



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA QUE PERMITA CONTROLAR EL USO DEL CINTURÓN DE SEGURIDAD EN LOS ASIENTOS TRASEROS MEDIANTE UNA REPRODUCCIÓN PREDETERMINADA COMO INDICACIÓN EN UN PARLANTE.”

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

INGENIERO EN TELEMÁTICA

Presentado por:

SUQUINAHUA QUIROZ RAFAEL GABRIEL

PONCE CRUZ LUIS ADRIAN

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2018

DEDICATORIA

El presente proyecto se lo dedico en primer lugar a Dios, a mis padres, a mis hermanos, mis abuelos y demás familiares que aportaron su confianza y apoyo en todo el transcurso de mi carrera universitaria.

Rafael G. Suquinahua Quiroz

Dedico este proyecto a mi madre, a Mario Vinueza, mis abuelos y a mis tías quienes me han dado consejos para seguir adelante y perseverancia para alcanzar mis objetivos.

Luis A. Ponce Cruz.

AGRADECIMIENTO

Nuestro más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica del Litoral por habernos formado como profesionales. A cada uno de nuestros profesores quienes nos guiaron y proporcionaron sus conocimientos y experiencias en cada una de sus áreas.

A nuestro tutor, Ing. Vladimir Sánchez Padilla, y nuestra directora, Dra. Rebeca Estrada Pico, por orientarnos en la implementación del presente proyecto.

Y por último a la cooperativa de taxi ANALISYSTEM S.A. que nos brindó su confianza al darnos facilidad en el uso de las unidades de taxi para realizar las pruebas que fueron necesarias.

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Rafael Gabriel Suquinahua Quiroz, Luis Adrián Ponce Cruz* y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

Rafael Suquinahua Quiroz

Luis Ponce Cruz

EVALUADORES

.....
REBECA ESTRADA PICO, Ph.D.
PROFESOR DE LA MATERIA

.....
VLADIMIR SÁNCHEZ PADILLA, M.Sc.
PROFESOR TUTOR

RESUMEN

En Ecuador existen varios factores que intervienen al momento de registrarse un accidente de tránsito. Uno de los principales es debido a que los pasajeros no utilizan el cinturón de seguridad, aunque también el exceso de pasajeros en vehículos livianos, principalmente en la parte posterior, contribuye a ello. En la mayoría de los vehículos livianos de gama baja y media no existe un sistema de sensores que detecte estas actividades e informe al conductor sobre el si los pasajeros emplean el uso del cinturón de seguridad posterior y el exceso de pasajeros.

El presente proyecto tiene como objetivo indicar advertencias al conductor, mediante reproducciones auditivas, sobre el no uso del cinturón de seguridad en la parte posterior de un vehículo liviano, siendo estas advertencias transmitidas a los pasajeros del asiento posterior. Se emplearon sensores para detectar en la parte posterior de un vehículo a una persona sentada, el peso total de los pasajeros y el uso del cinturón de seguridad. Se logró que la mayoría de los pasajeros procedieran a colocarse el cinturón de seguridad con la primera advertencia, y lo mantuvieron colocado hasta llegar a sus destinos, logrando incentivar a las personas sobre su uso. De esta manera, se espera que el conductor no sea objeto de posibles multas y reducción de puntos en la licencia de conducir.

Palabras Clave: Cinturón de seguridad, Sensores, Arduino Mega, Arduino UNO.

ABSTRACT

In Ecuador, there are several factors involved regarding a traffic accident. One of them is due to passengers do not use the safety belt, although also the excess of passengers in light vehicles, mainly in the rear-seat, contributes to this. In most low and medium-range light vehicles, there is no a sensor system that detects these activities and informs to the driver if passengers use the rear seat belt or the number of passengers detected.

The objective of this project is to warn drivers, through audio reproductions, about the non-use of the safety belt in the rear-seat of a light vehicle, being these warnings transmitted to both the driver and the passengers. Sensors were used to detect a seated person in the back of a vehicle, the total weight of passengers and the use of the safety belt. Most of the passengers proceeded to put on the seat belt with the first warning, and keep it when arriving at their destinations, encouraging people about its use. It is expected the driver is not subject to whether possible fines or reduction of points in the driver's license.

Keywords: *safety belt, sensors, Arduino Mega, Arduino UNO.*

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTO.....	I
DECLARACIÓN EXPRESA.....	I
EVALUADORES	I
RESUMEN	I
<i>ABSTRACT</i>	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS.....	VI
SIMBOLOGÍA.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
CAPÍTULO 1	1
MARCO GENERAL.....	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Descripción del problema.....	3
1.3 Delimitación del problema.....	4
1.4 Posibles Soluciones	4
1.5 Solución Propuesta	5
1.6 Justificación.....	6
1.7 Objetivos	8
1.7.1 Objetivo General.....	8
1.7.2 Objetivos Específicos	8
CAPÍTULO 2	9
MARCO TEORICO.....	9
2.1 Módulo SD Card.....	9
2.2 Sensor Ultrasónico HC-SR04.....	10
2.3 Sensor de Magnético.....	10
2.4 Celda de carga sen-10245.....	12
2.5 Módulo HX711 Trasmisor.....	13
2.6 Salida del audio.....	13
2.7 Indicadores.....	14
2.8 Arduino MEGA 2560	15
2.9 Arduino UNO	16
2.10 IDE Arduino.....	17

2.11	Pantalla LCD 16x2	17
2.12	Tarjeta Micro SD	18
2.13	Elementos Utilizados.....	18
2.14	Costo del Proyecto	19
CAPÍTULO 3.....		20
DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN		20
3.1	Descripción General.....	20
3.2	Método de la solución.	21
3.2.1	Ubicación de los sensores en el vehículo.....	21
3.2.2	Operación con un solo pasajero.	24
3.2.3	Operación con varios pasajeros.	26
3.2.4	Operación de exceso de pasajeros.	28
3.3	Diagramas de Bloques	29
3.4	Circuito para los asientos y cinturón de seguridad.	31
3.5	Circuito para determinar el exceso de pasajeros.	35
3.6	Librerías utilizadas en el IDE Arduino.	39
3.6.1	TMRpcm.h	39
3.6.2	SD.h.....	40
3.6.3	SPI.h.....	40
3.6.4	HX711.h.....	41
3.6.5	WIRE.h	42
3.6.6	LiquidCrystal_I2C.h	43
CAPÍTULO 4		44
PRUEBA Y ANALISIS DE RESULTADOS		44
4.1	Modificaciones.....	44
4.2	Hipótesis y variables.	45
4.3	Parámetros del sistema.....	46
4.4	Pruebas del sistema.....	47
4.4.1	Un solo pasajero.....	50
4.4.2	Varios pasajeros.....	51
4.4.3	Exceso de pasajeros.	52
4.5	Resultados.	53
4.6	Posibles Mejoras	54
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		57
BIBLIOGRAFÍA		59

ANEXOS	62
ANEXO A:	62
Encuesta validada por el Gerente de la cooperativa de taxi ANALISYSTEM S.A. previa al desarrollo del proyecto.....	62
ANEXO B:	63
Encuesta realizada a pasajeros de taxi en general	63
ANEXO C:	64
Validación de prototipo de bajo nivel al Gerente General de ANALISYSTEM S.A. ...	64
ANEXO D:	65
Prototipo de bajo nivel	65
ANEXO E:	66
Validación de prototipo de alto nivel al Gerente General de ANALISYSTEM S.A	66

ABREVIATURAS

A/D	Analog/Digital.
A	Ánodo.
E	Enable.
GND	Ground.
IDE	Integrated Development Environment.
IIHS	Insurance Institute for High Safety.
K	Cátodo.
LCD	Liquid Cristal Display.
LED	Light - Emitting Diode.
LSB	Least Significant Bit.
MISO	Master In Slave Out.
MOSI	Master Out Slave In.
MSB	Most Significant Bit.
R/W	Read/Write.
RS	Register Selector.
SD	Secure Digital.
SDXC	Secure Digital Extended Capacity.
SDHC	Secure Digital High Capacity.
SDIO	Secure Digital Input Output.
SDSC	Secure Digital Standard Capacity.
SCK	Serial Clock.
SPI	Serial Peripheral Interface.
SS	Slave Select.
VCC	Common Collector Voltage.
VDC	Direct Current Voltage.
VDD	Drain Voltage.
VSS	Source Supply Voltage.

SIMBOLOGÍA

°C	Centígrados.
GB	Gigabyte.
Hz	Hercio.
Kg	Kilogramos.
KHz	Kilohercios.
μs	Microsegundos.
mA	Miliamperios.
mΩ	Mili ohmios.
ms	Milisegundos.
mV	Milivoltios.
Ω	Ohmios.
V	Voltios.
W	Watts.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Aplicación de leyes sobre el uso del cinturón de seguridad, por país.	2
Figura 1.2. Gráfico de barras.....	7
Figura 2.1. Módulo MicroSD card Adapter	9
Figura 2.2. Sensor ultrasónico para detectar a una persona sentada.	10
Figura 2.3. Cinturón de seguridad.	11
Figura 2.4. Sensor magnético de proximidad.	11
Figura 2.5. Celda de Carga- 50Kg.....	12
Figura 2.6. Modulo Hx711.	13
Figura 2.7. Circuito para la salida del audio	14
Figura 2.8. Circuito para los indicadores.	15
Figura 2.9. Arduino MEGA2560	16
Figura 2.10. Arduino UNO.....	16
Figura 2.11. Pantalla LCD 16x2.	18
Figura 2.12. Tarjeta Micro SD	18
Figura 3.1. Circuito de asientos y cinturones de seguridad en 2D, ubicación de los componentes en la parte posterior del auto.	22
Figura 3.2. Ubicación de los componentes para determinar el exceso de pasajeros, en la parte posterior del auto.....	24
Figura 3.3. Operación cuando una persona se encuentra sentada en la parte posterior del taxi.	25
Figura 3.4. Muestra dos personas sentadas en la parte posterior del auto.	27
Figura 3.5. Operación cuando no hay exceso de pasajeros.....	28
Figura 3.6. Pasajeros utilizando el circuito de asientos y cinturón de seguridad en 3D.....	29
Figura 3.7. Diagrama de bloque del circuito de asientos y cinturón de seguridad.....	30
Figura 3.8. Diagrama de bloques para determinar el exceso de pasajeros.....	31
Figura 3.9. Circuito de un asiento en la parte posterior del vehículo.	32
Figura 3.10. Esquemático del circuito para un solo asiento en la parte posterior del vehículo.	33
Figura 3.11. Circuito para la obtención de peso, para un solo asiento.	36
Figura 3.12. Esquemático del circuito para la obtención de peso, para un solo asiento en la parte posterior del vehículo.	37
Figura 4.1. Celdas de carga ubicados en el interior del asiento trasero.....	47
Figura 4.2. Sensores ultrasónicos en un asiento.....	48
Figura 4.3. Sensores ultrasónicos ubicados en el asiento trasero.	48
Figura 4.4. Sensor magnético, ubicado en el cinturón de seguridad.	49
Figura 4.5. Carcasa con los indicadores ubicada en la parte delantera del auto.	49
Figura 4.6. Gráfico de barra con datos de implementación.	53
Figura 4.7. Esquemático de posible mejora en un solo microcontrolador para los sensores.....	55
Figura 4.8. Esquemático de posible mejora en un solo microcontrolador para las balanzas.	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribución de los pines de la pantalla LCD 16x2.....	17
Tabla 2. Costo de los componentes, y total del proyecto.	19
Tabla 3. Circuito para determinar el uso del cinturón de seguridad, componentes, ubicación y activación dentro del auto.....	21
Tabla 4. Circuito para determinar el exceso de pasajeros, componentes, ubicación y activación dentro del auto.....	23
Tabla 5. Conexión de pines entre Módulo SD-Card en el Arduino MEGA 2560 y la salida de audio (Advertencias).	33
Tabla 6. Conexión de pines entre ASIENTO 1 y Arduino MEGA 2560.	34
Tabla 7. Conexión de pines entre ASIENTO 2 y Arduino MEGA 2560.	34
Tabla 8. Conexión de pines entre ASIENTO 3 y Arduino MEGA 2560.	35
Tabla 9. Pines no utilizados en el Arduino Mega 2560.....	35
Tabla 10. Conexión entre celdas de carga y el módulo HX711	37
Tabla 11. Para el asiento 1, conexión entre módulo HX711 y Arduino UNO.....	38
Tabla 12. Para el asiento 2, conexión entre módulo HX711 y Arduino UNO.....	38
Tabla 13. Para el asiento 3, conexión entre módulo HX711 y Arduino UNO.....	38
Tabla 14. Conexión de los indicadores, pantalla LCD y leds en el Arduino UNO.....	39
Tabla 15. Pines no utilizados en el Arduino UNO.....	39
Tabla 16. Pines TWI / I2C en diferentes hardware de Arduino.....	42
Tabla 17. Modificación implementada y definido pendiente.	44
Tabla 18. Parámetros de entradas y salidas.	46
Tabla 19. Pruebas con un solo pasajero en la parte posterior del auto.....	50
Tabla 20. Pruebas con varios pasajeros en la parte posterior.....	52
Tabla 21. Pruebas para determinar el exceso de pasajeros.	52
Tabla 22. Descripción de posibles mejoras para el proyecto.	54

CAPÍTULO 1

1. MARCO GENERAL

1.1 Antecedentes

Una encuesta realizada por el Instituto de Seguros para la Seguridad en las Carreteras (IIHS) en febrero del año 2018 en los Estados Unidos, muestra que el 91% de los pasajeros usan el cinturón de seguridad en el asiento delantero y un 72% utiliza el cinturón de seguridad en el asiento posterior. El uso a tiempo completo del cinturón de seguridad es menor entre los pasajeros que van principalmente en la parte trasera de los taxis (57%), en comparación con los pasajeros que viajan con mayor frecuencia en la parte posterior de los vehículos personales (74%). La respuesta usual al motivo de no usar el cinturón de seguridad es que el asiento trasero es más seguro que el delantero [1].

En otra encuesta realizada por el mismo Instituto en el año 2014 sobre actitudes en el uso del cinturón de seguridad y las tecnologías en el auto para fomentar su uso, el 70% de los pasajeros manifestaron que usar esta tecnología de alarmas, serían de gran ayuda para colocarse el cinturón de seguridad, mientras que el 51% de los pasajeros apoyaron el uso de diferentes tipos de interbloqueos para aumentar el uso. La gran mayoría de pasajeros respondieron que sería viable colocarse el cinturón de seguridad en respuesta a recordatorios auditivos en vez de recordatorios visuales, y con mayor posibilidad a recordatorios que se vuelven más intensos o continúan indefinidamente [2].

Sobre la legislación en la región de las Américas, en particular en el uso del cinturón de seguridad, de acuerdo con el informe de seguridad vial realizado por la Organización Mundial de la Salud, 29 países tienen una ley escrita sobre el uso del cinturón de seguridad, muchas orientadas exclusivamente a los pasajeros de los asientos delanteros. Solo 19 países poseen leyes sobre la utilización del cinturón de seguridad tanto para los pasajeros de los asientos delanteros como posteriores, entre ellos Ecuador [3], como lo indica la Figura 1.1.

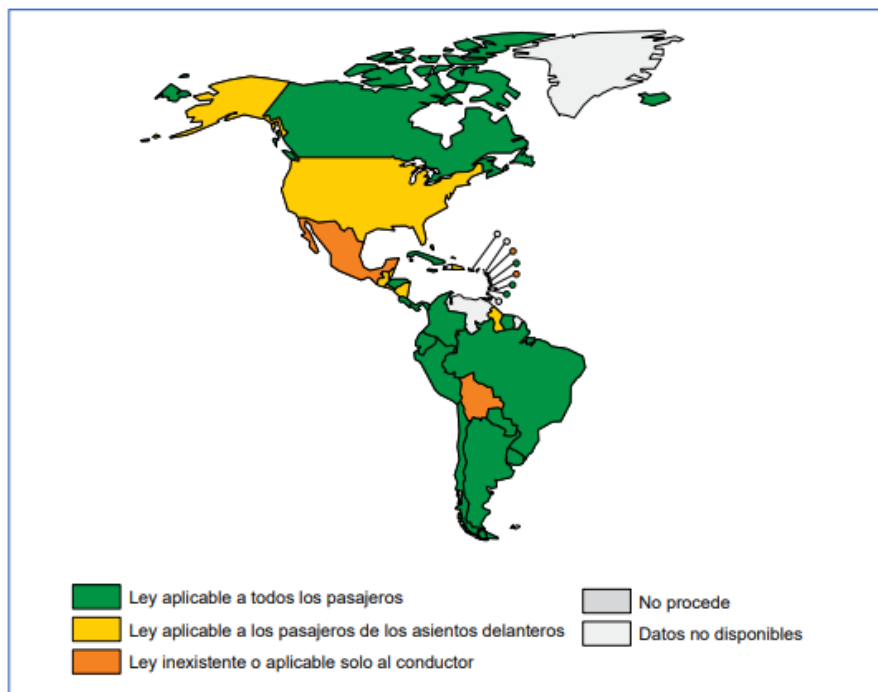


Figura 1.1. Aplicación de leyes sobre el uso del cinturón de seguridad, por país.

Fuente: Organización Mundial de la Salud, (2013) La seguridad vial en la región de las Américas

Las estadísticas que posee la Agencia Nacional de Tránsito en Ecuador indican que los siniestros ocurridos en la provincia del Guayas en el mes de marzo del presente año son 639, y el total de siniestros en la provincia en el 2018 asciende a 1881. El cantón Guayaquil posee el 55,7% de siniestros del total registrados de la provincia del Guayas. Vehículos tipo automóvil e involucrados en siniestros de tránsito suman 1318 [4]. Sin embargo, estas estadísticas no indican si las lesiones o decesos han sido causa del uso indebido del cinturón de seguridad, sea en la parte delantera o trasera. Para analizar mejor estas estadísticas, es necesario conocer si las personas afectadas en dichos siniestros usaban el cinturón de seguridad, si iban sentados en el asiento trasero, si se pudiera haber evitado estas lesiones o pérdidas humanas con el uso del cinturón, o una combinación de ellas.

