



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA  
MECÁNICA Y ELÉCTRICA**

**UNIDAD PROFESIONAL “ADOLFO LÓPEZ MATEOS”**

**SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN  
PROGRAMA DE POSGRADO EN INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA DE SISTEMAS**



**“DESARROLLO DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD PARA LA  
PREVENCIÓN DE ACCIDENTES AUTOMOVILÍSTICOS CAUSADOS  
POR CONSUMO DE ALCOHOL”**

**T E S I S**

**PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**MAESTRO EN CIENCIAS EN INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**P R E S E N T A:**

**ING. MARTIN ALFONSO CONTRERAS SALMERON**

**Directores de tesis**

**M. en C. Jorge Arturo Reyes Bonilla  
M. en C. Efraín José Martínez Ortiz**

**Ciudad de México, Enero del 2018**

## **Gracias a Dios**

*Por demostrarme cada día que tiene un propósito para mí.  
Por bendecir mi vida en todo momento.  
¡Alaben al Señor porque él es bueno,  
y su gran amor perdura para siempre! 1 Crónicas 16:34*

## **Gracias a mi futura esposa Desiré**

*Gracias por cuidar de mi como lo haces.  
por apoyarme siempre,  
por amarme como lo haces.  
Gracias por estar en mí vida.  
Te amo preciosa.*

## **Gracias a mis Padres**

*Gracias por siempre dar todo de ustedes por mí,  
por trabajar tanto para darnos todo a mis hermanas y a mí,  
y siempre tener el mejor consejo para mí.  
Gracias por ser un ejemplo para mí siempre.  
Los amo.*

## **Gracias a mis hermanas**

*Gracias por cuidar de mí,  
por compartir conmigo tantos momentos divertidos,  
sé que siempre contaré con ustedes,  
Las amo.*

## **Gracias a mi cuñado.**

*Gracias por todo tu apoyo,  
porque con cada acción te has convertido  
en un hermano más.*

## **Gracias profesores.**

*Gracias por darme siempre todo su apoyo,  
porque siempre enseñarme y ayudarme a hacer mejor las cosas.  
Infinitas gracias.*

## Índice

<b>ÍNDICE</b> .....	<b>2</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>8</b>
<b>LISTA DE ACRÓNIMOS Y SIGLAS</b> .....	<b>9</b>
<b>GLOSARIO</b> .....	<b>10</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>11</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>12</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO I. CONTEXTO Y FUNDAMENTOS</b> .....	<b>15</b>
1.1 JUSTIFICACIÓN .....	16
1.2 OBJETIVOS .....	18
1.2.1 <i>Objetivos Generales</i> .....	18
1.2.2 <i>Objetivos Particulares</i> .....	18
1.3 ESTADO DEL ARTE.....	19
1.3.1 <i>Prototipos de sistemas de seguridad para automóviles</i> .....	19
1.4 CONTEXTO FÍSICO Y CULTURAL.....	31
1.4.1 <i>Contexto físico</i> .....	31
1.4.2 <i>Contexto cultural</i> .....	31
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO</b> .....	<b>33</b>
2.1 MARCO TEÓRICO.....	34
2.1.1 <i>Teoría general de sistemas</i> .....	34
2.1.2 <i>Informática</i> .....	36
2.1.3 <i>AppInventor</i> .....	38
2.1.4 <i>Electrónica</i> .....	40
2.1.5 <i>Psicología</i> .....	42
2.1.6 <i>Microcontroladores</i> .....	43
2.1.7 <i>Sensores</i> .....	45
2.1.8 <i>Relevadores</i> .....	46
2.1.9 <i>Sistema de seguridad</i> .....	48

2.1.9.1 Composición de un sistema de seguridad basado en la Teoría del control .....	49
2.1.10 <i>Sistemas de seguridad en vehículos</i> .....	50
2.1.10.1 Seguridad activa.....	50
2.1.10.2 Seguridad pasiva .....	51
2.1.11 <i>El alcoholismo</i> .....	52
2.1.12 <i>El consumo del alcohol étílico en la sociedad</i> .....	54
2.1.13 <i>Efectos del alcohol en el organismo</i> .....	56
2.1.13.1 Los efectos del alcohol en los conductores .....	58
2.1.13.1.1 Riesgos por conducción en estado de ebriedad .....	59
2.1.14 <i>¿Cómo se mide la alcoholemia?</i> .....	60
2.1.14.1 Métodos de detección .....	60
2.1.15 <i>Legislación sobre la alcoholemia en conductores</i> .....	62
2.2 MARCO METODOLÓGICO.....	66
2.2.1 <i>Vista de Casos de uso</i> .....	68
2.2.2 <i>Niveles de Software</i> .....	69
2.2.3 <i>Diagrama de actividades</i> .....	70
2.2.4 <i>Diagrama de despliegue</i> .....	71
2.2.5 <i>Diagrama de programación</i> .....	72
2.2.6 <i>Modelo de ciclo de vida según el proceso unificado</i> .....	73
<b>CAPÍTULO III. SISTEMA DE SEGURIDAD .....</b>	<b>77</b>
3.1 SELECCIÓN DE MATERIALES Y DEFINICIÓN DE REQUERIMIENTOS .....	78
3.1.1 <i>Selección de Microcontrolador</i> .....	79
3.1.1.1 Programación en Arduino .....	83
3.1.2 <i>Selección de Sensor</i> .....	84
3.1.3 <i>Sistema de bloqueo de encendido</i> .....	86
3.1.3.1 Modulo Relé para Arduino.....	86
3.1.4 <i>Dispositivo de comunicación</i> .....	87
3.1.5 <i>Sistema operativo para la APP</i> .....	90
<b>CAPÍTULO IV.CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS DEL SISTEMA DE SEGURIDAD .....</b>	<b>92</b>
4.1 CONEXIÓN DEL SUBSISTEMA DE SENSADO DE ALCOHOL .....	93
4.2 CONEXIÓN DEL SUBSISTEMA DE BLOQUE DE ENCENDIDO .....	98
4.3 CONEXIÓN DEL SUBSISTEMA DE COMUNICACIÓN .....	103
4.4 DESARROLLO DE LA APLICACIÓN.....	106
4.3 CONEXIÓN DE TODO EL SISTEMA DE SEGURIDAD Y PRUEBAS .....	113
4.3.1 <i>Pruebas</i> .....	116

**CAPÍTULO V CONCLUSIONES ..... 120**  
**REFERENCIAS ..... 124**  
**CAPÍTULO VI. ANEXOS..... 129**  
ANEXO A. .... 130  
ANEXO B. CUESTIONARIO ..... 134

## Índice de figuras

Fig. 1 Actuadores utilizados en el sistema de seguridad de .....	20
Fig. 2 Sistema de Seguridad .....	21
Fig. 3 Diagrama de sistema de seguridad .....	22
Fig. 4 Dispositivo Interlock para bloqueo.....	23
Fig. 5 Dispositivo intoxaLock Legacy.....	24
Fig. 6 Dispositivo alcolock implementado en Bélgica. ....	25
Fig. 7 Dispositivo alcolock implementado en Nueva York .....	26
Fig. 8 Sistema de seguridad patente US 8760300 B2 Fuente: (Gabriel Sezanayev, 2012) .....	27
Fig. 9 Sistema de control de alcohol en el coche, patente US 7671752 B2. Fuente: (Stephanie Sofer, 2006) .....	28
Fig. 10 Pantallas para crear un proyecto en ApplInventor.....	39
Fig. 11 Partes de un sistema Electrónico .....	41
Fig. 12 Esquema de un microcontrolador.....	43
Fig. 13 Imagen de un microcontrolador .....	44
Fig. 14 Tipos de sensores .....	46
Fig. 15 Electroimán de un relé.....	47
Fig. 16 Relé que funciona como conmutador. ....	47
Fig. 17 Desplazamiento del contacto en un relé.....	48
Fig. 18 Sistema de control con retroalimentación.....	49
Fig. 19 Frenos ABS .....	51
Fig. 20 Sistema de bolsas de aire .....	52
Fig. 21 Tasa máxima de alcoholemia permitida en la población general, por país (2012) .....	63
Fig. 22 Puntuación media percibida del cumplimiento de la tasa de alcoholemia en las Regiones de la OMS y en todo el mundo (2012).....	65
Fig. 23 Diagrama de partes de modelación del sistema (Elaboración personal).....	66
Fig. 24 Fases de desarrollo del sistema. ....	67
Fig. 25 Diagrama de casos de uso .....	68

Fig. 26 Diagrama de Componentes del sistema que muestra los subsistemas asociados.	69
Fig. 27 Diagrama de actividades.	71
Fig. 28 Diagrama de despliegue.	71
Fig. 29 Diagrama de Programación.	72
Fig. 30 Ciclo de vida clásico Modelo en cascada.	74
Fig. 31 Modelo de ciclo de vida del software según UML.	75
Fig. 32 Evolución de la arquitectura del sistema	76
Fig. 33 Tarjeta Arduino Mega 2560	81
Fig. 34 Descripción de componentes de la placa Arduino Mega	83
Fig. 35 Sensor MQ-3	85
Fig. 36 Módulo relé de Arduino.	87
Fig. 37 Modulos Bluetooth HC-5 y HC-6	89
Fig. 38 Diagrama de conexiones de Placa Arduino y Sensor MQ-3.	93
Fig. 39 Conexiones físicas del sistema de seguridad.	94
Fig. 40 Salidas del sensor MQ-3.	95
Fig. 41 Conexión del sensor a placa Arduino	96
Fig. 42 Código de programación para sensor.	97
Fig. 43 Resultado de lectura en entorno Arduino	98
Fig. 44 Conexión de un aparato eléctrico al módulo.	99
Fig. 45 Conexión del módulo Relé con Arduido Mega.	100
Fig. 46 Acoplamiento de motor con relé.	101
Fig. 47 Código de programación de módulo relevador.	102
Fig. 48 Programación de sensor y relé.	103
Fig. 49 Conexión del módulo Bluetooth con tarjeta Arduino.	104
Fig. 50 Conexión del módulo Bluetooth con Arduino.	104
Fig. 51 Programación del módulo Bluetooth.	105
Fig. 52 Menú de aplicación.	107
Fig. 53 Programación de la pantalla de menú de la aplicación.	108
Fig. 54 Pantalla de ingreso de Datos de aplicación	109
Fig. 55 Programación de pantalla de datos.	110

Fig. 56 Pantalla de cuestionario. ....	111
Fig. 57 Fragmento de código de test. ....	112
Fig. 58 Conexión completa del sistema de seguridad. ....	114
Fig. 59 Prigrama final del sistema de seguridad.....	115
Fig. 60 Primer prueba de alcohol.....	116
Fig. 61 Prueba 2 del sensor con alcohol en la ropa.....	117
Fig. 62 Interior de Pointer 2008 .....	118
Fig. 63 Pruebas de sensor dentro de un automóvil. ....	118
Fig. 64 Distancia entre sensor y asiento de carro.....	119

## Índice de Tablas

---

Tabla 1 Tabla comparativa de prototipos y desarrollos de sistemas de seguridad.....	30
Tabla 2 Efectos de la alcoholemia en el organismo y en el desempeño .....	57
Tabla 3 Efectos del consumo crónico de alcohol.....	58
Tabla 4 Clasificación de las intervenciones para limitar la tasa de alcoholemia de los conductores.....	64
Tabla 5 Especificaciones de la Tarjeta Arduino Mega 2560.....	82
Tabla 6 Especificaciones de la Tarjeta Arduino Mega 2560.....	99

## Lista de acrónimos y Siglas

---

**ENA:** Encuesta Nacional de Adicciones

**OMS:** Organización Panamericana de la Salud

**Lt:** Litros.

**ABS:** Antiblockiersystem.

**SSPDF:** Secretaría de Seguridad Pública del Distrito Federal.

**mg/l:** Miligramos por litro.

**ONU:** Organización de las Naciones Unidas.

**CAAF:** Centro de Ayuda al Alcohólico y sus Familiares.

**CAS:** Concentración de alcohol en la sangre.

**TGS:** Teoría General de sistemas.

**MIT:** Instituto tecnológico de Massachusetts.

**MHz:** Mega Hertz.

**USART:** Universal synchronous and asynchronous receiver-transmitter.

**RTC:** Real Time Clock

**PWM:** Pulse-width modulation.

## Glosario

---

**Switch:** Es el dispositivo digital lógico de interconexión de equipos. Es un interruptor apagado y encendido.

**Arduino:** es una compañía de hardware libre y una comunidad tecnológica que diseña y manufactura placas de desarrollo de hardware.

**Etilómetro:** Instrumento para medir el nivel de alcohol presente en el aire espirado por una persona.

**Relé:** Dispositivo electromagnético que, estimulado por una corriente eléctrica muy débil, abre o cierra un circuito en el cual se disipa una potencia mayor que en el circuito estimulador.

**Sangre Alveolar:** es el intercambio de gases entre el aire alveolar (rico en oxígeno) y la sangre (rica en dióxido de carbono).

**Entitividad:** Es relativo a ente, un ente es todo lo existe o puede llegar a existir. En programación es un objeto que es instancia.

**Volts:** El voltio o volt por símbolo V, es la unidad derivada del Sistema Internacional para el potencial eléctrico, la fuerza electromotriz y la tensión eléctrica.

**Resistores:** Componente electrónico diseñado para introducir una resistencia eléctrica determinada entre dos puntos de un circuito eléctrico.

**Electrolítico:** Es cualquier sustancia que contiene en su composición iones libres, que hacen que se comporte como un conductor eléctrico.

**Diodo:** Dispositivo electrónico de dos electrodos por el que circula la corriente en un solo sentido.

**Led:** Un diodo emisor de luz (LED por sus siglas en inglés, light-emitting diode, o led, de acuerdo con el Diccionario de la lengua española) es una fuente de luz constituida por un material semiconductor dotado de dos terminales.

**NPN:** Un transistor NPN puede ser considerado como dos diodos con la región del ánodo compartida.

**Bit:** Un bit es un dígito del sistema de numeración binario.

## **“DESARROLLO DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD PARA LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES AUTOMOVILÍSTICOS”**

### **RESUMEN**

---

De acuerdo a la investigación realizada se pudo determinar los riesgos de conducir bajo los influjos del alcohol, la Secretaría de Salud indica que está demostrado que el alcohol altera gravemente la capacidad de conducir, ya que es una droga que incluso en pequeñas dosis provoca una apreciación errónea de las distancias y de las velocidades; disminuye la agilidad mental y coordinación motora, aumenta la agresividad e irritabilidad del conductor; no se perciben las señales de tránsito ni las luces de los semáforos o de otros vehículos y aumenta la sensibilidad a los deslumbramientos.

Con base a estos conocimientos y a que el riesgo de sufrir un accidente es directamente proporcional con el grado de alcohol en la sangre, se realizó un prototipo de sistema de seguridad conformado por dos etapas principales de control. La primera, un sensor encargado de medir el nivel de alcohol en el aire del interior del vehículo, bloqueando automáticamente el encendido del automóvil; y como segunda etapa el sistema de desbloqueo del vehículo conformado por una aplicación para dispositivos móviles; este sistema pretende no solamente mantener la seguridad de los conductores al no permitirles manejar en estado de ebriedad, sino también la seguridad de los peatones que se ven perjudicados por accidentes de este tipo.

Por medio de una investigación, análisis y diseño se llegó al desarrolló un sistema de seguridad para la prevención de accidentes causados por el consumo del alcohol. Las características principales del sistema de seguridad son:

- Realizar el sensado de alcohol en el aire dentro del automóvil.
- Bloquear el encendido del automóvil.
- Determinar las capacidades del individuo que intenta realizar la conducción por medio de una aplicación instalada en un dispositivo móvil.
- El arranque del automóvil permanecerá bloqueado si el conductor no aprueba el cuestionario realizado por medio de la aplicación.
- Realizar el desbloqueo del arranque del carro si el conductor contesta correctamente el cuestionario realizado por medio de la aplicación.

## **“DESARROLLO DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD PARA LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES AUTOMOVILÍSTICOS”**

### **ABSTRACT**

---

According to the research carried out, it was possible to determine the risks of driving under the influence of alcohol, the Ministry of Health indicates that it has been shown that alcohol seriously impairs the ability to drive, since it is a drug that even in small doses causes an erroneous appreciation of distances and speeds; it diminishes the mental agility and motor coordination, increases the aggressiveness and irritability of the driver; traffic signs, traffic lights or other vehicles are not visible and sensitivity to glare is increased.

Based on this knowledge and that the risk of suffering an accident is directly proportional to the alcohol degree in the blood, a prototype of the safety system consisting of two stages of control was carried out. The first, a sensor responsible for measuring the level of alcohol in the air inside the vehicle, automatically blocking the ignition of the car; and as a second stage the unlocking system of the vehicle made up of an application for mobile devices.

In the present work, through a research, analysis and design, a safety system was developed for the prevention of accidents caused by the consumption of alcohol. The main features of the security system are:

- Perform alcohol sensing of the air inside the car.
- Block the ignition of the car.
- Determine the capabilities of the individual trying to conduct driving through an application installed on a mobile device.
- The start of the car will remain blocked if the driver does not approve the questionnaire made through the application.
- Unlocking the car start can be done if the driver correctly answers the questionnaire made through the application.

## Introducción

---

En México existe un crecimiento exponencial de los conductores bajo influencia del alcohol, de acuerdo a los estudios realizados por la secretaria de Salud del Estado de Morelos (Morelos, 2012, p. 2), tan solo en los días jueves, viernes y sábado por la noche, existen alrededor de 200 mil conductores que están bajo la influencia del alcohol; lo que provoca que por año existan alrededor de 24 mil muertes por accidentes relacionados con el consumo de alcohol.

Según la última encuesta realizada por la Encuesta Nacional de Adicciones (ENA) existe un crecimiento del 4.1% a 5.5% en 6 años con respecto al consumo de alcohol en la población Mexicana (Salud and Arbitraje, 2011, p. 15), esto, aunado a diversos factores ha provocado también que México ocupe un lugar muy alto con respecto a la mortalidad a causa de accidentes por consumo de alcohol, ocupando así el séptimo lugar a nivel mundial según la Organización Panamericana de la Salud:

- Según la OMS en México anualmente se tienen registradas aproximadamente 24 mil personas convirtiéndonos en el séptimo lugar a nivel mundial de accidentes de tránsito que terminan en decesos representando 55 muertes por día. Es por ello que las autoridades de la OMS hacen un llamado para que el programa conduce sin alcohol se vea como lo que es, un esfuerzo para salvar vidas. (OPS/OMS México - OPS/OMS México, 2017).

Debido a esto, en México se implementó la Estrategia Nacional de Seguridad Vial 2011-2020, que consta básicamente de prevenciones por medio de programas tales como Conduce sin Alcohol con el objetivo de reducir estas muertes en 50 por ciento (Secretaría de Salud MX, 2016). Sin embargo, este programa preventivo está sujeto a muchas restricciones que evitan que pueda llegar a la totalidad de los conductores, se necesitaría una mayor inversión en este programa para disponer de los policías necesarios, con el equipo correspondiente y en todas las zonas principales para tratar de alcanzar a la mayoría de la población.

La sociedad se encuentra en una época en la que los desarrollos tecnológicos crecen rápidamente y cada vez más sectores en la vida diaria se ven impactados por estos

desarrollos; es por esto que por medio de la implementación de estos avances tecnológicos se podría reducir aún más el porcentaje de accidentes causados por el exceso de alcohol; una alternativa sería un sistema que intervenga directamente con el encendido del automóvil, prohibiendo así el uso del mismo de las personas que estén bajo los influjos del alcohol. En este trabajo se desarrolla un sistema de seguridad el cual se encargue no solamente de medir los niveles de alcohol en el conductor, sino también realizar una prueba por medio de su celular con lo cual se podrá tener mayor certeza para decidir si se permite o no la conducción.

## **Capítulo I. Contexto y Fundamentos**

---

## 1.1 Justificación

De acuerdo a la Organización Panamericana de la Salud, en México aproximadamente 24 mil personas mueren al año en accidentes automovilísticos relacionados con el consumo de alcohol en nuestro país (OPS/OMS México - OPS/OMS México, 2017).

Históricamente los problemas de tránsito provocado por el consumo excesivo de alcohol, más allá de estar siendo controlado, van en aumento con los años, según los datos de la Encuesta Nacional de Adicciones (Salud and Arbitraje, 2011) los mexicanos aumentan en promedio 5 Lt. por año su consumo de bebidas alcohólicas. Es por ello que resulta imprescindible desarrollar medidas que ayuden en la prevención de estos accidentes.

Por medio de la aplicación de la tecnología se puede impactar en gran medida los datos estadísticos con respecto a los accidentes de tránsito. Y de este modo evitar de forma muy eficiente los accidentes tanto para el conductor y/o los pasajeros del vehículo, como para otros vehículos o transeúntes. Buscando que este sistema, a diferencia de algunos que están en investigación, sea fácil de aplicar en cualquier vehículo, sin importar que no esté instalado de fábrica; por medio de la implementación de un sistema de seguridad en el vehículo que sea capaz de bloquear el encendido del automóvil al determinar que el conductor está bajo los influjos del alcohol, logrando también que sea económico y accesible a cualquier persona.

Por esta razón, el presente trabajo propone un sistema que busca como principal objetivo desarrollar un sistema económico, confiable y fácil de usar. Por medio de un enfoque sistémico, es decir por medio de la conjunción de los principios aplicables de algunas áreas de estudio como lo es la electrónica, la psicología y la programación, se buscó desarrollar un sistema de seguridad que logre bajar considerablemente la probabilidad de accidentes por consumo de alcohol para los usuarios. De igual forma por medio de este enfoque sistémico se logrará un impacto tecnológico al conjuntar hardware y software con un método para determinación de habilidades o capacidades del individuo para realizar la conducción. De esta forma y actuando estas 3 áreas integradas sistémicamente se logrará tener un mayor impacto social con el desarrollo de este prototipo.

Se espera que al evitar que un conductor quiera realizar la manipulación de un vehículo en estado de ebriedad, se vaya formando cierta conciencia en el propio individuo y que a su vez tenga un impacto cultural con respecto a este tema.

Considerando la problemática a la cual se desea dar solución, los capítulos señalarán, cómo se eligieron los componentes que constituirán al dispositivo, así como los diseños realizados para cumplir el objetivo y cómo se realizó la construcción del prototipo.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivos Generales**

Desarrollar un sistema de seguridad que bloquee el encendido de automóviles a personas que conducen bajo el influjo del alcohol.

### **1.2.2 Objetivos Particulares**

- Desarrollar el marco teórico y el marco metodológico.
- Construir un prototipo del sistema de seguridad.
- Construir un sistema de fácil instalación.
- Desarrollar una conexión entre un dispositivo móvil y el encendido de un automóvil.
- Desarrollar una aplicación (Software) que evalúe si un individuo está en condiciones para la conducción de un vehículo.
- Evaluar el prototipo del sistema, realizando pruebas y comparando las ventajas y desventajas con modelos existentes.

## **1.3 Estado del Arte**

Hoy en día existen muchos tipos de sistemas electrónicos de seguridad para los vehículos y se están continuamente desarrollando otros nuevos. Éstos abarcan desde los sistemas para evitar colisiones y de asistencia de frenado hasta los de aviso de cambio de carril. A pesar de que algunos son bastante intrusivos, también existen otros sistemas de seguridad más pasivos, como los que registran datos sobre incidencias e itinerarios o los que impiden que se puedan forzar las cerraduras. En general, existen dos categorías de dispositivos diseñados para proteger la seguridad del conductor y los pasajeros: los dispositivos de seguridad activa y pasiva. De esta forma podemos catalogar los sistemas de seguridad especializados en la prevención de accidentes causados por el consumo de alcohol, por ejemplo, uno de los programas más usados en México es de tipo no intrusivo llamado conduce sin alcohol, es decir, este programa no interfiere con el funcionamiento del automóvil sino más bien con el control del conductor.

Sin importar los sistemas de seguridad que se implementan en los automóviles tales como los airbags y el ABS (Antiblockiersystem), siempre que el conductor esté bajo los influjos del alcohol el peligro de accidentes se incrementa exponencialmente. Es por esto que en muchas partes del mundo se intentan encontrar soluciones e incluso se obliga a los conductores a instalar dispositivos de bloqueo como lo menciona la Revista Drager, 2010.

### **1.3.1 Prototipos de sistemas de seguridad para automóviles.**

Existen diversos desarrollos de sistemas de seguridad capaz de realizar el bloqueo del encendido de un automóvil al detectar alcohol en el conductor; estos desarrollos son en su mayoría realizados por particulares.

En algunos casos la aplicación del sistema resulta ineficiente con respecto al encendido del automóvil debido a que para poder realizar la conducción siempre será necesario realizar diversas pruebas previas, por ejemplo en el trabajo de Tesis realizada por (Mena

Mena and Mullo Casillas, 2005, p. 59) se desarrolla un sistema que, para detectar alcohol en el conductor, éste deberá siempre antes de encender su automóvil soplar a través de un detector de alcohol llamado “AlcoCheck”, aunque ofrece una lectura completamente confiable de los gramos de alcohol en el aire expulsado de los pulmones del conductor, también resulta impráctico tener que hacer este procedimiento con cada intención de encender el automóvil. En este sistema se tienen 3 etapas básicas de funcionamiento:

- Etapa de censado de alcohol en el conductor (Entrada)
- Etapa de procesamiento de señales (Proceso)
- Etapa ejecución de bloqueo y desbloqueo al encendido (Salida)

En algunos casos se puede ver una lectura previa por medio de sensores que desde que el conductor ingresa al vehículo comienzan a medir los niveles de alcohol en el ambiente, sin embargo y como en el caso del desarrollo de un sistema de seguridad en vehículos (Casado, 2013) para poder implementar el sistema de seguridad, es necesario encenderlo por medio de un interruptor, incluso Casado, implementa un reconocimiento de voz para aumentar la seguridad en el vehículo. Sin embargo, este sistema es seguro mientras el conductor sea responsable para encender y no desconectar el sistema de seguridad. En la Fig. 1 se puede observar los dispositivos utilizados para el desarrollo de este prototipo.

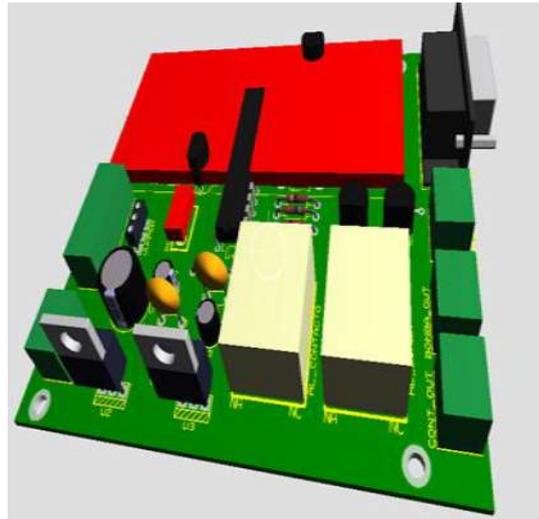


**Fig. 1 Actuadores utilizados en el sistema de seguridad de**

Fuente: Casado, 2013, p. 71

Existen también algunos prototipos en los que también se utiliza un sensor Mq-3, como el que se implementará para desarrollar este mismo sistema de seguridad, siendo éste el único filtro para determinar los niveles de alcohol en el aire con lo cual se determinará

el bloqueo o el encendido del automóvil, (López Carrillo and Guerrero Gavirla, 2014) Carrillo y Gavirla realizan un bloqueo de encendido basado en la detección de alcohol por medio de un sistema como lo muestra la Fig. 2 Todo este sistema está conectado a un microcontrolador Arduino mega el cual se encargará de tomar las decisiones correspondientes.

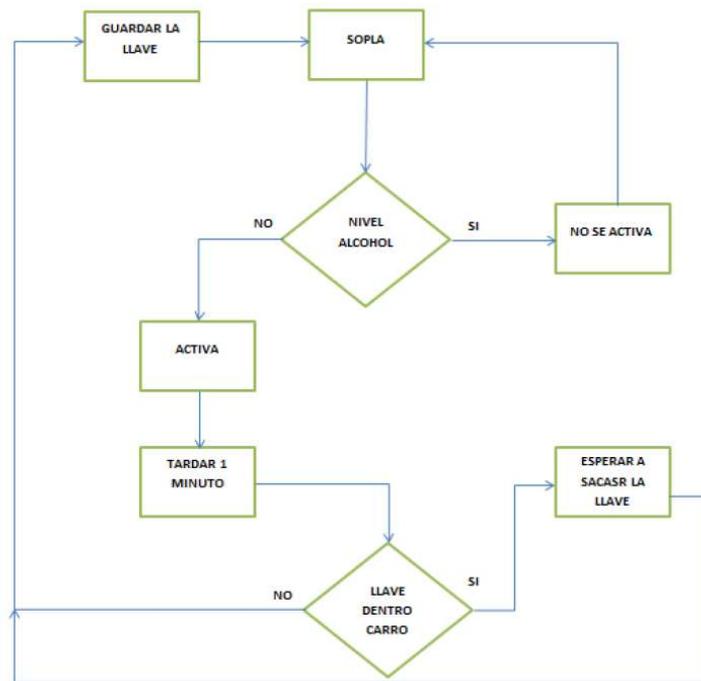


**Fig. 2 Sistema de Seguridad**

Fuente: Carrillo y Gavirla (2014).

Aunque el sensor Mq-3 tiene una buena detección, la medición no resulta lo suficientemente precisa como para tomar el valor que nos arroja como el determinante para impedir o no la conducción del vehículo, el sistema no tendría forma de determinar si el aire con alcohol, proviene del conductor del vehículo o de algún pasajero, por lo cual no resulta practica la implementación de este sistema.

Para evitar que la detección de alcohol sea a cualquier pasajero del vehículo, (Londoño Clavijo and Turriago Jimenez, 2010, p. 29) proponen un sistema en el que si se utiliza el sensor Mq-3, pero al momento de introducir la llave del vehículo es necesario soplar directamente en el sensor, si el sensor no detecta alcohol, el encendido se da de forma normal, pero si detecta alcohol el encendido se bloquea y es necesario sacar la llave para volver a realizar la prueba como lo muestra la Fig. 3.



