

**DISEÑO DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO QUE MIDE  
EL GRADO DE ALCOHOLEMIA Y COMPRUEBA POR BIOMETRÍA LA  
IDENTIDAD DEL CONDUCTOR DE UN VEHÍCULO**

LUIS ALBERTO RESTREPO ÁLVAREZ  
JOHN DE JESÚS CARDONA SALAZAR



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA  
PEREIRA  
2015

**DISEÑO DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO QUE MIDE  
EL GRADO DE ALCOHOLEMIA Y COMPRUEBA POR BIOMETRÍA LA  
IDENTIDAD DEL CONDUCTOR DE UN VEHÍCULO**

**PROYECTO DE GRADO**

LUIS ALBERTO RESTREPO ÁLVAREZ  
JOHN DE JESÚS CARDONA SALAZAR

Trabajo de grado para optar a título de Ingeniero en Mecatrónica

Director

ING. PAULO CÉSAR FRANCO YELA

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA  
PEREIRA  
2015

Nota de aceptación:

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

## DEDICATORIA

*A Dios por regalarnos un poco de sabiduría, a nuestros padres por su apoyo, esmero y dedicación para poder salir adelante en esta etapa de nuestras vidas; y a nuestras familias por estar ahí cuando más los necesitamos.*

## RESUMEN

Este proyecto tiene por objeto presentar el “Diseño de un sistema electrónico que mide el grado de alcoholemia y comprueba por biometría la identidad del conductor de un vehículo”, está desarrollado con el fin de reducir el número de accidentes automovilísticos que diariamente ocurren por conducir en estado de alicoramamiento.

Inicialmente se procede a investigar el funcionamiento de los sistemas que se encuentran actualmente instalados en los vehículos último modelo; con el fin de identificar el mejor método para introducir el nuevo sistema al automóvil sin invadir el cableado original de fábrica.

El diseño involucra los pasos de un sistema automático que son: Entrada de información – Procesamiento de datos – Salida (acciones llevadas a cabo por actuadores), estos permiten el correcto funcionamiento del sistema, a continuación se explica cada uno de ellos:

Primer paso - Entrada de información solicitada. En este punto se verifica la identidad del conductor y se realiza medición de alcohol en el aliento; para esto se dispone del alcoholímetro que trabaja conjuntamente con el dispositivo biométrico (lector de huellas) de identificación.

Segundo paso - Procesamiento de datos. En este momento se utiliza como elemento principal un micro-controlador Atmega 32U4 (Arduino Leonardo), que se encarga de recibir señales de entrada provenientes del dispositivo biométrico de identificación y del alcoholímetro, posteriormente el micro-controlador envía señales de salida para que se ejecuten según sea el caso.

Tercer y último paso - Se realiza la ejecución de las instrucciones que evitan o permiten el encendido del motor del vehículo por medio de un actuador. El motor del vehículo se enciende solo cuando el conductor ha sido identificado y pase la prueba de alcoholimetría, es decir que no esté bajo los efectos del alcohol.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. PLANTEAMIENTO.....	12
1.1.1. ANTECEDENTES.....	12
1.1.1.1. Causas de accidentes de tránsito .....	13
1.1.2. Diagnóstico.....	14
1.2. FORMULACIÓN.....	15
1.3. SISTEMATIZACIÓN.....	15
1.4. OBJETIVOS.....	15
1.4.1. OBJETIVO GENERAL.....	15
1.4.2. Objetivos específicos.....	16
1.5. JUSTIFICACIÓN.....	16
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	17
2.1. PRINCIPALES DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS UTILIZADOS.....	17
2.1.1. Arduino Leonardo.....	17
2.1.1.1. Características de Arduino Leonardo.....	19
2.1.1.2. Distribución de pines del AT mega 32U4.....	20
2.1.2. SENSOR ALCOHOLÍMETRO MQ – 3.....	21
2.1.2.1. Características del sensor MQ-3.....	21
2.1.2.2. Confiabilidad.....	23
2.1.2.3. Análisis de alcohol en el aliento (Exhalación).....	29
2.1.2.4. Datos obtenidos del MQ-3 Sensor de alcohol.....	32
2.1.3. Scanner de huella digital -5V TTL (GT-511C3).....	38
2.1.3.1. Características.....	38
2.1.4. Software Arduino.....	39

2.1.4.1. Características principales.....	40
2.1.4.2. ¿Cómo hacer un programa en Arduino?.....	41
2.2. SISTEMAS DE BLOQUEO DEL AUTOMÓVIL.....	41
2.2.1. Tipos de sistemas de bloqueo.....	42
2.2.1.1. Sistema de bloqueo mecánico a través de la llave de contacto.....	42
2.2.1.1.1. Funcionamiento de la llave de contacto como interruptor eléctrico.....	42
2.2.1.2. Sistema de bloqueo a través de la bomba del combustible.....	42
2.2.1.3. Sistema de bloqueo de encendido .....	42
 CAPÍTULO III: DISEÑO DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO QUE MIDE EL GRADO DE ALCOHOLEMIA Y COMPRUEBA POR BIOMETRÍA LA IDENTIDAD DEL CONDUCTOR DE UN VEHÍCULO .....	43
3.1. ANÁLISIS DE LOS DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS QUE INTERACTUAN EN UN SISTEMA DE BLOQUEO DEL ENCENDIDO DE UN AUTOMÓVIL.....	43
3.2. DISEÑO DEL PROTOTIPO DE UN CIRCUITO DE ALCOHOLÍMETRO QUE PUEDA SER INSTALADO EN UN AUTOMÓVIL PARA MANTENER BLOQUEADO EL ENCENDIDO.....	45
3.2.1 Diagrama de diseño general del funcionamiento del sistema.....	47
3.2.2 Diagrama de flujo del sistema.....	48
3.2.3. Diseño del alcoholímetro.....	49
3.2.3.1. Diseño del circuito del LCD.....	52
3.2.3.2. Diseño del circuito de los ledes.....	53
3.2.4. Diseño del circuito de bloqueo.....	56
3.2.4.1. Diseño del circuito regulador de 5 voltios.....	57
3.2.5. Programación del at mega32u4 (Arduino Leonardo).....	57
3.2.5.1. Características principales utilizadas.....	58

3.2.5.2. Comandos e Instrucciones.....	58
3.2.5.3. Programa del alcoholímetro como sistema automático de bloqueo..	58
3.2.5.3.1. Notas del diseño.....	59
3.2.6. Adecuación del circuito utilizando relé.....	60
3.3. ELEMENTOS NECESARIOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO QUE MIDE EL GRADO DE ALCOHOLEMIA Y COMPRUEBA POR BIOMETRÍA LA IDENTIDAD DEL CONDUCTOR DE UN VEHÍCULO.....	63
3.3.1. Alcoholímetro.....	63
3.3.1.1. Diagrama eléctrico del sistema realizado en Proteus 8.1.....	65
3.3.1.2. Costo aproximado de construcción.....	66
3.3.1.3. Pros y contras del sistema.....	67
3.3.1.4. Descripción de funcionamiento del sistema.....	67
4. CONCLUSIONES.....	69
5. RECOMENDACIONES.....	71
6. BIBLIOGRAFÍA.....	72
7. GLOSARIO.....	74
Anexos.....	77
Anexo I. Data Sheet MQ-3 Sensor Alcoholímetro.....	78
Anexo II. Data Sheet 2N3904 Transistor NPN.....	80
Anexo III. Data Sheet LCD 16 x 2 Pantalla LCD.....	83
Anexo IV. Data Sheet Micro Atmega32U4 Arduino Leonardo.....	85
Anexo V. Data Sheet 1N4148 Diodo.....	90
Anexo VI. Data Sheet GT511-C3 Lector de huellas.....	92
Anexo VII. Código para grabar huellas.....	97
Anexo VIII. Código Lector de huellas complemento del programa principal.....	99
Anexo IX. Código del programa principal alcoholímetro.....	101
Anexo X. Fotos del primer prototipo construido.....	110
Anexo XI. Fotos del segundo prototipo construido e implementado en un vehículo.....	113



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Representación Física del Arduino Leonardo [6] .....	17
Figura 2 Distribución de pines del AT mega32U4 [6].....	20
Figura 3 Sensor detector de alcohol MQ-3. [7] .....	21
Figura 4 Circuito del funcionamiento del sensor MQ – 3. [7] .....	22
Figura 5 Especificaciones técnicas del sensor [8].....	23
Figura 6 Características del sensor [8] .....	24
Figura 7 Características típicas de temperatura y humedad [8].....	24
Figura 8 Gráfica del voltaje – porcentaje de concentración de alcohol.....	33
Figura 9 Prueba de calibración con sensor MQ-3 si estabilizador. ....	34
Figura 10 Prueba con alcohol al 70 %.....	34
Figura 11 Valores mostrados en el prototipo 2 al ambiente.....	35
Figura 12 Valores mostrados en el prototipo 2 con máximo valor de alcohol. ....	35
Figura 13 Muestra impregnada de alcohol encima del sensor MQ-3.....	36
Figura 14 Valor con una muestra impregnada de Aguardiente con 29% de alcohol. .....	36
Figura 15 Valor obtenido con una muestra impregnada de Cerveza con 4 % de alcohol.....	37
Figura 16 Muestras impregnadas de Alcohol, Aguardiente y Cerveza .....	37
Figura 17 Scanner de huella digital - 5V TTL (GT-511C3).....	38
Figura 18 Software Arduino .....	39
Figura 19 Diagrama de bloques.....	41
Figura 20 Diagrama del diseño general del alcoholímetro para automóvil .....	47
Figura 21 Diagrama de flujo del sistema.....	48
Figura 22 Plano electrónico del sistema de bloqueo de encendido realizado en Proteus 8.1.....	50
Figura 23 Diseño del circuito del LCD Pantalla de dialogo .....	52
Figura 24 Diseño del circuito de ledes.....	53
Figura 25 Diagrama del sistema de bloqueo.....	56
Figura 26 Diseño del circuito regulador de 5 voltios.....	57
Figura 27 Pantalla del software Arduino.....	58
Figura 28 Circuito de encendido del vehículo que se va a intervenir.....	60
Figura 29 Circuito de la bomba de combustible.....	61
Figura 30 Circuito de bloqueo.....	62
Figura 31 Diagrama Eléctrico del sistema realizado en Proteus 8.1 .....	65

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Causas de accidentes de tránsito. ....	14
Tabla 2 Características del Micro Arduino Leonardo .....	19
Tabla 3 Comparación entre sensores de alcohol. [3].....	26
Tabla 4 Estadística de los niveles de alcohol en la sangre producidos por cervezas consumidas en un hombre. [3].....	27
Tabla 5 Estadística de los niveles de alcohol en la sangre producidos por cervezas consumidas en una mujer. [3].....	28
Tabla 6 Efectos del alcohol en el cuerpo humano [3] .....	28
Tabla 7 Test de alcoholemia. Fuente: <a href="http://guardiasresis.blogspot.com/2014/07/test-de-alcoholemia-como-calcular-la.html">http://guardiasresis.blogspot.com/2014/07/test-de-alcoholemia-como-calcular-la.html</a> . ....	31
Tabla 8 Datos obtenidos del prototipo .....	32
Tabla 9 Grados de alcohol. Ley 1696 del 19 de Diciembre de 2013.....	33
Tabla 10 Análisis de los tipos de bloqueo al automóvil.....	44
Tabla 11 Costo de construcción estimado del sistema. ....	66
Tabla 12 Principales pros y contras del sistema. ....	67

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

En la actualidad los fabricantes de vehículos realizan diseños de máquinas eficientes, con potencias muy altas y sistemas de seguridad mejorados. Respecto a lo anterior los conductores se sienten más seguros y aumentan la velocidad al conducir; sin embargo el automóvil no posee un dispositivo que evite el manejo inadecuado de los sistemas del vehículo, si se encuentra en condiciones no aptas para conducir (bajo efecto de drogas/alcohol) puede llegar a causar un accidente.

El proyecto, “Diseño de un sistema electrónico que mide el grado de alcoholemia y comprueba por biometría la identidad del conductor de un vehículo.”, está desarrollado con el fin de evitar accidentes automovilísticos que ocurren por conducir en estado de embriaguez.

Con un funcionamiento similar a los sistemas de seguridad instalados de fábrica en el automóvil, este diseño posee tres etapas de un sistema automático que son Entrada – Procesamiento de datos – Salida, estas permiten el funcionamiento correcto del sistema, las etapas son las siguientes:

Etapa 1 - Entrada de información solicitada, en este punto se comprueba la identidad del conductor y se obtiene medida del nivel de alcohol en su cuerpo, para esto punto se dispone del alcoholímetro que trabaja conjuntamente con el dispositivo biométrico (lector de huellas) de identificación.

Etapa 2 - Procesamiento de datos, se utiliza como elemento principal un micro-controlador Atmega 32U4 (Arduino Leonardo), que se encarga de recibir señales de entrada provenientes del alcoholímetro y del dispositivo biométrico de identificación, posteriormente el micro-controlador envía señales de salida para que se ejecuten según sea el caso.

Etapa 3 - Finalmente, se realiza la ejecución de las instrucciones que evitan o permiten encendido del motor del vehículo por medio de un actuador, el motor del vehículo se enciende solo cuando el conductor ha sido identificado y pase la prueba de alcoholimetría, es decir esté bajo los niveles permitidos.

## 1.1. PLANTEAMIENTO

### 1.1.1 Antecedentes.

La electrónica evoluciona día tras día en el campo automotriz, en especial en los sistemas de seguridad que debe tener el vehículo, entre ellos existen mejoras importantes en los cinturones de seguridad, sistema de frenos antibloqueo (ABS, EBD, HBB), sistema de restricción suplementario (SRS, AIRBAG), dirección asistida electrónicamente (EPS, MDPS), suspensión inteligente, etc. La aplicación del alcoholímetro acoplado a un sistema de bloqueo al encendido del vehículo, busca evitar que personas en estado de embriaguez conduzcan sus vehículos.

Las empresas automotrices invierten cada los año grandes cantidades de dinero con el fin de mejorar los sistemas de seguridad de los automóviles, logrando que año tras año éstos sean más seguros. Sin embargo las personas al momento de adquirir un vehículo desconocen el funcionamiento de estos sistemas y por lo general difícilmente lo utilizan como criterio para realizar una compra.

Existen factores que contribuyen a causar accidentes de tránsito, se pueden agrupar en tres áreas principales:

- Factores ambientales.
- Factores vehiculares.
- Factores humanos.

Los factores ambientales constituyen el 5%, los vehiculares el 10% y el error humano es un factor que está presente en el 85% de los accidentes. Ciertamente algunos accidentes de tránsito suceden por más de un factor.

Como se había anotado anteriormente el 85%, de los accidentes se producen por errores humanos y las conductas que más frecuentemente causan accidentes son:

- Exceso de velocidad. Se supera el límite de velocidad.
- No respetar la distancia entre vehículos.
- Adelantamientos prohibidos.
- Condición de hombre joven al volante.

- Cruzar semáforo con luz roja y/o adelantarse a la luz verde.
- Estacionamientos en lugares prohibidos.
- No usar cinturón de seguridad.
- **USO INDEBIDO DE ALCOHOL, DROGAS Y/O MEDICAMENTOS.**
- Llevar niños en los asientos delanteros o sin las sillas de adaptación correspondientes.
- Conducir vehículos operando sistemas de comunicaciones como radios, celulares, etc.

Actualmente en Colombia muere una persona al día por accidentes de tránsito causados por consumo de alcohol; por lo que se han creado medidas judiciales que castigan a los conductores ebrios, debido a que se sigue presentado casos de fallecimiento de personas y hasta del conductor del vehículo.

Los medios de comunicación afirman que a pesar de que la ley para las personas que conducen en estado de embriaguez se endureció, a través del cobro de multas de elevados montos, la suspensión definitiva de la licencia de conducción y en casos extremos el sometimiento a prisión de quienes como resultado causan la muerte a otros, siguen sucediendo accidentes en todo el territorio nacional. [9]

Desafortunadamente la ley no cobija a todos, ya que si un conductor ebrio que causa un accidente donde hay decesos tiene alguna relación con un funcionario del gobierno, o tiene dinero suficiente para contratar abogados que logran evitar que sean llevados a la cárcel gracias a sus conocimientos de la ley, aun teniendo la certeza de que cometieron un homicidio; estas personas siguen en las calles como si no hubiera sucedido nada.

#### **1.1.1.1. Causas de accidentes de tránsito.**

A nivel mundial se estima que el estado de embriaguez de los conductores es la tercera causa de accidentalidad, en promedio a nivel nacional se estiman que se presentan anualmente alrededor de 1500 accidentes donde el conductor tiene contenido de alcohol en su sangre, sin tener en cuenta los conductores suplantados.

<b>CAUSAS DE ACIDENTES</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>
Impericia/Imprudencia Del Conductor	8623	7520	7916
<b>EMBRIAGUEZ DEL CONDUCTOR</b>	<b>1329</b>	<b>1489</b>	<b>1523</b>
Exceso de velocidad	1267	1390	1491

**Tabla 1 Causas de accidentes de tránsito.**

### **1.1.2. Diagnóstico.**

De acuerdo a los datos de la tabla 1. la velocidad es un factor que tiene incidencia significativa en los accidentes y está relacionada directamente con el consumo de alcohol. Los accidentes de tránsito no son accidentales, pues el 85% son el resultado de una conducta irresponsable al volante, 5% fallas del vehículo y el 10% restante a factores ambientales y sobre todo a factores humanos dentro de los que más inciden en esta situación está el exceso de velocidad (33%), el consumo de alcohol (28%) y el poco uso de los cinturones de seguridad (10%) entre otros.

El 2 de marzo del 2012, el Gobierno de Francia dio a conocer la norma que inicia a partir del 1 de julio de 2012, que exige a los conductores de todos los vehículos que transitaban por ese país tener un alcoholímetro. El decreto preveía un periodo de cuatro meses para que los conductores adopten la medida, luego de ese tiempo se impuso una multa de 11 euros a quienes la incumplían. El alcoholímetro debía tener certificado de homologación y fecha de caducidad.

En 2009 la compañía japonesa Hino Motors y Toyota, dieron a conocer parte de los esfuerzos por disminuir los accidentes de tránsito provocados por conductores que manejan un vehículo en estado de ebriedad, se está implementando un sistema que mantiene bloqueado el funcionamiento del auto si el conductor excede los límites de alcohol permitidos en la sangre.

El sistema de medición de alcohol está en proceso de prueba y se utiliza únicamente en algunos vehículos de Japón.

En Colombia se han construido prototipos de alcoholímetro que pueden ser instalados en un automóvil como sistema de bloqueo y que contribuya a evitar accidentes de tránsito. Sin embargo estos dispositivos pueden ser violados fácilmente por suplantación de persona y no tienen acoplado el sistema biométrico

de identificación de conductor que sería mucho más eficiente al prevenir que una persona con alcohol en su sangre conduzca y genere accidentes de tránsito.

Adicional los gobiernos departamentales Incluyen estrategias para disminuir las tasas de velocidad y consumo de alcohol; la promoción del uso de cascos y cinturones de seguridad, y otras restricciones; incluido también el aumento visibilidad de las personas que caminan y se trasladan en bicicleta.

En la actualidad los sistemas biométricos son muy utilizados con el propósito de identificar a una persona a través de una característica personal (Huella) que puede ser verificada o reconocida de manera automática, con el fin de ofrecer mayor seguridad a cierta actividad. Dependiendo de la situación para la que sea enfocado el uso del dispositivo biométrico, se requerirán diferentes soluciones para garantizar el correcto funcionamiento del sistema. En cuanto al nivel de seguridad, se debe tener en cuenta el valor que está siendo protegido, así como la reacción de los usuarios y el costo del proceso.

## **1.2. FORMULACIÓN**

¿Es posible desde la Mecatrónica diseñar un sistema que evite la conducción de vehículos por conductores en estado de embriagues?

## **1.3. SISTEMATIZACIÓN**

1. ¿Quiénes se ven afectados por el problema y desde cuándo?
2. ¿Qué tipo tecnología se necesita para diseñar el dispositivo?
3. ¿Cuáles son las variables que caracterizan el problema?
4. ¿Cómo abordar el problema desde la Mecatrónica?
5. ¿Qué mejoras sustanciales se pueden realizar y cómo verificarlas?

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. Objetivo general.**

Diseñar un dispositivo electrónico para medir el grado de alicoramiento de una persona e identificarla por medio de la biometría, con el fin de evitar la conducción del vehículo en estado de ebriedad.

### **1.4.2. Objetivos específicos.**

Realizar análisis de los dispositivos electrónicos instalados actualmente para bloquear el encendido de un vehículo.

Diseñar un circuito electrónico de medición de alcohol (alcoholímetro) capaz de bloquear el encendido del vehículo.

Diseñar un circuito complementario que permita obtener la lectura de huella (biometría) y evitar suplantación de la persona que conduce.

### **1.5. JUSTIFICACIÓN**

En Colombia los porcentajes de accidentalidad por causas de alicoramiento son altos, por lo que es necesario aprovechar la tecnología para diseñar dispositivos electrónicos que eviten que las personas conduzcan vehículos en estado de embriaguez.

La propuesta consiste en diseñar un dispositivo que bloquee el encendido de un vehículo cuando la persona se encuentre con algún grado de alcohol, y que por medio de identificación biométrica se evite la suplantación por parte de otra persona; esto con la intención de prevenir y proteger posibles víctimas de un accidente.

El objetivo es llevar el diseño a la realidad, realizando implementación en un vehículo, que permita brindar beneficios a la sociedad y controlar diferentes eventos de manera autónoma, además de tener las siguientes características:

- Contribuir con las seguridades del vehículo, al evitar que personas no autorizadas puedan conducir éste.
- Alarmas cuando exista fallas en el sistema.
- Fácil reemplazo de repuestos en caso de daños en el equipo.

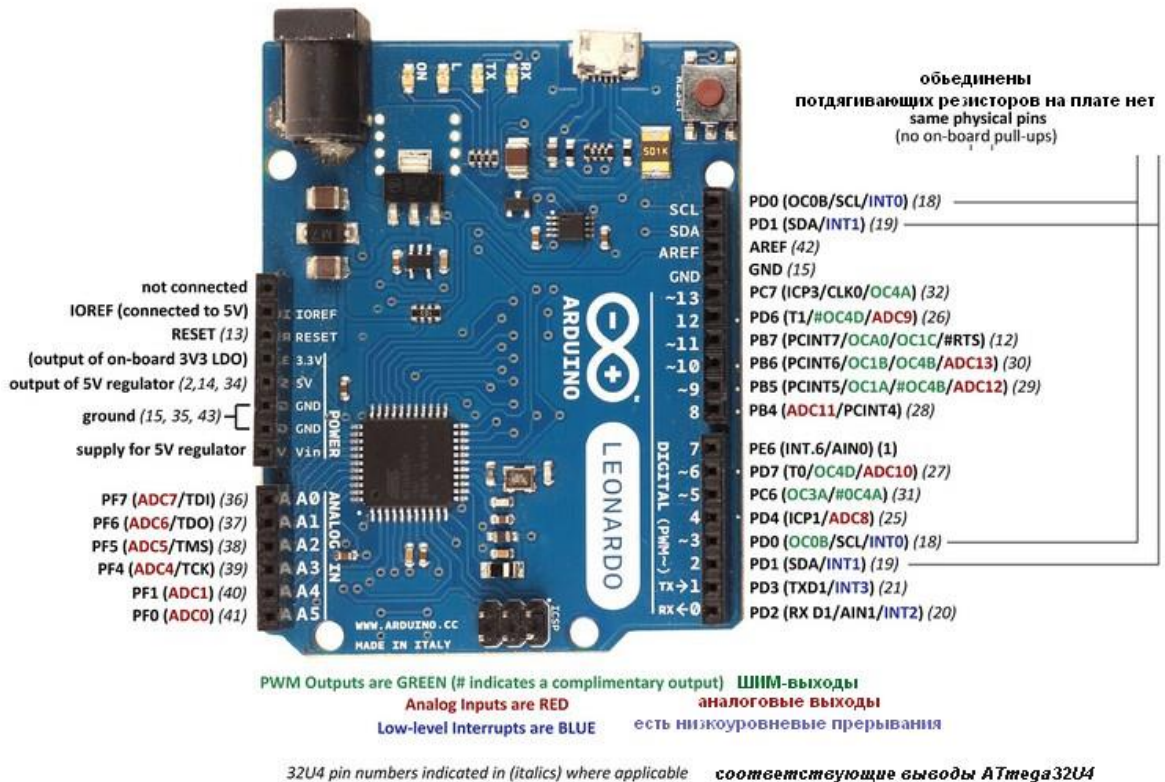


## CAPÍTULO II: MARCO TEORÍCO

A continuación se muestran las características de los distintos dispositivos electrónicos y eléctricos de forma general, que se utilizan en el proyecto.

### 2.1. PRINCIPALES DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS UTILIZADOS

#### 2.1.1. Arduino leonardo.



### Arduino Leonardo Pinout Reference

June 2012 by J. M. De Cristofaro/johngineer

from pin map data at:  
<http://arduino.cc/en/Hacking/PinMapping32u4>

Figura 1 Representación Física del Arduino Leonardo [6]

Arduino Leonardo: es una placa basada en un micro-controlador Atmega32u4 de bajo consumo y que trabaja a 16Mhz. La memoria flash tiene una capacidad de 32KB (4KB para el bootloader) y 2.5KB de SRAM. La EEPROM es de 1KB, también muy similar a Arduino UNO en cuanto a capacidades de almacenamiento. A nivel electrónico y de voltajes es igual al UNO. Pero este micro-controlador puede manejar 20 pines digitales (7 de ellos pueden ser manejados como PWM) y 12 pines analógicos. El volumen ocupado por Leonardo es inferior al de UNO, puesto que carece de las inserciones de los pines y en su lugar posee perforaciones con pads de conexión en la propia placa. Además las dimensiones del conector USB de la placa es mucho menor, ya que en vez de una conexión USB emplea una mini-USB para ahorrar espacio. Por eso es idóneo para proyectos en los que se requiera ahorrar algo de espacio.

### **Ventajas de la utilización de Arduino.**

Hay muchos otros micro-controladores y plataformas con micro-controladores disponibles para la computación física. Parallax Basic Stamp, BX-24 de Netmedia, Phidgets, Handyboard del MIT, y muchos otros ofrecen funcionalidades similares. Todas estas herramientas organizan el complicado trabajo de programar un micro-controlador en paquetes fáciles de usar. Arduino, además de simplificar el proceso de trabajar con micro-controladores, ofrece algunas ventajas respecto a otros sistemas a profesores, estudiantes y amateurs.

**Asequible** – Las placas Arduino son más asequibles comparadas con otras plataformas de micro-controladores. La versión más cara de un módulo de Arduino puede ser montada a mano, e incluso ya montada cuesta bastante menos de \$150.000 pesos Colombianos.