Los cinturones de seguridad sujetan el cuerpo y limitan el desplazamiento en caso de sufrir un accidente, evitando que los cuerpos de los pasajeros se golpeen con lo que tienen delante, o en caso de impactos violentos golpeen fuertemente alguno de los ventanales, siendo expulsados fuera del vehículo.

De acuerdo a datos registrados por la Organización Mundial de la Salud, el uso del cinturón de seguridad en los asientos delanteros reduce entre un 40% a 50% el riesgo de perder la vida en un accidente de tránsito y para los pasajeros en la parte posterior del vehículo el uso de este dispositivo puede reducir el riesgo de muertes entre un 25% a 75% [5].

La Agencia Nacional de Tránsito cuenta con multas de acuerdo con el Código Orgánico Integral Penal en su Art.390.- sanción del 15% de un salario básico unificado del trabajador en general (\$57,90) y reducción de 4,5 puntos en la licencia de conducir.

“10. La o el conductor de un vehículo automotor que tenga, según los Reglamentos de Tránsito, la obligación de contar con cinturones de seguridad y no exija el uso del mismo” [6].

1.2 Descripción del problema.

En Ecuador no existe la costumbre de utilizar el cinturón de seguridad en vehículos livianos, justificándolo con que no se permite maximizar el número de ocupantes, principalmente en la parte posterior.

Los motivos más comunes para no utilizar el cinturón de seguridad son: incomodidad, no le gusta usar u otros motivos (como, por ejemplo, no tener en buen estado este accesorio). Maximizar el número de ocupantes permite la reducción de costos en un viaje, sobre todo para una familia grande. Los vehículos livianos típicamente poseen tres cinturones de seguridad en la parte posterior, y al llevar pasajeros en exceso se aumenta el riesgo de tener alguna lesión en caso de ocurrir un accidente de tránsito.

La causa de que conductores de vehículos livianos están siendo multados de acuerdo al Código Orgánico Integral Penal (Art. 390) se produce por no exigir el uso del cinturón de seguridad y por desconocimiento de dicha multa. Cabe recalcar que la multa es de carácter económico e incluye pérdida de puntos en la licencia del conductor.

En la mayoría de los vehículos livianos de gama baja y media no existe un sistema de sensores que detecte el uso correcto del cinturón de seguridad o el exceso de pasajeros.

1.3 Delimitación del problema.

Se elaboró un mapa de actores de acuerdo con la problemática para el desarrollo del proyecto y poder establecer un cliente. Se tuvieron varios actores internos por considerar, entre ellos la Autoridad de Tránsito Municipal, una concesionaria de autos, una cooperativa de taxis para servicio de transporte urbano y una tienda de venta de repuestos para automóviles.

Debido a que este problema afecta a una gran cantidad de conductores de vehículos livianos a nivel nacional, la propuesta se enfocará a una cooperativa de taxi de nombre ANALISYSTEM S.A. ubicada en el sur de la ciudad de Guayaquil.

Ya que los conductores de estos vehículos son más propensos a recibir la multa por no exigir el uso del cinturón de seguridad a sus pasajeros, lo cual se comprobó con la realización de un mapa de empatía a los conductores de taxis, en la que manifestaron sus temores referentes a la inseguridad y al ser multados por entidades de control del tránsito.

Se realizó la entrevista al gerente general de la cooperativa, donde manifestó que en un día de trabajo denominado “bueno” logran entre 30 y 40 carreras pagadas.

Se designó a tres conductores de la cooperativa para recolectar información mediante observación y obtener datos acerca de cuántos pasajeros se colocaban el cinturón de seguridad en la parte posterior durante una jornada de trabajo completa. De la información obtenida se comprobó que los pasajeros no utilizan los cinturones de seguridad en la parte posterior, siendo solo el copiloto quien lo utiliza.

La cooperativa registra 19 unidades de taxi, todas ellas tienen cinturones de seguridad implementados para funcionar en la parte posterior.

1.4 Posibles Soluciones

Se utilizó la metodología de Design Thinking aplicando la técnica de generación de ideas. Esto ayudó a obtener 48 posibles soluciones a la problemática. Estas ideas fueron organizadas en una matriz de impacto – dificultad, seleccionando el cuadrante donde las ideas tengan un mayor impacto con una dificultad baja.

Las posibles soluciones para el desarrollo de este proyecto en base a la matriz de impacto – dificultad se describen a continuación:

- Una acción que realizar si no se utiliza el cinturón de seguridad es no permitir la ignición del auto hasta que las personas tenga colocado el cinturón, caso contrario se realizara el encendido del auto.

Al ver delimitado la problemática hacia una cooperativa de taxi, no es conveniente realizar esta actividad, ya que al recoger un pasajero no tienden a apagar el auto, por lo cual estar con esta acción de encender y apagar por varias veces se puede perjudicar en los componentes del vehículo como el interruptor y motor de arranque.

- Uso de cámara para detectar mediante la captura de fotos a personas que no se coloquen el cinturón de seguridad. Los vehículos de cooperativa poseen cámaras de circuito cerrado que son de disposición del ECU 911 para seguridad del conductor. Para obtener una filmación se debe pedir autorización en instancias judiciales, con lo cual colocar otra cámara adicional para uso privado puede aumentar el valor económico del proyecto.
- Uso de sensores de alerta, para la utilización del cinturón de seguridad en la parte posterior, mediante reproducciones auditivas que incentiven el uso del cinturón, y controlar el número de personas por medio del exceso de peso. Esta solución se implementará porque proporciona diferentes maneras de alertar a los pasajeros, utilizando dispositivos o módulos que son factibles y prácticos para el desarrollo del proyecto.

1.5 Solución Propuesta

La solución propuesta a esta problemática es implementar un sistema que permita mejorar el uso del cinturón de seguridad y el exceso de pasajeros en la parte posterior de las unidades de taxi en la cooperativa ANALISYSTEM S.A.

Cabe resaltar que la alerta será mediante una reproducción de audio en una bocina con la advertencia de colocarse el cinturón de seguridad. Se debe advertir que no puede la unidad de taxi ir con exceso de pasajeros, y la utilización de LED que permita saber la ubicación de los pasajeros en la parte posterior que no tienen colocado el cinturón de seguridad.

Se emplea el hardware Arduino, que es una plataforma electrónica de código abierto basada en hardware y software [8] lo cual hace que sea de costo accesible. Así mismo

se emplearán sensores ultrasónicos para detectar cuando un pasajero se encuentra en la parte posterior, con un módulo SD Card para almacenar información sobre las diferentes reproducciones de advertencia.

Se implementará una carcasa donde se ubicarán los indicadores y una pantalla LCD para determinar la posición del pasajero que no tiene colocado el cinturón de seguridad en la parte posterior.

1.6 Justificación

Este sistema de alerta sobre el uso del cinturón de seguridad es tanto para los conductores, y pasajeros ubicados en la parte posterior del vehículo. Se busca establecer buenos hábitos de uso sobre este elemento de seguridad para reducir el número de personas expuestas a padecer daños al momento de un accidente de tránsito.

Se procedió a realizar entrevistas a personas que a menudo utilizan taxis para movilizarse a diferentes lugares. Los resultados mostraron que un 80% de las personas no usan el respectivo cinturón de seguridad; un escaso 20% sí lo utilizan debido a que han experimentado algún accidente de tránsito.

Igualmente, mediante esta problemática en que no se está utilizando el cinturón de seguridad en la parte posterior se ven perjudicados los conductores de estos vehículos, ya que reciben la multa económica y a la vez la resta de puntos en su licencia de conducir.

Se realizó una encuesta validada por el gerente general de la cooperativa de taxi ANALISYSTEM S.A. a 10 de sus conductores, con el objetivo de poder comparar después con la solución planteada. Los resultados se muestran en la Figura 1.2:



Figura 1.2. Gráfico de barras.

Las unidades de taxi de la cooperativa ANALISYSTEM S.A. no utilizan un sistema de alerta que determine el uso del cinturón de seguridad.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo General

Crear un sistema de alertas que advierta al conductor de un vehículo liviano el uso incorrecto de los cinturones de seguridad posterior mediante reproducciones auditivas predeterminadas para que motive su uso a los pasajeros.

1.7.2 Objetivos Específicos

- Diseñar un sistema de alertas para que los pasajeros de un vehículo liviano utilicen de forma obligatoria el cinturón de seguridad en la parte posterior.
- Contrastar el funcionamiento del sistema en las unidades de taxi de la cooperativa ANALISYSTEM S.A. mediante pruebas realizadas en ambiente controlado.
- Evaluar los resultados obtenidos mediante las pruebas realizadas tanto en ambiente de campo y de laboratorio para la determinación de mejoras del sistema de alertas.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEORICO

Este capítulo describe las características y las funcionalidades de los diferentes componentes que se utilizaron para el desarrollo del proyecto.

2.1 Módulo SD Card.

El módulo SD Card, facilita la introducción de una memoria microSD que permite leer y escribir archivos. Para el presente proyecto, la memoria microSD tiene almacenada las advertencias que van a reproducirse. Con respecto al formato, se pueden encontrar cuatro tipos con los cuales Arduino es compatible: las tarjetas SD o SDSC (Standard Capacity), las SDIO (Input/Output) y SDXC (Extended Capacity). Para la comunicación, este módulo se utiliza la interfaz estándar SPI, que puede trabajar con 3.3V o 5V, donde se encuentran los buses MISO, MOSI, SCK y el pin de señal SS. [8].

Las características de las interfaces del módulo SD Card, son las siguientes [9]:

- Voltaje VCC: 4.5 a 5.5 V
- Corriente mínima: 0.2 mA
- Corriente máxima: 200 mA
- Tipo de tarjeta que soporta: Micro SD (≤ 2 GB), Micro SDHC (≤ 32 GB)

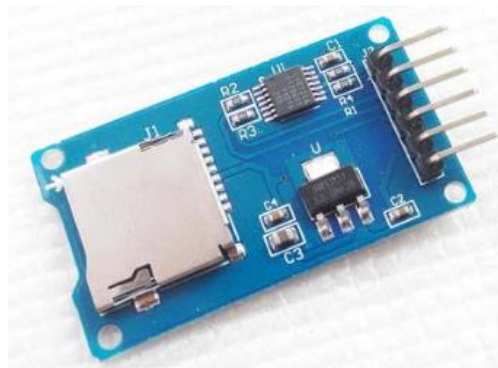


Figura 2.1. Módulo MicroSD card Adapter [10]

2.2 Sensor Ultrasónico HC-SR04.

Este sensor permitirá detectar a una persona sentada a una distancia establecida en la parte posterior del auto. El proceso que realiza para determinar la distancia de una persona es enviar un pulso y medir la anchura del pulso de retorno. Las características que posee este sensor son las siguientes [11]:

- Alimentación de 5 VCC.
- Frecuencia de trabajo: 40 KHz.
- Duración mínima del pulso de disparo: 10 μ s.
- Duración del pulso eco de salida: 100 - 2500 μ s.
- Tiempo mínimo de espera entre una medida y el inicio de otra 20 ms.

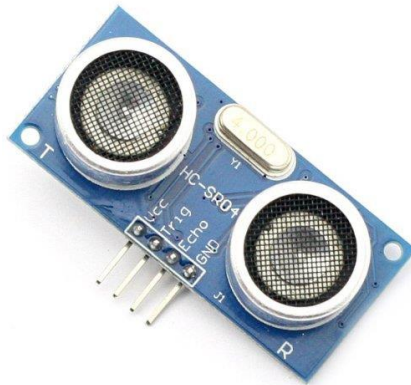


Figura 2.2. Sensor ultrasónico para detectar a una persona sentada. [11].

2.3 Sensor de Magnético.

Este sensor que envía una señal mediante la proximidad entre sus dos piezas, es utilizado para el cinturón de seguridad y detectar cuando una persona no lo usa. Es dispensable este tipo de sensor debido a que el cinturón de seguridad consta de 2 partes, una fija y una móvil.



Figura 2.3. Cinturón de seguridad. [12]

La pieza permanente contiene los cables de alimentación. Uno es el interruptor que se acciona mediante un campo magnético, y la otra es una pieza móvil, que es un imán fijo. Estos sensores poseen las siguientes características [13]:

- Clasificaciones de contacto: 50 V AC/DC 50/60 Hz 5 W (0.25 mA Máximo).
- Resistencia de contacto: 100 mΩ inicial máximo.
- Resistencia dieléctrica: 200 V DC mínimo.
- Circuito eléctrico: se abre cuando el imán se elimina de la proximidad, se mantiene cerrado cuando el imán está dentro del rango de actuación.
- Temperatura de funcionamiento: - 40 °C a 100 °C.
- Vida mecánica y eléctrica: 4 millones de operaciones.



Figura 2.4. Sensor magnético de proximidad. [14]

2.4 Celda de carga sen-10245.

Es un sensor que convierte la fuerza aplicada sobre ella en una señal eléctrica medible. Se emplea el sensor para medir los pesos de cada pasajero en la parte posterior del auto, teniendo cada celda de carga tiene un peso límite de 50 Kg. Para armar una balanza de 100 Kg se necesitan dos celdas de carga para censar el correcto peso de un pasajero. El peso promedio de una persona está entre 70 a 80 Kg, ideal para la balanza.

Para el presente proyecto se implementan 6 celdas de carga, permitiendo elaborar 3 balanzas de 100 Kg cada una, para los asientos posteriores del vehículo. Este sensor posee las siguientes características [15]:

- Capacidad: 40 a 50 Kg
- Sensibilidad de salida: 1.0 ± 0.1 mV
- Resistencia de entrada: $1000\Omega \pm 20$
- Resistencia de salida: $1000\Omega \pm 20$
- Voltaje de funcionamiento: $V \leq 10$
- Temp. de la operación: 0-50 °C



Figura 2.5. Celda de Carga- 50Kg. [16]

2.5 Módulo HX711 Transmisor

Es un transmisor entre las celdas de carga y un microcontrolador que se emplea en el Arduino UNO, permitiendo leer los diferentes pesos en la celda de carga de manera sencilla. Al conectar el módulo al microcontrolador es posible medir los diferentes cambios en las celdas de carga y con algunos cálculos y calibraciones se podrá obtener medidas bastante precisas.

El módulo HX711 utiliza una interfaz de 2 hilos para la comunicación. Es posible conectar 2 pines de I/O de cualquier microcontrolador. De acuerdo al software existen varias librerías que permiten comunicar la interfaz de este módulo con plataformas populares como Arduino, Raspberry, entre otros, siendo compatible con celdas de carga de 5 Kg, 20 Kg y 50 Kg. Entre sus especificaciones técnicas [17] se tiene:

- Voltaje de entrada diferencial: ± 40 mV
- Voltaje de Operación: 5 V DC
- Frecuencia de lectura: 80 Hz
- Consumo de corriente: menor a 10 mA
- Resolución conversión: A/D: 24 bit

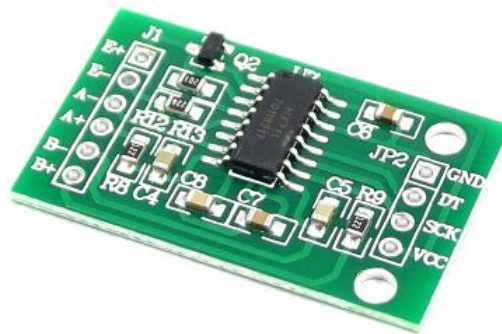


Figura 2 6. Modulo Hx711. [17]

2.6 Salida del audio

La salida desde el microcontrolador se debe amplificar la señal para obtener el resultado de escuchar las diferentes advertencias de acuerdo con las actividades de los sensores dentro del auto mediante una bocina, para lo cual se utilizó el amplificador

TDA7052A. Las conexiones de los componentes utilizados se muestran en el circuito de la Figura 2.6.

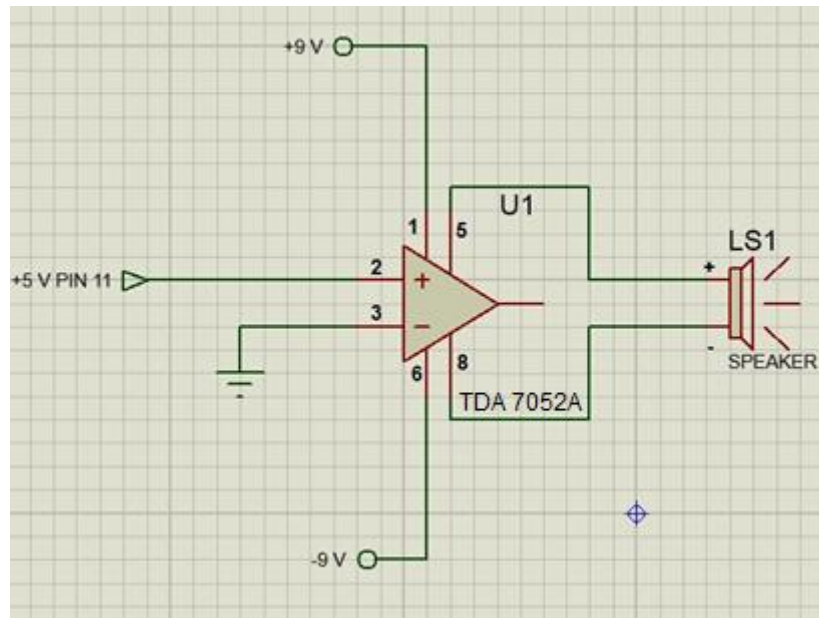


Figura 2.7. Circuito para la salida del audio

2.7 Indicadores.

Los indicadores mostrarán al conductor del auto si los pasajeros tienen colocado el cinturón de seguridad o no, mediante el encendido y apagados de los LED, o si existe exceso de pasajeros en la parte posterior del auto. En la Figura 2.7 se muestra el circuito implementado para los indicadores.