**Fig. 3 Diagrama de sistema de seguridad**

Fuente: Clavijo y Jiménez

También existen algunos desarrollos tecnológicos que han intentado implementarse ya de forma activa en los automóviles, principalmente en Alemania y en Suecia, dispositivos como el llamado Interlock, que es un etilómetro con bloqueo de encendido. Por medio de un sensor de tipo electroquímico similar al empleado en los controles de alcoholímetro, puede llegar a ser muy confiable sin importar las temperaturas, la humedad ambiental, etc. (Revista Drager, 2010). Drager, la empresa encargada del desarrollo del dispositivo exige una prueba del aliento por parte del conductor lo cual desencadenará en una decisión del propio sistema que le permitirá conducir o no, si el sistema determina que no puede conducir, entonces se bloquea la alimentación eléctrica del relé de encendido, almacenando todos los datos obtenidos para su posterior análisis. Las autoridades de Suecia, podrán monitorear el comportamiento de un conductor cuando su conducta con respecto al alcohol es recurrente (Revista Drager, 2010).

La forma de implementar este Interlock en Suecia es limitada a los infractores que se les obliga a instalar este dispositivo corriendo con los gastos que esto represente procurando

que esto se incluya sustentado por los resultados en una nueva ley de vialidad (Revista Drager, 2010).



**Fig. 4 Dispositivo Interlock para bloqueo.**

Fuente: Revista Interlock

Un dispositivo con características semejantes a Interlock, este puesto ya a la venta por medio de internet, llamado IntoxaLock, un dispositivo de bloqueo de arranque con una tecnología avanzada con respecto al sensor consiste en monitorear el alcohol por medio de la integración de una célula de combustible de alcoholímetro con el sistema de ignición del carro. El conductor deberá realizar una prueba antes de intentar realizar la conducción del vehículo, cuando se realiza la muestra Intoxalock la examina, mostrando por medio del dispositivo la concentración de alcohol en el aliento, si este nivel está por debajo de la norma legal de su estado, el automóvil arrancará sin problemas, si se detecta una violación en los niveles entonces el automóvil no arrancará hasta que se presente una muestra segura (*Intoxalock bloqueo de arranque | Alcoholímetro para automóvil*).

Citando la investigación realizada por la empresa Intoxalock, los mandatos estatales y federales requieren que la mayoría de los dispositivos de bloqueo de arranque tienen que ser calibrados de cada 30 a 60 días. En estudios independientes y aprobados por el Estado de Iowa.



**Fig. 5** Dispositivo intoxalock Legacy

Fuente: Intoxalock Ignition Interlock Device – Car Breathalyzer

Bélgica utilizará por primera vez este tipo de dispositivo, con el nombre de “alcolock”, un aparato instalado en el vehículo que permite medir el grado de alcoholemia del conductor e impide, en caso de exceder el límite permitido, poner en marcha el automóvil.

El conductor o propietario del vehículo, estará obligado a pagar los gastos de instalación aproximadamente 4.900 dólares, y deberá utilizar este dispositivo para medir su nivel de alcoholemia antes de ponerse al volante. De superar los 0,2 miligramos de alcohol el equipo bloqueará el sistema de arranque del vehículo.

Hace seis años las leyes de este país permitía ordenar la instalación del aparato en los vehículos particulares. Y es que, según la ley belga, el juez puede imponer este dispositivo cuando el conductor ya haya sido condenado por superar los 0,8 miligramos de alcohol, y también en el caso de las reincidencias (S.A.P., 2013).



**Fig. 6 Dispositivo alcolock implementado en Bélgica.**

Fuente: emol.com

En el 2015, en Nueva York la congresista Kathleen Rice, empezó a trabajar con el propósito de evitar que conductores manejaran bajo el influjo del alcohol, tratando de introducir una legislación para poder obligar a los fabricantes de automóviles en Estados Unidos, a que este tipo de dispositivos de lectura de alcohol y bloqueo de automóvil vengan equipados en todos los vehículos nuevos ('Una medida para evitar que un conductor ebrio encienda el auto | El Diario NY').

“Esta tecnología ayudará a salvar vidas y ahorrará mucho dinero a los contribuyentes. Voy a luchar para que sea equipamiento de serie en los vehículos fabricados en Estados Unidos” -dijo Rice-. Es por eso que estoy trabajando en una legislación para requerir dispositivos de bloqueo de encendido, en todos los autos nuevos”, agregó la congresista.

El proyecto de ley de Rice equivaldría a dar un paso más lejos con la implementación de los dispositivos en todos los vehículos nuevos. “Tenemos que avanzar en el progreso de nuestra lucha contra las demandas por conducir ebrio; no hay que dejar que ellos tomen las carreteras “, agregó Rice.



**Fig. 7 Dispositivo alcolock implementado en Nueva York**

Fuente: eldiariony.com

En el área de patentes, existen algunos desarrollos principalmente realizados en Estados Unidos.

La patente con número US 8760300 B2 es un sistema y método para prevenir la conducción de un vehículo por una persona intoxicada con alcohol según su título. Se trata de al menos un sensor de alcohol que se encarga de detectar la presencia de alcohol en conductores que son más propensos a sufrir accidentes por esta causa. En este caso, si el sensor detecta alcohol en el conductor, se activará el bloqueo de la cerradura de la puerta del conductor, para evitar que ingrese al vehículo para realizar la conducción. (Gabriel Sezanayev, 2012)

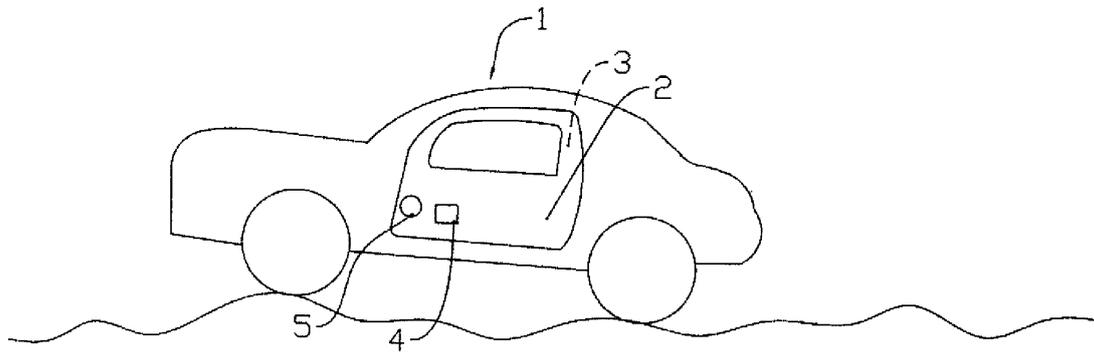


Fig. 1

**Fig. 8 Sistema de seguridad patente US 8760300 B2**  
Fuente: (Gabriel Sezanayev, 2012)

La patente con número US 9475387 B2 es un sistema para la prevención de accidentes, causado por conductores bajo el influjo de alcohol, basado en la detección por medio de síntomas oculares, con lo cual pretende determinar la presencia de alcohol en el conductor, para indicar si el conductor es capaz de conducir el vehículo de forma segura. El detector de síntomas oculares adaptado en el vehículo está vinculado a un módulo de control vehicular, si el sensor detecta alteraciones oculares producto de la presencia de alcohol, determinando que el conductor está por encima del umbral predeterminado, entonces se podrán tomar medidas de bloqueo. El sensor básicamente detecta la actividad ocular del conductor, para determinar y analizar si los movimientos oculares son movimientos involuntarios que podrían una concentración de alcohol de dicho conductor está por encima de un umbral predeterminado. (Roger Li-Chung Wu, 2014)

El llamado sistema de seguridad de alcohol, para el conductor del vehículo con el número de patente DE 19742261 A1, es un sistema conformado primeramente por un medidor que registra el consumo de alcohol del usuario, es un sensor portátil que se pone directamente en el cuerpo del conductor, generalmente en los brazos o las piernas. El sensor tiene un enlace inalámbrico con un monitor con lo cual se tendrá un registro constante de las señales de alcohol en el conductor; la unidad de evaluación tiene un temporizador que se activa mediante la operación, después del patrón de tiempo

designado se hace una comparación entre las medidas reales del sensor y las condiciones requeridas. (Hans Matthiesen, 1997)

Sistema de control de alcohol en el coche, patente US 7671752 B2. Un sistema de monitoreo de alcohol para monitorear un conductor de un automóvil incluye un sistema analizador de vapor para detectar la cantidad de alcohol en un conductor. Se proporciona un controlador de velocidad para establecer la velocidad máxima del automóvil a un nivel predeterminado en el caso de que la cantidad de alcohol detectada en el conductor esté por encima de un umbral predeterminado. Un teléfono celular está configurado para llamar automáticamente a un centro de llamadas remoto, en el caso de que la cantidad de alcohol detectada en el controlador supere el umbral predeterminado. Además, un sistema de localización está configurado para proporcionar la ubicación del automóvil a dicho centro de llamadas remoto. Una base de datos de mapeo en dicho centro de llamadas remoto está configurada para proporcionar ubicaciones más cercanas a dicho automóvil para guiar al conductor a conducir el automóvil a cualquiera de dichas ubicaciones.(Stephanie Sofer, 2006)

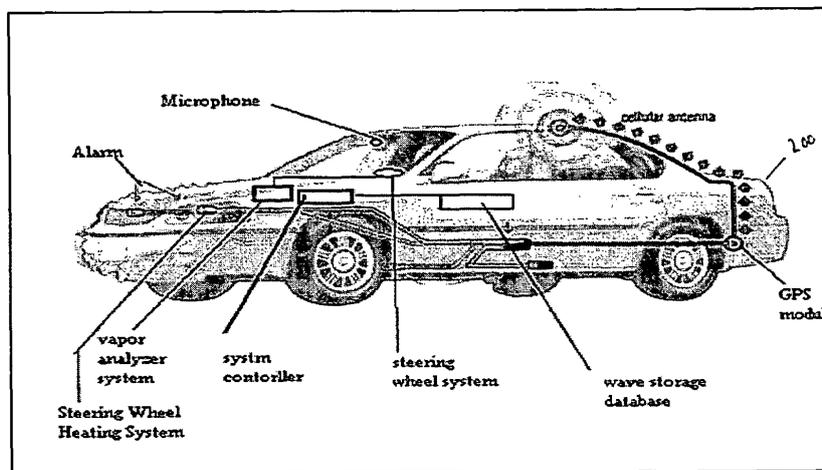


Fig. 9 Sistema de control de alcohol en el coche, patente US 7671752 B2.

Fuente: (Stephanie Sofer, 2006)

Existen muchos prototipos en desarrollo alrededor del mundo algunos basados en sensores de aire, algunos basados en sensores por huellas pero sin embargo no han llegado a ser implementados en su totalidad, debido a que existen diversas complicaciones tales como la evasión del sistema por parte del conductor, el costo de aplicación del sistema, algunos sistemas deben venir implementados de fábrica así que

para poder tenerlos sería necesario comprar un automóvil nuevo y algunos problemas de detección. Al considerar los grandes aciertos de algunos prototipos y también algunos desaciertos, se pretende realizar un sistema de seguridad con la menor cantidad de impedimentos para la población en general en cuanto a las posibilidades de aplicación del sistema.

El presente proyecto se centrará en la construcción de un prototipo utilizando herramientas de fácil comprensión e implementación, mediante un perfil sistémico que ayudará a consolidar el impacto social aprovechando diferentes herramientas tecnológicas. Una de las principales características de este sistema, es que a diferencia de los ya mencionados previamente, no está basado en la medición de alcohol en el ambiente, sino que esta medición dispara el verdadero filtro que es una aplicación que por medio de ciertos cuestionarios pretenderá determinar si el conductor es capaz de realizar la conducción.

La Tabla 1 se muestran las ventajas y las desventajas principales para cada desarrollo citado previamente, básicamente ningún sistema falla en medir el alcohol, sin embargo las grandes diferencias radican tanto en la forma de medirlo, como en las medidas que se toman después de exceder el umbral permitido de alcohol en la sangre.

PROTOTIPO	VENTAJAS	DESVENTAJAS	PAÍS Y AÑO
Alcocheck	Mide el nivel de alcohol antes de encender el automóvil.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se puede desconectar el sistema de seguridad</li> <li>- No identifica el alcohol por enjuague bucal o alguna bebida alcohólica</li> <li>- Es necesario realizar una prueba antes de encender el automóvil.</li> </ul>	
Interlock	Detecta el nivel de alcohol a través del aliento del conductor. Lo que permite una medición precisa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Su implementación está limitada a infractores.</li> <li>- Es costoso.</li> <li>- Se pierde tiempo para el arranque del automóvil.</li> </ul>	Suecia, 2005
Intoxalock	Detecta el nivel de alcohol a través del aliento del conductor, lo que permite que sea muy preciso.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Necesita ser calibrado cada 30 a 60 días en laboratorios aprobados por el estado</li> <li>- Necesita avanzados sistemas de seguridad para</li> </ul>	EU, 2012

		<p>que el conductor no altere los resultados como: Huellas dactilares, reconocimiento del iris, etc.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Es costoso.</li> <li>- Se pierde tiempo de arranque.</li> </ul>	
Alcolock	Detecta el nivel de alcohol a través del aliento del conductor	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Costoso, aprox. 4,900 dólares</li> <li>- Su implementación está limitada a infractores</li> <li>- Cada 5 y 30 min ordena detener el auto y hacer la prueba nuevamente.</li> <li>- Se pierde tiempo en el arranque del vehículo.</li> </ul>	Bélgica, 2015
Patente US 8760300 B2	Detecta el nivel de alcohol a través del aliento de manera precisa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se puede evadir fácilmente la prueba de alcohol.</li> <li>- Impide el uso rápido del automóvil, en cualquier caso.</li> </ul>	
Patente US 9475387 B2	Sensor ocular. Es difícil evadir la prueba del sensor por suplantación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es costoso.</li> <li>- Es impreciso.</li> <li>- Se pierde tiempo de arranque, en cualquier caso.</li> </ul>	EU, 2014
Patente DE 19742261 A1,	Se realiza una medición precisa del alcohol en el conductor a través de la piel.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No realiza bloqueos en el vehículo.</li> <li>- Es necesario portarlo en el cuerpo siempre que se quiera manejar.</li> </ul>	EU, 1997
Patente US 7671752 B2	Se realiza la medición de alcohol en el conductor. Permite la localización del vehículo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No impide por completo la conducción del automóvil.</li> </ul>	EU, 2006
Prototipo del presente trabajo de investigación.	Detecta el nivel de alcohol en el aire y bloquea o enciende el automóvil. Tiene una doble verificación. No se pierden tiempos en el arranque.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No identifica si el alcohol proviene del conductor o de algún pasajero</li> <li>- No es capaz de identificar si es el conductor quien realiza las pruebas.</li> </ul>	México, 2018

Tabla 1 Tabla comparativa de prototipos y desarrollos de sistemas de seguridad.

## **1.4 Contexto físico y cultural.**

### **1.4.1 Contexto físico**

El presente trabajo tendrá como contexto físico la Ciudad de México, esto debido a que las pruebas se realizarán a un extracto de conductores que viven en esta zona del país. Si bien es cierto que el sistema de seguridad podría ser utilizado en diversas partes no solamente de México sino del mundo debido a que la implementación no tiene restricciones, la mejor forma de implementar el sistema es haciendo un estudio profundo de la población afectada principalmente para definir las características del cuestionario de aplicación.

### **1.4.2 Contexto cultural.**

Como ya se ha mencionado antes, los accidentes de tránsito ocasionados por el consumo excesivo de bebidas alcohólicas van en aumento; es por eso que existen diversas normativas para prevenir este tipo de accidentes. Conducir bajo el influjo de alcohol está prohibido y penado en muchas partes del mundo; en México es un delito federal tipificado a través de una reforma al Código penal Federal en los artículos 171 y 172 (Rocío Adriana Aguilar, 2017). Es por ello que se han desarrollado diferentes medidas de seguridad para prevenir los accidentes de este tipo.

Según la OMS (2017), México ocupa el séptimo lugar a nivel mundial en accidentes provocados por conductores que se encuentran bajo el consumo de alcohol, muriendo al año aproximadamente 24 mil personas. En nuestra cultura, la venta de alcohol es legal, pero es necesario ser mayor de edad para realizar la compra. Sin embargo esto puede llegar a producir las condiciones necesarias que pudieran culminar con accidentes de tránsito. En México no existe una buena cultura en cuanto a no manejar bajo los influjos del alcohol (Salud y Arbitraje, 2011) por lo que se presenta un gran índice de accidentes.

En México existe un programa de seguridad vial, llamado “Conduce sin Alcohol” que fue implementado desde el año 2003 por parte de la Secretaría de Seguridad Pública del Distrito Federal (SSPDF) (Secretaría de Seguridad Pública, 2017), es importante tocar este tema debido a que es uno de los programas y herramientas útiles para la prevención de accidentes provocados por el consumo de alcohol. Según las estadísticas ofrecidas, este programa ha logrado reducir en un 30% el índice de accidentes fatales que se relacionan con el consumo de alcohol; este programa está basado principalmente en estrategias de presencia gráfica, sensibilidad y control policial. La detección de alcohol se hace principalmente por medio de un aparato llamado alcoholímetro que se encarga de medir los miligramos de alcohol por litro en el aire espirado; los límites de alcohol presentes son los siguientes:

Vehículo particular: Si excede 0.40 mg/l= Infractor.

Transporte público y de pasajeros= Tolerancia Cero

En caso de que la prueba salga positiva, se procede a las siguientes acciones:

- 1.- Turnar al infractor con el médico legista.
- 2.- Presentarlo ante el juez cívico para determinar la sanción.
- 3.- Trasladarlo al centro de sanciones administrativas, “Torito”.

Este tipo de medidas tomadas en México, si bien es cierto que han logrado tener un impacto en las estadísticas de accidentes provocados por el consumo de alcohol, depende de muchos factores externos, tales como el número de policías disponibles y que no es posible cubrir todas las zonas de riesgo que permiten a los conductores simplemente evadir el Alcoholímetro; por esta razón en los últimos años se han iniciado investigaciones por parte de algunas empresas automotrices y algunos sectores universitarios que a continuación se mencionan con las cuales se busca atacar directamente este problema, tratando de evitar que un conductor en estado de ebriedad sea incapaz de encender su automóvil.

## **Capítulo II. Marco Teórico y Metodológico**

---

## **2.1 Marco Teórico**

Esta tesis depende de la teoría general de sistemas, ya que para su desarrollo se requiere la implementación de diferentes disciplinas las cuales integrarán el marco teórico.

- Informática
- Electrónica
- Psicología

Y algunos temas específicos que permitirán la selección correcta tanto de las áreas de conocimiento a implementar, como las partes físicas que se seleccionarán.

### **2.1.1 Teoría general de sistemas**

La Teoría General de sistemas (TGS) está conformada por principios reconocidos universalmente, procura encontrar soluciones a problemas presentes en la mayoría de los sistemas existentes. Su tema principal es la formulación y derivación de principios que sean válidos para los sistemas en general. (Bertalanffy, 1989).

La TGS se caracteriza por su perspectiva científica, podría definirse como la ciencia general de la totalidad, como una disciplina lógico-matemática, puramente formal en si misma aplicable en las varias ciencias empíricas (Bertalanffy, 1989).

Para Ludwig Von Bertalanffy quien acuñó el término “Teoría General de Sistemas”, la TGS debería constituirse como un mecanismo de integración entre las ciencias naturales y sociales, siendo así un instrumento imprescindible para la formación y preparación de nuevos científicos.

En algunas definiciones no tan centradas, se identifican los sistemas simplemente como conjuntos de elementos que guardan estrechas relaciones entre sí, que mantienen al sistema directo o indirectamente unido de modo más o menos estable y cuyo comportamiento global persigue, normalmente, algún tipo de objetivo.

A partir de ambas consideraciones la TGS puede ser desagregada, dando lugar a dos grandes grupos de estrategias para la investigación en sistemas generales (Arnold and Osorio, 1998):

- a) Las perspectivas de sistemas en donde las distinciones conceptuales se concentran en una relación entre el todo (sistema) y sus partes (elementos).
- b) Las perspectivas de sistemas en donde las distinciones conceptuales se concentran en los procesos de frontera (sistema/ambiente).
- c) En el primer caso, la cualidad esencial de un sistema está dada por la interdependencia de las partes que lo integran y el orden que subyace a tal interdependencia. En el segundo, lo central son las corrientes de entradas y de salidas mediante las cuales se establece una relación entre el sistema y su ambiente. Ambos enfoques son ciertamente complementarios.

Existe una clasificación básica de los sistemas generales:

- a. De acuerdo con la entidad, los sistemas pueden agruparse en sistemas reales, ideales y modelos. Los sistemas reales tienen una existencia independiente del observador, es decir es el observador quien los puede descubrir. Los sistemas de tipo ideales son construcciones simbólicas como es el caso de la lógica y las matemáticas, el tercer tipo corresponde a abstracciones por parte de otros sistemas.
- b. La clasificación de los sistemas puede estar basada también con su origen. Los sistemas pueden ser naturales o artificiales.
- c. También existe una clasificación que está basada en el ambiente o grado de aislamiento del sistema, de acuerdo con estos parámetros un sistema puede llegar

a ser cerrado o abierto según el tipo de intercambio establecido con su ambiente.  
(Arnold and Osorio, 1998)

La TGS nos servirá en el presente trabajo para poder conjuntar de manera correcta las diferentes disciplinas que se encuentran relacionadas con el sistema de seguridad para vehículos que se desarrollara en la presente tesis.

### **2.1.2 Informática**

A principios de los 60 en Francia se crea el término Informatique, producto de la contracción de las siguientes palabras: INFORmation AutoMATIQUE. La informática es básicamente la ciencia que estudia el tratamiento automático y racional de la información (Modesto Castrillón, Antonio C. Dominguez, santiago Candela, Luis Doreste, 2000), siendo una definición superflua sujeta a ciertas modificaciones e interpretaciones.

De acuerdo con el diccionario de la Real Academia Española de la Lengua (RAE), la informática es, el conjunto de conocimientos científicos y técnicas que hacen posible el tratamiento automático de la información por medio de computadoras.

Se dice que el trato de la información es automático debido a que son máquinas las que realizan los trabajos de captura, proceso y presentación de la información requerida. Las máquinas que se encargan de este proceso son comúnmente denominadas computadoras, las cuales están compuestas por diferentes elementos divididos en dos clasificaciones, hardware y software. El hardware engloba todos los elementos físicos que constituyen un sistema informático, lo interesante con el hardware es que también incluye a las personas o usuarios del sistema. Algunos ejemplos de hardware son (Modesto Castrillón, Antonio C. Dominguez, santiago Candela, Luis Doreste, 2000):

- El CPU.
- Las impresoras.
- Los discos.
- El teclado
- Las pantallas

- El ratón
- Etc.

El software por otro lado engloba a los elementos lógicos que dan al hardware un sistema informático con la capacidad de realizar un tipo de trabajo o tarea automáticamente. Algunos ejemplos de Software son:

- Sistema operativo.
- Procesadores de texto.
- Programas de diseño
- Etc.

Entonces una aplicación informática es el conjunto de uno o varios programas que al ejecutarse en algún tipo de hardware realizan un determinado trabajo o tarea. Cuando se habla de un sistema de información se hace mención al conjunto de elementos físicos y lógicos, es decir, computadoras, monitores, personas, etc; que mediante la implementación de aplicaciones informáticas permiten resolver algún tipo de problema específico. (Modesto Castrillón, Antonio C. Dominguez, santiago Candela, Luis Doreste, 2000).

La informática está en crecimiento y se puede ver cada vez más implementada en diferentes áreas tales como:

- Control de procesos industriales.
- Inteligencia artificial.
- Robótica industrial.
- Aplicaciones militares.
- Gestion empresarial.
- Sistemas de seguridad.
- Entre otros.

Para poder desarrollar la presente tesis es necesario implementar algunos lenguajes de programación que puedan conjuntar las dos partes del prototipo, software y hardware, es decir, es necesario la implementación de lenguajes para darle funcionalidad a las piezas mecánicas del prototipo.

### 2.1.3 AppInventor

App Inventor es un entorno de desarrollo de aplicaciones especialmente diseñado para dispositivos Android, esta aplicación fue diseñada inicialmente por MIT (Instituto tecnológico de Massachusetts), sin embargo, Google tomó las riendas del proyecto. Para poder desarrollar aplicaciones en esta plataforma solo es necesario contar con acceso a la red de internet y tener un navegador web instalado en el equipo. Se basa en un servicio web que permite almacenar todos los proyectos de desarrollo que se realicen para poderles dar el seguimiento debido (Magazine Pro).

MIT desarrollo esta plataforma para facilitar el desarrollo de aplicaciones, con dicha herramienta inclusive se busca que los que tienen pocos y nulos conocimientos de programación puedan también realizar sus invenciones. El usuario puede a partir de un conjunto de herramientas muy básicas, enlazar bloques para crear las aplicaciones sin escribir una línea de código. Es una herramienta gratuita y no es necesario la instalación de ningún accesorio en el equipo, por dicho motivo no tienen muchas funcionalidades, pero si cubren en medida de lo básico las necesidades de un dispositivo móvil.

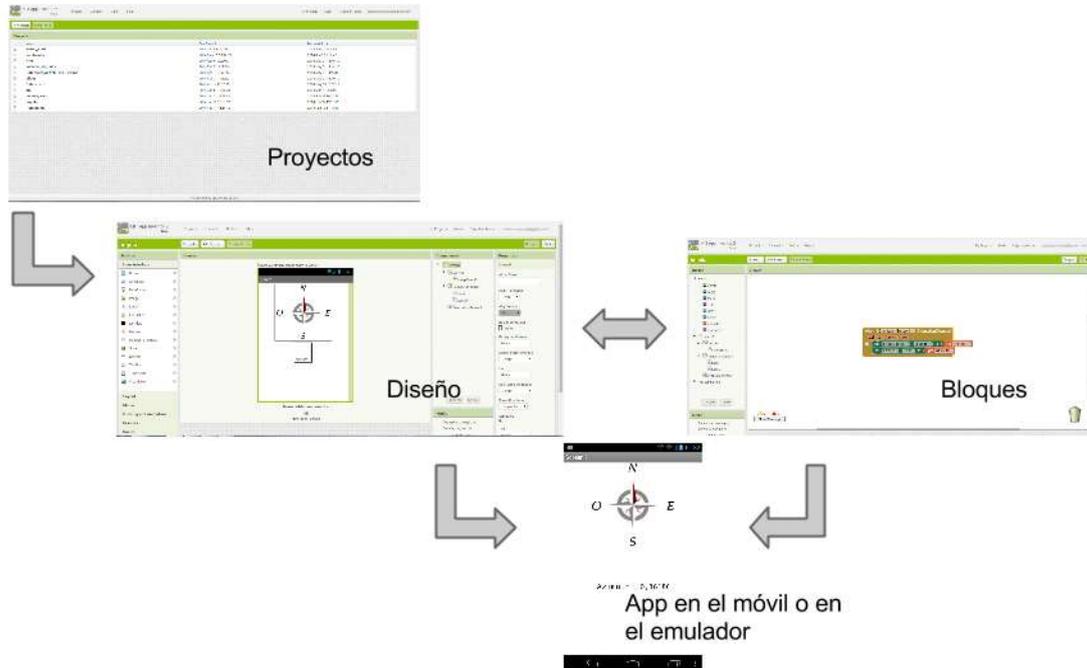
Para construir aplicaciones con Appinventor son necesarias dos herramientas: App Inventor Designer y App Inventor Block Editor. La herramienta de App Inventor Designer permitirá construir la interfaz de usuario, es decir situando los elementos con los que interactuará el usuario dándoles los comportamientos por medio de Block editor.

Para poder realizar aplicaciones con esta herramienta son necesarios solamente 3 pasos como lo muestra la Fig. 10.

Lo primero es crear tu proyecto en la primera pantalla, en esta pantalla también se tendrán disponibles todos aquellos proyectos previamente creados.

Después en el momento de desarrollo de la aplicación se necesitará una interacción entre las siguientes dos pantallas, la pantalla de diseño y la pantalla de bloques. El diseño de la aplicación, en la que se seleccionan los componentes para su aplicación, es decir, los botones, los inputs etc. Con los que el usuario interactuará. El editor de bloques, donde se escogerán los bloques que sean necesarios según la aplicación que tengas pensada

de hacer; éstos se encargarán de darle la funcionalidad debida a los componentes añadidos desde la vista de diseño.



**Fig. 10 Pantallas para crear un proyecto en AppInventor**

Fuente: Magazine Pro.

Existen dos formas en las que se puede revisar la aplicación funcionando, la más sencilla es un emulador instalado en la herramienta que permitirá correr la app como si estuviera instalada en un dispositivo físico. Tu aplicación aparecerá paso a paso en la pantalla del teléfono a medida que añada piezas a la misma, para que puedas probar tu trabajo. Cuando haya terminado, puedes empaquetar la aplicación y producir una aplicación independiente para instalar (Magazine Pro).

El entorno de desarrollo de App Inventor es compatible con Mac OS X, GNU / Linux y sistemas operativos de Windows, y varios modelos de teléfonos Android populares.

Una de las partes fundamentales del presente trabajo de tesis, es la elaboración de una aplicación con la que se puedan realizar algunas pruebas al conductor del vehículo, por lo que es necesario tener acceso a una herramienta como AppInventor para el desarrollo de aplicaciones para Android.

## 2.1.4 Electrónica

Según Villalba en su libro *Electrónica: Componentes Clasificación*, la electrónica es la ciencia que estudia y diseña dispositivos relacionados con el comportamiento de los electrones en la materia, la electrónica es la encargada de controlar el flujo de la corriente eléctrica bajo ciertas condiciones, las cuales son, tensiones continuas y tensiones bajas. En la corriente continua se pueden tener tensiones de 220 volts o 380 volts, que corresponden a la electricidad doméstica e industrial como corresponda.

Existen diversos componentes de clasificación:

- Resistencias o resistores:
  - o Resistencias Fijas: El valor es siempre el mismo.
  - o Resistencias Variables: Su valor se puede modificar.
  - o Resistencias dependientes: Su valor depende de una condición externa
- Condensadores:
  - o Electrolíticos
  - o No electrolíticos
- Réles.
- Diodos:
  - o Diodos de potencia.
  - o Diodos LED.
  - o Diodos Zener.
- Transistores
  - o NPN.
  - o PNP.