**Multi-Plataforma** – El software de Arduino funciona en los sistemas operativos Windows, Macintosh OSX y Linux. La mayoría de los entornos para micro-controladores están limitados a Windows.

**Entorno de programación simple y directo** – El entorno de programación de Arduino es fácil de usar para principiantes y lo suficientemente flexible para los usuarios avanzados. Pensando en los profesores, Arduino está basado en el entorno de programación de Processing con lo que el estudiante que aprenda a programar en este entorno se sentirá familiarizado con el entorno de desarrollo Arduino.

**Software ampliable y de código abierto-** El software Arduino está publicado bajo una licencia libre y preparada para ser ampliado por programadores experimentados. El lenguaje puede ampliarse a través de librerías de C++, y si se está interesado en profundizar en los detalles técnicos, se puede dar el salto a la programación en el lenguaje AVR C en el que está basado. De igual modo se puede añadir directamente código en AVR C en los programas si así se desea.

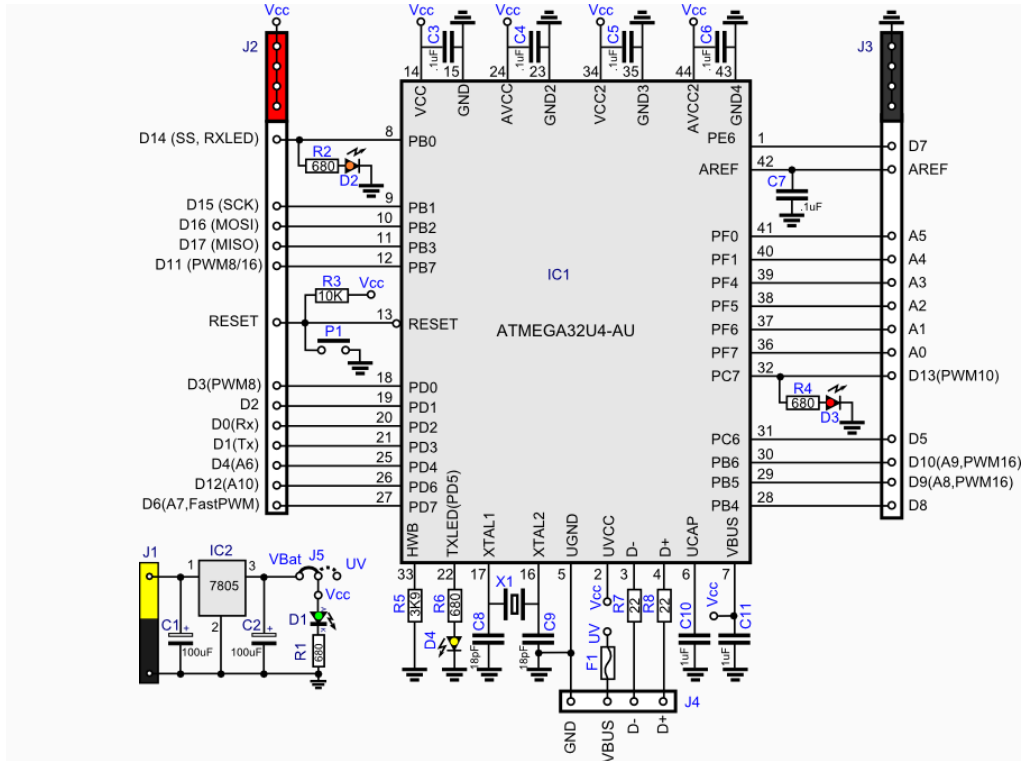
**Hardware ampliable y de Código abierto** – Arduino está basado en los micro-controladores ATMEGA168, ATMEGA328 y ATMEGA1280. Los planos de los módulos están publicados bajo licencia Creative Commons, por lo que diseñadores de circuitos con experiencia pueden hacer su propia versión del módulo, ampliándolo u optimizándolo. Incluso usuarios relativamente inexpertos pueden construir la versión para placa de desarrollo para entender cómo funciona y ahorrar algo de dinero. [5]

#### 2.1.1.1. Características de Arduino Leonardo [6].

Micro-controlador	Atmega32u4
Voltaje de funcionamiento	5V
Alimentación (recomendada)	7-12V
Voltaje máximo de entrada(no recomendado)	20V
Pines digitales I/O	20 (de los cuales 7 dan salida PWM)
Pines de entrada analógica	12
Corriente DC por I/O Pin	40 Ma
Corriente DC para el pin 3.3V	50 Ma
Memoria Flash	32 KB
SRAM	3.3 KB
EEPROM	1 KB
Velocidad de reloj	16 MHz

**Tabla 2 Características del Micro Arduino Leonardo**

### 2.1.1.2. Distribución de pines del AT mega 32U4.



**Figura 2 Distribución de pines del AT mega32U4 [6]**

El Atmega32U4 es un micro-controlador de alto performance de bajo consumo de potencia de 8 bits. Es un micro-controlador con 32K Bytes en un sistema de flash programable. Tiene una estructura RISC avanzada, con 131 instrucciones y sus registros de trabajo general es 32X8. [6]

El micro-controlador Arduino es recomendable utilizarlo ya que permite manejar proyectos interactivos, tiene la posibilidad de leer datos de varios elementos, por ejemplo interruptores, sensores, etc. Además se puede controlar el funcionamiento de actuadores físicos, motores, luces, etc. Los proyectos desarrollados en Arduino pueden ser autónomos o ser controlados a través de un programa que se ejecute desde un computador. La placa puede ser comprada lista para usar, convirtiéndose en una poderosa herramienta para un diseño rápido y seguro de micro-controladores.

### 2.1.2. Sensor Alcoholímetro MQ-3.

El sensor MQ – 3 es ideal para detectar la concentración de alcohol en el aliento de una persona, su funcionamiento es similar al de un alcoholímetro común. Posee un tiempo de respuesta rápido debido a su alta sensibilidad. El sensor proporciona una salida analógica resistiva basada en la concentración de alcohol.



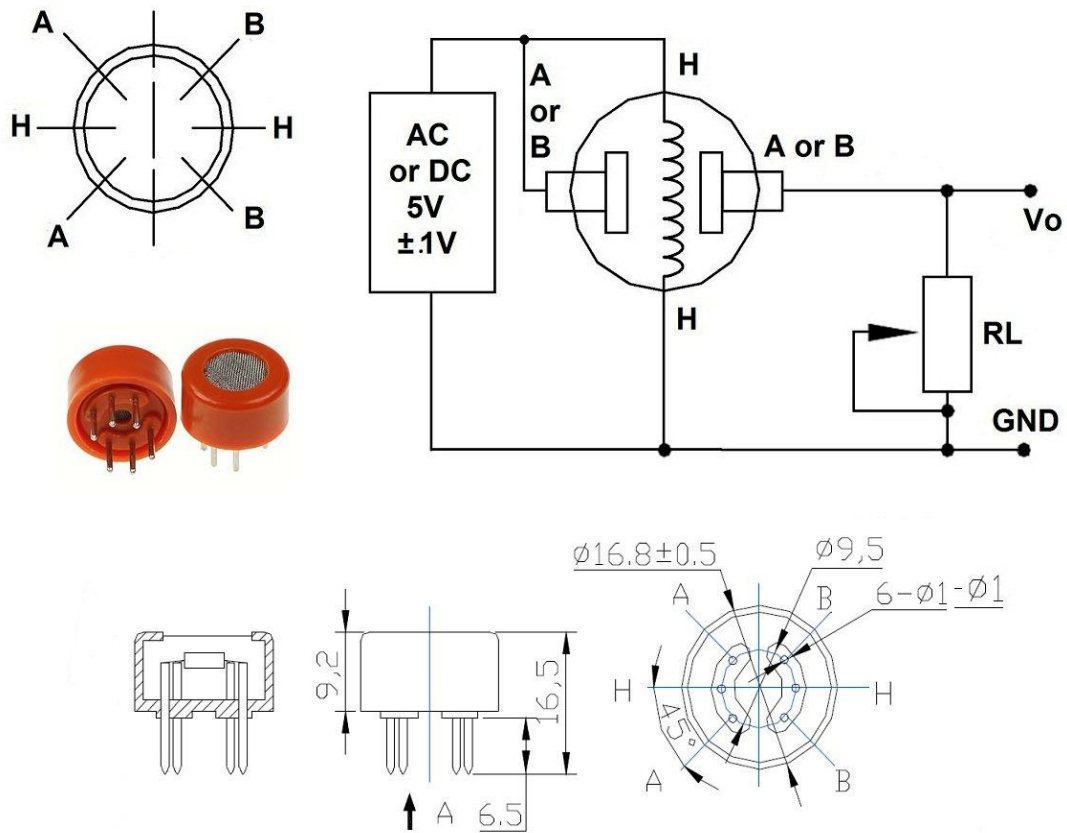
Figura 3 Sensor detector de alcohol MQ-3. [7]

El MQ – 3 es un sensor que se conecta fácilmente y para el circuito de excitación básicamente lo que se necesita es una resistencia. Una interfaz fácil de implementar convertidor serial ADC de 0-3.3V.

#### 2.1.2.1 Características del sensor MQ-3.

Es un sensor de uso general para detectar la presencia de gas alcohol en el aire.

- Larga vida útil y de bajo costo.
- Utiliza un circuito eléctrico simple.
- Aplicaciones: alcoholímetros. [7]



**Figura 4 Circuito del funcionamiento del sensor MQ – 3. [7]**

Este sensor de alcohol es adecuado para detectar la concentración de alcohol en su aliento, al igual que su común alcoholímetro, tiene una alta sensibilidad y tiempo de respuesta rápido. El sensor proporciona una salida analógica resistiva basada en la concentración de alcohol. El circuito de excitación es muy simple, todo lo que se necesita es una resistencia. Una sencilla interfaz puede ser un ADC de 0-3.3V. [7]

Estas son algunas de las especificaciones generales con las que trabajan este tipo de sensores.

A. Standard work condition			
Symbol	Parameter name	Technical condition	Remarks
V <sub>c</sub>	Circuit voltage	5V±0.1	AC OR DC
V <sub>H</sub>	Heating voltage	5V±0.1	AC OR DC
R <sub>L</sub>	Load resistance	200KΩ	
R <sub>H</sub>	Heater resistance	33Ω ± 5%	Room Tem
P <sub>H</sub>	Heating consumption	less than 750mw	
B. Environment condition			
Symbol	Parameter name	Technical condition	Remarks
T <sub>ao</sub>	Using Tem	-10°C-50°C	
T <sub>as</sub>	Storage Tem	-20°C-70°C	
R <sub>H</sub>	Related humidity	less than 95%Rh	
O <sub>2</sub>	Oxygen concentration	21%(standard condition)Oxygen concentration can affect sensitivity	minimum value is over 2%
C. Sensitivity characteristic			
Symbol	Parameter name	Technical parameter	Remarks
R <sub>s</sub>	Sensing Resistance	1MΩ - 8 MΩ (0.4mg/L alcohol )	Detecting concentration on scope: 0.05mg/L—10mg/L Alcohol
α (0.4/1 mg/L)	Concentration slope rate	≤0.6	
Standard detecting condition	Temp: 20 °C ± 2°C Humidity: 65%±5%	V <sub>c</sub> :5V±0.1 V <sub>H</sub> : 5V±0.1	
Preheat time	Over 24 hour		

**Figura. 5 Especificaciones técnicas del sensor [8]**

### 2.1.2.2. Confiabilidad.

El material sensible del sensor MQ-3 tiene baja conductividad en el aire limpio, cuando el objetivo contiene alcohol, la conductividad del sensor se hace mayor, junto con la concentración de gas ascendente. Los usuarios pueden convertir el cambio de la conductividad en una señal de salida de la concentración de gas a través de un circuito sencillo.

El sensor de gas MQ-3 tiene una alta sensibilidad al gas alcohol y resistente a la interferencia de la gasolina, el humo y el vapor. Es de bajo costo y adecuado para diversas aplicaciones de la detección de alcohol en diferentes concentraciones.

La relación de resistencia del sensor ( $R_s / R_0$ ), entonces la Abscisa es la concentración de los gases. R significa resistencia en destino del gas con diferente concentración, R<sub>0</sub> significa resistencia del sensor en aire limpio. Todas las pruebas se terminaron en condiciones de prueba estándar.

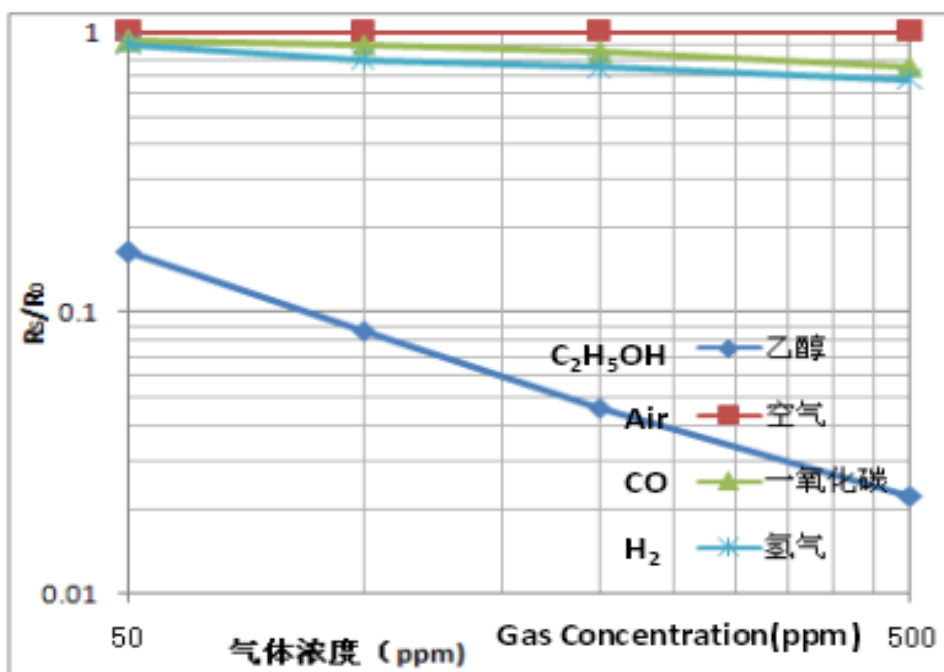


Figura. 6 Características del sensor [8]

La relación de resistencia del sensor ( $R_s / R_0$ ). R significa resistencia del sensor en alcohol 125 ppm ( $C_2H_5OH$ ) bajo diferentes temperaturas y humedad.  $R_0$  significa la resistencia del sensor en 125 de alcohol ( $C_2H_5OJ$ ) bajo 20 ° C / 55% RH

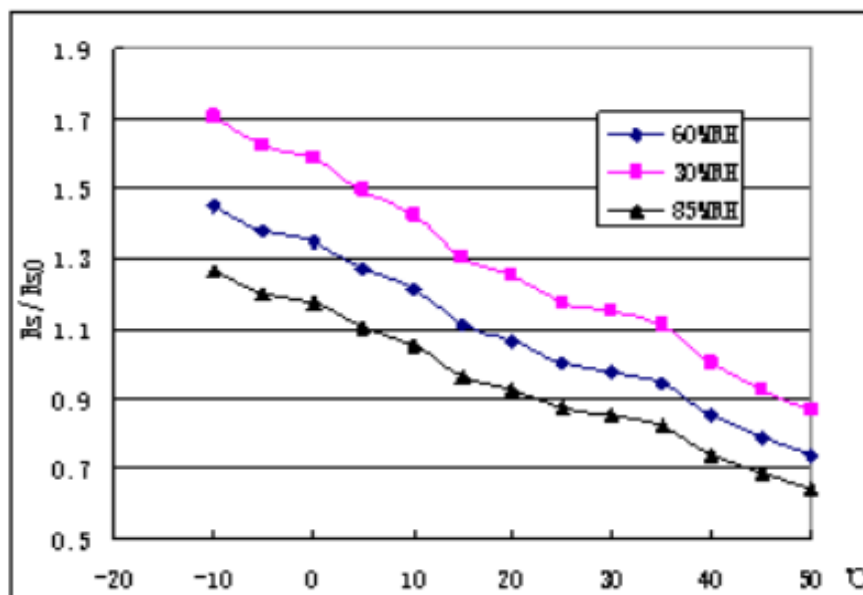


Figura. 7 Características típicas de temperatura y humedad [8]



## **Electroquímica.**

La electroquímica estudia los cambios químicos que producen una corriente eléctrica y la generación de electricidad mediante reacciones químicas. Es por ello, que el campo de la electroquímica ha sido dividido en dos grandes secciones. La primera de ellas es la Electrólisis, la cual se refiere a las reacciones químicas que se producen por acción de una corriente eléctrica. La otra sección se refiere a aquellas reacciones químicas que generan una corriente eléctrica, éste proceso se lleva a cabo en una celda o pila galvánica.

En todas las reacciones electroquímicas hay transferencia de electrones y por tanto, son reacciones de óxido reducción (redox).soluciones electrolíticas. En general, la electroquímica se encarga de estudiar las situaciones donde se dan reacciones de oxidación y reducción encontrándose separadas, físicamente o temporalmente, se encuentran en un entorno conectado a un circuito eléctrico. [1]

## **Sensor Electroquímico.**

Dispositivo encargado de analizar una sustancia química que ingresa, y por medio de oxidación-reducción, aprovechar las propiedades de los químicos y las reacciones generadas, para convertir esto en una señal de salida convertida en energía. Son comúnmente utilizados para dispositivos generadores de energías alternativas, así como para usos más específicos como detección de gases de diferentes tipos y respectivos análisis.

Los componentes básicos de un sensor electroquímico son un electrodo de trabajo (que detecta), un contra-electrodo y generalmente también un electrodo de referencia. Estos se encuentran dentro de la carcasa del sensor y en contacto con un líquido electrolítico. El electrodo de trabajo está en la cara interna de una membrana de teflón que es porosa al gas pero impermeable al líquido electrolítico.

El gas se propaga hacia el sensor a través de una membrana hasta llegar al electrodo de trabajo. Cuando el gas alcanza este electrodo, se produce una reacción electroquímica: una oxidación o una reducción, según el tipo de gas. Por ejemplo, el monóxido de carbono se oxida y se forma dióxido de carbono, y el oxígeno puede reducirse a agua. En una reacción por oxidación, se produce un flujo de electrones desde el electrodo de trabajo hacia el contra-electrodo a través del circuito exterior. Por otro lado, en una reacción por reducción, el flujo de

electrones toma el camino inverso, es decir, desde el contra-electrodo hacia el electrodo de trabajo. Este flujo de electrones produce una corriente eléctrica proporcional a la concentración de gas. Los componentes electrónicos del instrumento detectan y amplifican esta corriente y clasifican el resultado según la calibración de la unidad. El instrumento muestra entonces la concentración de gas, por ejemplo, en partes por millón (PPM) para los sensores de gases tóxicos y en porcentaje de volumen para los sensores de oxígeno.

Los sensores electroquímicos se clasifican en potencio-métricos (monitoreo del voltaje), ampero-métricos (monitoreo de la corriente) y conducti-métricos (monitoreo de la resistencia). Los potencio-métricos son quizás los más usados por su bajo costo y alta eficacia puesto que su sencillez y alta utilidad está determinada por su electrodo de Ph. [2]

REFERENCIAS	PRECIO	SENSIBILIDAD	TIPO DE SENSOR	TENSIÓN
TGS2620	\$ 98.600,00	50-5000ppm	Conducti-métrico	5,0 ± 0,2 V DC / AC
MQ303	\$ 50.000,00	20 – 1000ppm	Potencio-métrico	2.2 ± 0.20 V DC / AC
<b>MQ3</b>	<b>\$ 16.000,00</b>	<b>200ppm</b>	<b>Potencio-métrico</b>	<b>5V DC or AC circuit</b>
MR513	\$ 120.000,00	100ppm	Conducti-métrico	3.0 ± 0.1 DC

**Tabla 3 Comparación entre sensores de alcohol. [3]**

## **Alcohol.**

El alcohol es una de las sustancias más consumidas en nuestra sociedad, muchas personas acompañan sus actividades sociales con el alcohol y es aceptado como un acompañamiento placentero de las relaciones y los encuentros sociales. Esta percepción del alcohol ha contribuido a extender su consumo, no sólo entre los adultos, sino también entre los jóvenes y los adolescentes, que se inician en edades muy tempranas.

A pesar de que un uso moderado de alcohol (1 o 2 vasos diarios en las comidas), pudiera ser beneficioso para la salud de algunas personas, para otras sus hábitos y patrones de consumo pueden llevarles a tener verdaderos problemas, tanto para el propio afectado como para el entorno en el que vive (problemas de salud, malos tratos, accidentes de tránsito y laborales, alcoholismo, etc...).

## Alcoholemia.

La alcoholemia es la concentración de alcohol en la sangre. El valor es obtenido por medio de un porcentaje de la masa, la masa por el volumen o una combinación. Por ejemplo, un nivel de 0,2 % de alcohol en sangre significa 0,02 g de alcohol por cada 100 ml de sangre.

Al medirse por el alcohol detectado en el aire espirado, la unidad utilizada es la de kilogramos por Litro de aire, que en la práctica usual se convierte de forma convencional en gramos por Litro de sangre.

Concentraciones de 0,5 y 1 g/l producen un estado de ebriedad, pero cuando se llegan a valores cercanos a 5 g/l provoca la muerte

<b>Hombre de Peso Medio</b>			
Cerveza	Tras 1 hora	Tras 2 horas	Tras 3 horas
1	0,2	0	0
2	0,4	0,1	0
3	0,6	0,3	0,2
4	0,8	0,6	0,4
5	1	0,8	0,6
6	1,2	1	0,9
7	1,4	1,2	1,1
8	1,6	1,5	1,3
9	1,8	1,7	1,5
10	2,1	1,9	1,7

**Tabla 4 Estadística de los niveles de alcohol en la sangre producidos por cervezas consumidas en un hombre. [3]**

Nota: concentraciones de alcohol en la sangre, en miligramos cada 1 litro mm/lt

Nota: Las concentraciones de alcohol en la sangre varían según el peso. Cuanto menor sea el peso de la persona, mayor será la concentración para determinada dosis.

<b>Mujer de Peso Medio</b>			
Unidades	Tras 1 hora	Tras 2 horas	Tras 3 horas
1	0,3	0,1	0
2	0,6	0,2	0,1
3	0,8	0,4	0,3
4	1,1	0,8	0,6
5	1,4	1,1	0,8
6	1,7	1,4	1,2
7	2	1,7	1,4
8	2,2	2	1,7
9	2,5	2,2	2
10	3	2,5	2,2

**Tabla 5 Estadística de los niveles de alcohol en la sangre producidos por cervezas consumidas en una mujer. [3]**

<b>Alcohol en sangre</b> (en mg/l)	<b>Efectos sobre un bebedor moderado de tolerancia normal</b>
0,200	Se siente bien. Mínimo o nulo efecto sobre su desempeño.
0,400	Capaz de “dejarse ir” socialmente, se siente “a tope”. Ligeramente peligroso si conduce a gran velocidad.
0,500	El juicio queda disminuido. Incapaz de adoptar decisiones importantes. La conducción se hace temeraria.
0,800	Pérdida definitiva de la coordinación. Conducción peligrosa a cualquier velocidad.
1,000	Tendencia a perder el control sexual si no está demasiado adormilado. Torpeza de movimientos.
1,600	Obviamente embriagado. Posiblemente agresivo. Incontrolado. Puede sufrir de pérdida posterior de memoria de los acontecimientos.
3,000	A menudo, incontinencia espontánea. Mínima capacidad de excitación sexual. Puede caer en coma.
5,000	Susceptible de morir si no recibe atención médica.

**Tabla 6 Efectos del alcohol en el cuerpo humano [3]**

Medios utilizados para medir la cantidad de alcohol en la sangre.

- Análisis de alcohol en el aliento (Exhalación).
- Análisis de alcohol en la sangre.
- Análisis de alcohol en la orina.
- Análisis de alcohol en la saliva. [3]

### **Análisis de alcohol en el aliento (Exhalación).**

Para determinar el efecto que puede tener el etanol ingerido sobre la capacidad de conducir de una persona -que depende de la concentración de etanol en el cerebro., se mide la concentración de etanol en el aire exhalado. La concentración de etanol en el aire exhalado está en equilibrio con la que se encuentra en la sangre y ésta, a su vez, está en equilibrio con la que se presente en el cerebro.

El análisis de etanol en el aliento tiene la misma fiabilidad que los mejores métodos y presenta algunas ventajas sobre el análisis de sangre:

- No es una prueba invasiva.
- Es más fácil, seguro y rápido obtener una muestra del aliento de una persona que una muestra de sangre o de orina.
- El resultado se obtiene de forma inmediata, a diferencia del tiempo que presenta un análisis de sangre o de orina.
- Es más económico tomar una muestra de aliento, y la probabilidad de alterar la muestra es nula.

Sistemas de análisis de alcohol en el aliento.

- Dispositivos de prueba de alcohol en el aliento.
- Dispositivos de mano portátiles.
- Dispositivos desechables. [3]

### **Contaminación del cuerpo humano con alcohol**

Los resultados satisfactorios de los test de alcohol dependen del conocimiento que se tiene sobre el comportamiento del alcohol dentro del cuerpo humano.

Cuando una persona ingiere alcohol, el cuerpo comienza un proceso de desintoxicación en el que intervienen los pulmones, la piel y la orina. El cuerpo humano puede llegar a eliminar un 10 % máximo del alcohol consumido.

Aproximadamente el 90% restante queda distribuido entre el estómago y los intestinos, luego de esto comienza la contaminación de la sangre que en poco tiempo y se detecta fácilmente. Los niveles máximos de alcohol se pueden lograr entre 20 y 80 minutos después del consumo, claro está que depende de factores externos como la alimentación previa a la ingesta de bebidas alcohólicas y el grado que estas contienen.

El hígado es el principal órgano que trabaja en la metabolización del alcohol, el problema es que lo hace muy lento y gracias a esto permanece en la sangre causando efectos anestésicos y depresivos, afectando directamente el sistema nervioso central.

Conociendo esto, y en consecuencia ahora se busca la manera de saber cuántos grados de alcohol contiene una bebida alcohólica.

Utilizando la siguiente ecuación:

$$m(g) = (V \times D \times G)/100$$

Dónde:

V es el volumen de la bebida en ml.

D es la densidad del alcohol.

G cantidad de alcohol en la bebida medido en porcentaje.

Tomando el valor de densidad del alcohol = 0,79 g/mL

Realizando un estudio a las bebidas más comunes consumidas, se muestra como ejemplo la cerveza.

Cerveza Poker con 4% de contenido de alcohol.

Contenido de la botella 330 mL.

$$m(g) = (330 \text{ mL} \times 0,79 \text{ g/mL} \times 4)/100$$

$$m(g) = (1042,8)/100 = 10,428 \text{ gramos de alcohol puro}$$

Las bebidas alcohólicas aportan cierta energía al cuerpo, relacionada directamente con el grado y el contenido de azúcar.

