



“Responsabilidad con pensamiento positivo”

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

TRABAJO DE TITULACIÓN

CARRERA: ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES

TEMA: Estudio, diseño e Implementación de un sistema electrónico prototipo que permita controlar el estado de las “pastillas” de los frenos de un vehículo y el uso del cinturón de seguridad de los asientos delanteros mediante avisos con pistas predeterminadas reproducidas en uno de los parlantes del vehículo.

AUTOR: Roberto Carlos Paredes Atiencia

TUTOR: Ing. José Robles Salazar Mg.

AÑO: 2014

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación certifico:

Que el trabajo de titulación “**Estudio, diseño e Implementación de un sistema electrónico prototipo que permita controlar el estado de las pastillas de los frenos de un vehículo y el uso del cinturón de seguridad de los asientos delanteros mediante avisos con pistas predeterminadas reproducidas en uno de los parlantes del vehículo.**”, presentado por el Sr. Roberto Carlos Paredes Atiencia, estudiante de la carrera de Electrónica y Telecomunicaciones, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Tribunal de Grado, que se designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Quito D.M. Agosto del 2014

TUTOR

.....

Ing. José Robles Salazar Mg.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

AUTORÍA DE TRABAJO DE TITULACIÓN

El abajo firmante, en calidad de estudiante de la Carrera de Electrónica y Telecomunicaciones, declaro que los contenidos de este Trabajo de Titulación, requisito previo a la obtención del Grado de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones, son absolutamente originales, auténticos y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Roberto Carlos Paredes Atiencia

Quito D.M. Agosto del 2014

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de grado, aprueban el Trabajo de Titulación de acuerdo con las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Tecnológica Israel para Títulos de Pregrado.

Quito D.M. Agosto del 2014

Para constancia firma:

TRIBUNAL DE GRADO

.....

PRESIDENTE

.....

MIEMBRO 1

.....

MIEMBRO 2

AGRADECIMIENTO

Agradezco ante todo a Dios por permitirme culminar con todas las metas planteadas en mi vida. A mi esposa por ser un gran aporte emocional y que sin su ayuda no se hubiera podido realizar el presente proyecto.

A mis padres quienes me han apoyado desde el inicio de mi vida inculcando grandes valores éticos y morales.

A todos mis maestros quienes me han enseñado lo necesario para poder realizarme como profesional

DEDICATORIA

Dedico el presente proyecto a mis hijos Carlos Alejandro y Ariana Desiree quienes son el motor que me motiva a seguir adelante en la vida, quienes me han enseñado a conocerme mejor y a quienes llevo siempre en mi corazón.

ÍNDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	I
AUTORÍA DE TRABAJO DE TITULACIÓN.....	II
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	III
AGRADECIMIENTO	IV
DEDICATORIA.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE TABLAS	XI
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS.....	3
OBJETIVO GENERAL.....	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
CAPÍTULO I	4
1.- FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	4
INTRODUCCIÓN	4
1.1.- ELECTRÓNICA DIGITAL.....	4
1.2.- MICROCONTROLADORES.....	5
1.3.- MECÁNICA AUTOMOTRIZ	6
1.4.- SENSORES	6
1.5.- AMPLIFICADOR DE AUDIO	7
1.6.- MÓDULO REPRODUCTOR MP3	8
1.7.- AUDACITY.....	8
1.8.- KICAD.....	9
CAPÍTULO II	10
2.- DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA Y DESCRIPCIÓN DEL PROCESO INVESTIGATIVO.....	10

INTRODUCCIÓN	10
2.1.- DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA	10
2.2.- DESCRIPCIÓN DEL PROCESO INVESTIGATIVO	12
2.3.- PROPUESTA PARA SOLUCIONAR EL PROBLEMA INVESTIGADO	13
2.3.1.- FACTOR SEGURIDAD	13
2.3.2.- Factor Económico	14
2.3.3.- Factor Eficiencia y Eficacia	15
2.4.-FUNDAMENTOS SOBRE EL OBJETO DE LA INVESTIGACIÓN	17
2.5.- HIPÓTESIS	17
2.6.- METODOLOGÍA DEL PROCESO INVESTIGATIVO	18
2.7.- DELIMITACIÓN DEL PROYECTO	19
CAPÍTULO III	20
3.- PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	20
INTRODUCCIÓN	20
3.1.- DISEÑO DE HARDWARE	21
3.1.1.- Sensor de pastillas.....	21
3.1.2. Sensor de cinturón de seguridad	22
3.1.3. Sensor de presión	24
3.1.4. Microcontrolador 16F628A.....	25
3.1.5. Reproductor MP3.....	26
3.1.5 Amplificador de Audio.	27
3.2.- CIRCUITO IMPRESO	28
3.3.- ELEMENTOS UTILIZADOS.....	32
3.4.- IMPLEMENTACIÓN.....	33
3.5.- FODA.....	35
3.6.- ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS	37
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	38
CONCLUSIONES	38
RECOMENDACIONES.....	39

BIBLIOGRAFÍA	40
ANEXOS	42
ANEXO 1	42
SOFTWARE REALIZADO EN MICROCODE	42
ANEXO 2	45
DISTRIBUCIÓN DE PINES 16F628A	45
ANEXO 3	46
DISTRIBUCIÓN DE PINES DEL REPRODUCTOR MP3	46
ANEXO 4	47
DISTRIBUCIÓN DE PINES DE AMPLIFICADOR DE AUDIO.....	47
ANEXO 5	48
COSTO DEL PROYECTO	48

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1. MICROCONTROLADOR 16F628A	6
FIGURA 1.2. PASTILLA DE FRENO	7
FIGURA 1.3. PANTALLA PRINCIPAL DE AUDACITY	9
FIGURA 2.1. MICRO SD.....	16
FIGURA 3.1. DIAGRAMA EN BLOQUES	20
FIGURA 3.2. REPRESENTACIÓN DE SENSOR DE PASTILLA.....	22
FIGURA 3.3. CINTURÓN DE SEGURIDAD.....	23
FIGURA 3.4. SENSOR MAGNÉTICO	23
FIGURA 3.5. SENSOR DE PRESIÓN	24
FIGURA 3.6. CONEXIONES EN MICROCONTROLADOR	25
FIGURA 3.7. CIRCUITO PARA DETECTAR IGNICIÓN	26
FIGURA 3.8. MODULO REPRODUCTOR MP3.....	27
FIGURA 3.9. AMPLIFICADOR DE AUDIO TDA 2003	28
FIGURA 3.11. PCB	30
FIGURA 3.12. PCB EN 3D VISTA SUPERIOR.....	31
FIGURA 3.13. PCB EN 3D VISTA INFERIOR	31
FIGURA 3.14. PCB EN 3D VISTA LATERAL.....	32
FIGURA 3.15. INSTALACIÓN DEL PROTOTIPO.....	33
FIGURA 3.16. VISTA POSTERIOR DEL PROTOTIPO	34
FIGURA 3.17. PRESENTACIÓN DE SISTEMA INCORPORADO EN VEHÍCULO	35
FIGURA ANEXO 2: DISTRIBUCIÓN DE PINES PIC 16F628A	45
FIGURA ANEXO 3: DISTRIBUCIÓN DE PINES DE WT5001	46

FIGURA ANEXO 4: ESQUEMA DE AMPLIFICADOR DE AUDIO 47

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2.1: PRECIOS DE VEHÍCULOS.....	15
TABLA 3.1. ELEMENTOS UTILIZADOS.....	32
TABLA 3.1: FODA.....	36
TABLA 3.2: PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	37
TABLA A: COSTO DE EQUIPO.....	48

Introducción

En la actualidad, en el Ecuador existen varios factores que intervienen al momento de suscitarse un accidente de tránsito, uno de los principales es la falta de un mecanismo o sistema que permita informar al conductor sobre el estado del sistema de frenos. Si a esto le añadimos el exceso de velocidad y la falta de uso del cinturón de seguridad, principalmente en los asientos delanteros, pueden ser factores que repercutan en la muerte de las personas en la vía.

Durante los últimos años, la tecnología ha dado gigantescos pasos en sus avances. Las diferentes ramas de ingeniería que se involucran en éstos avances permiten facilitar el uso de diversos equipos de la vida diaria para el usuario común, tal es el ejemplo en los vehículos convencionales.

Si se hace una comparación entre los primeros vehículos fabricados y los que se dispone en la actualidad es muy notable la diferencia. Las direcciones asistidas por equipos electrónicos permiten tener una maniobrabilidad más suave y efectiva, los sistemas de confort como aire acondicionado, vidrios y espejos eléctricos entre otros permiten al usuario un acceso más fácil y vistoso, de igual manera, si se toma en cuenta los sistemas de seguridad como airbags, sistemas de frenado ABS son ejemplos claros de las grandes evoluciones que en la actualidad se tienen.

En la mayoría de los automóviles de gama baja y media no existe un aviso sobre el estado de los frenos, tampoco sobre el uso del cinturón de seguridad.

Se debe considerar que en la zona andina del Ecuador se produce un mayor desgaste del sistema de frenado debido a la cantidad de curvas en las vías y es de vital importancia considerar todos estos factores para evitar desgracias lamentables.

En varios casos se sabe que no necesariamente un accidente de tránsito repercute en muertes, sino también en daños materiales que en muchos de los casos pueden llegar a ser demasiado costosos.

Cabe recalcar que actualmente no existe la interfaz entre el microcontrolador y el sensor para detectar la presencia del piloto y del copiloto, además del sensor de desgaste de las pastillas de freno y del reproductor de mp3.

Se sabe además que existe un gran flujo vehicular, la mayoría de vehículos que circulan son de gama media y baja, en éstos no existe un sistema de prevención y de aviso sobre el uso del cinturón de seguridad y del estado del sistema de frenado. Los malos hábitos en la conducción y la falta de un sistema que ayude a prevenir el desgaste excesivo de las pastillas del sistema de frenado son causas de posibles accidentes y muertes en las vías.

OBJETIVOS

Objetivo general

Diseñar e implementar un sistema electrónico prototipo que permita detectar por medio de un microcontrolador, sensores, y un reproductor de pistas mp3 el uso del cinturón de seguridad de los asientos delanteros y sobre el estado de las pastillas del vehículo mediante pistas de audio predeterminadas que se reproducirán en uno de los parlantes. Para minimizar el índice de accidentes de tránsito.

Objetivos específicos

- Realizar la interface entre el microcontrolador y los sensores de presencia para poder detectar si existe una persona sentada en el asiento de copiloto o del piloto y si está usando o no el cinturón de seguridad.
- Realizar la Interface entre el microcontrolador y los sensores de desgaste de las pastillas de los frenos de un vehículo que contenga frenos de disco en sus ruedas.
- Realizar la interface entre el microcontrolador y el reproductor de pistas mp3 para poder reproducir los diferentes avisos sonoros que dispondrá el dispositivo.
- Realizar la programación adecuada en el microcontrolador, evitando errores de funcionamiento para que el sistema en conjunto trabaje adecuadamente.