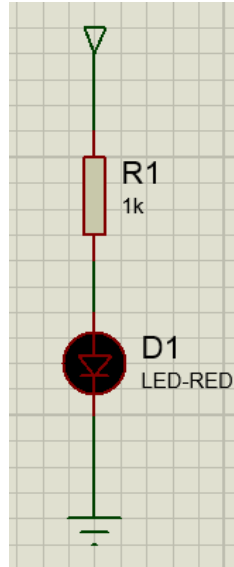


Figura 2 8. Circuito para los indicadores.

2.8 Arduino MEGA 2560

Se prefiere emplear este dispositivo debido a que se usan grandes cantidades de pines de entrada y salida en la detección de las personas sentadas en la parte posterior del vehículo y también para saber si se usa o no el cinturón de seguridad.

El Arduino MEGA sirve para la realización del proyecto, el cual contiene mayor capacidad de memoria a comparación de otros dispositivos Arduino y está basado en el microcontrolador ATmega2560 [18]. Contiene 54 pines de entradas/salidas digitales, 16 entradas analógicas y un espacio más grande para el proyecto [19]. Es el gestor que determina las acciones a realizar en base a las señales de entrada de los sensores descritos anteriormente. Todas las señales que detecten cada uno de los sensores en la parte posterior del auto las acciones a realizar serán diferentes.

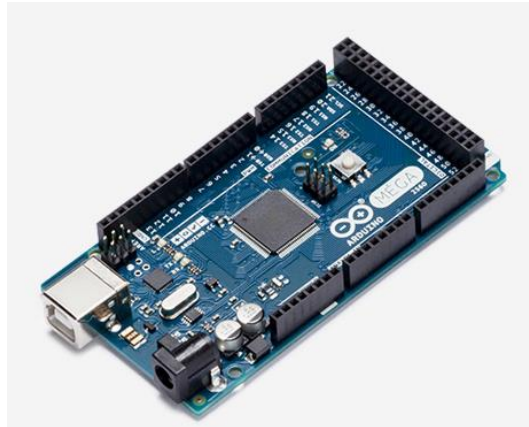


Figura 2.9. Arduino MEGA2560 [19]

2.9 Arduino UNO

Este dispositivo es el encargado de realizar las acciones de leer el peso de las personas y la indicación del exceso de pasajeros en la parte posterior del auto mediante la pantalla LCD 16x2 que muestra el peso total de los pasajeros. Es un microcontrolador basado en ATmega328P, que contiene 14 pines de entrada/salida, donde seis de ellos se pueden usar como salidas PWM. También contienen seis pines de entrada analógica. [20]



Figura 2.10. Arduino UNO. [20]

2.10 IDE Arduino

Permite realizar la programación en lenguaje C del código para cargarlo al Arduino MEGA. La gran ventaja que ofrece que es un software de código abierto, que se puede ejecutar en los diferentes sistemas operativos como Windows, Mac OS X y Linux. Su versión más reciente es Arduino 1.8.5 [21].

Este IDE estará instalado en la computadora, siendo un entorno muy sencillo de utilizar, que permite programar las opciones requeridas para que el Arduino las ejecute. Una vez desarrollado el código se lo carga mediante el USB para que el Arduino proceda a compilarlo de forma autónoma.

2.11 Pantalla LCD 16x2

Es un dispositivo que permite la visualización de contenidos de forma gráfica, mediante símbolos y caracteres, dependiendo del modelo. El LCD 16x2 dispone de 2 filas de 16 caracteres cada una. Se muestra el peso límite ya establecido y el peso total de las personas sentadas en la parte posterior del vehículo. La Tabla 1 muestra las características de los pines de la LCD 16x2 [22].

No Pines	Nombre	Función	Descripción
1	Vss	Alimentación	GND
2	Vdd	Alimentación	+ 5 V
3	V0		(-2) 0-5 V
4	RS	Comandos	Selector de registro
5	R/W	Comandos	Leer/escribir
6	E	Comandos	Habilitar(strobe)
7	D0	I/O	Dato LSB
8	D1	I/O	Dato
9	D2	I/O	Dato
10	D3	I/O	Dato
11	D4	I/O	Dato
12	D5	I/O	Dato
13	D6	I/O	Dato
14	D7	I/O	Dato MSB
15	A	---	Ánodo retroiluminación
16	K	---	Cátodo de luz de fondo

Tabla 1. Distribución de los pines de la pantalla LCD 16x2

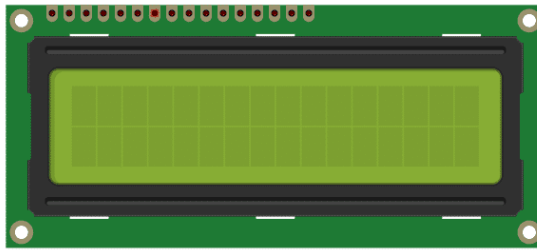


Figura 2.11. Pantalla LCD 16x2. [23]

2.12 Tarjeta Micro SD

En la tarjeta Micro SD se almacenan las diferentes pistas de audio, sirviendo como medio de comunicación entre el Arduino y el conductor. Contiene un parlante de audio que reproducirá las pistas AMW. Cada pista será grabada mediante Audacity con la voz de una persona, con diferentes advertencias para el uso del cinturón de seguridad y el exceso de pasajeros en la parte posterior del auto.

Cuando se reproduce la pista, su salida se envía al parlante de audio para poder escucharse dentro del vehículo. Se encuentra interactuando con el Arduino, que indica que pista reproducir dependiendo de la actividad de los sensores colocados en los asientos de los pasajeros.



Figura 2.12. Tarjeta Micro SD [24]

2.13 Elementos Utilizados

Se han descrito las características de los componentes a utilizar en el proyecto. Existen otros elementos de igual importancia para el resultado final, los cuales son:

- Resistencias (1 K Ω y 10 K Ω)
- TDA7052
- Parlante

- LED (rojo)
- Tarjeta microSD
- Baquelita
- Carcasa
- Soldador y estaño.

2.14 Costo del Proyecto

En la elaboración del proyecto se utiliza por cada unidad de taxi los siguientes elementos y dispositivos detallados en la Tabla 2, que permiten mejorar el uso del cinturón de seguridad y determinar el exceso de pasajeros en la parte posterior. En la misma tabla se especifican los costos de cada uno de los componentes y el total destinado para la solución.

Descripción	Cantidad	Valor
Arduino MEGA 2560	1	\$25
Arduino UNO	1	\$15
Modulo SD card	1	\$1,60
Tarjeta microSD (16G)	1	\$10
Parlante	1	\$2,30
TDA 7052	1	\$1,50
Resistencias	9	\$0,40
LED	4	\$0,30
LCD16x2	1	\$12
Sensor magnético	3	\$5,60
Celda de carga con Módulo HX711	6	\$115
Sensor ultrasónico	6	\$16,90
Baquelita	2	\$1,00
Carcasa	1	\$4,00
Cables		\$5,00
Baterías de litio 9V	2	\$10,00
Total		\$225,60

Tabla 2. Costo de los componentes, y total del proyecto.

CAPÍTULO 3

3. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

3.1 Descripción General.

Este proyecto, mediante reproducciones auditivas de varios tipos, envía advertencias a los pasajeros de la cooperativa de taxi ANALISYSTEM S.A, con el propósito de indicarles que procedan a utilizar el cinturón de seguridad posterior del vehículo, así como también controlar el exceso de pasajeros en la parte posterior.

Con este proyecto se desea promover en las personas una cultura de uso del cinturón de seguridad en los asientos posteriores, conociendo la importancia e incluso cooperando con el conductor para prevenir accidentes de tránsito. Como parte principal se describe el funcionamiento del sistema mediante diagramas de bloques, descripción de las librerías principales usadas en Arduino, gráficos en 2D y 3D de la ubicación de los componentes dentro del vehículo, incluyendo los diseños de los circuitos.

La propuesta está conformada por dos partes: primero, el circuito de los asientos donde se detecta si tiene colocado el cinturón de seguridad; y, segundo, el circuito que obtiene los pesos para determinar el exceso de pasajeros en la parte posterior de los vehículos.

En la parte del hardware se emplean los microcontroladores Arduino UNO y MEGA 2560. Se designaron diferentes pines para los componentes, sean estos establecidos aleatoriamente o impuesto de acuerdo con una función específica, lo cual se describe en este capítulo.

3.2 Método de la solución.

Se detalla el diseño de la ubicación de los sensores en el vehículo y la activación de cada uno de ellos. Además, se indican los diferentes escenarios que se han tomado en cuenta al momento de implementar la solución.

3.2.1 Ubicación de los sensores en el vehículo.

Se indicarán los diferentes sensores utilizados y la ubicación dentro del vehículo con las funciones implementadas en el proyecto. El proyecto consta de dos circuitos: el primero para determinar el uso del cinturón de seguridad en la parte posterior; y el segundo para la obtención del peso de los pasajeros, para determinar si hay exceso de ellos en la parte posterior del vehículo.

- **Componentes del circuito de los asientos y cinturones de seguridad.**

En la Tabla 3 se detallan los componentes utilizados en los asientos, cinturones de seguridad y la activación de cada uno de ellos. En la Figura 3.1 se muestra gráficamente la ubicación de los componentes, resaltando que su ubicación es en la parte posterior del vehículo.

Componentes	Cantidad	Ubicación	Activación
Sensores ultrasónicos HC-SR04	6 (2 en cada asiento)	Asientos (Por la pantorrilla)	Cuando una persona se acomoda en el asiento.
Sensores magnéticos	3	Cinturones de seguridad	Cuando se coloca el cinturón de seguridad.
Módulo SD-Card	1	Carcasa, delante parte del conductor	Al momento de activarse cualquiera de los sensores ultrasónicos, en momentos indicados.
Parlante	1	Detrás de los asientos	Emitirá las advertencias, de acuerdo con la actividad de los pasajeros.
Arduino MEGA	1	Carcasa, delante parte del conductor	Microcontrolador encargado de determinar las diferentes acciones.
LED	3 (color rojo)	Carcasa, delante parte del conductor	Indican si una persona no tiene colocado el cinturón de seguridad, se encenderá el LED rojo.

Tabla 3. Circuito para determinar el uso del cinturón de seguridad, componentes, ubicación y activación dentro del auto.

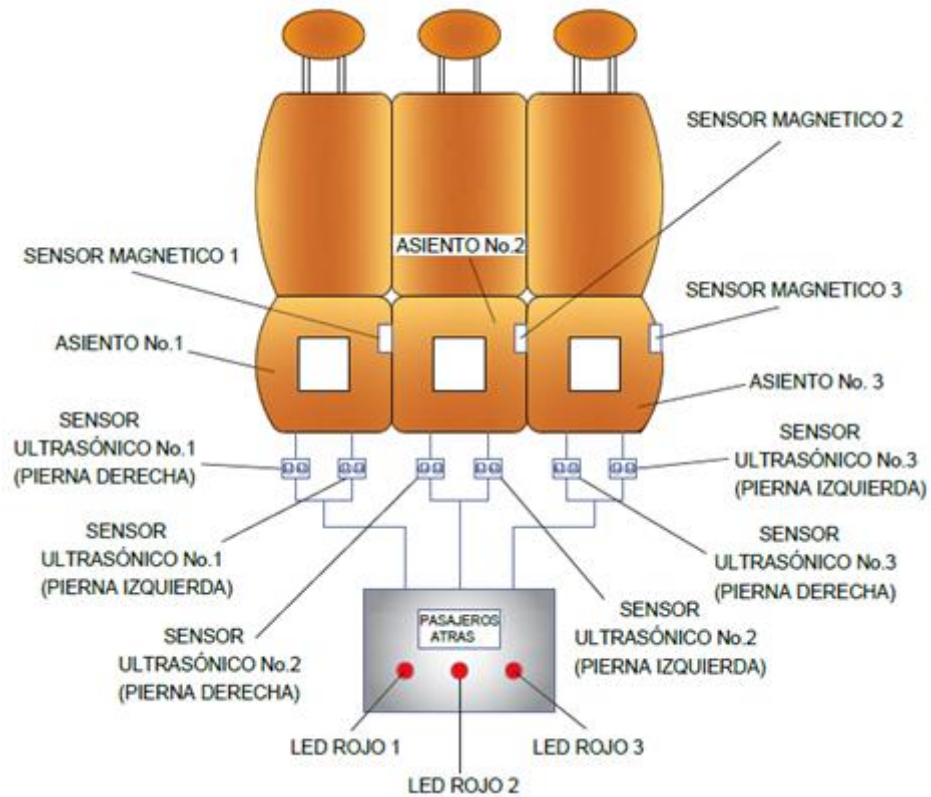


Figura 3.1. Circuito de asientos y cinturones de seguridad en 2D, ubicación de los componentes en la parte posterior del auto.

- **Componentes del circuito para determinar el exceso de pasajeros.**

La ubicación en el vehículo y las funciones de los componentes utilizados para determinar el exceso de pasajeros se describen en la Tabla 4. De igual manera se observa la colocación de estos componentes en el auto y las respectivas funciones que cumplen dentro del circuito (Figura 3.2).

Componentes	Cantidad	Ubicación	Activación
Celdas de carga	6 (2 en cada asiento)	Asientos	Cuando una persona se acomoda en el asiento.
Módulos HX711	3	Carcasa, delante parte del conductor	Transforma la señal de las celdas de cargas cuando se activan.
Arduino UNO	1	Carcasa, delante parte del conductor	Microcontrolador encargado de determinar las diferentes acciones.
Pantalla LCD	1	Carcasa, delante parte del conductor	Indicará si excede el peso definido y así determinar el exceso de pasajeros.
LED	1 (rojo)	Carcasa, delante parte del conductor	Son indicadores, el cual determina si existe exceso de pasajeros, en ese caso se encenderá el led rojo.

Tabla 4. Circuito para determinar el exceso de pasajeros, componentes, ubicación y activación dentro del auto.

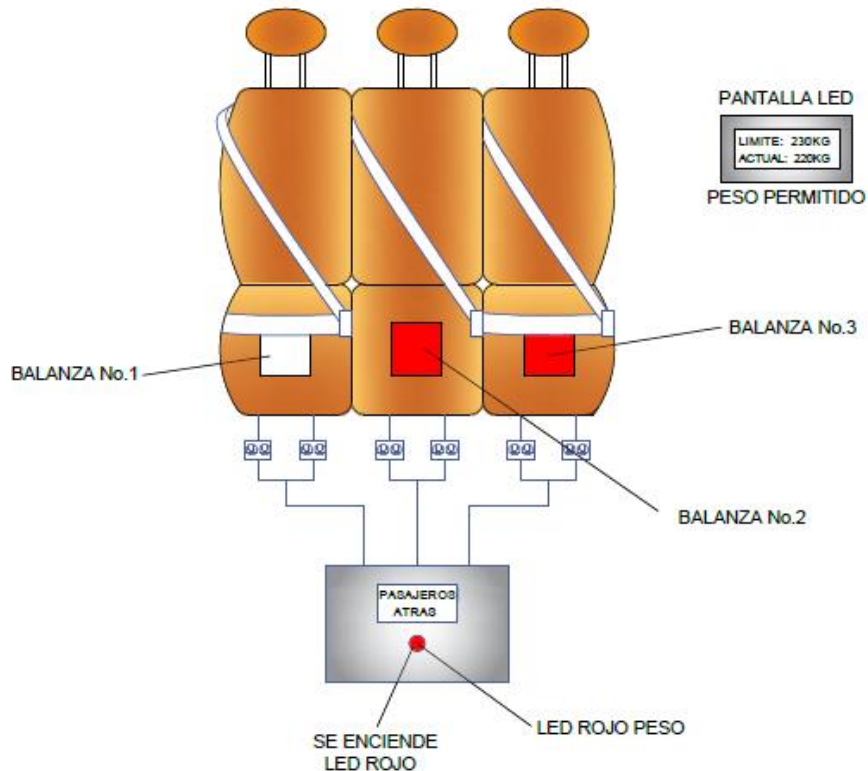


Figura 3.2. Ubicación de los componentes para determinar el exceso de pasajeros, en la parte posterior del auto.

3.2.2 Operación con un solo pasajero.

Se mencionan los pasos de la solución cuando el pasajero desea el servicio de la cooperativa de taxi ANALISYSTEM S.A., los cuales son:

- Al momento que el pasajero toma asiento en la parte posterior del taxi, se enciende un LED de color rojo que indica el asiento donde se encuentra el pasajero y que no tiene colocado el cinturón de seguridad, espera un tiempo mientras la persona se acomoda en el asiento, aproximadamente 10 segundos, escuchará mediante un parlante una advertencia de una voz, indicándole que se coloque el cinturón de seguridad.
- Si el pasajero se coloca el cinturón de seguridad se apaga el LED de color rojo, el conductor observará y conocerá esta acción; caso contrario, si el pasajero ignora la advertencia, volverá a sonar en el parlante ahora con un sonido de alarma, esto hasta que el pasajero se coloque el cinturón de seguridad. El conductor conocerá esta situación, mediante el indicador LED de color rojo manteniéndose encendido.

En la Figura 3.3 se muestra gráficamente lo antes descrito de manera secuencial el funcionamiento cuando una sola persona se sienta en la parte posterior del taxi.