Fórmula para calcular nivel de alcoholemia (hombres):

Gramos de Alcohol / (Peso en Kg. x .7)

$$10,428 / (75 \text{ Kg prom} \times 0,7) = 0,198$$

Fórmula para calcular nivel de alcoholemia (mujeres):

Gramos de Alcohol / Peso en Kg. x .6

$$10,428 / (65 \text{ Kg promedio} \times 0,6) = 0,267$$

Número de UBE	Alcoholemia Grs./l	Efectos físicos y psicológicos
1	0,2- 0,3	Sin efectos evidentes. Ligera elevación del estado de ánimo
2	0,5- 0,6	Relajación, calor, disminución del tiempo de reacción y de la coordinación fina
5	1,4-1,5	Alteración mayor del control físico y mental: habla y visión difíciles
7	2	Pérdida del control motor (requieren de ayuda) confusión mental
10	3	Intoxicación severa; control consiente mínimo
14	4	Inconsciencia; umbral del estado de coma
17	5	Coma profundo
20	6	Muerte por depresión respiratoria

**Tabla 7 Test de alcoholemia. Fuente:**  
<http://guardiasresis.blogspot.com/2014/07/test-de-alcoholemia-como-calcular-la.html>.

Como las bebidas tienen distintas concentraciones de alcohol, las consumiciones se traducen a Unidades de Bebida Estándar (UBE): Una UBE equivale a 10 Grs. de alcohol.

De acuerdo a la tabla anterior, es necesario tomar la decisión de bloquear el encendido del vehículo aun si el conductor arroja 1 UBE o 0,2 gramos de alcohol, una cerveza en el mejor de los escenarios, así se evita que pueda perder coordinación y exista riesgo de accidente.

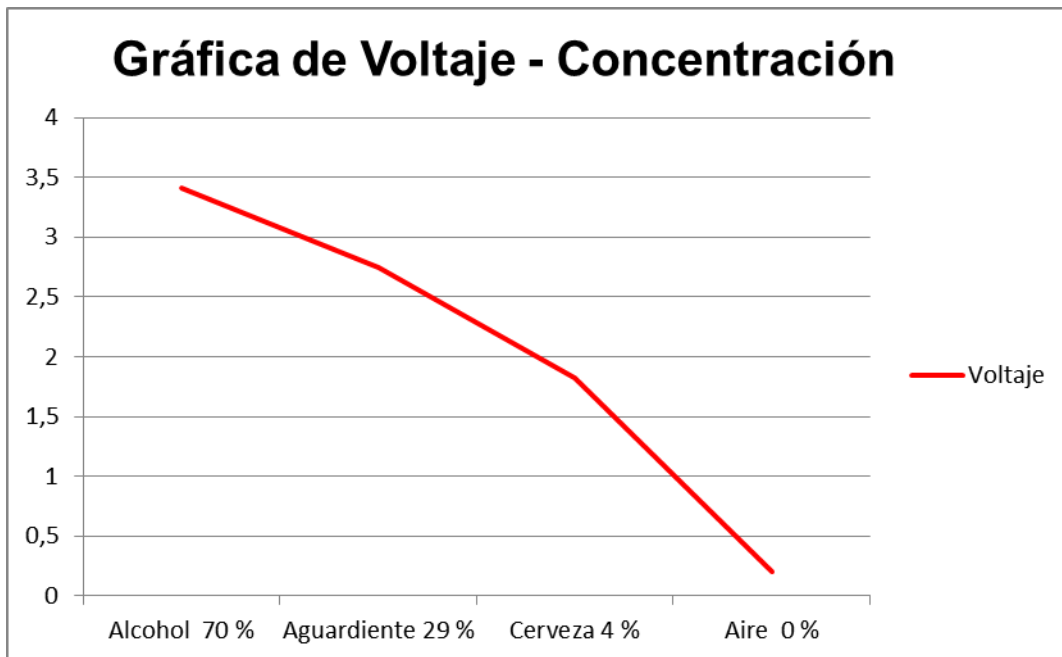
### Obtener datos del MQ-3 Sensor de alcohol

Buscando obtener los datos de medición del sensor contra el voltaje de alimentación, se procede a conectar el pin Aout una resistencia de carga de 200 KΩ para calibrar la sensibilidad del sensor (ver datasheet), y en Dout se obtuvo la lectura por medio de un multímetro, el resultado de esta conexión es directamente proporcional al % de alcohol, es decir que entre más %, aumenta el voltaje, inicialmente se realiza la prueba con una botella de Alcohol con una concentración de 70 %, luego se realiza la prueba con Aguardiente con concentración de alcohol de 29 %, por último se realiza la prueba con cerveza que posee una concentración de 4 %, a continuación se muestran los resultados obtenidos en dichas pruebas.

Medidas Bebidas	ppm	porcentaje de concentración	Voltaje	Valor mostrado en pantalla LCD	mg etanol /100ml
Alcohol 70 %	700000	70%	3,406	705	70000
Aguardiente 29 %	290000	29%	2,745	580	29000
Cerveza 4 %	40000	4%	1,824	383	4000
Aire 0 %	200	0%	0,2	73	0,4

Tabla 8 Datos obtenidos del prototipo





**Figura 8. Gráfica del voltaje – porcentaje de concentración de alcohol**

<b>GRADO</b>	<b>%</b>	<b>ppm</b>	<b>mg etanol /100ml</b>
<b>0</b>	<b>0,039</b>	<b>390</b>	<b>20 - 39</b>
<b>1</b>	<b>0,044</b>	<b>440</b>	<b>44 - 99</b>
<b>2</b>	<b>0,1</b>	<b>1000</b>	<b>100 - 149</b>
<b>3</b>	<b>0,15</b>	<b>1500</b>	<b>150</b>

**Tabla 9 Grados de alcohol. Ley 1696 del 19 de Diciembre de 2013.**



Figura 9. . Prueba de calibración con sensor MQ-3 si estabilizador.



Figura 10. Prueba con alcohol al 70 %.



Figura 11. Valores mostrados en el prototipo 2 al ambiente.

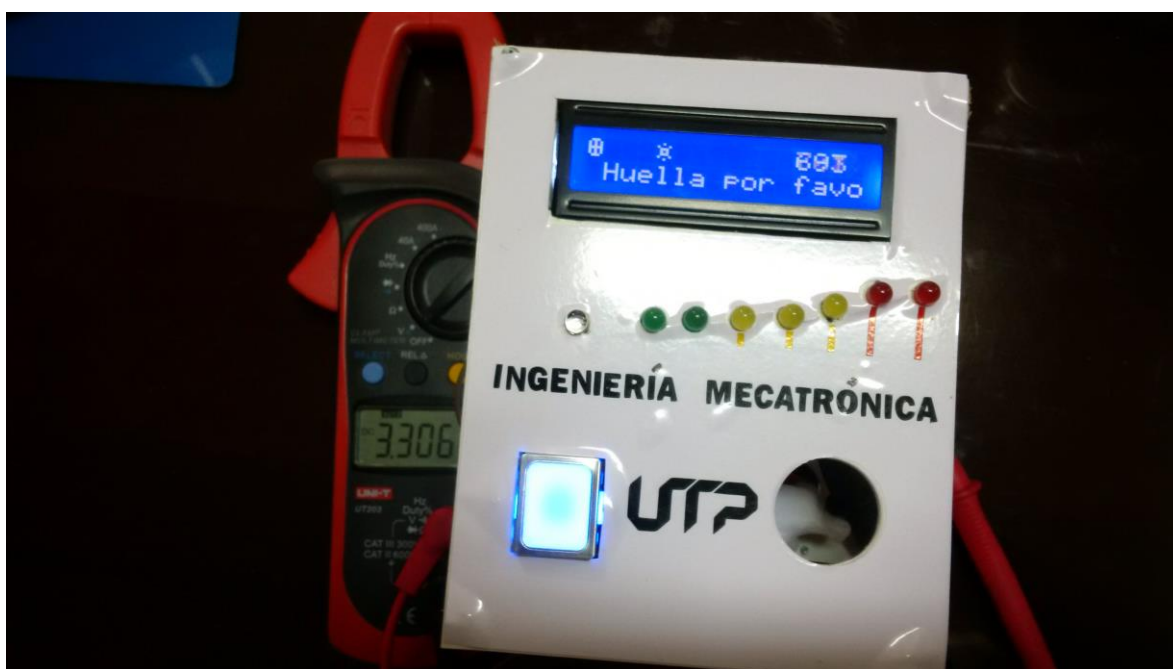


Figura 12. Valores mostrados en el prototipo 2 con máximo valor de alcohol.



Figura 13. Muestra impregnada de alcohol encima del sensor MQ-3.



Figura 14. Valor con una muestra impregnada de Aguardiente con 29% de alcohol.



Figura 15. Valor obtenido con una muestra impregnada de Cerveza con 4 % de alcohol.



Figura 16. Muestras impregnadas de Alcohol, Aguardiente y Cerveza.

### 2.1.3. Scanner de huella digital - 5V TTL (GT-511C3).

Scanner de huella dactilar que se comunica a través de protocolo serial TTL, con una CPU de 32 bits, la cual se encarga del procesamiento de los datos, con gran capacidad de almacenar datos, también permite recuperar la imagen de una huella dactilar.

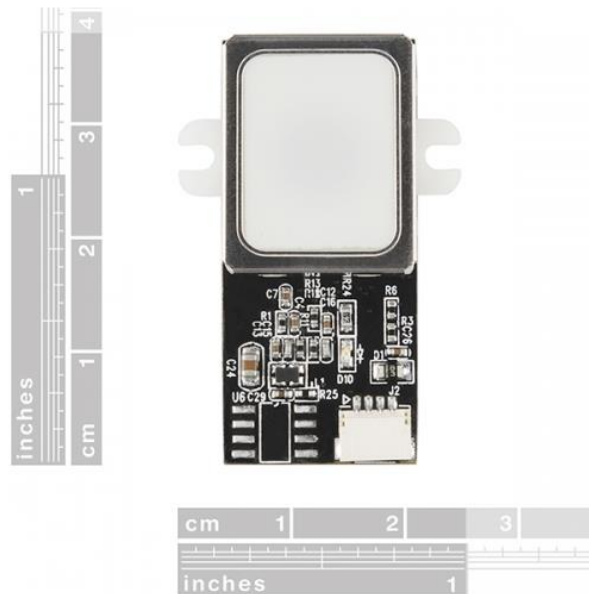


Figura 17. Lector de huellas TTL [10]

#### 2.1.3.1. Características.

- Voltaje de operación: 4.5VDC~6VDC
- Protocolo UART simple (por defecto 9600 Baudios)
- Lee y escribe plantillas de huellas digitales y bases de datos
- Alta precisión en la identificación a alta velocidad de huellas digitales con el algoritmo SmackFinger 3.0
- Dimensiones: 37 x 17 x 9,5 mm
- Capaz de 01:01 Verificación y 1: N de identificación

## 2.1.4. Software Arduino.

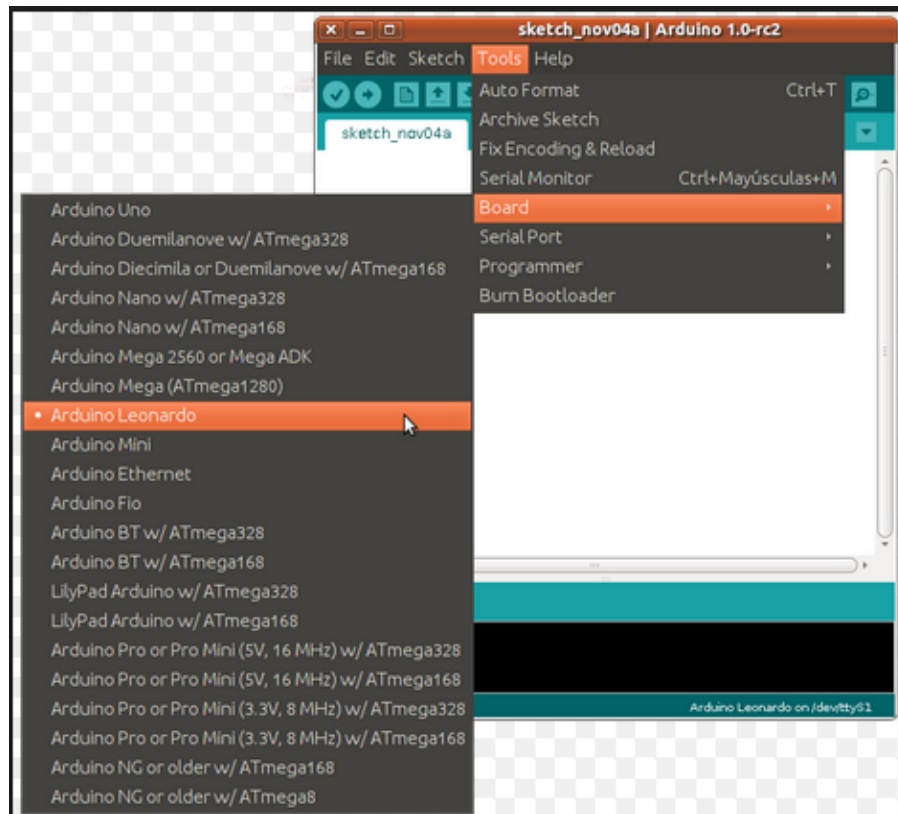


Figura 18. Software Arduino

Arduino es una plataforma de electrónica abierta para la creación de prototipos basada en software y hardware flexibles y fáciles de usar. Se creó para artistas, diseñadores, aficionados y cualquiera interesado en crear entornos u objetos interactivos.

Arduino puede tomar información del entorno a través de sus pines de entrada de toda una gama de sensores y puede afectar aquello que le rodea controlando luces, motores y otros actuadores. El micro-controlador en la placa Arduino se programa mediante el lenguaje de programación Arduino (basado en Wiring) y el entorno de desarrollo Arduino (basado en Processing). Los proyectos hechos con Arduino pueden ejecutarse sin necesidad de conectar a un ordenador, si bien tienen la posibilidad de hacerlo y comunicar con diferentes tipos de software (p.ej. Flash, Processing, MaxMSP).

Las placas pueden ser hechas a mano o compradas montadas de fábrica; el software puede ser descargado de forma gratuita. Los ficheros de diseño de referencia (CAD) están disponibles bajo una licencia abierta.

El software Arduino es un compilador Basic para micros de la familia AVR de Atmel. Con esta herramienta reduce los tiempos de desarrollo de forma drástica. La programación de micro-controladores Atmel adquiere otra dimensión debido que son del tipo RISC (conjunto de instrucciones reducido). Es decir, su conjunto de instrucciones se encuentran en el orden de 30 a 200 instrucciones que se ejecuta, a diferencia de alguna de ellas, que se ejecutan en un ciclo de máquina.

Con este software se realiza la programación del Atmega32U4 del circuito ya que es muy fácil de utilizarlo, tiene una pestaña que ayuda a verificar errores de sintaxis.

Este compilador está disponible para la numerosa familia de 8051s o para el nuevo chip rápido de la familia ATMEL AVR, basado en tecnología RISC. Se utiliza como herramienta de desarrollo el compilador Arduino Leonardo, que permite trabajar en un lenguaje de alto nivel.

El Arduino Leonardo junto con los kits de desarrollo de Digital Micro Devices, proporcionan una poderosa herramienta para un diseño rápido y seguro de Micro-controladores. El Arduino puede trabajar en varios sistemas operativos.

#### **2.1.4.1. Características principales.**

- BASIC estructurado con etiquetas.
- Programación estructurada con IF-THEN-ELSE-END IF, DO-LOOP, WHILE-WEND, etc.
- Variables y etiquetas pueden ser de hasta 32 caracteres.
- Variables tipo Bit, Byte, Integer, Word, Long, Single y String.
- Las directivas son sumamente compatibles con VB/QB de Microsoft.
- Comandos especiales para pantallas LCD, y chips I2C.
- Soporte para variables locales, funciones de usuario, librerías.
- Emulador de Terminal integrado.

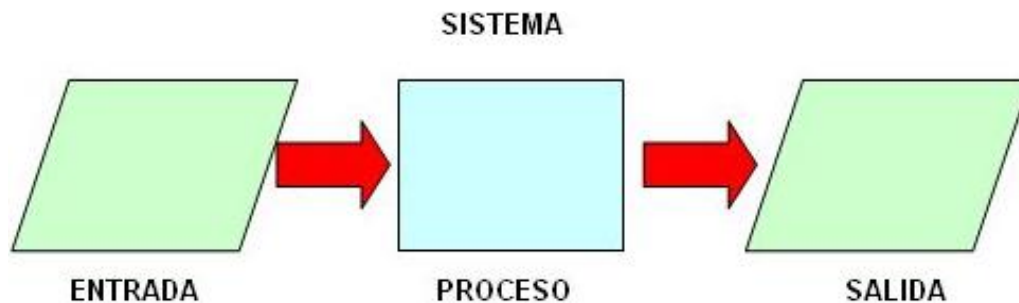


### 2.1.4.2. ¿Cómo hacer un programa en Arduino?

- Escribir el programa en BASIC.
- Compilar a código máquina binaria (ejecución rápida).
- Probar el resultado con el simulador integrado.
- Programar el micro usando un programador externo o como en el caso del Arduino con el mismo software.

## 2.2. SISTEMAS DE BLOQUEO DEL AUTOMOVIL

Se considera un sistema de bloqueo una medida de seguridad, con un fin específico, prevenir acciones que produzcan daños, pérdidas, accidentes, etc. En el presente proyecto se busca mantener bloqueado el encendido del automóvil, de igual manera que en la mayoría de sistemas de seguridad, los sistemas de bloqueo están constituidos por tres bloques definidos de la siguiente manera:



**Figura 19. Diagrama de bloques**

Bloque de entrada, donde ingresan señales a través de sensores, por ejemplo finales de carrera, biométricos, etc. También se puede introducir la señal por medio de algún elemento activado manualmente, por ejemplo pulsador, interruptor, etc.

Bloque de procesamiento (Sistema), donde se convierte la señal de entrada en otra señal que tenga la capacidad de ser controlada, es decir esta etapa decide que acción se va a realizar con la señal que fue transformada.

Bloque de salida, donde se realiza la acción para la que fue diseñado el sistema, por ejemplo activar motores, lámparas, alarmas, bloquear puertas, etc.

### **2.2.1. Tipos de sistemas de bloqueo.**

A continuación se explica los sistemas de bloqueo que vienen instalados desde fábrica en los automóviles actuales.

#### **2.2.1.1. Sistema de bloqueo mecánico a través de la llave de contacto.**

La llave de contacto de un automóvil generalmente realiza dos funciones

- Interruptor eléctrico.
- Bloqueo de la dirección.

##### **2.2.1.1.1. Funcionamiento de la llave de contacto como interruptor eléctrico.**

Al girar la llave de contacto se realizan conexiones de los diferentes circuitos eléctricos en el automóvil, existen varias posiciones en sentido horario, una vez colocada en el orificio (parte donde se introduce la llave). La llave de contacto es introducida o retirada del orificio en una sola posición. En las demás posiciones la llave se mantiene bloqueada por seguridad. Por otro lado cuando la llave se encuentra fuera del orificio es posible activar el bloqueo mecánico de la dirección, basta solo con girar el volante de dirección al menos  $\frac{1}{4}$  de vuelta en cualquier sentido.

#### **2.2.1.2. Sistema de bloqueo a través de la bomba del combustible.**

Este sistema evita el flujo de combustible (Diésel o Gasolina) hacia el riel de inyectores del motor, evitando así el encendido del automóvil. En la mayoría de casos el encendido se inhibe a través del sistema inmovilizador o cuando el vehículo tiene instalada una alarma contra robo.

#### **2.2.1.3. Sistema de bloqueo de encendido.**

No permite el arranque del motor, debe ser presionado el pedal del embrague para los vehículos equipados con transmisión mecánica y para los vehículos equipados con transmisión automática se debe colocar la palanca de control de cambios en posición 'N' (Neutro) o 'P' (Parking) para permitir el encendido.

## **CAPÍTULO III: DISEÑO DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO QUE MIDE EL GRADO DE ALCOHOLEMIA Y COMPRUEBA POR BIOMETRÍA LA IDENTIDAD DEL CONDUCTOR DE UN VEHÍCULO**

En este capítulo se describen distintos dispositivos electrónicos que se escogieron para el desarrollo del presente proyecto. Además se describe el diseño del proyecto.

### **3.1. ANÁLISIS DE LOS DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS QUE INTERACTUAN EN UN SISTEMA DE BLOQUEO DEL ENCENDIDO DE UN AUTOMOVIL**

Ya que no es suficiente que la persona que conduce el vehículo, realice una prueba de alcoholemia e identificación para que sea consciente y no conduzca, si el alcoholímetro arroja un valor donde indica contenido de alcohol en su sangre, es necesario una etapa de bloqueo que obligue a salvaguardar su vida y la de los ocupantes del vehículo, por esta razón se ha realizado un estudio de las posibles opciones que se pueden utilizar para bloquear el vehículo.

En la etapa de bloqueo se pueden tener tres opciones que son escogidas por su grado de importancia y accesibilidad, para evitar que el usuario pueda conducir si sobrepasa el límite establecido por la Ley de Tránsito y Transporte Terrestre; estas son:

- Bloqueo a las puertas
- Bloqueo al motor de arranque
- Bloqueo al sistema de encendido

En la siguiente tabla 3.1 muestra un análisis de las ventajas y desventajas de los 3 tipos de bloqueo:

TIPO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Bloqueo de puertas	<ul style="list-style-type: none"> <li>* El vehículo tiene una protección adicional similar a una alarma.</li> <li>* No existe consumo elevado de batería; solamente la que consume el módulo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* El sistema de control es demasiado complejo.</li> <li>* El conductor queda expuesto a los peligros de la intemperie si sobrepasa el límite.</li> <li>* Se puede forzar la cerradura e ingresar.</li> </ul>
Bloqueo al arranque	<ul style="list-style-type: none"> <li>* No existe consumo elevado de carga de batería si se intenta arrancar el motor cuando existe un límite elevado de alcohol en el conductor, además se puede usar los accesorios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Se puede encender el vehículo empujándolo.</li> <li>* Existe elevada corriente en el sitio de bloqueo lo que involucra un diseño con elementos de alta potencia y costosos.</li> </ul>
Bloqueo a la bomba de combustible	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Existe moderada corriente en el sitio de bloqueo.</li> <li>* El motor no se enciende de ninguna forma que se intente.</li> <li>* Se puede utilizar los demás accesorios como radio, luces, calefacción, cargador, etc.</li> <li>* El conductor puede permanecer en el vehículo sin quedar expuesto a la intemperie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Recalentamiento del motor de arranque con una disminución de la carga en la batería siempre que se intente encender el motor y se tenga un límite excesivo de alcohol.</li> </ul>

**Tabla 10 Análisis de los tipos de bloqueo al automóvil.**

El bloqueo de la bomba de combustible es considerado como el más idóneo para esta aplicación gracias a su amplia gama de ventajas que dispone, su única desventaja esta compensada con indicaciones en el manual de utilización para que el conductor que sobrepase el límite de alcohol en la sangre el momento que desee encender el motor del vehículo, y el dispositivo de bloqueo no le permite entonces no lo intente reiteradas veces con la finalidad de evitar una descarga de la batería.

### **3.2. DISEÑO DEL PROTOTIPO DE UN CIRCUITO DE ALCOHOLIMETRO QUE PUEDA SER INSTALADO EN UN AUTOMOVIL PARA MANTENER BLOQUEADO EL ENCENDIDO**

A continuación se describe un análisis de los principales dispositivos electrónicos que forman parte del desarrollo del proyecto y las razones por las que se decidió usarlos en el diseño e implementación del sistema.

El diseño del alcoholímetro para automóvil tiene como elemento principal el sensor MQ – 3 encargado de detectar la concentración de alcohol en el aliento de una persona. Se decidió utilizar este sensor debido a que se conecta fácilmente y para el circuito de excitación solo necesita una tarjeta de adaptación. Una interfaz fácil de implementar con un convertidor ADC de 0-3.3V, además este sensor es comercial por lo que se lo puede adquirir fácilmente en cualquier almacén de electrónica en caso de que en algún momento presente daño o disminuya su tiempo de vida útil.

Al diseñar un alcoholímetro para automóvil con un objetivo principal “prevenir accidentes de tránsito”, es posible considerar que esta medida no es suficiente seguridad para lograr dicho objetivo, ya que no todas las personas son responsables de sus actos, por ejemplo se puede presentar una situación donde cualquier otra persona que no haya ingerido alcohol podría realizarse la prueba de alcoholemia y posteriormente la persona en estado de embriaguez conducir el vehículo.

Después de realizar el análisis anterior, se busca la necesidad de mejorar y garantizar que el presente proyecto contribuya de manera eficiente, prevenir accidentes de tránsito, de acuerdo a esto se ha decidió utilizar un sistema de identificación, es decir que el conductor no solo debe pasar la prueba de alcoholemia sino también la prueba de identidad a través del dispositivo biométrico

de identificación (SCANNER DE HUELLA DIGITAL -5V TTL (GT-511C3)). La razón más importante por lo que se decidió utilizar este dispositivo biométrico es porque que entrega una señal que puede ser utilizada para controlar la activación de una alarma, activar la cerradura de una puerta, encendido de lámparas, etc. En este caso la señal entregada por el scanner (GT-511C3) será usada como entrada al Arduino Leonardo con un código específico para su correcto funcionamiento enviando una señal a través del pin A0.

Además el scanner (GT-511C3) tiene otra ventaja ya que posee varias formas de identificación que pueden ser utilizadas independientemente o combinándolas dependiendo de las necesidades, pueden grabarse hasta 200 ID.

En cuanto al dispositivo encargado del control del sistema se ha decidido utilizar el micro-controlador conocido como Arduino Leonardo (Atmega 32U4), gracias a sus características permite manejar proyectos interactivos, tiene la posibilidad de leer datos de varios elementos, por ejemplo interruptores, sensores, etc. Además se puede controlar el funcionamiento de actuadores físicos, motores, luces, etc. Los proyectos desarrollados en Arduino pueden ser autónomos o ser controlados a través de un programa que se ejecute en un computador. El Arduino trabaja en varios sistemas operativos, y se puede descargar gratuitamente desde internet, para programarlo no es necesario un programador externo, ya que basta con conectarlo con el computador a través de su puerto USB y el software Arduino se encarga de compilar y programar el Micro-controlador Atmega 32U4 incluido en la placa Arduino Leonardo.