CAPÍTULO I

1.- FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Introducción

Basado en la automatización de vehículos ya que abarca los sistemas de aviso de desgaste de pastilla de frenos así como de uso del cinturón y el campo de investigación hace referencia al sistema ABS y de la seguridad en el interior del conductor y pasajero.

1.1.- Electrónica Digital

Encargado del sistema de comunicación del proyecto mediante la combinación de 1 y 0 lógicos. Además de las etapas de control en niveles de baja tensión (5 Voltios DC) como de la interacción entre las etapas de entrada y de salida. Todo el proyecto se centra en el control digital de los sensores y la toma de decisiones mediante la programación de un microcontrolador.

La electrónica digital está presente en todos los sistemas de automatización de uso diario, no es la excepción los sistemas que involucran el control de la seguridad interior en los vehículos modernos. (areatecnologia, n.d.)

1.2.- Microcontroladores

Los microcontroladores son dispositivos electrónicos que permiten realizar funciones mediante la programación en los mismos. En la actualidad, existen varios tipos de microcontroladores de diferentes familias de construcción.

Las principales y a las que se tiene acceso son Atmel (Arduino) y Microchip. Ambas empresas presentan una gran variedad en sus gamas de producción de microcontroladores, a medida que el microcontrolador tiene más propiedades, como puede ser espacio en memoria, cantidad de GPIO (General Purpose Input/Output), puertos convertidores de analógico a digital, tipos de comunicación que soporta, etc. El microcontrolador se vuelve más costoso y en muchas de las ocasiones se vuelve un desperdicio de las capacidades del mismo. Los métodos de programación son variados y de fácil acceso para ambos ejemplos de microcontroladores.

Para el presente proyecto se pretende utilizar un microcontrolador de la familia de microchip que es el 16F628A (Figura 1.1), posee 15 GPIO's, memoria flash de 4096 palabras, memoria SRAM de 256 Bytes y una EEPROM de 256 Bytes. Su programación soporta lenguaje C y Basic.

Se encargará de controlar y de decidir sobre los eventos que se detecte en sus entradas mediante los sensores, escoger la pista que deberá reproducirse para cada situación presentada en sus entradas (GPIO's).

El microcontrolador 16F628A será el cerebro de todo el proyecto ya que deberá identificar cada evento que suceda en el vehículo, así como se pretende saber si el vehículo esta encendido o apagado. (Reyes, 2008)

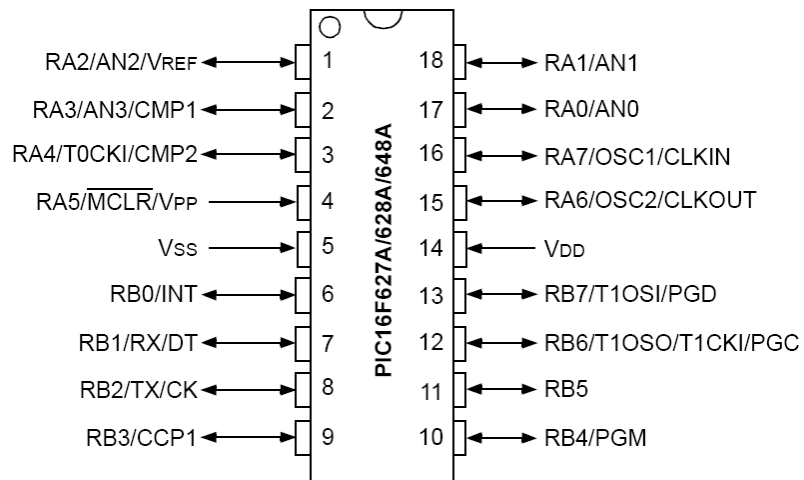


Figura 1.1. Microcontrolador 16F628A

Fuente: (Electronics, n.d.)

1.3.- Mecánica Automotriz

Rama de las ingenierías que permitirá comprender el funcionamiento del sistema de frenado de los vehículos convencionales. Así como la manera que se podrá acondicionar los sensores tanto de las pastillas como de los cinturones y asientos en el vehículo. (Bosch, 2003)

1.4.- Sensores

Dispositivos encargados de detectar cambios de estados físicos y convertirlos en señales digitales o analógicas. Se pretende utilizar un sensor magnético para saber si el cinturón de seguridad se encuentra en uso o no, así como sensores de presión por accionamiento mecánico para saber si una persona se encuentra sentada en uno de los asientos delanteros del vehículo

Por otra parte, como se observa en la figura 1.2, se pretende utilizar el canal que se observa en la mitad de la pastilla para colocar un cable con su respectivo aislante.

En principio cuando se frena se produce un desgaste del material del cual la pastilla está constituida, dependiendo de esto la vida útil de las pastillas varia. El canal que se puede observar tiene un profundidad adecuada de tal manera cuando el disco destruya el aislante del cable que se encuentre situado en el canal de la pastilla se obtendrá una señal de tierra o 0 voltios el mismo que será enviado al microcontrolador 16F628A y así se puede saber el momento en el que las pastillas de los frenos delanteros necesitan un cambio. (Boylestad, 2007)



Figura 1.2. Pastilla de freno

Fuente: (Apdusa.net, n.d.)

1.5.- Amplificador de audio

Dispositivo electrónico que permite amplificar una señal sonora para obtener una mejor ganancia y así dicha señal pueda ser escuchada.

La potencia de audio emitida por el módulo reproductor no es suficiente como para colocarle un parlante de vehículo, así que el amplificador de audio permitirá aumentar la potencia y poder realizar esta conexión a la vez que se podrá escuchar con una mayor ganancia. (proyectoelectronico, n.d.)

1.6.- Módulo reproductor MP3

Dispositivo electrónico que permite acceder a las direcciones de memoria de una micro SD y a su vez reproducir pistas de audio.

EL modulo reproductor estará interactuando con el microcontrolador 16F628A mediante una comunicación serial el mismo que permite controlar mediante comandos la ganancia de salida, seleccionar la pista que se desea, colocar play, stop, pause.

Posee además un pin de salida que permite conectar un diodo led para saber si el reproductor se encuentra trabajando y detener por ese momento la comunicación serial. El uso que se le dará a este pin es el de ingresarlo al microcontrolador y así si suceden varios eventos a la vez se reproduzca una sola pista predefinida a la vez. (microelectronico, n.d.)

1.7.- Audacity

Entorno libre para la edición de audio (Figura 1.3), el mismo que se utilizará para la grabación de las pistas predefinidas mediante un micrófono.

Audacity permitirá grabar mediante un micrófono la voz de una persona que mencionara los textos de las pistas predefinidas las mismas que pueden ser:

“Se ha detectado un desgaste excesivo en las pastillas delanteras. Por favor revise el sistema de frenado”

“Por favor colóquese el cinturón de seguridad”.

Al momento de exportar el archivo de audio se lo puede guardar con diferentes tipos de extensiones que ofrece el programa, entre ellos el formato MP3, ya que es uno de los formatos que permite comprimir el audio notablemente sin perder calidad en el sonido.

El programa Audacity es open source y está disponible para plataformas de Linux y Windows esto quiere decir que su licencia es libre. (audacity, n.d.)

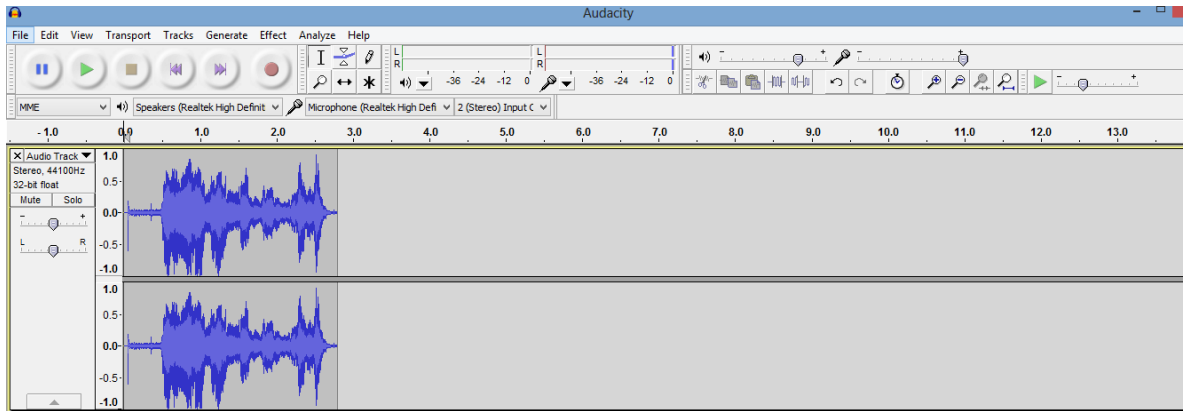


Figura 1.3. Pantalla principal de Audacity

Fuente: (Investigador)

1.8.- KICAD

Kicad es una herramienta de diseño de software libre, principalmente se utiliza en la elaboración de esquemas electrónicos, fabricación de PCB's pero carece de un simulador virtual para la comprobación de cualquier circuito.

Esta herramienta permitirá desarrollar tanto el esquema como la PCB para el proyecto planteado.

CAPÍTULO II

2.- DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA Y DESCRIPCIÓN DEL PROCESO INVESTIGATIVO

Introducción

Capítulo en el cual se desglosa el diagnóstico del problema, analizado desde diferentes puntos de vista para tener una mejor descripción del mismo; se da una descripción del proceso investigativo y la posible solución al problema planteado basado en la fundamentación teórica presentada en el Capítulo 1.

2.1.- Diagnóstico del Problema

En muchas provincias del Ecuador no existen buenos hábitos ni una cultura que permita minimizar los accidentes de tránsito, si se agrega el desconocimiento técnico del funcionamiento del sistema de frenado de un vehículo en general son factores que se han involucrado en el momento de suscitarse desgracias en las familias del Ecuador.

Debido a la topología del Ecuador se produce más rápido el desgaste del sistema de frenado.

En la actualidad, se puede considerar 3 tipos de gamas de vehículos.

- **Gama Alta:** Se considera vehículos de gama alta a aquellos que poseen un sistema electrónico muy avanzado. Brinda sistemas de seguridad y de confort para el conductor y los pasajeros, pueden ser sistemas airbag (bolsas de aire que se activan al momento de un choque), sistemas de techo corredizo, sistemas de frenado ABS (sistema de frenado que evita el bloqueo de las ruedas ante una frenada brusca), espejos eléctricos de las puertas del conductor y del copiloto, sistema de ahorro de energía (sistema que desconecta toda la carga que consuma la energía de la batería del vehículo

cuando se detecta que se está agotando). Por lo general los vehículos de gama alta pertenecen a las marcas: Mercedes Benz, Audi, BMW, Jaguar, Ferrari, entre otros.