UN SOLO PASAJERO

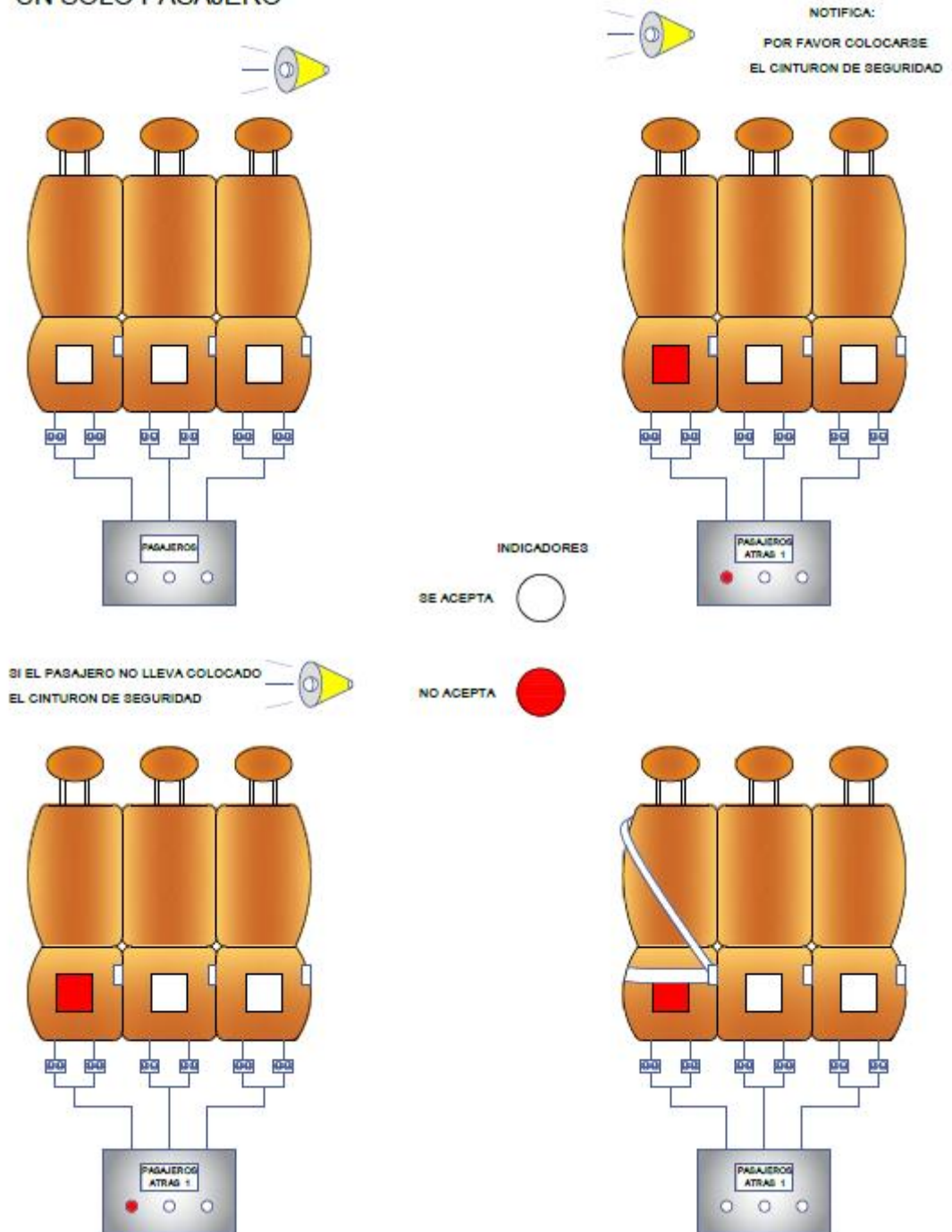


Figura 3.3. Operación cuando una persona se encuentra sentada en la parte posterior del taxi.

3.2.3 Operación con varios pasajeros.

De la misma manera si varias personas toman el servicio de taxi, los siguientes pasos que sigue la solución son:

- Al momento que los pasajeros se encuentran sentados en la parte posterior del vehículo, se encienden los LED de color rojo respectivos a los asientos ocupados y aquellos que no se encuentran utilizando el cinturón de seguridad, después 10 segundos de haberse sentado, escucharán la advertencia de una voz indicándole que se coloquen el cinturón de seguridad.
- Si todos los pasajeros se colocan el cinturón, el conductor conocerá esta acción mediante el apagado de los LED.
- Si ninguno de los pasajeros se coloca el cinturón de seguridad después de haber escuchado la advertencia, volverá a sonar una nueva advertencia de sonido de alarma, hasta que todos se coloquen el cinturón de seguridad. El conductor también conocerá esta acción mediante los LED encendidos de color rojo.
- Si un pasajero, de los dos o tres que se encuentran en la parte posterior del vehículo, se coloca el cinturón de seguridad, se escuchará la advertencia de sonido de alarma, debido a que no todos los pasajeros en la parte posterior tienen colocados el cinturón de seguridad. Esta advertencia se escuchará hasta que todos tengan colocados el cinturón. El conductor sabrá cuál pasajero tiene colocado el cinturón de seguridad por el apagado del LED rojo de acuerdo con los asientos ocupados y que tengan colocados el cinturón de seguridad, y quienes no lo tienen puesto, mediante los encendidos de los LED rojo.

En la Figura 3.4 se muestran los indicadores cuando dos personas se encuentran sentadas en la parte posterior del taxi, cumpliendo los pasos descritos anteriormente.

VARIOS PASAJEROS

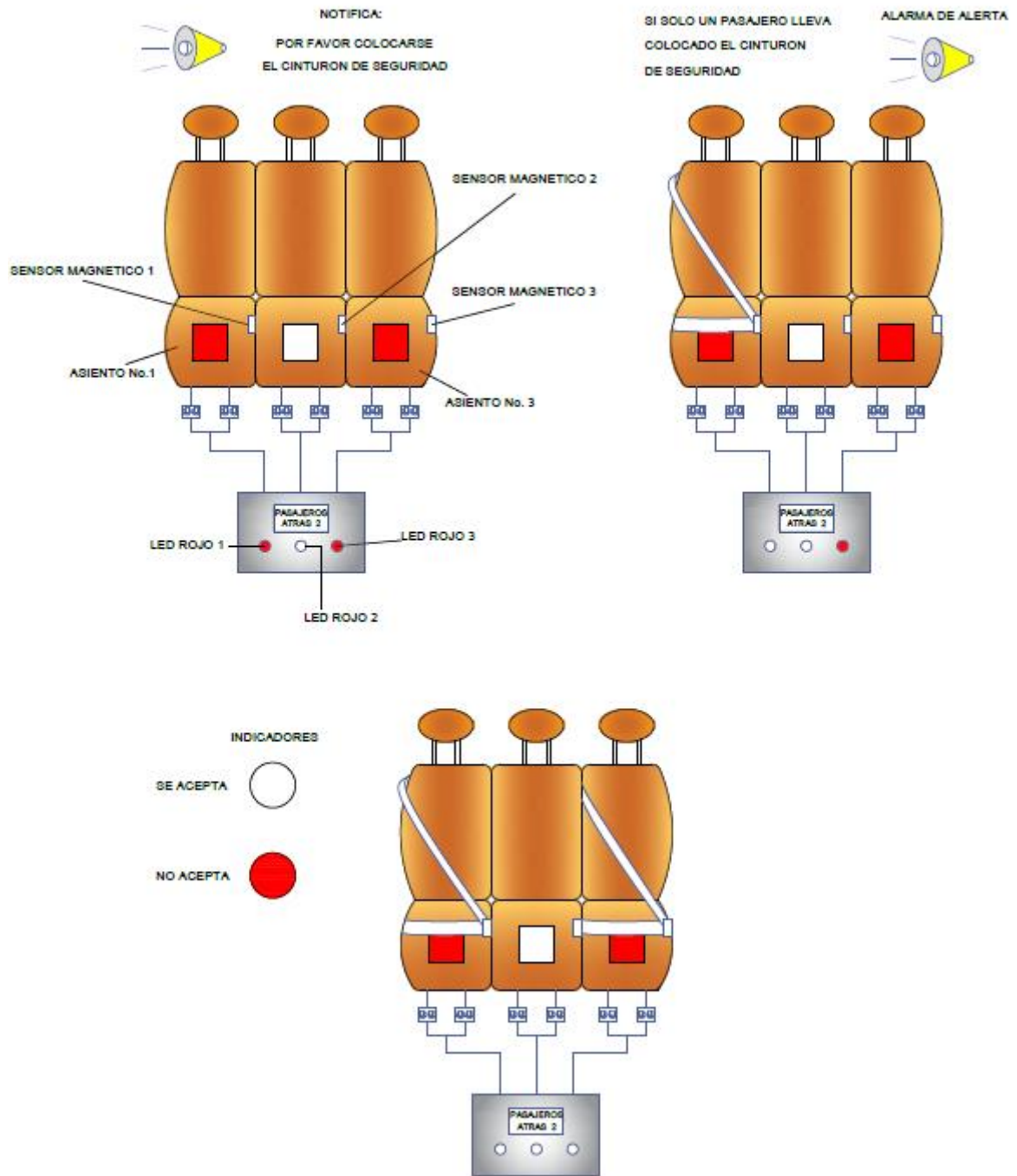


Figura 3.4. Muestra dos personas sentadas en la parte posterior del auto.

3.2.4 Operación de exceso de pasajeros.

Cuando hay exceso de pasajeros se considera que estas personas superan el número de cinturones de seguridad en la parte posterior del vehículo. La solución sigue estos pasos:

- El criterio para determinar exceso de pasajeros es verificar si ya se encuentran tres personas en la parte posterior mediante el peso.
- Se obtiene el peso de las tres personas sentadas en la parte posterior. Si rebasa el peso promedio asignado, será indicado mediante un LED al conductor de color rojo; caso contrario, si el peso de las tres personas ubicadas en la parte posterior del vehículo no sobrepasa el peso promedio destinado, el conductor será advertido al no ver encendido el LED rojo (en estado apagado).

En la Figura 3.5 se muestra cuando no se excede el límite de peso y se encuentran dos personas sentadas en la parte posterior del taxi.

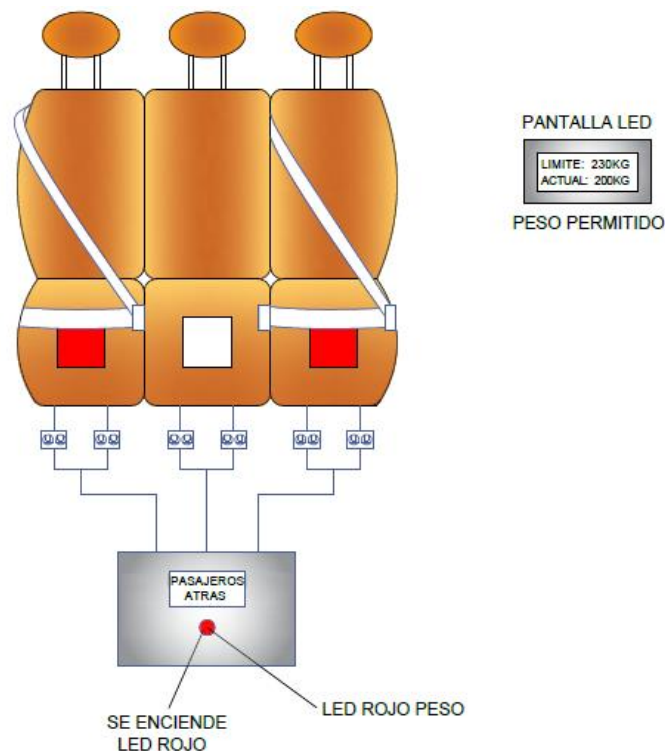


Figura 3.5. Operación cuando no hay exceso de pasajeros.

En la Figura 3.6 se muestra a los pasajeros utilizando los diferentes sensores que se implementarán en el proyecto, en una simulación en 3D.

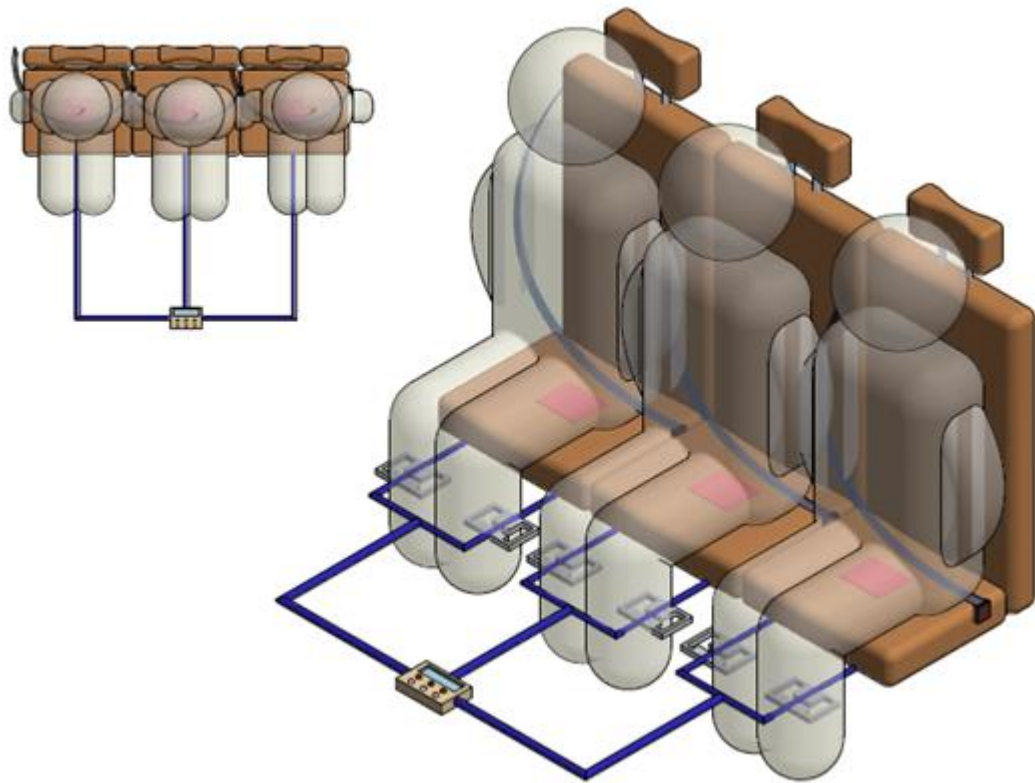


Figura 3.6. Pasajeros utilizando el circuito de asientos y cinturón de seguridad en 3D.

3.3 Diagramas de Bloques

Las relaciones entre los componentes y el flujo interno del proyecto son representadas por los diagramas de bloques de los dos circuitos, conformadas por el circuito para la detección del uso del cinturón de seguridad y el exceso de pasajeros.

En la Figura 3.7 se muestra el funcionamiento del circuito de los asientos y cinturón de seguridad, que contienen los dos sensores de entrada que reciben la señal de alimentación por parte del microcontrolador y envían señales de salida al microcontrolador cuando se halla detectado personas sentadas (sensor ultrasónico) y cuando se colocan el cinturón de seguridad (sensor magnético). Se envían señales desde el microcontrolador hacia a la bocina para las advertencias auditivas de igual manera los indicadores LED.

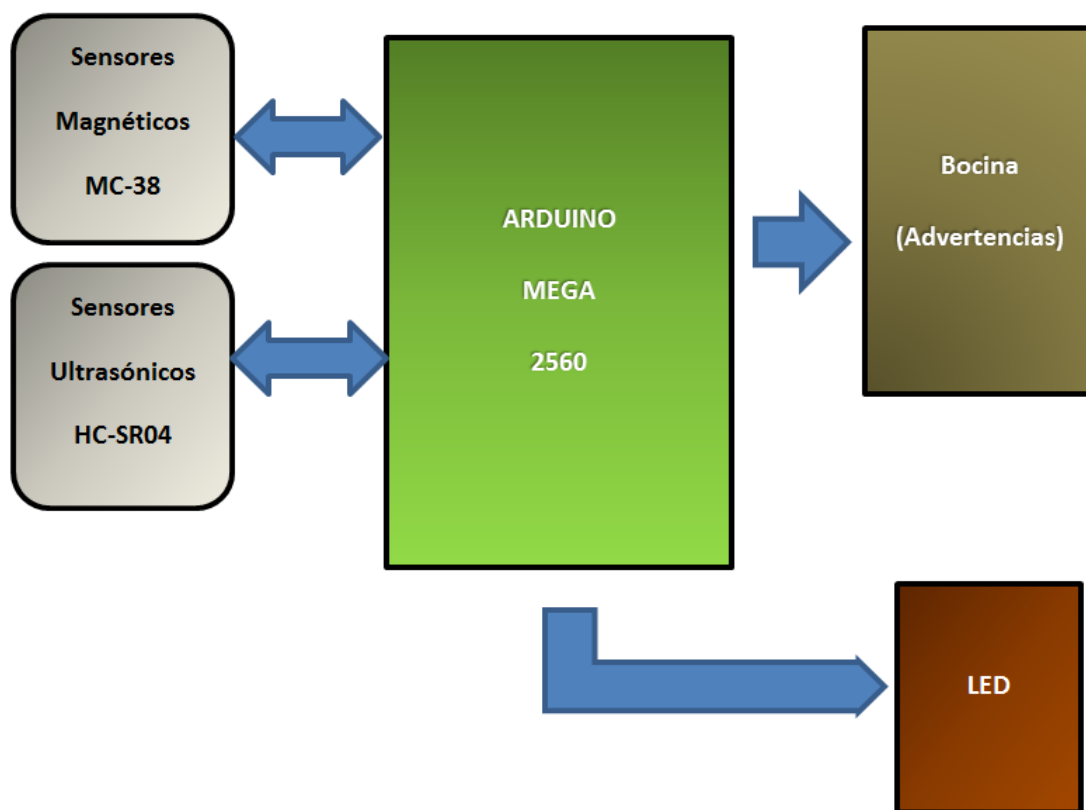


Figura 3.7. Diagrama de bloque del circuito de asientos y cinturón de seguridad.

En la Figura 3.8 se muestra el diagrama de bloque del circuito para la obtención del peso total de las personas en la parte posterior de los vehículos y determinar el exceso de pasajeros. Las celdas de carga envían señales al módulo HX711, que es el transmisor que permite obtener los diferentes pesos. Estas señales son receptadas por el microcontrolador Arduino. De igual forma el microcontrolador envía señales al LCD y en los LED que son los indicadores para el conductor.