La electrónica puede dividirse en dos ramas fundamentales dependiendo de la forma de la señal eléctrica(Villalba, 2009).

1. Electrónica analógica.
2. Electrónica digital.

En la actualidad la electrónica forma parte de muchas tareas cotidianas, dentro de los principales usos de los circuitos eléctricos el principal es el de control de la energía eléctrica. La electrónica abarca las siguientes áreas de aplicación:

- Electrónica de control.
- Telecomunicaciones.
- Electrónica de potencia.

Un sistema electrónico es un conjunto de circuitos que interactúan entre sí para obtener cierto resultado, se podría dividir estos sistemas en las siguientes partes como se muestra en la Fig. 11 (Villalba, 2009):

1. Entradas o Inputs: Sensores (o transductores) electrónicos o mecánicos que toman las señales (en forma de temperatura, presión, etc.) del mundo físico y las convierten en señales de corriente o voltaje.
2. Circuitos de procesamiento de señales: Consisten en artefactos electrónicos conectados juntos para manipular, interpretar y transformar las señales de voltaje y corriente provenientes de los transductores.
3. Salidas u Outputs – Actuadores u otros dispositivos (también transductores) que convierten las señales de corriente o voltaje en señales físicamente útiles.



Fig. 11 Partes de un sistema Electrónico

Fuente Villalba, 2009.

En nuestro sistema de seguridad, se implementan partes eléctricas, las cuales se van a encargar principalmente del bloqueo del automóvil en caso de que así se requiera, por lo que se deberá echar mano de la electrónica.

### **2.1.5 Psicología**

La psicología de forma sencilla es la ciencia que se encarga de estudiar la conducta y los procesos mentales de los seres humanos considerando también las intervenciones de su entorno. Trata de describir y explicar todos los aspectos del pensamiento, sentimientos, de las percepciones y de las acciones humanas basándose en el método científico (Millares, 2010).

En la actualidad la Psicología está conceptualizada dentro de las ciencias humanas, las cuales estudian:

- En primer lugar, el comportamiento de los organismos individuales y su interacción con su ambiente.
- Los procesos mentales de los individuos.
- Los procesos de comunicación entre los individuos.

La psicología nos brindará algunas herramientas para poder definir el comportamiento del individuo con respecto a cierto estado ético, con lo que el cuestionario tendrá más certeza.

Dentro de la psicología, en los últimos años se ha trabajado en la investigación de los rasgos y factores de la personalidad, cuestiones tales como la variedad emocional, y uno de los métodos más utilizados es el uso de cuestionarios. Con este tipo de cuestionarios se puede llegar al llamado psicograma o perfil psicológico de un individuo, distinguiendo las variaciones de los rasgos psicológicos entre los distintos individuos.

Un psicograma es resultado de un gran número de exámenes y tests. Existen tests especiales para determinar el grado de aptitud o habilidad motriz de un individuo. (Velazquez and Gonzalez de Alameda, 2004)

## 2.1.6 Microcontroladores

Según (Central and Ram, 2010) un microcontrolador es un pequeño CPU, en el cual se tiene un procesador, soporte (reloj y reset), memoria y puertos de entrada-salida, y todo en tan solo un chip de un tamaño muy pequeño con el cual podremos programar con relativa facilidad.

Existen muchos tipos de microcontroladores, de los más conocidos son:

- Microcontroladores de 8 bit: Estos microcontroladores también son llamados “embedded” es decir incrustado, porque esta palabra define su estructura, es decir, todos los recursos necesarios a nivel hardware están contenidos dentro del microcontrolador por lo que solamente es necesario energizarlo por medio de una pila o fuente de alimentación, y configurar la señal del reloj para que el microcontrolador funcione (Central and Ram, 2010).

Generalmente este tipo de microcontroladores tienen las siguientes características:

- o Entrada RESET: Nos permite reiniciar el chip en cualquier momento.
- o Reloj: El controlador ejecuta el programa a la frecuencia del reloj.
- o Procesador Central: es la CPU del microcontrolador.
- o Memoria de programa: contiene el programa para ejecutar.
- o Memoria RAM: Es la memoria dedicada al trabajo.
- o Registros hardware: registros usados para control de los dispositivos externos.
- o Puertos E/S: Son las conexiones con el mundo exterior.
- o Contadores y divisores: Empleados cuando se requiere un control del tiempo.



Fig. 12 Esquema de un microcontrolador

Fuente: Central and Ram 2010.

- Microcontroladores Atmel AVR: La tecnología de este tipo de microcontroladores AVR es CMOS de 8 bits con bajo consumo. Esto implica que poseen pocas instrucciones, las cuales se ejecutan en un único ciclo de reloj, esto resulta en una capacidad de procesamiento mayor, permitiendo al desarrollador del sistema optimizar de mejor forma el consumo (Central and Ram, 2010). La tecnología AVR permite trabajar con frecuencias hasta los 16 MHz, pero suelen existir dos versiones cuyas diferencias están en la tensión de alimentación del módulo. Las características típicas de los microcontroladores AVR son:

- Timers y contadores de 8 y 16 bits.
- Interrupciones internas y externas.
- UART serie programable.
- USART serie programable.
- Puerto serie SPI.
- Reloj en tiempo real (RTC).
- Líneas de entrada / salida digitales configurables.
- Temporizador Watchdog programable con oscilador.
- Detector de Brown.
- Comparador Analógico.
- Conversor Analógico Digital.
- PWM.

La familia AVR tiene un completo juego de programas y sistemas de desarrollo tales como, compiladores C, ensambladores, simuladores, emuladores, etc.

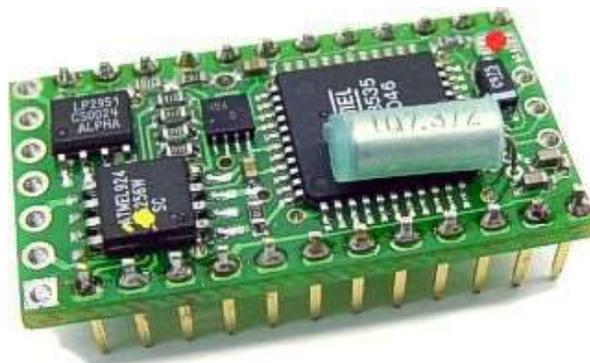


Fig. 13 Imagen de un microcontrolador

Fuente: SuperRobotica.com

### 2.1.7 Sensores

En esencia un sensor es un dispositivo que convierte una señal física de un tipo en una señal física de otra naturaleza. Por ejemplo, existen algunos sensores que miden la variación de temperatura y convierten esa señal en una señal de voltaje (Freud, 1979).

Los sensores tienen algunas características a considerar como lo señala (Freud, 1979):

- La naturaleza de la señal que el sensor genera: voltaje, rango de amplitud, respuesta en frecuencia, precisión necesaria; lo cual determina el acondicionamiento de la señal es decir el tipo de convertidor o hardware que se va a implementar.
- La influencia de las señales de ruido, así como los efectos de carga del hardware.
- El tipo de calibración del sensor con respecto a la variable física que se está midiendo, es decir si la respuesta es lineal o no.
- La interdependencia entre los distintos componentes del sistema que se encarga de adquirir los datos.
- La precisión del sensor, es decir la capacidad de medición del mismo valor en repetidas veces bajo condiciones iguales.
- El tiempo de respuesta, es decir, el tiempo requerido para responder a un cambio brusco de la variable que se está midiendo.
- El coeficiente de temperatura, el cual se da por el cambio que se produce en la respuesta del sensor, pues éste es afectado por la temperatura del entorno.
- La histéresis. Se define como la dependencia de la salida del sensor de la respuesta anterior.

Estas características servirán para seleccionar el sensor que cumpla con las condiciones necesarias para el buen funcionamiento.

Existen también algunas clasificaciones de los sensores, por ejemplo, se pueden llegar a clasificar por el principio físico de funcionamiento el cual puede ser: Inductivo, capacitivo, termoeléctrico o resistivo. También se pueden clasificar de acuerdo con la variable física medida: temperatura, presión, posición, etc. Existen algunas clasificaciones menos comunes con respecto a la capacidad de generar energía o de necesitar de un circuito de excitación (Freud, 1979).



Fig. 14 Tipos de sensores

Fuente: Freud, 1979.

### 2.1.8 Relevadores

El relevador o mejor conocido como relé es un interruptor que es accionado por un electroimán. A su vez ese electroimán está formado por una barra de hierro llamada núcleo, rodeado por una bobina de hilos de cobre como lo muestra la Fig. 15. Cuando se hace pasar una corriente por el hilo de cobre es decir la bobina, el núcleo se magnetiza, convirtiéndose en un imán, cuya potencia varía de acuerdo con la intensidad de la corriente que se le administra y al número de vueltas de la bobina. Cuando se vuelve a abrir el interruptor y deja de pasar corriente por la bobina entonces desaparece el campo magnético del núcleo.

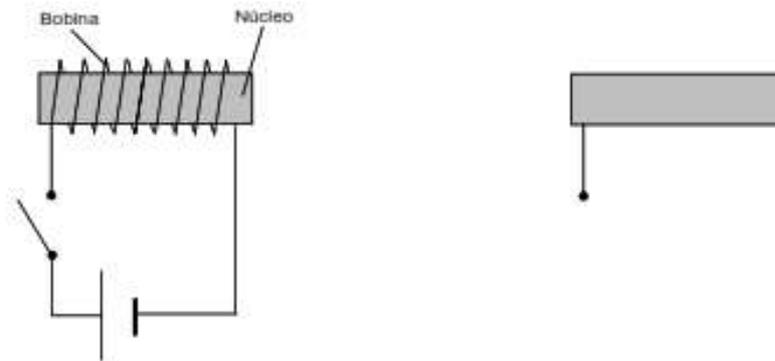


Fig. 15 Electroimán de un relé

El relevador más simple funciona como un interruptor, formado por un contacto móvil (polo) y un contacto fijo. Sin embargo existen otros relevadores que funcionan como un conmutador, disponiendo de un polo y dos contactos como lo muestra la Fig. 16 (platea.pntic Relé and Funcionamiento, 2008).

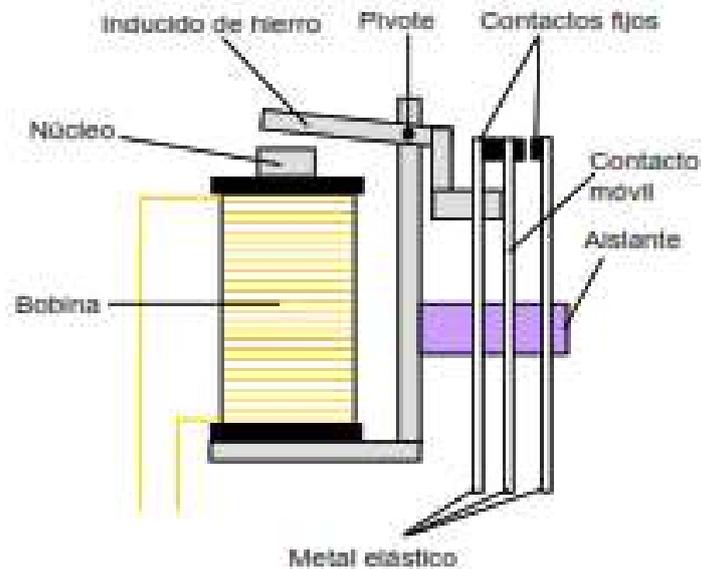
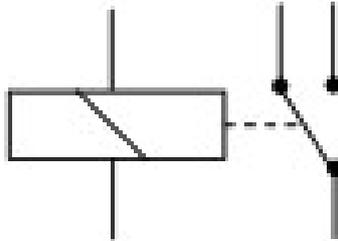


Fig. 16 Relé que funciona como conmutador.

Fuente: Relé y Funcionamiento, 2008.

En este tipo de relevadores cuando no pasa corriente por el embobinado el contacto móvil se encontrará tocando uno de los contactos fijos. En el momento en que se pasa corriente

por la bobina el núcleo atrae al inducido lo cual empuja al contacto móvil hasta que toca el otro contacto fijo como lo muestra la Fig. 17 (platea.pntic Relé and Funcionamiento, 2008).



**Fig. 17 Desplazamiento del contacto en un relé.**

Fuente: Relé y Funcionamiento, 2008.

### **2.1.9 Sistema de seguridad**

El concepto de seguridad puede llegar a ser un tanto general, pero nos enfocaremos en pensar en la seguridad personal y de objetos con cierto valor adquisitivo. De esta forma la seguridad consiste básicamente en la protección de las personas y de su entorno mediante elementos como circuitos, cámaras, cristales, etc; como lo menciona Tomasi en su publicación "Sistemas de Seguridad".

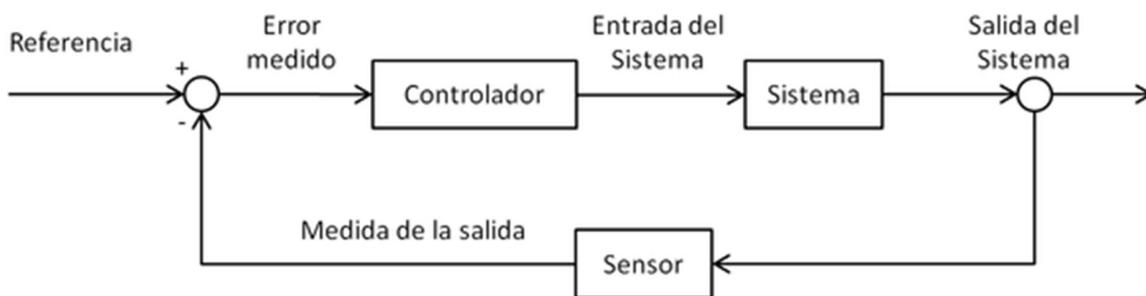
Existe un tipo de seguridad llamada seguridad dinámica, que consiste en la protección de algún inmueble tales como, oficinas, tiendas, etc. Por medio de sistemas en su mayoría electrónicos, principalmente conformados por diferentes tipos de sensores intrusivos, en puertas, ventanas, etc. Para la detección de alteraciones en el ambiente, en el estado de una puerta, ventana, etc. Todos estos sensores generalmente van conectados a una central de seguridad, desde donde se podrán tomar las medidas necesarias para la corrección de dichas alteraciones (Tomasi, 2003).

Un sistema de seguridad, en un principio ante cualquier siniestro o alteración del proceso normal, deberá detectarlo, señalizarlo y posteriormente iniciar las acciones encaminadas

a disminuir o terminar con los efectos, por medio de acciones mecánicas, de comunicación, etc. (Tomasi, 2003).

### **2.1.9.1 Composición de un sistema de seguridad basado en la Teoría del control.**

Una instalación se compone de ciertas partes básicas: central de alarma, sensores y sistemas de aviso y señalización. Para poder definir estas partes del sistema de control, se utilizarán las bases de la teoría del control. La teoría del control propone un sistema de control basado en diferentes componentes tal como lo muestra la Fig. 18. A la entrada del sistema se le conoce también como referencia, la cual tendrá cierta alteración del medio en el que se encuentre, por lo cual el llamado controlador del sistema se encargará de tomar las medidas correspondientes para seguir el proceso normalmente, lo que provoca una salida lo más parecida a la entrada. La medición de cambios o variaciones en el sistema se realizan por medio del sensor.



**Fig. 18 Sistema de control con retroalimentación**

Fuente: Tomasi, 2013.

### **2.1.10 Sistemas de seguridad en vehículos.**

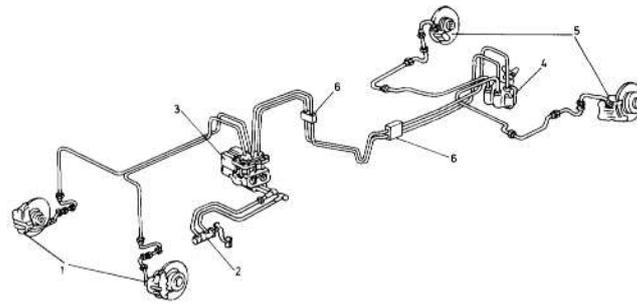
Debido a los grandes avances tecnológicos de la actualidad, los automóviles están dotados con cada vez más potencia, con lo cual también han tenido que modificarse las políticas de seguridad, para poder disminuir las afectaciones a los tripulantes de los mismos.(Mena Mena and Mullo Casillas, 2005).

Es por ello que a la par de la evolución de los automóviles, también ha tenido que evolucionar los sistemas de seguridad, para que los conductores y ocupantes del vehículo puedan sentirse más seguros. Un coche bien diseñado y con las medidas de seguridad apropiadas puede llegar a cambiar panoramas mortales para los ocupantes del automóvil. Sin embargo por mejores que sean los sistemas de seguridad, debe de haber una parte de conciencia de parte del conductor del vehículo, por lo cual, los fabricantes de autos invierten todos los años grandes cantidades de dinero en los sistemas de seguridad de sus coches, logrando que año tras año los vehículos sean más seguros.

Actualmente, la seguridad de un automóvil es considerada desde dos puntos de vista diferentes, pero complementarios, que engloban aspectos de prevención y limitación de daños, en caso de accidente, para el vehículo y, de forma primordial, para las personas que utilizan el automóvil, ya sea como conductores o como pasajeros; estos conceptos se denominan: seguridad activa y seguridad pasiva. (Parera, 2000).

#### **2.1.10.1 Seguridad activa**

Este tipo de seguridad se refiere a los sistemas, dispositivos, o mecanismos que, incorporados al automóvil, incrementan su seguridad en los desplazamientos como lo refiere Parera en su libro, un ejemplo clásico como lo muestra la Fig. 19 (frenos).



- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| 1) Pinzas de los frenos delanteros. | 4) Corrector de frenado                       |
| 2) Bomba de frenos.                 | 5) Pinzas de los frenos traseros.             |
| 3) Módulo hidráulico.               | 6) Regletas de unión entre tramos de tuberías |

**Fig. 19 Frenos ABS**

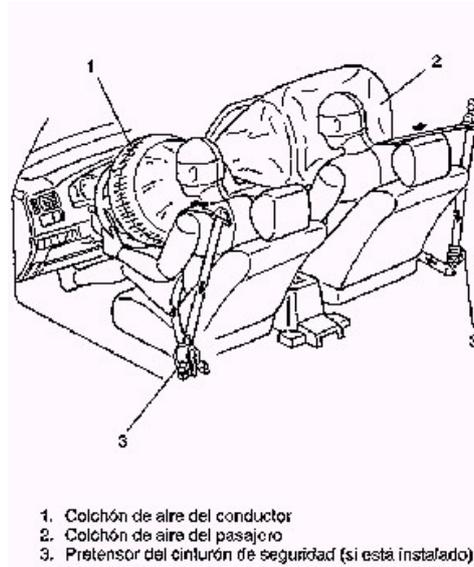
Fuente: Parera, 2000.

Algunos ejemplos de seguridad activa son:

- Seguridad activa en el motor
- Seguridad activa en la transmisión
- Seguridad activa en Frenos
- Seguridad activa en la dirección

### **2.1.10.2 Seguridad pasiva**

Se refiere a aquellas partes, ya sea del sistema, mecánicos o dispositivos, que, al acoplarlos al automóvil, tendrán como fin preservar la vida de los pasajeros, este tipo de dispositivos solamente se activarán en caso de accidentes. (Parera, 2000). Uno de los ejemplos más prácticos es el sistema de seguridad de bolsas de aire (Fig. 20).



**Fig. 20 Sistema de bolsas de aire**

Fuente: Parera 2000.

Algunos ejemplos de seguridad pasiva son:

- Cinturones de dirección fraccionada
- Frenos del cinturón de seguridad
- Almohadillas de aire
- Interruptores de seguridad
- Sillas para niños, etc.

### **2.1.11 El alcoholismo**

El alcoholismo es un término de significado variable y usado durante mucho tiempo, el cual se emplea generalmente para referirse al consumo crónico y continuado o periódico de alcohol que se caracteriza por un deterioro del control sobre la bebida, episodios frecuentes de intoxicación y obsesión por el alcohol y su consumo a pesar de sus consecuencias adversas. (Babor *et al.*, 1994)

El término alcoholismo fue acuñado originalmente en 1849 por Magnus Huss. Hasta la década de 1940 hacía referencia principalmente a las consecuencias físicas del consumo

masivo y prolongado. Otro concepto más estricto es el alcoholismo considerado como enfermedad, que está marcado por la pérdida de control sobre la bebida, causado por una alteración biológica preexistente y que tiene una evolución progresiva previsible. Más adelante, Jellinek y otros autores emplearon el término para designar el consumo de alcohol que provoca cualquier tipo de daño físico, psicológico, individual o social. En 1979 la Organización Mundial de la Salud (OMS) decidió aprobar una expresión más concreta, síndrome de dependencia del alcohol, que es uno de los muchos problemas relacionados con el alcohol.(Babor *et al.*, 1994)

El alcoholismo forma a su vez parte de una categoría denominada "Trastornos mentales y del comportamiento debidos al consumo de sustancias psicotropas" Pese a su significado ambiguo, el término alcoholismo todavía se utiliza de forma generalizada con fines diagnósticos y descriptivos(Babor *et al.*, 1994).

El alcoholismo es aceptado universalmente como uno de los principales problemas de salud pública en todo el mundo y representa una grave amenaza al bienestar y a la vida. Por esta razón, en la actualidad, muchos países dedican recursos financieros a su investigación. En la lucha contra esta adicción las instituciones de salud, entre otras, y la población en general, cumplen una importante función para prevenir y controlar esta enfermedad. (Revista cubana de medicina militar.).

La enfermedad suele ser progresiva y fatal. Se caracteriza por los siguientes rasgos, que pueden ser continuos o periódicos: deterioro del control sobre el alcohol, obsesión por el alcohol, consumo de alcohol pese a sus consecuencias adversas y perturbación del pensamiento, sobre cualquier cosa, negación." (Revista cubana de medicina militar.). El alcohol afecta a las personas y sociedad de distintas maneras, y sus efectos están determinados por el volumen de alcohol consumido, los hábitos de consumo y, en raras ocasiones está determinado por la calidad del alcohol consumido.

### **2.1.12 El consumo del alcohol etílico en la sociedad**

El alcohol etílico es la sustancia psicoactiva de uso más extendido y generalizado en el mundo. Junto con la nicotina ha sido la única droga permitida en casi todas las culturas y regiones geográficas, a excepción de los pueblos musulmanes para quienes la abstinencia es un deber religioso y un signo de distinción con las demás religiones; este consumo es aproximadamente 15 veces mayor que el consumo de todas las sustancias ilegales juntas (Jairo Téllez Mosquera, 2006). Según la OMS (Organización Mundial de la Salud) el alcohol se considera una droga, pues cumple con los criterios que definen a una sustancia como tal: genera adicción, provoca tolerancia, y su ausencia conduce al síndrome de abstinencia. Por lo tanto, el abuso del alcohol podría llevar a problemas de alcoholismo y no sólo eso, sino que la ingesta excesiva de esta sustancia tiene consecuencias graves sobre la salud, como el padecimiento de miocardiopatías, delirium tremens, psicosis, hepatitis, cirrosis, pancreatitis, déficits de tiamina, neuropatía y demencia (Fallis, 2013).

Nuestra sociedad es en buena parte una sociedad de bebedores. El alcohol está presente casi en toda ocasión de la vida e ingerirlo se ha llegado a convertir en un comportamiento social aceptable, que afecta y abarca a la mayoría de los aspectos de nuestra cultura. Desde el tradicional brindis en los cumpleaños, hasta la alegría desbordante que sigue a los éxitos deportivos o en el caso nuestro, específicamente como universitarios, las alegres celebraciones por finalizar las semanas de exámenes o el semestre académico, todo se celebra con alcohol. En nuestro país, el alcohol se emplea como recurso casi imprescindible en cualquier acto social, a pesar de ser una droga potencialmente peligrosa (Fallis, 2013). La OMS y la ONU estiman que en el mundo aproximadamente dos billones de personas (40% de la población mundial) consumen bebidas alcohólicas ya sea en forma ocasional, habitual, abusiva o adictiva y 76.4 millones presentan desordenes atribuidos a su consumo. El alcohol es un importante factor de riesgo de morbilidad y mortalidad en América Latina, los niveles de ingesta de alcohol en esta región son mayores que el promedio global, en tanto que los índices de abstinencia, tanto para hombres como para mujeres, son consistentemente inferiores (Divinorum, 2015).

El consumo de etanol también se ha asociado con la presentación de varias alteraciones sociales como incremento en los índices de violencia intrafamiliar, violencia general, actos delictivos y accidentes de tránsito. Sus altos índices de consumo, su comprobado efecto tóxico sobre la salud, sus repercusiones negativas sobre los roles sociales del individuo, unidos al hecho de ser una sustancia legal y socialmente aceptada, señalan el consumo incontrolado de bebidas alcohólicas como un verdadero problema de salud pública, sobre el cual es necesario llamar la atención (Jairo Téllez Mosquera, 2006). En el 2011 en México poco más de la mitad (55%) de la población que ha consumido alcohol, inició antes de los 17 años (Divinorum, 2015) . Sin embargo, de acuerdo a datos adquiridos en el año 2016 por un estudio del Centro de Ayuda al Alcohólico y sus Familiares (CAAF), de la Secretaría de Salud, 63% de la población identificada como consumidora de alcohol, son adolescentes y jóvenes entre 12 y 24 años de edad (Secretaría de Salud, 2016).

Las personas inician con el consumo de alcohol por diversas causas, principalmente la curiosidad (29.4%), seguida por la invitación de amigos (13.5%), la experimentación (12.4 %), los problemas familiares (10%), la influencia de amigos (9.4%), la aceptación del grupo (4.1 %), por invitación de familiares (2.9%) o depresión (2.4%) (Secretaría de Salud, 2016). Así mismo, la Encuesta Nacional de Adicciones 2011 reporta que el 6% de la población desarrolló dependencia, lo que equivale a 4.9 millones de personas entre 12 a 65 años, correspondiendo el 10.8% a los hombres y el 1.8% a las mujeres. La dependencia al alcohol afecta a 4.1% de los adolescentes y 6.6% de los adultos, este índice aumentó significativamente entre los hombres de 2008 a 2011, nuevamente con menos distancia entre hombres y mujeres adolescentes (3 hombres por cada mujer) que lo que se observa en la población adulta (7 hombres por cada mujer). La proporción de mujeres adultas con dependencia (1.7%) es similar a la observada en mujeres adolescentes (2%), indicando un fenómeno más reciente; entre los hombres hay dos adultos con la condición por cada adolescente (Divinorum, 2015).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) indica que, en América Latina, el primer lugar de consumo de alcohol lo ocupa Chile con el 9.6 litros per cápita mientras que México ocupa el décimo lugar con un consumo de 7.2 litros per cápita. Una bebida alcohólica estándar contiene entre 12 y 15 gramos de alcohol. Para la OMS un consumo excesivo

es cuando una mujer ingiere más de 40 gramos y el hombre, 60 gramos. Se considera un problema de salud cuando se ingieren más de 50 gramos en el caso de las mujeres y 70 gramos en el caso de los hombres. Es importante señalar que el consumo de más de 60 gramos de alcohol también produce daños a la salud y es hoy uno de los principales factores de morbilidad, discapacidad y mortalidad, además de agente causante de más de 200 enfermedades, siendo el responsable de 9 de cada 10 muertes relacionadas con consumo de sustancias psicoactivas y a nivel mundial aproximadamente 303 millones de muertes al año (Secretaría de Salud, 2016).

Los resultados globales para la Ciudad de México indican que el 22.5% de los/as estudiantes consumieron 5 copas o más en una sola ocasión, durante el mes previo al estudio, porcentaje similar al reportado en 2009, que fue de 23.3%. Las delegaciones más afectadas por el abuso de bebidas alcohólicas son Azcapotzalco (29.9%), Magdalena Contreras (24.3%), Álvaro Obregón (24.2%), Coyoacán y Cuajimalpa (23.7% en ambas) ya que su consumo es mayor al promedio de la Ciudad de México.

### **2.1.13 Efectos del alcohol en el organismo**

Cuando se ingiere alcohol, este es absorbido rápidamente por la vena porta y de ahí pasa al corazón, desde donde se envía en grandes cantidades a la sangre (15% del total de sangre bombeada por minuto) terminando una buena parte de éste, en el cerebro. Los efectos iniciales de la ingesta de alcohol se manifiestan en una depresión del sistema nervioso central, que puede incluso llevar a la muerte por una sobre estimulación de las células nerviosas que se encuentran exhaustas. Los primeros efectos que se sienten tras la ingesta de alcohol se deben a la inhibición de los centros cerebrales superiores, que luego se extiende a las zonas bajas del encéfalo y a los centros emocionales ubicados bajo la corteza, hasta el tronco cefálico y a las áreas más primitivas del cerebro. Por ello el control de la coordinación motora, la inhibición social, el habla, la visión y el estado natural de alerta se pierden progresivamente, según se van consumiendo mayores cantidades de alcohol. Posteriormente hay efectos en las áreas de respiración y de control cardíaco, lo cual puede explicar los casos de muerte por intoxicación, al inhibirse el centro respiratorio localizado en la médula como se observa en la Tabla 2 (Fallis, 2013).

Consumido de forma esporádica y a dosis bajas, sus efectos son rápidamente reversibles. Dosis elevadas sobre el tubo digestivo, además de la embriaguez, dan lugar a trastornos de la motilidad esofágica, aparición de reflujo gastroesofágico con todas sus posibles consecuencias, gastritis, trastornos del vaciado gástrico y diarreas. A nivel cardiovascular el consumo agudo da lugar a una reducción aguda de la función contráctil del corazón y a la aparición de arritmias cardíacas (Estruch, 2002).