- **Gama Media:** Son aquellos que poseen un sistema de seguridad y confort básico, operados electrónicamente y muchos de ellos mecánicamente. Dependiendo al modelo de la marca y sus funciones se puede decir que un vehículo es de gama media; por lo general repercute a nivel económico siendo estos de menor precio en comparación a un vehículo de gama alta.
- **Gama Baja:** Son vehículos que no poseen un sistema electrónico para el control de la seguridad y del confort del conductor. Generalmente suelen ser vehículos más robustos a nivel mecánico y a nivel económico son más baratos que los de gama media.

En los vehículos de gama media y baja no existe un sistema que permita informarle al conductor sobre el estado del sistema de frenado, es por ello que en muchas de las ocasiones suceden accidentes de tránsito, de no ser el caso, se producirían gastos excesivos en la reparación de los discos de las ruedas cuando las pastillas se han agotado y hacen contacto directo sin el material del que están compuestas, esta acción hace que los discos se rayen y lleguen al punto de destruirse. (Nash, 2004)

2.2.- Descripción del proceso investigativo

En la mayoría de los vehículos que circulan en el país no existen un sistema que permita saber sobre el uso del cinturón de seguridad, así como el estado del sistema de frenado, el desgaste de las pastillas de frenos principalmente.

En vehículos de gama alta como Mercedes Benz, BMW, Audi, entre otros existe un led indicador en el panel de instrumentos con el símbolo de ABS, este led se enciende cuando existe algún desperfecto en el sistema de frenado ABS pero únicamente se muestra como una señal demasiado general de advertencia sobre algún fallo en el sistema de frenado.

Para la identificación sobre el uso de cinturón de seguridad, en este tipo de vehículos existe una alerta sonora (el sonido de un buzzer) que se enciende cuando el conductor intenta arrancar el vehículo y no se ha detectado que el cinturón de seguridad este colocado, de igual manera sucede si es el caso del copiloto.

Existen algunas versiones de vehículos de gama alta que disponen de una pantalla lcd incluida en el panel de instrumentos, la misma que muestra el desperfecto que pueda tener el vehículo de una manera más entendible.

Este tipo de tecnología es muy costosa como para implementarlo en vehículos de gama media y baja y a la vez es de vital importancia que exista un tipo de sistema que permita informar al conductor sobre algún desperfecto sobre estos dos sistemas (cinturón de seguridad y estado de las pastillas de freno), a la vez que su costo no sea tan elevado y al mismo tiempo que tenga la misma eficiencia que un sistema con un elevado costo.

No existe, además en este tipo de vehículos, alguna interfaz entre sensores de peso por acción mecánica, sensores magnéticos, reproductores mp3 con puerto serial, con algún microcontrolador.

Se evidencia que debido a los altos costos no se implementa este tipo de tecnología en todos los vehículos sin importar la gama a la cual pertenezcan.

2.3.- Propuesta para solucionar el problema Investigado

Existen varios factores de vital importancia que conllevan a realizar un sistema que brinde seguridad y eficacia, entre los principales se puede mencionar:

2.3.1.- Factor seguridad

Como se ha mencionado, se debe diseñar un sistema que brinde seguridad al conductor y a sus ocupantes en todo momento. Uno de los mecanismos es un cambio en la cultura del uso de cinturón de seguridad y la prevención en el desgaste excesivo de las pastillas de freno.

Como base principal tenemos un microcontrolador, el mismo que es el encargado de detectar a los sensores colocados en el vehículo (totalmente independientes de la marca o modelo del mismo) entre los cuales se menciona a continuación:

- **Sensor Magnético:** Su funcionamiento se basa en la activación de un micro-interruptor mediante un campo magnético, el mismo que es generado por un imán permanente. Aprovechando este principio será el encargado de detectar si una persona está colocado el cinturón de seguridad.
- **Sensor de presión por acción mecánica:** Su funcionamiento se basa en dos placas de cobre colocadas paralelamente entre sí, las mismas tienen en su centro un contacto de estaño, para la separación de las placas de cobre se suele utilizar esponja o cualquier elemento que permita mantenerlas separadas y aisladas a la vez. Cuando se presionan las dos placas el contacto de estaño de una de ellas se acercará al contacto de estaño de la otra placa. Cuando se deja de presionar las placas la esponja separará las placas abriendo el circuito. Este sensor será el encargado de detectar si una persona se encuentra sentada en uno de los asientos del conductor.
- **Sensor de desgaste de pastillas:** Cada pastilla de freno posee un canal en su parte central, muchas de ellas viene con un cable aislado al chasis (tierra) del vehículo, cuando la pastilla del vehículo es nueva el cable nunca roza con el disco, con el pasar del tiempo y el continuo uso de los frenos, las pastillas

tienden a desgastarse. Cuando el aislante del alambre comience a rozar con el disco éste deberá destruir la cubierta plástica exponiendo el cobre, al momento que esto suceda, el alambre enviará una señal de 0 Voltios (tierra) al microcontrolador. Cabe mencionar que esto sucede con un cierto kilometraje con anterioridad, para que el conductor pueda llegar seguro hasta algún punto y poder cambiar las pastillas desgastadas.

2.3.2.- Factor Económico

Los sistemas actuales ABS, son los encargados de detectar el estado del sistema de frenado a nivel general en vehículos de gama alta, éste sistema cuenta además con el control de antibloqueo de ruedas al frenar. Al incorporarse este tipo de servicios y considerando que comúnmente se los encuentra en vehículos de gama alta, se vuelven poco comunes observarlos en vehículos de gama media y baja. En otras palabras si se desea acceder a éste tipo de tecnología se debería comprar un vehículo de gama alta.

Se evidencia, además, que el costo de un vehículo de gama alta, también posee las computadoras de servicio como puede ser vidrios eléctricos, espejos eléctricos, techos corredizos, etc.

En la mayoría de los casos, debido a la falta de dinero no se puede acceder a este tipo de tecnología.

A continuación se presenta una tabla comparativa con los precios de varias marcas de autos.

GAMA ALTA	GAMA MEDIA
CHEVROLET	
CAMARO: \$ 78590	AVEO: \$ 14900
KIA	
SPORTAGE R: \$ 31990	RIO STYLUS: \$ 14790
RENAULT	
KOLEOS: \$ 35990	LOGAN: \$ 14350
NISSAN	
VERSA: \$ 22190	SENTRA: \$ 15665
PEUGEOT	
RCZ: \$ 69990	207: \$ 15990

Tabla 2.1: Precios de Vehículos

Fuente: (Patiotuerca.com)

Como se evidencia los precios en muchas marcas suelen ser muy elevados para el acceso a cualquier persona.

2.3.3.- Factor Eficiencia y Eficacia

Los tiempos de respuesta y el modo en el que una persona reciba información sobre el estado del sistema de frenado son variantes que repercuten en el funcionamiento general del dispositivo.

En la actualidad existen dispositivos de aviso incorporados en los sistemas ABS de los vehículos de gama alta, el método que se utiliza para comunicar al conductor de una anomalía en el sistema de frenado es mediante una luz de color naranja o amarillo, dependiendo del fabricante del vehículo, éste método informa de manera general que existe un problema en los frenos pero no especifica cual es la avería ya que el sistema ABS posee varios subsistemas que lo conforman.

Mediante una adecuada programación en el microcontrolador se podrá monitorear todos los sensores mencionados con anterioridad. Además se puede saber si el conductor está intentando encender el vehículo.

Como medio de comunicación entre el dispositivo y el conductor se encuentra un reproductor de pistas mp3. El reproductor de pistas MP3 es un dispositivo que permite leer las pistas que se encuentran grabadas en una micro SD (Figura 2.1.), cada pista será grabada mediante Audacity con la voz de una persona.

Cuando se accede a la pista se reproduce y su salida es enviada al amplificador de audio para poder escuchar en uno de los parlantes del vehículo.



Figura 2.1. Micro SD

Fuente: (Cuencanet, n.d.)

Este reproductor se encuentra interactuando con el microcontrolador mediante una comunicación RS232. En si el microcontrolador indicará al reproductor que pista reproducir dependiendo de la actividad de los sensores.

El conductor sabrá de manera oportuna sobre el estado de las pastillas de frenos, de una forma clara y entendible para cualquier persona. Además le obligará a usar el cinturón de seguridad haciendo un cambio de cultura al conducir.

2.4.-Fundamentos sobre el objeto de la investigación

Basado en el sistema de automatización de vehículos ya que abarca los sistemas de aviso de desgaste de pastilla de frenos así como de aviso de uso del cinturón y el campo de investigación hace referencia al sistema ABS y de la seguridad en el interior del conductor y pasajero.

En el Ecuador existe un gran flujo vehicular, se sabe que la mayoría de vehículos que circulan son de gama media y baja, en éstos no existe un sistema de prevención y de aviso sobre el uso del cinturón de seguridad y del estado del sistema de frenado.

Los malos hábitos en la conducción y la falta de un sistema que ayude a prevenir el desgaste excesivo de las pastillas del sistema de frenado son causas de posibles accidentes y muertes en las vías.

2.5.- Hipótesis

- ¿Es posible informar sobre el estado del desgaste de las pastillas de los frenos con avisos sonoros a la vez de obligar al conductor al uso del cinturón de seguridad?
- ¿Es posible detectar e informar a tiempo el estado del desgaste de las pastillas de los frenos en los automóviles?
- ¿Se puede detectar el uso del cinturón de seguridad?
- ¿Se puede detectar si una persona se encuentra sentada en el asiento del piloto o en el asiento del copiloto?

Mediante la implementación de un sistema electrónico que permita al conductor ser informado sobre el desgaste de las pastillas de los frenos además de obligarlo a usar el cinturón de seguridad se pretende cambiar los malos hábitos de conducción además de prevenir posibles accidentes por causa del fallo del sistema de frenado.

- **Variable independiente:** Implementación de un sistema electrónico que permita al conductor ser informado sobre desgaste del sistema de frenado además de obligarlo al uso del cinturón de seguridad
- **Variable dependiente:** Cambio en los hábitos sobre el uso del cinturón de seguridad y reducción en posibles accidentes por fallas en el sistema de frenado

2.6.- Metodología del proceso investigativo

- **Analítico Sintético:** Proceso con el cual se plantea el tema de trabajo de titulación expuesto en el presente documento. Los análisis a los posibles problemas en la sociedad aplicando la síntesis en cada uno de ellos.
- **Inductivo deductivo:** Una vez seleccionado el tema, se identifican las posibles soluciones al problema generado a nivel social. Se deduce además los materiales a utilizar para la implementación del proyecto.
- **Modelación:** La creación del prototipo y su respectivo funcionamiento permite realizar un análisis factible sobre qué tan viable es la solución presentada al problema social expuesto.
Permite conocer el costo beneficio que trae la elaboración del sistema, así como los alcances, fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que conlleva toda implementación nueva.