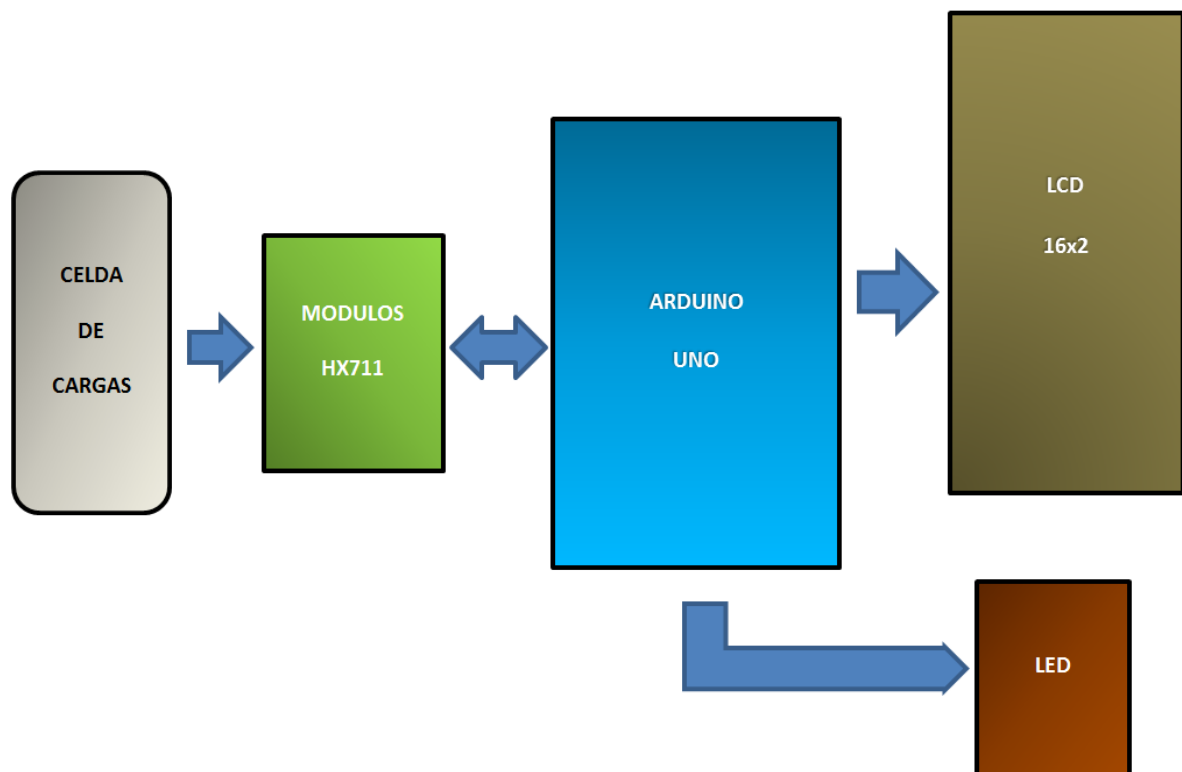


Figura 3.8. Diagrama de bloques para determinar el exceso de pasajeros.

3.4 Circuito para los asientos y cinturón de seguridad.

Este circuito permitirá que la siguiente secuencia:

- Detectar a los pasajeros cuando tomen asiento en la posterior del vehículo, esto se observará en los LED.
- Recibir la primera advertencia de una voz en un parlante, indicándole que se coloquen el cinturón de seguridad.
- Detectar si se colocan el cinturón de seguridad mediante visualización en los LED.
- Cuando no tengan colocado el cinturón, recibir la segunda advertencia que es de un tono de alarma, la cual deja de sonar una vez que el pasajero se coloque el cinturón de seguridad. Asimismo, se va a conocer por los apagados de los LED.

En este circuito constan los sensores ultrasónicos, los sensores magnéticos, el módulo SD-card con la tarjeta MicroSD, un amplificador TDA7052, un parlante, LED,

y el Arduino MEGA. La Figura 3.9 muestra cómo están conectados estos componentes para solo un asiento en la parte trasera del vehículo.

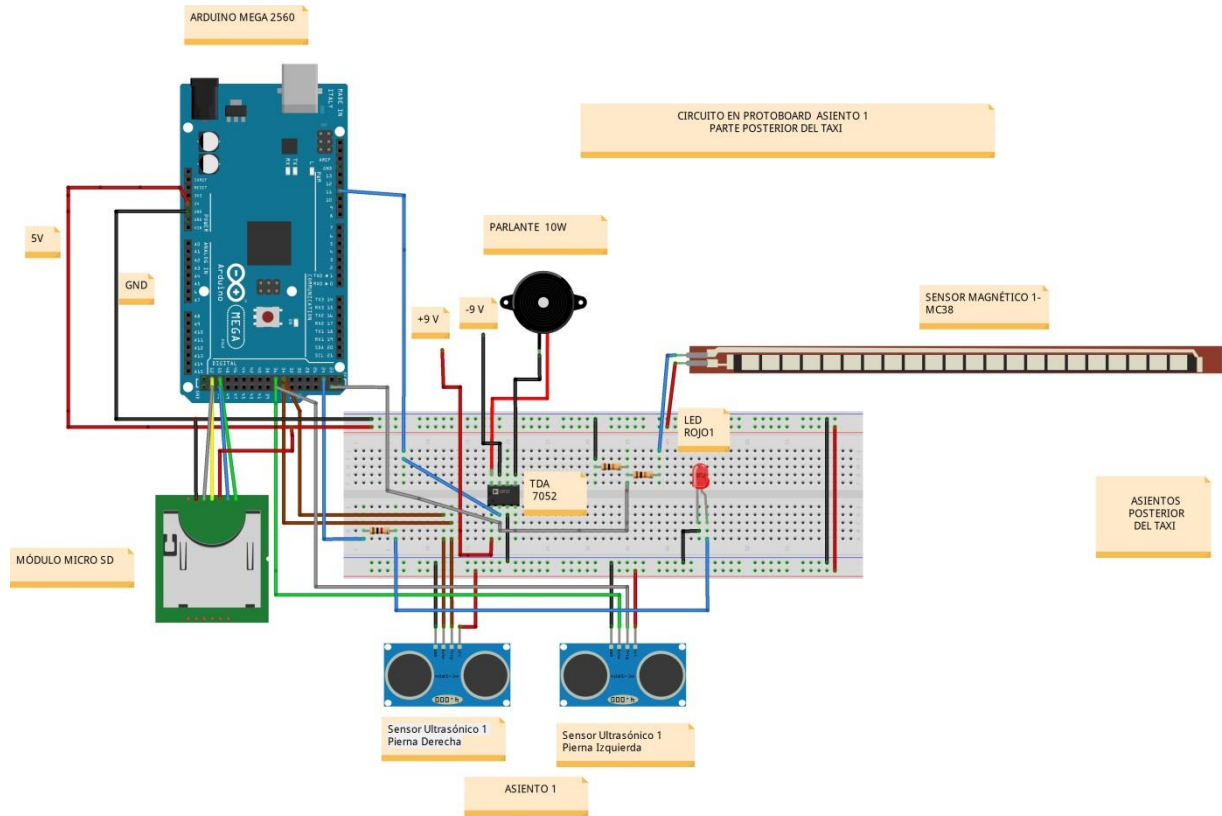


Figura 3.9. Circuito de un asiento en la parte posterior del vehículo.

La Figura 3.10 muestra la colocación de los componentes en los pines respectivos en el Arduino MEGA, con detalle en las conexiones. Cabe resaltar que se indicará las conexiones de un asiento, el cual está compuesto por dos sensores ultrasónicos y un sensor magnético, que serán usados para el asiento y el cinturón de seguridad, respectivamente. Este esquemático también se implementa en los asientos 2 y 3, variando las asignaciones de pines que se detallan más adelante por tablas.

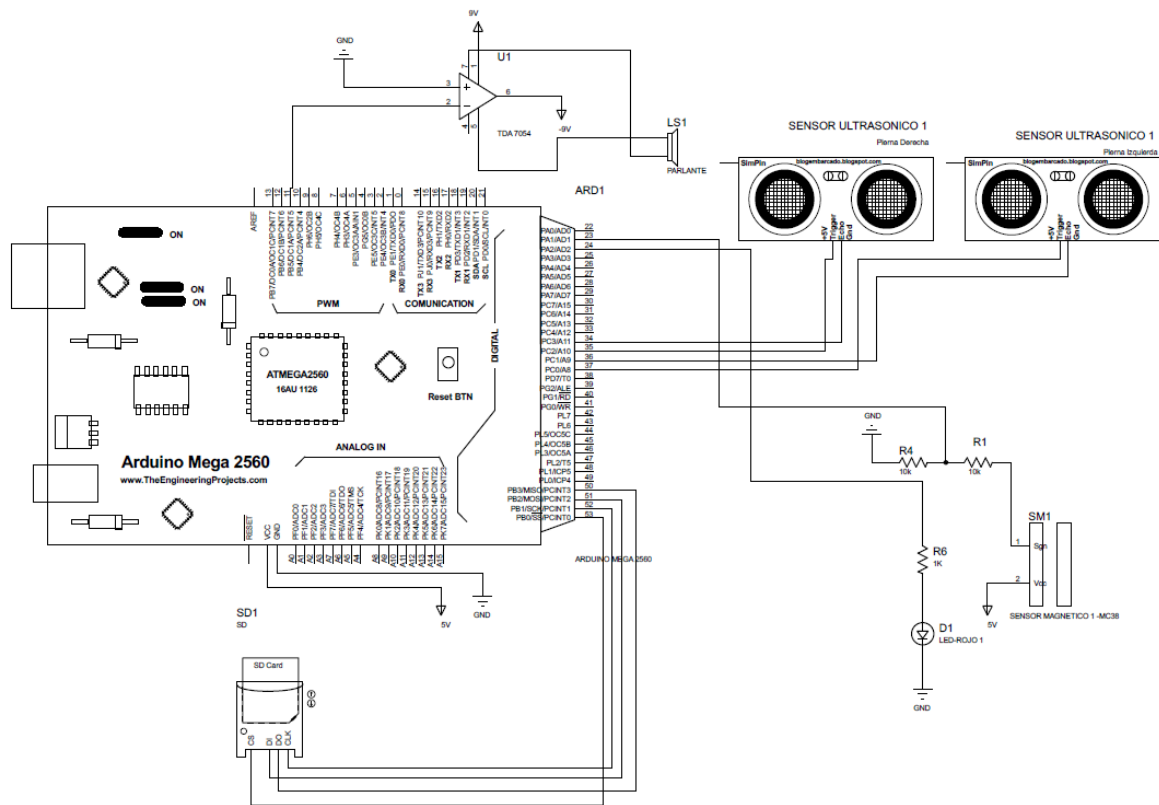


Figura 3 10. Esquemático del circuito para un solo asiento en la parte posterior del vehículo.

Se especifican las conexiones en la Tabla 5, que contiene los pines utilizados para el módulo SD-Card. Se utiliza el bus SPI para la conexión con el Arduino MEGA y la utilización del pin para la salida de las advertencias, dirigido al circuito para amplificar la señal y que se pueda escuchar en el parlante.

Modulo SD-Card Pines	Arduino MEGA 2560 Pines	Descripción
MISO-D0	50	Se reciben los datos desde el módulo, cable de color verde
MOSI-D1	51	Transmisión de los datos desde el módulo, cable de color celeste.
SCK-CLK	52	Señal de reloj, cable de color amarillo.
CS	53	Habilita el módulo para él envió de datos, cable color gris.
VCC	+5V	Alimentación.
GND	GND	Referencia a tierra.
Parlante Pin	Arduino MEGA 2560 Pin	Descripción
TDA 7052	11	Salida de audio (Advertencias)

Tabla 5. Conexión de pines entre Módulo SD-Card en el Arduino MEGA 2560 y la salida de audio (Advertencias).

Se detallan a continuación los pines utilizados en los asientos. Se ha representado por asiento al grupo de componentes que son; dos sensores ultrasónicos, un sensor magnético y un LED, es decir, en las tablas 6,7 y 8 se mostrarán los asientos 1, 2 y 3, respectivamente.

Asiento 1	Arduino MEGA 2560 Pines	Descripción
Sensor ultrasónico 1 (pierna derecha)	34 (pin echo), 35 (pin trigger).	Colocada en el asiento 1. (Determinado para detectar pierna derecha del pasajero).
Sensor ultrasónico 2 (pierna izquierda)	36 (pin echo), 37 (pin trigger).	Colocada en el asiento 1. (Determinado para detectar pierna izquierda del pasajero).
Sensor magnético 1	23	Colocado en el cinturón de seguridad 1.
LED rojo 1	24	Indica que el pasajero está sentado en el asiento 1 y no tiene colocado el cinturón de seguridad.

Tabla 6. Conexión de pines entre ASIENTO 1 y Arduino MEGA 2560.

Asiento 2	Arduino MEGA 2560 Pines	Descripción
Sensor ultrasónico 3 (pierna derecha)	38 (pin echo), 39 (pin trigger).	Colocada en el asiento 2. (Determinado para detectar pierna derecha del pasajero).
Sensor ultrasónico 4 (pierna izquierda)	40 (pin echo), 41 (pin trigger).	Colocada en el asiento 2. (Determinado para detectar pierna izquierda del pasajero).
Sensor magnético 2	27	Colocado en el cinturón de seguridad 2.
LED rojo 2	28	Indica que el pasajero está sentado en el asiento 2 y no tiene colocado el cinturón de seguridad.

Tabla 7. Conexión de pines entre ASIENTO 2 y Arduino MEGA 2560.

Asiento 3	Arduino MEGA 2560 Pines	Descripción
Sensor ultrasónico 5 (pierna derecha)	42 (pin echo), 43 (pin trigger).	Colocada en el asiento 3. (Determinado para detectar pierna derecha del pasajero).
Sensor ultrasónico 6 (pierna izquierda)	44 (pin echo), 45 (pin trigger).	Colocada en el asiento 3. (Determinado para detectar pierna izquierda del pasajero).
Sensor magnético 3	31	Colocado en el cinturón de seguridad 3.
LED rojo 3	32	Indica que el pasajero está sentado en el asiento 3 y no tiene colocado el cinturón de seguridad.

Tabla 8. Conexión de pines entre ASIENTO 3 y Arduino MEGA 2560.

Los pines que no han sido utilizados para esta parte del proyecto se indican en la Tabla 9 con sus respectivos nombres.

Digital Pin	22, 25, 26, 29, 30, 33, 46 – 49
PWM	0 – 10, 12, 13, GND
Comunication	14 – 21
Power	RESET, 3.3V, GND, Vin
Analogic In	A0 – A15

Tabla 9. Pines no utilizados en el Arduino Mega 2560.

3.5 Circuito para determinar el exceso de pasajeros.

La función que realiza este circuito sigue la siguiente secuencia:

- Detectar a los pasajeros sentados y obtiene el peso en cada uno de los asientos.
- Sumar todos los pesos de los asientos.
- Verificar si todos los asientos se encuentran ocupados.
- Si se encuentran ocupados, comparar el peso total de la suma con el peso establecido para determinar el exceso de pasajero.
- Si rebasa el peso de la suma de los asientos, mostrarlo en una pantalla LCD, para que el LED correspondiente se encienda.

Este circuito contiene los siguientes componentes que son las celdas de carga sen-10245, el módulo HX711, pantalla LCD 16x2, LED y Arduino UNO. En la Figura 3.11 se muestra la conexión para un solo asiento en la obtención de peso en la parte posterior del vehículo.

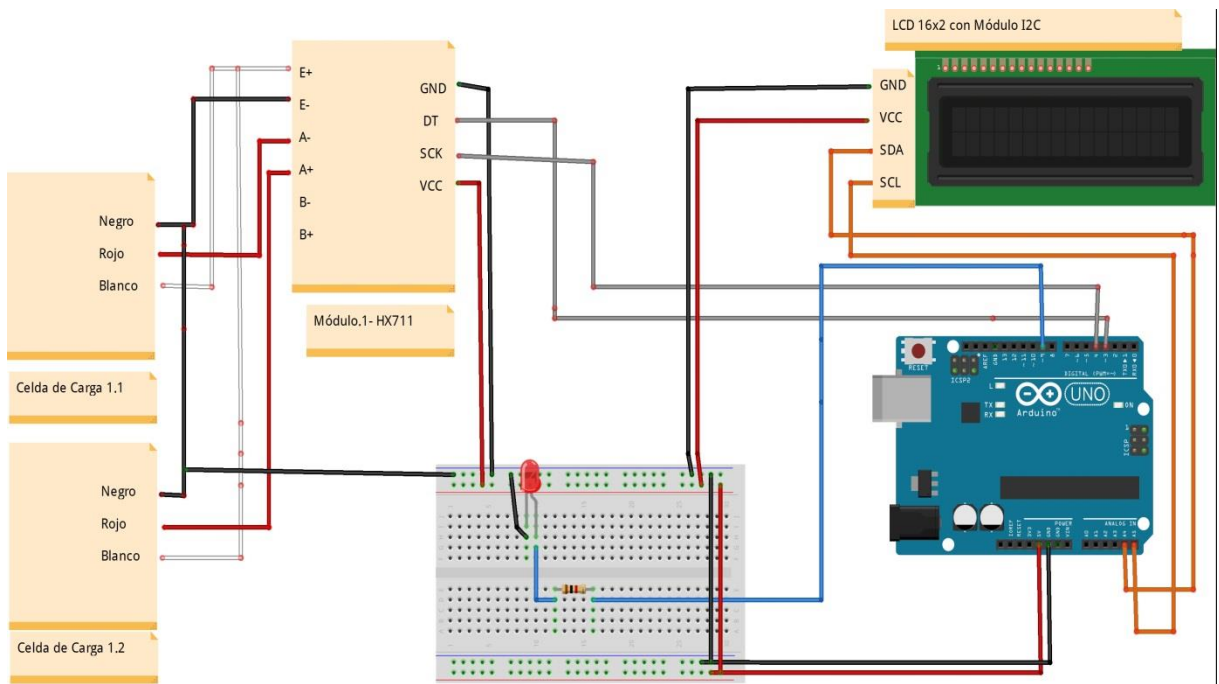


Figura 3.11. Circuito para la obtención de peso, para un solo asiento.