<b>GAS (g/100 ml)</b>	<b>Efectos en el organismo</b>
0,01 - 0,05	Aumento de las frecuencias cardíacas y respiratoria Disminución de diversas funciones cerebrales centrales Comportamiento Incoherente al ejecutar tareas. Disminución del discernimiento y pérdida de inhibiciones. Sensación moderada de exaltación, relajación y placer.
0,06 - 0,10	Sedación fisiológica de casi todos los sistemas Disminución de la atención y del estado de alerta, reflejos más lentos, deterioro de la coordinación y disminución de la fuerza muscular. Reducción de la capacidad de tomar decisiones racionales o de ejercer el discernimiento. Aumento de la ansiedad y la depresión. Disminución de la paciencia.
0,11 - 0,15	Reflejos considerablemente más lentos Deterioro del equilibrio y del movimiento. Deterioro de algunas funciones visuales. Articulación confusa de las palabras. Vómitos, especialmente cuando se alcanza con rapidez este nivel de estímulos externos.
0,16 - 0,29	Grave deterioro sensorial, incluida la disminución de la percepción de estímulos externos. Grave deterioro motor, por ejemplo, tambaleos o caídas frecuentes.
0,30 - 0,39	Estado de estupor, falta de respuesta. Pérdida de conciencia. Anestesia comparable a la de una intervención quirúrgica. Muerte (muchos casos).
0,40 y superiores	Inconsciencia Cese de la respiración. Muerte, por lo general causada por insuficiencia respiratoria.

**Tabla 2 Efectos de la alcoholemia en el organismo y en el desempeño**

Fuente: Fallis 2013.

Sistema	Efectos
Nervioso	Síndrome de Wernicke-Korsakoff, pérdida de visión periférica y nocturna
Gastrointestinal	Desnutrición alcohólica, irritación de mucosa, úlceras, sangrados, varices esofágicas, síndrome de malabsorción, hepatitis alcohólica, cirrosis hepática, pancreatitis.
Cardiovascular	Cardiopatía alcohólica, ruptura de pequeños vasos sanguíneos.
Reproductor	Impotencia, menor cuenta espermática en hombres, dismenorrea, disminución del deseo sexual, síndrome alcohólico fetal.

**Tabla 3 Efectos del consumo crónico de alcohol**

Fuente: Cruz, 2007.

### **2.1.13.1 Los efectos del alcohol en los conductores**

Los efectos inmediatos del alcohol sobre el cerebro son depresivos o estimulantes, dependiendo de la cantidad consumida (véase la Tabla 3). En cualquiera de los casos, el alcohol provoca un menoscabo de las facultades que incrementa las probabilidades de sufrir un accidente, ya que perjudica la capacidad de discernimiento, torna los reflejos más lentos y reduce la atención y la agudeza visual. En el aspecto fisiológico, el alcohol disminuye la presión arterial y deprime la conciencia y la respiración. También tiene propiedades analgésicas y anestésicas generales.

Si bien aún con niveles relativamente bajos de CAS (concentración de alcohol en la sangre) puede haber un deterioro del discernimiento y un aumento del riesgo de sufrir un accidente, los efectos se vuelven progresivamente más acentuados a medida que aumenta la alcoholemia. No sólo se alteran el discernimiento y los reflejos, sino que también se empobrece la visión. Además de su efecto directo sobre las consecuencias del accidente, se piensa que el alcohol también afecta a otros aspectos de la seguridad del conductor, como el uso del cinturón de seguridad y de casco y la elección de la velocidad (Organización Panamericana de la Salud, 2010).

### **2.1.13.1.1 Riesgos por conducción en estado de ebriedad**

Los traumatismos causados por accidentes de tránsito son un importante problema de salud pública y una de las principales causas de defunción y de discapacidades en todo el mundo. Cada año mueren aproximadamente 1,2 millones de personas y millones más sufren traumatismos y discapacidades como resultado de accidentes en la vía pública, principalmente en los países de ingresos bajos y medianos. Además de generar enormes costos sociales para individuos, familias y comunidades, los traumatismos causados por el tránsito constituyen una pesada carga para los servicios de salud y para la economía. (Organización Panamericana de la Salud, 2010).

Por su parte en México de acuerdo al Consejo Nacional para la Prevención de Accidentes (CONAPRA), el impacto del Uso Nocivo del Alcohol se refleja en los siguientes datos:

- A nivel nacional, el 50% de los accidentes de tránsito están relacionados con el abuso de alcohol.
- La primera causa de muerte en jóvenes en México, son los accidentes automovilísticos, el 52% de éstos se encontraban bajo los efectos del alcohol u otra droga.
- Los accidentes de automotor y riñas representan la segunda causa de invalidez total y parcial en jóvenes, más de la mitad de éstos, se produjeron bajo los efectos de alguna droga.
- La mortalidad asociada a los hechos de tránsito relacionados al consumo de alcohol es alta, ya que anualmente perecen 10,000 personas y otras 25,000 resultan discapacitadas (Divinorum, 2015).

El consumo de alcohol, aún en cantidades relativamente pequeñas, aumenta el riesgo de que los conductores de vehículos motorizados y los peatones se vean involucrados en un accidente. El alcohol no solo perjudica procesos esenciales para la utilización segura de la vía pública, como la visión y los reflejos, sino que también se relaciona con una reducción del discernimiento y, por lo tanto, a menudo con otros comportamientos de alto riesgo, como el exceso de velocidad o no usar cinturones de seguridad (Organización Panamericana de la Salud, 2010).

### **2.1.14 ¿Cómo se mide la alcoholemia?**

La alcoholemia puede ser medida sometiendo a prueba una pequeña muestra de sangre o de orina, o mediante el análisis del aliento.

El contenido de alcohol en la sangre se puede medir directamente en el laboratorio de un hospital. No obstante, en las investigaciones relacionadas con el cumplimiento de la ley, es más frecuente estimar la CAS a partir de la concentración de alcohol en el aire espirado, medida con un dispositivo comúnmente llamado alcoholímetro.

Existe una correspondencia exacta entre las concentraciones de alcohol presentes en la sangre y en el aire espirado. En el contexto de la seguridad vial, es más frecuente que se mida la concentración de alcohol en el aliento ya que se trata de un procedimiento más sencillo (Organización Panamericana de la Salud, 2010).

#### **2.1.14.1 Métodos de detección**

- Análisis de Sangre

La sangre fue el método originalmente para medir con precisión concentraciones de alcohol en el cuerpo humano. Cuando se consume una bebida alcohólica, ésta pasa al estómago a través del esófago y de ahí al intestino delgado, la mayor parte entra en la circulación sanguínea, la que transporta rápidamente el etanol a través del cuerpo, donde se absorbe en los tejidos del cuerpo en proporción con su contenido en agua (Sifre, 2004).

Las desventajas son: se trata de un método invasivo, que requiere personal médico calificado para el manejo preciso de la muestra, los resultados no están inmediatamente disponibles y el proceso es muy costoso.

- La prueba de saliva

Cuando se consume una bebida alcohólica, ésta pasa al estómago a través del esófago y de ahí al intestino delgado, la mayor parte entra en la circulación sanguínea, la que transporta rápidamente el etanol a través del cuerpo, donde se absorbe en los tejidos del cuerpo en proporción con su contenido en agua (Sifre, 2004).

- Prueba de orina

De todos los diferentes métodos de prueba, la prueba de orina de alcohol es el más fácil y el más conveniente. Es una manera fiable y barata de saber si una persona ha consumido alcohol. Por lo general, se puede detectar en la orina de un 1,5 a 2 horas después del consumo. Prueba a través de un análisis de orina puede ser eficaz hasta 48 horas después de consumo (Sifre, 2004).

- Prueba de Cabello

El análisis del pelo no es invasivo y es un método preciso para detectar el consumo de alcohol de una persona. La prueba del pelo es un medio relativamente reciente de las pruebas de consumo de alcohol. Hasta el año 2008, la prueba de cabello fue utilizado solamente para las pruebas de drogas distintas del alcohol. Ahora bien, este tipo de pruebas utiliza avanzados métodos científicos para volver varios meses a fin de identificar la historia de una persona del consumo de alcohol (Sifre, 2004).

- Prueba del aliento (alcoholímetros)

Un alcoholímetro es un dispositivo portátil y es comúnmente utilizado por los agentes del orden para mantener la seguridad en las carreteras. El alcoholímetro es portátil, cómodo y ofrece resultados de forma rápida.

El alcohol pasa de la sangre a los sacos de aire alveolar en los pulmones, de forma parecida a como el dióxido de carbono sale de la sangre alveolar y entra en los pulmones para ser exhalado del cuerpo, Por lo tanto, es posible analizar una muestra de aire de los

pulmones para determinar la concentración alcohólica del aliento y predecir, con mucha precisión, la concentración en la sangre en ese mismo momento (Álvarez, 2004).

Los analizadores de Alcohol en Aliento provienen de una gran variedad de tecnologías que se han utilizado para probar muestras de respiración para la determinación de alcohol.

### **2.1.15 Legislación sobre la alcoholemia en conductores**

La imposición de un grado máximo de alcoholemia permitido, cuando se hace cumplir con intervenciones para eliminar la conducción en estado de ebriedad, como los puestos de control y las pruebas de aliento aleatorias, es una medida costo-eficaz y puede reducir significativamente las lesiones causadas por el consumo de alcohol. Muchos países de América ya han establecido una tasa máxima de alcoholemia para los conductores, pero Bolivia, Guatemala, el Paraguay y muchos países y territorios del Caribe no imponen ningún tipo de límite. Además, aunque una tasa superior a los 0,04 g/dl aumenta significativamente el riesgo de sufrir un accidente automovilístico (Organización Panamericana de la Salud, 2015), sólo cinco países de América han fijado el límite en esta cifra (véase la Fig. 21).

La voluntad y la capacidad política de los países para aplicar y hacer cumplir las políticas en materia de alcohol son fundamentales para el éxito de cualquier intervención, como queda patente en el Fig. 21. Entre los mecanismos de cumplimiento cabe destacar la educación, el enjuiciamiento de los infractores —ya sean personas o empresas—, la revocación o suspensión de permisos de conducir y las penas pecuniarias. Dichos mecanismos deben elegirse en función de las personas u organismos afectados y de los tipos de reglamentos y los perjuicios relativos que comporta infringirlos (Organización Panamericana de la Salud, 2015). En América, se calcula que la observancia de las tasas máximas de alcoholemia no supera el 50%, de modo que se necesita reforzar el cumplimiento de las leyes en materia de conducción en estado de ebriedad. La Fig. 22 ilustra el grado de cumplimiento de las tasas de alcoholemia entre los conductores en las Regiones de la OMS.

También es importantísimo para que tengan éxito las políticas en materia de alcohol que se destinen los recursos humanos y económicos apropiados. Para que las políticas sean eficaces y sostenibles, hay que contar con fondos para financiar la aplicación y el cumplimiento: para capacitar al personal actual, adquirir los materiales necesarios y contratar más personal si es preciso.



Fig. 21 Tasa máxima de alcoholemia permitida en la población general, por país (2012)

Fuente: Organización Panamericana de la Salud, 2012

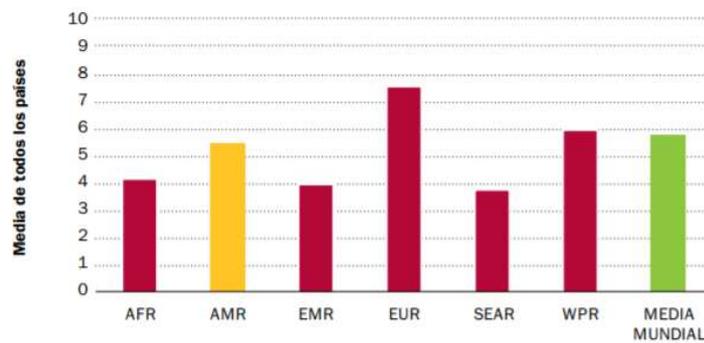
Estrategia o intervención	Eficacia	Aval empírico	Puesta a prueba en distintos países	Observaciones
Puestos de control de la alcoholemia	++	+++	+++	Los efectos de las campañas policiales suelen ser poco duraderos. Su eficacia disuasoria es proporcional a la frecuencia con que se llevan a cabo y a la visibilidad.
Pruebas de aliento aleatorias	+++	++	++	La eficacia depende del número de conductores directamente interpelados y del cumplimiento sistemático de las sanciones impuestas.
Reducción de la tasa de alcoholemia	+++	+++	+++	Cuanto más bajo es el límite máximo de alcohol en la sangre, más eficaz es la medida. Las tasas de alcoholemia muy bajas ("tolerancia cero") son eficaces entre los jóvenes y pueden serlo entre los conductores adultos, pero resulta difícil hacer cumplir tasas inferiores a los 0,02 g/dl.
Suspensión administrativa del permiso de conducir	++	++	++	Cuando las sanciones se aplican con rapidez, aumenta la eficacia. La medida es eficaz en los países donde se aplica sistemáticamente.
Tasa de alcoholemia baja para jóvenes ("tolerancia cero")	+++	++	++	Está claramente demostrado que la medida es eficaz entre las personas que no han cumplido la edad legal mínima para el consumo o la adquisición de bebidas alcohólicas.
Concesión graduada de permisos para conductores inexpertos	++	++	++	Puede servir para incorporar tasas de alcoholemia más bajas y restricciones a la concesión de permisos dentro de una estrategia. Algunos estudios señalan que las políticas de "tolerancia cero" son responsables de este efecto.
Designación de una persona que conduce y de servicios de chófer	0	+	+	Pueden servir para que no conduzcan las personas que han bebido mucho, pero también puede alentar a los demás a beber más. No afecta a las colisiones relacionadas con el alcohol.
Severidad de las penas	0/+	++	++	Los datos probatorios son ambiguos en lo que respecta a las penas obligatorias o más severas por conducción en estado de ebriedad. Los efectos decaen con el tiempo a menos que se acompañen de campañas policiales o publicidad en los medios de comunicación.

**Tabla 4 Clasificación de las intervenciones para limitar la tasa de alcoholemia de los conductores.**

Fuente: Organización Panamericana de la Salud, 2015.

La Tabla 4, muestra diferentes estrategias que se han implementado en diferentes países, con las cuales se pretende frenar los accidentes causados por personas que se

encuentran bajo el influjo del alcohol, como se puede observar, la tabla comparativa contiene información sobre la eficacia de cada estrategia y la cantidad de implementaciones que se tienen alrededor del mundo, por ejemplo una de las intervenciones más utilizadas en el mundo es la colocación de cierto puestos de centro de alcoholemia; y una de las estrategias con más impacto es la llamada “Tolerancia cero”, la cual consiste en prohibir cierta tasa de alcohol principalmente en los jóvenes.



**Fig. 22 Puntuación media percibida del cumplimiento de la tasa de alcoholemia en las Regiones de la OMS y en todo el mundo (2012)**

Fuente: Organización Panamericana de la Salud, 2012

## 2.2 Marco Metodológico

El presente trabajo está conformado por dos partes importantes:

- Software: Basando su desarrollo en el conjunto de proceso unificado.
- Hardware: Tecnología de microcontrolador Arduino, sensores, actuadores, etc.

Por ello la metodología implementada deberá ayudar a desarrollar estas partes del sistema. Por medio del proceso unificado, que permite describir los requerimientos, técnicas, un lenguaje de modelado, de esta forma lograr el desarrollo del sistema.

La metodología basada en el ciclo de vida del modelo unificado ya que, hace uso de los conocimientos aprendidos en la práctica y en la teoría con el fin de aplicarlos a la sociedad; esta metodología ayudará a unificar la elaboración del software y el hardware.

El proceso unificado puede especializarse en una gran variedad de sistemas de software, para diferentes áreas de aplicación, diferentes tipos de organizaciones, diferentes niveles de aptitud y tamaño

Un proceso es un conjunto completo de actividades necesarias para transformar los requisitos hacia actividades que dan lugar a un producto de software. Los requisitos del proceso pueden ser funcionales y no funcionales. Éstos son determinados por el entorno de desarrollo incluyendo el área de aplicación del sistema. Básicamente los requisitos del sistema constan de un conjunto coherente de políticas, estructuras organizativas, tecnologías, procedimientos y artefactos que se necesitan para concebir desarrollar, implantar y mantener un producto de software. Para poder desarrollar un sistema es necesario comprender como es que se modelan, es decir cómo están conformados Fig. 23.

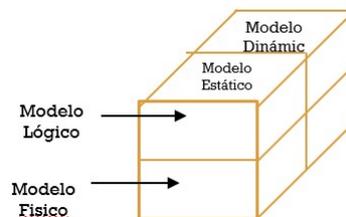
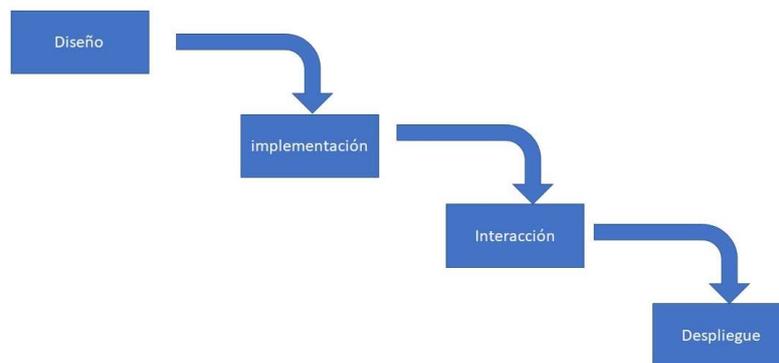


Fig. 23 Diagrama de partes de modelación del sistema (Elaboración personal)

Un ejemplo de modelos estáticos lógicos, pueden ser las clases con sus variables y operaciones, etc. Para la modelación de los aspectos físicos, tenemos por ejemplo los diagramas de artefactos, es decir los actuadores. De esta forma conjuntamos el desarrollo del Software y Hardware del sistema de seguridad.

La modelación de los aspectos dinámicos, pueden ser representados con los diagramas de actividades. Utilizando el lenguaje de modelado del proceso unificado, se desarrollaron algunas vistas por medio de UML, que permiten especializarse en una gran variedad de sistemas, es decir tener diferentes áreas de aplicación, las vistas de desarrollo son las siguientes:



**Fig. 24 Fases de desarrollo del sistema.**

Fuente: Elaboración propia basado en UML 2.0

Para poder realizar la descripción de los sistemas mediante UML se realizan ciertas vistas, que estarán integradas por medio de diagramas. Según Booch, Rumbaugh y Jacobson, dicen que no es posible que un diagrama pueda expresar toda la información requerida por la descripción del sistema, por lo cual, es necesario utilizar las vistas que representen las diferentes proyecciones del sistema que se relacionan a su vez con diferentes aspectos funcionales y no funcionales.

Las diferentes vistas son:

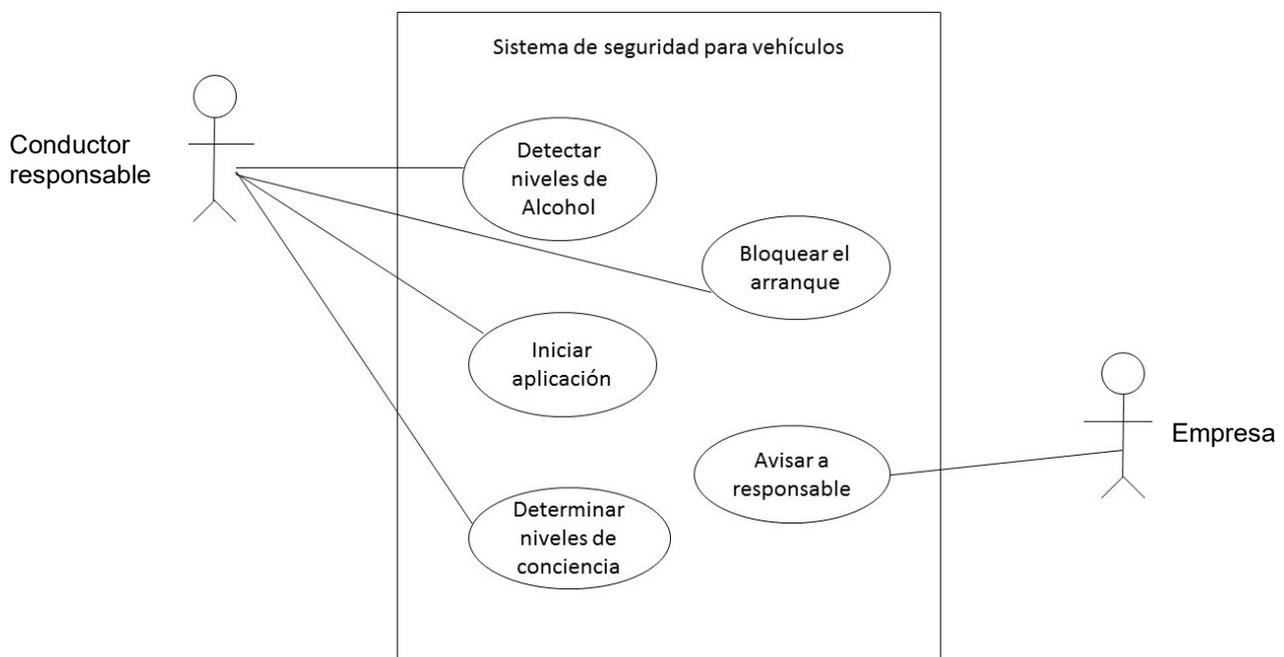
- Vista de Casos de Uso: Constituye la base del proceso de desarrollo de software, a pesar de no describir aspectos de la construcción sino de comportamiento;

muestra la funcionalidad del sistema visto desde el enfoque de los actores (usuarios), se utiliza el diagrama llamado diagrama de casos de uso.

- Vista de diseño del sistema: Muestra un bosquejo de la funcionalidad de dicho sistema en sus aspectos principales que son su estructura (los componentes que lo integran) y su comportamiento (la interacción entre componentes) se puede ejemplificar con el diagrama de niveles de software.
- Vista de interacción: Mediante esta vista, se muestra la organización del código y archivos que hacen parte del sistema utilizando los diagramas de programación para ello.
- Vista de implementación: Se muestra la implementación del sistema con respecto a la arquitectura física y se utilizan los diagramas de despliegue.

### 2.2.1 Vista de Casos de uso.

Con el diagrama de la Fig. 25, se pretende definir el interés que pudiera tener cierto sector de la población para implementar un sistema como el que se está realizando. Modela los requisitos funcionales del sistema.



**Fig. 25 Diagrama de casos de uso**

Fuente: Elaboración propia basado en UML 2.0

El diagrama de casos de uso muestra a dos actores principales, que son un conductor responsable y una empresa interesada en el rendimiento del vehículo. El conductor debe ser responsable debido a que debe decidir implementar el sistema de seguridad en el vehículo, en caso de que este actor no sea responsable entonces el encargado de la implementación del sistema deberá ser alguna empresa interesada en la seguridad del conductor y del vehículo como puede ser una empresa de seguros.

### 2.2.2 Niveles de Software

En el siguiente diagrama se muestran los subsistemas del sistema principal de seguridad encargado del bloqueo del automóvil. Este sistema contiene 4 subsistemas principales que nos llevarán al bloqueo del arranque.

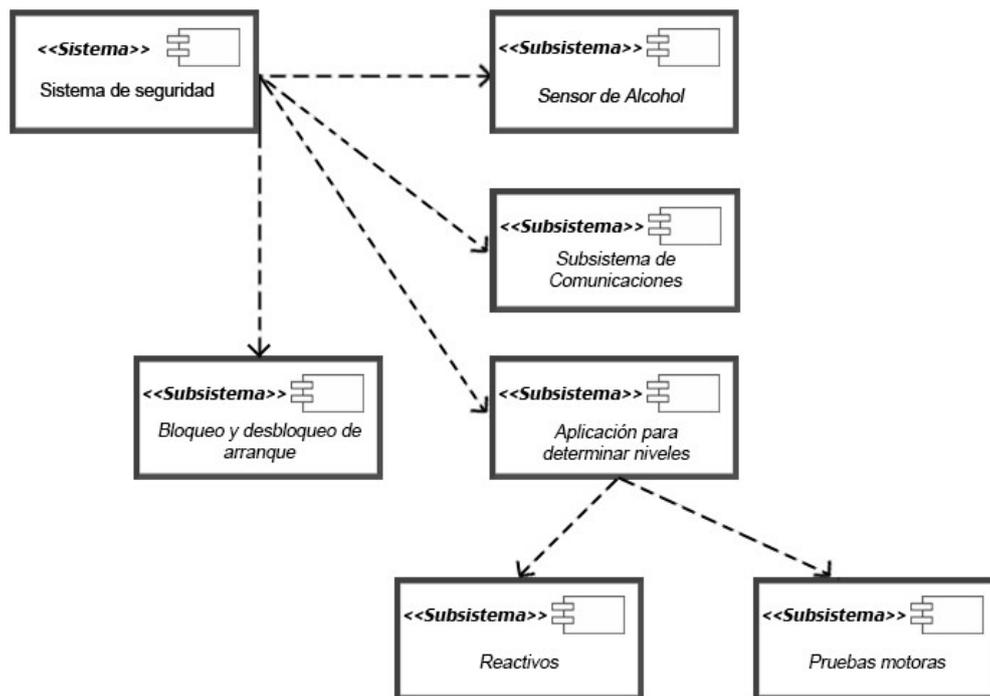


Fig. 26 Diagrama de Componentes del sistema que muestra los subsistemas asociados.

Fuente. Elaboración propia basado en UML 2.0

En la Fig. 26 se muestra el sistema principal, es decir el sistema final; consiste en todo el sistema de seguridad, que a su vez se divide en subsistemas que son:

- Sensor de Alcohol: En este subsistema se lleva a cabo la detección de alcohol en el aire, este supone el primer filtro del sistema principal.
- Subsistema de Comunicaciones: Este subsistema consiste en la comunicación que existe entre el Arduino y el sistema encargado de realizar el segundo filtro del sistema principal.
- Bloqueo y desbloqueo de arranque: Este subsistema consiste en diferentes componentes que permitirán abrir o cerrar el sistema de encendido del vehículo, dependiendo de los filtros que se implementen.
- Aplicación para determinar niveles de conciencia: Este subsistema es el segundo filtro, el cual contiene a su vez dos subsistemas encargados de realizar las pruebas.
- Reactivos: Consiste en preguntas con las cuales se pueda determinar que los niveles de conciencia del conductor son suficientes para realizar la conducción.
- Pruebas motoras: Consiste en pruebas motoras con las cuales se pueda determinar que los niveles de conciencia del conductor son suficientes para realizar la conducción.

### **2.2.3 Diagrama de actividades**

En el diagrama de la Fig. 27 se puede ver la descripción de flujo mediante la descripción de las actividades. Podemos observar en este diagrama el inicio de la actividad con un conductor ingresando al automóvil; y de inmediato el sensor se encargará de medir los niveles de alcohol presentes en el aire; si los niveles exceden los límites entonces comienza el proceso de comprobación de capacidades para manejar, si el conductor pasa estas pruebas entonces las actividades del sistema culminarán con el encendido del automóvil; si no pasa las pruebas o desde un principio el sensor detecta más gramos

de alcohol de los permitidos entonces las actividades culminarán con el bloqueo completo del arranque.

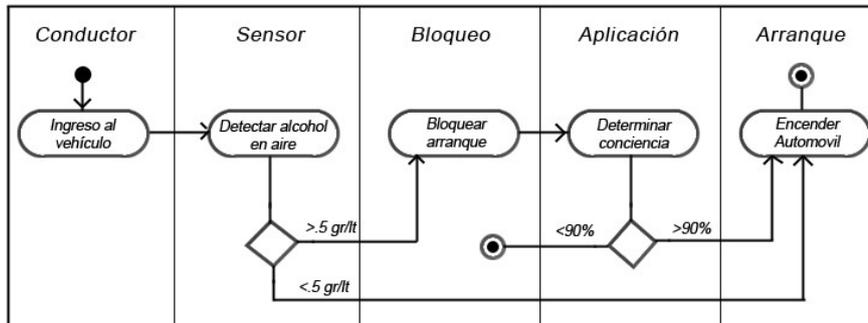


Fig. 27 Diagrama de actividades.

Fuente: Elaboración propia basado en UML 2.0

## 2.2.4 Diagrama de despliegue

El diagrama de la Fig. 28 muestra los componentes conectados a cada módulo principal, que permitirán realizar las cuestiones mecánicas encargadas de bloquear el encendido del automóvil. En UML los nodos representan dispositivos físicos (computadoras...); los nodos se simbolizan con un cubo. En los nodos se pueden representar también algunos artefactos (Software físicamente existentes como archivos, ejecutables).

Acomodar UML da libertad para describir cierto tipo de dispositivos como sensores, motores.

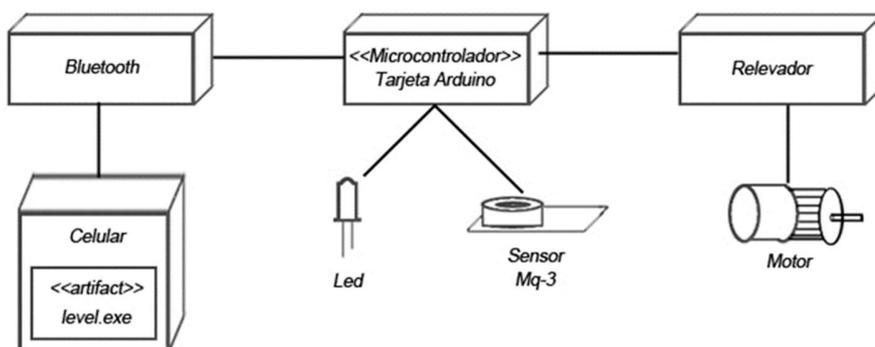


Fig. 28 Diagrama de despliegue.

Fuente: Elaboración propia basado en UML 2.0

Podemos observar 3 módulos principales dentro del sistema de seguridad, estos son:

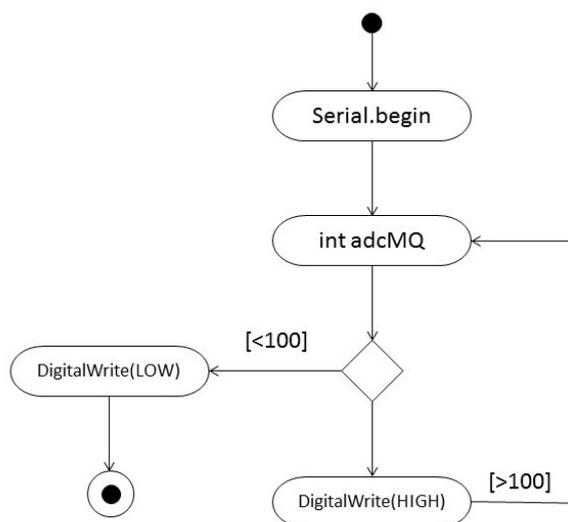
- **Microcontrolador:** Este consiste en una tarjeta Arduino Mega 5500, la cual se va a encargar de controlar los demás dispositivos conectados. Directamente a la tarjeta Arduino podemos encontrar un Led el cual se encargará de indicarnos que los niveles de alcohol se excedieron. De igual forma el encargado de mandar esta señal de medición de alcohol en el aire será un sensor de tipo Mq-3.