### 3.2.1 Diagrama de diseño general del funcionamiento del sistema

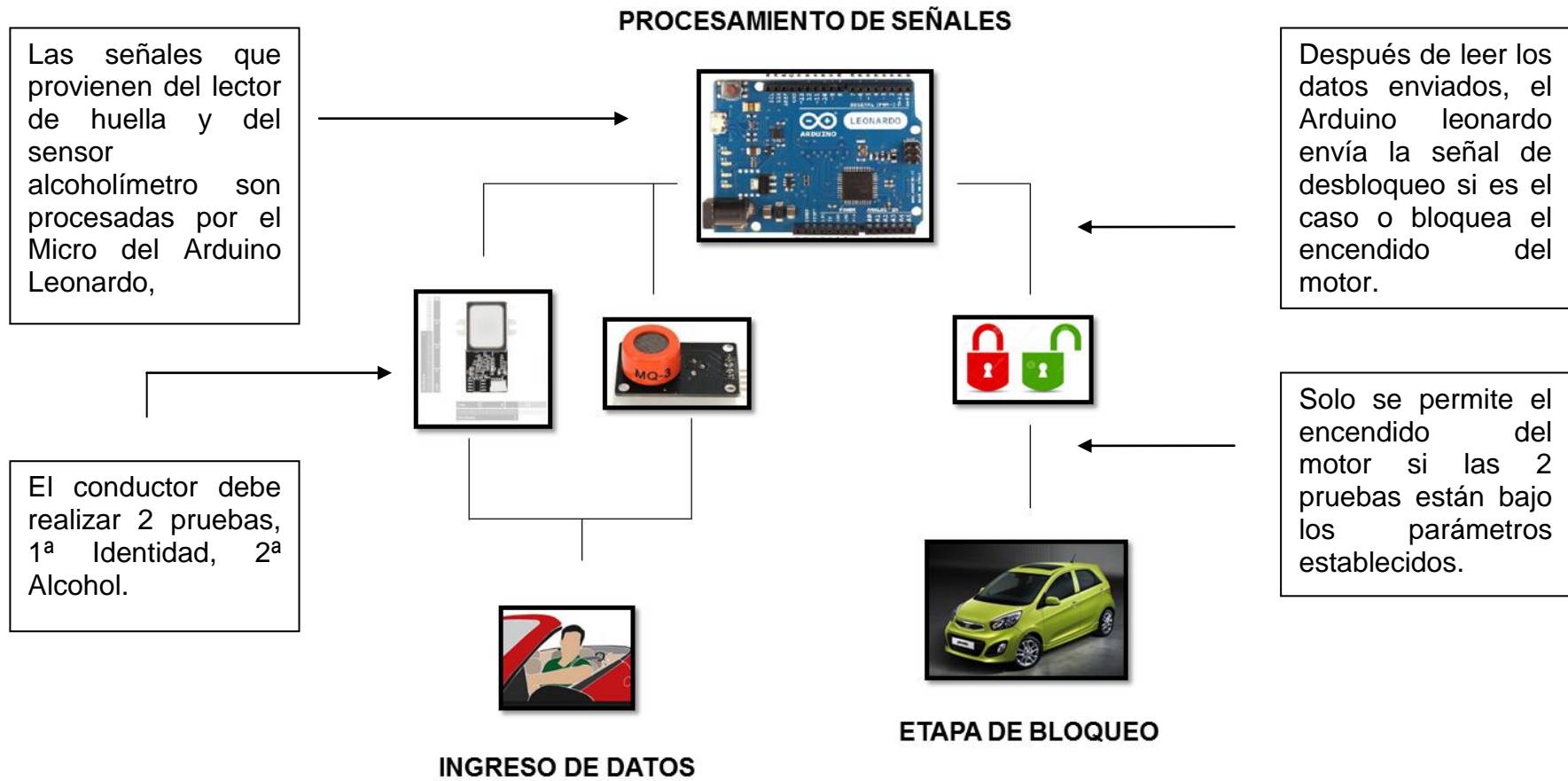


Figura 17 Diagrama del diseño general del alcoholímetro para automóvil.

En la figura 3.1, se observa el diseño general del sistema, que consta de tres etapas: la etapa de ingreso de datos, la etapa de procesamiento de señales y la etapa de bloqueo.

### 3.2.2 Diagrama de flujo del sistema

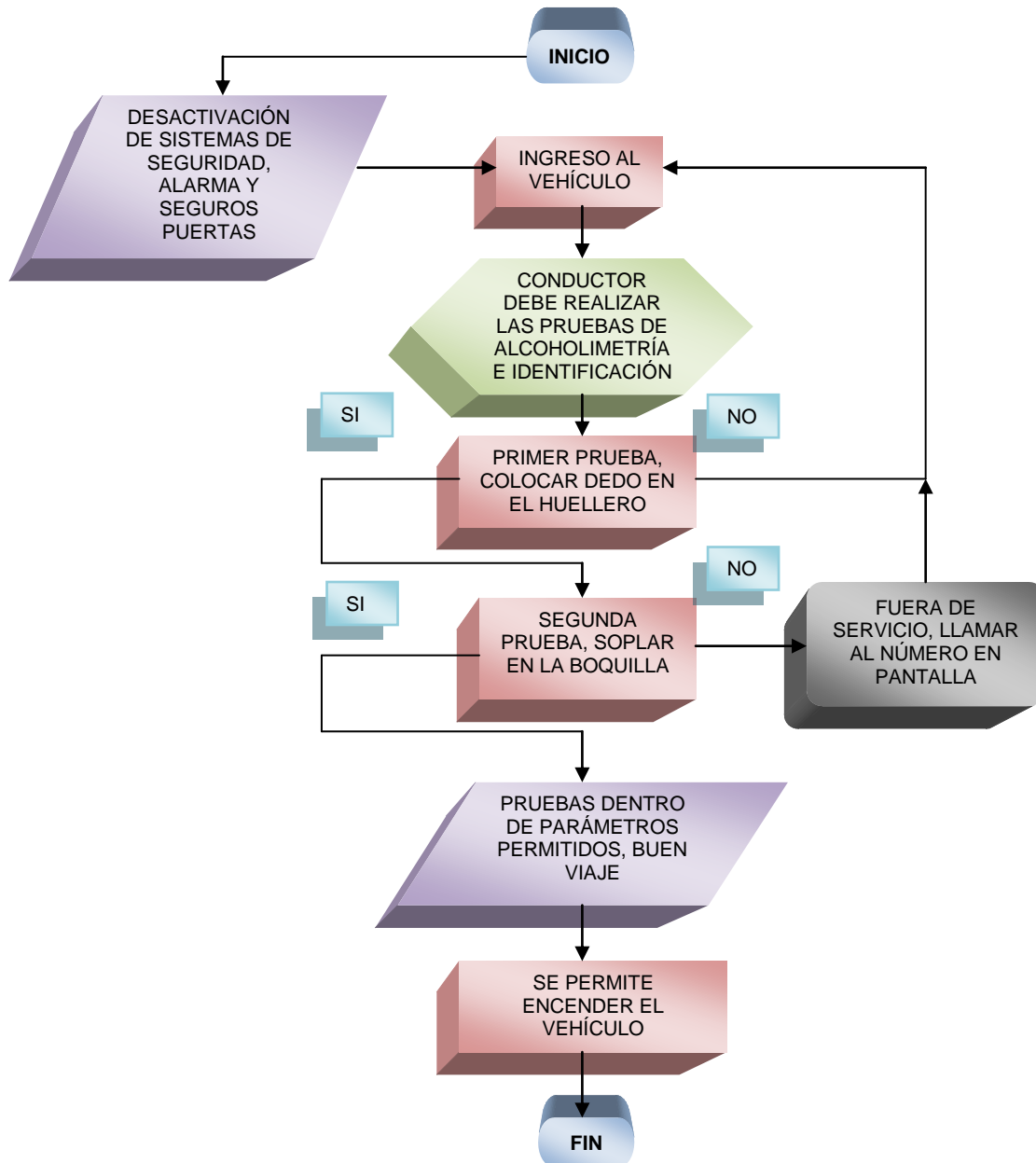


Figura 21 Diagrama de flujo del sistema.



El micro-controlador Atmega 32U4 (Arduino Leonardo) se encarga de recibir y procesar la señal del lector de huellas (biometría) y del sensor alcoholímetro respectivamente, para luego controlar el relé que va a activar o desactivar la alimentación de corriente hacia el módulo de encendido.

### **3.2.3. Diseño del alcoholímetro**

El circuito de detección de alcohol está diseñado por dos dispositivos electrónicos principales, un micro-controlador At mega32U4 (Arduino Leonardo) y un sensor detector de alcohol (MQ-3). En el dispositivo At mega32U4, se encuentra grabado el programa del sistema, tiene 44 pines y su encapsulado es de tipo DIP. Su voltaje de alimentación es 5 voltios positivos e ingresa por los pines 14 y 34. En el pin 13 se coloca una resistencia de  $10k\Omega$  de  $\frac{1}{4}$  vatio al 5% de tolerancia para conformar el circuito de restauración del sistema en caso de bloqueo o pérdida del programa. Además para verificar el funcionamiento del alcoholímetro se tiene varios ledes indicadores, es decir que estos se encienden paulatinamente de acuerdo a la concentración de alcohol que tenga el conductor en su organismo al realizarse la prueba de alcoholemia, además se dispone de un Display LCD donde se visualiza el estado de los sensores y los mensajes de acuerdo a los resultados de las pruebas.

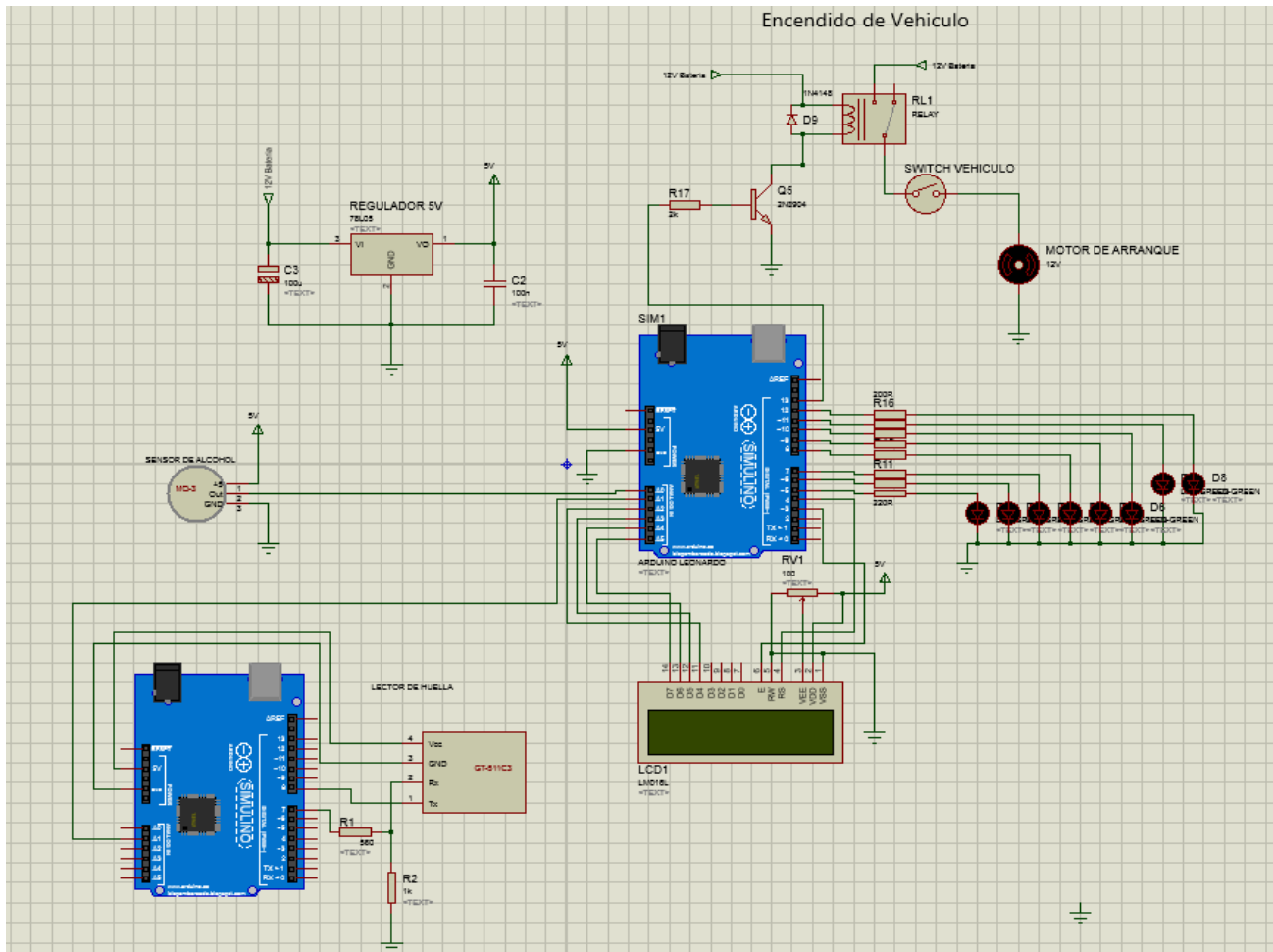
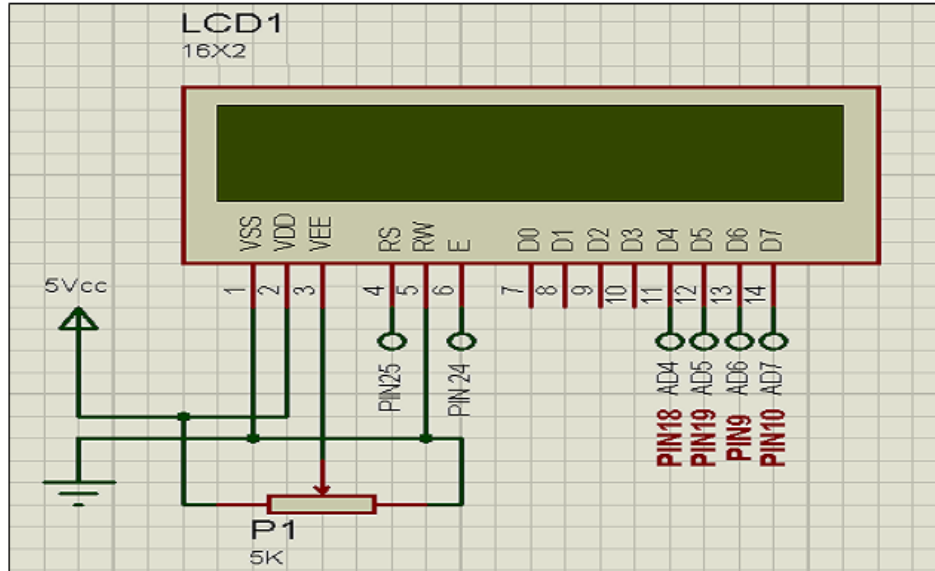


Figura 22. Circuito del sistema de bloqueo de encendido realizado en Proteus 8.1.

En la Figura 3.4 se observa la conexión del sensor MQ-3, que es conectado según el datasheet, además el resultado que el sensor proporcione una vez efectuada la prueba de alcoholemia es procesado por el Micro At mega32U4 a través de la conexión **A0** del Arduino. Para saber si el resultado de la prueba de alcoholemia es positiva o negativa se dispone de 8 ledes de alto brillo conectados a través de resistencias de  $220 \Omega$  a  $\frac{1}{4}$  vatio con tolerancia del 20 % para protección de los mismos, en los pines del 5 al 12 respectivamente, la función principal de estos ledes es indicar a través de los colores la concentración de alcohol que tenga el conductor en su organismo; en otras palabras mientras el conductor no haya ingerido alguna bebida alcohólica, es decir pase la prueba de alcoholemia los ledes permanecen apagados, caso contrario se van encendiendo de manera secuencial de acuerdo a la cantidad de alcohol que haya ingerido.

El pin **A1** del At mega32U4 se encuentra configurado como entrada para recibir la información proveniente del dispositivo biométrico de identificación, sin embargo dado que este dispositivo trabaja bajo comunicación serial es necesario utilizar un Arduino adicional con el fin de que sea exclusivo para la lectura de huellas y guardado de huellas, que por medio del pin **A1** configurado como salida entrega un (**1 high**) si la persona que se realiza la prueba no es la autorizada para conducir el vehículo, por lo tanto el motor del vehículo se mantendrá bloqueado aun si la persona aprobara la prueba de alcoholemia. En cambio la salida de la identificación entrega un (**0 low**) si la persona que se realiza la prueba es la autorizada a conducir el vehículo, en este caso el motor del vehículo se desbloquea única y exclusivamente si el resultado de la prueba de alcoholemia es negativo, es decir la persona no haya ingerido alguna bebida alcohólica, en este caso la pantalla LCD mostrara un mensaje como "BUEN VIAJE". Si algún caso la persona no tiene grabada la huella en el dispositivo biométrico, no podrá continuar con la siguiente prueba; si la persona se identifica correctamente y la persona consumió alcohol, el resultado es bloqueo del encendido y la pantalla mostara un mensaje "FUERA DE SERVICIO" e indicara un número telefónico para alertar a un familiar.

### 3.2.3.1. Diseño del circuito del LCD



**Figura 23. Diseño del circuito del LCD Pantalla de dialogo**

La pantalla LCD es un dispositivo que ayuda al usuario a visualizar el comportamiento del sistema, por ejemplo: si el conductor aprobó las pruebas de identificación y alcoholimetría respectivamente, si el sistema se bloqueó debido a un alto consumo de alcohol.

La figura 14, tiene conectado los pines 1(Vss) y 5(RW) al punto común, en el pin 2 (VDD) ingresa la alimentación de 5 voltios positivo. Los pines 11 (D4), 12 (D5), 13 (D6), y 14 (D7) son utilizados para el ingreso de los datos enviados desde el At mega32U4 para visualizar la información.

Los pines 4 (RS) y 6 (E) se conectan a la salida de los pines 19 (PD3) y 18 (PD4) del At mega32U4 para habilitar al LCD. El pin 3 (VEE) está conectado un potenciómetro de precisión de 10 KΩ para regular el contraste del LCD.

### 3.2.3.2. Diseño del circuito de los ledes

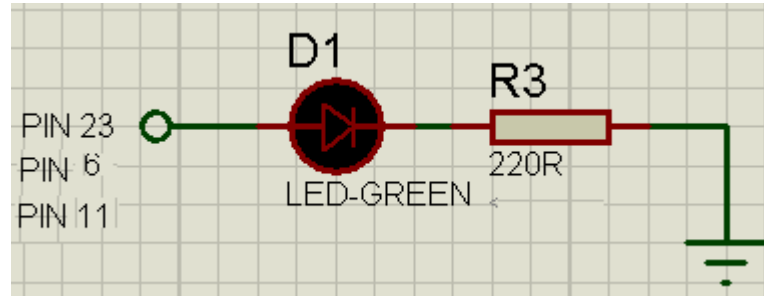


Figura 24. Diseño del circuito de ledes

En la figura 15, el diseño del circuito de protección del diodo LED, es un circuito básico que está conectado a los pines 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12 del microcontrolador Atmega32U4 a través de una resistencia de  $220 \Omega$   $\frac{1}{4}$  vatio con el 20% de tolerancia en el circuito del alcoholímetro.

El cálculo de la resistencia adecuada para los ledes utilizados en el proyecto es muy sencillo, se utiliza la Ley de Ohm:

$$R = \frac{V_{cc} - V_f}{I_f}$$

#### (Ecuación 1)

Dónde:

- **R** resistencia limitadora.
- **VCC** voltaje de alimentación.
- **Vf** tensión típica de alimentación del diodo LED.
- **If** corriente típica del diodo LED.

Para el cálculo del LED que están conectados a los pines del At mega32U4, es un LED de color blanco inicialmente, con una alimentación de 5V, usando la ecuación 1 se obtiene.

Datos:  $V_f = 1,7 \text{ V}$  y  $I_f = 15 \text{ mA}$ . La resistencia limitadora  $R$  será:

$$R_{led\_rojo} = \frac{V_{fuente} - V_{diodo}}{I_{diodo}} = \frac{5V - 1.7V}{0.015A} = 220\Omega$$

- **$R = 220\Omega$  valor estándar de resistencia.**

También es importante calcular es la potencia que se disipará en la resistencia. Se elige la resistencia, que sea de una potencia algo superior a la calculada para evitar que se queme. La ecuación es la siguiente:

$$P_R = (V_{cc} - V_f) \cdot I_f$$

**(Ecuación 2)**

Reemplazando en la ecuación 2:

$$P_R = (5V - 1.7) * 15 \times 10^{-3} = 49.5mW$$

Usando una potencia de resistencia y superior a la calculada: se recomienda usar resistencias a  $\frac{1}{4}$  vatio. Esta potencia permite un margen de trabajo superior.

No hay necesidad de tener en cuenta las corrientes que el fabricante da, ese dato indica a que corriente el LED luce de tal manera que tenga una vida útil apta. Al reducir la corriente que circula por el diodo LED, este ilumina menos, pero su vida aumenta considerablemente.

Cálculo de la resistencia limitadora y potencia para el diodo LED de color blanco, el más general en el circuito del alcoholímetro, usando las ecuaciones 1 y 2:

$$R_{led\_azul} = \frac{V_{fuente} - V_{diodo}}{I_{diodo}} = \frac{5V - 3.7V}{0.020A} = 65\Omega$$

$$P_R = (5V - 3.7) * 20 \times 10^{-3} = 26mW$$

Para los ledes restantes de diferente color realizamos el cálculo de la misma manera.

### 3.2.4. Diseño del circuito de bloqueo

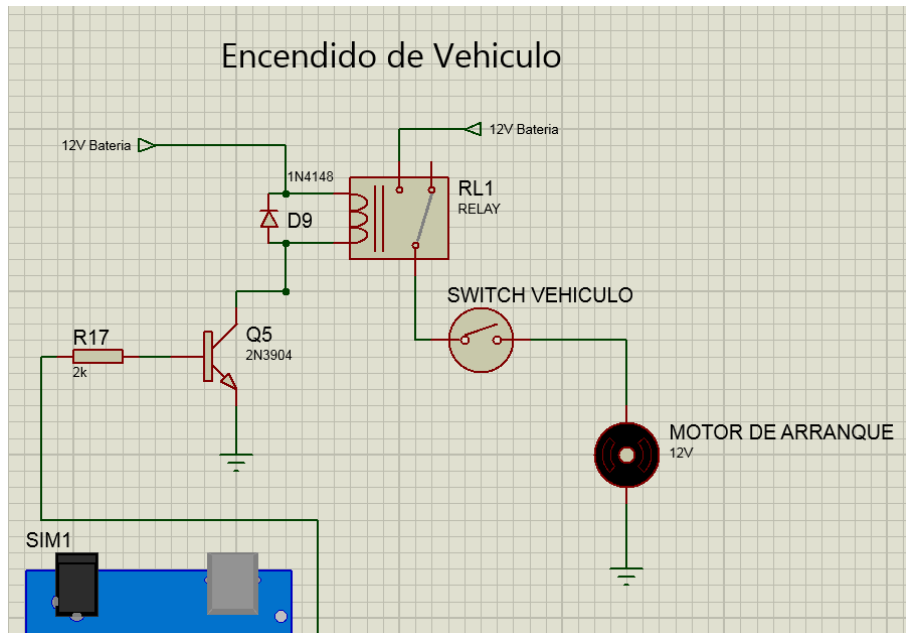
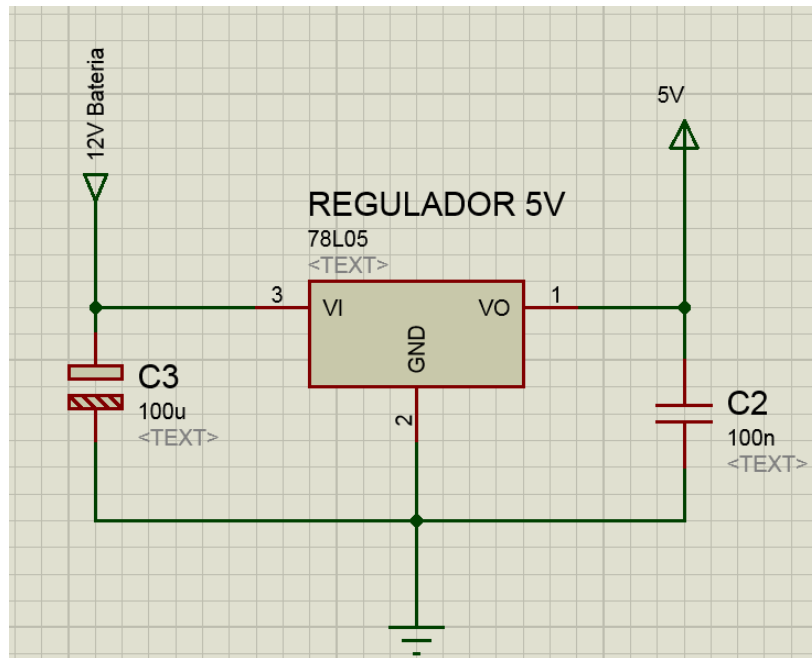


Figura 25. Diagrama del sistema de bloqueo

El pin 13 (PB5) del At mega32U4 está configurado como salida del sistema de bloqueo, cuando a través del pin 29 del At mega32U4 se envía un (**1 high**), que conectado a la base del transistor 2N3904 (Q3), a través de una resistencia de 2K $\Omega$ , dicha señal activa la bobina activando el relé de 12 voltios a 10 amperios (**Relé 1**) que está conectado en paralelo con un diodo de protección 1N4148. El **Relé 1** conecta al circuito del encendido o circuito de la bomba de combustible del vehículo, se utiliza este tipo de relé convencional para permitir el arranque del motor, al activar el circuito del Relé permite el paso de corriente a través del mismo para permitir el encendido.



### 3.2.4.1. Diseño del circuito regulador de 5 voltios



**Figura 26. Diseño del circuito regulador de 5 voltios**

En la figura 17, el voltaje suministrado al circuito del alcoholímetro es 12 voltios, pero el At mega32U4 (Micro del Arduino Leonardo) trabaja con un suministro de 5 voltios, por lo tanto para regular al voltaje adecuado se utiliza un regulador LM7805 conectado a su salida un capacitor (C2) de 100nF para filtrar el ruido. El regulador se utiliza alimentar los Arduinos a 5 V, ya que la alimentación principal viene de la batería del vehículo.

### 3.2.5. Programación del at mega32u4 (Arduino Leonardo).

Para la creación del programa se utiliza el software ARDUINO, que es un compilador de BASIC para la familia AVR de ATMEL, sus creadores son el zaragozano David Cuartielles, Ingeniero Electrónico y docente de la Universidad de Mälmo, Suecia y Massimo Banzi, italiano, diseñador y desarrollador Web.