Las conexiones en el Arduino UNO con sus pines respectivos se muestran en la Figura 3.12, resaltando que solo muestra la conexión para un solo asiento, esto es, que se mostrarán un par de celdas, lo cual se ha mencionado previamente sobre el límite de peso de 50 Kg que contiene cada una. Para obtener una balanza de 100 Kg se necesitarán dos celdas por cada asiento. También se muestra un módulo HX711 y un LED.

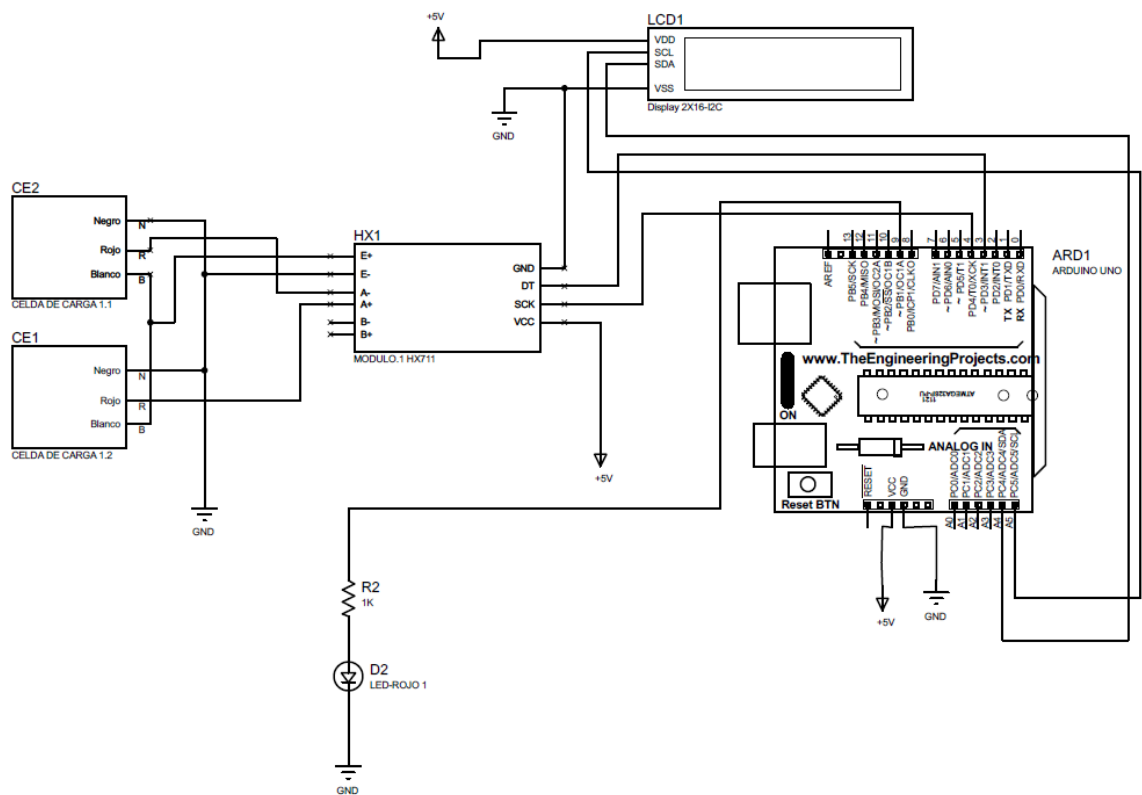


Figura 3 12. Esquemático del circuito para la obtención de peso, para un solo asiento en la parte posterior del vehículo.

Se especifica en la Tabla 10 la conexión entre las celdas de carga y el módulo HX711. Estas conexiones se repiten en todos los pares de celdas en los asientos con el módulo respectivo.

Balanza 1		Módulo HX711
Celda de carga 1 Pines	Celda de carga 2 Pines	Pines
Negro	Negro	E-
Rojo (1)	Rojo (2)	A- (1)
Blanco	Blanco	A+ (2)
		E+

Tabla 10. Conexión entre celdas de carga y el módulo HX

Cada asiento posee un módulo HX711 que muestra las conexiones en el Arduino UNO para el asiento 1, 2 y 3 y las respectivas tablas 11, 12 y 13, respectivamente.

Módulo 1 HX711 Pines	Arduino UNO Pines
GND	GND
DT	3
SCK	4
VCC	+5V

Tabla 11. Para el asiento 1, conexión entre módulo HX711 y Arduino UNO.

Módulo 2 HX711 Pines	Arduino UNO Pines
GND	GND
DT	5
SCK	6
VCC	+5V

Tabla 12. Para el asiento 2, conexión entre módulo HX711 y Arduino UNO.

Módulo 3 HX711 Pines	Arduino UNO Pines
GND	GND
DT	10
SCK	11
VCC	+5V

Tabla 13. Para el asiento 3, conexión entre módulo HX711 y Arduino UNO.

Se establecen los pines en el Arduino UNO para los indicadores que son la pantalla LCD y los LED de diferentes colores, detallado en la Tabla 14. Cabe indicar que el LED de color rojo señala que existe exceso de pasajeros en la parte posterior del taxi.

LCD 16X2 con I2C Pines	Arduino UNO Pines
GND	GND
VCC	+5V
SDA	A4
SCL	A5
Elementos Pasivos	Arduino UNO Pines
LED rojo	9

Tabla 14. Conexión de los indicadores, pantalla LCD y leds en el Arduino UNO.

Se detallan en la Tabla 15 los pines que no han sido utilizados en el microcontrolador Arduino UNO para la obtención de los pesos y determinar el exceso de pasajeros.

Digital PIN(PWN)	0,1,2,7, 8, 12, 13
PWM	0 – 10, 12, 13, GND
ICSP for ATmega328	MISO, SCK, RESET, VCC, MOSI, GND
Power	RESET, 3.3V, GND, Vin
Analogic In	A0 – A3

Tabla 15. Pines no utilizados en el Arduino UNO.

3.6 Librerías utilizadas en el IDE Arduino.

A continuación se describen las principales librerías que ofrecen las funcionalidades en el programa escrito en el IDE Arduino, que realiza las determinadas acciones en el sistema que se implementará en el proyecto [25].

3.6.1 TMRpcm.h

Esta librería sirve para la reproducción asincrónica de archivos PCM/WAV directamente desde la tarjeta MicroSD [26], representando la salida en el parlante mediante la amplificación de la señal. El formato principal para la reproducción de los archivos WAV es de 8 bits a una frecuencia de muestreo

de 8 – 32 KHz en tipo mono. Las funciones que pertenecen a esta librería que se utilizó en el proyecto fueron [26]:

- **Audio.speakerPin=11:** se coloca el pin configurado para la salida del audio, cada microcontrolador tiene un pin designado en caso del Arduino MEGA es el pin 11.
- **Audio.quality ():** para tener mayor calidad en el audio, se coloca “1” para obtener un sobre muestreo de 2x.
- **Audio.setVolume ():** se establece el nivel del volumen que desea, va entre 0 y 7. No es recomendable usar el nivel “7” porque se distorsiona la calidad del audio.
- **Audio.play(“Archivo.wav”,0):** se coloca el archivo de tipo WAV que desea reproducir. El número “0” indica que se reproducirá desde el minuto de origen.
- **Audio.stopPlayback():** esta función detiene la reproducción que se está ejecutando.

3.6.2 SD.h

Esta librería permite leer y escribir en tarjetas SD, es compatible con los sistemas de archivos FAT 16 y FAT 32 en tarjetas SD estándar y tarjetas SDHC [27].

Para el proyecto se utilizó la clase:

- **SD.begin (pin):** inicializa la librería y la tarjeta SD. Esto implicaría el uso del bus SPI pines 50, 51, 52 y el pin CS que es el 53. [28]

3.6.3 SPI.h

Esta librería permite activar la comunicación del módulo SD-card, el cual se comunica mediante este protocolo de datos en serie síncrono. En la conexión SPI, el microcontrolador es el maestro que controla al módulo. El dispositivo contiene estas cuatro líneas que son [29]:

- **MISO:** línea que sirve para enviar datos al microcontrolador.
- **MOSI:** línea del microcontrolador para enviar datos al módulo.
- **SCK:** es el pulso de reloj que sincroniza la transmisión de datos generado por el microcontrolador.
- **SS:** en esta línea es donde el microcontrolador habilita o deshabilita el módulo.

3.6.4 HX711.h

El HX711 usa una interfaz de 2 hilos para la comunicación con celdas de carga para medir peso y fuerza. Usa veinticuatro convertidores A/D de alta precisión. Se detallan los valores seleccionables en el archivo .h:

- Manejar conjuntos de datos promedios de 4, 8, 16, 32,64 o 128 muestras (por defecto: 16).
- Ignorar valores bajos atípicos, agregando una muestra al conjunto de datos; esto es, ignora el valor máximo de todas las muestras (por defecto: 1).
- Ignorar valores altos atípicos, agregando una muestra al conjunto de datos; esto es, se ignora el valor máximo bajo de todas las muestras (por defecto: 1).

Las principales funciones de esta librería que se implementaron en el proyecto [30] son:

- **HX711 (byte Data, byte Clock):** constructor del objeto HX711, trabaja con cualquiera de los pines del Arduino.
- **Void_set_scale (float escala):** para establecer el valor de la escala, convirtiendo el valor de lectura en un valor de unidades de peso. Por defecto escala=1.
- **Void tare (byte num):** para establecer el peso actual como el peso de tara, **num** indica el número de lecturas para obtener la tara.
- **Long read_average (byte num):** para establecer **num** veces las lecturas del ADC y devuelve el promedio.

- **Float get_units (byte num):** para retornar el valor actual restado del peso de la tara y dividido por la escala. Si se coloca un valor de **num**, retorna el promedio de **num** lecturas.
- **Double get_value (byte num):** para retornar el valor actual restando el peso de la tara. Si se coloca un valor de **num**, retorna el promedio de **num** lecturas.

3.6.5 WIRE.h

Esta librería permite leer y escribir datos en un dispositivo externo usando el protocolo Two Wire Interface (TWI o I2C). La Tabla 16 muestra dónde se encuentran los pines TWI en varias placas Arduino.

Arduino	Pines TWI/I2C
UNO, Ethernet	A4 (SDA), A5 (SCL)
MEGA 2560	20 (SDA), 21 (SCL)
Leonardo	2 (SDA), 3 (SCL)
DUE	20 (SDA), 21 (SCL), SDA1, SCL1

Tabla 16. Pines TWI / I2C en diferentes hardware de Arduino.

Las principales funciones de esta librería que se implementaron en el proyecto [31] son:

- **Wire.begin (dirección):** inicializa la librería Wire y conecta Arduino al bus. Si no se coloca la dirección, Arduino se conectará como Maestro al bus.
- **Wire.requestFrom (dirección, cant):** solicita byte desde otros dispositivos.
- **Wire.beginTransmission (dirección):** empieza la transmisión con un dispositivo I2C esclavo con la dirección que indique en el parámetro dirección.

3.6.6 LiquidCrystal_I2C.h

Esta librería es la encargada de gestionar los recursos con la pantalla LCD (cristal líquido) con Arduino. Permite crear un objeto que representa a la pantalla LCD. A su vez contiene todas las operaciones de bajo nivel que facilita la programación de este dispositivo. Las principales funciones de esta librería que se implementaron en el proyecto [32]:

- **LiquidCrystal():** permite crear el objeto y gestionar el display LCD, recibe una serie de números que se refieren a los pines asignados en el Arduino.
- **Begin ():** inicializa la pantalla. Recibe dos argumentos: primero, el ancho en caracteres; y, segundo, la altura (números de filas) de la pantalla.
- **SetCursor():** posiciona el cursor en una ubicación específica en la pantalla. Recibe dos argumentos, el primero hace referencia al carácter de la fila y el segundo a la fila.
- **Write ():** escribe una cadena (objeto tipo string o matriz de caracteres) en la pantalla.
- **Print ():** actúa como una cadena, envía directamente números enteros a la pantalla, en bases distintas de numeración.
- **Clear():** limpia la pantalla y posiciona el cursor en el primer carácter de la primera fila.

CAPÍTULO 4

4. PRUEBA Y ANALISIS DE RESULTADOS

4.1 Modificaciones.

La Tabla 17 se muestra un cambio realizado en el proyecto, debido a la modificación el funcionamiento logro mejorar.

Fecha	Versión anterior	Descripción de modificación	Componentes utilizados	Componentes retirados
01/08/2018	Se utilizó dos sensores que realizaban las mismas funciones (sensor de presión y celdas de carga para el peso), los cuales no detectaban si era una persona o un objeto en los asientos traseros.	Se cambió un sensor, el cual podrá detectar a personas sentadas en la parte posterior, y discriminará si es un objeto.	<ul style="list-style-type: none"> • Sensor ultrasónico HC-SR04. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensor de presión.
	Se usó dos LED para indicar cuando está utilizando el cinturón de seguridad, o cuando no lo utiliza, color verde y rojo respectivamente. De igual forma con el peso, cuando existe exceso se enciende un LED de color rojo, caso contrario un LED de color verde.	Con la finalidad de no distraer al conductor con los LED encendidos todo el tiempo, específicamente el de color verde, se indicará mediante el LED de color rojo, en encendido y apagado.		<ul style="list-style-type: none"> • Los LED de color verde.

Tabla 17. Modificación implementada y definido pendiente.

4.2 Hipótesis y variables.

- ¿Es posible detectar si una o varias personas se encuentran sentadas en la parte posterior del auto?
- ¿Se puede localizar a la persona que no tenga colocado el cinturón de seguridad?
- ¿Es posible advertir a las personas en la parte posterior del auto, a utilizar el cinturón de seguridad?
- ¿Se puede detectar el exceso de personas en la parte posterior del auto?
- ¿Es posible disminuir las multas hacia el conductor, por no usar los cinturones de seguridad los pasajeros?

En la implementación del sistema que permita mejorar el uso del cinturón de seguridad en la parte posterior y evitar el exceso de pasajeros. Con este proyecto se desea promover en las personas una cultura de uso del cinturón de seguridad en los asientos posteriores. Asimismo, ayudará a los conductores de la cooperativa de taxi ANALISYSTEM S.A a no recibir multas, por el motivo de los pasajeros que no se colocan el cinturón de seguridad.

- **Variables independientes:**
 - Número de pasajeros en la parte posterior del vehículo.
 - Peso de los pasajeros que se encuentren en el asiento posterior.
- **Variable dependiente:**
 - Número de multas debido al no uso de cinturones de seguridad.

4.3 Parámetros del sistema.

- **Parámetros de entrada:**

Los parámetros de entrada al sistema son la cantidad de personas, el uso del cinturón de seguridad y el peso de las personas en la parte posterior del vehículo.

- **Parámetros de salida:**

Son las advertencias mediante reproducciones auditivas en un parlante e indicadores LED.

En la Tabla 18 se muestran las salidas de acuerdo con la variación de los parámetros de entrada.

Parámetros de Entrada	Parámetros de Salida
Cantidad de personas sentadas. Rango: 0 - 3	Caso de que sea 0 personas: Indicador LED apagado. Caso de que sea 1 persona: Reproducción auditiva (voz) e indicador LED encendido. Caso de que sea 2 personas: Reproducción auditiva (voz) e indicadores LED encendidos. Caso de que sea 3 personas: Reproducción auditiva (voz) e indicadores LED encendidos.
Uso del cinturón de seguridad Valor: Si - No	Caso de que sea No: Reproducción auditiva (alarma) e indicador LED encendido. Caso de que sea Si: Indicador LED apagado.
Peso Rango: 0 – 300 Kg	Caso que sea entre 0 – 270 Kg: LED permanece apagado. Caso de que sea mayor a 270 Kg: LED se enciende.

Tabla 18. Parámetros de entradas y salidas.

4.4 Pruebas del sistema.

Para validar el correcto funcionamiento del sistema se procedió a la verificación de los sensores ya colocados en un auto. En las siguientes figuras se observan los sensores en sus ubicaciones, con el fin de garantizar una implementación óptima.



Figura 4.1. Celdas de carga ubicados en el interior del asiento trasero.



Figura 4.2. Sensores ultrasónicos en un asiento.



Figura 4.3. Sensores ultrasónicos ubicados en el asiento trasero.

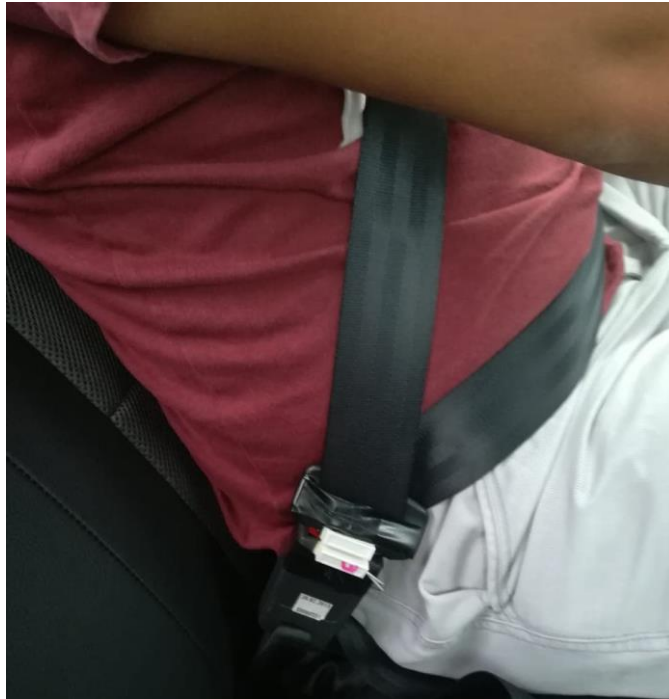


Figura 4.4. Sensor magnético, ubicado en el cinturón de seguridad.