- **Bluetooth:** Este módulo está encargado de la comunicación entre el dispositivo móvil y el microcontrolador para así tomar las decisiones necesarias para permitir o impedir el encendido del vehículo. A su vez encontramos el dispositivo(nodo) Celular que consiste en un programa que pueda determinar los niveles de conciencia del conductor.

- **Relevador:** Este módulo consiste en un circuito que recibe una señal del microcontrolador para abrir o cerrar el circuito del encendido del carro, así se tendrá completo control del encendido del carro.

### 2.2.5 Diagrama de programación

El siguiente diagrama muestra las etapas del código que se encargará de la medición de los niveles de alcohol en el aire, que será cargado en el microcontrolador Arduino para así permitir la toma de decisiones.



**Fig. 29 Diagrama de Programación.**

Fuente: Elaboración propia basado en UML 2.0

En la Fig. 29 comenzamos con una clase tipo Serial, que se encargará de abrir los puertos serie y así permitirnos realizar una medición constante, el valor que entra por este puerto es proporcionado por el sensor y se guarda en una variable entera llamada adcMQ, a la cual se le realizará una comparación, si es menor a un nivel de 100 gr (este valor no es un valor final sino solo un valor de prueba) entonces el sistema termina, es decir no hay acciones a realizar, si los niveles son mayores a este número de prueba, entonces por cuestiones prácticas se imprime en la pantalla serial del programador “Alcohol detectado” y también manda una señal a un pin donde está conectado el Led identificado por la variable DigitalWrite(HIGH), que debería encender.

### **2.2.6 Modelo de ciclo de vida según el proceso unificado**

El modelo de ciclo de vida del software clásico (Fig. 30) se basa en un conjunto bien planteado de actividades que se necesitan para llevar a cabo un sistema de software, y aunque se aplica principalmente al desarrollo de software, su metodología puede ser implementada en el desarrollo de cualquier proyecto (Ortega, 2013).

El modelo tradicional (Fig. 30), exige una aproximación secuencial al proceso de desarrollo del software, sin embargo, esto no es suficiente debido principalmente a que los proyectos reales raramente siguen el flujo secuencial de actividades que se proponen.

Cuando el ciclo de vida del software se implementa con las herramientas que nos brinda UML entonces podemos llamarle modelo de ciclo de vida (Fig. 31). Este modelo consta de 4 fases principales que se describen a continuación:

- Inicio: Se enfoca hacia la comprensión del problema y la tecnología, la delimitación del ámbito del proyecto, la eliminación de los riesgos críticos y al establecimiento de la línea base de la arquitectura.
- Análisis: Después de haber planteado el alcance se definen las arquitecturas base del proyecto.

- **Construcción:** Como resultado del análisis de las fases anteriores se tiene la construcción del sistema, generalmente la mayoría del tiempo implementado en el desarrollo del sistema se encuentra en esta etapa.
- **Transición:** Después de haber entregado un sistema resultante de las 3 etapas previas, se tiene que someter a una evaluación de desempeño para su mantenimiento. Se pretende garantizar que se tiene un producto preparado para su entrega a la comunidad de usuarios.

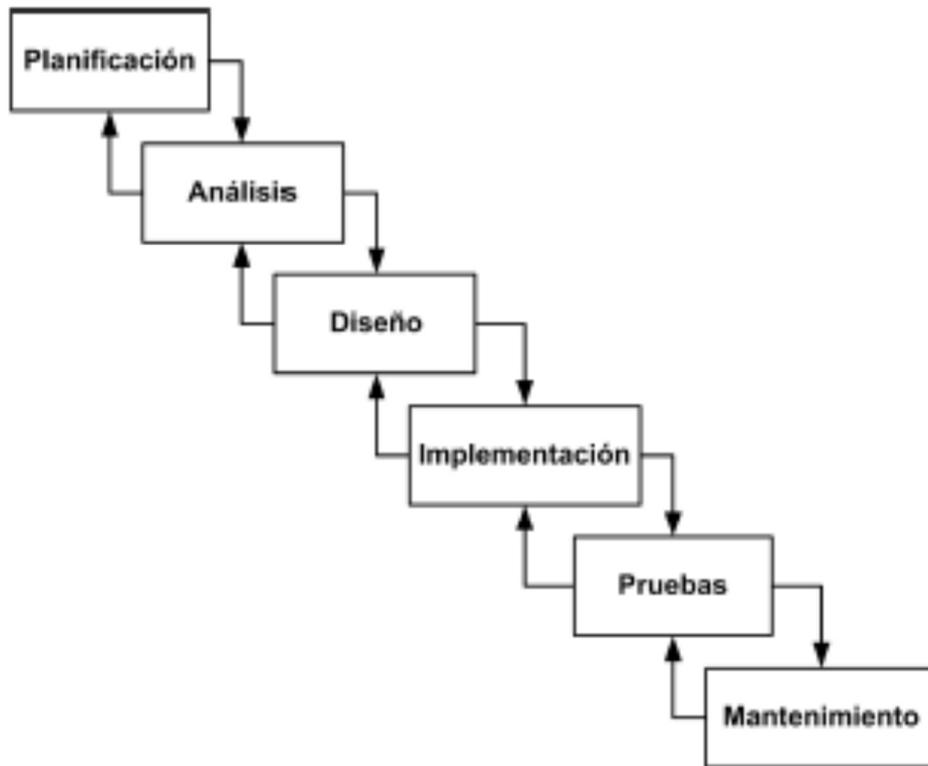
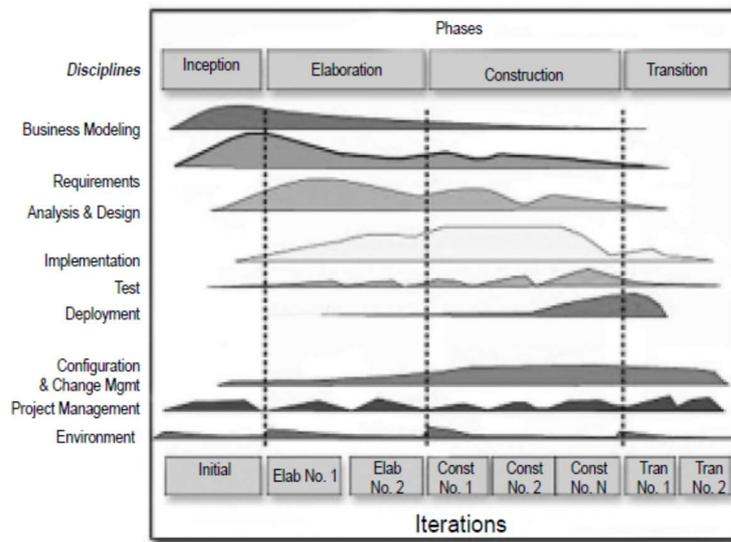


Fig. 30 Ciclo de vida clásico Modelo en cascada.

Fuente: Ortega, 2013



**Fig. 31 Modelo de ciclo de vida del software según UML**

Fuente: IBM Rational Unified Process Version 2002

La arquitectura de un sistema se basa en la organización de las partes más relevantes, esto permite tener un mejor objetivo de acuerdo con los involucrados, es decir los desarrolladores y usuarios, tratando así de tener una perspectiva clara del sistema completo.

Existe la interacción entre los casos de uso y la arquitectura del sistema, debido a que los casos de uso planteados deberían de encajar en la arquitectura cuando ésta se lleva a cabo, y a su vez la arquitectura deberá de permitir que se desarrollen todos los casos de uso requeridos en el presente y futuro del desarrollo del sistema (Unificado and Aplicado, 2010).

En la Fig. 32 se puede observar la arquitectura del sistema durante las 4 fases de desarrollo, la arquitectura resulta más robusta en las fases finales del proyecto, debido a que en las fases iniciales se determinan las necesidades o requerimientos del proyecto (Unificado and Aplicado, 2010).

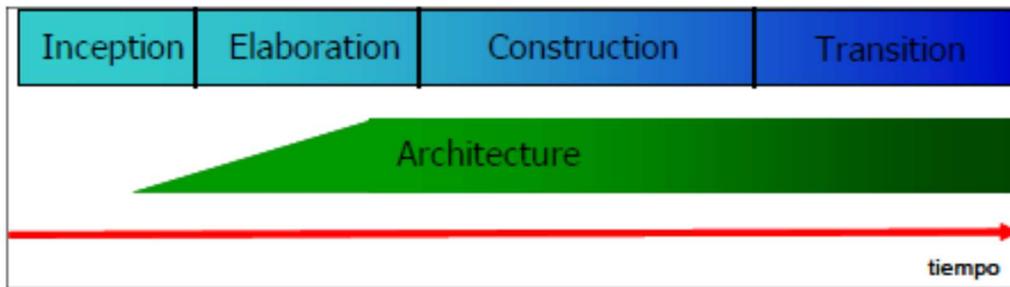


Fig. 32 Evolución de la arquitectura del sistema

Fuente: Unificado and Aplicado, 2010

## **Capítulo III. Sistema de seguridad**

---

En el presente capítulo se describirá el desarrollo del sistema de seguridad por medio de la implementación de la metodología del ciclo de vida del proceso unificado. Se seleccionarán las partes del sistema de seguridad de acuerdo con la investigación realizada previamente, y basándonos en los requerimientos del sistema.

- Selección de microcontrolador: El microcontrolador deberá de contar con las entradas /salidas suficientes para soportar el sistema de seguridad, además, deberá de ser un tanto económico para evitar incrementos en el costo final.
- Selección de sensor: El sensor deberá de ser lo suficientemente preciso como para captar el alcohol en el aire al interior del automóvil.
- Selección del sistema de bloqueo: El sistema de bloqueo deberá de poder ser controlable por medio del sistema de seguridad, con una acción inmediata.
- Planteamiento de cuestionario: De acuerdo con las preguntas contenidas, se deberá de asegurar en gran medida las capacidades de conducción del individuo que desea realizar el manejo del vehículo.

Después de haber realizado la etapa de selección se procederá a la construcción del prototipo del sistema de seguridad.

### **3.1 Selección de materiales y definición de requerimientos.**

El presente capítulo tiene la finalidad de ilustrar los procedimientos y materiales que se emplearán para el desarrollo del dispositivo.

A partir de este capítulo se desarrolla la idea que pretende dar solución a la problemática anteriormente mencionada. Se busca una correcta selección de cada dispositivo utilizado, así como una buena programación para reducir en gran medida la posibilidad de evadir el sistema de seguridad; también se buscará seleccionar dispositivos que después de cumplir con este primer requisito, nos permitan tener un costo bajo de fabricación permitiendo así tener este sistema de seguridad al alcance de un mayor público. De igual forma como una tercera característica de priorización se buscará tener

elementos fáciles de instalar o de usar por cualquier persona evitando así errores al momento del uso.

### **3.1.1 Selección de Microcontrolador.**

Para llevar a cabo la acción correcta del sensor, y también unir las interfaces de comunicación, es necesario hacer uso de un controlador; actualmente existen una amplia variedad de controladores que podrían satisfacer esta necesidad; como pueden ser compuertas lógicas de tecnología TTL, PLC, PACs, microcontroladores, etc. por hacer mención de algunas. Pero se debe de analizar cuál es la mejor opción para lo que pretendemos hacer, no solo debemos asegurar que cumpla con lo que requerimos, sino que su complejidad y costo, sea proporcional a las necesidades plenamente cumplidas, y no resulte sobrado.

Observando los componentes que se emplearán y la forma en que se manejarán los datos tanto de entradas como de salidas, se decidió que la mejor opción sería emplear un microcontrolador.

Los microcontroladores son dispositivos en los cuales se pueden desarrollar las mismas funciones que en un circuito diseñado con compuertas lógicas, sólo que, en un menor espacio, son de costo relativamente bajo y casi todos los modelos de microcontroladores sin importar la marca, cuentan con puertos de comunicación (*Arduino - Home*, 2017).

Se seleccionó un microcontrolador de la familia Arduino, el motivo de elegir este microcontrolador, se debió a la facilidad con la que se pueden integrar todos los módulos que componen el sistema de seguridad.

Arduino es una plataforma de prototipos electrónicos de código abierto, dentro de lo que ofrece se encuentran hardware y software que suelen ser muy flexibles y fáciles de utilizar. Las tarjetas Arduino que conforman el ambiente de hardware, están pensadas para como lo menciona (Herrador, 2009) sentir el entorno por medio de la recepción de entradas desde una variedad de sensores, y también tiene las capacidades de afectar su entorno por medio del control de una gran variedad de actuadores.

Las placas que ofrece Arduino se pueden ensamblar al antojo o también disponer de ellas pre ensambladas, y aunque existen muchos otros microcontroladores y plataformas disponibles tales como Parallax Basic Stamp, Netmedia's BX-24, Phidgets, MIT's Handyboard, entre otras. Las cuales simplifican el proceso de trabajo tomando los desordenados detalles de la programación de microcontrolador y los encierran en un paquete fácil de usar. Sin embargo Arduino aparte de realizar esto, también ofrece algunas ventajas para profesores, estudiantes y aficionados (Herrador, 2009).

- Barato: Las placas que ofrece Arduino son en comparación con otras del mercado, relativamente más baratas. Inclusive tiene la opción de ensamblar tu propia placa lo cual representará menor gasto de inversión.
- Multiplataforma: El software de Arduino se ejecuta en sistemas operativos: Windows, Mac OSX y GNU, Linux.
- Entorno de programación simple y claro: El entorno de programación resulta ser muy intuitivo, fácil de usar inclusive para principiantes, y para que los usuarios más experimentados puedan aprovechar su flexibilidad para crear proyectos más complejos.
- Código abierto y software extensible: El software está publicado como una herramienta de código abierto. El lenguaje puede ser expandido mediante librerías C.
- Código abierto y hardware extensible: Arduino está basado en microcontroladores AT MEGAS y ATMEGA168 de Atmel. Cuyos planos para los módulos están siempre disponibles por lo que los programadores con más experiencia pueden realizar también sus propios módulos.

Dentro de la familia de microcontroladores Arduino, se eligió el Arduino Mega 2560 Fig. 33, esta tarjeta satisface las necesidades a cubrir, ya que en ella se tiene la cantidad de entradas/salidas necesarias para conectar cada componente eléctrico que necesitamos controlar.

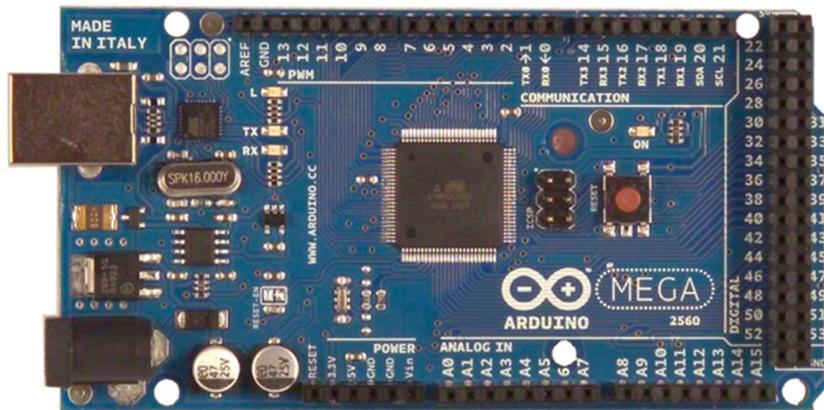


Fig. 33 Tarjeta Arduino Mega 2560

Fuente: Arduino.com

El Arduino Mega 2560 es un microcontrolador basado en el ATmega1280. Tiene 54 entradas/salidas digitales; de las cuales 14 proporcionan salida PWM, 16 entradas analógicas, 4 puertos serie por hardware, un cristal oscilador de 16 MHz, conexión USB entrada de alimentación y botón de reset.

Cada uno de los 54 pines digitales del microcontrolador Arduino Mega 2560, operan a 5 volts, y pueden recibir una intensidad máxima de 40mA; y pueden utilizarse como entradas o como salidas usando las funciones `pinMode()`, `digitalWrite()` y `digitalRead()`. Algunos pines tienen funciones especializadas, y a continuación se describen cada una de ellas (Arduino - Home, 2017):

- Serie: 0 (RX) y 1 (TX), Serie 1: 19 (RX) y 18 (TX); serie 2: 17 (RX) y 16 (TX); serie 3: 15 (RX) y 14 (TX). Usado para recibir (RX) y para transmitir (TX) datos a través del puerto serie TTL.
- PWM: de 0 a 13. Proporciona una salida PWM (Pulse Wave Modulation) de 8 bits de resolución a través de la función `analogWrite()`.
- LED: Hay un LED integrado en la placa conectado al pin digital 13, cuando este pin tiene un valor HIGH (5V) el LED se enciende y cuando este tiene un valor LOW (0V) este se apaga.

<b>Microcontrolador</b>	ATmega1280
<b>Voltaje de Funcionamiento</b>	5v
<b>Voltaje de Entrada (Recomendado)</b>	7-12 V
<b>Voltaje de Entrada (Límite)</b>	6-20V
<b>Pines E/S digitales</b>	54 (14 proporcionan salida PWM)
<b>Pines de Entrada Analógica</b>	16
<b>Intensidad por pin</b>	40 mA
<b>Intensidad en pin 3.3 V</b>	50 mA
<b>Memoria Flash</b>	128 Kb de los cuales 4 KB son usados por el gestor de arranque
<b>SRAM</b>	8 KB
<b>EEPROM</b>	4 KB
<b>Frecuencia de Reloj</b>	16 MHz

Tabla 5 Especificaciones de la Tarjeta Arduino Mega 2560

La placa Arduino Mega 2560 tiene 16 entradas analógicas como lo muestra la tabla 5, y cada una de ellas proporciona una resolución de 10 bits (1024 valores). Por defecto se mide de referencia a 5 Volts, aunque es posible cambiar la cota superior de este rango usando el pin AREF y la función `analogReference()`. Además, algunos pines tienen funciones especializadas como los siguientes (*Arduino - Home*, 2017):

- I<sup>2</sup> C: 20 (SDA) y 21 (SCL). Soporte del protocolo de comunicaciones I<sup>2</sup> C (TWI) usando la librería Wire.
- AREF: Voltaje de referencia para las entradas analógicas. Usado por `analogReference()`.
- Reset: Suministra un valor LOW (0V) para reiniciar el microcontrolador.

Dentro de la familia de tarjetas de microcontroladores, la tarjeta Arduino resulta ser uno de los más eficientes y económicos del mercado.

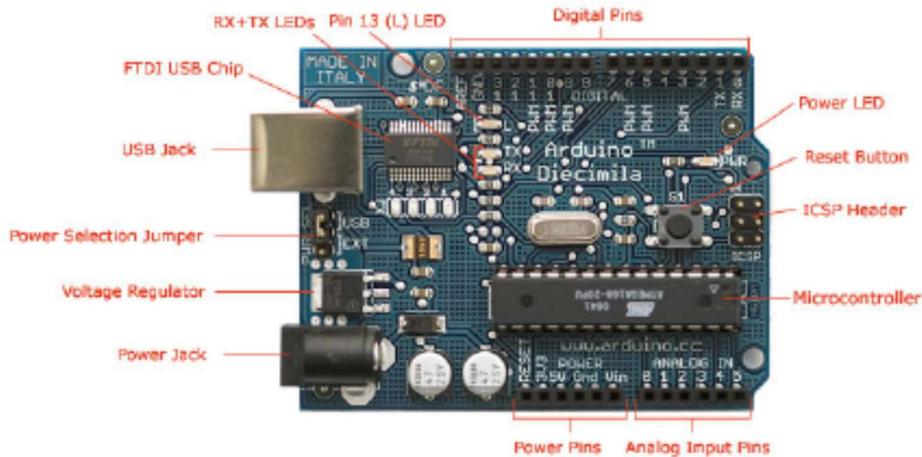


Fig. 34 Descripción de componentes de la placa Arduino Mega

Fuente: (Herrador, 2009)

### 3.1.1.1 Programación en Arduino

La estructura básica del lenguaje de programación de Arduino comparada con el entorno de programación de algunos otros controladores es simple y se compone de al menos dos partes las cuales encierran los bloques que contienen las declaraciones a ejecutar.

- Void setup(){instrucciones}
- Void loop(){instrucciones}

Setup() es la parte que se encarga de la recolección de la configuración, mientras que loop() es la que contiene el programa que se va a ejecutar cíclicamente, y estas funciones son básicas para que el programa trabaje correctamente (Ruiz Guti, 2007).

La función que se encarga de la programación debe contener las variables que se van a utilizar, declaradas. Ésta es la primera función que se ejecuta dentro del programa, se

ejecuta una sola vez, y se utiliza su configuración para inicializar el modo de trabajo de las entradas y salidas.

La función de bucle (loop) contiene el código que se va a ejecutar cíclicamente, esta función representa el núcleo de todos los programas que se desarrollen con Arduino y es también la que se encarga de realizar la mayoría de los trabajos (Ruiz Guti, 2007).

### **3.1.2 Selección de Sensor**

Primeramente, se debe aclarar que el paso encargado de determinar si el conductor es apto para conducir su automóvil o no, se encuentra en la aplicación es decir en la Interfaz de comunicación con el Usuario, el sensor es solamente responsable de realizar el primer filtro que se encargará de disparar esta aplicación. Es por ello por lo que no es necesario que el sensor muestre al cien por ciento los niveles de alcohol en el conductor; sino que simplemente sea capaz de determinar si existe alguna irregularidad.

El sensor que se utilizará es uno de la propia familia de Arduino llamado MQ-3 Fig. 35 (es un dispositivo capaz de detectar niveles de etanol).

El material sensible que utiliza este sensor de gases es SnO<sub>2</sub>, es el que se encargará de sensor el grado de alcohol existente en el ambiente.

Es un sensor llamado de masa volumétrica, el sensor se encarga de mandar una señal al microcontrolador que se encargará de interpretar el voltaje que está demandando el sensor, el cual varía de acuerdo con la cantidad de gas en el ambiente. Es decir, el sensor se convierte en resistivo, y aumenta esa resistividad entre más gases existan en el ambiente donde se encuentre instalado (López Carrillo and Guerrero Gavirla, 2014).

El sensor MQ-3 necesita de cierta temperatura para estabilizar su funcionamiento por lo que contiene también un calentador que le proporcionara las condiciones que necesita para trabajar. La estructura básica del sensor como se muestra en la Fig. 35 cuenta con 6 pines, de los cuales 4 de ellos se encargan de recibir la señal, y los otros dos se utilizan para proporcionar la corriente al calentador del sensor.

En la parte superior, el sensor cuenta con una corteza, esta red está hecha por plástico y acero inoxidable.



**Fig. 35 Sensor MQ-3**

Fuente: López Carrillo and Guerrero Gavirla, 2014

Existe una serie de inconvenientes con respecto al uso de este sensor, principalmente con lo que respecta a la calibración. No hay información fehaciente sobre cómo traducir las lecturas de este dispositivo a, por ejemplo, porcentaje de alcohol en la sangre. El valor de la resistencia del MQ-3 es la diferencia entre los diversos tipos de sensores de gas, en este sensor es necesario el ajuste de la sensibilidad.

En el datasheet del MQ-3 muestra que no se trata precisamente de un sensor de etanol, sino que también es posible detectar otros gases inflamables como el benceno, hexano, metano, entre otros. Sin embargo, es ante el alcohol que este sensor posee mayor sensibilidad. El que pueda detectar otros gases también podría generar alguna intervención en las mediciones debido a que por ejemplo es sensible y tiende a variar su medición con el humo del cigarro o gases como la gasolina.

Por esto mismo cumple perfectamente las características que requerimos para nuestro sistema de seguridad ya que podemos tomar niveles conocidos de concentración de alcohol como referencia para las mediciones que se vayan a efectuar. Para leer este sensor, existen dos métodos: lecturas digitales y lecturas análogas.

El sensor MQ-3 proporcionará una entrada analógica al controlador, por lo que, si no requerimos este tipo de señal, se debe implementar una conversión de señal de tipo Analógico-Digital, este convertidor se encarga de convertir una entrada analógica de voltaje a un valor binario. La señal analógica recibida por el microcontrolador es sometida a un muestreo a cierta velocidad, lo cual permite dar como resultado en una señal de tipo digital a la salida.

### **3.1.3 Sistema de bloqueo de encendido**

A continuación, se procederá a seleccionar los componentes del subsistema encargado de bloquear el encendido si el sensor detecta alcohol en el aire. Este módulo realizará una apertura de circuito para que por más que se gire la llave o se presione el botón de encendido el sistema sea incapaz de realizar dicha acción.

Los componentes utilizados fueron:

- Módulo de relevador para cortar el paso de corriente en el sistema de arranque.
- Aplicación que permita por medio de un cuestionario, realizar el desbloqueo del automóvil.

#### **3.1.3.1 Módulo Relé para Arduino.**

El Módulo Relé de 1 Canal, es un dispositivo que se usa por lo general para el control o Switcheo de cargas de potencia. Dependiendo de la aplicación a desempeñar, este módulo por sus características de voltaje y de corriente es solicitado en las grandes industrias.

Módulo relé Arduino no es más que una placa que contiene ya las conexiones listas para interactuar con nuestro controlador, se utiliza de una forma muy sencilla y permite controlar el encendido y apagado de cualquier aparato conectado a una fuente de alimentación externa a la alimentación del microcontrolador. La forma más sencilla de entender el funcionamiento de este módulo es pensar en el cómo un interruptor que

apaga y prende un aparato, la única diferencia es que para realizar esta acción se ocupa de un dato que lo acciona (*Arduino - Home*, 2017).



Fig. 36 Módulo relé de Arduino

En la Fig. 36 se presenta el relé seleccionado para el desarrollo de este sistema de seguridad, el relé es de 1 entrada porque solamente necesitamos el control de un circuito, sin embargo en el mercado se puede encontrar de 2, 4 y 8 canales, cuya única diferencia es el número de pines de datos de entrada que se tienen (*Arduino - Home*, 2017).

A parte del pin que controla al relé, el módulo viene con 2 entradas que suelen estar situadas a cada uno de los extremos de la fila de pines de entrada. 1 es GND (Tierra) y otra VCC. Existen también variantes de acuerdo con los voltajes que se manejen a la entrada. Si queremos utilizarlo desde nuestro Arduino sin necesidad de otra fuente de alimentación alternativa debería de ser de 5V pero podría ser de 12V (que son los más comunes).

### 3.1.4 Dispositivo de comunicación

Para poder realizar la comunicación entre la tarjeta del microcontrolador Arduino que contiene el sistema de bloqueo de encendido y el dispositivo móvil que se encargará de

realizar el test que desbloqueará el encendido o lo mantendrá bloqueado según sea su resultado, es necesario implementar una comunicación remota.

Esto permitirá que el módulo con el microcontrolador pueda estar en un área no visible del automóvil para que se eviten las alteraciones del mismo.

Para realizar dicha comunicación seleccionamos otro módulo ofrecido por la familia Arduino, el Módulo Bluetooth HC-6.

Existen dos dispositivos bluetooth ofrecidos por Android, el HC-5 y el HC-6. El módulo HC-06 viene configurado de fábrica como esclavo y no se puede alterar esta configuración, mientras que el HC-05 también funge como maestro (*Configuración del módulo bluetooth HC-06 usando comandos AT*) La diferencia entre maestro y esclavo es que en modo esclavo es el dispositivo quien se conecta al módulo, mientras que en modo maestro es el módulo quien se conecta con un dispositivo.

El Bluetooth es un estándar de comunicación inalámbrica que permite la transmisión de datos a través de radiofrecuencia en la banda de 2,4 GHz. Existen muchos módulos Bluetooth tales como los módulos de JY-MCU, los cuales son unos de los más usados ya que son muy económicos y fáciles de encontrar en el mercado. Son módulos pequeños y con un consumo muy bajo que nos permitirán agregar funcionalidades Bluetooth a nuestro Arduino. Estos módulos contienen el chip con una placa de desarrollo con los pins necesarios para la comunicación serie.

Físicamente, los dos módulos son muy parecidos, solo varían algunas conexiones. Los pins que encontraremos son los siguientes tal como lo muestra la Fig. 37:

- Vcc: Alimentación del módulo entre 3,6V y 6V.
- GND: La masa del módulo.
- TXD: Transmisión de datos.
- RXD: Recepción de datos a un voltaje de 3,3V.
- KEY: Poner a nivel alto para entrar en modo configuración del módulo (solo el modelo HC-05)

- STATE: Para conectar un led de salida para visualizar cuando se comuniquen datos.

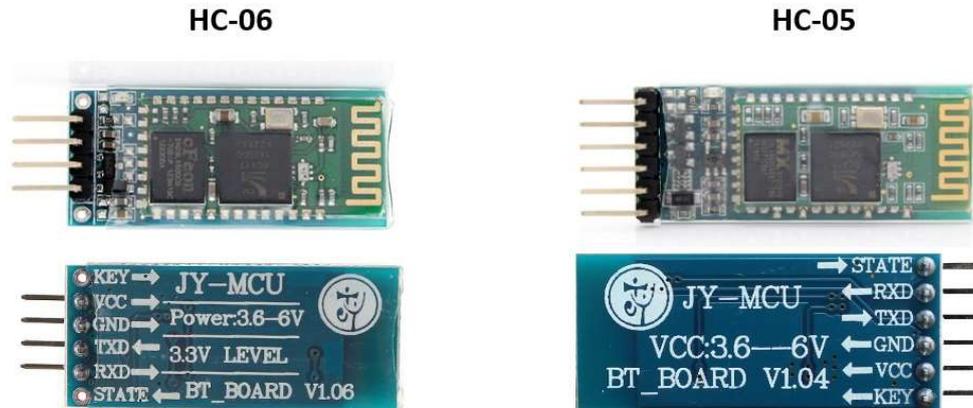


Fig. 37 Modulos Bluetooth HC-5 y HC-6

Fuente: (Configuración del módulo bluetooth HC-06 usando comandos AT)

Algunas características del HC-06 son:

- Nombre por defecto: Linvor.
- Código de emparejamiento por defecto: 1234
- La velocidad por defecto: 9600.