### 3.2.5.1. Características principales utilizadas.

- BASIC estructurado con etiquetas.
- Programación estructurada con sentencias IF-THEN-ELSE-END IF, DO-LOOP, WHILE-WEND, and SELECT- CASE.
- Soporta variables locales, uso de funciones, y librerías

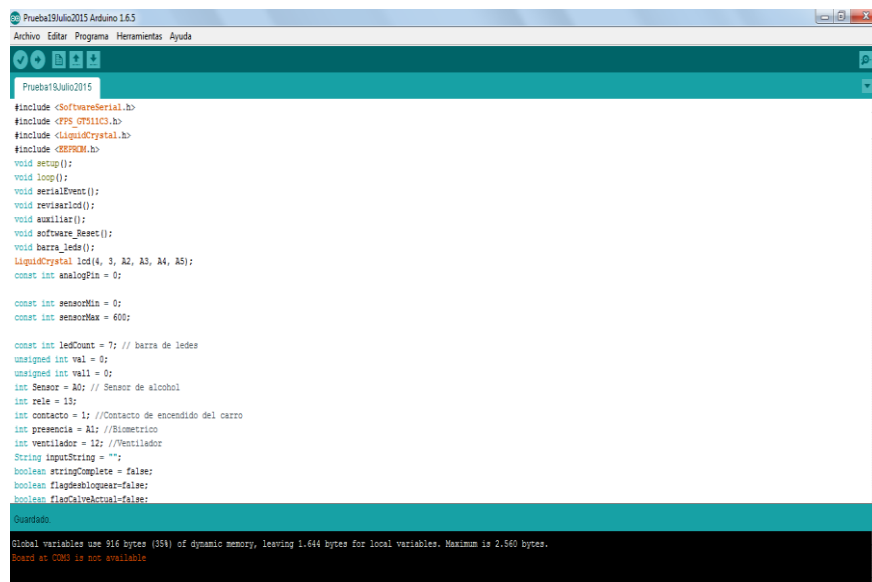
### 3.2.5.2. Comandos e Instrucciones.

El programa fue creado con estructura y condicionales: IF, THEN, ELSE, ELSEIF, END IF, DO, LOOP, WHILE, WEND, UNTIL, EXIT DO, EXIT WHILE, FOR, NEXT, TO, GOTO/GOSUB, SELECT, CASE.

### 3.2.5.3. Programa del alcoholímetro como sistema automático de bloqueo.

El Programa del circuito del alcoholímetro se puede observar continuación.

Inicio de código para el Micro-controlador Arduino Leonardo.



```
Prueba13Julio2015
#include <SoftwareSerial.h>
#include <FPS_OT511C3.h>
#include <LiquidCrystal.h>
#include <DS18B20.h>
void setup();
void loop();
void serialEvent();
void revisarIod();
void auxiliar();
void software_Reset();
void barra_leds();
LiquidCrystal lcd(4, 3, A2, A3, A4, A5);
const int analogIn = 0;

const int sensorMin = 0;
const int sensorMax = 600;

const int ledCount = 7; // barra de leds
unsigned int val = 0;
unsigned int val1 = 0;
int Sensor = A0; // Sensor de alcohol
int re1a = 13;
int contacto = 1; //Contacto de encendido del carro
int presencia = A1; //Biometrico
int ventilador = 12; //Ventilador
String inputString = "";
boolean stringComplete = false;
boolean flagDesbloqueo=false;
boolean flag2ViveLocura=false;

Guardado
Global variables use 316 bytes (358) of dynamic memory, leaving 1.644 bytes for local variables. Maximum is 2.560 bytes.
Board at COM3 is not available
```

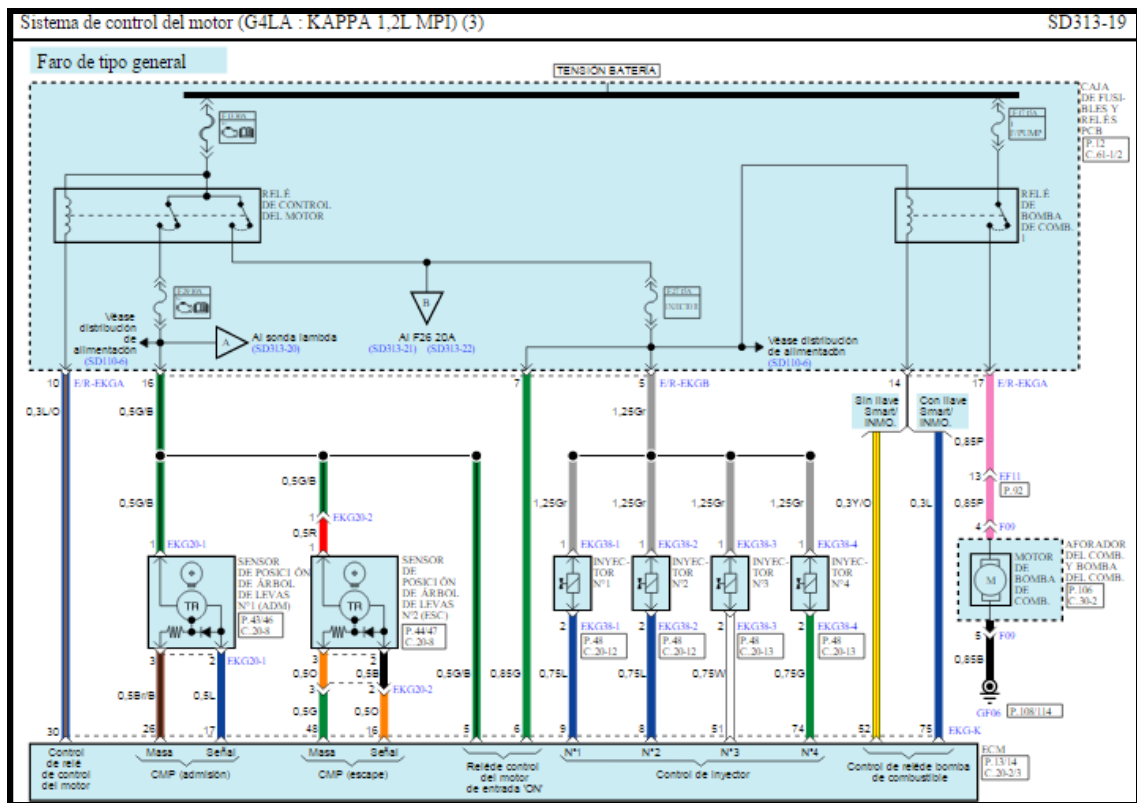
**Figura 27. Pantalla del software Arduino**

En total el programa esta coinstituido en 404 líneas, donde se especifican los parametros en los que el sistema debe trabajar.

### **3.2.5.3.1. Notas del diseño.**

- Conexiones necesarias para funcionamiento: VCC, GND, DOUT y DIN.
- Conexiones necesarias para la actualización del firmware: VCC, GND, DIN, DOUT, RTS y DTR.
- La dirección de la señal es específica con respecto al módulo.
- El módulo incluye una resistencia pull-up de 50 K $\Omega$ , adjunta para RESET (activación en bajo L).
- Las entradas pull-ups pueden ser configuradas utilizando el comando PR.
- Los pines del micro Atmega32u4 que no son utilizados deben dejarse desconectados.





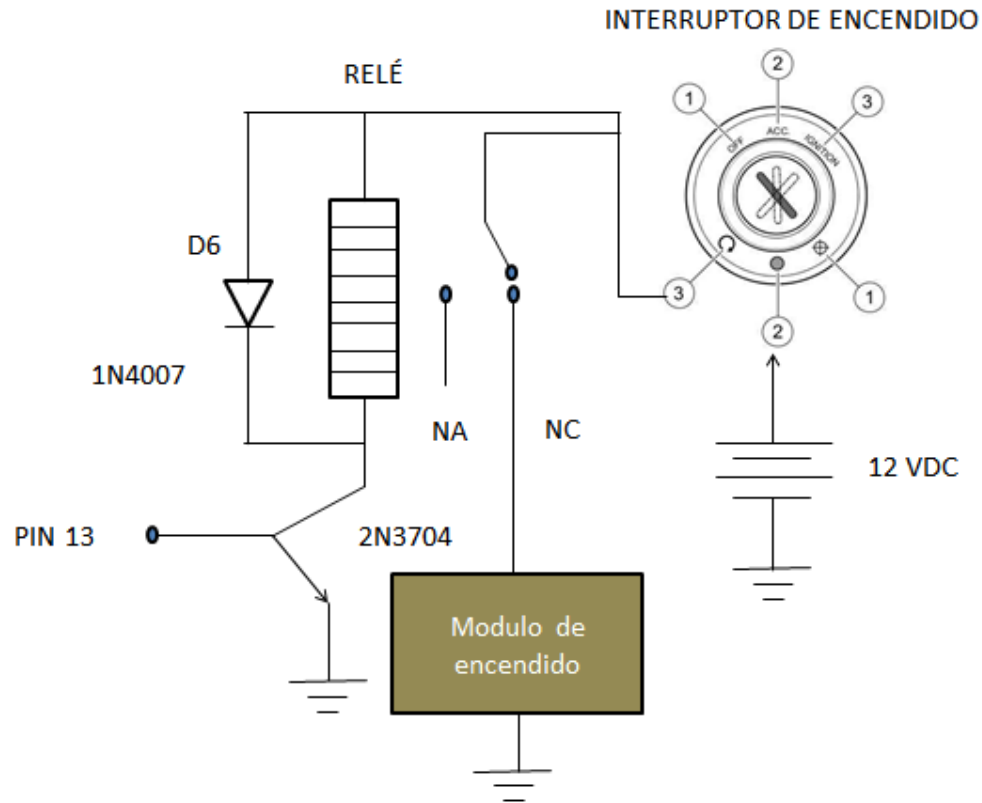
**Figura 29** Circuito de la bomba de combustible. Fuente: <http://www.kia-hotline.com/manualV2/cnts/view/ETM?popup=1>.

Los circuitos eléctricos generan consumos altos de amperaje al momento del arranque del motor. Por lo tanto, se utiliza relé automotriz de 12 V a 40 A, para evitar que componentes electrónicos de menor amperaje se quemen y generen cortocircuito, también se tiene en cuenta el calibre del cable y se utiliza el mismo que viene instalado en el vehículo en este circuito (AWG 14).

La corriente máxima que circula entre la llave de contacto y el módulo es 4,15 Amperios, el objetivo es tener un margen de seguridad aceptable y se escoge un relé SPDT de 40 Amperios el cual va a conmutar dicha corriente sin ninguna dificultad.

El diagrama de la Figura 21 se observa el circuito eléctrico que se utiliza para la etapa de bloqueo, el Pin 13 del Arduino es el terminal de salida ON del microcontrolador y se dirige hacia el transistor Q3 que funciona como un interruptor a tierra para activar la bobina del relé e interrumpir la alimentación del módulo de encendido. En el caso que por el terminal 13 del microcontrolador se tenga una

salida OFF existe alimentación hacia el módulo de encendido y podrá encenderse el motor.



**Figura 30. Circuito de bloqueo.**

$V_T = 0,7 \text{ V}$  (Voltaje que cae sobre el transistor)

$B = 20$  (Beta de Transistor)

$R_L = 300 \ \Omega$  (Resistencia del Relé)

$I_C = V_R / R_L$  (Corriente de colector)

$I_C = 12 / 300$

$I_C = 0,04 \text{ A.}$

$I_B = I_C / \text{Beta}$  (Corriente de base)

$I_B = 0,04 / 20$

$I_B = 0,002 \text{ A.}$

$R_B = (V_{in} - V_T) / I_B$   $P_B = V. I$

$R_B = (5 - 0,7) / 0,002$   $P_B = 5 * 0,0002$

RB = 2,15 K  $\Omega$  Se opta por instalar una Resistencia comercial de 2 K  $\Omega$

PB = 0,01 Watt

### **3.3. ELEMENTOS NECESARIOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO QUE MIDE EL GRADO DE ALCOHOLEMIA Y COMPRUEBA POR BIOMETRÍA LA IDENTIDAD DEL CONDUCTOR DE UN VEHÍCULO**

#### **3.3.1. Alcoholímetro.**

Utilizando el software Proteus 8.1 se diseñan los circuitos para el sistema. A continuación se detallan los elementos que son necesarios para su construcción:

- Resistencias de 220  $\Omega$  --- 9 unidades
- Resistencias de 2 K $\Omega$  --- 2 unidades
- Resistencias de 10 K $\Omega$  --- 1 unidades
- Transistores 2N3904 --- 1 unidad
- Ledes en colores --- 8 unidades
- Sensores MQ-3 con MG811 incluido --- 1 unidad
- Tarjeta sensor MG811 --- 1 unidad
- Pulsador N.A --- 1 unidad
- Micro-controlador Arduino Leonardo -- 2 unidades
- Display LCD – 1 unidad
- Cable – 2 mt
- Protoboard – 1 unidad

- Lector de huellas GT511-C3
- Acrílico Blanco
- Relé Automotriz de 40 A
- Conexión a toma de corriente 12 V y/o encendedor en algunos modelos.
- Cable AWG 14 y 16 2 m
- Boquillas para alcoholímetro PT-5000, paquete x 100 unidades



### 3.3.1.1. Diagrama eléctrico del sistema realizado en Proteus 8.1.

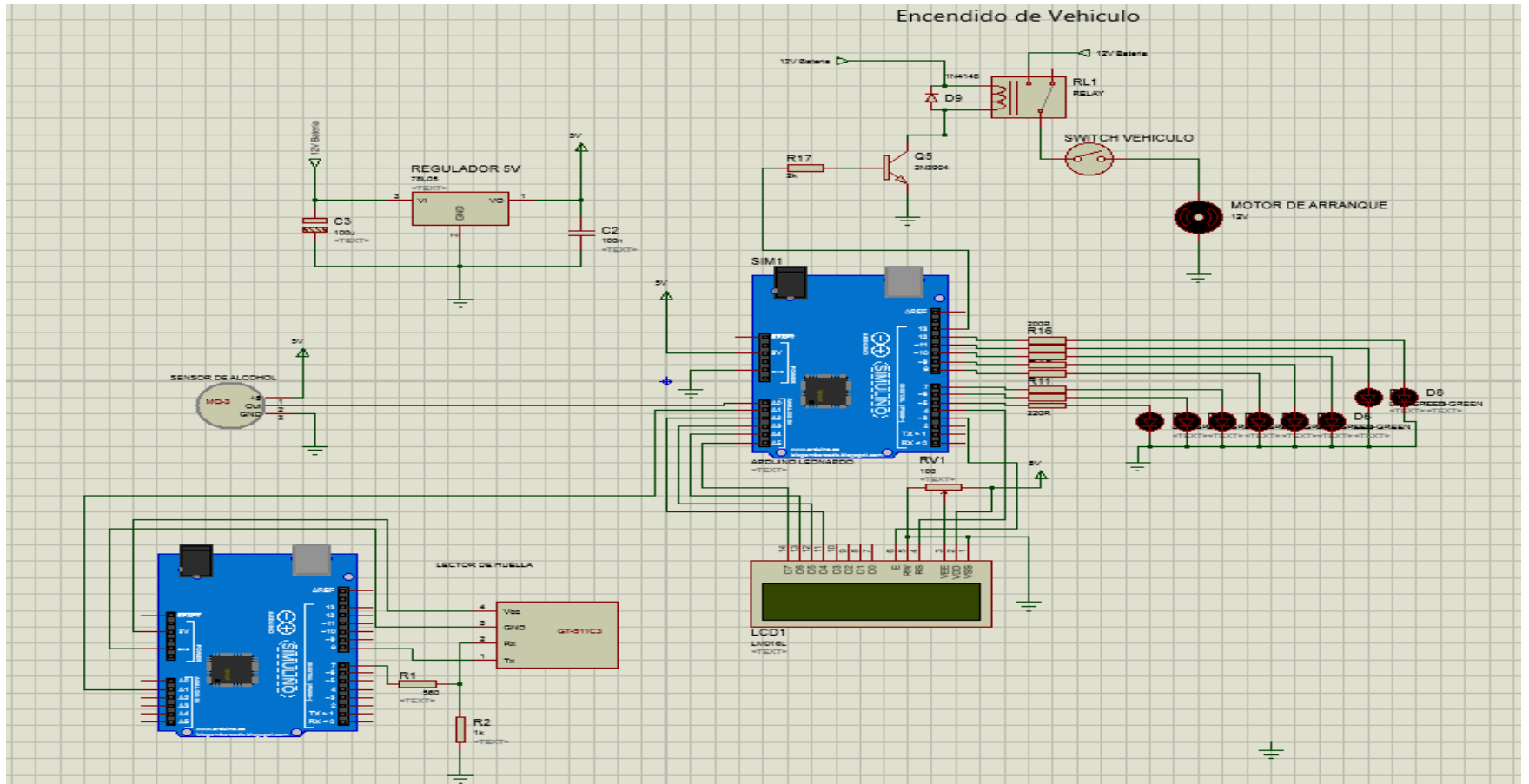


Figura 31. Diagrama Eléctrico del sistema realizado en Proteus 8.1

### 3.3.1.2 Costo aproximado de construcción.

Se realiza análisis de costo de la implementación del sistema.

- Materiales utilizados en la construcción.
- Mano de obra, desarrollo del código.
- Varios.

ARTICULO	CANTIDAD	COSTO PROMEDIO
LCD DISPLAY	1	\$ 30.000,00
RESISTENCIAS	25	\$ 5.000,00
ARDUINO LEONARDO	3	\$ 140.000,00
PULSADOR	1	\$ 2.000,00
CABLE	1	\$ 4.000,00
LEDES	8	\$ 2.000,00
LECTOR DE HUELLAS	1	\$ 151.000,00
SENSOR MQ3	1	\$ 16.000,00
CAPACITORES	2	\$ 1.200,00
RELÉ 12 V	2	\$ 16.000,00
POTENCIÓMETRO 10 K	1	\$ 2.000,00
TRANSISTORES N3904	1	\$ 1.000,00
TIP 41 TRANSISTOR	1	\$ 1.500,00
DIODOS 1N4148	1	\$ 1.000,00
SOLDADURA	1	\$ 2.000,00
TERMOENCOGIBLE	1	\$ 1.500,00
PROTOBOARD O BAQUELA	1	\$ 20.000,00
MANO DE OBRA	130 horas	\$ 780.000,00
TOTAL		\$ 1.176.200,00

**Tabla 11 Costo de construcción estimado del sistema.**

### 3.3.1.3. Pros y contras del sistema.

PROS	CONTRAS	ADVERTENCIAS
Seguridad del vehículo y de los ocupantes.	La seguridad depende exclusivamente de la responsabilidad del conductor.	Cambio del valor de los elementos que componen el sistema.
Interfaz de fácil uso.	Actualmente no es un dispositivo de uso obligatorio	Comercialización de algunos elementos que componen el sistema, de difícil consecución.
El desbloqueo del sistema se realiza a través de un ordenador portátil.	Puede ser vulnerable a manipulaciones.	Construcción de sistemas similares a menor costo.

**Tabla 12 Principales pros y contras del sistema.**

### 3.3.1.4. Descripción de funcionamiento del sistema.

El sistema de bloqueo del encendido, se compone de dos partes, un circuito de identificación del conductor y otro circuito de medición de alcoholemia que permite mantener bloqueado el encendido de un automóvil a través de una salida de relé.

El circuito del alcoholímetro se apaga o enciende mediante un interruptor On/Off, cuando arranca el circuito se enciende los ledes uno tras de otro desde el L1 hasta el L8 verificando que el circuito entra en funcionamiento. Los ledes de color verde L2 y L3 encienden y apagan de forma intermitentemente, L2 indica que el conductor debe realizar la prueba de identificación (biometría), a su vez el LED L3 indica que el conductor debe realizar la prueba de alcoholemia (boquilla). Una vez que el conductor realiza las 2 pruebas, el nivel de concentración de alcohol que fue determinado por el sensor de detección de alcohol (MQ-3), es visualizado en la pantalla de la LCD, en valores que van desde 50 hasta 600 aproximadamente. Siendo 50 un valor de concentración mínimo, se calibra un rango (100) de aceptación, hasta 150 es aceptable y permite activar el relé,

La pantalla LCD muestra el mensaje del estado de los sensores, el mensaje de "Acceso permitido o Buen Viaje", se activa la señal de relé que desbloquea el automóvil para que pueda ser encendido, por el contrario si el conductor se identifica correctamente, pero su nivel de alcohol es alto no se permite acceso, no hay activación de relé y se mostrara un mensaje en la pantalla que indica que el

sistema queda fuera de servicio y mostrara un número telefónico de un familiar para usarlo en caso de que la persona este incapaz de valerse por sus propios medios, la configuración del número telefónico es a gusto del comprador, simplemente se deja el mensaje fuera de servicio.

El dispositivo consigue evitar el robo de un vehículo, gracias al lector de huellas que no permite continuar con las pruebas de alcoholemia si el ocupante no tiene guardada la huella en el dispositivo. El dispositivo tiene capacidad de almacenamiento de 200 huellas, y se realiza mediante un código que se debe ingresar para este objetivo, también es posible borrar las huellas anteriormente guardadas por medio del software de fábrica SDK\_DEMO, se realiza por medio de una conexión serial con un PC.

## **CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4. CONCLUSIONES**

Con la culminación del presente proyecto se logra el principal objetivo, realizar el “diseño de un sistema electrónico que mide el grado de alcoholemia y comprueba por biometría la identidad del conductor de un vehículo”.

Los objetivos planteados en el proyecto se cumplen satisfactoriamente, ya que las pruebas realizadas para verificar el correcto funcionamiento del sistema arroja resultados positivos y principalmente la seguridad, después de ser implementado el producto en un vehículo KIA Picanto 2016 utilizado como test drive para uso de clientes en la empresa Armotor S.A.

El micro-controlador Atmega32U4 (Arduino Leonardo) utilizado en el sistema, se seleccionó por su bajo consumo de potencia, capacidad de memoria y programación simple adaptable al software y hardware utilizado, cumpliendo los requerimientos del proyecto.

El proyecto es una de las opciones más acertadas para mejorar la seguridad de un automóvil, con la finalidad de reducir el número de accidentes automovilísticos que diariamente ocurren por conducir en estado de alicoramiento.

El sistema creado tiene un funcionamiento sencillo por lo que cualquier persona puede hacer uso de este, al proporcionar seguridad al conductor y al vehículo, su mayor ventaja sobre otros sistemas de seguridad, es su bajo costo y su instalación simple.

Después de realizar el montaje inicial se evidencian algunas fallas que son corregidas y probadas en el prototipo 2, se corrigen parámetros del código para hacer más simple su uso.

El sistema además de evitar la conducción de vehículos por personas ebrias, sirve como seguridad del mismo, pues el vehículo no puede ser encendido por personas que no tienen guardada su huella.

El sistema diseñado queda a disposición del importador de vehículos KIA en Colombia, con el fin de homologar su instalación en algunos de sus modelos como accesorio útil, con el propósito de evitar pérdidas humanas y económicas.

## 5. RECOMENDACIONES

En el caso de realizar la implementación se recomienda trabajar en un área adecuada y segura con todas las precauciones necesarias, tener al alcance todos los instrumentos, herramientas, elementos electrónicos necesarios para la elaboración del proyecto.

Se recomienda verificar el diseño de las placas electrónicas aspectos importantes como los siguientes: comprobar la continuidad, posibles cortos, soldaduras, etc. Y realizar varias pruebas para estar seguros de su funcionamiento.

Se recomienda instalar el sistema en un lugar donde se esté seguro, además el circuito electrónico de control debe ser colocado en un sitio donde se evite la manipulación por cualquier persona no autorizada, evitando así el daño del circuito.

Cuando por algún motivo se deba modificar o grabar un nuevo código en el Arduino se tiene que apagar el sistema completamente, ya que no se recomienda usar la conexión serial a través del puerto USB, mientras el Arduino se encuentre alimentado con una fuente externa.

## 6. BIBLIOGRAFIA

[1]La gran enciclopedia ilustrada del proyecto salón hogar, reacciones químicas. Electroquímica. [Online]. Disponible en: [http://www.salohogar.net/quimica/nomenclatura\\_quimica/electroquimica.htm](http://www.salohogar.net/quimica/nomenclatura_quimica/electroquimica.htm) [Consulta: 24/03/15].

[2]Industrial Scientific. The gas detection people, sensores electroquímicos [Online]. Disponible en: <http://www.indsci.es/servicios/capacitacion/educacion-general-sobre-gas/sensor-electroquimico/> [Consulta: 24/03/2015].

[3]Padres Auto convocados y Pre ventores de Argentina (Padres en la Ruta). [Online]. Disponible en: <http://www.padresenlaruta.org.ar/ALCOHOLEMIA.htm> [Consulta: 25/03/15].

[4]Proyecto Arduino. [Online]. Disponible en: <https://proyectoarduino.wordpress.com/%C2%BFque-es-arduino/> [Consulta: 25/03/2015]

[5]Todo Electrónica [Online]. Disponible en: <http://www.todoelectronica.com/%C3%82%C2%BFpor-que-arduino-ventajas-sobre-otros-microcontroladores-p-13507.html> [Consulta 25/03/2015].

[6]Arduitienda, Arduino Leonardo. [Online]. Disponible en: <http://www.ardumania.es/ardutienda/es/arduino/85-arduino-leonardo.html> [Consulta: 01/04/2015].

[7]Electrónica embajadores, sensor de alcohol MQ-3. [Online]. Disponible en: <http://www.electronicaembajadores.com/Productos/Detalle/1/SSGAMQ3/sensor-de-alcohol---mq-3> [Consulta: 01/04/2015].

[8]Manual alcohol gas sensor (MQ-3). [Online]. Disponible en: <https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Biometric/MQ-3%20ver1.3%20-%20Manual.pdf> [Consulta: 01/04/2015].

[9]Conductores borrachos matan a un colombiano cada día [Online]. Disponible en: <http://www.eltiempo.com/politica/justicia/accidentes-ocasionados-por-conductores-borrachos/14791115> [Consulta: 03/04/2015].



[10] Setting Up the Fingerprint Scanner [Online]. Disponible en: <http://www.instructables.com/id/DIY-Fingerprint-Scanning-Garage-Door-Opener/step6/Setting-Up-the-Fingerprint-Scanner/>

Ing. REYES, Carlos. *“Microcontroladores PIC”*. Editorial Rispergraf. Segunda Edición. 2006.

Ing. Villazis, Fabrizio. *“Cuaderno de Microcontroladores y Diseño electrónico”*. 2011.

José M Angulo Usategui, Susana Romero e Ignacio Ángulo Martínez. *“Microcontroladores PIC- Diseño práctico de Aplicaciones”*. Editorial Graw Hill. Primera edición.

## GLOSARIO

**LCD:** (Liquid Crystal Display) Pantalla de cristal líquido.

**LED:** (Light Emitting Diode) Diodo emisor de luz.

**FARADIO:** unidad de medida de la capacitancia.

**OHMIO:** unidad de medida de la resistencia eléctrica.

**NPN:** tipo de transistor bipolar, en los que las letras "N" y "P" se refieren a los portadores de carga mayoritarios dentro de las diferentes regiones del transistor. La mayoría de los transistores bipolares usados actualmente son NPN.