2.7.- Delimitación del Proyecto

Las pruebas del presente proyecto se realizan en un vehículo Renault Logan del año 2008, este tipo de vehículos se los puede considerar de gama media ya que posee sistemas de seguridad y de confort básicos y muchos de ellos funcionan mecánicamente.

Debido a la independencia del proyecto a nivel funcional se lo puede instalar en cualquier gama de vehículos, siempre y cuando el sistema de frenado sea de disco y el tipo de pastilla sean aquellas que poseen un canal en el centro de la misma. Esto es para poder adaptar el sistema a las pastillas de los frenos, en la actualidad, se puede observar de manera recurrente pastillas de frenos como las requeridas en el proyecto.

No se necesita que el radio del vehículo se encuentre encendida ya que el sistema tiene su propio amplificador de audio. Esto permite una mayor adaptación del sistema al igual que una facilidad al momento de la instalación.

CAPÍTULO III

3.- PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Introducción

Una solución electrónica que permita controlar el entorno y la seguridad en un vehículo siendo el método de aviso de vital importancia se describe a continuación mediante un esquema en bloques.

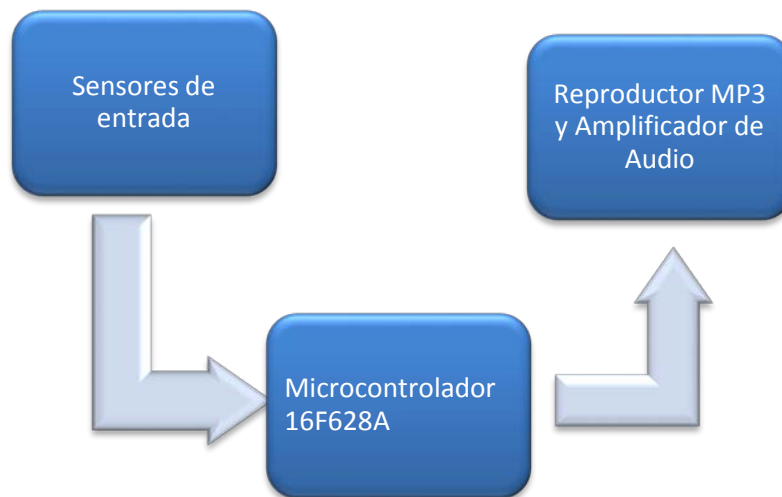


Figura 3.1. Diagrama en bloques

Fuente: (Investigador)

Como se observa en la figura 3.1 se describe el procedimiento con el cual se da solución al problema planteado.

Los sensores de entrada son los encargados de recibir los cambios físicos que se encuentran en los cinturones de seguridad, asiento del copiloto y pastillas de frenos, siendo estos enviados al microcontrolador, el mismo que posee una lógica de programación adecuada a la necesidad. Luego de este proceso el microcontrolador se comunicará con el reproductor MP3 para seleccionar la pista adecuada y

reproducirla en el parlante del vehículo. Cabe recalcar que entre el reproductor de pistas MP3 y el parlante se encuentra un amplificador de audio. Adecuando la señal de salida del reproductor y a la vez amplificándola.

3.1.- Diseño de hardware

3.1.1.- Sensor de pastillas

Los sensores de pastillas se describen como un interruptor que se activa cuando la pastilla esta desgastada enviando una señal de tierra al microcontrolador (Figura 3.2).

Cuando el sensor de desgaste de pastillas se encuentre sin activarse, la señal que recibe el microcontrolador es de 1 lógico (5 VDC). De ésta manera se puede obtener dos cambios de estado dependiendo del sensor de desgaste.

Cuando el microcontrolador 16F628A detecte este cambio de estado selecciona la pista correspondiente al de aviso de pastillas. Reproduciéndose en el parlante del vehículo. Además cuando el conductor apague el vehículo, se reproducirá una pista recordándole que las pastillas se encuentran desgastadas.

Cabe mencionar que este sistema le permite al conductor realizar el cambio sin tener problemas de pérdida de frenos o de daños en los discos ya que el aviso lo realiza con cierto kilometraje antes de un desgaste absoluto de las pastillas.

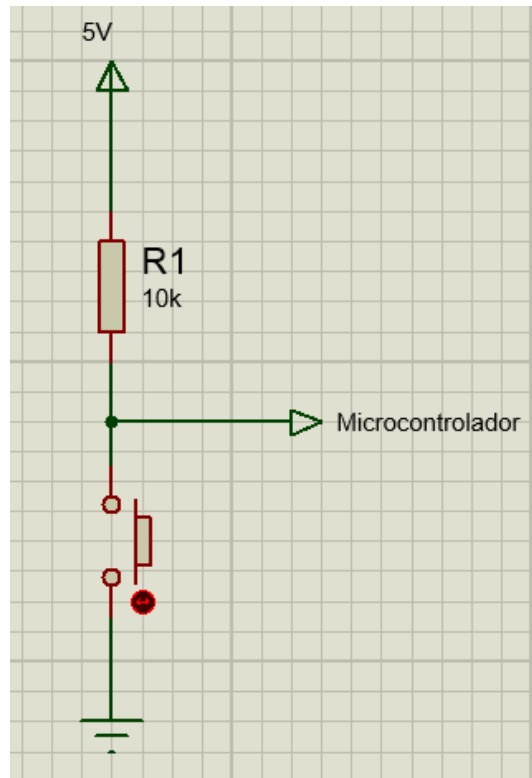


Figura 3.2. Representación de sensor de pastilla

Fuente: (Investigador)

3.1.2. Sensor de cinturón de seguridad

Los sensores de proximidad serán los encargados de detectar si una persona está colocada o no el cinturón de seguridad. Se opta por este tipo de sensores debido a que el cinturón de seguridad consta de 2 partes una fija y una móvil (Figura 3.3).



Figura 3.3. Cinturón de seguridad

Fuente: (3bblogspot, n.d.)

Los sensores de proximidad constan de igual manera de una parte fija y una parte móvil acoplándose adecuadamente al diseño (Figura 3.4). Siendo la parte fija el interruptor que se activa por medio de un campo magnético y la parte móvil un imán permanente.

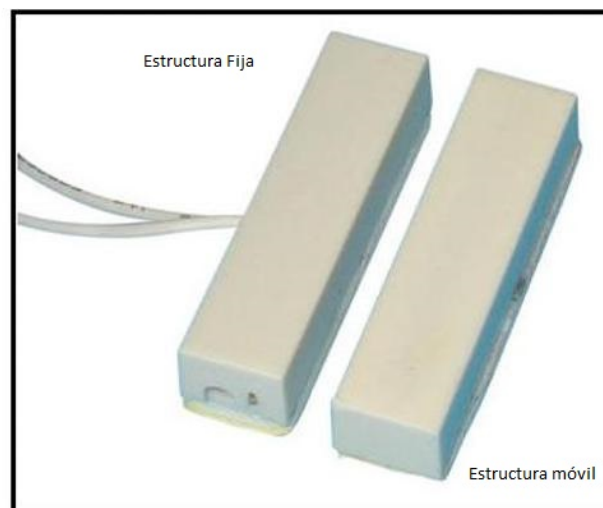


Figura 3.4. Sensor magnético

Fuente: (casa, n.d.)

Como se observa en la figura 3.1 se puede utilizar el mismo esquema para adecuar la señal y enviarla al microcontrolador.

3.1.3. Sensor de presión

Los sensores de presión son los encargados de detectar si una persona se encuentra sentada en alguno de los asientos delanteros. De igual manera estos enviaran la señal al microcontrolador 16f628a para que este tome las decisiones adecuadas.

Su funcionamiento se basa en dos placas de cobre (Baquelita) de una cierta dimensión. Las mismas poseen un punto de estaño que sirve como contacto, por lo general este punto se lo realiza en la mitad de la lámina de baquelita (figura 3.5). Entre estas dos placas se encuentra un material que sirve como aislante y a la vez de efecto de resorte, por lo general se coloca esponja.

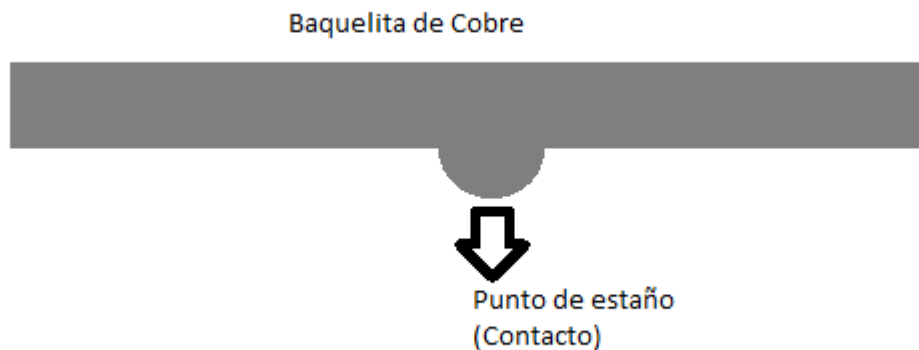


Figura 3.5. Sensor de presión

Fuente: (Investigador)

Para detectar los cambios de estado de este sensor se puede utilizar el mismo esquema que en la figura 3.1.

3.1.4. Microcontrolador 16F628A

El microcontrolador es el encargado de tomar las decisiones de acuerdo a las señales de entrada que se proporciona por medio de los sensores descritos anteriormente.

En la figura 3.6 se describe la distribución de las conexiones realizadas en el proyecto.

Toda acción que se reproduzca en el vehículo depende esencialmente del sensor que se activó siendo este un evento diferente para cada situación.