Existen dos estados que es necesario conocer para poder realizar la comunicación del módulo.

- Modo AT (Desconectado): Cuando se conecta el módulo entra por defecto a este estado, si es que no se ha establecido conexión bluetooth con ningún otro dispositivo. El led del módulo permanece parpadeando.
- Modo Conectado: En cuanto se establece una conexión con otro dispositivo bluetooth, el led permanece prendido sin ninguna oscilación. Los datos que comienzan a entrar al HC-06 por medio del pin RX comienzan a ser transmitidos vía bluetooth al dispositivo conectado y los datos obtenidos son devueltos por el pin TX.

### 3.1.5 Sistema operativo para la APP.

Este punto de la selección de componentes es el más importante porque representa el principal filtro para definir si el conductor es apto para conducir o no lo es. Es por eso que se seleccionará una interfaz no solamente que pueda resultar sencilla para el usuario sino también conocida. La interfaz que utiliza para presentar el programa para determinar los niveles de conciencia será los dispositivos móviles específicamente los smartphones. Vivimos en una época en que un gran porcentaje ya cuenta con este tipo de dispositivos. De igual forma se pretende que el programa pueda ser multiplataforma, es decir que se pueda utilizar en diferentes sistemas operativos en los teléfonos principalmente en los dos más comerciales Android y IOS. Sin embargo, para fines prácticos se utilizará principalmente el sistema operativo Android, debido a que cuenta con una mayor cantidad de usuarios a nivel mundial.

Los motivos para programar en Android son muchos tal como lo menciona (Molina Rivera, Sandoval Cardona and Toledo Franco, 2012):

- Plataforma Abierta: Este sistema operativo llamado Android es una plataforma abierta, esto quiere decir que no existe ninguna liga con un fabricante de hardware es decir se puede implementar cualquier dispositivo mientras se tenga la experiencia para hacerlo. El código fuente de Android lo encuentras disponible en <http://source.android.com> para que lo puedas analizar y modificar. Este código permite que los fabricantes de teléfonos puedan moldear sus aplicaciones a su gusto.
- Cuota de Mercado: Al ser una plataforma de código abierto, el uso de este sistema va en crecimiento por lo que si deseas desarrollar alguna aplicación te encontrarás con un amplio número de usuarios. También Android pone a tu disposición la plataforma de lanzamiento de aplicaciones llamada Android Market con lo cual puedes poner tus aplicaciones a disposición de todos los usuarios Android.
- Menor tiempo de comercialización: Con todas las APIs integradas en Android, es fácil desarrollar aplicaciones muy completas en un periodo corto de tiempo.

- Compatibilidad: Android puede ser ejecutado en muchos dispositivos diferentes, ya que viene con herramientas que ayudan a desarrollar aplicaciones “Cross-compatibility”, lo cual significa que Google solo permite que las aplicaciones funcionen en dispositivos
- Híbridos: Puedes combinar cualquier función del teléfono para crear tus propias aplicaciones.

## **Capítulo IV. Construcción y Pruebas del Sistema de Seguridad**

---

A partir de este capítulo se desarrolla el prototipo que dará solución a la problemática mencionada en los capítulos anteriores. Así como se seleccionó cuidadosamente cada parte del sistema, así también se tiene que prestar atención en la programación y las conexiones del sistema para así reducir en gran medida la posibilidad de evadir el sistema de seguridad. De igual forma como una tercera característica de priorización se buscará tener elementos fáciles de instalar o de usar por cualquier persona evitando así errores al momento del uso.

#### 4.1 Conexión del subsistema de sensado de alcohol.

Después de haber seleccionado la placa Arduino Mega para que desempeñe el control del sistema, ahora es necesario realizar las conexiones correspondientes y la programación que permita la comunicación con los diferentes módulos del sistema.

El sistema de seguridad tendrá como primer filtro un sensor de alcohol previamente seleccionado llamado MQ-3.

Para realizar la medición correspondiente con el sensor MQ-3 se implementó el siguiente circuito:

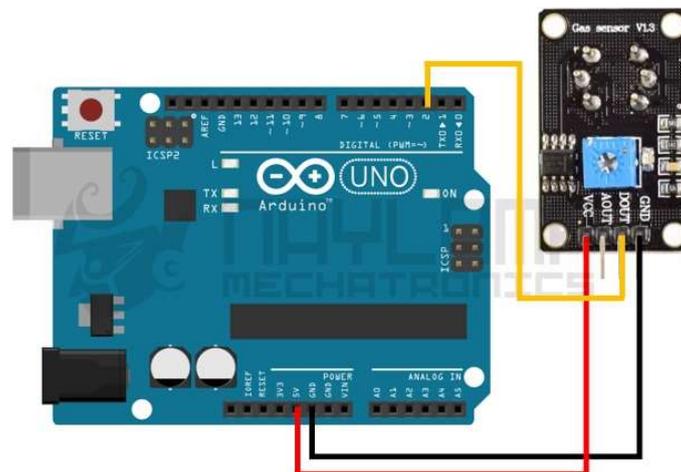


Fig. 38 Diagrama de conexiones de Placa Arduino y Sensor MQ-3.

Fuente: (Arduino - Home, 2017)

El sensor MQ-3 como ya se habló en anteriores capítulos, cuenta con dos pines para mandar información; uno el pin AD será utilizado para realizar una medición analógica de los gases presentes. Es por esto por lo que es necesario conectar este pin a una entrada analógica en nuestro Arduino.

Las conexiones físicas realizadas son las siguientes:

En la Fig. 39 se muestra un primer ejemplo en el cual se conectó el sensor MQ-3 a la placa de Arduino Mega, y para conocer que el sensor estaba haciendo un buen trabajo se colocó un led de color verde, el cual se enciende cuando el sensor detecta alcohol en el ambiente.



**Fig. 39 Conexiones físicas del sistema de seguridad.**

Fuente: Elaboración propia.

En la Fig. 40 podemos observar las entradas y salidas del módulo MQ-3 de Arduino, las cuales son:

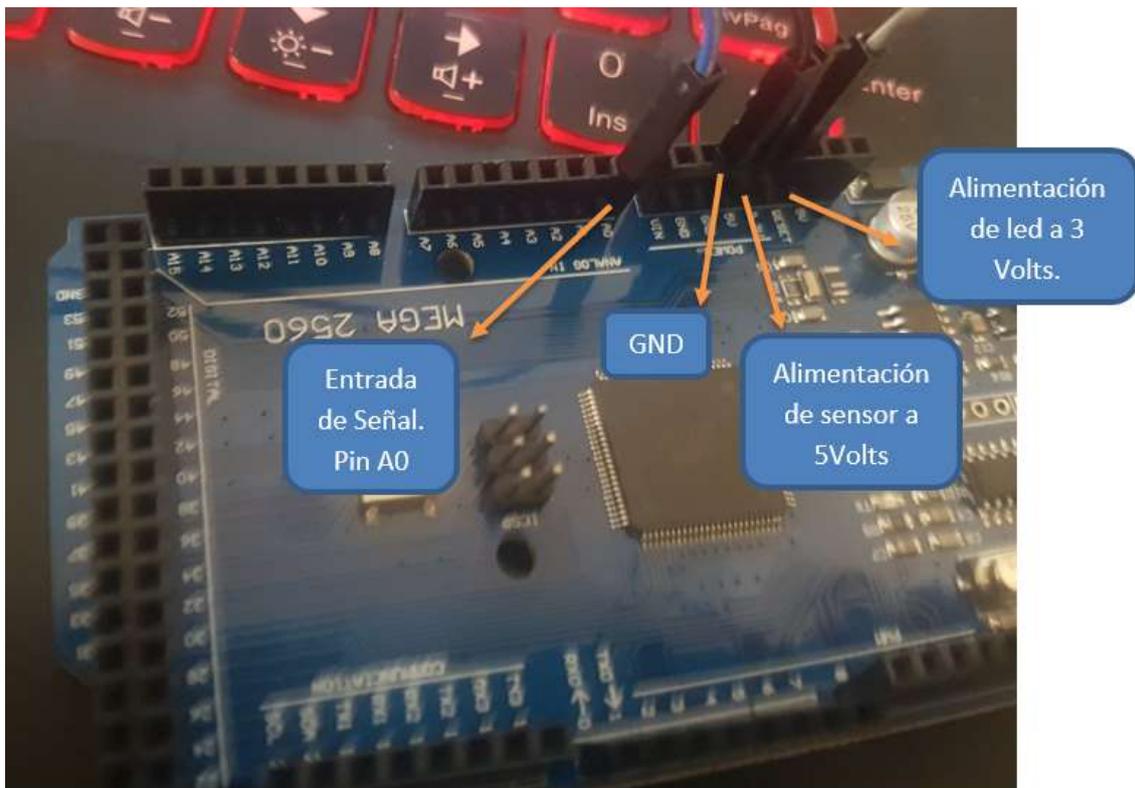
- Entrada de alimentación VCC.
- Tierra (GND).
- Señal analógica: ésta es una salida del sensor que se encargara de mandarle el voltaje correspondiente a la placa que a su vez se encargara de transformarlo en información representativa de cantidad de alcohol en el ambiente.



**Fig. 40 Salidas del sensor MQ-3.**

Fuente: Elaboración propia.

La Fig. 41 muestra las conexiones a la placa Arduino Mega, se conectó el pin GND del sensor con la entrada GND de la placa, y el sensor está siendo alimentado por la salida de 3volts que proporciona la placa. La recepción de la señal analógica que nos proporciona el sensor está siendo realizada por la entrada analógica A0 de nuestra placa.



**Fig. 41 Conexión del sensor a placa Arduino**

Fuente: Elaboración propia.

Después de haber realizado las conexiones debidas, ahora es necesario desarrollar la programación que permita utilizar el módulo del sensor MQ-3. Como ya se mencionó antes para realizar la programación se utilizará la interfaz de desarrollo de propio Arduino, debido a que contiene ya herramientas que facilitan el desarrollo de los programas de control de dispositivos.

Se debe de en primer lugar declarar los pines de entrada y los pines de salida del sistema de acuerdo con las conexiones mostradas anteriormente.

La función de éste primer programa es detectar alcohol en el aire y entonces accionar un led verde colocado también en la placa de Arduino. De esta forma cuando se detecta alcohol el led se enciende, y cuando no se detecta el led permanece apagado.

A continuación, en la Fig. 42 se presentará el código encargado de recibir la señal analógica del sensor MQ-3:

```
sketch_nov03a.ino
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(13, OUTPUT);
}
void loop() {
  int adc_MQ = analogRead(A0); //Lemos la salida analógica del MQ

  Serial.print("Nivel:");
  Serial.print(adc_MQ);
  if(adc_MQ>100)
  {
    digitalWrite(13, HIGH);
    Serial.print("Alcohol Detectado");
    delay(100);
  }
  if(adc_MQ<100)
  {
```

Fig. 42 Código de programación para sensor

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en este caso, la señal analógica está siendo recibida por el controlador mediante la entrada A0, esta se va a encargar de hacer una lectura de los parámetros que indique el sensor. Aunque no son los parámetros que se utilizaran para el prototipo final, se asignó como límite un porcentaje de 100 unidades de alcohol para que se realice la acción de encender un led conectado en el puerto 13. El sensor al detectar una cantidad mayor de alcohol envía entonces una señal que hace que se encienda el led y muestre un mensaje en la pantalla interna del entorno de desarrollo de Arduino como lo muestra la Fig. 43.



Fig. 43 Resultado de lectura en entorno Arduino

Fuente: Elaboración propia.

Las medidas de detección de alcohol se dejarán en un mínimo de 70 unidades de alcohol en el aire. Esto debido a que el sensor no representa la medición exacta, sino que simplemente se encargará de disparar el verdadero filtro que determinará las capacidades del conductor para realizar el manejo lo cual es la aplicación con el test.

#### 4.2 Conexión del subsistema de bloque de encendido.

Se desarrollará el subsistema encargado de bloquear el encendido si el sensor detecta alcohol en el aire. Este circuito realizara una apertura de circuito para que por más que se gire la llave o se presione el botón de encendido el sistema sea incapaz de realizar dicha acción.

Es importante mencionar que para motivos prácticos se hará la simulación del encendido del motor del automóvil con un motor de corriente directa, debido a que esto no es significativo para que el circuito funcione en el automóvil, lo importante es que sea capaz de hacer una apertura en el circuito y de esta forma.

La conexión entre el módulo de relé y el Arduino es bastante simple, ya que lo único que tenemos que hacer es conectar los pines de la siguiente forma:

Módulo Relee	Arduino
VCC	5V
IN	D2
GND	GND

Tabla 6 Especificaciones de la Tarjeta Arduino Mega 2560

Fuente: Elaboración propia.

En la primera parte del relevador simplemente se realiza la conexión de algún aparato eléctrico del cual se requiera su control. Unos de los hilos eléctricos van directamente del enchufe al aparato y el otro es cortado por el relee. Como se poder ver en la Fig. 44:

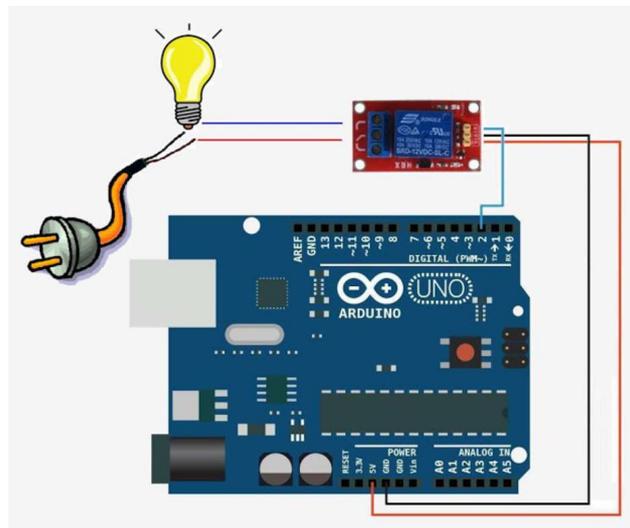


Fig. 44 Conexión de un aparato eléctrico al módulo.

La Fig. 45 muestra la conexión del módulo con la tarjeta Arduino, se puede observar que se está alimentando el módulo con 5 volts proporcionados por la tarjeta y también se conectó (cable blanco) la señal que recibirá el relé al pin numero 2.

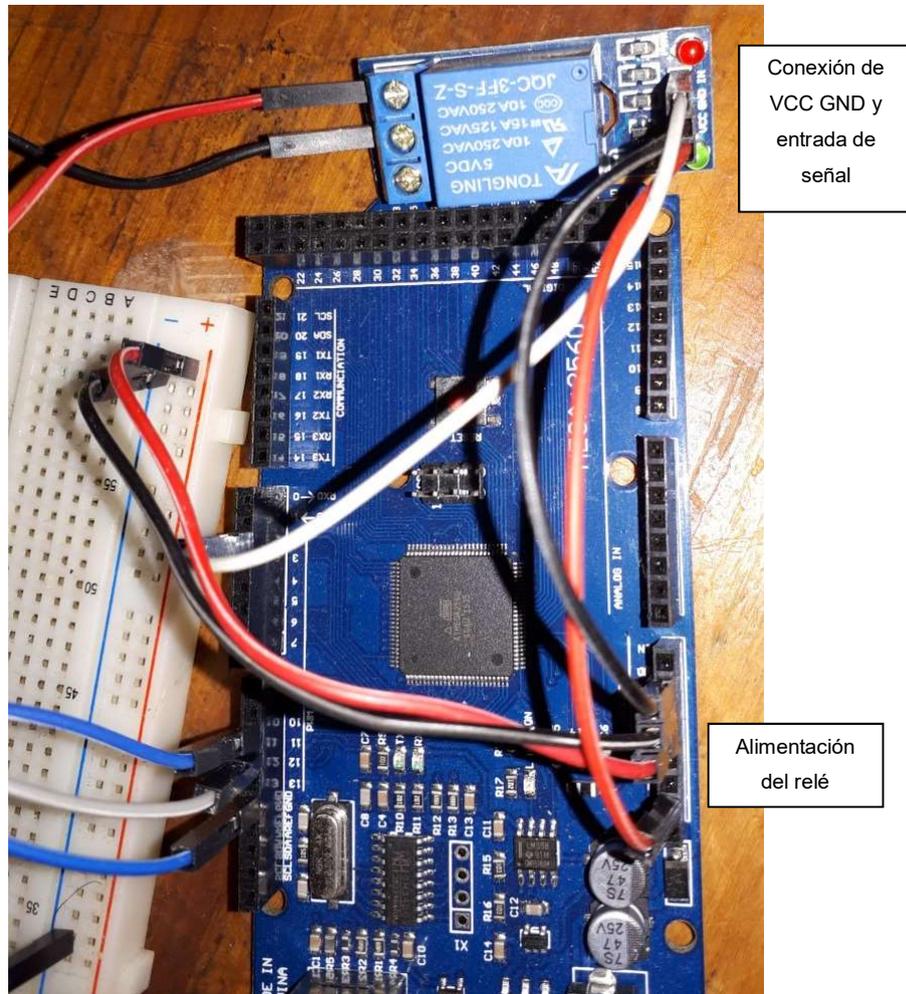
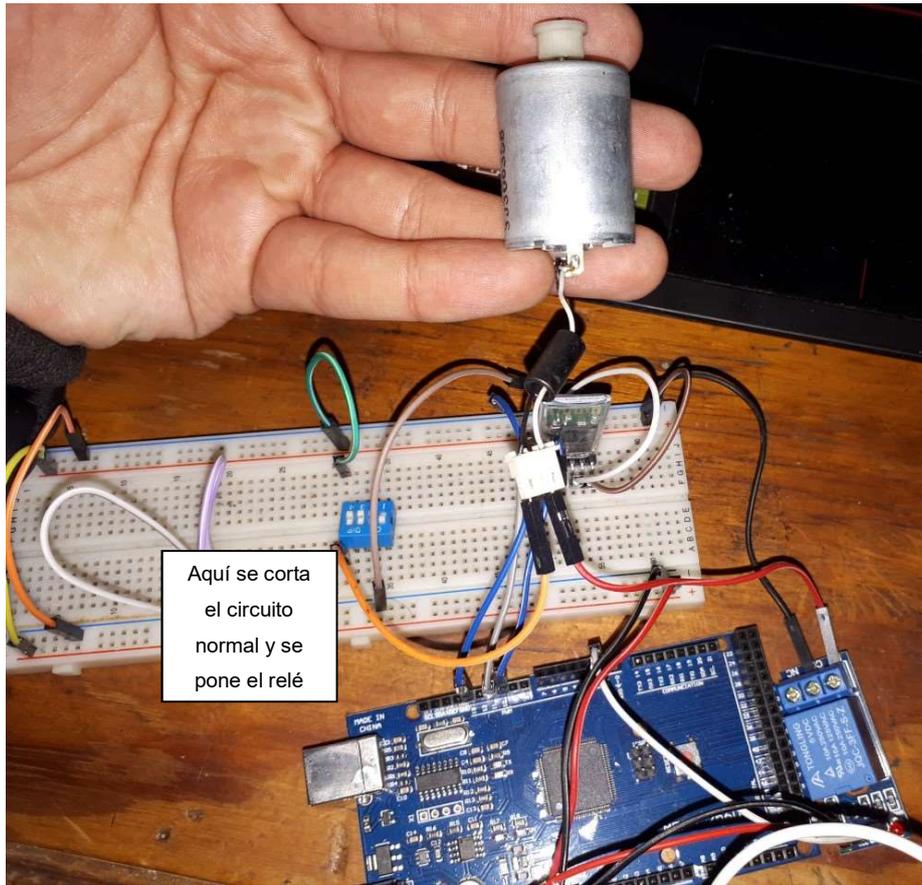


Fig. 45 Conexión del módulo Relé con Arduino Mega

Fuente: Elaboración propia.

En la Fig. 46 se puede observar que la simulación del arranque y paro de un motor se realizara por medio de un motor pequeño, este circuito tiene dos partes, la primera es el encendido normal simulado por un interruptor alto bajo, es decir encendido o apagado. Si el sensor no detecta alcohol el encendido del motor se realizará de forma directa, pero si el sensor detecta alcohol en el ambiente entonces entra en juego el relé, que se encargará de bloquear el encendido, aunque se suba el switch el motor no va a encender.

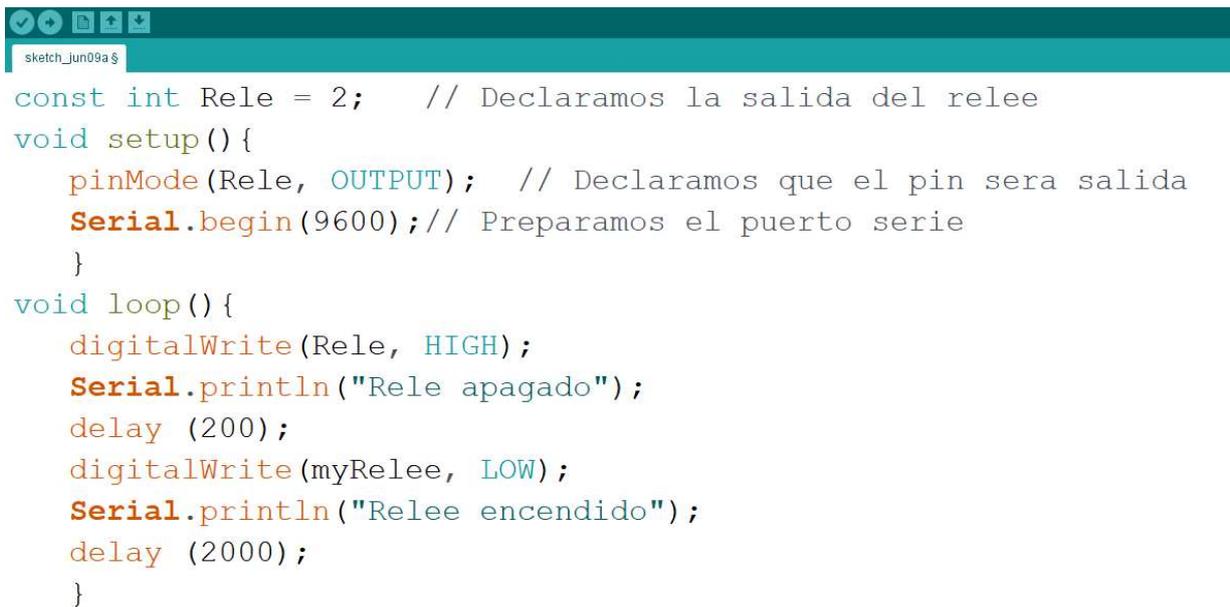


**Fig. 46 Acoplamiento de motor con relé.**

Fuente: Elaboración propia.

Después de haber realizado las conexiones debidas ahora es necesario ligar el código del sensor con un nuevo código que se encargue de controlar al relevador con respecto a la señal que reciba el sensor.

Para poder realizar la apertura y el cierre del circuito por medio de nuestro modulo, se requiere implementar el siguiente código Fig. 47 de programación:

The image shows a screenshot of an IDE window titled "sketch\_Jun09a \$". The code is written in C++ and is intended for an Arduino microcontroller. It defines a constant integer 'Rele' with the value 2, representing the pin number for the relay. The 'setup()' function initializes the pin mode to 'OUTPUT' and starts the serial communication at 9600 baud. The 'loop()' function toggles the relay state: it first sets the pin to 'HIGH' (turning the relay off), prints "Rele apagado" to the serial monitor, and delays for 200 milliseconds. Then, it sets the pin to 'LOW' (turning the relay on), prints "Relee encendido" to the serial monitor, and delays for 2000 milliseconds before repeating the cycle.

```
const int Rele = 2; // Declaramos la salida del rele
void setup() {
  pinMode(Rele, OUTPUT); // Declaramos que el pin sera salida
  Serial.begin(9600); // Preparamos el puerto serie
}
void loop() {
  digitalWrite(Rele, HIGH);
  Serial.println("Rele apagado");
  delay (200);
  digitalWrite(myRelee, LOW);
  Serial.println("Relee encendido");
  delay (2000);
}
```

Fig. 47 Código de programación de módulo relevador

Como primer ejemplo se realizará un programa que se encargue solamente de abrir o cerrar el relevador. El Pin que se encargará de la apertura y cierre será el Pin número 2, el cual de principio estará abierto y solo en el caso de que el sensor detecte alcohol en el aire declararemos el sensor como HIGH es decir abriremos el circuito para evitar el encendido del automóvil.

La Fig. 48 muestra la misma programación, pero integrando el relevado con el sensor MQ-3, en donde se tiene una condición if, para limitar las unidades de alcohol en donde se tomarán medidas.

En el caso de este ejemplo se tiene el circuito del encendido cerrado solo si no excede un límite de 100 unidades de alcohol en la lectura del sensor. Si se excede esa cantidad, entonces entra la otra condición que se encargara de abrir el circuito de encendido del automóvil.

```

#include <SoftwareSerial.h> // Incluimos la librería SoftwareSerial
SoftwareSerial BT(10,11); // Definimos los pines RX y TX del Arduino conectados al Bluetooth
int estado=0;

void setup()
{
  BT.begin(9600); // Inicializamos el puerto serie BT (Para Modo AT 2)
  Serial.begin(9600); // Inicializamos el puerto serie
}

void loop()
{
  int adc_MQ = analogRead(A0);
  Serial.print(adc_MQ);
  Serial.print('\n');
  Serial.println(estado);
  delay(100);

  if(BT.available()) // Si llega un dato por el puerto BT se envía al monitor serial
  {
    Serial.print('\n');
    estado = BT.read();
    Serial.println(estado);
    Serial.print('\n');
    Serial.print('\n');
  }
}

```

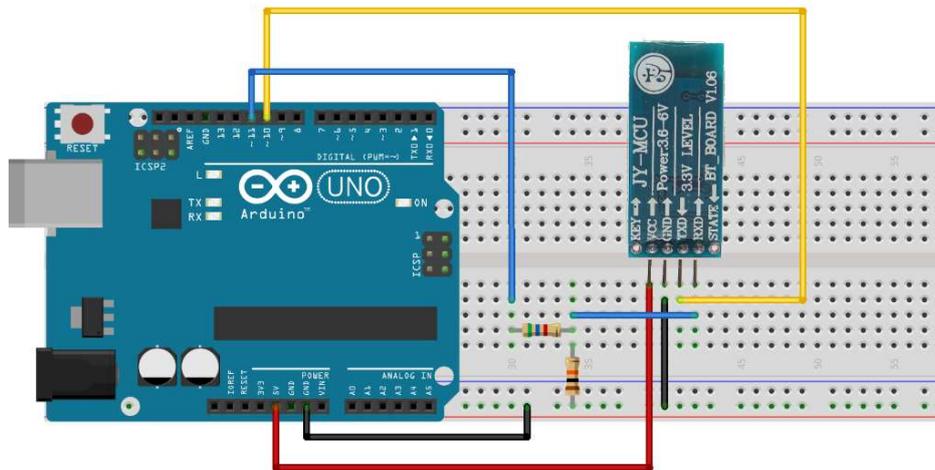
**Fig. 48 Programación de sensor y relé**

Fuente: Elaboración Propia.

### 4.3 Conexión del subsistema de comunicación.

Se desarrollará el subsistema que se encargará de realizar la conexión entre nuestro dispositivo móvil con sistema operativo Android y nuestro sistema de seguridad.

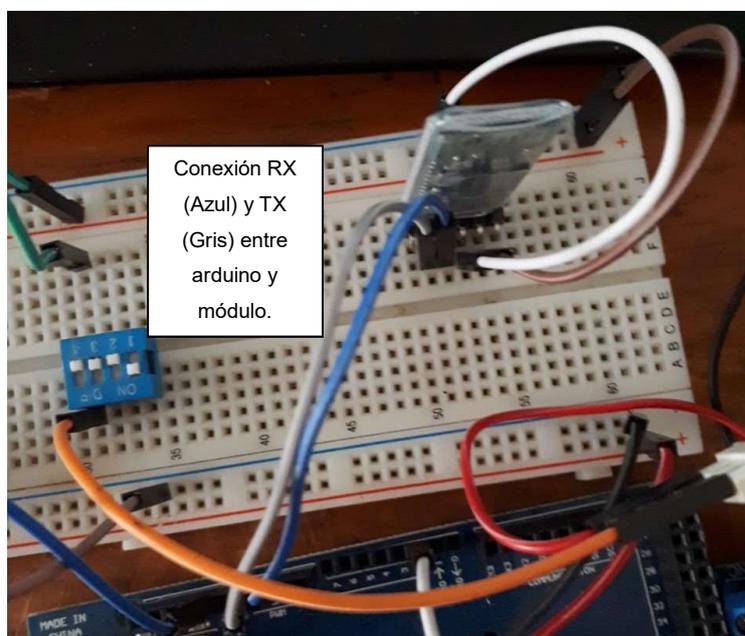
La conexión entre el módulo HC-6 seleccionado y la tarjeta Arduino se realiza como lo muestra la Fig. 49. Podemos observar La tarjeta Arduino se encargará de alimentar el módulo. Como ya se vio en capítulos pasados, la tarjeta Arduino Mega cuenta con entradas llamadas TX y RX, a estas entradas simplemente se conectan las señales cruzadas provenientes del módulo Bluetooth. Es decir, la salida RX del bluetooth a la entrada TX de la tarjeta Arduino y viceversa.



**Fig. 49** Conexión del módulo Bluetooth con tarjeta Arduino.

Fuente: (Configuración del módulo bluetooth HC-06 usando comandos AT)

La Fig. 50 muestra la conexión física realizada para el correcto funcionamiento del módulo.



**Fig. 50** Conexión del módulo Bluetooth con Arduino

Fuente: Elaboración propia.

La conexión más importante y que no se debe olvidar es la siguiente como se observa también en la Fig. 50. La salida RX del módulo bluetooth va a la entrada TX de la tarjeta Arduino, la salida TX del módulo bluetooth va a la entrada RX de la tarjeta Arduino.