**PNP:** tipo de transistor de unión bipolar con las letras "P" y "N" refiriéndose a las cargas mayoritarias dentro de las diferentes regiones del transistor. Este transistor no es de uso común.

**AVR:** Los AVR son una familia de micro-controladores RISC de Atmel. La arquitectura de los AVR fue concebida por dos estudiantes en el Norwegian Institute of Technology, y posteriormente refinada y desarrollada en Atmel Norway, la empresa subsidiaria de Atmel, fundada por los dos arquitectos del chip.

**RISC:** Un tipo de procesadores que reconoce un conjunto pequeño de órdenes, capaz de responder a esas órdenes a una gran velocidad (opuesto a CISC).

**RAM:** (Random Access Memory) Memoria de acceso directo. Normalmente se usa este nombre para referirse a memorias en las que se puede leer y también escribir (RWM).

**EEPROM:** (Electrically Erasable Programmable ROM) Memoria ROM borrable y programable eléctricamente.

**PASSWORD:** Clave de acceso o contraseña necesario para acceder a un determinado sistema.

**PC:** (Personal Computer) Ordenador personal. Esta abreviatura proviene del IBM Personal Computer, creado por la casa IBM.

**PCB:** (Printed Circuit Board) Placa de circuito impreso.

**SOFTWARE:** se llama así al equipamiento lógico o soporte lógico de un sistema informático, que comprende el conjunto de los componentes lógicos necesarios que hacen posible la realización de tareas específicas.

**API:** Interfaz de programación de aplicaciones (IPA) o API (del inglés Application Programming Interface) es el conjunto de funciones y procedimientos (o métodos, en la programación orientada a objetos).

**ARDUINO:** es una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un micro-controlador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios

**UART:** son las siglas de "Universal Asynchronous Receiver-Transmitter" (Transmisor-Receptor Asíncrono Universal). Éste controla los puertos y dispositivos serie.

**SPI:** El Bus SPI (Serial Peripheral Interface) es un estándar de comunicaciones, usado principalmente para la transferencia de información entre circuitos integrados en equipos electrónicos.

**USB:** (Universal Serial Bus), más conocido por la sigla USB, es un bus estándar industrial que define los cables, conectores y protocolos usados en un bus para conectar, comunicar y proveer de alimentación eléctrica entre computadoras, periféricos y dispositivos electrónicos.

**PROTEUS:** Herramienta (software) que permite la simulación de circuitos electrónicos con micro-controladores.

**Hz:** El hercio, hertzio o hertz (símbolo Hz), es la unidad de frecuencia del Sistema Internacional de Unidades.

**DIP:** Es el encapsulado más común, consiste en dos hileras paralelas de terminales distribuidas a los lados del CI, en este encapsulado las patillas del CI atraviesa la tarjeta de circuito impreso (TCI) y se sueldan en la parte inferior.

**POT:** Potenciómetro o resistencia variable.

**DL:** Dirección de destino.

**MY:** Dirección de origen.

**BAUDIOS:** (baud) es una unidad de medida utilizada en telecomunicaciones, que representa el número de símbolos por segundo en un medio de transmisión digital. 1 Cada símbolo puede codificar 1 o más bits, dependiendo del esquema de modulación.

**FIRMWARE:** El firmware es un bloque de instrucciones de máquina para propósitos específicos, grabado en un chip, normalmente de lectura/escritura (ROM, EEPROM, flash, etc.), que establece la lógica de más bajo nivel que controla los circuitos electrónicos de un dispositivo de cualquier tipo

# ANEXOS

# ANEXO I. Data Sheet MQ-3 Sensor Alcoholímetro

HANWEI ELETRONICS CO.,LTD

MQ-3

<http://www.hwsensor.com>

## TECHNICAL DATA MQ-3 GAS SENSOR

### FEATURES

- \* High sensitivity to alcohol and small sensitivity to Benzine .
- \* Fast response and High sensitivity
- \* Stable and long life
- \* Simple drive circuit

### APPLICATION

They are suitable for alcohol checker, Breathalyser.

### SPECIFICATIONS

#### A. Standard work condition

Symbol	Parameter name	Technical condition	Remarks
V <sub>c</sub>	Circuit voltage	5V±0.1	AC OR DC
V <sub>H</sub>	Heating voltage	5V±0.1	ACOR DC
R <sub>L</sub>	Load resistance	200K Ω	
R <sub>H</sub>	Heater resistance	33 Ω ± 5%	Room Tem
P <sub>H</sub>	Heating consumption	less than 750mw	

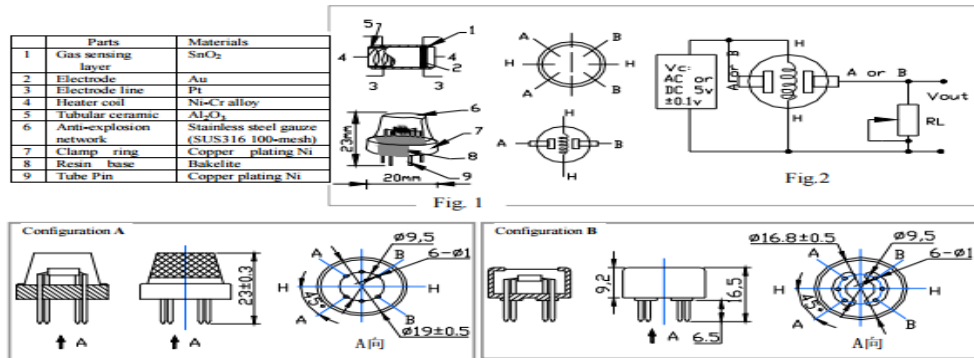
#### B. Environment condition

Symbol	Parameter name	Technical condition	Remarks
Tao	Using Tem	-10°C-50°C	
Tas	Storage Tem	-20°C-70°C	
R <sub>H</sub>	Related humidity	less than 95%Rh	
O <sub>2</sub>	Oxygen concentration	21%(standard condition)Oxygen concentration can affect sensitivity	minimum value is over 2%

#### C. Sensitivity characteristic

Symbol	Parameter name	Technical parameter	Remarks
R <sub>s</sub>	Sensing Resistance	1M Ω - 8 M Ω (0.4mg/L alcohol )	Detecting concentration scope: 0.05mg/L—10mg/L Alcohol
α (0.4/1 mg/L)	Concentration slope rate	≤0.6	
Standard detecting condition	Temp: 20°C ± 2°C Humidity: 65%±5%	V <sub>c</sub> :5V±0.1 V <sub>H</sub> : 5V±0.1	
Preheat time	Over 24 hour		

#### D. Structure and configuration, basic measuring circuit



TEL: 86-371- 67169070 67169080 FAX: 86-371-67169090

E-mail: [sales@hwsensor.com](mailto:sales@hwsensor.com)

Structure and configuration of MQ-3 gas sensor is shown as Fig. 1 (Configuration A or B), sensor composed by micro  $Al_2O_3$  ceramic tube, Tin Dioxide ( $SnO_2$ ) sensitive layer, measuring electrode and heater are fixed into a crust made by plastic and stainless steel net. The heater provides necessary work conditions for work of sensitive components. The enveloped MQ-3 have 6 pin, 4 of them are used to fetch signals, and other 2 are used for providing heating current.

Electric parameter measurement circuit is shown as Fig.2

E. Sensitivity characteristic curve

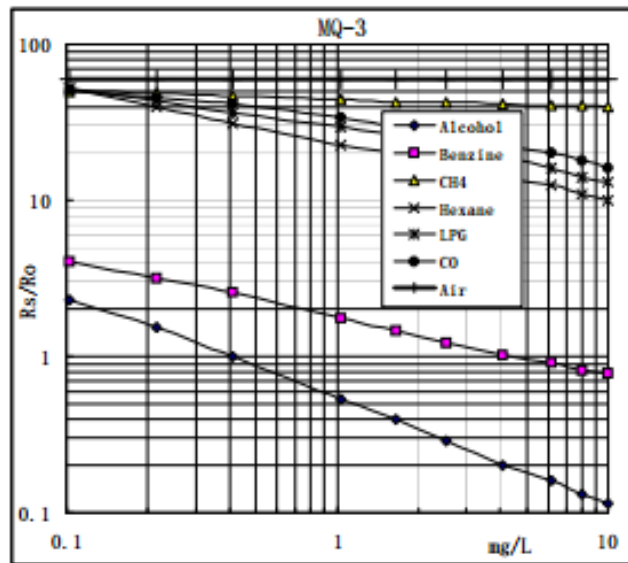


Fig.2 sensitivity characteristics of the MQ-3

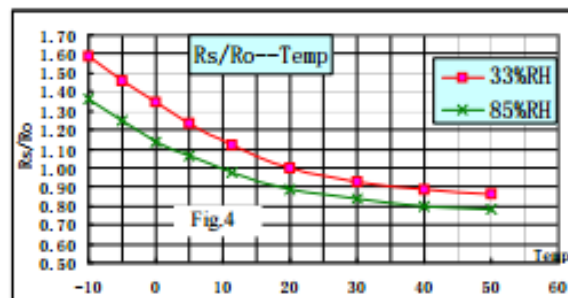


Fig.4 is shows the typical dependence of the MQ-3 on temperature and humidity.

$R_o$ : sensor resistance at 0.4mg/L of Alcohol in air at 33%RH and 20 °C

$R_s$ : sensor resistance at 0.4mg/L of Alcohol at different temperatures and humidities.

### SENSITIVITY ADJUSTMENT

Resistance value of MQ-3 is difference to various kinds and various concentration gases. So, When using this components, sensitivity adjustment is very necessary. we recommend that you calibrate the detector for 0.4mg/L ( approximately 200ppm ) of Alcohol concentration in air and use value of Load resistance( $R_L$ ) about 200 K  $\Omega$  (100K  $\Omega$  to 470 K  $\Omega$ ).

When accurately measuring, the proper alarm point for the gas detector should be determined after considering the temperature and humidity influence.

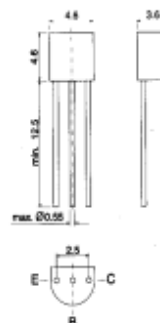
## ANEXO II. Data Sheet 2N3904 Transistor NPN

### HN / 2N 3903/3904

NPN Silicon Epitaxial Planar Transistor  
for switching and amplifier applications.

As complementary types the PNP transistors  
HN / 2N 3905 and HN / 2N 3906 are recommended.

On special request, these transistors can be manufactured  
in different pin configurations. Please refer to the "TO-92  
TRANSISTOR PACKAGE OUTLINE" on page 80 for the  
available pin options.



TO-92 Plastic Package  
Weight approx. 0.18 g  
Dimensions in mm

#### Absolute Maximum Ratings ( $T_a = 25^\circ\text{C}$ )

	Symbol	Value	Unit
Collector Base Voltage	$V_{CB0}$	60	V
Collector Emitter Voltage	$V_{CE0}$	40	V
Emitter Base Voltage	$V_{EB0}$	6	V
Collector Current	$I_C$	100	mA
Peak Collector Current	$I_{CM}$	200	mA
Power Dissipation at $T_{amb} = 25^\circ\text{C}$	$P_{tot}$	500 <sup>1)</sup>	mW
Junction Temperature	$T_J$	150	$^\circ\text{C}$
Storage Temperature Range	$T_S$	-55 to +150	$^\circ\text{C}$

<sup>1)</sup> Valid provided that leads are kept at ambient temperature at a distance of 2 mm from case

G S P FORM A AVAILABLE



## HN / 2N 3903/3904

Characteristics at  $T_{amb} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$

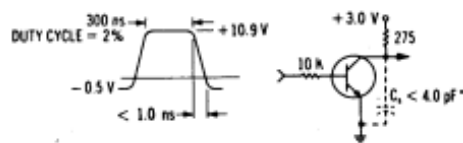
	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit
DC Current Gain					
at $V_{CE} = 1\text{ V}$ , $I_C = 0.1\text{ mA}$	HN / 2N 3903 HN / 2N 3904	$h_{FE}$ $h_{FE}$	20 40	- -	- -
at $V_{CE} = 1\text{ V}$ , $I_C = 1\text{ mA}$	HN / 2N 3903 HN / 2N 3904	$h_{FE}$ $h_{FE}$	35 70	- -	- -
at $V_{CE} = 1\text{ V}$ , $I_C = 10\text{ mA}$	HN / 2N 3903 HN / 2N 3904	$h_{FE}$ $h_{FE}$	50 100	- -	150 300
at $V_{CE} = 1\text{ V}$ , $I_C = 50\text{ mA}$	HN / 2N 3903 HN / 2N 3904	$h_{FE}$ $h_{FE}$	30 60	- -	- -
at $V_{CE} = 1\text{ V}$ , $I_C = 100\text{ mA}$	HN / 2N 3903 HN / 2N 3904	$h_{FE}$ $h_{FE}$	15 30	- -	- -
Thermal Resistance Junction to Ambient	$R_{\theta JA}$	-	-	250 <sup>1)</sup>	K/W
Collector Saturation Voltage					
at $I_C = 10\text{ mA}$ , $I_B = 1\text{ mA}$	$V_{CE sat}$	-	-	0.2	V
at $I_C = 50\text{ mA}$ , $I_B = 5\text{ mA}$	$V_{CE sat}$	-	-	0.3	V
Base Saturation Voltage					
at $I_C = 10\text{ mA}$ , $I_B = 1\text{ mA}$	$V_{BE sat}$	-	-	0.85	V
at $I_C = 50\text{ mA}$ , $I_B = 5\text{ mA}$	$V_{BE sat}$	-	-	0.95	V
Collector Cutoff Current					
$V_{EB} = 3\text{ V}$ , $V_{CE} = 30\text{ V}$	$I_{CEV}$	-	-	50	nA
Emitter Cutoff Current					
$V_{EB} = 3\text{ V}$ , $V_{CE} = 30\text{ V}$	$I_{EBV}$	-	-	50	nA
Collector Base Breakdown Voltage					
at $I_C = 10\text{ }\mu\text{A}$ , $I_E = 0$	$V_{(BR)CBO}$	60	-	-	V
Collector Emitter Breakdown Voltage					
at $I_C = 1\text{ mA}$ , $I_B = 0$	$V_{(BR)CEO}$	40	-	-	V
Emitter Base Breakdown Voltage					
at $I_E = 10\text{ }\mu\text{A}$ , $I_C = 0$	$V_{(BR)EBO}$	6	-	-	V
Gain Bandwidth Product					
at $V_{CE} = 20\text{ V}$ , $I_C = 10\text{ mA}$ , $f = 100\text{ MHz}$	HN / 2N 3903 HN / 2N 3904	$f_T$ $f_T$	250 300	- -	MHz MHz
Collector Base Capacitance					
at $V_{CB} = 5\text{ V}$ , $f = 100\text{ kHz}$	$C_{CB0}$	-	-	4	pF
Emitter Base Capacitance					
at $V_{EB} = 0.5\text{ V}$ , $f = 100\text{ kHz}$	$C_{EB0}$	-	-	8	pF

<sup>1)</sup> Valid provided that leads are kept at ambient temperature at a distance of 2 mm from case.

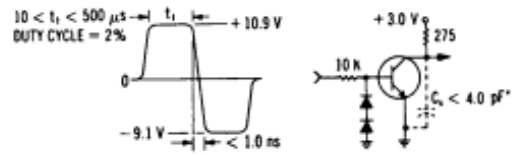
## HN / 2N 3903/3904

### Characteristics (continued)

	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit
Rise Time (see Fig. 1) at $I_{B1} = 1 \text{ mA}$ , $I_C = 10 \text{ mA}$	$t_r$	-	-	70	ns
Fall Time (see Fig. 2) at $-I_{B1} = I_{B2} = 1 \text{ mA}$ , $I_C = 10 \text{ mA}$	$t_f$	-	-	200	ns



**Fig. 1:** Test circuit for delay and rise time  
\* total shunt capacitance of test jig and connectors



**Fig. 2:** Test circuit for storage and fall time  
\* total shunt capacitance of test jig and connectors

## ANEXO III. Data Sheet LCD 16 x 2 Pantalla LCD



LCD-016M002B

Vishay

### 16 x 2 Character LCD



#### FEATURES

- 5 x 8 dots with cursor
- Built-in controller (KS 0066 or Equivalent)
- +5V power supply (Also available for +3V)
- 1/16 duty cycle
- B/L to be driven by pin 1, pin 2 or pin 15, pin 16 or A.K (LED)
- N.V. optional for +3V power supply

MECHANICAL DATA		
ITEM	STANDARD VALUE	UNIT
Module Dimension	80.0 x 36.0	mm
Viewing Area	68.0 x 16.0	mm
Dot Size	0.56 x 0.64	mm
Character Size	2.96 x 5.96	mm

ABSOLUTE MAXIMUM RATING					
ITEM	SYMBOL	STANDARD VALUE			UNIT
		MIN.	TYR.	MAX.	
Power Supply	VDD-VSS	-0.3	-	7.8	V
Input Voltage	VI	-0.5	-	VDD	V

NOTE: VSS = 0 Volt, VDD = 5.0 Volt

ELECTRICAL SPECIFICATIONS							
ITEM	SYMBOL	CONDITION	STANDARD VALUE			UNIT	
			MIN.	TYR.	MAX.		
Input Voltage	VDD	VDD = +5V	4.7	5.0	5.3	V	
		VDD = +3V	2.7	3.0	3.3	V	
Supply Current	IDD	VDD = 5V	-	1.2	3.0	mA	
Recommended LC Driving Voltage for Normal Temp. Version Module	VDD - VI	-20°C	-	-	-	V	
		0°C	4.2	4.8	5.1		
		25°C	3.8	4.5	4.8		
		50°C	3.6	4.3	4.4		
		75°C	-	-	-		
LED Forward Voltage	VF	25°C	-	4.3	4.6	V	
LED Forward Current	IF	25°C	Array	-	130	250	mA
			Edge	-	20	40	
B/L Power Supply Current	IEL	VI = 110AVC-600Hz	-	-	0.3	mA	

DISPLAY CHARACTER ADDRESS CODE:																
Display Position	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
DD RAM Address	00	01														0F
DD RAM Address	40	41														4F

Document Number: 37217  
Revision: 01-01-03

For Technical Questions, Contact: [Display@Vishay.com](mailto:Display@Vishay.com)

[www.vishay.com](http://www.vishay.com)

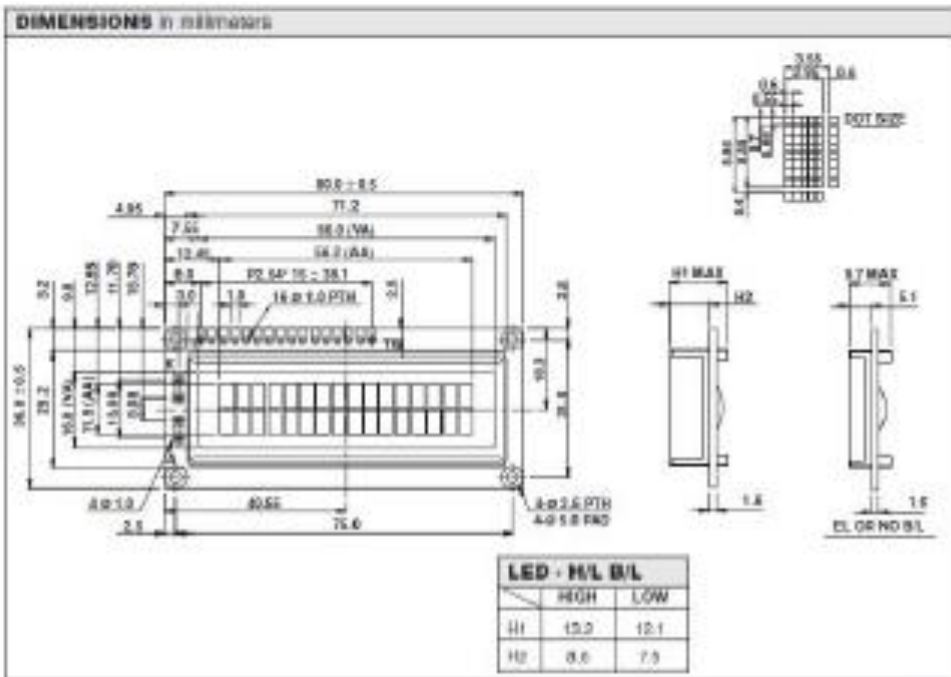
# LCD-016M002B

Vishay

16 x 2 Character LCD



PIN NUMBER	SYMBOL	FUNCTION
1	V <sub>ss</sub>	0V0
2	V <sub>dd</sub>	+3V or +5V
3	V <sub>0</sub>	Contrast Adjustment
4	RS	HL Register Select Signal
5	R/W	HL Read/Write Signal
6	E	HL -L Enable Signal
7	DB0	HL Data Bus Line
8	DB1	HL Data Bus Line
9	DB2	HL Data Bus Line
10	DB3	HL Data Bus Line
11	DB4	HL Data Bus Line
12	DB5	HL Data Bus Line
13	DB6	HL Data Bus Line
14	DB7	HL Data Bus Line
15	R/No	+4.2V for LCD/Negative Voltage Output
16	K	Power Supply for BL (OV)



## ANEXO IV. Data Sheet Micro Atmega32U4 Arduino Leonardo



ATmega16U4/ATmega32U4

8-bit Microcontroller with 16/32K bytes of ISP Flash and  
USB Controller

DATASHEET

### Features

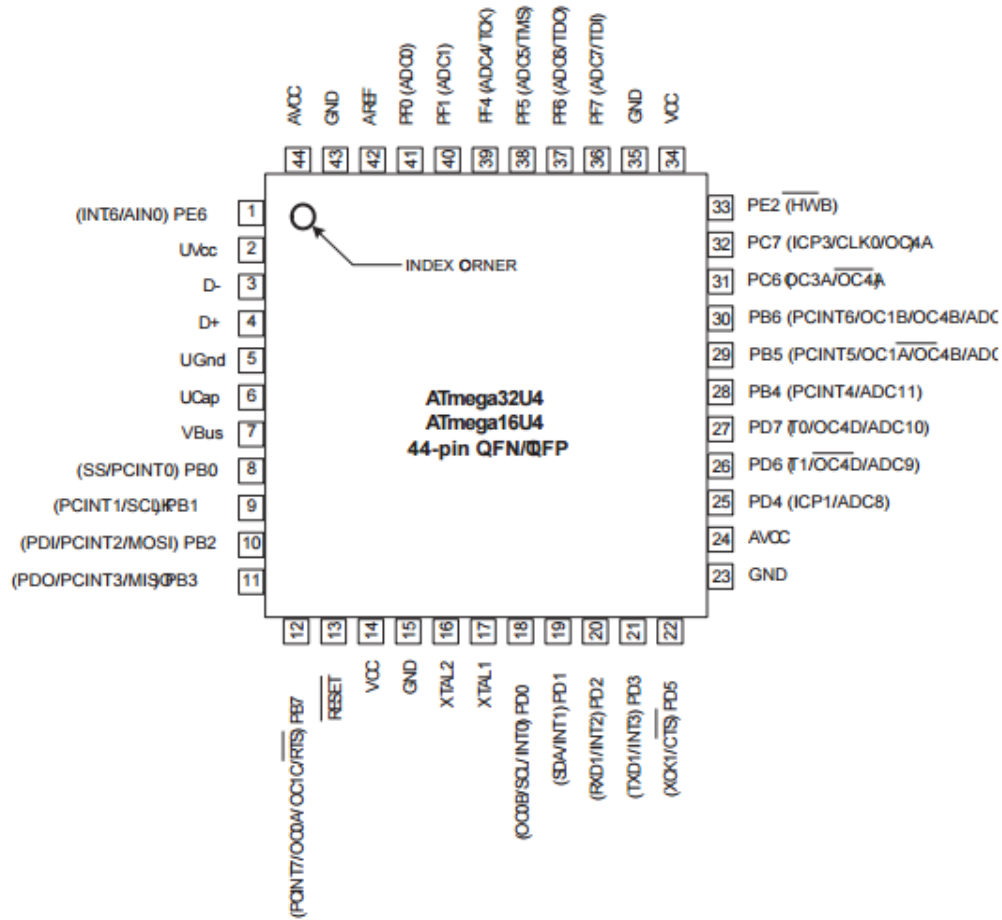
- High Performance, Low Power AVR<sup>®</sup> 8-Bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
  - 135 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution
  - 32 x 8 General Purpose Working Registers
  - Fully Static Operation
  - Up to 16 MIPS Throughput at 16MHz
  - On-Chip 2-cycle Multiplier
- Non-volatile Program and Data Memories
  - 16/32KB of In-System Self-Programmable Flash
  - 1.25/2.5KB Internal SRAM
  - 512Bytes/1KB Internal EEPROM
  - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
  - Data retention: 20 years at 85°C/ 100 years at 25°C<sup>(1)</sup>
  - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
    - In-System Programming by On-chip Boot Program
    - True Read-While-Write Operation
    - Parts using external XTAL clock are pre-programmed with a default USB bootloader
  - Programming Lock for Software Security
- JTAG (IEEE<sup>®</sup> std. 1149.1 compliant) Interface
  - Boundary-scan Capabilities According to the JTAG Standard
  - Extensive On-chip Debug Support
  - Programming of Flash, EEPROM, Fuses, and Lock Bits through the JTAG Interface
- USB 2.0 Full-speed/Low Speed Device Module with Interrupt on Transfer Completion
  - Complies fully with Universal Serial Bus Specification Rev 2.0
  - Supports data transfer rates up to 12Mbit/s and 1.5Mbit/s
  - Endpoint 0 for Control Transfers: up to 64-bytes
  - Six Programmable Endpoints with IN or Out Directions and with Bulk, Interrupt or Isochronous Transfers
  - Configurable Endpoints size up to 256 bytes in double bank mode
  - Fully independent 832 bytes USB DPRAM for endpoint memory allocation
  - Suspend/Resume Interrupts
  - CPU Reset possible on USB Bus Reset detection
  - 48MHz from PLL for Full-speed Bus Operation
  - USB Bus Connection/Disconnection on Microcontroller Request
  - Crystal-less operation for Low Speed mode
- Peripheral Features
  - On-chip PLL for USB and High Speed Timer: 32 up to 96MHz operation
  - One 8-bit Timer/Counter with Separate Prescaler and Compare Mode

- Two 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare- and Capture Mode
- One 10-bit High-Speed Timer/Counter with PLL (64MHz) and Compare Mode
- Four 8-bit PWM Channels
- Four PWM Channels with Programmable Resolution from 2 to 16 Bits
- Six PWM Channels for High Speed Operation, with Programmable Resolution from 2 to 11 Bits
- Output Compare Modulator
- 12-channels, 10-bit ADC (features Differential Channels with Programmable Gain)
- Programmable Serial USART with Hardware Flow Control
- Master/Slave SPI Serial Interface
- Byte Oriented 2-wire Serial Interface
- Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
- On-chip Analog Comparator
- Interrupt and Wake-up on Pin Change
- On-chip Temperature Sensor
- Special Microcontroller Features
  - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
  - Internal 8MHz Calibrated Oscillator
  - Internal clock prescaler and On-the-fly Clock Switching (Int RC / Ext Osc)
  - External and Internal Interrupt Sources
  - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby, and Extended Standby
- I/O and Packages
  - All I/O combine CMOS outputs and LVTTTL inputs
  - 26 Programmable I/O Lines
  - 44-lead TQFP Package, 10x10mm
  - 44-lead QFN Package, 7x7mm
- Operating Voltages
  - 2.7 - 5.5V
- Operating temperature
  - Industrial (-40°C to +85°C)
- Maximum Frequency
  - 8MHz at 2.7V - Industrial range
  - 16MHz at 4.5V - Industrial range

Note: 1. See ["Data Retention" on page 8](#) for details.

## 1. Pin Configurations

Figure 1-1. Pinout



## 2. Overview

The **ATmega16U4/ATmega32U4** is a low-power CMOS 8-bit microcontroller based on the AVR enhanced RISC architecture. By executing powerful instructions in a single clock cycle, the device achieves throughputs approaching 1 MIPS per MHz allowing the system designer to optimize power consumption versus processing speed.

## 5. AVR Memories

This section describes the different memories in the device. The AVR architecture has two main memory spaces, the Data Memory and the Program Memory space. In addition, the device features an EEPROM Memory for data storage. All three memory spaces are linear and regular.

**Table 5-1. Memory Mapping**

Memory	Mnemonic	ATmega32U4	ATmega16U4	
Flash	Size	Flash size	32KB	16KB
	Start Address	- 0x0000		
	End Address	Flash end	0x7FFF <sup>(1)</sup> 0x3FFF <sup>(2)</sup>	0x3FFF <sup>(1)</sup> 0x1FFF <sup>(2)</sup>
32 Registers	Size	-	32 bytes	32 bytes
	Start Address	-	0x0000	0x0000
	End Address	-	0x001F	0x001F
I/O Registers	Size	-	64 bytes	64 bytes
	Start Address	-	0x0020	0x0020
	End Address	-	0x005F	0x005F
Ext I/O Registers	Size	-	160 bytes	160 bytes
	Start Address	-	0x0060	0x0060
	End Address	-	0x00FF	0x00FF
Internal SRAM	Size	ISRAM size	2.5KB	1.25KB
	Start Address	ISRAM start	0x100	0x100
	End Address	ISRAM end	0x0AFF	0x05FF
External Memory	Not Present.			
EEPROM	Size	E2 size	1KB	512 bytes
	End Address	E2 end	0x03FF	0x01FF

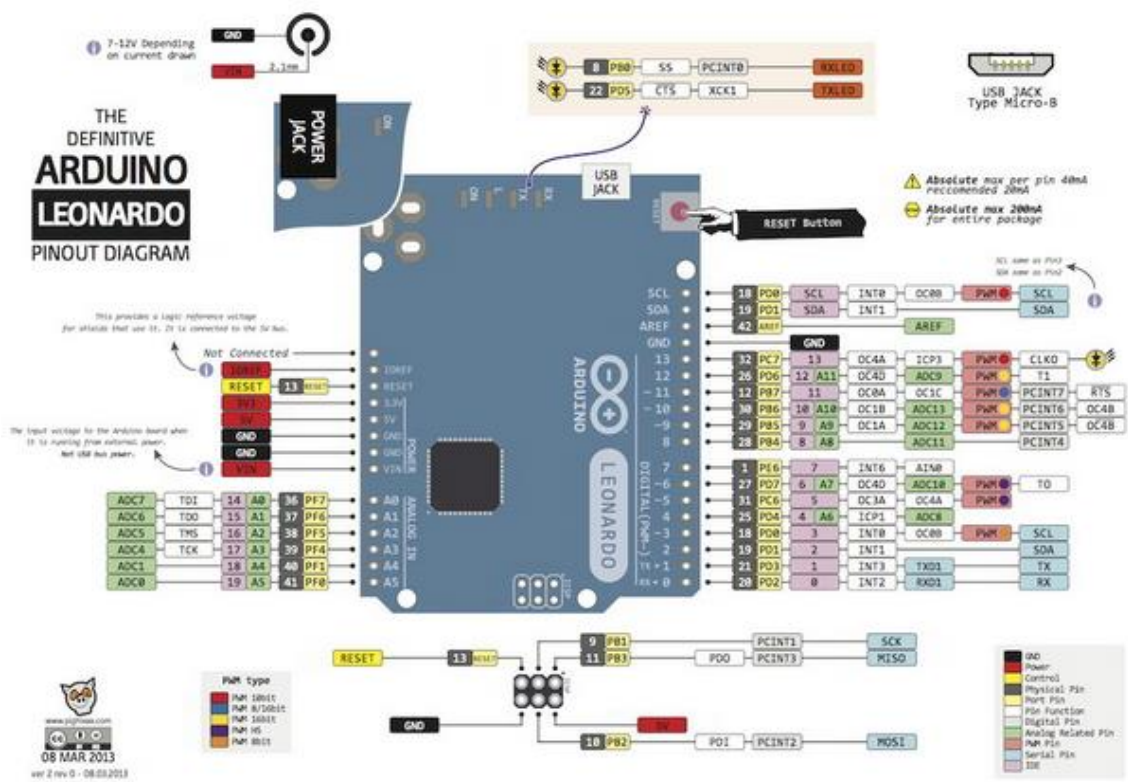
Notes: 1. Byte address.  
2. Word (16-bit) address.

### 5.1 In-System Reprogrammable Flash Program Memory

The device contains 16/32K bytes On-chip In-System Reprogrammable Flash memory for program storage. Since all AVR instructions are 16 or 32 bits wide, the Flash is organized as 16K x 16. For software security, the Flash Program memory space is divided into two sections, Boot Program section and Application Program section.

The Flash memory has an endurance of at least 100,000 write/erase cycles. The device Program Counter (PC) is 16 bits wide, thus addressing the 32K program memory locations. The operation of Boot Program section and associated Boot Lock bits for software protection are described in detail in ["Memory Programming" on page 353](#). ["Memory Programming" on page 353](#) contains a detailed description on Flash data serial downloading using the SPI pins or the JTAG interface.





# ANEXO V. Data Sheet 1N4148 Diodo

NXP Semiconductors

Product data sheet

## High-speed diodes

**1N4148; 1N4448**

### FEATURES

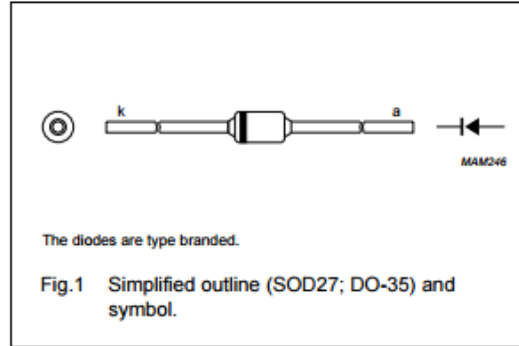
- Hermetically sealed leaded glass SOD27 (DO-35) package
- High switching speed: max. 4 ns
- General application
- Continuous reverse voltage: max. 100 V
- Repetitive peak reverse voltage: max. 100 V
- Repetitive peak forward current: max. 450 mA.

### APPLICATIONS

- High-speed switching.

### DESCRIPTION

The 1N4148 and 1N4448 are high-speed switching diodes fabricated in planar technology, and encapsulated in hermetically sealed leaded glass SOD27 (DO-35) packages.



### MARKING

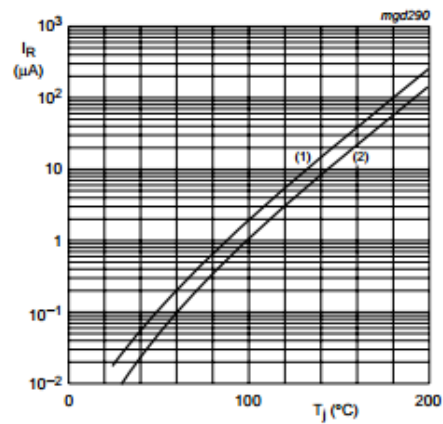
TYPE NUMBER	MARKING CODE
1N4148	1N4148PH or 4148PH
1N4448	1N4448

### ORDERING INFORMATION

TYPE NUMBER	PACKAGE		
	NAME	DESCRIPTION	VERSION
1N4148	-	hermetically sealed glass package; axial leaded; 2 leads	SOD27
1N4448			

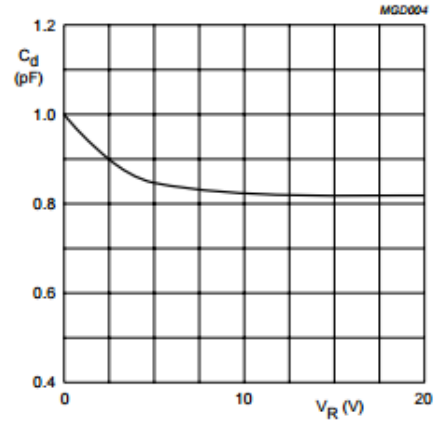
High-speed diodes

1N4148; 1N4448



- (1)  $V_R = 75\text{ V}$ ; typical values.
- (2)  $V_R = 20\text{ V}$ ; typical values.

Fig.5 Reverse current as a function of junction temperature.



$f = 1\text{ MHz}$ ;  $T_J = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Fig.6 Diode capacitance as a function of reverse voltage; typical values.

**ANEXO VI. Data Sheet GT511-C3**  
**Lector de huellas**

# ***Data Sheet***

**3D TouchPrint<sup>®</sup>** *Optical Fingerprint Recognition* **EMBEDDED** Module

## ***GT-511C3***



**2013/03/26**  
**V1.1**

# 1. Concept

This device is one chip module with;

- fingerprint algorithm
- optical sensor

The major functions are the followings.

- High-accuracy and high-speed fingerprint identification technology
- Ultra-thin optical sensor
- 1:1 verification, 1:N identification
- downloading fingerprint image from the device
- Reading & writing fingerprint template(s) from/to the device
- Simple UART & USB communication protocol

## Technical Specification

Item	Value	
CPU	ARM Cortex M3 Core (Holtek HT32F2755)	
Sensor	optical Sensor	
Effective area of the Sensor	14 x 12.5(mm)	
Image Size	202 x 258 Pixels	
Resolution	450 dpi	
The maximum number of fingerprints	200 fingerprints	
Matching Mode	1:1, 1:N	
The size of template	496 Bytes (template) + 2 Bytes (checksum)	
Communication interface	UART, default baud rate = 9600bps after power on USB Ver1.1, Full speed	
False Acceptance Rate (FAR)	< 0.001%	
False Rejection Rate(FRR)	< 0.1%	
Enrollment time	< 3 sec (3 fingerprints)	
Identification time	< 1.0 sec (200 fingerprints)	
Operating voltage	DC 3.3~6V	
Operating current	< 130mA	
Operating environment	Temperature	-20°C ~ +60°C
	Humidity	20% ~ 80%

## 2. Protocol: Packet Structure

(Multi-byte item is represented as Little Endian.)

### Command Packet (Command)

OFFSET	ITEM	TYPE	DESCRIPTION
0	0x55	BYTE	Command start code1
1	0xAA	BYTE	Command start code2
2	<i>Device ID</i>	WORD	Device ID: default is 0x0001, always fixed
4	<i>Parameter</i>	DWORD	Input parameter
8	<i>Command</i>	WORD	Command code
10	<i>Check Sum</i>	WORD	Check Sum (byte addition) OFFSET[0]+...+OFFSET[9]=Check Sum

### Response Packet (Acknowledge)

OFFSET	ITEM	TYPE	DESCRIPTION
0	0x55	BYTE	Response start code1
1	0xAA	BYTE	Response start code2
2	<i>Device ID</i>	WORD	Device ID: default is 0x0001, always fixed
4	<i>Parameter</i>	DWORD	<b>Response == 0x30:</b> (ACK) Output Parameter <b>Response == 0x31:</b> (NACK) Error code
8	<i>Response</i>	WORD	<b>0x30:</b> Acknowledge (ACK). <b>0x31:</b> Non-acknowledge (NACK).
10	<i>Check Sum</i>	WORD	Check Sum (byte addition) OFFSET[0]+...+OFFSET[9]=Check Sum

### Data Packet (Data)

OFFSET	ITEM	TYPE	DESCRIPTION
0	0x5A	BYTE	Data start code1
1	0xA5	BYTE	Data start code2
2	<i>Device ID</i>	WORD	Device ID: default is 0x0001, always fixed
4	<i>Data</i>	N BYTES	N bytes Data The size is pre-defined per protocol stage

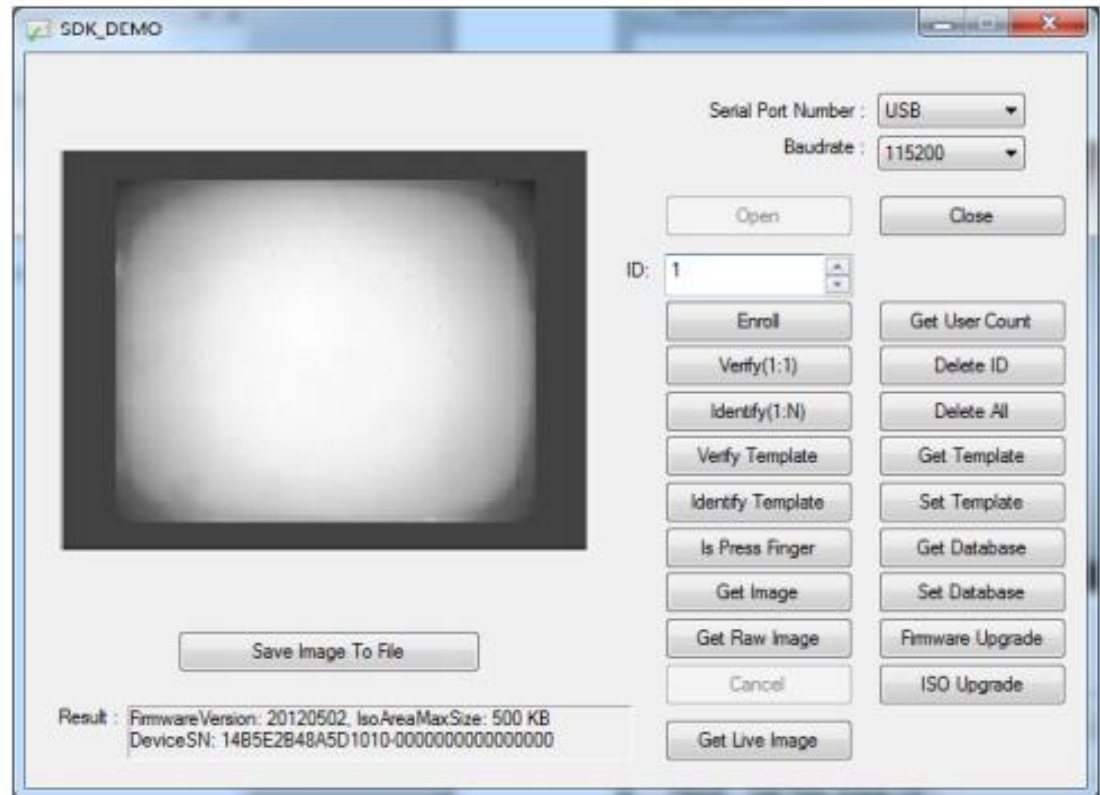
## 3. Protocol: Commands Summary


In a command packet *Command* can be one of below.

Number (HEX)	Alias	Description
01	<i>Open</i>	Initialization
02	<i>Close</i>	Termination
03	<i>UsbInternalCheck</i>	Check if the connected USB device is valid
04	<i>ChangeBaudrate</i>	Change UART baud rate
05	<i>SetIAPMode</i>	Enter IAP Mode In this mode, FW Upgrade is available
12	<i>CmosLed</i>	Control CMOS LED
20	<i>GetEnrollCount</i>	Get enrolled fingerprint count
21	<i>CheckEnrolled</i>	Check whether the specified ID is already enrolled
22	<i>EnrollStart</i>	Start an enrollment
23	<i>Enroll1</i>	Make 1 <sup>st</sup> template for an enrollment
24	<i>Enroll2</i>	Make 2 <sup>nd</sup> template for an enrollment
25	<i>Enroll3</i>	Make 3 <sup>rd</sup> template for an enrollment, merge three templates into one template, save merged template to the database
26	<i>IsPressFinger</i>	Check if a finger is placed on the sensor
40	<i>DeleteID</i>	Delete the fingerprint with the specified ID
41	<i>DeleteAll</i>	Delete all fingerprints from the database
50	<i>Verify</i>	1:1 Verification of the capture fingerprint image with the specified ID
51	<i>Identify</i>	1:N Identification of the capture fingerprint image with the database
52	<i>VerifyTemplate</i>	1:1 Verification of a fingerprint template with the specified ID
53	<i>IdentifyTemplate</i>	1:N Identification of a fingerprint template with the database
60	<i>CaptureFinger</i>	Capture a fingerprint image(256x256) from the sensor
61	<i>MakeTemplate</i>	Make template for transmission

## 7. PC Demo

PC demo program describes how to use the device with its source code.



Command Alias	UI item to test it
<i>Open, UsbInternalCheck, ChangeBaudrate</i>	
<i>Close</i>	
<i>GetEnrollCount</i>	
<i>CheckEnrolled, EnrollStart, Enroll1, Enroll2, Enroll3, IsPressFinger</i>	 



## ANEXO VII. Código para grabar huellas

```
#include "FPS_GT511C3.h"
#include "SoftwareSerial.h"

// Tx y Rx se conectan a los pines 7 y 8 del Arduino Leonardo
FPS_GT511C3 fps(8, 7);

void setup()
{
  Serial.begin(9600);

  fps.UseSerialDebug = true;
  fps.Open();
  //Graba la huella y le asigna un ID..
  enroll();
}
void enroll()
{
  int enrollid = 0;
  bool usedid = true;
  while (usedid == true)
  {
    usedid = fps.CheckEnrolled(enrollid);
    if (usedid==true) enrollid++;
  }

  fps.EnrollStart(enrollid);

  Serial.print("Press finger to Enroll #");
  Serial.println(enrollid);

  //*****Primera impresión

  while(fps.IsPressFinger() == false) delay(100);
  bool bret = fps.CaptureFinger(true);
  int iret = 0;
  if (bret != false)
  {
    //Captura de huella
    Serial.println("Remove finger");

    fps.Enroll1();
  }
}
```

```

while(fps.IsPressFinger() == true) delay(100);
// segunda impresión *****
// colocar la huella
Serial.println("Press same finger again");
while(fps.IsPressFinger() == false) delay(100);
bret = fps.CaptureFinger(true);
if (bret != false)
{
  Serial.println("Remove finger");
  //grabar por segunda vez
  fps.Enroll2();

  while(fps.IsPressFinger() == true) delay(100);
  // ***tercera impresión
  Serial.println("Press same finger yet again");
  while(fps.IsPressFinger() == false) delay(100);
  bret = fps.CaptureFinger(true);
  if (bret != false)
  {
    Serial.println("Remove finger");
    iret = fps.Enroll3();
    if (iret == 0)
    {
      //*** Grabación completa
      Serial.println("Enrolling Successfull");
    }
  }
  else
  {
    //*** No existe el ID
    Serial.print("Enrolling Failed with error code:");
    Serial.println(iret);
  }
}
  else Serial.println("Failed to capture third finger");
}
  else Serial.println("Failed to capture second finger");
}
  else Serial.println("Failed to capture first finger");
}

void loop()
{
  delay(100000);
} [10]

```

## ANEXO VIII. Código Lector de huellas complemento del programa principal

```
#include "FPS_GT511C3.h" //libreria del lector de huellas
#include "SoftwareSerial.h" //libreria para conectar a través de puerto serial

//El dispositivo tiene Tx y Rx conectados a los pines 7 y 8
FPS_GT511C3 fps(8, 7);
int pin=13;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  delay(100);
  fps.Open();
  fps.SetLED(true);
  pinMode(13,OUTPUT);
  pinMode(A1,OUTPUT);
  digitalWrite(A1,HIGH);
}

void loop()
{
  // Si el dedo esta en el lector
  if (fps.IsPressFinger())
  {
    //realiza captura de huella
    fps.CaptureFinger(false);
    //get the id
    int id = fps.Identify1_N();
    //maximo número de huellas grabadas 200.
    //Id > 200 no la reconoce
    if (id <200)
    {
      //Si es reconocida muestra el #ID en el monitor serial
      Serial.print("Verified ID:");
      Serial.println(id);
      digitalWrite(pin,HIGH);
      digitalWrite(A1,LOW);
      delay(3000);
      digitalWrite(pin,LOW);
      digitalWrite(A1,HIGH);
    }
  }
}
```

```
}  
else  
{  
  //huella no reconocida, muestra mensaje en el monitor serial  
  Serial.println("Finger not found");  
  
}  
}  
else  
{  
  //esperando huella, se muestra mensaje en el monitor serial  
  Serial.println("Please press finger");  
}  
delay(100);  
}
```

## ANEXO XI. Código del programa principal alcoholímetro

```
#include <SoftwareSerial.h>
#include <FPS_GT511C3.h>
#include <LiquidCrystal.h>
#include <EEPROM.h>
LiquidCrystal lcd(4, 3, A2, A3, A4, A5);
const int analogPin = 0;

const int sensorMin = 0;
const int sensorMax = 600;

const int ledCount = 7; // barra de ledes
unsigned int val = 0;
unsigned int val1 = 0;
int Sensor = A0; // Sensor de alcohol
int rele = 13;
int contacto = 1; //Contacto de encendido del carro
int huella = A1; //Biometrico
String inputString = "";
boolean stringComplete = false;
boolean flagdesbloquear=false;
boolean flagCalveActual=false;
boolean flagMenu=true;
char inChar;
int cont=0;
boolean estadoContacto;
boolean estadoContacto1;
boolean estadoHuella;
String claveActual = "";
char aux;
int valoraetanol=0.02299*200/12;
int ledPins[] = {11,10,9,8,7,6,5};
byte flag1 = 0; //
byte caracter0[8] = {14,21,21,31,21,21,14,32};
byte caracter1[8] = {4,10,10,4,4,6,4,6};
byte caracter2[8] = {4,17,14,10,14,17,4,32};
byte caracter3[8] = {14,17,27,17,21,17,14,32};
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(Sensor,INPUT);
  pinMode(contacto,INPUT);
```

```

pinMode(huella,INPUT);
digitalWrite(contacto,HIGH);
digitalWrite(huella,HIGH);
pinMode(rele,OUTPUT);
digitalWrite(rele,LOW);
lcd.begin(16, 2);
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print(" ALCOHOLIMETRO ");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print(" BIENVENIDO ");
inputString.reserve(200);
if(EEPROM.read(10) != 10)
{

EEPROM.write(0, char('a'));
EEPROM.write(1, char('c'));
EEPROM.write(2, char('c'));
EEPROM.write(3, char('s'));
}
//Se crean los caracteres
lcd.createChar(0,caracter0);
lcd.createChar(1,caracter1);
lcd.createChar(2,caracter2);
lcd.createChar(3,caracter3);
//EEPROM.write(0, 10);
for(int x=0;x<4;x++)
{
claveActual += (char)EEPROM.read(x);
}

for (int thisLed = 0; thisLed < ledCount; thisLed++)
{
pinMode(ledPins[thisLed], OUTPUT);
}

delay(100);

delay(300);
for (int thisLed1 = 0; thisLed1 < ledCount; thisLed1++)
{
digitalWrite(ledPins[thisLed1], HIGH);
delay(300);
digitalWrite(ledPins[thisLed1], LOW);
delay(300);
}

```

```

lcd.clear();
}

const int analogSensor = 0;

const int ledSave = 0;
const int pushButtonSave = 12;
const int pushButtonRead = 13;
int buttonSave = 0;
int buttonRead = 0;
int buttonCount = 0;

void Barraledes() {
  //Serial.begin(9600);
  pinMode(ledSave, OUTPUT);
  pinMode(pushButtonSave, INPUT);
  pinMode(pushButtonRead, INPUT);
  for (int thisLed = 0; thisLed < ledCount; thisLed++) {
    pinMode(ledPins[thisLed], OUTPUT);
  }
}

void guardar(int value) {
  int temp1 = EEPROM.read(0);
  int temp2 = EEPROM.read(1);
  EEPROM.write(0, value);
  EEPROM.write(1, temp1);
  EEPROM.write(2, temp2);
  //Serial.println("guardado");
  delay(2000);
}

void mostrar() {
  while (true) {
    buttonRead = digitalRead(pushButtonRead);
    if (buttonRead == HIGH) {
      if (buttonCount < 3) {
        int dataReaded = EEPROM.read(buttonCount);

        for (int ledHigh = 0; ledHigh < ledCount; ledHigh++) {
          if (ledHigh < dataReaded) {
            digitalWrite(ledPins[ledHigh], HIGH);
          } else {
            digitalWrite(ledPins[ledHigh], LOW);
          }
        }
      }
    }
  }
}

```

```

    }

    buttonCount++;
    delay(500);
} else {
    break;
}
}
}
}
buttonCount = 0;
delay(500);
}
//----- Funcionamiento Sistema ( Código principal )-----
void loop()
{
estadoContacto=digitalRead(contacto);
estadoHuella=digitalRead(huella);
while(estadoHuella == HIGH && flag1==0)
{
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Huella por favor ");
estadoContacto=digitalRead(contacto);
estadoHuella=digitalRead(huella);
revisarlcd();
while(estadoContacto == LOW)
{
estadoContacto=digitalRead(contacto);
estadoHuella=digitalRead(huella);
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Apagar Encendido");
revisarlcd();
}
digitalWrite(11,HIGH);
delay(50);
digitalWrite(11,LOW);

delay(50);
}
flag1=1;
lcd.clear();
while(flag1==1)
{
auxiliar();
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Soplar Boquilla ");

```



```

int dataLevel = map(analogRead(Sensor), 400, 700, 0, ledCount);
if (dataLevel < 0) {
  dataLevel = 0;
}
if (dataLevel > 10) {
  dataLevel = 10;
}
//Serial.println(dataLevel);

for (int ledHigh = 0; ledHigh < ledCount; ledHigh++) {
  if (ledHigh < dataLevel) {
    digitalWrite(ledPins[ledHigh], HIGH);
  } else {
    digitalWrite(ledPins[ledHigh], LOW);
  }
}

buttonSave = digitalRead(pushButtonSave);
if (buttonSave == HIGH) {
  digitalWrite(ledSave, HIGH);
  guardar(dataLevel);
}
else {
  digitalWrite(ledSave, LOW);
}

buttonRead = digitalRead(pushButtonRead);

if (buttonRead == HIGH) {
  mostrar();
}

int sensorReading = analogRead(Sensor);
int range = map(sensorReading, sensorMin, sensorMax, 0, 3);
//val=sensorReading;
int val1=val;
while (val <= val1+15) // intervalo para lectura de aliento
{
  while(estadoContacto == LOW)
  {
    estadoContacto=digitalRead(contacto);
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("Apagar Encendido");
    revisarLcd();
  }
}