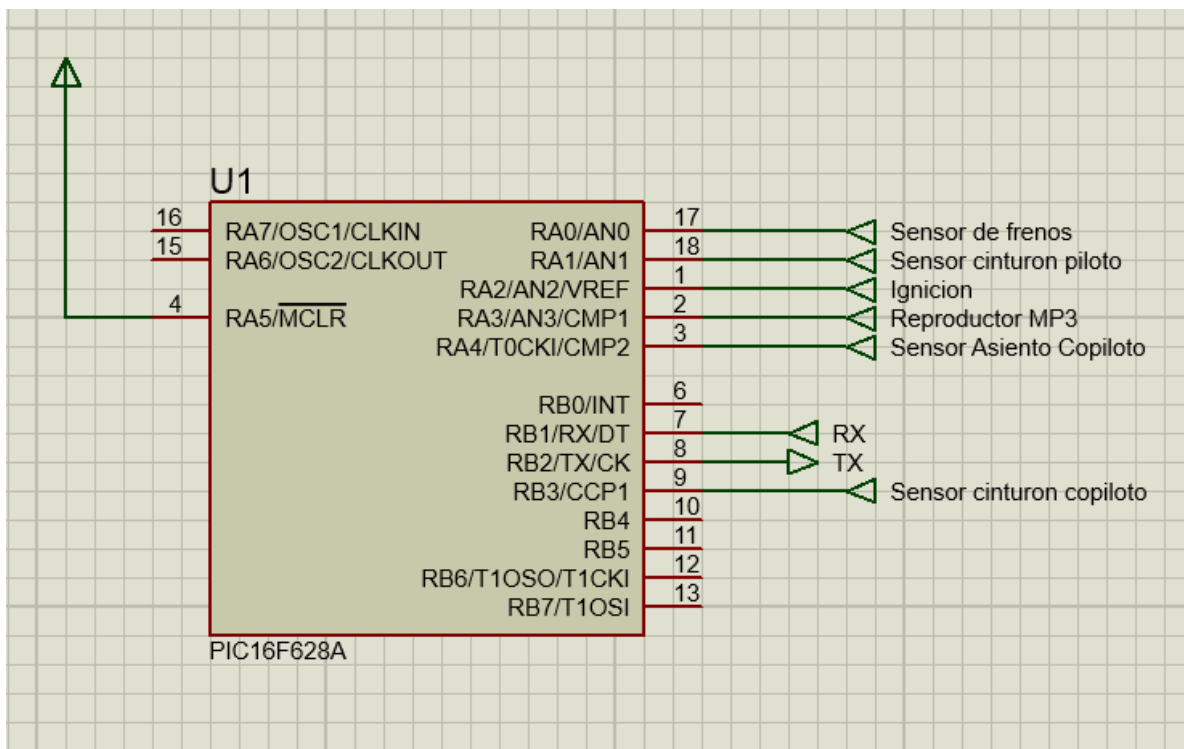


Figura 3.6. Conexiones en Microcontrolador

Fuente: (Investigador)

Los pines de comunicación RX y TX son los encargados de comunicarse vía serial al reproductor MP3 y de esta manera se obtiene un control de la selección de las pistas predefinidas grabadas en la micro SD del reproductor.

El pin número 2 del microcontrolador es el encargado de detectar si el reproductor se encuentra ocupado antes de enviar cualquier comando vía serial.

El pin número 1 es el encargado de detectar si el vehículo se encuentra encendido o apagado mediante el circuito descrito en la figura 3.7

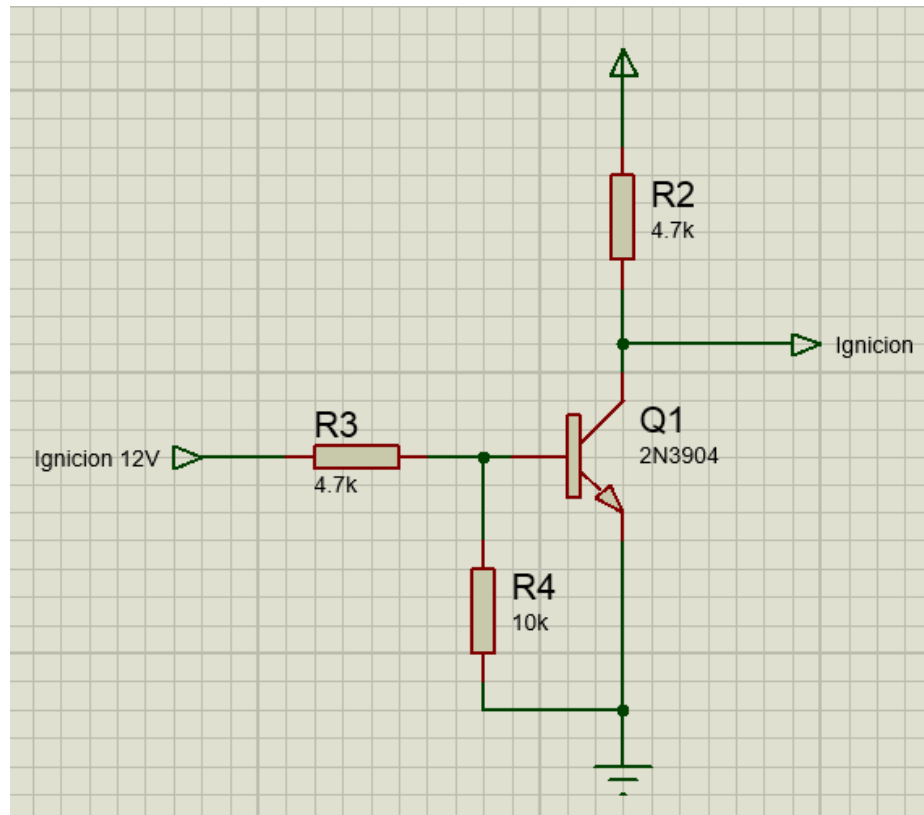


Figura 3.7. Circuito para detectar Ignición

Fuente: (Investigador)

3.1.5. Reproductor MP3

EL reproductor MP3 WT5001-48L es un dispositivo electrónico que permite acceder a las direcciones de memoria de una micro SD y reproducirlas en formato MP3 (Figura 3.8).

EL dispositivo posee dos métodos para reproducir las pistas, uno de ellos es mediante los pulsadores de NEXT, PLAY que se le puede incorporar y es muy conocido por las personas.

Otro método es mediante comandos enviados por una comunicación RS232 que posee el dispositivo.

EL formato en el que se debe grabar las pistas para poder reproducirlas debe ser en números y en orden por ejemplo:

0001 pista 1

0002 pista 2

Posee además, un pin (Pin 23 Busy) que se activa cuando se está reproduciendo una pista. De esta manera se sabe si el reproductor está ocupado o no.

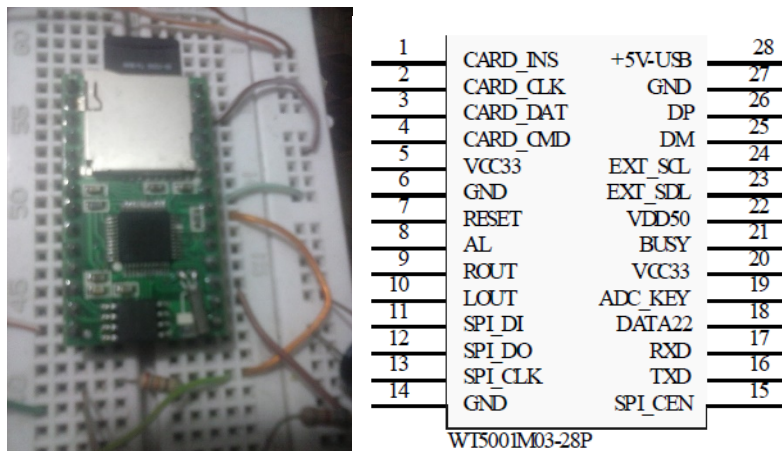


Figura 3.8. Modulo reproductor MP3

Fuente: (Adaptado de hoja de datos del WT5001M03-28P)

3.1.5 Amplificador de Audio.

El amplificador de audio es el encargado de aumentar la ganancia de salida del WT5001 para poder escucharla en uno de los parlantes del vehículo.

El circuito integrado que se utilizó es el TDA2003 (figura 3.9)

Posee un potencia de salida de 10W, además es utilizado, generalmente, en la amplificación de audio para carros. Su voltaje de funcionamiento es de 8 a los 18 Voltios DC.

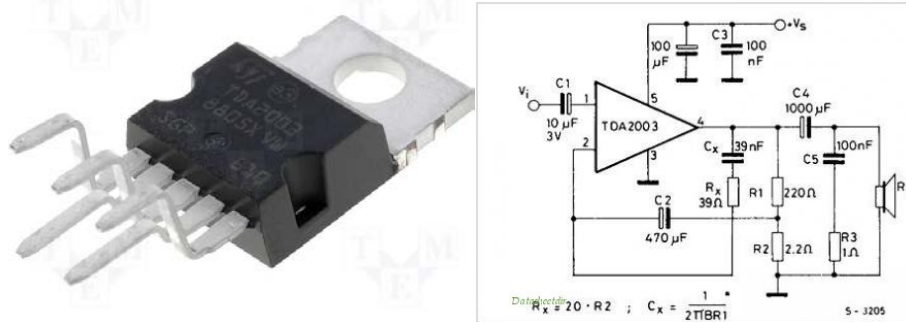


Figura 3.9. Amplificador de audio TDA 2003

Fuente: (Datasheet, n.d.)

3.2.- Circuito Impreso

Para la elaboración del circuito impreso se utilizó el entorno de desarrollo KICAD, mediante este software libre se obtuvo los siguientes resultados.

El esquema general se lo detalla en la figura 3.10

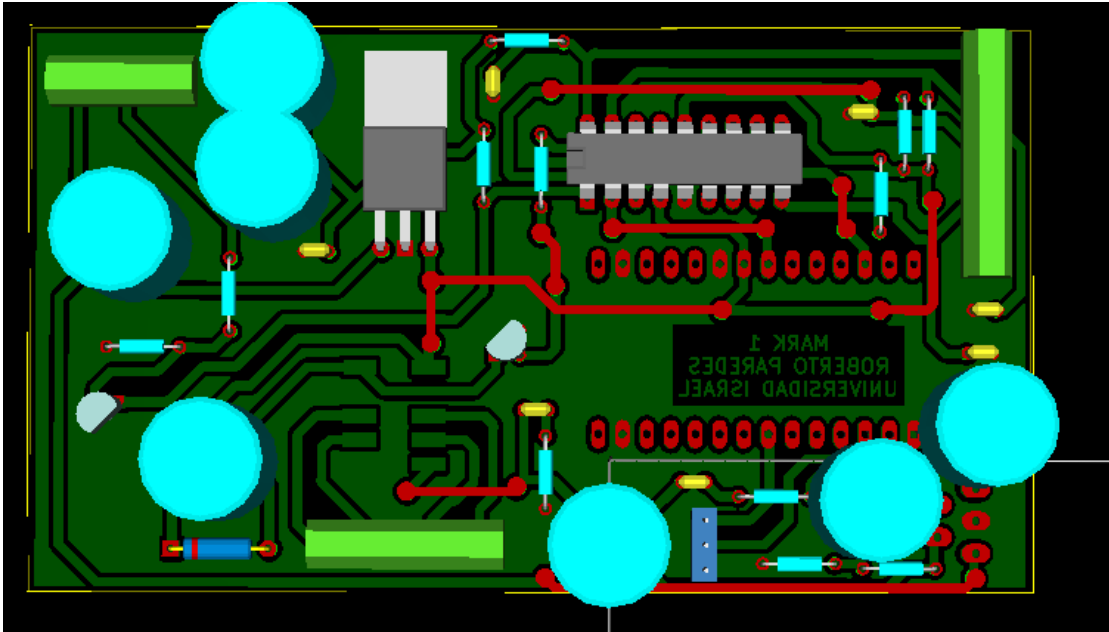


Figura 3.12. PCB en 3D vista superior
Fuente: (Investigador)