Ahora es necesario realizar la interacción de las 3 partes desarrolladas hasta el momento, por ello es necesario emplear el código de la Fig. 51.

```
#include <SoftwareSerial.h> // Incluimos la librería SoftwareSerial
SoftwareSerial BT(10,11); // Definimos los pines RX y TX del Arduino conectados al Bluetooth
int estado=0;

void setup()
{
  BT.begin(9600); // Inicializamos el puerto serie BT (Para Modo AT 2)
  Serial.begin(9600); // Inicializamos el puerto serie
}

void loop()
{
  int adc_MQ = analogRead(A0);
  Serial.print(adc_MQ);
  Serial.print('\n');
  Serial.println(estado);
  delay(100);

  if(BT.available()) // Si llega un dato por el puerto BT se envía al monitor serial
  {
    Serial.print('\n');
    estado = BT.read();
    Serial.println(estado);
    Serial.print('\n');
    Serial.print('\n');
  }
}
```

**Fig. 51 Programación del módulo Bluetooth**

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la Fig. 51, se declara como pines de entrada para el módulo bluetooth los pines 10 y 11 los cuales fungirán como las entradas RX y TX, en éste programa se lee la interacción con un programa previamente instalado en un dispositivo Android, el cual simplemente manda una señal, la cual lee el programa y si esa señal es

el leída por la tarjeta entonces imprime un estado de encendido, si no entonces entra al siguiente if con el cual se imprime un estado de incomunicado.

#### **4.4 Desarrollo de la aplicación.**

Como ya se mencionó en anteriores capítulos el desarrollo de la aplicación se llevar a cabo por medio de la herramienta AppInventor.

Esta aplicación se encargará en caso de que el sensor detecte alcohol en el interior del automóvil de realizar un cuestionario con el cual se pretende medir las capacidades del individuo que intenta realizar la conducción. Si el conductor tiene el número necesario de respuestas correctas en la aplicación, el programa envía una señal vía bluetooth a la tarjeta Arduino la cual recibirá un código de desbloqueo para volver a cerrar el circuito del encendido del carro.

Cuando el cuestionario que realizara el conductor no es aprobado, entonces el sistema genera un código que en un segundo alcance propuesto del sistema será enviado al familiar que previamente haya seleccionado, para que él sea quien ingrese el código de verificación y pueda realizar la conducción del automóvil.

Para la implementación de la aplicación se tiene una primera pantalla, en la Fig. 52 se muestra el menú principal en el cual se podrá establecer la conexión entre el dispositivo y el módulo bluetooth HC-6 por medio del botón superior.

Los dos botones restantes realizan las siguientes acciones:

- Comenzar test: Comienza la prueba para determinar capacidad del conductor.
- Ingresar Datos: Te redirecciona a la pantalla que se encargará de recopilar los datos del usuario de la aplicación.



**Fig. 52 Menú de aplicación**

Fuente: Elaboración personal.

Para cada pantalla realizada en AppInventor, es necesario también realizar la programación que determinará las acciones de los componentes visuales, en la Fig. 53 se muestra la programación que se llama BackEnd en un proyecto.

De acuerdo con la programación requerida se debe establecer la conexión con el dispositivo bluetooth, lo cual se realiza por la variable llamada conexión la cual te muestra todos los dispositivos bluetooth cercanos, al momento de dar click en alguno entonces se establece la conexión con dicho dispositivo y el móvil donde este instalada la aplicación.

También se le da la funcionalidad debida a los dos botones, diciendo que cuando se da click entonces realiza una acción, en este caso te redirecciona a la pantalla correspondiente dentro de la aplicación.

También se añadió un botón con el cual se puede salir de la aplicación en cualquier momento.

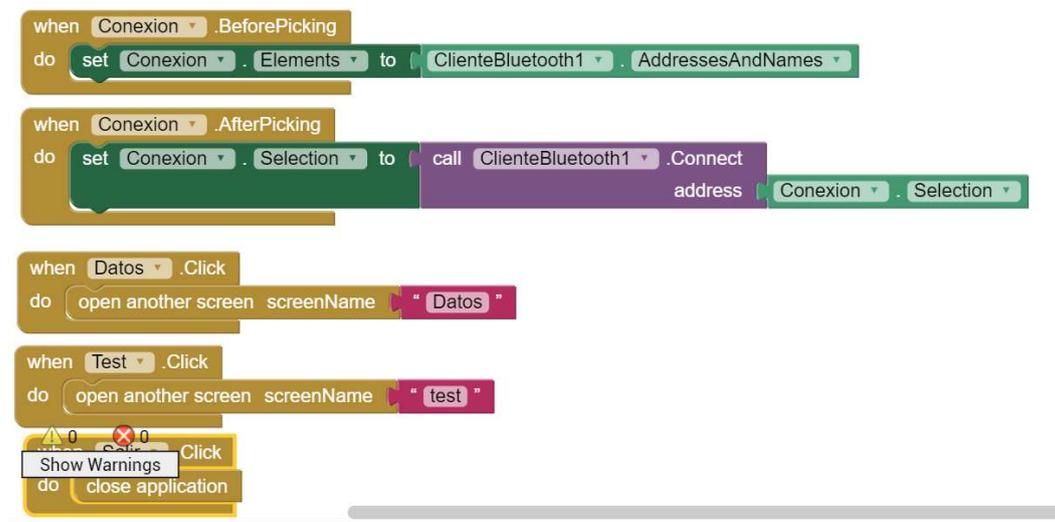


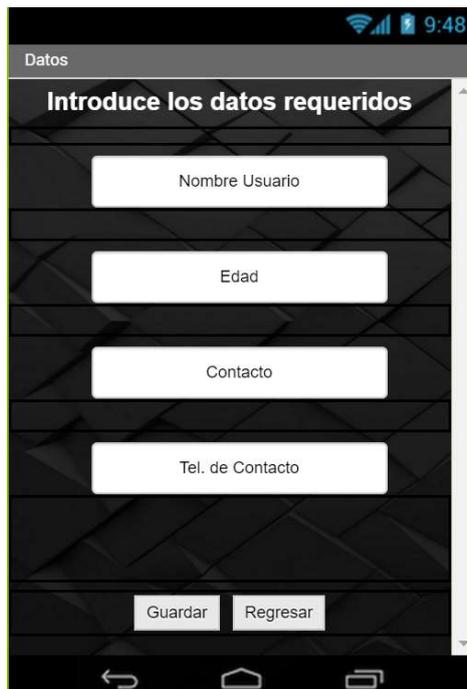
Fig. 53 Programación de la pantalla de menú de la aplicación.

Fuente: Elaboración propia.

La siguiente acción por parte del usuario en el momento de descargar e instalar la aplicación sería dar click en el botón de datos de usuario para poder realizar el llenado de la información requerida por la aplicación (Fig. 54).

Los datos requeridos por la aplicación son el nombre del usuario, su edad y también el nombre de una persona que el elija como responsable en caso de no poder manejar y también deberá ingresar su número telefónico.

Con esta información se pretende en un segundo alcance para el proyecto, poder enviar un mensaje a la persona responsable del conductor, en el cual se pueda enviar su ubicación y un código de desbloqueo en caso de que el conductor no haya pasado aprobatoriamente el test, código con el cual se puede realizar el desbloqueo del automóvil.



**Fig. 54** Pantalla de ingreso de Datos de aplicación

Fuente: Elaboración propia.

De igual forma para cada pantalla se requiere un código para realizar las sanciones debidas. En este caso se almacenan los datos ingresados por el usuario dentro de una base de datos interna de la herramienta AppInventor cuyo almacenamiento es gratuito.

Se crean las variables que se encargaran de guardar el valor ingresado por el usuario en este caso las variables son:

- UsuarioAcohol
- EdadAlcohol
- ContactoAlcohol
- Telefono Alcohol

Las cuales son almacenadas en la base de datos interna de la herramienta llamada TinyBD.

En el momento en el que el usuario da click en guardar entonces se ejecuta el almacenamiento de los datos ingresados.

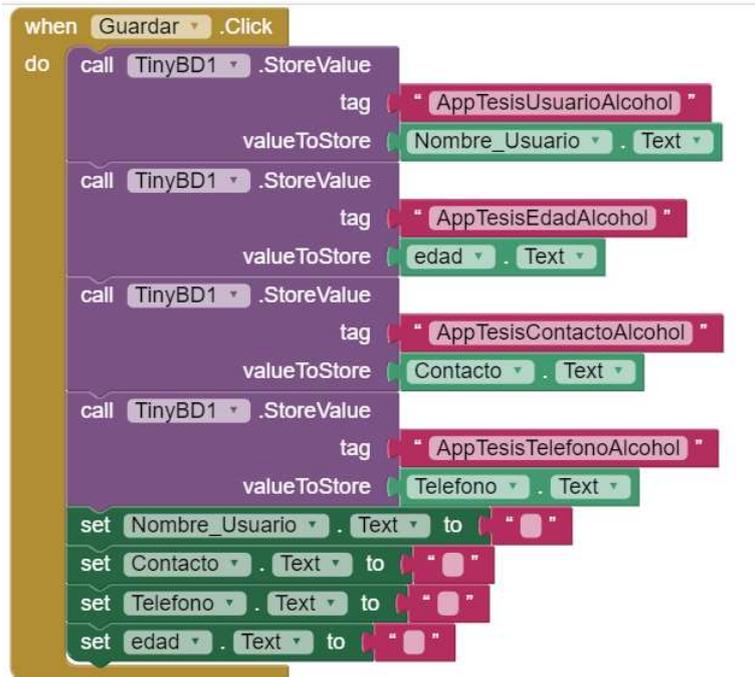


Fig. 55 Programación de pantalla de datos.

Fuente: Elaboración Propia.

La última pantalla corresponde al cuestionario que debe de realizar el individuo que desea desbloquear el encendido del automóvil (Fig. 55).

Las preguntas realizadas son preguntas de tipo lógico y deducción, en la parte superior de la pantalla se muestra la pregunta a contestar junto con la puntuación obtenida. Por cuestiones de prueba la puntuación mínima es 4 y la máxima es 5; sin embargo, en el Anexo A, se podrán encontrar más ejemplos de preguntas que se incluirán en el cuestionario.

En la parte de en medio se muestra la pregunta que deberá contestar el conductor.

En la parte inferior se presentan las respuestas a seleccionar. Se dan 3 opciones, las tres pretenden ser muy acercadas a la real para que el individuo deba de esforzarse un poco más para elegir la respuesta correcta.

Se tiene un banco de preguntas en la aplicación, las cuales son seleccionadas de forma aleatoria por parte del sistema, esto evitara que las preguntas siempre sean las mismas.

Se pretende que cada que se realice un cuestionario las preguntas que se tengan que resolver sean distintas. En la sección de anexos se puede encontrar una sección más amplia de preguntas contenidas en el cuestionario (Anexo A).



**Fig. 56 Pantalla de cuestionario.**

Fuente: Elaboración propia.

```

initialize global PreguntaActual to create empty list
initialize global Preguntas to create empty list

initialize global Pregunta1 to create empty list
initialize global Pregunta2 to create empty list
initialize global Pregunta3 to create empty list
initialize global Pregunta4 to create empty list
initialize global Pregunta5 to create empty list

when test .Initialize
do call Reiniciar

to Reiniciar
do
set global Pregunta1 to make a list "¿Cuanto es 2+3-10?"
"5"
"-5"
"-5"
set global Pregunta2 to make a list "¿Cuanto es 13x4?"
"20"

```

Fig. 57 Fragmento de código de test.

Fuente: Elaboración propia.

Las preguntas seleccionadas para el test son del tipo razonamiento lógico como el ejemplo siguiente:

Si Ángela habla más bajo que Rosa y Celia habla más alto que Rosa, ¿habla Ángela más alto o más bajo que Celia?

- Rosa habla más bajo que Ángela
- Ángela habla más bajo que Rosa
- No se puede saber
- Ángela habla más alto que Rosa

La respuesta correcta es que Ángeles habla más bajo que Rosa. Según el trabajo de investigación previo, pequeñas cantidades de alcohol en el cuerpo entre otras cosas comienzan a provocar un razonamiento cada vez más pausado, por lo que la lógica de razonamiento del individuo se ve afectada completamente. Es por ello por lo que este tipo de cuestionarios pueden brindarnos datos con los que podemos definir si el razonamiento del individuo ésta afectado por algún agente externo.

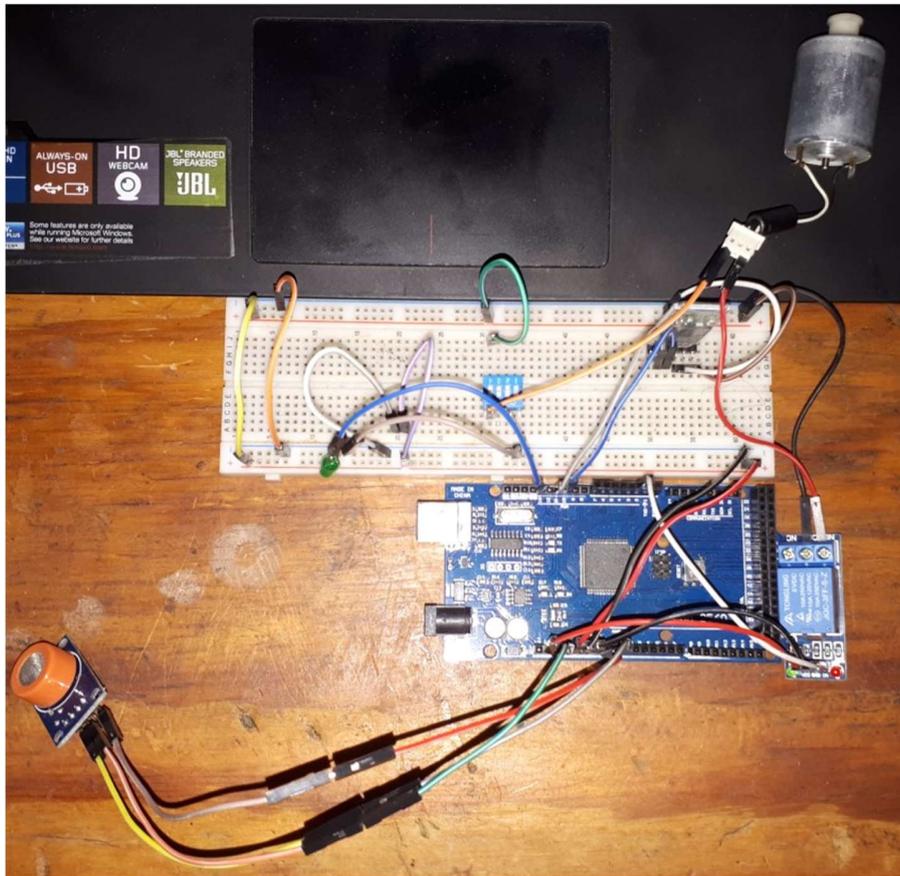
Si las preguntas de algún grupo seleccionado resultan ser muy difíciles para el conductor, siempre se podrá volver a realizar el test.

En otro alcance del proyecto se pretende algún tipo de seguridad con la que se pueda asegurar que la persona que va a realizar el test es la misma que va a conducir. Sin embargo, nunca se podrá eliminar la intervención del hombre en el sistema por lo que se podrán presentar alteraciones.

#### **4.3 Conexión de todo el sistema de seguridad y pruebas.**

Después de haber realizado la conexión y la programación de todos los subsistemas, es necesario conjuntarlos bajo una misma lógica de programación principalmente.

La Fig. 58 muestra todos los dispositivos acoplados en la tarjeta Arduino, se pretende que, a la hora de instalarlos en un automóvil, simplemente se tenga que colocar una caja contenedora de la tarjeta Arduino en cualquier lugar donde disponga el conductor, las medidas del módulo serán de 15 x5. El único dispositivo que requiere estar fuera es el sensor que vendrá con un pegamento especial para que se pueda colocar dentro del tablero del automóvil.



**Fig. 58 Conexión completa del sistema de seguridad.**

Fuente: Elaboración propia.

Las modificaciones a la programación se ven reflejadas en el código de a Fig. 59, se realizó la unión del código con las especificaciones requeridas.

```

if(BT.available()) // Si llega un dato por el puerto BT se envía al monitor serial
{
  Serial.print('\n');
  estado = BT.read();
  Serial.println(estado);
  Serial.print('\n');
  Serial.print('\n');
}
digitalWrite(Rele, LOW);
if((adc_MQ>300) or (estado==50))
{
  digitalWrite(13, HIGH);
  digitalWrite(Rele, HIGH);
  Serial.println("Motor apagado");
  Serial.print("Alcohol Detectado");
  Serial.print('\n');
  if((estado==49) )
  {
    estado=0;
  }
  adc_MQ=0;
  digitalWrite(13, LOW);
  digitalWrite(Rele, LOW);
  delay(600);
  Serial.println("Motor encendido");
  Serial.print('\n');
}
}

```

**Fig. 59** Prigrama final del sistema de seguridad

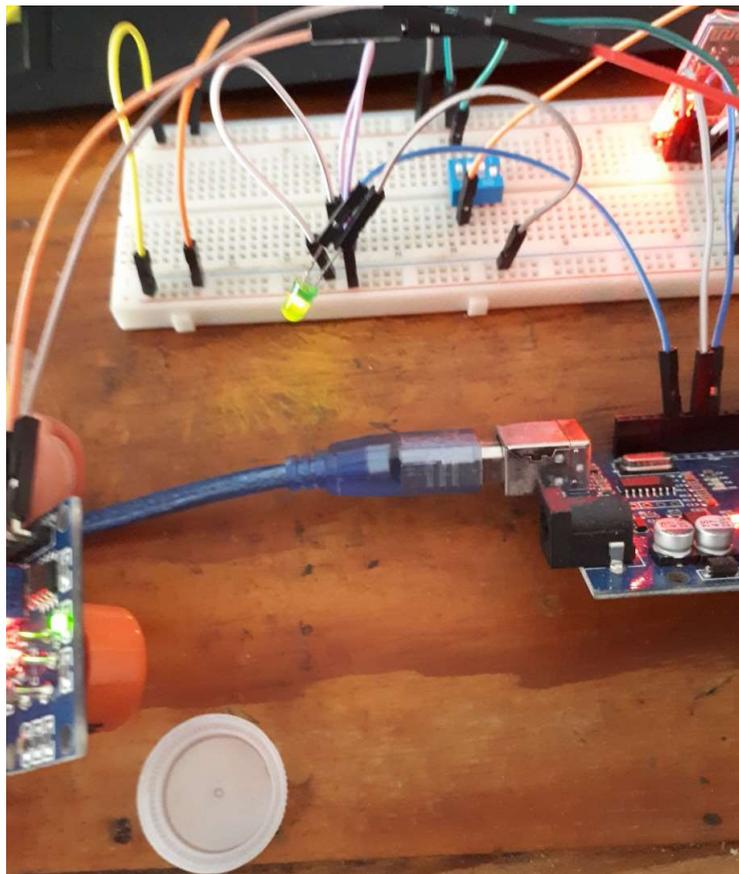
Fuente: Elaboración propia.

En la Fig. 59 se puede observar que existen dos restricciones una es que exista una alteración en los índices de lectura del sensor mayores a cierta cantidad de unidades de alcohol en el aire, y la otra es que se tenga un valor de respuesta por parte del dispositivo bluetooth. La primera condición (if) se encarga de abrir el circuito para evitar el encendido del automóvil. Las condiciones para que esto pase son o que el sensor detecte un nivel superior a 70 unidades, o que se reciba una señal negativa por parte del bluetooth. La siguiente condición se activa por default al inicio del sistema y también cuando la respuesta del dispositivo Bluetooth es positiva.

De esta forma se tiene el control del encendido del automóvil por medio de la aplicación instalada en algún dispositivo móvil con sistema operativo Android.

### 4.3.1 Pruebas

Las primeras pruebas se realizaron por medio de una botella de alcohol, la cual al momento de acercarla al sensor debería entonces detener el motor. Las reacciones del sistema fueron diversas, dependiendo del tipo de alcohol con el que se realizaron las pruebas (Fig. 60). Es decir, de acuerdo con la concentración de alcohol en la bebida seleccionada se veía una mejor o peor reacción del sistema. Por lo que se llegó a la conclusión de bajar el rango por el cual el sistema se bloquea, es decir antes se habían puesto 70 unidades de alcohol en el aire para que el dispositivo realizara la acción de bloqueo, in embargo producto de las pruebas se determinó que el mejor número era 50 unidades. Como se puede observar en la imagen por medio del led encendido el sensor detecto alcohol y abrió el sistema de arranque.



**Fig. 60** Primer prueba de alcohol.

Fuente: Elaboración propia.

Las siguientes pruebas consistieron en impregnar la ropa con alcohol (Fig. 61), lo cual tuvo un resultado favorable, debido a la modificación mencionada en la prueba anterior.

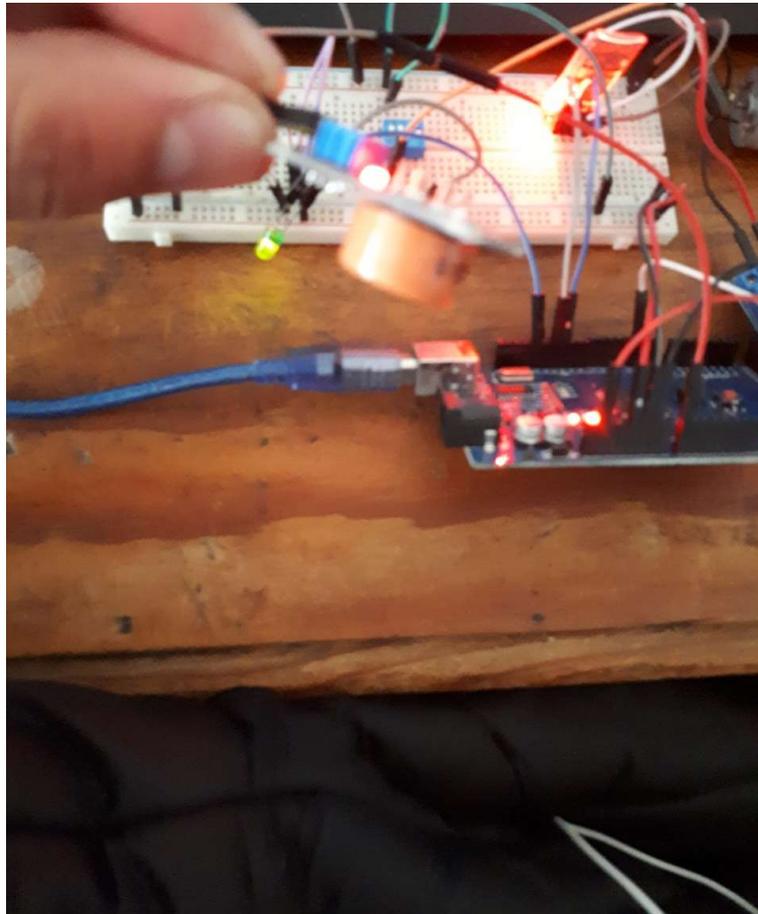


Fig. 61 Prueba 2 del sensor con alcohol en la ropa.

De nuevo el sensor detecto el alcohol impregnado en la ropa y se encendido el led bloqueando también el sistema de encendido del automóvil. Sin embargo, aunque las pruebas fueron satisfactorias, debemos de considerar las distancias reales dentro de la cabina del automóvil, es decir, tenemos que comprobar si la distancia a la que se colocaría el sensor no afecta el funcionamiento del mismo.

Por ésta misma razón, se hicieron pruebas haciendo una presentación del sensor en la posición sugerida para el cliente con la que se pueda realizar las funciones del sistema de forma satisfactoria.

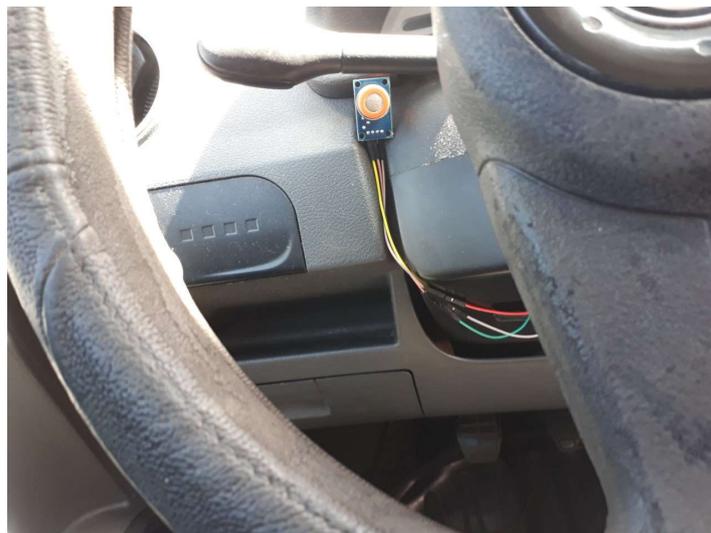


**Fig. 62 Interior de Pointer 2008**

Fuente: Elaboración propia.

Las pruebas se realizaron al interior de un Pointer 2008, tiene las medidas estándares de un carro mediano. Por lo que los resultados se pueden considerar para automóviles aun de menor tamaño.

El sensor se colocó en la parte de abajo del tablero (Fig. 63), en la parte posterior del volante, tratando de dirigir el sensor hacia el conductor del vehículo.



**Fig. 63 Pruebas de sensor dentro de un automóvil.**

La distancia entre el sensor y el asiento es aproximadamente de 67cm (Fig. 64) esto colocando el asiento en una distancia media y sin tomar en cuenta las proporciones del conductor, las cuales reducirán la distancia aún más.



**Fig. 64** Distancia entre sensor y asiento de carro.

Fuente: Elaboración propia.

En esta prueba se impregno el asiento de alcohol, sin embargo, el sensor no respondió hasta que se aumentó la cantidad de alcohol, por lo que esto llevo a modificar de nuevo el parámetro de entrada al sistema a 40 unidades, con lo que se veía una mejor interacción entre el sensor y el alcohol impregnado en el asiento. También acercando el sensor al menos 5 centímetros las dificultades desaparecieron y el sensor realizaba su labor de forma normal.

Si consideramos aún el espacio ocupado por el conductor dentro del automóvil, podemos afirmar que no se tendría ningún problema con el sensado del alcohol en el aire.

## **Capítulo V Conclusiones**

---

Al comenzar la investigación de la presente tesis, la finalidad principal fue desarrollar un sistema de seguridad para la prevención de accidentes causados por el consumo de alcohol considerando la problemática ya descrita, se planteó el desarrollo del sistema de seguridad con las características que cubrieran ciertos objetivos particulares.

El desarrollo del sistema de seguridad derivó de la conjunción de conocimientos múltiples debido a sus características, principalmente tomando en cuenta que se hizo un desarrollo de software y hardware, esto representa también una ventaja sobre otros prototipos, pues se hace uso no solamente de un dispositivo de lectura de alcohol y bloque de arranque, sino también interviene el desarrollo de una aplicación para dispositivos móviles, con lo cual el sistema de seguridad diseñado tiene dos sistemas de verificación antes de proceder al bloqueo del arranque.

Gracias a la selección de componentes y la investigación de los mismos se logró crear un sistema ameno, el cual no requiere de ninguna acción previa para manejar mientras no se detecte alcohol en el ambiente. Esto facilita la utilización del mismo debido a que el arranque se realizara de forma normal sin pérdidas de tiempo en tanto que el conductor no haya ingerido alcohol. Lo que comparado con la mayoría de los dispositivos previamente citados en el estado del arte, es un gran avance, debido a que la mayoría requiere una lectura previa antes de siquiera querer encender el carro, y esto cada vez que se quiera conducir. La forma sencilla de instalarse permite que sea implementado por casi cualquier propietario de un vehículo, la instalación solo depende de conectar el relevador en el sistema de arranque y colocar la caja que contiene el microcontrolador en cualquier espacio donde le sea cómodo al conductor para después colocar el sensor en una zona prudente para que éste pueda funcionar debidamente; esto representa una de las mayores ventajas del sistema de seguridad creado.

De acuerdo con todos los dispositivos utilizados dentro del sistema se pudo llegar a cumplir el requerimiento de ser un dispositivo económico entre los que ya existen en el mercado, llegando a un costo total aproximado de \$1500 a \$2500 por su desarrollo. Comparando los costos de algunos otros desarrollos de sistemas de seguridad semejantes descritos en capítulos anteriores, se tiene una gran ventaja en cuanto a

costos de desarrollo; lo cual permitirá que sea más fácil para el público en general adquirir este tipo de sistemas.

De acuerdo a la encuesta que se encuentra en el Anexo B, un 80% de los encuestados consumen alcohol, lo que aumenta las posibilidades como lo menciona la OMS, de que se involucren en algún incidente automovilístico. El 70% de los que dijeron consumir alcohol, lo hacía por lo menos 2 veces a la semana, y solo el 30% reconoció que en algún momento condujeron bajo los influjos del alcohol. El 90% de los participantes de la encuesta consideran necesaria la implementación de un sistema de seguridad por lo menos referente al transporte público, sin embargo, tan solo un 50% pondría un dispositivo así por cuenta propia en sus automóviles.

También se aplicó el cuestionario contenido en la aplicación móvil a un grupo de personas, el cuestionario se encarga de tomar la decisión final del sistema para permitir o no el encendido del automóvil así que resultaron fundamentales los resultados de esta prueba. La prueba consistió en aplicar las 5 preguntas contenidas en la aplicación mientras los encuestados no habían ingerido nada de alcohol, el resultado fue del 90% de encuestados que contestaron de forma correcta las 5 preguntas realizadas. Después se realizó la misma prueba a las mismas personas, pero esta vez habiendo ingerido alcohol, los resultados fueron que tan solo el 20% de las personas realizaron el cuestionario con las 5 preguntas correctas. Aunque resulta ser un buen indicador, sabiendo que existe diferencia entre la resolución del cuestionario con o sin alcohol en el organismo; también es importante implementar en futuras correcciones y ajustes del sistema, un método para que el 20% de personas que en este caso tendrían permiso por el sistema para realizar la conducción aun con alcohol; sin embargo, el riesgo que representa éste 20% disminuye, debido a que sus capacidades no se han visto afectadas en gran medida.

La implementación del sistema de seguridad se caracterizó porque las pruebas hechas comprobaron el funcionamiento del sistema garantizaba en un buen porcentaje el cumplimiento de requerimientos establecidos en la base de la investigación.