```

```

}
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("BoquillaPorFavor");
estadoContacto=digitalRead(contacto);
revisarlcd();
digitalWrite(10,HIGH);
delay(50);
digitalWrite(10,LOW);
delay(50);
}
if(val > 350) //Umbral de desactivación
{
while(true)
{
auxiliar();
digitalWrite(rele,LOW);
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print(">>Fuera De Servicio<<"); // Bloqueo de sistema
lcd.print(val);
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Porfavor llamar al: 3327480"); // Número de emergencia

for (int positionCounter = 0; positionCounter < 1;
positionCounter++)
{
lcd.scrollDisplayLeft();
delay(500);
}
}
}
sensorReading = analogRead(Sensor);

val=sensorReading;

if(val >50 && val <150) // Rango de activación del sistema

{
while(true)
{
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("BUEN VIAJE  ");
lcd.print(" ");
digitalWrite(rele,HIGH);
estadoContacto=digitalRead(contacto);
revisarlcd();

```

```

if(estadoContacto==LOW)
{

delay(500);

software_Reset() ;
}
}
}

}

void serialEvent()
{
while (Serial.available())
{
cont++;
if(cont>4)
{
cont=0;
inputString="";
digitalWrite(rele,LOW);
digitalWrite(rele,HIGH);
flagMenu = true;
}
}

}

//*****
void revisarLcd()
{
if (estadoContacto==HIGH)
{
lcd.setCursor(0, 0); // Nos posicionamos en el primer caracter de la primer linea
0,0
lcd.print((char)0); // Escribimos en la primer linea del display
}
else
{
lcd.setCursor(0, 0); // Nos posicionamos en el primer caracter de la primer linea
0,0
lcd.print((char)1); // Escribimos en la primer linea del display
}
if (estadoHuella==HIGH)
{

```

```

lcd.setCursor(4, 0); // Nos posicionamos en el primer caracter de la primer linea
0,0
lcd.print((char)2); // Escribimos en la primer linea del display
}
else
{
lcd.setCursor(4, 0); // Nos posicionamos en el primer caracter de la primer linea
0,0
lcd.print((char)3); // Escribimos en la primer linea del display
}
int sensorReading = analogRead(Sensor);
val=sensorReading;
lcd.setCursor(12,0);
lcd.print(val);
lcd.print(" ");
}
//-----
void auxiliar()
{
while (Serial.available())
{
inChar = (char)Serial.read();
inputString += inChar;
//Serial.println(inChar);
cont++;
if(cont>4)
{
cont=0;
inputString="";
Serial.println("Error de comando");Serial.print(inputString);
}
}
//-----
/*
void barra_leds()
{
//int sensorReading = analogRead(Sensor);
//val=sensorReading;
int ledLevel = map(analogRead(Sensor), 400, 700, 0, ledCount);

for (int thisLed = 0; thisLed < ledCount; thisLed++)
{
if (thisLed < ledLevel)
{
digitalWrite(ledPins[thisLed], HIGH);
}
}
}

```

```
//else
//{
digitalWrite(ledPins[thisLed], LOW);
}
}*/
// Falla del codigo
```

**ANEXO X.**  
**Fotos del primer prototipo construido**

**1- Primeros mensajes mostrados en pantalla**



**2- Montaje inicial en proto-board**



3- Muestra de mensaje del alcoholímetro



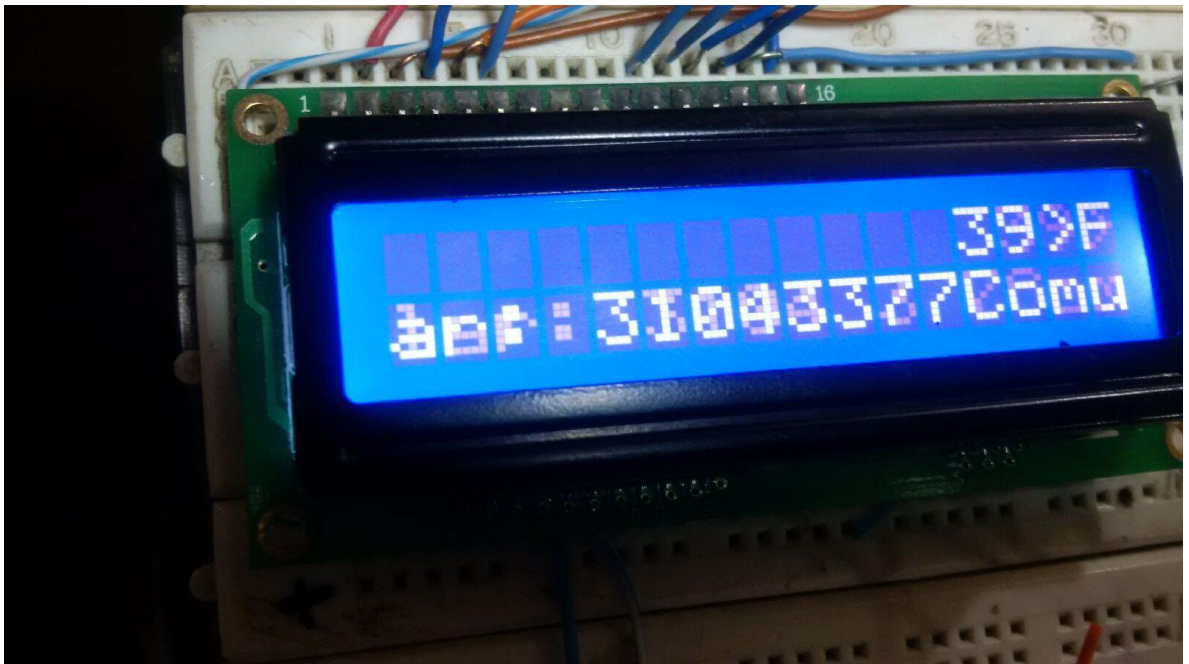
4- Mensaje de fuera de servicio, cuando hay nivel de alcohol elevado



5- Mostrando mensajes para el inicio de las pruebas



6- Mensaje de ayuda





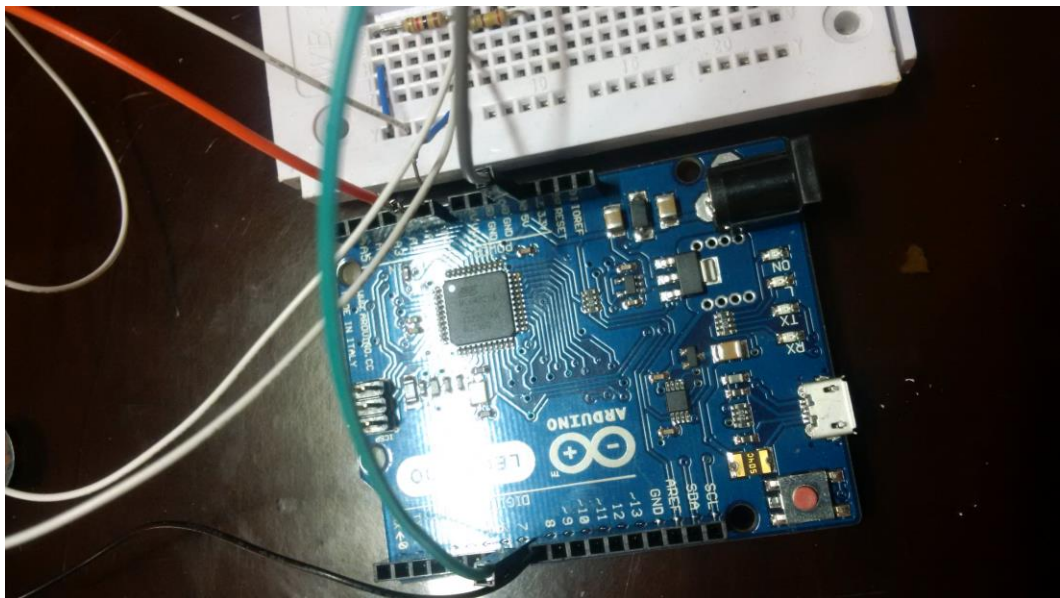
## ANEXO XI.

Fotos del segundo prototipo construido e implementado en un vehículo

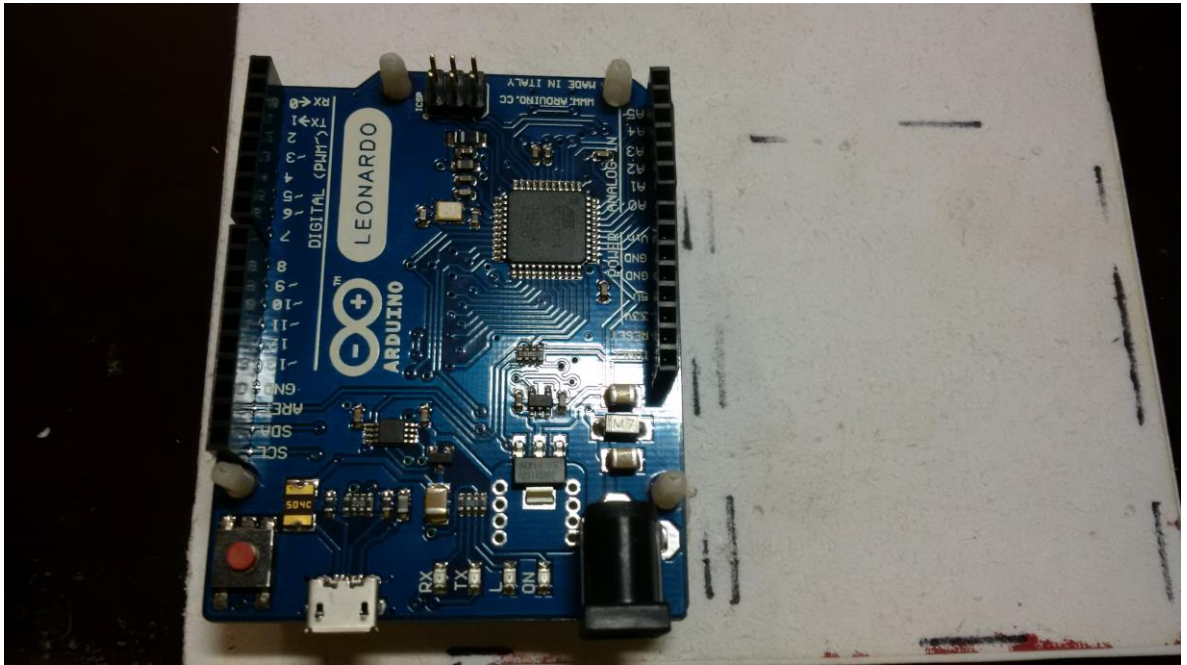
1- Corte de la parte superior en acrílico



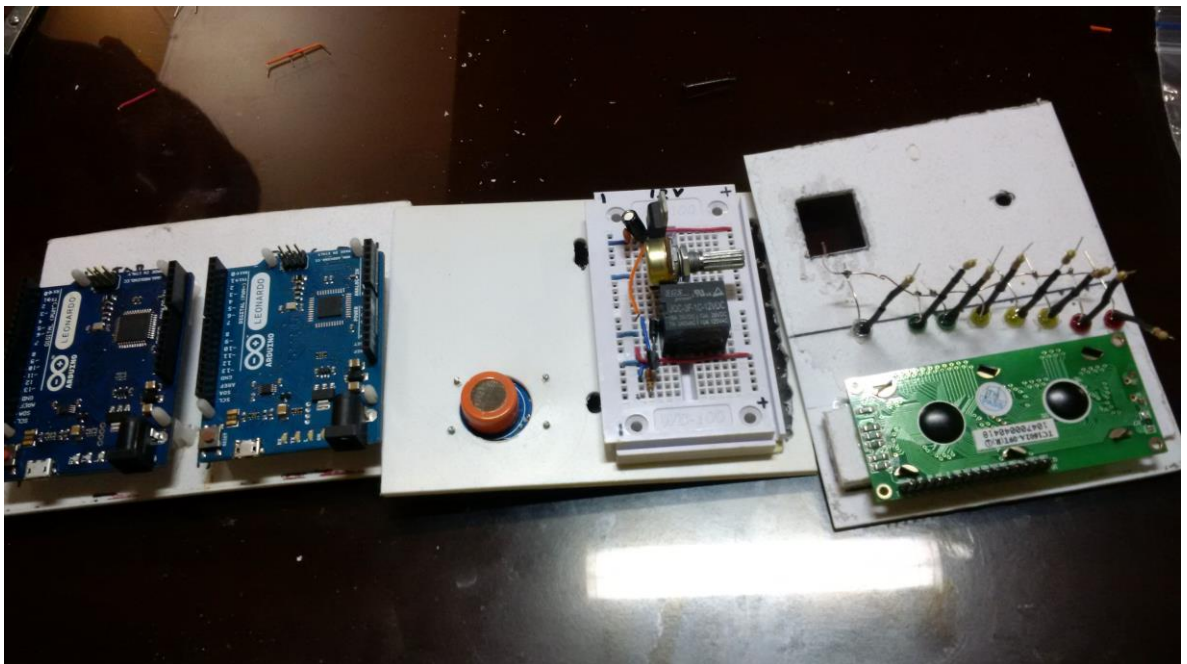
2- Arduino Leonardo con código para leer huellas



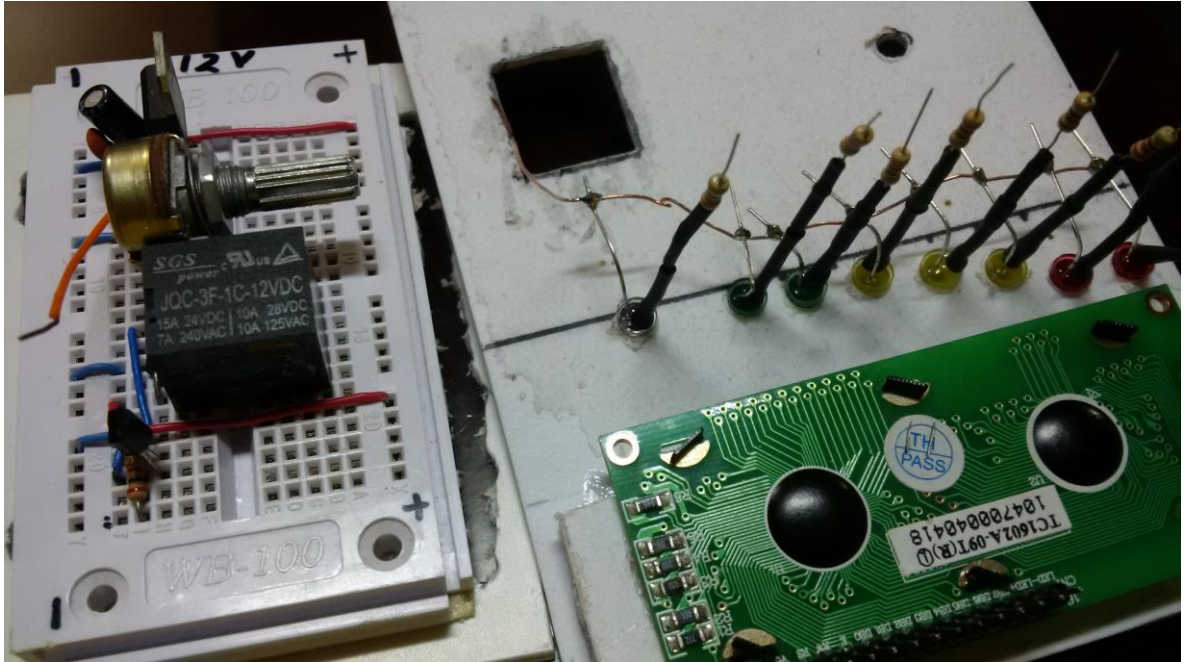
### 3- Montando Arduino en el acrílico



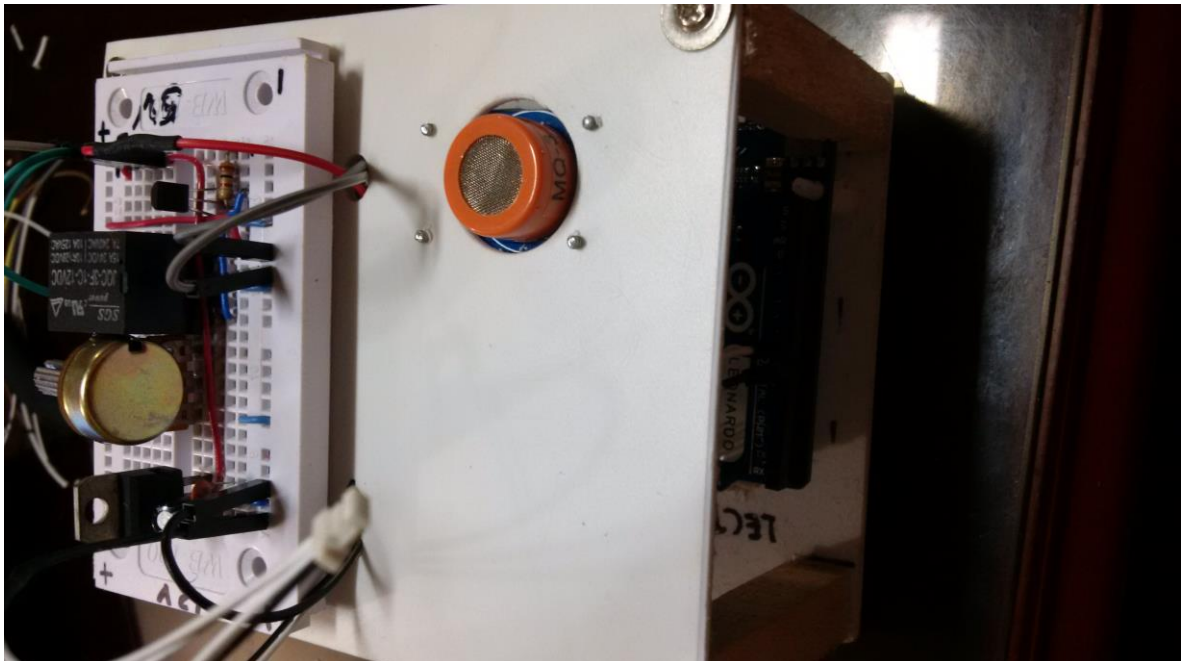
### 4- Montaje de las 3 partes que van a componer el montaje



5- Circuito de potencia



6- Montaje del sensor alcoholímetro



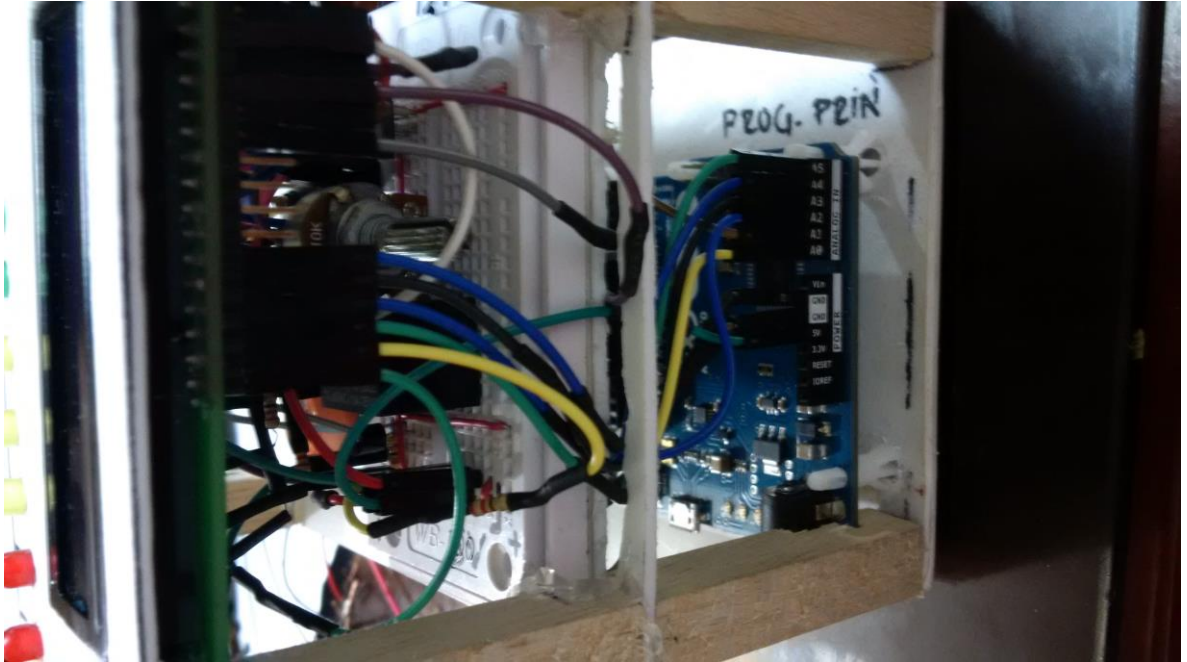
7- Parte superior con el lector de huellas instalado



8- Vista lateral del montaje



9- Vista de las conexiones de la lcd



10- Montaje final

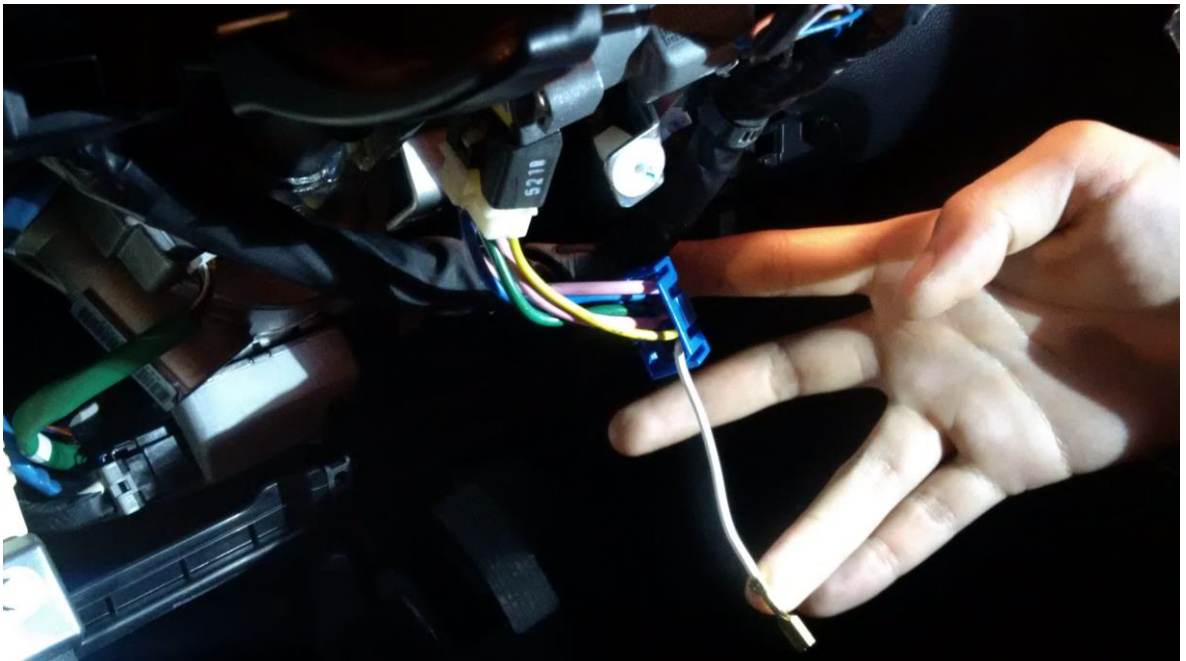




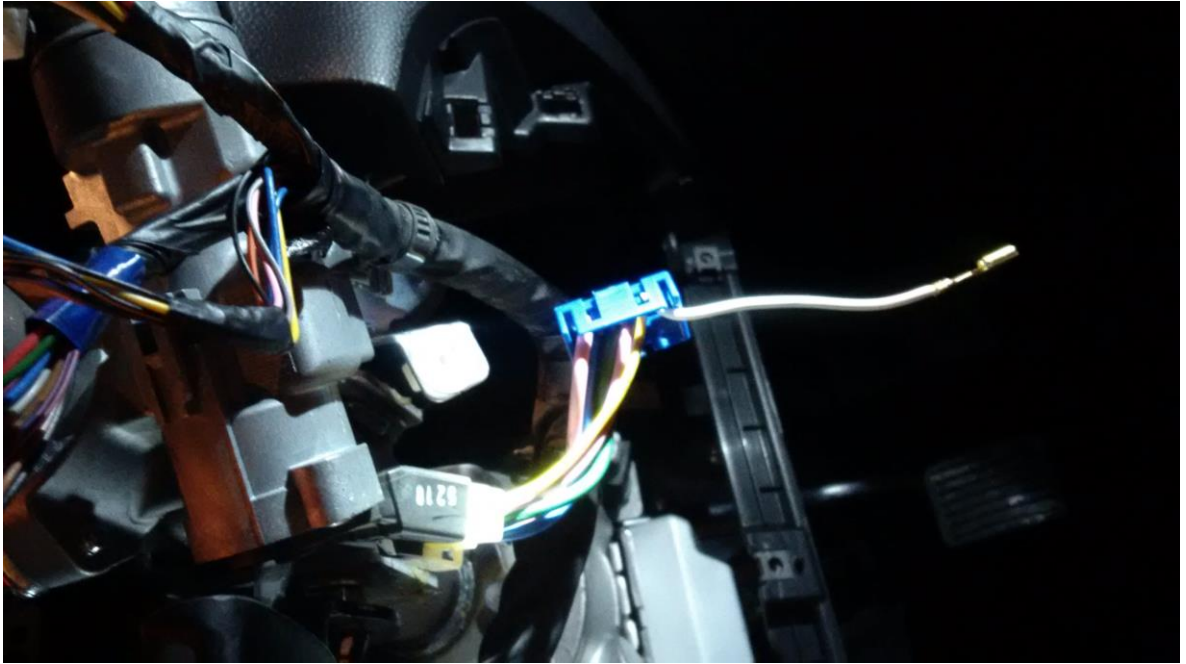
**13- Km del vehículo facilitado**



**14- Circuito del encendido – Arnés intervenido**



**15- Cable blanco que activa el encendido**





16- Vista final del prototipo 2



**17- En pruebas**



**18- Satisfechos por el trabajo realizado**