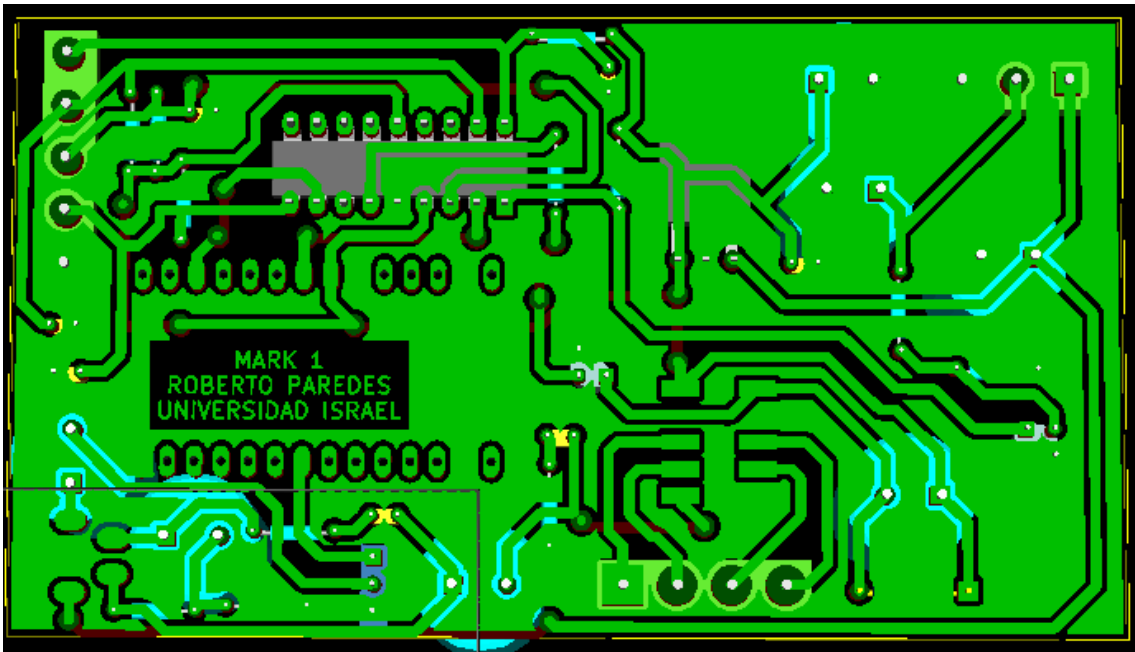


Figura 3.13. PCB en 3D vista inferior
Fuente: (Investigador)

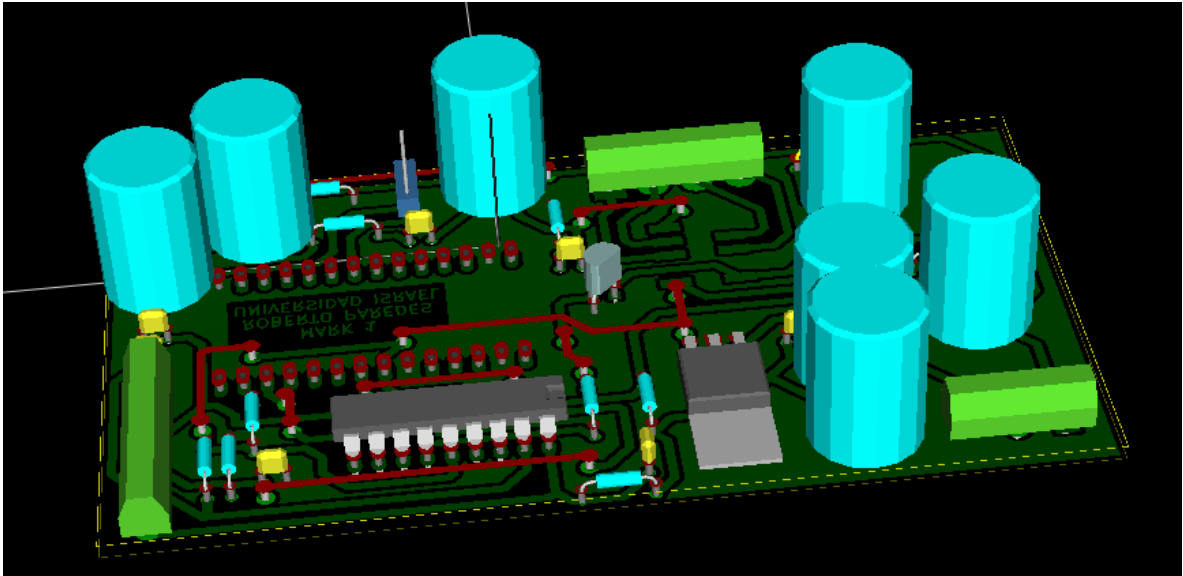


Figura 3.14. PCB en 3D vista lateral

Fuente: (Investigador)

3.3.- Elementos Utilizados

DESCRIPCIÓN
PIC 16F628A
Resistencias de varios valores
Amplificador de Audio TDA2003
Disipador de Calor
Reproductor MP3 WT5001
Baquelita
Caja Plástica
Capacitores electrolíticos
Capacitores Cerámicos
Sócalo 18 pines
Borneras
Elementos Varios

Tabla 3.1. Elementos Utilizados

Fuente: (Investigador)

3.4.- Implementación

Una vez realizado el proceso de diseño de la PCB, se procede a la elaboración de la baquelita que permitirá la conexión entre los elementos. Los métodos para la elaboración de la placa electrónica son varios, para el proyecto se utilizó el método de planchado, es una elaboración artesanal y de bajo costo.

A continuación se detallan las imágenes del proceso de instalación del sistema.

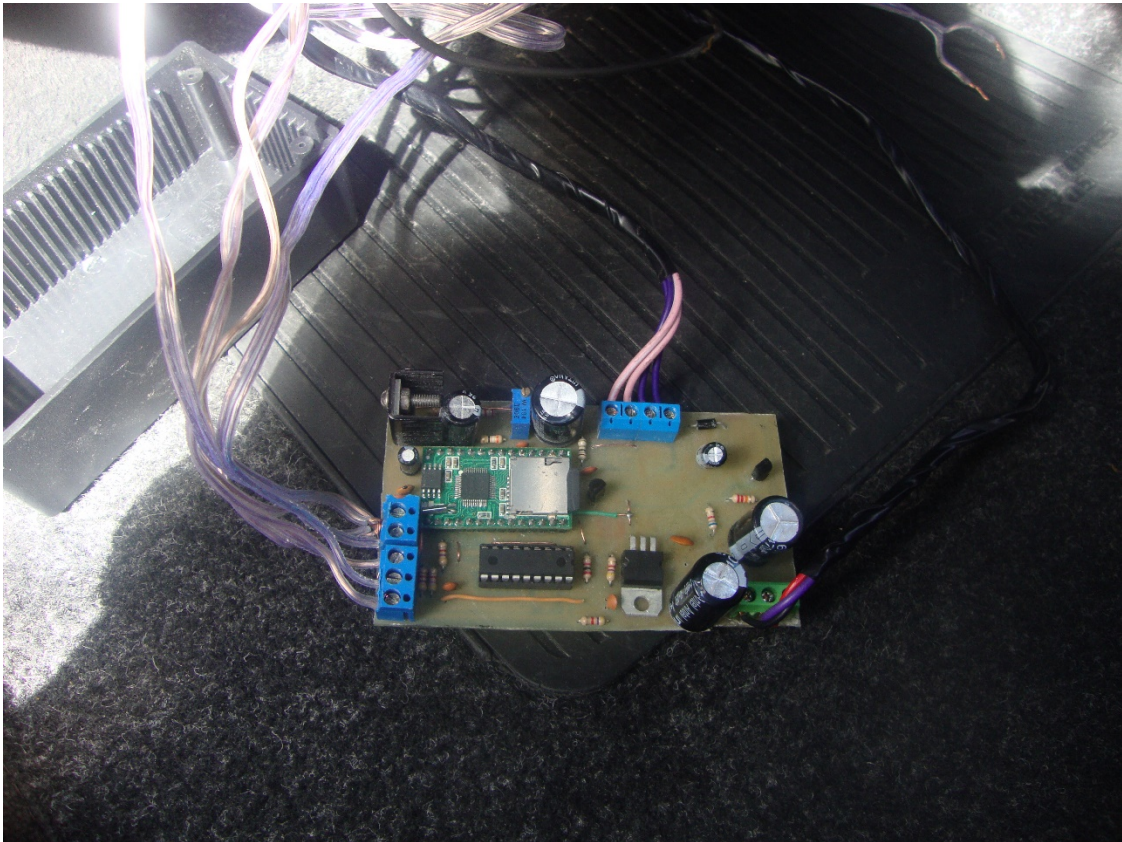


Figura 3.15. Instalación del prototipo

Fuente: (Investigador)

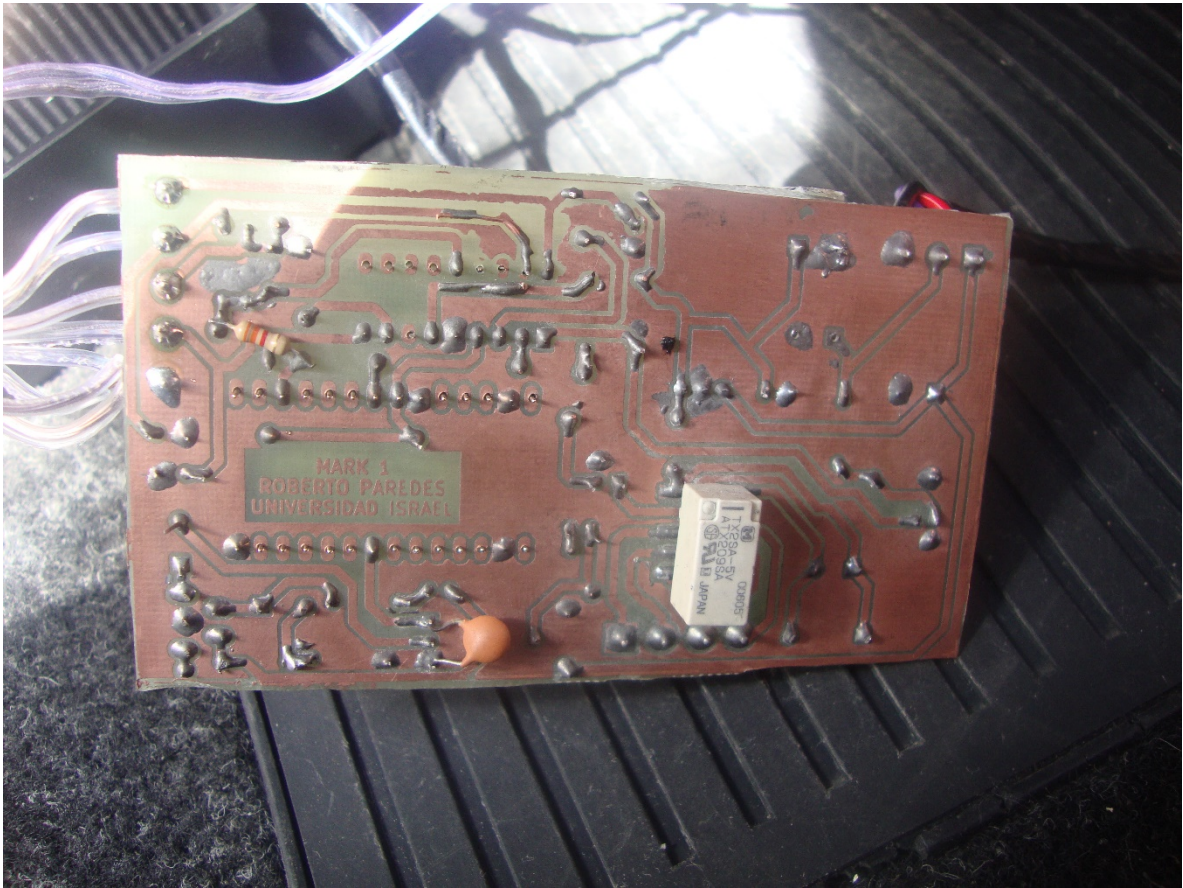


Figura 3.16. Vista posterior del prototipo

Fuente: (Investigador)

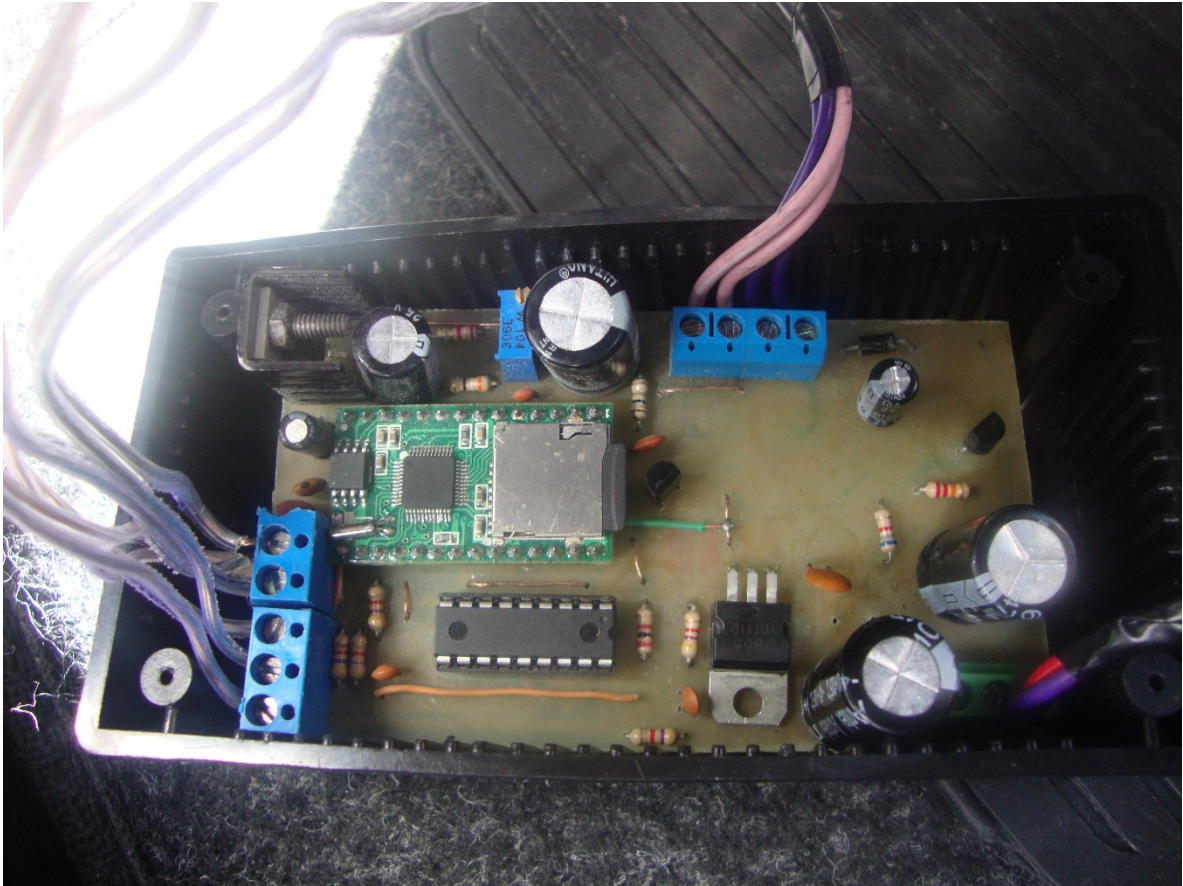


Figura 3.17. Presentación de sistema incorporado en vehículo

Fuente: (Investigador)

3.5.- FODA

Para el presente proyecto se describe a continuación un análisis FODA con el fin de obtener una mejor visión de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que presenta el mismo.

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Diseño adaptable a cualquier marca de vehículo • Independencia del equipo de audio del vehículo • Bajo costo • Diseño flexible para implementar más opciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Posibilidad de vender a una marca comercial de carros • Posibilidad de iniciar un negocio propio con un equipo novedoso
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Tamaño de diseño grande • Consumo de corriente total del equipo 	<ul style="list-style-type: none"> • Avance de la tecnología • Copia de diseño

Tabla 3.1: FODA

Fuente: (Investigador)

3.6.- Análisis de resultados obtenidos

A continuación se detalla los resultados obtenidos en las pruebas realizadas al sistema prototipo.

FACTOR A MEDIR	FUNCIONAMIENTO	OBSERVACIONES
Funcionamiento de fuente interna de 5 Voltios	✓	Se verifica la alimentación que ingresa al circuito así como el voltaje baja potencia
Funcionamiento de sensor de presión asiento de copiloto	✓	Se revisa resistencia presentada
Funcionamiento de sensor magnético de cinturón de seguridad de conductor	✓	Se revisa resistencia presentada
Funcionamiento de sensor magnético de cinturón de seguridad de copiloto	✓	Se revisa resistencia presentada
Funcionamiento de sensor de desgaste de pastillas	✓	Se revisa resistencia presentada
Funcionamiento de amplificador de audio	✓	Se revisa que exista audio en el parlante

Tabla 3.2: Pruebas de funcionamiento

Fuente: (Investigador)

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Mediante el adecuado estudio se consiguió realizar el diseño e implementación de un circuito electrónico prototipo para poder detectar el uso del cinturón de seguridad y el estado de las pastillas del sistema de frenado. Manteniendo las normas de seguridad tanto para precautelar la integridad del sistema como la del vehículo. Además del conjunto de funciones que se requiere para el óptimo desempeño en las condiciones expuestas.
- Se consiguió realizar la interfaz entre el usuario y el vehículo para obtener una comunicación clara mediante el uso del sistema de reproducción MP3. La facilidad y la forma clara de los mensajes que recibe el conductor y sus ocupantes permiten tomar medidas y acciones oportunas, que son básicas en la conducción, cabe recalcar que se crea una cultura sobre el uso del cinturón de seguridad.
- Se obtuvo la implementación entre el microcontrolador y los sensores tanto para el cinturón de seguridad como para el de desgaste de pastillas. Para la detección del asiento del copiloto se utilizó un captador de presión armado artesanalmente (3.1.3 Sensor de presión), para comprobar el funcionamiento del detector se utilizó un multímetro como óhmetro y se obtuvieron las siguientes medidas: Asiento vacío alta impedancia, asiento ocupado 0 ohmios. De esta manera se comprobó que la señal del sensor de asiento funciona correctamente. De igual manera se procedió a la revisión de los detectores magnéticos para los cinturones de seguridad y de desgaste de pastillas. El procedimiento de las pruebas es similar al caso del captador de presión. Se comprueba que los sensores funcionan según lo previsto.
- Una de las mayores dificultades en el diseño de circuitos electrónicos es el ruido que se presenta por diversas fuentes. Para este caso específico, el ruido que se genera en el sistema eléctrico automotriz se debe principalmente a los elementos electromecánicos como relés, motor de

arranque, motor de limpiaparabrisas, etc. Para poder eliminar el ruido se colocó capacitores electrolíticos y cerámicos en la fuente del prototipo, además de una adecuada programación para eliminar el rebote producido por los contactos de los sensores magnéticos, el sensor de presión y el sensor de desgaste de pastillas.

- Al implementar y realizar las respectivas pruebas de funcionamiento, se comprueba que el sistema permite crear un hábito cotidiano, de tal manera que los usuarios realizan una rutina al colocarse el cinturón de seguridad y así de esta manera cambiar en la cultura que se tiene en el país. Esto conlleva a analizar el costo beneficio que tiene el proyecto como tal. Al ser de bajo costo y de gran utilidad es de mucha ayuda que el sistema permita informar sobre todos los eventos planteados.

Recomendaciones

- El sistema consta de dos controles de audio, uno de ellos es mediante un potenciómetro de precisión que controla la ganancia del amplificador de audio, el segundo es mediante la calibración de ganancia por software del dispositivo WT5001. Se recomienda realizar las debidas adecuaciones en la ganancia del amplificador de audio así como la ganancia de audio en el reproductor MP3 WT5001
- Es recomendable ubicar el sistema en un lugar que no esté expuesto a temperaturas altas, estos lugares pueden ser el piso del vehículo, debajo de los asientos, en la consola central baja.
- Se recomienda utilizar las señales de alimentación directamente de la batería del vehículo.
- Para la toma de la señal de ignición se recomienda revisar los cables del interruptor de llave o a su vez en la fusilera interna. En cada caso de marca y modelo de vehículo este puede variar, es recomendable asesorarse mediante un técnico calificado en el área.

Bibliografía

3bpblogspot. (s.f.). Obtenido de <http://3.bp.blogspot.com/->

[G9uqP7m7YiE/UiACdeDcBEI/AAAAAAAAABaQ/3GDQ9y2QrDE/s1600/aaaCintoSeguridadb.jpg](http://3.bp.blogspot.com/-G9uqP7m7YiE/UiACdeDcBEI/AAAAAAAAABaQ/3GDQ9y2QrDE/s1600/aaaCintoSeguridadb.jpg)

Apdusa.net. (s.f.). Obtenido de [apdusa.net/wp-](http://apdusa.net/wp-content/uploads/2013/06/pastilla_mitsubishi_PFA233WK_ok.jpg)

[content/uploads/2013/06/pastilla_mitsubishi_PFA233WK_ok.jpg](http://apdusa.net/wp-content/uploads/2013/06/pastilla_mitsubishi_PFA233WK_ok.jpg)

areatecnologia. (s.f.). areatecnologia.com. Obtenido de

<http://www.areatecnologia.com/electronica/electronica-digital.html>

audacity. (s.f.). audacity.sourceforge.net. Obtenido de

<http://audacity.sourceforge.net/?lang=es>

Bosch, C. (2003). Sistemas de freno convencionales y electrónicos.

Boylestad, R. L. (2007). Teoría de circuitos y dispositivos electrónicos. México.

casa, A. p. (s.f.). Obtenido de [http://alarmasparalacasa.com.ar/wp-](http://alarmasparalacasa.com.ar/wp-content/uploads/a.jpg)

[content/uploads/a.jpg](http://alarmasparalacasa.com.ar/wp-content/uploads/a.jpg)

Cuencanet. (s.f.). Obtenido de [http://cuencanet.com.ec/136-205-large/micro-sd-](http://cuencanet.com.ec/136-205-large/micro-sd-4gb.jpg)

[4gb.jpg](http://cuencanet.com.ec/136-205-large/micro-sd-4gb.jpg)

Datasheet, C. (s.f.). Obtenido de [http://circuits.datasheetdir.com/271/TDA2003-](http://circuits.datasheetdir.com/271/TDA2003-circuits.jpg)

[circuits.jpg](http://circuits.datasheetdir.com/271/TDA2003-circuits.jpg)

Electronics, B. (s.f.). Bilboa Electronics. Obtenido de

<http://www.bilbaoelectronics.com/pines-16f628a.html>

electronics, S. (s.f.). Obtenido de

<http://www.st.com/web/en/resource/technical/document/datasheet/DM00028077.pdf>

Microchip. (s.f.). Obtenido de

<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/40044E.pdf>

microelectronico. (s.f.). www.microelectronicos.com. Obtenido de
<http://www.microelectronicos.com/datasheets/WT5001.pdf>

Microelectronicos. (s.f.). Obtenido de
<http://www.microelectronicos.com/datasheets/WT5001.pdf>

Nash, F. C. (2004). Fundamentos De Mecanica Automotriz. En F. C. Nash.
Planeta Mexicana Sa.

Pérez, F. (2007). Microcontroladores: Fundamentos y Aplicaciones con PIC.
Marcobo.

proyectoelectronico. (s.f.). www.proyectoelectronico.com. Obtenido de
<http://www.proyectoelectronico.com/amplificadores-audio/amplificador-potencia-10w.html>

Reyes, C. A. (2008). Microcontroladores PIC programación en Basic. Quito.

ANEXOS

ANEXO 1

SOTWARE REALIZADO EN MICROCODE

A continuación se describe el programa que se generó para el acondicionamiento del proyecto en base a las necesidades descritas anteriormente.

```
DEFINE HSER_TXSTA 24H 'Esta línea ha sido añadida. Coloca el registro de  
transmisión en transmisión habilitada
```

```
DEFINE HSER_RCSTA 90H 'Esta línea ha sido añadida. Registro de receptor,  
receptor habilitado
```

```
DEFINE HSER_BAUD 9600
```

```
INCLUDE "modedefs.bas"
```

```
CMCON=7
```

```
frenos var porta.0 ;sensor de frenos
```

```
cinturon var porta.1 ;cinturon piloto
```

```
ignicion var porta.2
```

```
ocupado var porta.3
```

```
senCint var porta.4 ;sensor del asiento del copiloto
```

```
relay var portb.0
```

```
cinturon1 var portb.3 ;cinturon copiloto
```

```
output relay
```

```
input cinturon1
```

```
avfrenos var bit
```

```
avfrenos=0
```

INICIO:

```
if ignicion=0 then sensar
IF avfrenos=1 then gosub AVISOFRENOS1
avfrenos=0
if ocupado=0 then low relay
pause 100
goto inicio
```

SENSAR:

```
hserout [$7E,$03,$A7,$15,$7E] ;control de volumen
while ignicion=0
  if ocupado=0 then low relay
  if frenos=0 and avfrenos=0 and ocupado=0 then avfrenos=1: gosub
avisofrenos
  if ocupado=0 then low relay
  if cinturon=0 and ocupado=0 then gosub AVCINTPIL
  if ocupado=0 then low relay
  if cinturon1 =0 and sencint=0 and ocupado=0 then AVCINTCOPI
  if ocupado=0 then low relay
wend
goto inicio
```

AVISOFRENOS:

```
high relay
pause 100
hserout [$7E,$04,$A0,$00,$01,$7E] ;Se ha detectado un desgaste excesivo
return
```

AVCINTPIL:

```
high relay
pause 100
```

```
hserout [$7E,$04,$A0,$00,$03,$7E] ;  
return
```

AVCINTCOPII:

```
high relay  
pause 100  
hserout [$7E,$04,$A0,$00,$04,$7E] ;  
return
```

AVISOFRENOS1:

```
HIGH RELAY  
pause 100  
hserout [$7E,$04,$A0,$00,$02,$7E] ;Recuerde revisar el sistema de frenado  
return
```


ANEXO 2

DISTRIBUCIÓN DE PINES 16F628A

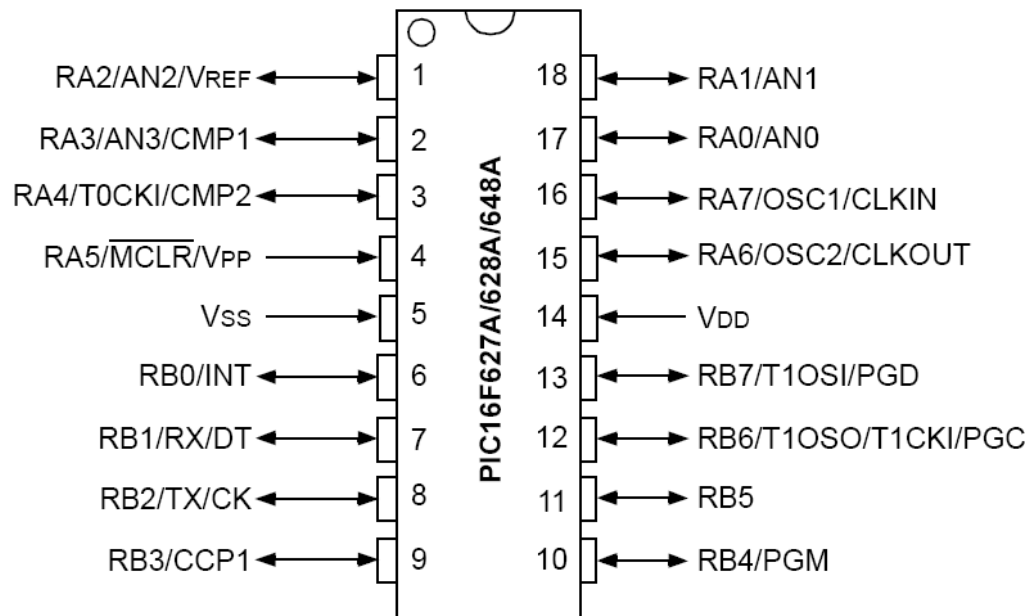


Figura Anexo 2: Distribución de pines PIC 16f628A

Fuente: (Microchip, n.d.)

ANEXO 3

DISTRIBUCIÓN DE PINES DEL REPRODUCTOR MP3

1	DATA16	+5V-USB	28
2	NC	GND	27
3	DATA17	DP	26
4	DATA18	DM	25
5	DATA19	DATA14	24
6	NC	NC	23
7	RESET	VDD50	22
8	AL	BUSY	21
9	ROUT	VCC33	20
10	LOUT	ADC_KEY	19
11	SPI_DI	DATA22	18
12	SPI_DO	RXD	17
13	SPI_CLK	TXD	16
14	GND	SPI_CEN	15

WT5001M02-28P

Figura Anexo 3: Distribución de pines de WT5001

Fuente: (Microelectronicos, n.d.)

ANEXO 4

DISTRIBUCIÓN DE PINES DE AMPLIFICADOR DE AUDIO

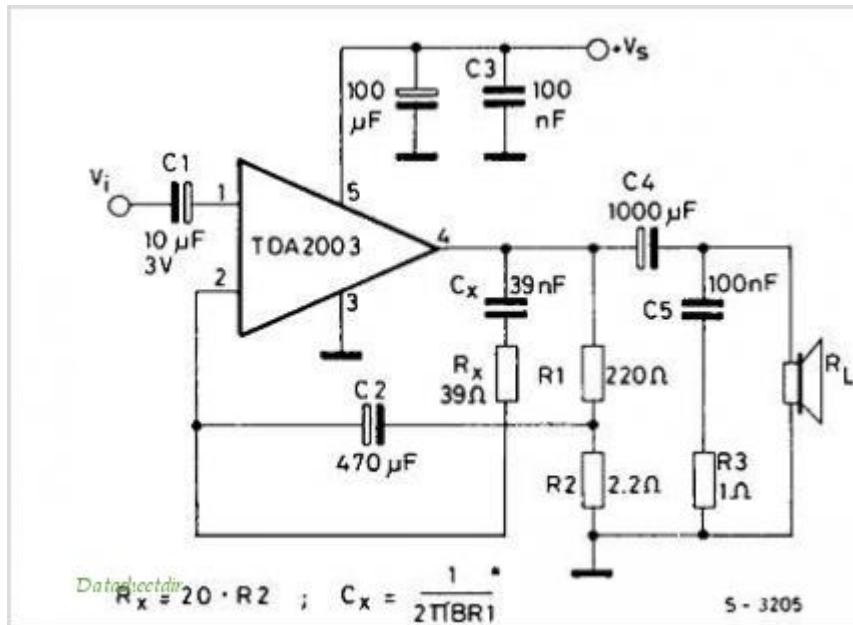


Figura Anexo 4: Esquema de amplificador de audio

Fuente: (electronics, n.d.)

ANEXO 5

COSTO DEL PROYECTO

DESCRIPCIÓN	COSTO
PIC 16F628A	\$ 4
Resistencias de varios valores	\$ 1
Amplificador de Audio TDA2003	\$ 1
Disipador de Calor	\$ 0.5
Reproductor MP3 WT5001	\$ 28
Baquelita	\$ 1
Caja Plástica	\$ 3
Capacitores electrolíticos	\$ 2
Capacitores Cerámicos	\$ 0.2
Sócalo 18 pines	\$ 0.25
Borneras	\$ 3
Elementos Varios	\$ 5
TOTAL	\$ 48.95

Tabla A: Costo de Equipo

Fuente: (Investigador)