Figura 4.5. Carcasa con los indicadores ubicada en la parte delantera del auto.

El funcionamiento de los sensores se encuentra relacionado a diferentes escenarios, ya sea para uno o varios pasajeros, o incluso cuando se excede el número de pasajeros. Se realizaron diferentes pruebas para cada escenario.

4.4.1 Un solo pasajero.

La Tabla 19 presenta las pruebas realizadas con un solo pasajero determinando el correcto funcionamiento del sistema.

Asiento	Factor por medir	Funcionamiento	Observaciones
1	Funcionamiento de los sensores ultrasónicos.	✓	Detecta a la persona sentada.
	Funcionamiento del sensor magnético.	✓	Detecta cuando se coloca el cinturón de seguridad
	Funcionamiento de celdas de carga	✓	Detecta el peso del pasajero.
	Parlante, pantalla LCD e indicador	✓	Parlante: se escucha la advertencia de voz al momento de sentarse, y la advertencia de alarma al no colocarse el cinturón de seguridad. Pantalla LCD: Muestra el peso del pasajero. Indicador: se enciende el LED cuando el pasajero se sienta.
2	Funcionamiento de los sensores ultrasónicos.	✓	Detecta a la persona sentada.
	Funcionamiento del sensor magnético.	✓	Detecta cuando se coloca el cinturón de seguridad
	Funcionamiento de celdas de carga	✓	Detecta el peso del pasajero.
	Parlante, pantalla LCD e indicador	✓	Parlante: se escucha la advertencia de voz al momento de sentarse, y la advertencia de alarma al no colocarse el cinturón de seguridad. Pantalla LCD: Muestra el peso del pasajero. Indicador: se enciende el LED cuando el pasajero se sienta.
	Funcionamiento de los sensores ultrasónicos.	✓	Detecta a la persona sentada.
	Funcionamiento del sensor magnético.	✓	Detecta cuando se coloca el cinturón de seguridad
	Funcionamiento de celdas de carga	✓	Detecta el peso del pasajero.
	Parlante, pantalla LCD e indicador	✓	Parlante: se escucha la advertencia de voz al momento de sentarse, y la advertencia de alarma al no colocarse el cinturón de seguridad. Pantalla LCD: Muestra el peso del pasajero. Indicador: se enciende el LED cuando el pasajero se sienta.

Tabla 19. Pruebas con un solo pasajero en la parte posterior del auto.

4.4.2 Varios pasajeros.

Las pruebas realizadas con varios pasajeros se muestran en la Tabla 20, verificando su correcto funcionamiento.

Pasajeros	Asientos	Factor para medir	Funcionamiento	Observaciones
2	1 y 2	Funcionamiento de sensores ultrasónicos	✓	Se detecta a los dos pasajeros.
		Funcionamiento de sensores magnéticos.	✓	Se detecta la colocación de los dos cinturones de seguridad.
		Funcionamiento de celdas de cargas	✓	Se detecta los pesos de los dos pasajeros.
		Parlante, pantalla LCD e indicadores.	✓	Parlante: suenan las advertencias de voz y de alarma. Pantalla LCD: muestra la suma de los dos pesos. Indicadores: se encienden los dos LED respectivos.
	2 y 3	Funcionamiento de sensores ultrasónicos.	✓	Se detecta a los dos pasajeros.
		Funcionamiento de sensores magnéticos.	✓	Se detecta la colocación de los dos cinturones de seguridad.
		Funcionamiento de celdas de cargas	✓	Se detecta los pesos de los dos pasajeros.
		Parlante, pantalla LCD e indicadores.	✓	Parlante: suenan las advertencias de voz y de alarma. Pantalla LCD: muestra la suma de los dos pesos. Indicadores: se encienden los dos LED respectivos.
	1 y 3	Funcionamiento de sensores ultrasónicos.	✓	Se detecta a los dos pasajeros.
		Funcionamiento de sensores magnéticos.	✓	Se detecta la colocación de los dos cinturones de seguridad.
		Funcionamiento de celdas de cargas	✓	Se detecta los pesos de los dos pasajeros.
		Parlante, pantalla LCD e indicadores.	✓	Parlante: suenan las advertencias de voz y de alarma. Pantalla LCD: muestra la suma de los dos pesos. Indicadores: se encienden los dos LED respectivos.
		Funcionamiento de sensores ultrasónicos.	✓	Se detecta a los tres pasajeros.
		Funcionamiento de sensores magnéticos.	✓	Se detecta la colocación de los tres cinturones de seguridad.

3	1,2 y 3	Funcionamiento de celdas de cargas	✓	Se detecta los pesos de los tres pasajeros.
		Parlante, pantalla LCD e indicadores.	✓	Parlante: suenan las advertencias de voz y de alarma. Pantalla LCD: muestra la suma de los tres pesos. Indicadores: se encienden los tres LED.

Tabla 20. Pruebas con varios pasajeros en la parte posterior.

4.4.3 Exceso de pasajeros.

Se realizaron pruebas para la verificación del funcionamiento del exceso de pasajeros como se muestra en la Tabla 21.

Pasajeros	Peso	Factor para medir	Funcionamiento	Observaciones
1	68 kg	Funcionamiento de las celdas de carga	✓	Detecta el peso del pasajero.
		Pantalla LCD e indicadores	✓	Pantalla LCD: muestra el peso en la parte posterior. Indicador: No se enciende ya que no sobrepasa el peso de 270 kg.
2	62 kg y 68 kg	Funcionamiento de las celdas de carga	✓	Detecta el peso del pasajero.
		Pantalla LCD e indicadores	✓	Pantalla LCD: muestra el peso en la parte posterior. Indicador: No se enciende ya que no sobrepasa el peso de 270 kg.
3	62 kg, 65 kg y 62 kg	Funcionamiento de las celdas de carga	✓	Detecta el peso del pasajero.
		Pantalla LCD e indicadores	✓	Pantalla LCD: muestra el peso en la parte posterior. Indicador: No se enciende ya que no sobrepasa el peso de 270 kg.
4	68 kg, 68 kg, 70 kg y 65 kg	Funcionamiento de las celdas de carga	✓	Detecta el peso del pasajero.
		Pantalla LCD e indicadores	✓	Pantalla LCD: muestra el peso en la parte posterior. Indicador: se enciende el LED ya que sobrepasa el peso de 270 kg.

Tabla 21. Pruebas para determinar el exceso de pasajeros.

4.5 Resultados.

En una unidad de taxi de la cooperativa ANALISYSTEM S.A. se realizaron diez carreras con pasajeros sin el sistema y diez con el sistema implementado, donde el conductor colaboró mediante observación en la obtención de los datos. Se consiguieron los resultados que se muestran en la Figura 4.6.

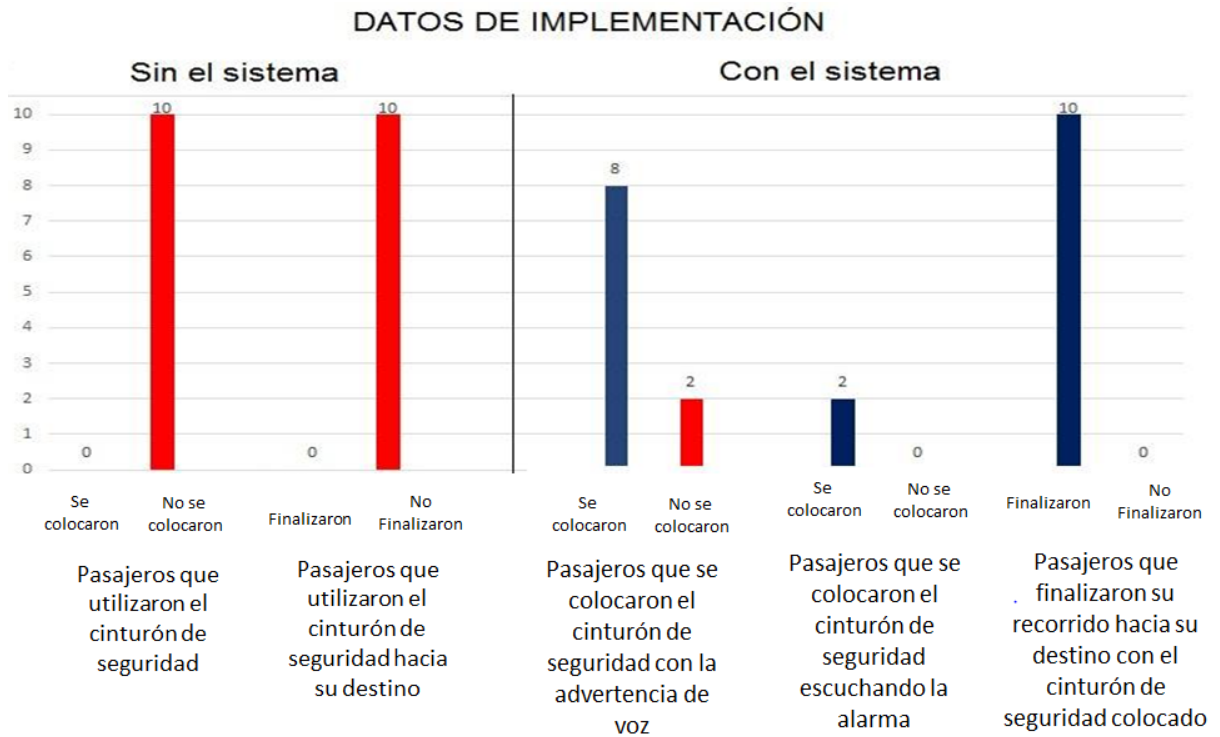


Figura 4.6. Gráfico de barra con datos de implementación.

Se observa que sin el sistema implementado ninguno de los pasajeros utilizó el cinturón de seguridad en la parte posterior del taxi, a diferencia cuando se implementó el sistema todos los pasajeros finalizaron el recorrido hacia su destino utilizando el cinturón de seguridad. Esto indica que el sistema puede generar un buen hábito en los pasajeros. Con el sistema implementado además se obtuvo que, en la primera advertencia de voz, la mayoría de los pasajeros obedecieran colocándose el cinturón de seguridad y el resto de los pasajeros cumplió en colocarse el cinturón con la advertencia de alarma.

4.6 Posibles Mejoras

El sistema propuesto pueda ser mejorado y la Tabla 22 describe algunos aspectos que pueden ser tomados en cuenta para un futuro.

Versión anterior	Descripción de modificación	Componentes utilizados	Componentes retirados
Se utilizó dos Arduino para el desarrollo del proyecto.	Realizar en un Arduino, toda la programación requerida para el funcionamiento del proyecto. Lo cual disminuiría el costo del proyecto		<ul style="list-style-type: none">• Arduino UNO
Carcasa con bajo costo y de tamaño grande.	Utilizar un material más fuerte. Y al disminuir un Arduino la carcasa se reducirá.	<ul style="list-style-type: none">• Material de carcasa.	
No realiza reportes para la cooperativa de taxi.	Crear reportes llevando un registro de los pasajeros que se coloquen el cinturón de seguridad.	<ul style="list-style-type: none">• Base de datos.	

Tabla 22. Descripción de posibles mejoras para el proyecto.

Para utilizar un solo microcontrolador para todo el proyecto, se ha realizado un esquemático colocando todos los sensores en los respectivos pines. Se utilizó el Arduino MEGA. En la Figura 4.7 se muestra el esquemático en dos partes por el motivo del número de sensores.

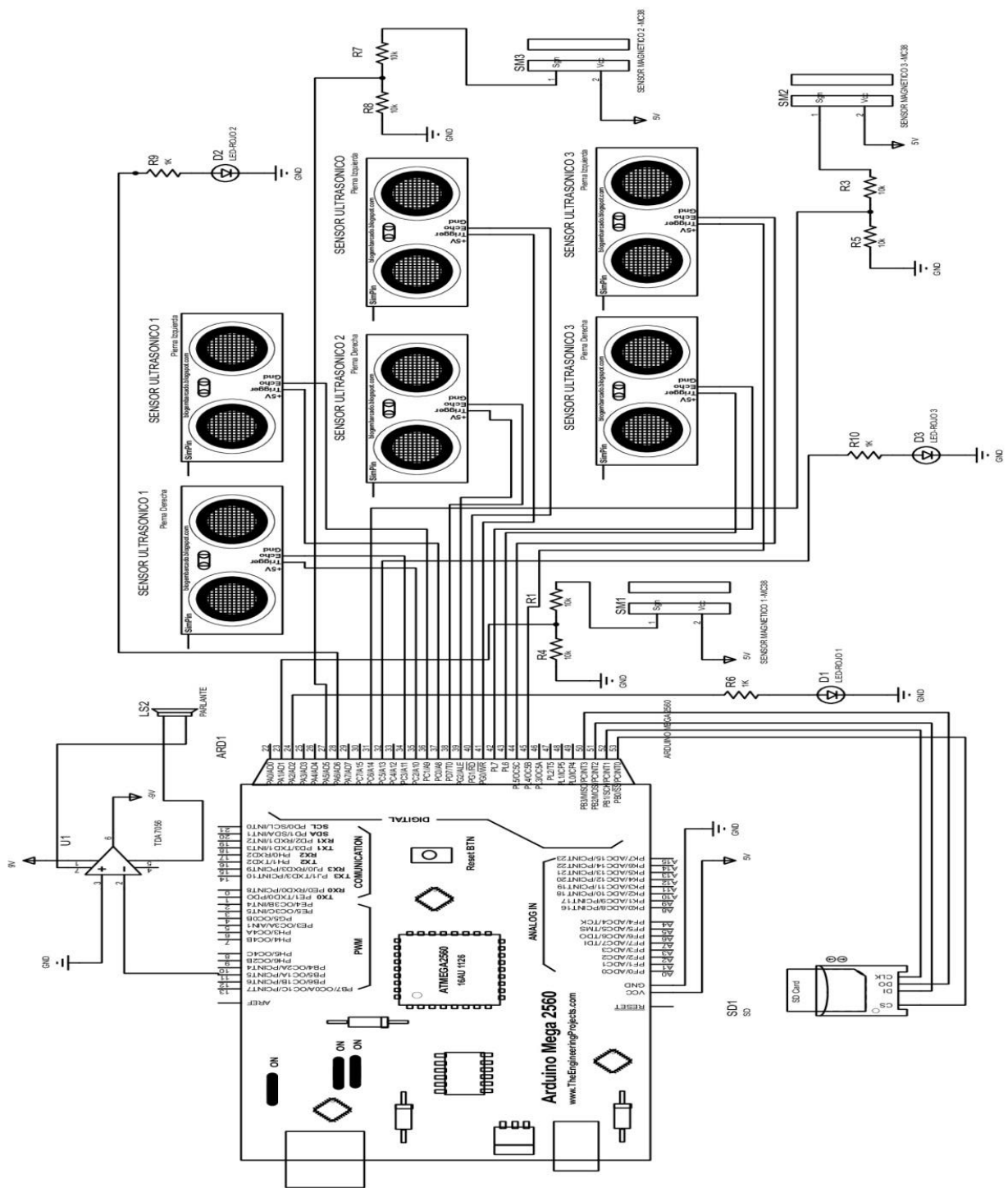


Figura 4.7. Esquemático de posible mejora en un solo microcontrolador para los sensores.

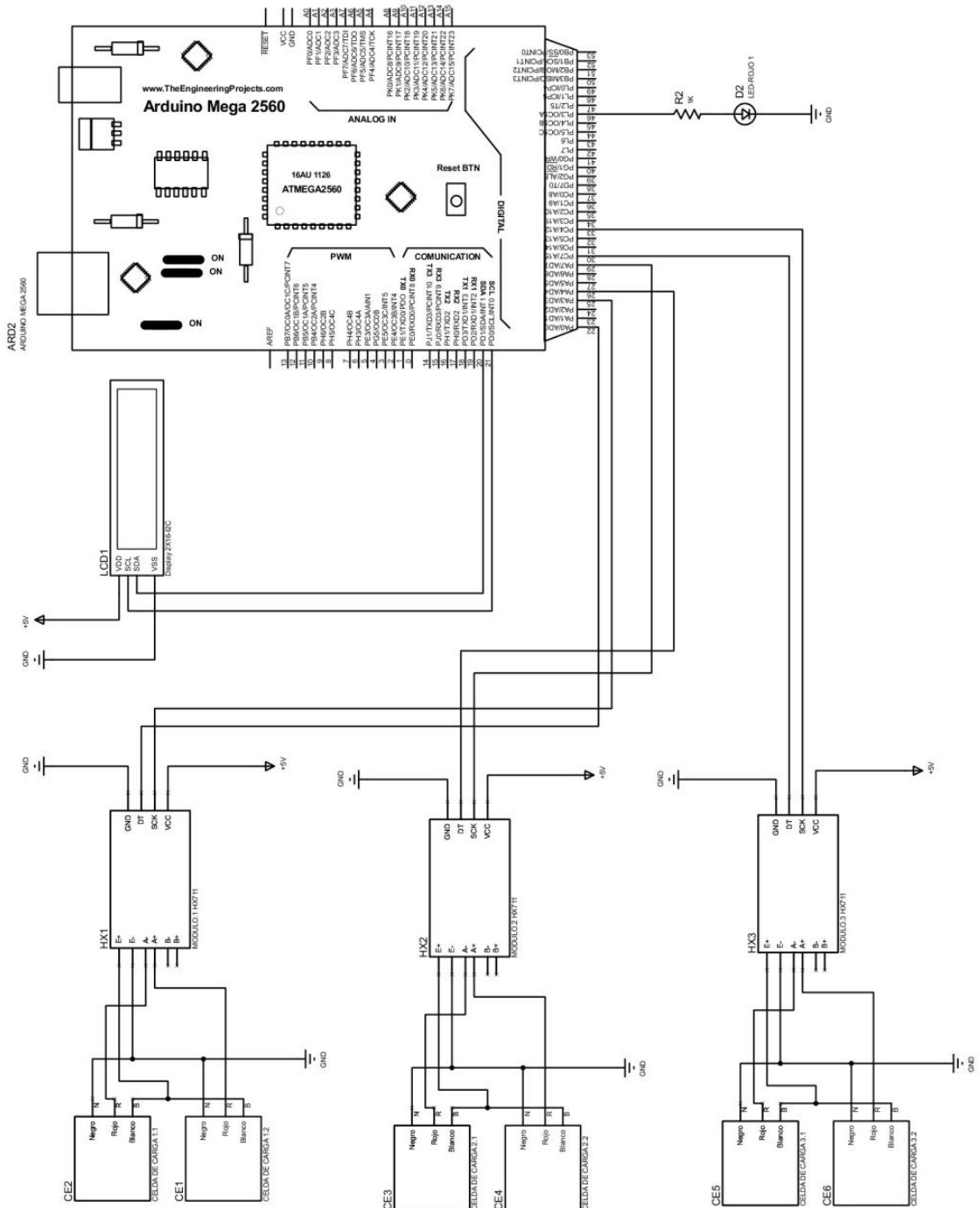


Figura 4 8. Esquemático de posible mejora en un solo microcontrolador para las balanzas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Se logró implementar un sistema que permite una mejora en el uso del cinturón de seguridad en los asientos posteriores, mediante advertencias de voz y de alarma, logrando que el sistema tenga una notificación de voz clara para que las personas sigan la disposición de abrocharse de forma obligatoria los cinturones de los asientos posteriores. Teniendo como resultado que todos los pasajeros terminaron su recorrido hacia su destino con el cinturón de seguridad colocado, además se obtuvo que el 80% de los pasajeros obedecieron la advertencia de voz y el resto de los pasajeros realizaron la acción de colocarse el cinturón con la advertencia de alarma.

Se consiguió el mejor aprovechamiento de los sensores, ya que se modificó sensores de presión por sensores ultrasónicos lo que nos permite diferenciar si se encuentra una persona o un objeto en la parte posterior del vehículo. Si es un objeto ubicado en los asientos, no sonará ninguna advertencia de colocarse el cinturón de seguridad, esto se debe a la ubicación de los sensores ultrasónicos en la parte inferior de los asientos.

El sistema implementado permite escalabilidad de aumentar otros tipos de sensores o dispositivos que ayuden a mejorar el uso del cinturón de seguridad, como cámaras IP, sensores de movimiento, entre otros. Debido a la utilización de estos microcontroladores es posible un mayor rendimiento en el sistema.

Se logró el uso del cinturón de seguridad en la parte posterior en todos los pasajeros al momento de implementar el sistema, lo cual es un indicio de que las personas podrían habituarse a utilizarlo, no provocando a su vez incomodidad ni al conductor y a los pasajeros.

El sistema puede ser mejorado con el desarrollo de aspectos como apariencia, costos y otra funcionalidad adicional. Una función que se puede agregar es de conectar un servidor con los microcontroladores utilizados que genere reportes por unidad de taxi, llevando el conteo de los pasajeros que utilicen el cinturón de seguridad.

Recomendaciones.

Se recomienda utilizar la alimentación directamente de la batería del vehículo para el sistema implementado. Es conveniente con respecto a las pilas de 9 V ya que no ofrece mayor tiempo de duración del sistema.

Realizar un buen diseño al momento de instalar todos los sensores y la carcasa ya que se utiliza gran cantidad de cables, que no debe ser visible tanto para el conductor y los pasajeros.

Es necesario aislar y soldar los cables para no generar ruido en la salida de audio en el parlante utilizado al momento de presentar los resultados, es decir, no se obtendrá una advertencia clara de voz.

Ya que las advertencias son de sonido mono, se recomienda utilizar un amplificador mono audio TDA 7052, además se utilizó un circuito sencillo, posee un rango de alimentación entre 3 y 18 V, en el cual se proporcionó 9 V, teniendo como salida reproducción de las advertencias con buena calidad.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Jessica S. Jermakian, Rebecca A. Weast (2018). Passenger use of and attitudes toward rear seat belts. Insurance Institute for Highway Safety, United States.
- [2] Kidd, David G.; McCartt, Anne T.; Oesch, Nathan J. (2014). Attitudes toward seat belt use and in-vehicle technologies for encouraging belt use. Insurance Institute for Highway Safety, United States.
- [3] Organización Panamericana de la Salud - oficina regional de la Organización Mundial de la Salud, (2013) La seguridad vial en la región de las Américas [Online]. Disponible en: http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2015/Road_Safety_PAHO_Spanish.pdf
- [4] Agencia Nacional de Tránsito, (Marzo 2018) Dirección de estudios y proyectos [Online]. Disponible en: <https://www.ant.gob.ec/index.php/descargable/file/5146-siniestros-marzo-2018>
- [5] Organización Panamericana de la Salud - oficina regional de la Organización Mundial de la Salud, (2009) Informe sobre el estado de la seguridad vial en la región de las Américas [Online]. Disponible en: http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2009/gsrss_paho.pdf?ua=1
- [6] Asamblea Nacional República del Ecuador, (2014) Código Orgánico Integral Penal [Online]. Disponible en: <https://www.asambleanacional.gob.ec/es/system/files/document.pdf>
- [7] Arduino, what is arduino? [Online]. Disponible en: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>
- [8] Instructables, Micro SD card Tutorial [Online]. Disponible en: <http://www.instructables.com/id/Micro-SD-Card-Tutorial/>
- [9] Datalogger, Micro SD card Micro SDHC Mini TF card Adapter Reader Module for Arduino [Online]. Disponible en: <http://datalogger.pbworks.com/w/file/attach/89507207/Datalogger%20-%20SD%20Memory%20Reader%20Datasheet.pdf>

- [10] Vishnu M Aiea, Interfacing Catalex Micro SD Card Module with Arduino [Online]. Disponible en: <http://www.vishnumaiea.in/projects/hardware/interfacing-catalex-micro-sd-card-module>
- [11] Electronilab, Sensor de Distancia de Ultrasonico HC-SR04 [Online]. Disponible en: <https://electronilab.co/tienda/sensor-de-distancia-de-ultrasonido-hc-sr04/>
- [12] TodoAuto, Cinturones de seguridad: ¿Es necesario su mantenimiento? [Online]. Disponible en: <http://www.todoautos.com.pe/portal/auto/taller/10538-cinturones-seguridad-mantenimiento>
- [13] CKSwitches, MPS Series Magnetic Proximity Sensors [Online]. Disponible en: <https://www.ckswitches.com/media/1316/mps.pdf>
- [14] Newark, MPS45WGW Magnetic Proximity, MPS series, Flange Mount, 3W, 30 Vac/dc, 1 A, SPST-NO [Online]. Disponible en: <http://www.newark.com/c-k-components/mps45wgw/sensor-magnetic-proximity/dp/40M0806>
- [15] Protocentral, LOAD CELL 50 KG [Online]. Disponible en: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/loadsensor.pdf>
- [16] Protocentral, LOAD CELL 50 KG [Online]. Disponible en: <https://www.protocentral.com/pressureforceflexweight/290-load-sensor-50kg.html>
- [17] Naylampmechatronics, Módulo HX711 Transmisor de celda de carga [Online]. Disponible: <https://naylampmechatronics.com/sensores/147-modulo-hx711-transmisor-de-celda-de-carga.html>
- [18] Arduino, Arduino MEGA 2560 Rev3 [Online]. Disponible en: <https://store.arduino.cc/arduino-mega-2560-rev3>
- [19] Arduino, Getting Started with Arduino and Genuino MEGA2560 [Online]. Disponible en: <https://www.arduino.cc/en/Guide/ArduinoMega2560>
- [20] Arduino, Arduino UNO Rev3 [Online]. Disponible en: <https://store.arduino.cc/arduino-uno-rev3>
- [21] Arduino, Getting Started with Arduino and Genuino Products [Online]. Disponible en: <https://www.arduino.cc/en/Guide/HomePage>

- [22] Engineers Garage, LCD 16X2 [Online]. Disponible en: <https://www.engineersgarage.com/electronic-components/16x2-lcd-module-datasheet>
- [23] Circuitbasic, Arduino LCD SET UP AND PROGRAMMING GUIDE [Online]. Disponible en: <http://www.circuitbasics.com/how-to-set-up-an-lcd-display-on-an-arduino/>
- [24] Inven, Tarjeta Micro SD ScanDisk Ultra de 8GB con Adaptador [Online]. Disponible en: <http://inven.es/memoria/275-tarjeta-micro-sd-scandisk-ultra-de-8gb-con-adaptador.html>
- [25] Arduino, Librerías [Online]. Disponible en: <https://www.arduino.cc/en/Reference/Libraries>
- [26] Domoticx, Arduino Library – TMRpcm [Online]. Disponible en: <http://domoticx.com/arduino-library-tmrpcm/>
- [27] Arduino, SD Library [Online]. Disponible en: <https://www.arduino.cc/en/Reference/SD>
- [28] Arduino, SD begin() [Online]. Disponible en: <https://www.arduino.cc/en/Reference/SDbegin>
- [29] Arduino, SPI Library [Online]. Disponible en: <https://www.arduino.cc/en/reference/SPI>
- [30] Naylampmechatronics, Tutorial transmisor de celda de carga hx711, balanza digital [online]. Disponible en: https://naylampmechatronics.com/blog/25_tutorial-trasmisor-de-celda-de-carga-hx711-ba.html
- [31] Arduino, Wire Library [Online]. Disponible en: <https://www.arduino.cc/en/Reference/Wire>
- [32] Arduino, LiquidCrystal Library [Online]. Disponible en: <https://www.arduino.cc/en/Reference/LiquidCrystal>

ANEXOS

ANEXO A:

ENCUESTA VALIDADA POR EL GERENTE DE LA COOPERATIVA DE TAXI ANALISYSTEM S.A. PREVIA AL DESARROLLO DEL PROYECTO.

Problemática:

El no uso del cinturón de seguridad en la parte posterior del vehículo.

Encuesta realizada a conductores.

1. ¿Cuenta con un sistema de alarma de que se haya colocado el cinturón de seguridad?

Sí _____

No _____

2. ¿Ha escuchado algún tipo de multa para las personas que no usan el cinturón de seguridad en la parte de atrás del vehículo?

Sí _____

No _____

3. ¿Usted sugiere que se coloque el cinturón de seguridad en la parte de atrás del vehículo?

Sí _____

No _____

4. ¿Con que frecuencia observa que se colocan el cinturón de seguridad en la parte de atrás del vehículo?

Siempre _____

Regular _____

Nunca _____

5. ¿Usted ha sufrido algún accidente y las personas de la parte posterior salieron lesionadas?

Si _____

No _____

ANEXO B:

ENCUESTA REALIZADA A PASAJEROS DE TAXI EN GENERAL.

Problemática:

El no uso del cinturón de seguridad en la parte posterior del vehículo.

Encuesta realizada a pasajeros.

1. ¿Usted en un taxi sentado/a en la parte posterior se coloca el cinturón de seguridad?

Si _____

No _____

- En caso de que su respuesta haya sido NO, continúe.

2. ¿Por qué motivo no se coloca el cinturón de seguridad?

Incomodidad _____

No le gusta usarlo _____

Otro _____ (Especifique)

3. ¿Ha sufrido algún accidente de tránsito y usted ha estado en la parte posterior del vehículo?

Si _____

No _____

4. ¿Ha visto alguna campaña de difusión sobre el uso del cinturón de seguridad en la parte posterior?

Si _____

No _____

ANEXO C:

VALIDACIÓN DE PROTOTIPO DE BAJO NIVEL AL GERENTE GENERAL DE ANALISYSTEM S.A.



Encuesta realizada a Gerente para validación del prototipo de bajo nivel.

NOMBRE: FRANCISCO ESTRELLA

1. ¿Está de acuerdo con las operaciones que realizará el proyecto mediante los bosquejos mostrados?

Sí X

No _____

2. ¿Hay alguna acción que no le guste?

Sí X

No _____

En caso de que sea No. ¿Por qué?

3. ¿Existe algún cambio que mejoraría el proyecto?

Sí X

No _____

En caso de que sea Sí. Explique:

 QUE SEA INALAMBICO

4. ¿Está de acuerdo con el orden de las advertencias al momento de colocarse el cinturón de seguridad en la parte posterior, como se muestra en los bosquejos?

Sí X

No _____

5. Su calificación al sistema propuesto es:

Excelente X

Regular _____

Malo _____

Correo: FRANK-STAR-73@HOTMAIL.COM

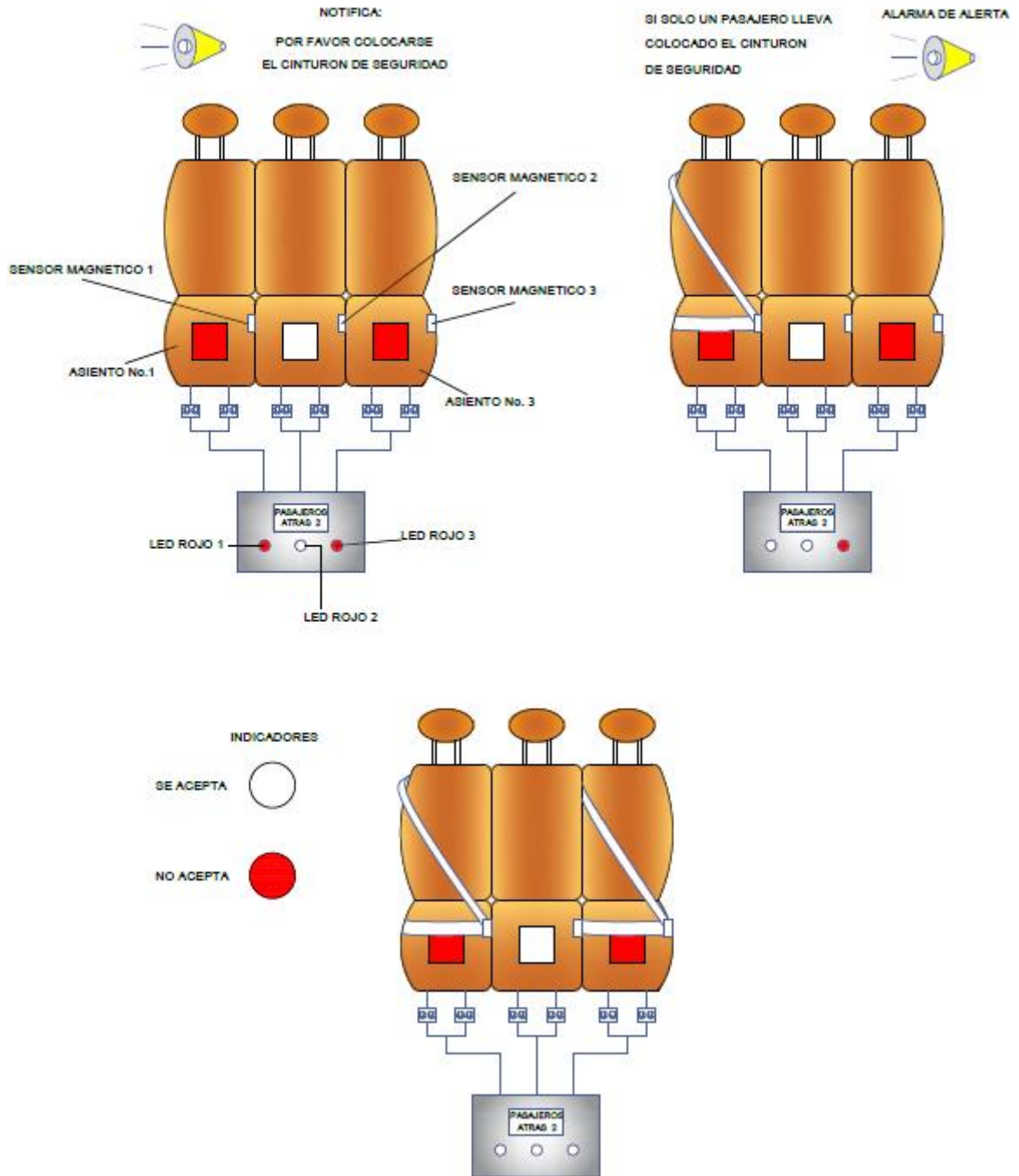
Firma: FRANCISCO ESTRELLA

ANEXO D:

PROTOTIPO DE BAJO NIVEL

BOSQUEJOS MOSTRADOS PARA EL PROTOTIPO DE BAJO NIVEL

VARIOS PASAJEROS



ANEXO E:

VALIDACIÓN DE PROTOTIPO DE ALTO NIVEL AL GERENTE GENERAL DE ANALISYSTEM S.A.



Encuesta realizada al Gerente para validación del prototipo de alto nivel

NOMBRE: FRANCISCO ESTEPANA

1. ¿Cree usted que las advertencias son claras?

Sí No

2. ¿Hay cambios que se deben realizar en el proyecto?

Sí No

En caso de que la respuesta sea Si. Explique:

MUCHOS CABLES

3. ¿Cree que el diseño de la carcasa (caja) donde están los dispositivos conectados es de su agrado?

Sí No

¿Porque? CAJA MAS PEQUEÑA

4. ¿Cree usted que el proyecto es de gran utilidad para mejorar el uso del cinturón de seguridad?

Sí No

5. ¿Si nuestro proyecto estuviera disponible, usted lo recomendaría usarlo?

Sí No

Correo: FRANK_STAR_73@HOTMAIL.COM

Firma: FRANCISCO ESTEPANA

ANEXO F:

CD ADJUNTO

- Código aplicado en el Arduino Mega, donde se encuentra sensores ultrasónicos, sensores magnéticos, parlantes e indicadores LED. (Contenido en CD adjunto)
- Código aplicado en el Arduino UNO, donde se encuentran las celdas de carga, pantalla LCD e indicador LED. (Contenido en CD adjunto)
- Vídeos del sistema de los prototipos de baja y alta. (Contenido en CD adjunto)