El sistema cumple con los objetivos planteados en un principio, sin embargo, existen algunos módulos que se le podrían agregar en otras fases de diseño, tales como que el

sistema sea capaz de enviar un mensaje de texto con la ubicación del conductor alcoholizado, también que el cuestionario sea ajustable a las personas que lo resolverán, es decir un sistema capaz de predecir las respuestas de acuerdo al historial de cuestionarios realizados, para identificar las áreas que se ven afectadas cuando la persona ingiere alcohol.

Sin duda, aunque los resultados obtenidos por el sistema de seguridad fueron favorables, también es cierto que requiere un ajuste de seguridad, principalmente para demostrar que la persona que está resolviendo el test, es la misma persona que va a realizar la conducción, de ésta forma y en futuras investigaciones complementarias se puede llegar a reforzar el sistema de seguridad desarrollado.

El uso de este tipo de sistemas es necesario para asegurar cada vez más la integridad de los ocupantes de un automóvil, los de los demás carros y los peatones, de otra forma se seguiría teniendo muchas vidas a expensas de las decisiones de conductores irresponsables.

## Referencias

---

Álvarez, J. L. L. (2004) *Alcohol y tráfico: estudio y análisis de la conducción de vehículos bajo la influencia de bebidas alcohólicas*. 1a. ed.

Arduino - Home (2017). Available at: <https://www.arduino.cc/> (Accessed: 22 November 2017).

Arnold, M. and Osorio, F. (1998) 'Introducción a los Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas', *Departamento de Antropología*, pp. 40–49.

Babor, T. *et al.* (1994) 'Glosario de Términos de Alcohol y Drogas', *World Health*, p. 66. doi: 10.1007/s13398-014-0173-7.2.

Bertalanffy, L. (1989) 'Teoría general de los sistemas. Fundamentos, desarrollo, aplicaciones', *Teoría general de los sistemas*, p. 311. Available at: [http://cienciasyparadigmas.files.wordpress.com/2012/06/teoria-general-de-los-sistemas-\\_fundamentos-desarrollo-aplicacionesludwig-von-bertalanffy.pdf](http://cienciasyparadigmas.files.wordpress.com/2012/06/teoria-general-de-los-sistemas-_fundamentos-desarrollo-aplicacionesludwig-von-bertalanffy.pdf).

Casado, Ó. G. (2013) 'Sistema de Seguridad en vehículos ( SiSVe )', p. 206.

Central, P. and Ram, M. (2010) 'Microcontroladores', pp. 34–69.

*Configuración del módulo bluetooth HC-06 usando comandos AT* (no date). Available at: [http://www.naylampmechatronics.com/blog/15\\_Configuración--del-módulo-bluetooth-HC-06-usa.html](http://www.naylampmechatronics.com/blog/15_Configuración--del-módulo-bluetooth-HC-06-usa.html) (Accessed: 23 November 2017).

Divinorum, S. (2015) 'Análisis del Consumo de Sustancias en México. Comisión nacional contra las adicciones', *Informe ejecutivo*, Análisis d, p. 10.

Estruch, R. (2002) 'Efectos del alcohol en la fisiología humana', in.

Fallis, a. . (2013) 'Efectos del alcohol en el sistema nervioso', *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53, pp. 1689–1699. doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.

Freud, S. (1979) 'Capítulo VII. Sensores', *La Identificación” en Obras Completas Psicología de ...*, pp. 108–136.

Gabriel Sezanayev (2012) 'System and method for preventing driving of a vehicle by an alcohol intoxicated person'. Available at:

[https://www.google.com.mx/patents/US8760300?dq=alcohol+driving+safety+system&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwi8\\_eGOouPYAhUQNKwKHVHIA1oQ6AEIVTAF](https://www.google.com.mx/patents/US8760300?dq=alcohol+driving+safety+system&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwi8_eGOouPYAhUQNKwKHVHIA1oQ6AEIVTAF)  
(Accessed: 18 January 2018).

Hans Matthiesen, J. D. S. (1997) 'Alcohol safety system e.g. for vehicle driver'. Available at:

[https://www.google.com.mx/patents/DE19742261A1?cl=en&dq=alcohol+driving+safety+system&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwi8\\_eGOouPYAhUQNKwKHVHIA1oQ6AEIOjAC](https://www.google.com.mx/patents/DE19742261A1?cl=en&dq=alcohol+driving+safety+system&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwi8_eGOouPYAhUQNKwKHVHIA1oQ6AEIOjAC) (Accessed: 19 January 2018).

Herrador, R. E. (2009) 'Guía de Usuario de Arduino', *Universidad de Cordoba*, 1, pp. 8–10.

*Intoxalock bloqueo de arranque | Alcoholímetro para automóvil* (no date). Available at: <https://intoxalock.com/es/dispositivos-bloqueo-de-arranque/> (Accessed: 22 November 2017).

Jairo Téllez Mosquera, M. C. M. (2006) *Alcohol Etílico: Un Tóxico de alto riesgo para la salud humana socialmente aceptado*. Vol. 54 No.

Londoño Clavijo, J. S. and Turriago Jimenez, L. C. (2010) 'Llave Electromecánica para determinación de alcoholemia en conductores de vehículos', *Vasa*, p. 42. Available at: <http://medcontent.metapress.com/index/A65RM03P4874243N.pdf>.

López Carrillo, J. P. and Guerrero Gavirla, B. P. (2014) 'Diseño De Un Etilímetro, Controlador Del Encendido Del Vehículo Mediante Un Sensor De Aliento En El Tablero', p. 109. Available at: <http://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/138>.

Magazine Pro (no date) *Primeros pasos con App Inventor 2*. Available at: <http://codigo21.educacion.navarra.es/autoaprendizaje/primeros-pasos-con-app-inventor-2/> (Accessed: 21 November 2017).

Mena Mena, E. R. and Mullo Casillas, J. L. (2005) 'Diseño Y Construcción De Un Alcoholímetro Para Automóvil Con Dispositivo De Bloqueo', p. 145. Available at: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/3244>.

Millares, F. (2010) 'Psicología', p. 7.

Modesto Castrillón, Antonio C. Dominguez, santiago Candela, Luis Doreste, D. F. (2000) *Fundamentos de informática y programación para ingeniería*.

Molina Rivera, Y. J., Sandoval Cardona, J. and Toledo Franco, S. A. (2012) 'Sistema Operativo Android: Características y Funcionalidad para dispositivos móviles'. Available at: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/2687/1/0053M722.pdf>.

Morelos, S. de S. (2012) 'Accidentes de tránsito y consumo de alcohol'.

OPS/OMS México - OPS/OMS México (2017) *México ocupa el séptimo lugar a nivel mundial en muertes por accidentes de tránsito*; OPS. Available at: [http://www.paho.org/mex/index.php?option=com\\_content&view=article&id=552:mexico-ocupa-septimo-lugar-nivel-mundial-muertes-accidentes-transito-ops&Itemid=](http://www.paho.org/mex/index.php?option=com_content&view=article&id=552:mexico-ocupa-septimo-lugar-nivel-mundial-muertes-accidentes-transito-ops&Itemid=) (Accessed: 30 May 2017).

Organización Panamericana de la Salud (2010) *Beber y conducir*.

Ortega, M. (2013) 'El ciclo de vida de un sistema de información', 1, p. 42. Available at: <http://elvex.ugr.es/idbis/db/docs/lifecycle.pdf>.

Parera, A. M. (2000) *Sistemas de seguridad y confort en vehículos automóviles*. marcombo.

platea.pntic Relé, E. L. and Funcionamiento, P. D. E. (2008) 'El relévador', pp. 1–6.

*Revista cubana de medicina militar*. (no date). Editorial Ciencias Médicas. Available at: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0138-65572004000300007](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-65572004000300007) (Accessed: 16 November 2017).

Revista Drager (2010) 'Bloqueo del arranque para quien abuse del alcohol', pp. 8–13.

Rocío Adriana Aguilar (2017) *Conducir ebrio ya es un delito federal*, *El sol zacatecas*. Available at: <https://www.elsoldezacatecas.com.mx/zacatecas/conducir-ebrio-ya-es-un-delito-federal> (Accessed: 28 September 2017).

Roger Li-Chung Wu (2014) 'Drunk driving prevention system and method with eye symptom detector'. Available at: [https://www.google.com.mx/patents/US9475387?dq=alcohol+driving+safety+system&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwi8\\_eGOouPYAhUQNKwKHVHIA1oQ6AEIMTAB](https://www.google.com.mx/patents/US9475387?dq=alcohol+driving+safety+system&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwi8_eGOouPYAhUQNKwKHVHIA1oQ6AEIMTAB)

(Accessed: 19 January 2018).

Ruiz Guti, M. (2007) 'Manual de Programación Arduino Arduino: Manual de Programación', *Arduino Notebook*, 1, pp. 3–70.

S.A.P., E. M. (2013) 'Bélgica estrena dispositivo que bloquea el vehículo si detecta alcohol en el conductor | Emol.com'. Available at: <http://www.emol.com/noticias/internacional/2013/08/28/616774/belgica-estrena-dispositivo-que-bloquea-el-vehiculo-si-detecta-alcohol-en-el-conductor.html> (Accessed: 22 November 2017).

Salud, S. De and Arbitraje, C. N. De (2011) 'Encuesta Nacional de Adicciones 2011', p. 92.

Secretaría de Salud (2016) 'Aumenta el consumo de alcohol entre jóvenes'.

Secretaria de Seguridad Pública (2017) *Conduce sin Alcohol*. Available at: <http://www.ssp.df.gob.mx/programas.html> (Accessed: 30 May 2017).

SecretariadeSaludMX (2016) *30 por ciento de muertes por accidentes en la vía pública se debe al consumo de alcohol | Secretaría de Salud | Gobierno | gob.mx*. Available at: <https://www.gob.mx/salud/prensa/30-por-ciento-de-muertes-por-accidentes-en-la-via-publica-se-debe-al-consumo-de-alcohol> (Accessed: 30 May 2017).

Sifre, R. B. (2004) *Toxicología clínica*.

Stephanie Sofer (2006) 'Car alcohol monitoring system'. Available at: [https://www.google.com.mx/patents/US7671752?dq=alcohol+driving+safety+system&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwi8\\_eGOouPYAhUQNKwKHVHIA1oQ6AEIQzAD](https://www.google.com.mx/patents/US7671752?dq=alcohol+driving+safety+system&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwi8_eGOouPYAhUQNKwKHVHIA1oQ6AEIQzAD) (Accessed: 19 January 2018).

Tomasi, W. (2003) 'Sistemas de Seguridad', p. 976.

'Una medida para evitar que un conductor ebrio encienda el auto | El Diario NY' (no date). Available at: <https://eldiariony.com/2015/07/28/evitar-conductor-ebrio-encienda-auto/> (Accessed: 22 November 2017).

Unificado, P. and Aplicado, R. (2010) 'Proceso Unificado Rational Aplicado', pp. 99–131. Available at:

[http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/175/A8  
Capitulo 5.pdf?sequence=8.](http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/175/A8Capitulo%205.pdf?sequence=8)

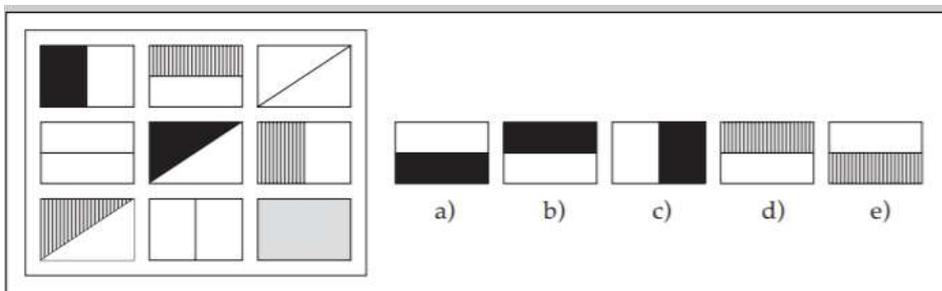
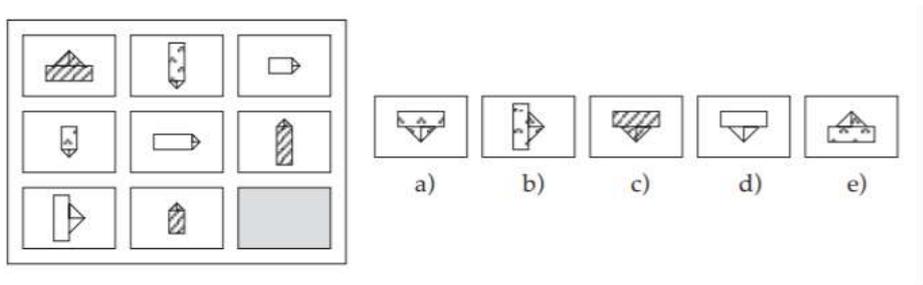
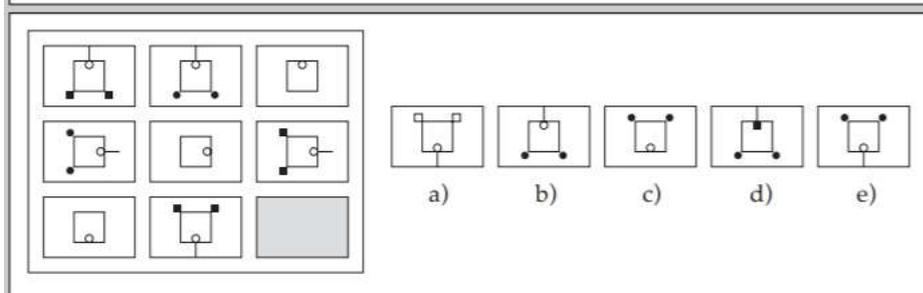
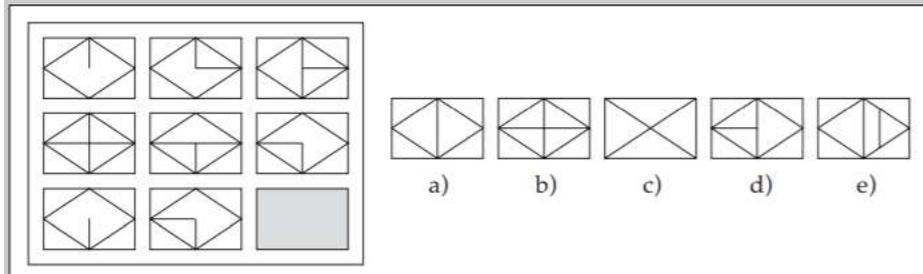
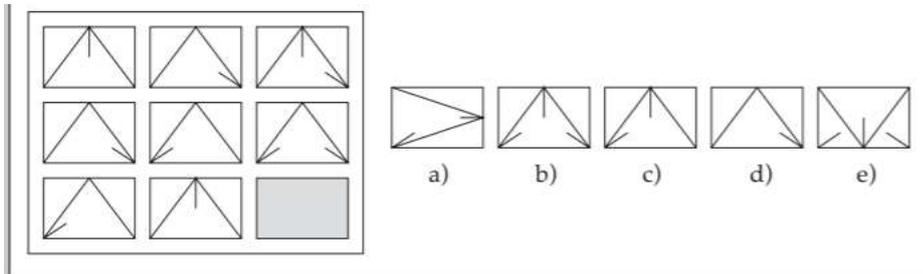
Velazquez, J. M. and Gonzalez de Alameda, J. L. (2004) *Curso elemental de psicología*.  
Selector.

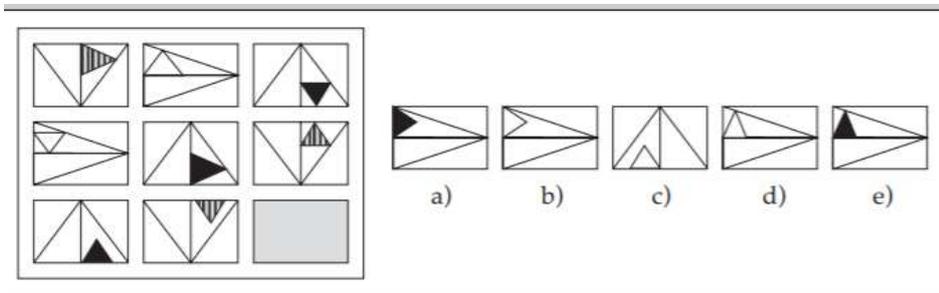
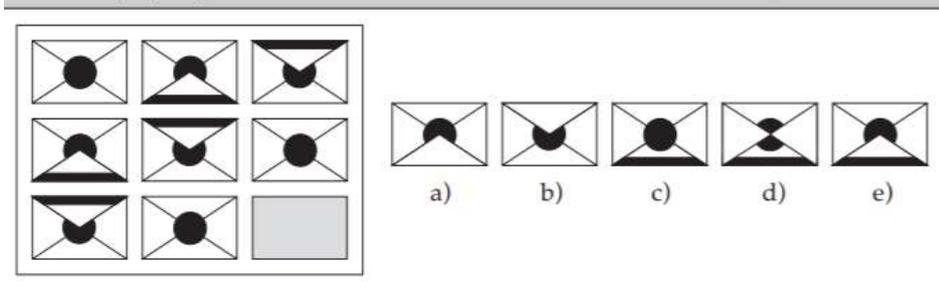
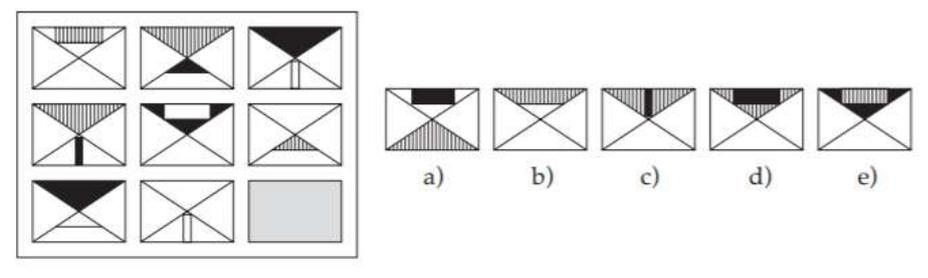
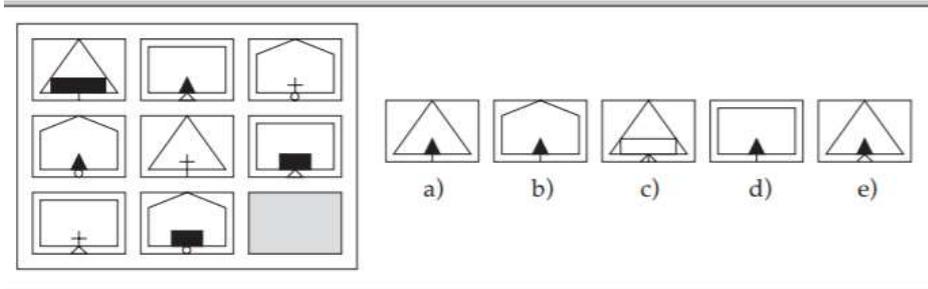
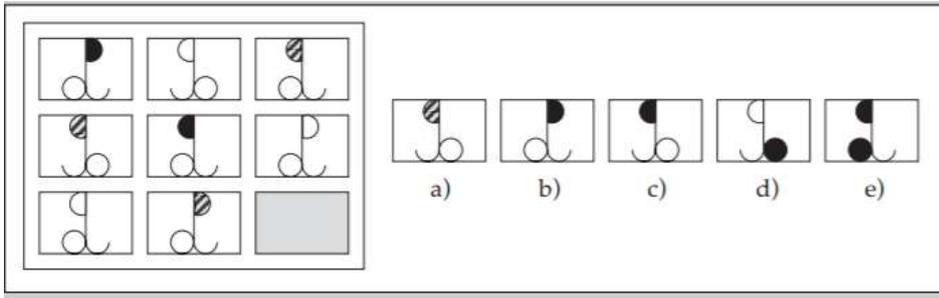
Villalba, H. (2009) 'Electrónica: Componentes Clasificación 1.', p. 190.

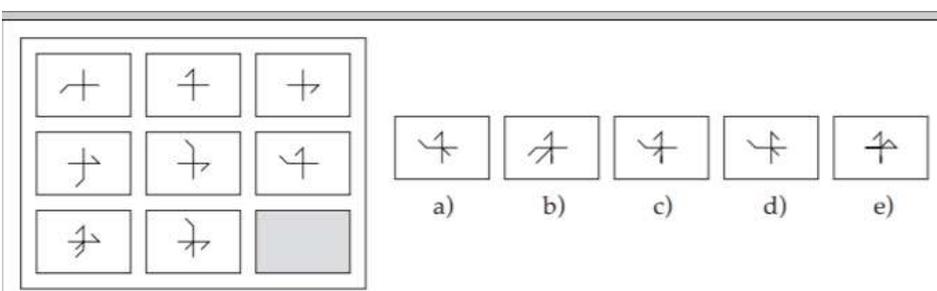
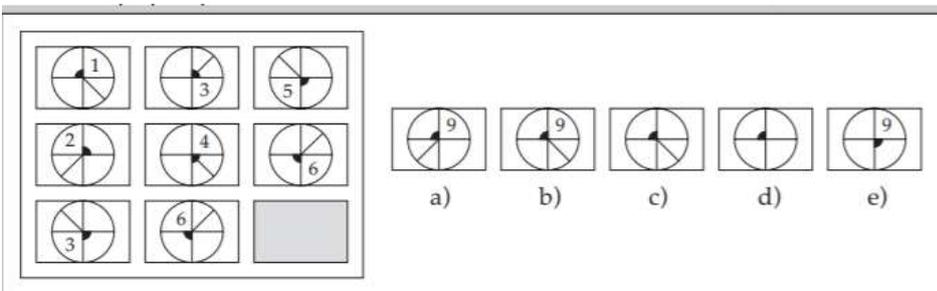
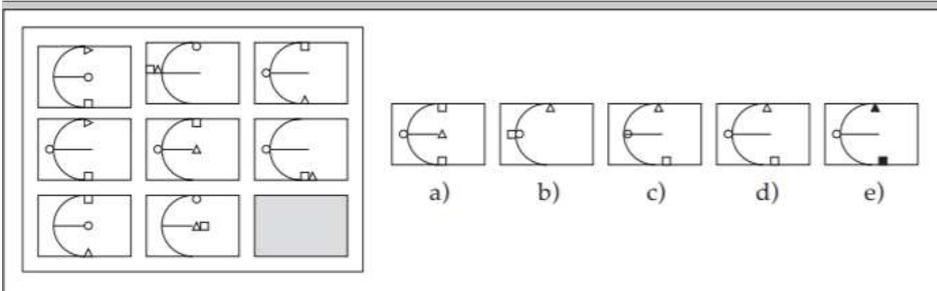
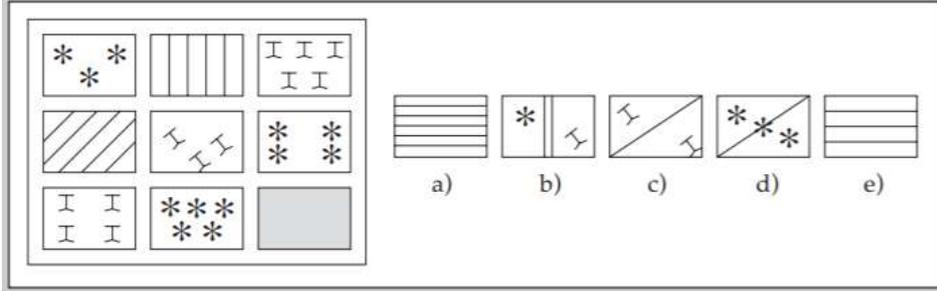
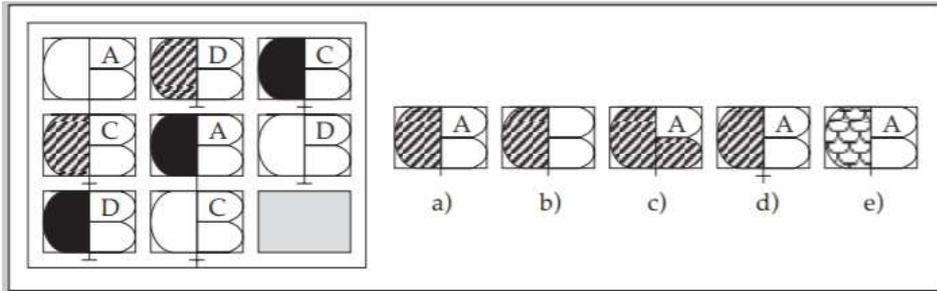
## **Capítulo VI. ANEXOS**

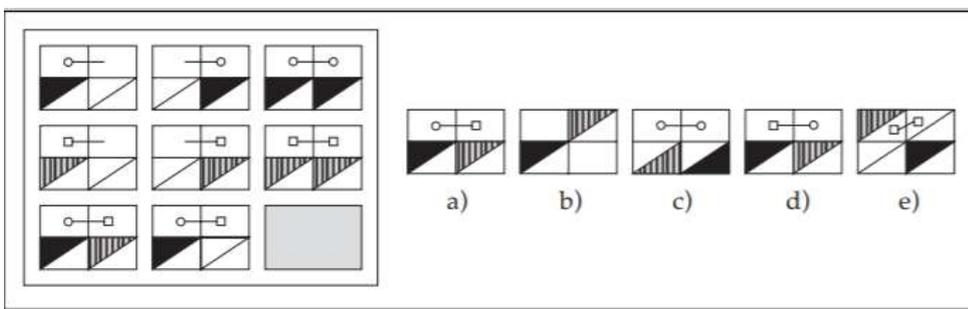
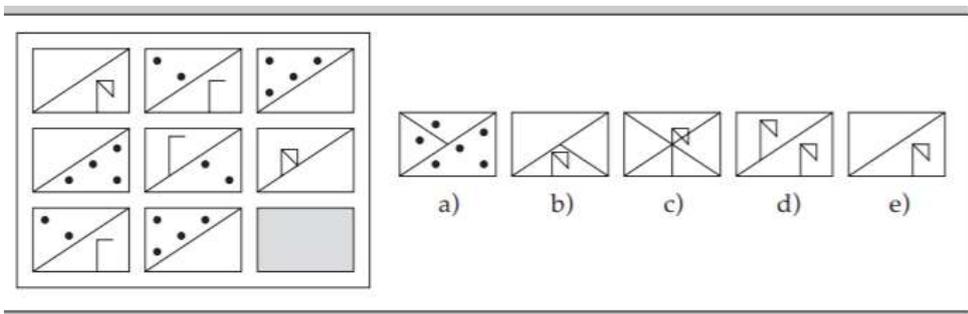
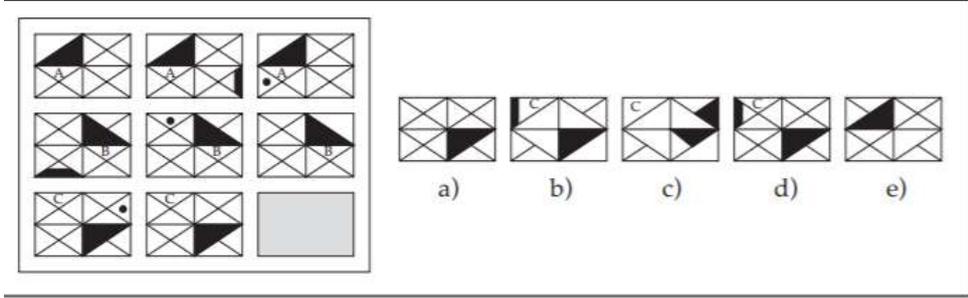
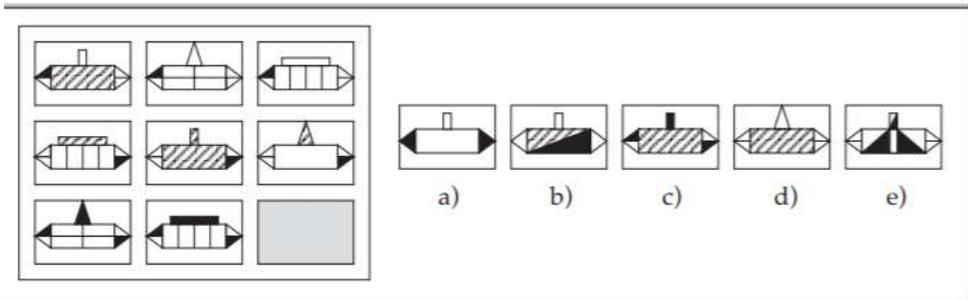
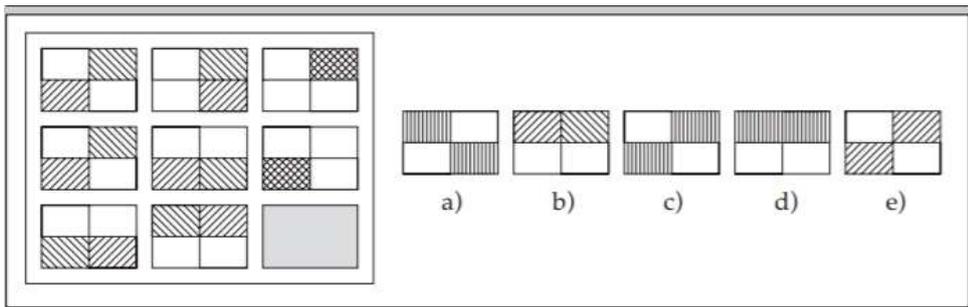
---

**Anexo A.**









## Anexo B. CUESTIONARIO

EDAD \_\_\_\_\_

PROFESIÓN \_\_\_\_\_

1. ¿Consumes alcohol?
2. ¿Con que frecuencia consumes alcohol?
3. ¿Has manejado después de beber uno o más tragos de alcohol?
4. ¿Has sido pasajero de un conductor bajo el influjo del alcohol?
5. ¿Te has visto involucrado en un accidente vial a causa de los influjos del alcohol?
6. ¿Si tuvieras la posibilidad de poner un sistema de seguridad en tu auto para determinar si es adecuado que manejes lo harías?
7. ¿Consideras necesaria la implementación de un sistema de seguridad en el transporte público?

Respuestas del cuestionario correctas Sobrio:

Respuestas del cuestionario correctas con alcohol en el organismo: