



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

“CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DE ENCENDIDO DE UN MOTOR MEDIANTE COMANDO DE VOZ PARA EL LABORATORIO DE ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”

**CABEZAS DOMÍNGUEZ OSCAR DANIEL
GAIBOR GARZÓN PABLO ALEJANDRO**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

**RIOBAMBA – ECUADOR
2015**

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

2013-07-10

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

CABEZAS DOMÍNGUEZ OSCAR DANIEL
GAIBOR GARZÓN PABLO ALEJANDRO

Titulada:

“CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DE ENCENDIDO DE UN MOTOR
MEDIANTE COMANDO DE VOZ PARA EL LABORATORIO DE
ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA
AUTOMOTRIZ”

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

Ing. Marco Santillán Gallegos
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Javier Villagrán.
DIRECTOR DE TESIS

Dr. Mario Audelo.
ASESOR DE TESIS

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: CABEZAS DOMÍNGUEZ OSCAR DANIEL

TÍTULO DE LA TESIS: “CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DE ENCENDIDO DE UN MOTOR MEDIANTE COMANDO DE VOZ PARA EL LABORATORIO DE ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”

Fecha de Examinación: 2015-05-20

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Marco Santillán Gallegos PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Javier Villagrán DIRECTOR DE TESIS			
Dr. Mario Audelo ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Marco Santillán Gallegos
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: GAIBOR GARZÓN PABLO ALEJANDRO

TÍTULO DE LA TESIS: “CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DE ENCENDIDO DE UN MOTOR MEDIANTE COMANDO DE VOZ PARA EL LABORATORIO DE ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”

Fecha de Examinación: 2015-05-20

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Marco Santillán Gallegos PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Javier Villagrán DIRECTOR DE TESIS			
Dr. Mario Audelo ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Marco Santillán Gallegos
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos-científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Pablo Alejandro Gaibor Garzón

Oscar Daniel Cabezas Domínguez

DEDICATORIA

El desarrollo de esta tesis se la dedico a mis Padres Gustavo y Magaly, por el apoyo y orientación que me brindaron día a día para culminar mi carrera.

A mis compañeros de estudio, a mis maestros y amigos, quienes sin su ayuda nunca hubiera podido hacer esta tesis. A todos ellos se los agradezco desde el fondo de mi alma.

Pablo Alejandro Gaibor Garzón

La culminación de esta tesis se la dedico en primer lugar a mis padres Ángel y Martha que han sido los pilares fundamentales a lo largo de toda mi vida y mi carrera estudiantil, que han sacrificado muchas cosas para este logro y me han cubierto siempre con su amor.

A mi hermana Mónica quien siempre ha estado incondicional con su apoyo, que me ha brindado su amistad y amor sobre todas las cosas impulsándome siempre a ser mejor.

A toda mi familia por estar siempre pendientes de mis pasos y contribuir a que no me rinda hasta conseguir mis logros.

Gracias a todos por su apoyo incondicional.

Oscar Daniel Cabezas Domínguez

AGRADECIMIENTO

Principalmente quiero agradecer a Dios, por darme el don de la vida, ser mi fortaleza en mis momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de mucho aprendizaje, experiencia, felicidad y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo prestigiosa Universidad la cual abrió sus puertas a jóvenes como nosotros preparándonos para un futuro competitivo.

Pablo Gaibor Garzón

A dios por darme la oportunidad de vivir estos momentos tan agradables y darme la saluda para cumplir todos mis objetivos propuestos.

A mis padres y mi hermana por el apoyo incondicional a lo largo de mi vida estudiantil.

A la familia por el impulso y los consejos para seguir adelante.

A mis amigos y compañeros por hacer de esta etapa tan divertida e inolvidable.

A mis profesores que a lo largo de la vida estudiantil siempre estuvieron dispuestos a enseñarnos y depositaron su esperanza en nosotros.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo prestigiosa Universidad la cual nos dio la oportunidad de realizarnos como profesionales y nos educó hasta conseguir un nivel muy competitivo.

Daniel Cabezas Domínguez

CONTENIDO

Pág.

1.	INTRODUCCIÓN	
1.1	Antecedentes	1
1.2	Justificación.....	2
1.2.1	<i>Justificación técnica</i>	2
1.2.2	<i>Justificación económica</i>	2
1.2.3	<i>Justificación social</i>	2
1.3	Objetivos	3
1.3.1	<i>Objetivo general</i>	3
1.3.2	<i>Objetivos específicos</i>	3
2.	FUNDAMENTO TEÓRICO	
2.1	La voz	4
2.1.1	<i>La fonética</i>	4
2.1.2	<i>El aparato fonador</i>	4
2.1.3	<i>El fonema</i>	5
2.1.3.1	<i>Fonemas vocálicos</i>	6
2.1.3.2	<i>Fonemas consonánticos</i>	6
2.1.4	<i>La voz como señal</i>	7
2.2	<i>Digitalización de la señal</i>	10
2.3	Modelo LPC (Coeficientes de predicción lineal)	11
2.3.1	<i>Funcionamiento del LPC</i>	11
2.3.2	<i>Aplicaciones con LPC.</i>	11
2.3.3	<i>Predicción lineal</i>	11
2.3.3.1	<i>Estimación de los LPC.</i>	13
2.4	Sistema de arranque del motor de combustión.....	14
2.4.1	<i>Sistema convencional (con platino)</i>	14
2.4.1.1	<i>Bobina de encendido</i>	15
2.4.1.2	<i>Distribuidor con platino</i>	16
2.4.1.3	<i>Rotor</i>	17
2.4.1.4	<i>Resistor en el rotor.</i>	17
2.4.1.5	<i>Cables de encendido</i>	18
2.4.2	<i>Encendido electrónico con generador Hall</i>	18
2.4.3	<i>Encendido electrónico integral</i>	19
2.4.4	<i>Sistemas de encendido estático (DIS)</i>	20
2.5	Microcontroladores	21
2.5.1	<i>Diferencia entre microprocesador y microcontrolador</i>	21
2.6	Sistema electrónico de control	22
2.6.1	<i>Clasificación de los sistemas de control según su comportamiento.</i>	22
2.6.1.1	<i>Sistema de control de lazo abierto.</i>	22
2.6.1.2	<i>Sistema de control de lazo cerrado.</i>	22
2.6.2	<i>Características de un sistema de control.</i>	23
3.	DISEÑO, PROGRAMACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA	
3.1	Diseño del sistema.....	25
3.2	Esquema del sistema electrónico.....	26

3.3	Componentes principales del módulo de reconocimiento de voz	27
3.3.1	<i>Easyvr</i>	27
3.3.2	<i>Microcontrolador atmega 164p</i>	30
3.4	Lenguaje de programación	32
3.5	Acondicionamiento de señales de entrada	35
3.6	Construcción del sistema.....	36
3.6.1.	<i>Elementos eléctricos y electrónicos</i>	37
3.6.2	<i>Diseño del PCB (Printed circuit board)</i>	37
3.6.3	<i>Diagrama de flujo del sistema</i>	41
3.7	Modelación matemática del sistema de control	43
3.8	Costos e inversión	45
3.8.1.	Costos directos	45
3.8.2.	Costos indirectos	46
3.8.3.	Costo total	47
3.8.4.	Análisis de equilibrio	47
4.	PRUEBAS Y ENSAYOS	
4.1	Prueba de funcionalidad del módulo.....	50
4.1.1	<i>Funcionamiento del sistema</i>	50
4.1.2	<i>Contraste de hipótesis</i>	51
4.1.3	<i>Pruebas de funcionamiento del sistema en un ambiente sin ruido</i>	54
4.1.4	<i>Pruebas de funcionamiento del sistema en un ambiente ruidoso</i>	56
4.1.5	<i>Pruebas de funcionamiento del sistema en la ciudad</i>	63
4.1.6	<i>Verificación de señales</i>	66
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
5.1	Conclusiones	69
5.2	Recomendaciones	69

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

	Pág.
1 Rasgos motivados por el punto de articulación.....	6
2 Rasgos motivados por el modo de articulación.....	7
3 Rasgos motivados por la intervención de las cuerdas vocales	7
4 Rasgos motivados por la intervención de la cavidad nasal	7
5 Valores frecuenciales de los primeros formantes de las vocales.....	9
6 Descripción de conectores en el EasyVR.....	29
7 Costo de materiales y equipos	45
8 Costos por importación del módulo de reconocimiento de voz	46
9 Costo directo total	46
10 Costos indirectos	46
11 Costo total.....	47
12 Costos variables.....	47
13 Costos fijos	48
14 Palabras programadas EasyVR	51
15 Niveles de significación.	53
16 Pruebas sin sonido	54
17 Pruebas sin sonido	55
18 Intensidad en decibeles de diferentes fuentes de sonido	56
19 Prueba en ambiente ruidoso 40db - 50db.	57
20 Prueba en ambiente ruidoso 40db – 50db.	58
21 Prueba en ambiente ruidoso 50db – 60db.	59
22 Prueba en ambiente ruidoso 50db – 60db.	60
23 Prueba en ambiente ruidoso 60db – 70db.	61
24 Prueba en ambiente ruidoso 60db – 70db.	62
25 Prueba en ambiente ruidoso de la ciudad.	64
28 Prueba en ambiente ruidoso de la ciudad.	65

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
1 Partes que constituyen el aparato fonador.....	5
2 Triángulo vocálico del español.....	6
3 Oscilograma de una frase.	7
4 Ampliación correspondiente a un /fu/.....	8
5 Espectrograma de /f/ y espectrograma de /u/.	8
6 Oscilograma y sonograma de la señal correspondiente a la frase “el golpe del timón fue sobrecogedor”, pronunciada por una locutora.	9
7 Oscilograma y espectrograma de banda estrecha y banda ancha.	10
8 Conversión A/D.....	11
9 Conversión D/A.....	11
10 Modelo de producción de voz basado en LPC.....	13
11 Sistema de encendido convencional.....	15
12 Bobina de encendido.....	15
13 Sentido de la corriente a través del sistema de encendido.....	16
14 Apertura y cierre del platino.....	16
15 Sentido de la corriente desde la bobina hacia el platino.....	17
16 Rotor.....	17
17 Resistencia en el rotor.....	18
18 Cables.....	18
20 Partes del sistema de encendido electrónico con generador Hall.....	19
21 Partes del sistema de encendido electrónico integral.....	20
22 Partes del sistema de encendido electrónico DIS.....	20
23 Diagrama de bloque de un microcontrolador.....	21
24 Área de trabajo en ISIS.....	26
25 Esquema circuitería principal.....	27
26 Módulo de reconocimiento EasyVR.....	28
27 Distribución de señales del EasyVR.....	29
28 Distribución de pines del Atmega 164PA.....	30
29 Arquitectura interna del ATMEGA 164P.....	31
30 Descripción del entorno Atmel Studio 6.....	33
31 Descripción del entorno Atmel Studio 6.....	33
32 Descripción del entorno Atmel Studio 6.....	34
33 Descripción del entorno Atmel Studio 6.....	34
34 Conexión entre el EasyVR y el Host.....	35
35 Diagrama esquemático del circuito de control.....	38
36 Diagrama esquemático del circuito de control.....	38
37 Diseño del PCB del circuito de control del sistema.....	39
38 Visualización previa del circuito en 3D.....	39
39 Vista superior del circuito 3D.....	40
40 Circuito terminado.....	40
41 Sistema finalizado.....	41
42 Diagrama de flujo.....	42
43 Diagrama de flujo.....	43
44 Diagrama de control.....	43
45 Diagrama de control.....	44

46	Diagrama de equilibrio	49
47	Contraste unilateral.....	52
48	Diagrama de aciertos vs pronunciaciones	55
49	Región de aceptación H_1 , prueba sin ruido	56
50	Diagrama de aciertos vs pronunciaciones 40db – 50db.	58
51	Región de aceptación de H_1 , prueba 40db – 50db.....	59
52	Diagrama de aciertos vs pronunciaciones 50db – 60db.	60
53	Región de aceptación de H_1 , prueba 50db – 60db.....	61
54	Diagrama de aciertos vs pronunciaciones 60db – 70db.	62
55	Región de aceptación de H_1 , prueba 60db – 70db.....	63
56	Mapa del lugar de la prueba	64
57	Diagrama de aciertos vs pronunciaciones en la ciudad.	65
58	Región de aceptación de H_1 , prueba en la ciudad.	65
59	Pantallas de bienvenida del módulo	66
60	Iniciando el reconocimiento de voz.....	67
61	Reconocimiento de comandos (Encender, Encendido).....	67
62	Reconocimiento de comandos (Apagar, Apaga).....	67
63	Reconocimiento de comandos (comando no reconocido).....	68

LISTA DE ABREVIACIONES

VSM	Virtual System Modeling
LPC	Linear Prediction Coefficients
LED	Light Emitting Diode
ARES	Advanced Routing and Editing Software
PCB	Printed Circuit Board
GSM	Global System for mobile
LCD	Liquid Crystal Display
DIS	Double Ignition System
ISIS	Intelligent Schematic Input System
D/A	Digital – Analógico
A/D	Analógico-Digital
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory
RAM	Random Access memory
ROM	Read Only Memory
CPU	Control Process Unit
ECU	Engine Control Unit
MIPS	Million Instrucciones per Second
UART	Universal Asynchronuos Receiver Transmitter
MCU	Multipoint Control Unit
dB	Decibel

SIMBOLOGÍA

CV	Costo variable	USD
w	Costo variable por cada sistema	USD
Q	Cantidad de unidades	Unidades/mes
R	Ingreso total	USD
r	Ingreso por unidad	USD/unidad
CT	Costo total	USD
CF	Costo fijo	USD

LISTA DE ANEXOS

- A** Programación en C con compilador Atmel Studio 6.1
- B** Guía de prácticas.
- C** Manual de usuario del sistema.

RESUMEN

La construcción de un módulo de encendido del motor mediante comandos de voz, tiene como objetivo elaborar un sistema capaz de funcionar a la par de la llave del auto para el encendido del mismo, el sistema es adaptable en varias marcas de vehículos incorporando un reconocedor de voz. Este sistema nos permite incorporar una tecnología avanzada en autos de baja gama, y mantener la seguridad en nuestro vehículo con las palabras programadas para el encendido y apagado del mismo.

En este sistema fue fundamental incorporar un reconocedor de voz, el cual podemos programarlo para nuestro uso propio, las funciones que ofrece el reconocedor están establecidas por los constructores del mismo, detallados en el manual original.

Uno de los elementos fundamentales que se ha considerado para la elaboración de este sistema es el sistema de arranque del vehículo, éste permite controlar el funcionamiento del motor y los accesorios en nuestro vehículo, en base al comando enviado al reconocedor de voz, el sistema encenderá o apagará el motor según el requerimiento.

La programación utilizada para el funcionamiento del dispositivo fue realizada en lenguaje C con compilador ATMEL studio, éste convierte la codificación C en comunicación de máquina, generando un archivo en hexadecimal, necesario para el funcionamiento del microcontrolador.

Los resultados obtenidos después de realizadas las pruebas de funcionamiento del sistema y el análisis estadístico con su respectiva comprobación de hipótesis, confirmaron el correcto funcionamiento del módulo para el encendido y apagado del motor con los distintos comandos de voz proporcionados por el usuario.

ABSTRACT

This research is about a start-engine unit by voice command which will work at the same time the car key when it is started. This system can be adapted to different brands of cars by incorporating a voice recognition. Besides, it can use updated technology in low-range cars, and save them with words programmed to start and stop.

It was important to assign a voice recognition software which can be programmed for oneself. The functions offering this recognition software are established by its manufacturers and detailed in the original manual.

One of the most essential elements to make this system is the starter motor of the vehicle because it controls the engine operation and the accessories. According to the voice command, the system will start or stop the engine.

Language C programming with ATMEL compiler studio was used for the operation of the device in order to turn codification C into machine communication generating a hexadecimal file which is important for the micro controller operation.

The results gotten after system operation tests, statistical analysis and hypothesis checking, validated the right operation of engine start-and-stop unit with the different voice recognition commands provided by the users.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1 Antecedentes

Para seguridad y comodidad, la forma más sencilla de comunicarse con el auto es mediante la voz. De esta forma los conductores no tienen que quitar la vista de la carretera ni manejar con las manos los diferentes dispositivos, algo que pondría en peligro la conducción y que está prohibido en la mayoría de las legislaciones sobre tráfico del mundo. La industria del automóvil ya trabaja en diferentes tecnologías para incorporar programas de reconocimiento de voz que permitan comunicarse con el vehículo a través del lenguaje natural.

Los comienzos, sin embargo no fueron tan sencillos. En la industria del automóvil el uso de sistemas de reconocimiento de órdenes mediante comandos de voz ha estado presente de forma experimental desde hace décadas, aunque hasta los años noventa del siglo pasado su utilización no comenzó a plantarse de forma masiva en vehículos. Cuando lo hizo, fue gracias a diferentes fabricantes, como el chip desarrollado por Oki telecomm, que permitía controlar con la voz un número limitado de ordenes sencillas para manejar un teléfono móvil, es decir, lo que hoy se denomina “manos libres”

A mediados de la primera década del 2000, empresas como la japonesa AshakiKasei desarrollaron diferentes tecnologías para el reconocimiento de voz que fueron incorporadas por los fabricantes de los vehículos y también por fabricantes de navegadores GPS y plataformas de entretenimiento. En 2005, el Ford Fiesta incorporaba de serie un sistema de audio con reconocimiento de voz. Este sistema, admitía hacer llamadas, también reconocía una serie limitada de órdenes de control y comandos. También Pioneer junto con IBM desarrollaron un sistema de reconocimiento de voz que posibilitaba utilizar comandos de voz sencillos.

Hoy en día, algunos fabricantes trabajan en diferentes soluciones para incorporar programas de reconocimiento de voz que sean más intuitivos y que permitan comunicarse con el vehículo mediante el lenguaje natural.

Mercedes-Benz presento a principios de año un prototipo de gama clase “A” que se integra con el iPhone 4S para utilizar Siri, el sistema de reconocimiento de voz del teléfono, de esta forma, se puede utilizar esta tecnología para controlar algunas funciones orientadas al entretenimiento en el vehículo. Los propietarios de la nueva clase A que cuenten con un iPhone 4S con Siri podrán aprovechar el programa mediante la instalación de una aplicación denominada “Digital Drive Style App”.

Por su parte Pioneer lanzo a finales del año pasado Zyr, un sistema de reconocimiento de voz para sus centros multimedia que dispone de una API para que los desarrolladores puedan integrarlo en otros dispositivos.

Uno de los fabricantes actuales que más apuesta por los reconocimientos de voz es Ford. Tiene como soporte a la empresa norteamericana Nuance una de las principales compañías desarrolladoras de tecnologías de voz y conocidas por los usuarios domésticos por contar con aplicaciones para ordenadores y dispositivos portátiles como Dragon Dictation Nuance posee el sistema de reconocimiento de voz Dragon Drive , orientado con diferentes fabricantes de vehículos.

1.2 Justificación

1.2.1 Justificación técnica. En el campo automotriz un aspecto importante es el desarrollo tecnológico para facilitar y mejorar la experiencia de manejo que tiene el conductor además de aplicar los conocimientos adquiridos de programación y electrónica durante la formación académica, que nos ayudan a implementar y desarrollar este tipo de sistemas. Actualmente los nuevos modelos de vehículos poseen sistemas que son controlados por comandos de voz, pero solo se los encuentra en vehículos de alta gama y precio.

1.2.2 Justificación económica. La propuesta es dar a conocer que estos sistemas se pueden diseñar y estar al alcance de todas las personas realizando una inversión relativamente menor a la que se debería hacer, para tener a su alcance estos sistemas.

1.2.3 Justificación social. Con la realización de este proyecto, se busca aplicar en el campo automotriz, los diferentes conocimientos adquiridos durante la carrera de

Ingeniería Automotriz, presentando a la sociedad que la tecnología está al alcance de todas las personas y que la calidad de profesionales que otorga esta institución es del más alto nivel académico y profesional. Y con la conclusión de este proyecto poder complementar la formación académica y profesional.

La misión de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, es formar profesionales con elevado nivel académico, científico y tecnológico en Ingeniería Automotriz y por ende otorgando a la sociedad, profesionales que van a la vanguardia de la tecnología y con sólida formación académica.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general. Construir un módulo de encendido de un motor mediante comando de voz, para el laboratorio de electricidad y electrónica de la Escuela de Ingeniería Automotriz.

1.3.2 Objetivos específicos.

Determinar los parámetros de información necesaria para el funcionamiento del sistema.

Realizar el diseño del sistema de control electrónico.

Programar los microcontroladores para una mejor interacción con el usuario en una pantalla LCD.

Implementar los elementos que conforman el sistema de control en un motor y realizar las pruebas de funcionamiento.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 La voz

De entre la amplia gama de sonidos con finalidad comunicativa podemos distinguir los sonidos del habla, la palabra voz refiere el sonido que se genera expulsando aire desde los pulmones, pasa por nuestra laringe y provoca la vibración de las cuerdas vocales. Entonces, podemos considerar como un sonido de la voz a cualquier vibración q tenga una finalidad comunicativa y se pueda diferenciar.

La generación del habla por parte de las personas, consiste en la creación de una onda de presión sonora que se propaga a través del aire a una velocidad de unos 340 metros por segundo. La concatenación de unos determinados sonidos en un orden prefijado, característicos de cada idioma, constituyen el mensaje.

2.1.1 *La fonética.* La fonética es una disciplina lingüística que estudia cómo se producen y como se perciben los sonidos del habla, y la ciencia en la que se inserta es la física (MARTÍNEZ CELDRÁN, 1998).

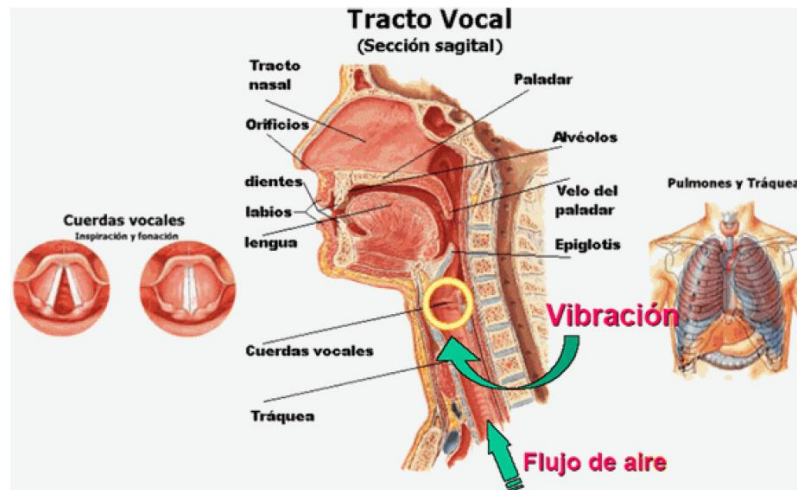
2.1.2 *El aparato fonador.* El aparato fonador se compone de un conjunto de órganos que intervienen en la producción de sonidos. También llamado aparato vocal o articulario. El mecanismo de emisión del sonido base consta de una vibración de cuerdas por impulso del aire. El objetivo fundamental de estos sonidos es la comunicación humana mediante el lenguaje hablado (HERRERA, y otros, 2015).

Algunos órganos intervienen apoyando indirectamente tanto el aprendizaje como la realización cotidiana del habla, tales como el sistema nervioso, la vista y el oído.

En la siguiente figura podemos apreciar las distintas partes del aparato fonador, las cuales son determinantes en el momento de producir la voz en el cuerpo humano y por lo tanto en el funcionamiento de nuestra tesis.

El aparato fonador tiene diferentes partes como la tráquea, las cuerdas vocales, los pulmones entre otros.

Figura 1. Partes que constituyen el aparato fonador.



Fuente: (CAMPAÑA, 2015).

El sonido se produce cuando los pulmones expulsan aire y este pasa a través de las cuerdas vocales; si al paso del aire de las cuerdas se aproximan y vibran, el sonido que se articula es sonoro, y si al aproximarse las cuerdas no vibran al paso del aire, el sonido articulado es sordo.

Entre los sonidos articulados sonoros se pueden establecer dos grupos:

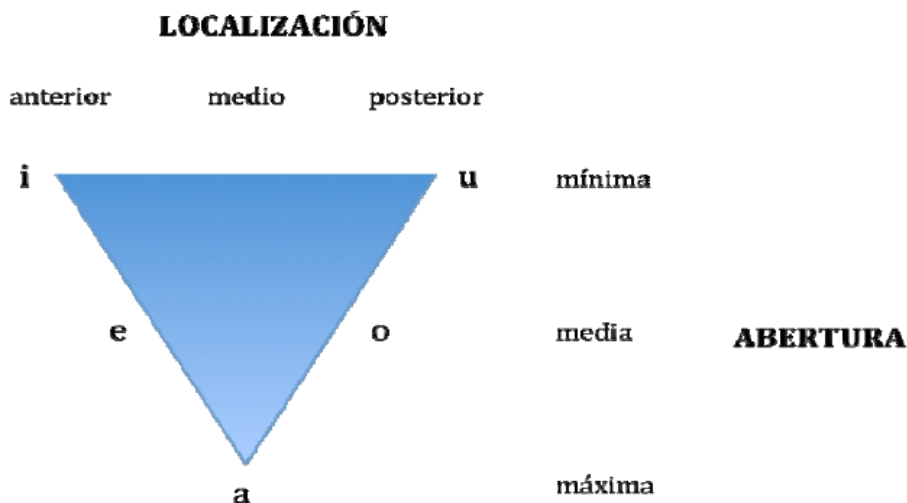
- El de las tradicionalmente llamadas vocales, en cuya formación las cuerdas se encuentran más tensas, los golpes vibratorios son más fuertes, la frecuencia es mayor y la glotis está más abierta (RASCÓN, 2009).
- El de las consonantes sonoras producidas con una menor tensión de las cuerdas, menor fuerza de los golpes vibratorios, la frecuencia y la abertura de la glotis también menores (RASCÓN, 2009).

2.1.3 El fonema. El fonema es la unidad lingüística más pequeña, desprovista de significado, formada por un haz simultáneo de rasgos distintivos (QUILIS, 1997).

Los fonemas son unidades mínimas de articulación y constituyen los elementos de la descripción fonológica; se distinguen esencialmente de los demás sonidos del habla en que, a pesar de no poseer una carga de significado propio, tienen la capacidad de distinguir parejas de palabras en un contexto; por ejemplo, en el caso de la pareja /peso/ /beso/, el elemento que varía en la pareja son los fonemas /p/ /b/ (RASCÓN, 2009).

2.1.3.1 Fonemas vocálicos. Se consideran fonemas vocálicos o vocales aquellos que se realizan por la libre vibración de las cuerdas vocales al paso de la corriente de aire pulmonar; el chorro de aire sonoro no encuentra más oposición en las cavidades bucal y nasal que la indispensable para modificar su dirección, de modo que la corriente rebote, para finalmente salir por la boca (RASCÓN, 2009).

Figura 2. Triángulo vocálico del español.



Fuente: (HUALDE, y otros, 2001).

2.1.3.2 Fonemas consonánticos. En la articulación de los sonidos consonánticos siempre hay un obstáculo más o menos grande que impide salir el aire desde los pulmones al exterior. Según las circunstancias que rodean esta salida del aire, existen ciertos factores que debemos tener en cuenta a la hora de clasificarlos (RASCÓN, 2009)

Tabla 1. Rasgos motivados por el punto de articulación.

Rasgo	Órganos	Ejemplos
Bilabial	Los dos labios	/p/, /b/, /m/
Labiodental	Labio inferior y dientes superiores	/f/
Interdental	Lengua entre los dientes	/z/
Dental	Lengua detrás de los dientes superiores	/t/, /d/
Alveolar	Lengua sobre la raíz de los dientes superiores	/s/, /l/, /r/, /rr/, /n/
Palatal	Lengua y paladar	/ch/, /y/, /ll/, /ñ/
Velar	Lengua y velo del paladar	/k/, /g/, /j/

Fuente: (HUALDE, y otros, 2001)

La siguiente tabla nos muestra los rasgos según el modo de articulación q produce el ser humano, en la cual nos explica cada uno de los rasgos.

Tabla 2. Rasgos motivados por el modo de articulación

Rasgo	Órganos	Ejemplos
Oclusivo	cierre total y momentáneo del paso del aire	/p/, /b/, /t/, /d/, /k/, /g/, /n/, /m/
Fricativo	Estrechamiento por donde pasa el aire rozando	/f/, /z/, /j/, /s/
Africado	Se produce una oclusión y después una fricación	/ch/, /ñ/
Lateral	El aire pasa rozando los labios de la cavidad bucal	/l/, /ll/
Vibrante	El aire hace vibrar la punta de la lengua al pasar	/r/, /rr/

Fuente: (HUALDE, y otros, 2001).

Tabla 3. Rasgos motivados por la intervención de las cuerdas vocales

Rasgo	Órganos	Ejemplos
Sordo	No vibran las cuerdas vocales	/p/, /t/, /k/, /ch/, /z/, /s/, /j/, /f/
Sonoro	Vibran las cuerdas vocales	/b/, /z/, /d/, /l/, /r/, /rr/, /m/, /n/, /ll/, /y/, /g/

Fuente: (HUALDE, y otros, 2001)

Tabla 4. Rasgos motivados por la intervención de la cavidad nasal

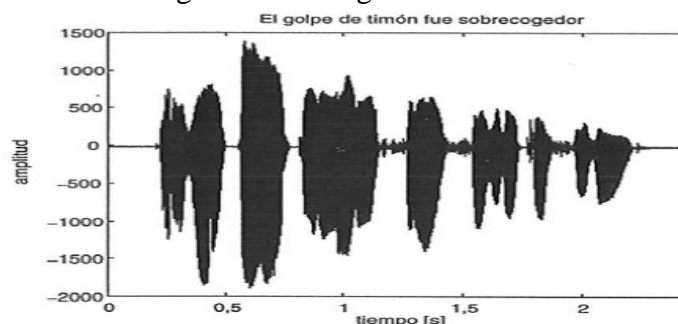
Rasgo	Órganos	Ejemplos
Nasal	Parte del aire pasa por la cavidad nasal	/m/, /n/, /ñ/
Oral	Todo el aire pasa por la boca	El resto

Fuente: (HUALDE, y otros, 2001).

2.1.4 La voz como señal. Mediante un micrófono es posible captar la onda de presión sonora emitida por un orador y convertirla en una señal eléctrica (RASCÓN, 2009). Podemos obtener una imagen como la que mostramos en la Figura 3. cuando se pronuncia frase “el golpe de timón fue sobrecogedor”

Se denomina oscilograma una gráfica que representa la amplitud de la señal de la voz en función del tiempo.

Figura 3. Oscilograma de una frase.



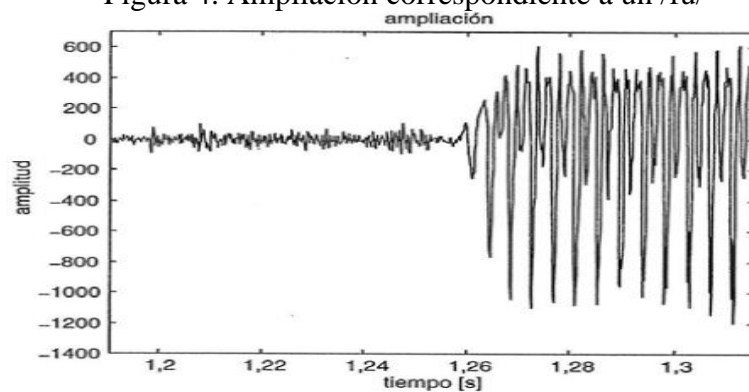
Fuente: (HUALDE, y otros, 2001).

En la figura 3 podemos observar zonas con distintas amplitudes.

- Sonidos sonoros. Las cuerdas vocales vibran y el aire pasa a través del tracto vocal sin impedimentos importantes (FAÚNDEZ ZANUY, 2000).
- Sonidos sordos. Las cuerdas vocales no vibran y existen restricciones importantes al paso del aire que proviene de los pulmones, por lo que son de amplitud menor y normalmente de naturaleza más ruidosa que los sonoros (FAÚNDEZ ZANUY, 2000).

Como ejemplo de la diferencia que existe entre los sonidos, en la figura 4 se muestra parte de la frase “fue” tomando los dos primeros fonemas, los cuales son sordo y sonoro respectivamente. En este oscilograma se muestra el carácter ruidoso de la /f/ y periódico de la /u/, así como sus diferentes amplitudes.

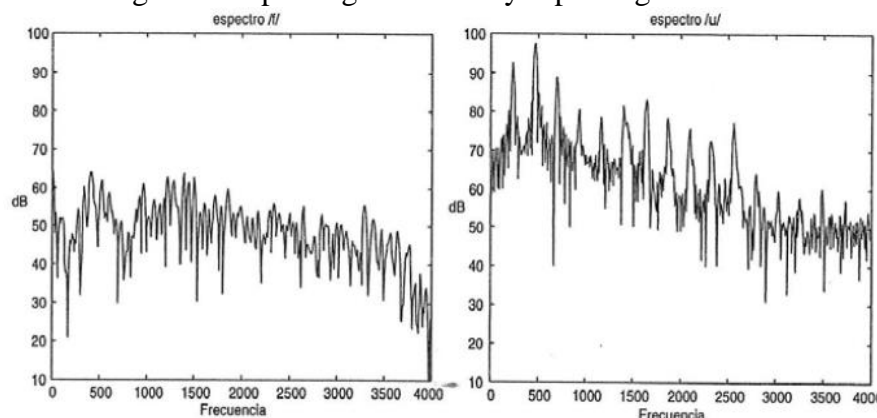
Figura 4. Ampliación correspondiente a un /fu/



Fuente: (HUALDE, y otros, 2001).

En la figura 5 se muestra una representación diferente la cual resulta de aplicar la FFT (transformada rápida de Fourier), para cada uno de los fonemas.

Figura 5. Espectrograma de /f/ y espectrograma de /u/.



Fuente: (HUALDE, y otros, 2001).

Estas representaciones reciben el nombre de espectrogramas o representaciones de la amplitud en función de la frecuencia. La señal de voz es limitada en banda, a unos 8kHz. Sin embargo, la mayor parte de la información se encuentra en los primeros 4kHz, que es aproximadamente el ancho de banda utilizado en las comunicaciones por vía telefónica (VALLADOLID, 2014).

Es posible observar que la periodicidad del fonema /u/ correspondiente a la segunda mitad de la Figura 4 se aprecia en el espectrograma mediante la existencia de una frecuencia fundamental y una serie de armónicos equiespaciados una misma frecuencia. Esta frecuencia recibe el nombre de pitch (tono), y está directamente relacionada con la frecuencia de vibración principal de las cuerdas vocales. El margen habitual para locutores masculinos adultos del valor del pitch es de 50 a 250 Hz (periodo de 20 a 4 ms o 160 a 32 muestras al trabajar con frecuencias de muestreo $F_m=8\text{kHz}$), mientras que para locutoras se encuentra entre 120 y 500 Hz (periodo de 8.3 a 2 ms o 66 a 16 muestras con $F_m=8\text{kHz}$) (VALLADOLID, 2014).

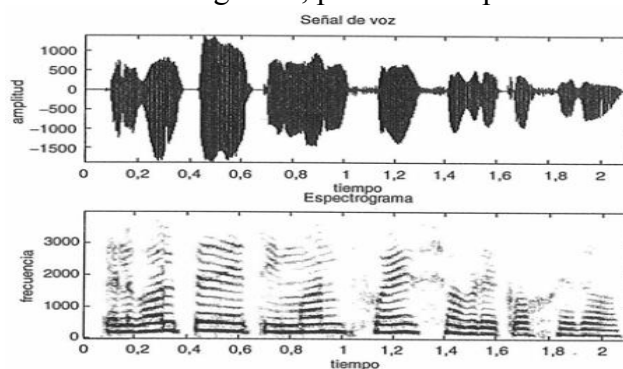
Tabla 5. Valores frecuenciales de los primeros formantes de las vocales

Vocal/Formante (Hz)	F_1	F_2
/i/	284	2430
/e/	527	2025
/a/	689	1458
/o/	608	1215
/u/	243	770

Fuente: (HUALDE, y otros, 2001).

En la Figura 6 se representan el oscilograma y el sonograma de la frase: “el golpe de timón fue sobrecogedor” (FAÚNDEZ ZANUY, 2000).

Figura 6. Oscilograma y sonograma de la señal correspondiente a la frase “el golpe del timón fue sobrecogedor”, pronunciada por una locutora.



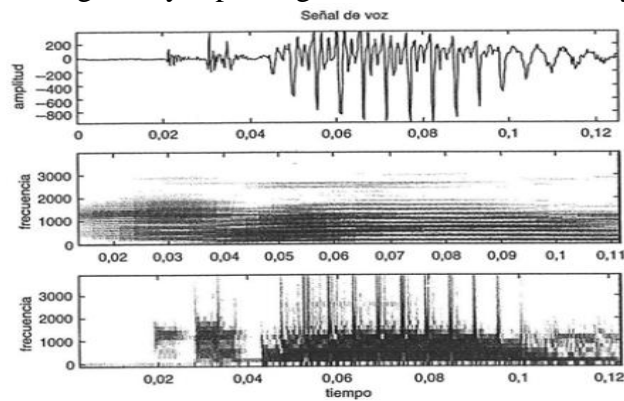
Fuente: (HUALDE, y otros, 2001).

Los formantes aparecen como franjas horizontales, mientras que los valores de amplitud en función de la frecuencia se representan en tonalidades de grises en sentido vertical (FAÚNDEZ ZANUY, 2000).

Existen dos tipos de sonogramas: de banda ancha y de banda estrecha, en función del ancho de banda del filtro que se haya utilizado para realizar el análisis frecuencial. En el caso de los espectrogramas de banda ancha, se obtendrá una buena resolución temporal.

En cambio en el caso de espectrogramas de banda estrecha se obtendrá una buena resolución frecuencial, dado que el filtro utilizado es de banda estrecha, y permite obtener estimaciones espectrales más precisas. La Figura 7. Muestra un fragmento de señal y su correspondiente espectrograma de banda ancha (obtenido con ventanas de 40 muestras). Obsérvese que en el de banda estrecha se diferencian claramente los formantes, mientras que en el de banda ancha se observan los detalles temporales con mayor claridad de pitch (FAÚNDEZ ZANUY, 2000). La imagen nos muestra la diferencia del resultado entre los oscilogramas y espectrogramas de una prueba al azar.

Figura 7. Oscilograma y espectrograma de banda estrecha y banda ancha.



Fuente: (HUALDE, y otros, 2001).

2.2 Digitalización de la señal. El procesado digital de la señal mediante un DSP, ordenador, etc., requiere previamente la conversión de la señal acústica a eléctrica mediante un micrófono, y la conversión de la señal analógica resultante a señal digital. Por otra parte, para restaurar o generar señal audible a partir de un sistema digital, será necesaria la conversión digital a analógica, su amplificación y su radiación mediante altavoz (FAÚNDEZ ZANUY, 2000). Las siguientes figuras resumen los pasos necesarios para realizar la conversión Analógica/Digital (A/D) y Digital/Analógica (D/A) respectivamente.

Figura 8. Conversión A/D



Fuente: Autores

Figura 9. Conversión D/A



Fuente: Autores

2.3 Modelo LPC (coeficientes de predicción lineal)

Se trata de una de las técnicas más potentes de análisis de voz, y uno de los métodos más útiles para codificar voz con buena calidad a una tasa de bits relativamente baja.

Proporciona unas aproximaciones a los parámetros de la voz muy precisas.

2.3.1 Funcionamiento del LPC. Su función es representar la envolvente espectral de una señal digital de voz de forma comprimida, utilizando la información de un modelo lineal (RASCÓN, 2009).

Analiza el habla estimando los formantes, eliminando sus efectos de la señal, y a continuación estimando la intensidad y frecuencia de la señal restante.

2.3.2 Aplicaciones con LPC. El modelo LPC se utiliza por lo general cuando se necesita sintetizar la voz. También se utiliza por las compañías telefónicas como método de compresión de voz como por ejemplo en el estándar GSM.

Otra aplicación es en redes Wireless con seguridad, donde la voz debe digitalizarse, y encriptarse para ser enviada por un canal de capacidad limitada.

En la música para combinar el sonido de instrumentos con la voz, en la que una señal enviada por un instrumento se combina con un filtro estimado a partir de la voz del cantante (RASCÓN, 2009).

2.3.3 Predicción lineal. Se trata de una de las técnicas más potentes de análisis de voz, y uno de los métodos más útiles para codificar voz con buena calidad. Su función

es representar la envolvente espectral de una señal digital de voz en una forma comprimida, utilizando la información de un modelo lineal, con lo cual se proporcionan unas aproximaciones a los parámetros de la voz muy precisas (VELÁSQUEZ, 2008).

Se fundamenta en establecer un modelo de filtro de tipo polo, para la fuente de sonido. La principal motivación del modelo todo polo viene dado porque permite describir la función de transferencia de un tubo, que sin pérdidas está formado por diferentes secciones (VELÁSQUEZ, 2008).

El modelo de predicción lineal se utilizó para la construcción del reconocedor de voz, debido a que es el método más adecuado para su utilización.

El modelo recibe este nombre porque pretende extrapolar el valor de la siguiente muestra de voz $s(n)$ como la suma ponderada de muestras pasadas $s(n-1)$, $s(n-2)$, ..., $s(n-k)$ (VELÁSQUEZ, 2008).

Modelo LPC:

$$s(n) \approx - \sum_{k=1}^p a_k s(n-k) \quad (1)$$

Incluyendo un término de excitación $G_u(n)$, la ecuación puede escribirse como una igualdad:

$$s(n) \approx - \sum_{k=1}^p a_k s(n-k) + Gu(n) \quad (2)$$

Siendo a_k los denominados coeficientes de predicción lineal (LPC), y G , la ganancia de excitación. Por otro lado en el dominio Z la ecuación puede escribirse como:

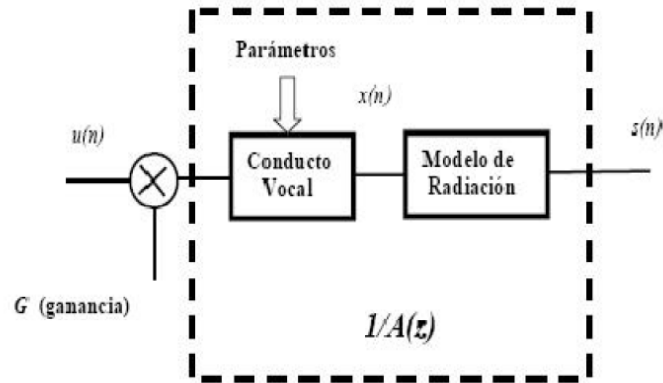
$$s(z) \approx - \sum_{k=1}^p a_k z^{-k} S(z) + GU(z) \quad (3)$$

Lo que conduce a una función de transferencia:

$$H(z) = \frac{S(z)}{GU(z)} = \frac{1}{1 + \sum_{k=1}^p a_k z^{-k}} = \frac{1}{A(z)} \quad (4)$$

La del tipo todo polo. Una interpretación de esta ecuación, que es una versión simplificada, está dada en la siguiente figura:

Figura 10. Modelo de producción de voz basado en LPC



Fuente: (GÓMEZ, 2015).

$H(z)$ representa la función de transferencia de un modelo lineal del conducto vocal + radiación. Los parámetros del filtro digital $H(z)$ son controlados por la señal de voz que está siendo producida y los coeficientes de este filtro son los LPC.

2.3.3.1 Estimación de los LPC. Una estimación (o predicción) de $s(n)$ basada en p muestras anteriores, puede calcularse como:

$$\hat{s}(n) \approx -\sum_{k=1}^p a_k s(n-k) \quad (5)$$

Y el error de estimación (predicción) puede entonces definirse como:

$$\varepsilon(n) = s(n) - \hat{s}(n) \quad (6)$$

Resultando en el error de predicción:

$$\varepsilon(n) = s(n) + \sum_{k=1}^p a_k s(n-k) \quad (7)$$

Los LPC se obtienen minimizando un criterio cuadrático en los errores de predicción, para cada cuadro en que es dividido el segmento de voz (VELÁSQUEZ, 2008).

Suponiendo que en cada cuadro hay $m+1 \gg p$, muestras, y definiendo lo siguiente:

$$\alpha = [\alpha_1 \alpha_2 \dots \alpha_p]^T \quad (8)$$

$$\Phi^T(n) = [-s(n-1) -s(n-2) \dots -s(n-p)] \quad (9)$$

La ecuación $s^\wedge(n) \approx -\sum_{k=1}^p a_k s(n-k)$ puede escribirse matricialmente como:

$$\begin{bmatrix} s(n) \\ s(n+1) \\ \vdots \\ s(n+m) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -s(n-1) & \dots & -s(n-p) \\ -s(n) & \dots & -s(n-p+1) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ -s(n+m-1) & \dots & -s(n+m-1-p) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \vdots \\ \alpha_p \end{bmatrix} \quad (10)$$

Donde el vector α son los coeficientes; también se puede escribir lo anterior como:

$$S_m(n) = \Phi^T(n)\alpha \quad (11)$$

2.4 Sistema de arranque del motor de combustión

Los nuevos sistemas de alimentación de los motores modernos ya incorporan el encendido y el combustible en un solo sistema, también conocido por gestión del motor. En general utilizan una sola unidad de comando para controlar todo el sistema de alimentación (chispa y combustible) (BOSCH, 2013).

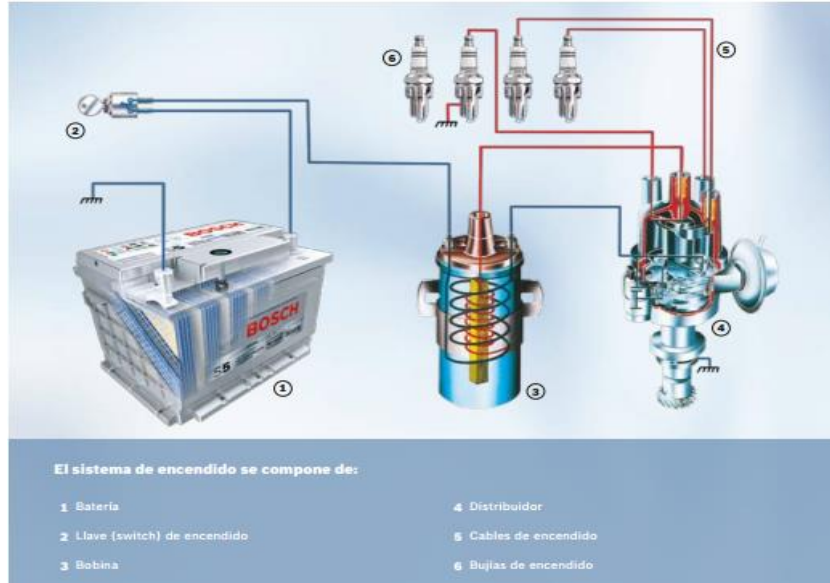
2.4.1 Sistema convencional (con platino). Como sabemos, la tensión de 12V suministrada por la batería no es suficiente para producir la chispa en la bujía de encendido; por lo tanto esta tensión debe ser aumentada hasta que alcance un valor suficiente para el “salto” de la chispa entre los electrodos (BOSCH, 2013).

Ese aumento de la tensión se consigue a través de la bobina de encendido, que solo es un “transformador”, que recibe de la batería una baja tensión, y la transforma en alta tensión, necesaria para la producción de la chispa (BOSCH, 2013).

Muchos piensan que cuanto más potente sea la bobina mayor será la chispa, esto es un gran error, en realidad no es la bobina que envía la energía que quiere, sino que es el sistema de encendido el que la solicita o la necesita.

Esa solicitud de energía en realidad depende de muchos otros factores.

Figura 11. Sistema de encendido convencional



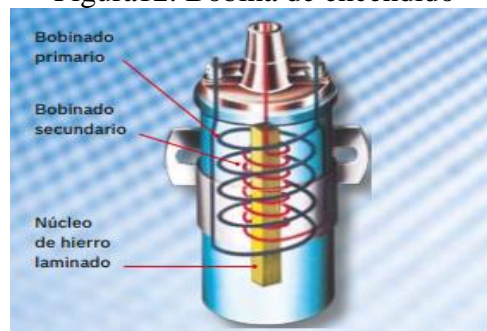
Fuente: (BOSCH, 2013)

2.4.1.1 Bobina de encendido. Construida en carcasa metálica, posee en su interior un núcleo de hierro laminado y dos bobinados, que son conocidos también por bobinado primario y secundario (BOSCH, 2013).

El bobinado primario posee aproximadamente 350 espiras más gruesas que el secundario, está conectado a los terminales positivo y negativo. El bobinado secundario con aproximadamente 20000 espiras está conectada a la salida de alta tensión y la otra extremidad internamente conecta al bobinado primario. (BOSCH, 2013)

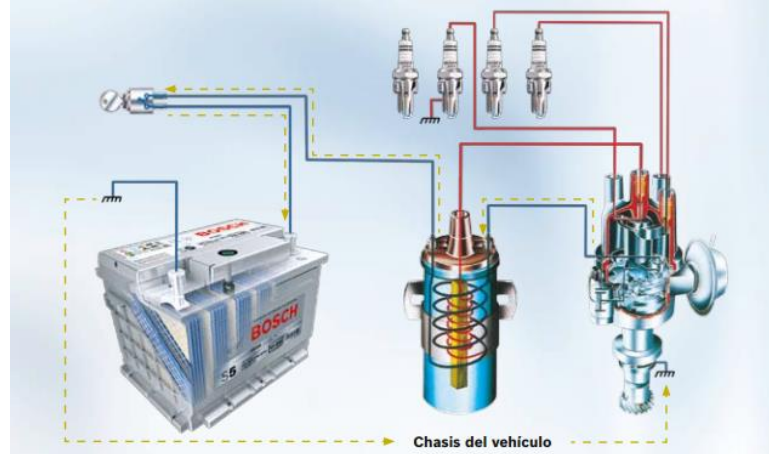
Cuando se prende la llave de encendido y se da el arranque, el platino se abre y se cierra. Con el platino cerrado, el bobinado primario recibe una corriente (alrededor de 4 amperios) que sale de la batería por el polo negativo, camina por el chasis del vehículo, pasa por el distribuidor/platino, y circula por el bobinado primario (BOSCH, 2013).

Figura12. Bobina de encendido



Fuente: (BOSCH, 2013)

Figura 13. Sentido de la corriente a través del sistema de encendido

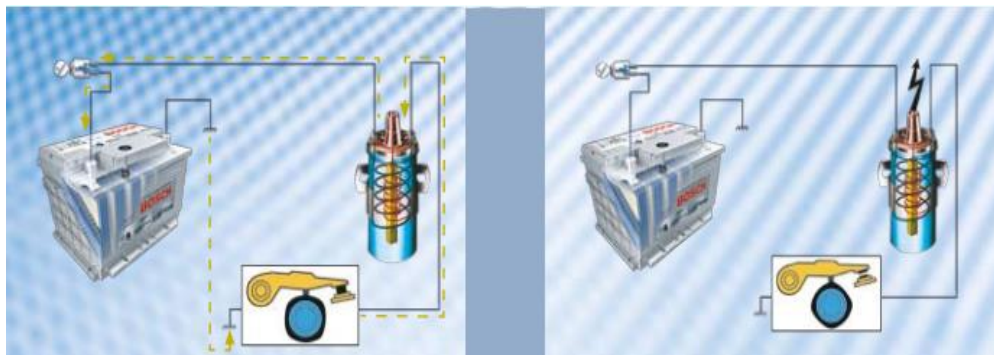


Fuente: (BOSCH, 2013)

2.4.1.2 Distribuidor con platino. Durante el tiempo que el platino se queda cerrado, está produciéndose un campo magnético en el núcleo de hierro de la bobina. Este campo magnético sigue aumentando hasta que alcance su punto máximo. En ese momento el platino se abre (accionado por el eje de levas del distribuidor) interrumpiendo la circulación de corriente por el circuito primario de la bobina.

En ese momento de la apertura del platino, la corriente eléctrica que está circulando debe ser inmediatamente interrumpida. Instantáneamente, el condensador actúa como un acumulador, absorbiendo eventualmente la corriente que podría saltar (chispa) entre los contactos del platino (BOSCH, 2013)

Figura14. Apertura y cierre del platino



Fuente: (BOSCH, 2013)

Cuando la corriente que circula por el bobinado primario (corriente primaria) se interrumpe bruscamente (por el platino y el condensador), el campo magnético que se había producido en el núcleo de hierro desaparece repentinamente. Cuando las líneas magnéticas desaparecen, se produce tensión en el bobinado secundario (BOSCH, 2013).

La corriente de encendido sale de la tapa del distribuidor, pasa por el cable de alta tensión (cable de bujía), llegando hasta la bujía, donde a través de los electrodos, se produce la chispa de alta tensión (BOSCH, 2013).

Figura 15. Sentido de la corriente desde la bobina hacia el platino



Fuente: (BOSCH, 2013)

2.4.1.3 Rotor. Cuando el rotor gira dentro de la tapa del distribuidor y distribuye la alta tensión, la corriente salta entre la punta del rotor y el terminal de la tapa (BOSCH, 2013).

Figura 16. Rotor



Fuente: (BOSCH, 2013)

2.4.1.4 Resistor en el rotor. En los rotores existe un resistor supresivo (conocido como resistencia), que tiene la función de atenuar las interferencias electromagnéticas producidas por la chispa (BOSCH, 2013).

Esas interferencias pueden “interferir” en el funcionamiento de la radio, inyección y otros componentes electrónicos. La resistencia debe ser probada, y si está disconforme con lo recomendado, el rotor tendrá que ser reemplazado (BOSCH, 2013).

Figura 17. Resistencia en el rotor



Fuente: (BOSCH, 2013)

2.4.1.5 Cables de encendido. Estos cables poseen dos características importantes:

- **Aislamiento.** Conducir la alta tensión producida por la bobina hasta las bujías de encendido, sin permitir fugas de corriente, garantizando que exista una combustión sin fallas (BOSCH, 2013).
- **Supresión de interferencias.** Con la misma finalidad del resistor del rotor, los cables de encendido también poseen la característica de eliminar interferencias electromagnéticas, producidas por la alta tensión (BOSCH, 2013).

Figura 18. Cables

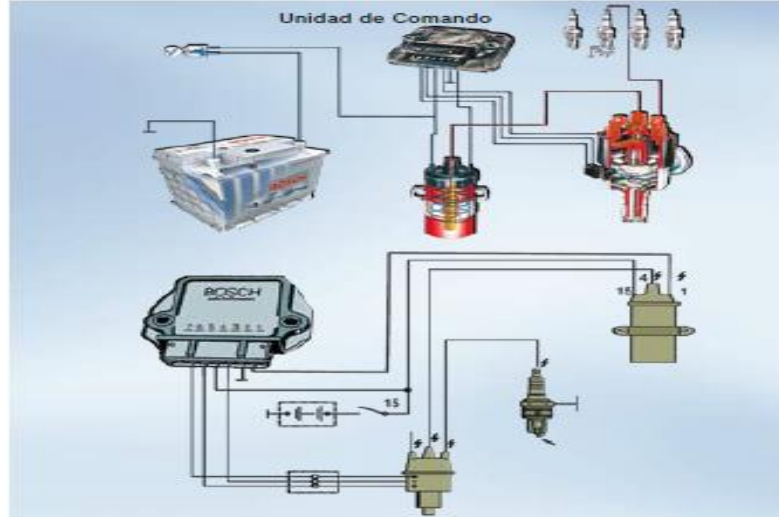


Fuente: (BOSCH, 2013)

2.4.2 Encendido electrónico con generador hall. Este sistema posee innumerables ventajas comparado al sistema anterior, principalmente por tener en la unidad de comando un limitador de corriente además de un corte de corriente de reposo, que traerá beneficios y protegerá la bobina de encendido (BOSCH, 2013).

El modulo electrónico, similar al del generador de impulsos, al pasar una pantalla del tambor por la barrera magnética, el circuito integrado desconecta su corriente de señal y conecta la corriente primaria de bobina. El otro modelo es con la unidad del comando instalada en separado del distribuidor con las mismas funciones (ALONSO, 2002).

Figura 19. Partes del sistema de encendido electrónico con generador hall



Fuente: (BOSCH, 2013)

2.4.3 Encendido electrónico integral. Se entiende por esta designación un sistema electrónico de encendido sin ruptor que, además, suprime totalmente los dispositivos mecánicos de corrección de avance al encendido, a los que sustituye por componentes electrónicos (ALONSO, 2002). Este sistema ofrece ciertas mejoras comparándolo con los anteriores.

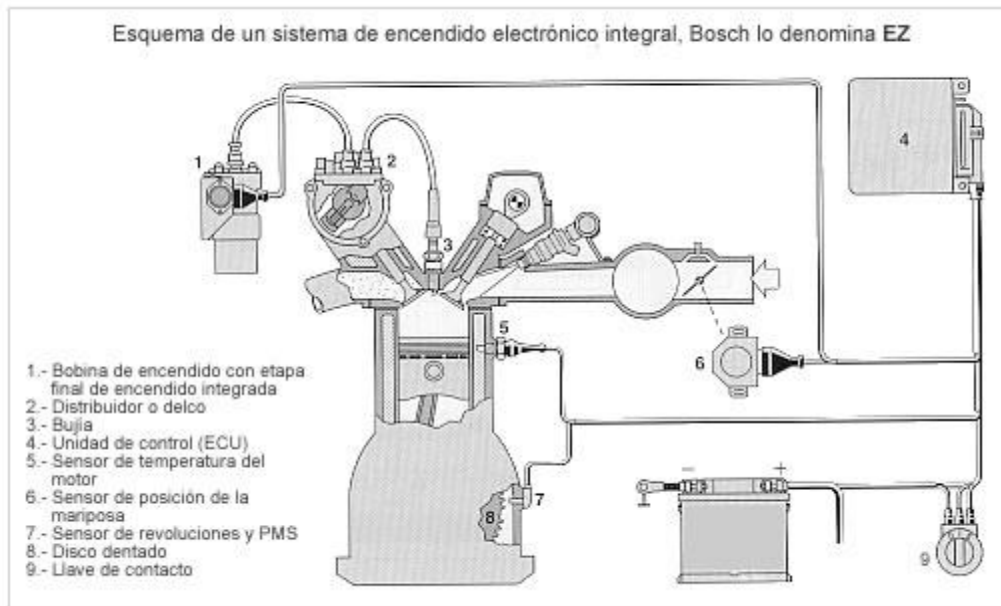
Un calculador electrónico recoge informaciones de régimen y carga del motor de combustión y genera el correspondiente avance del encendido que, en cualquier caso, será el más adecuado (ALONSO, 2002).

Este mismo calculador trata igualmente las señales de mando para cortar o dar paso a la corriente primaria en la bobina de encendido, determinando el instante en que debe saltar la chispa en la bujía que corresponda, a la que se hace llegar por medio de un distribuidor convencional (ALONSO, 2002).

Además posee un sensor de rpm del motor que sustituye el regulador centrífugo del distribuidor, un sensor de presión que mide la presión de carga del motor y sustituye al regulador de vacío del distribuidor.

En la siguiente figura podremos observar las partes que conforman el sistema de encendido electrónico integral la cual incluye el modulo electrónico que será el que reciba la información provenientes de los sensores y la que determina el régimen al cual debe funcionar el motor del vehículo.

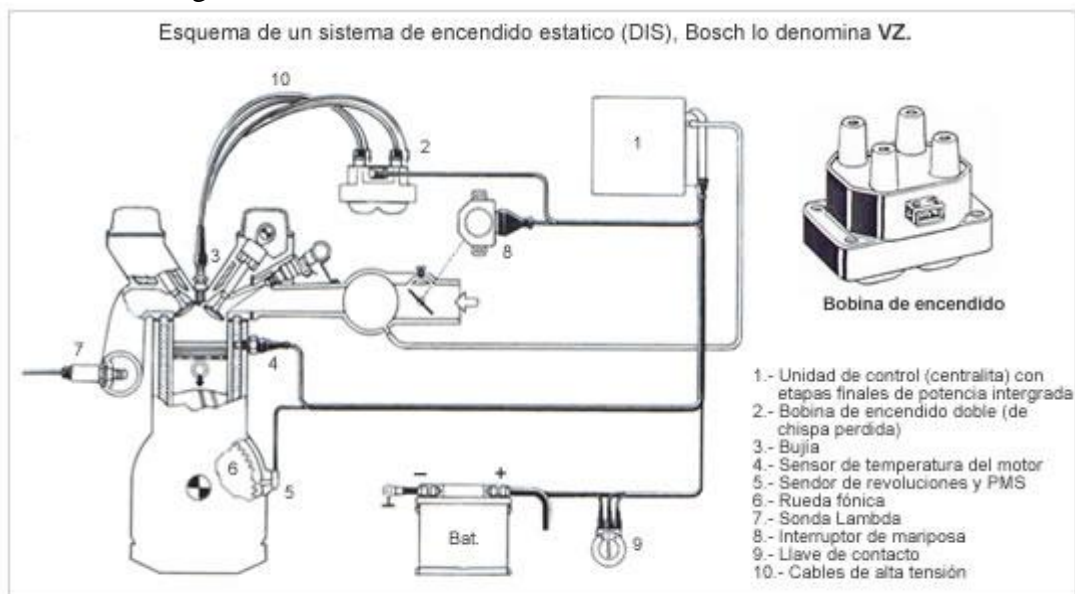
Figura 20. Partes del sistema de encendido electrónico integral



Fuente: (MEGANEBY, 2015)

2.4.4 *Sistemas de encendido estático (DIS).* Actualmente se está imponiendo la utilización de los sistemas de encendido estático, cuya ventaja principal es la supresión del distribuidor de alta tensión, que es origen de distorsiones en el encendido por diversas causas. Estos sistemas de encendido son similares al electrónico integral, gobernados por un módulo electrónico y disponen de una bobina de encendido para cada dos cilindros, o individual para cada cilindro en otros casos, generalmente se ubican sobre su propia bujía (ALONSO, 2002).

Figura 21. Partes del sistema de encendido electrónico DIS



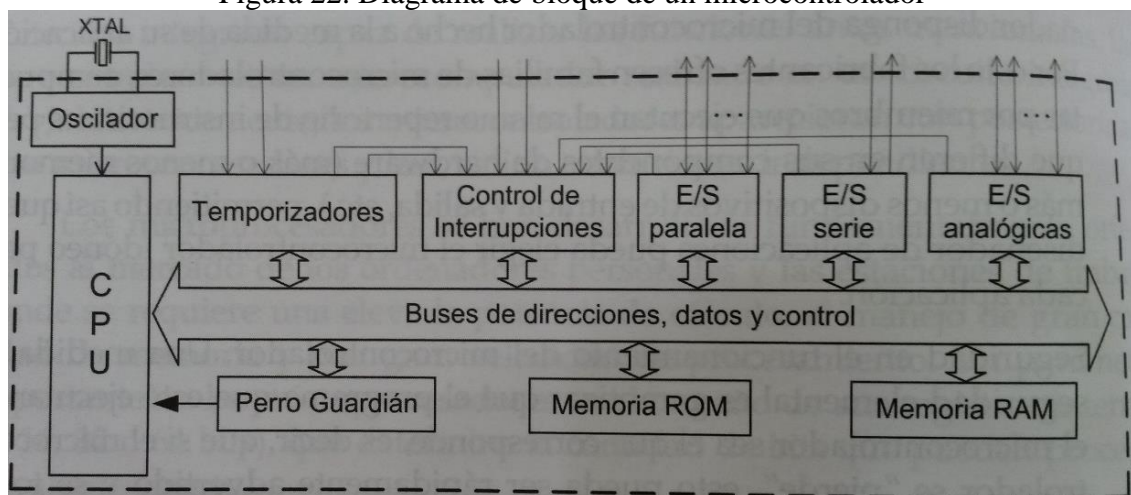
Fuente: (ANÓNIMO, 2015)

2.5 Microcontroladores

Es un circuito integrado programable que acepta un listado de instrucciones y contiene todos los componentes de un computador. Se utilizan para realizar determinadas tareas o para gobernar dispositivos, debido a su reducido tamaño, suele ir incorporado en el propio dispositivo que gobierna (GUATEMALA, 2014).

Evidentemente el corazón del microcontrolador es un microprocesador, pero cabe recordar que el microcontrolador es para una aplicación concreta y no es universal como el microprocesador (GUATEMALA, 2014).

Figura 22. Diagrama de bloque de un microcontrolador



Fuente: (VALDÉS PÉREZ, y otros, 2007)

2.5.1 Diferencia entre microprocesador y microcontrolador. El microprocesador es un circuito integrado que contiene la unidad central de proceso también llamado procesador, de un computador (GUATEMALA, 2014).

Se dice que un microprocesador es un sistema abierto porque su configuración es variable de acuerdo con la aplicación a la que se destine (GUATEMALA, 2014).

El microcontrolador es un sistema cerrado. Todas las partes del computador están contenidas en su interior y solo salen al exterior las líneas que gobiernan los periféricos. La diferencia fundamental es que el microprocesador es un sistema abierto, un microcontrolador es un sistema cerrado que contiene un computador completo y de presentaciones limitadas que no se pueden modificar (GUATEMALA, 2014)

2.6 Sistema electrónico de control

Los sistemas de control, se aplican en esencia para los organismos vivos, las máquinas y las organizaciones (MANJARREZ, 2014).

Un sistema de control está definido como un conjunto de componentes que pueden regular su propia conducta o la de otro sistema con el fin de lograr un funcionamiento predeterminado, de modo que se reduzcan las probabilidades de fallos y se obtengan los resultados buscados (MANJARREZ, 2014).

Los sistemas de control deben conseguir los siguientes objetivos:

- Ser robustos frente a perturbaciones y errores en los modelos.
- Ser eficiente según un criterio preestablecido evitando comportamientos bruscos e irreales (MANJARREZ, 2014).

2.6.1 Clasificación de los sistemas de control según su comportamiento.

2.6.1.1 Sistema de control de lazo abierto. Es aquel sistema en que solo actúa el proceso sobre la señal de entrada y da como resultado una señal de salida, pero basada en la primera. Esto significa que no hay retroalimentación hacia el controlador para que este se pueda ajustar la acción de control es decir, la señal de salida no se convierte en señal de entrada para el controlador (MANJARREZ, 2014).

2.6.1.2 Sistema de control de lazo cerrado. Son los sistemas en los que la acción de control está en función de la señal de salida. Los sistemas de circuito cerrado usan la retroalimentación desde un resultado final para ajustar la acción de control en consecuencia (MANJARREZ, 2014). El control en lazo cerrado es imprescindible cuando se da alguna de las siguientes circunstancias:

- Cuando un proceso no es posible de regular por el hombre, una producción a gran escala que exige grandes instalaciones y el hombre no es capaz de manejar. También cuando son complejos pero son también amplios en cantidad de parámetros, la salida siempre se compara con la entrada.

- Vigilar un proceso requiere una atención que el hombre puede perder fácilmente (MANJARREZ, 2014)

2.6.2 *Características de un sistema de control.*

- Señal de corriente de entrada: considerada como un estímulo aplicado a un sistema desde una fuente de energía externa con el propósito de que el sistema produzca una respuesta específica (WIKIPEDIA, 2013).
- Señal de corriente de salida: Respuesta obtenida por el sistema que puede o no relacionarse con la respuesta que implica la entrada (WIKIPEDIA, 2013).
- Variable manipulada: Es el elemento al cual se le modifica su magnitud, para lograr la respuesta deseada. Es decir, se manipula la entrada del proceso (WIKIPEDIA, 2013).
- Variable controlada: Es el elemento que se desea controlar se puede decir que es la salida del proceso (WIKIPEDIA, 2013).
- Conversión: Mediante receptores se generan las variaciones o cambios que se producen en la variable (WIKIPEDIA, 2013).
- Variaciones Externas: Son los factores que influyen en la acción de producir un cambio de orden correctivo (WIKIPEDIA, 2013).
- Fuente de Energía: Es la que entrega la energía necesaria para generar cualquier tipo de actividad dentro del sistema (WIKIPEDIA, 2013).
- Retroalimentación: La retroalimentación es una característica importante de los sistemas de control de lazo cerrado. Es una relación secuencial de causas y efectos entre las variables de estado. Dependiendo de la acción correctiva que tome el sistema, este puede apoyar o no una decisión, si el sistema se produce un retorno se dice que hay una retroalimentación negativa; si el sistema apoya la decisión inicial se dice que hay una retroalimentación positiva (WIKIPEDIA, 2013)

- Variables de fase: Son las variables que resultan de la transformación del sistema original a la forma canónica controlable. De aquí se obtiene también la matriz de controlabilidad cuyo rango debe ser de orden completo para controlar el sistema (WIKIPEDIA, 2013).

CAPÍTULO III

3. DISEÑO, PROGRAMACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA.

3.1 Diseño del sistema

Con el pasar del tiempo aparecen nuevas ideas sobre cómo lograr el control de equipos o máquinas mediante la voz, pero también surgen nuevos inconvenientes, siendo uno de ellos dar órdenes a un sistema que emita algún tipo de sonido.

Para nuestro caso, el controlar el encendido y apagado del motor de un vehículo mediante órdenes verbales, nuestro desafío es lograr dar órdenes si este se encuentra en un ambiente ruidoso, como el tráfico o el mismo ruido ambiental. Y que las órdenes sean reconocidas como si el ruido no existiera, por ejemplo en los teléfonos celulares que poseen el sistema ‘marcado por voz’ cuando se graba un nombre, si en ese instante hay un ruido como el sonido del motor de un bus, la voz va a estar superpuesta por este ruido y para que sea identificado el comando cuando se solicite, el bus debería pasar por ahí nuevamente, porque el algoritmo no va a reconocer lo que se dijo. De esta manera el micrófono por donde se capta la voz, recibe la señal de ruido (sonido cualquiera) y para que no se mezcle con la orden se debe reducir de alguna manera.

Teniendo en cuenta la seguridad para el usuario, la llave tiene que ser insertada y abrir el interruptor de encendido a la primera posición, para que el módulo pueda continuar con su trabajo, el cual sería alimentar el motor de arranque y con el mismo modulo energizar los subsistemas del vehículo como son los accesorios, ECU, bomba de gasolina, etc.

En nuestro sistema para eliminar el principal inconveniente de saber si el vehículo se encuentra o no en marcha, buscamos una opción para que el usuario tenga el control sobre el módulo, el verdadero reto es apagar el vehículo, ya que estando en circulación, el modulo podría reconocer el comando para apagar el motor , y este se detendría sin que sea necesario hacerlo, para iniciar con el diseño se realizara una lista de todos los posibles inconvenientes que se tendrá con la realización del módulo y conexión al vehículo:

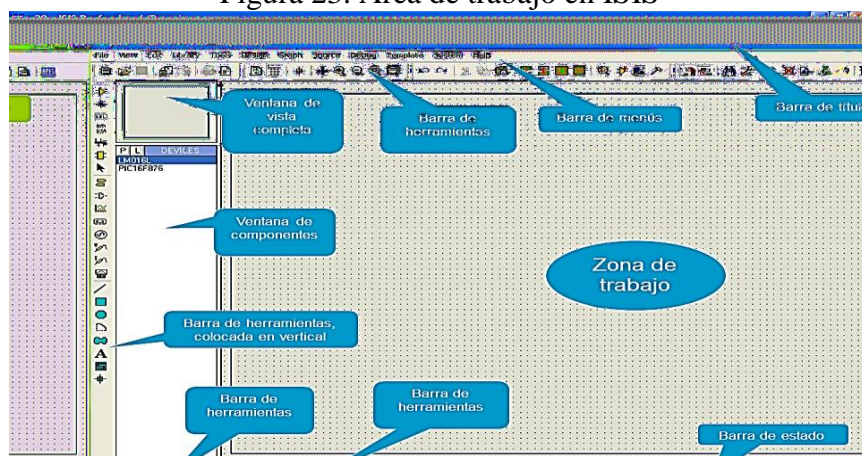
- Conexiones eléctricas al interruptor de encendido.
- Inicio de la secuencia de encendido por parte del módulo.
- Superar el bloqueo del volante ya que cuando no se inserta la llave en el interruptor de encendido, el volante tiende a bloquearse.
- Establecer la opción más segura de apagar el motor.
- Aun cuando se pueda encender y apagar el motor con el comando de voz, como medio de emergencia siempre estará activo el sistema de encendido convencional mediante la llave del vehículo.

3.2 Esquema del sistema electrónico

Para realizar los esquemas y simulación de funcionamiento del circuito principal de nuestro modulo, se utilizó el programa denominado Isis de Proteus, el entorno de diseño electrónico de Proteus VSM de Labcenter Electronics ofrece la posibilidad de simular código microcontrolador de alto y bajo nivel. Esto permite el diseño tanto a nivel hardware como software y realizar la simulación en un mismo entorno.

Para ello, se suministran tres potentes sub entornos como son ISIS para diseño gráfico, VSM para la simulación y Ares para diseño de placas.

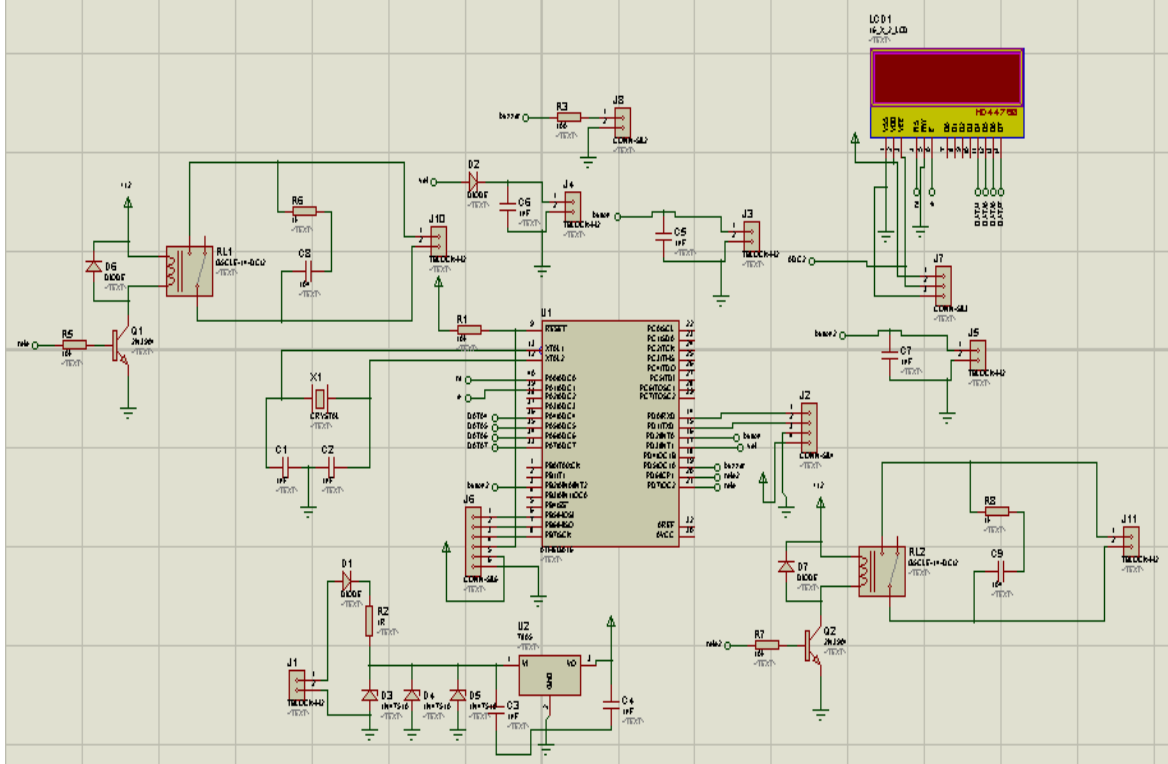
Figura 23. Área de trabajo en ISIS



Fuente: Autores

En la Figura 25 se encuentra el circuito principal armado en ISIS (sin simular), y donde los componentes que se encuentran son los que ocuparemos en nuestra placa.

Figura 24. Esquema circuitería principal



Fuente: Autores

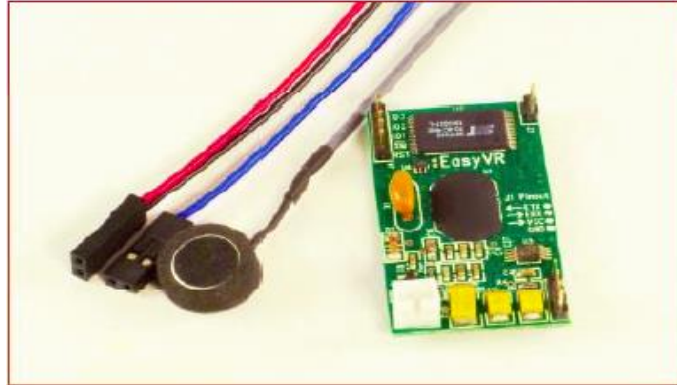
3.3 Componentes principales del módulo de reconocimiento de voz

Para lograr el encendido y el apagado del vehículo mediante un comando de voz, logrando una autonomía en el vehículo en el cual no necesitaremos girar las llaves en el switch para encenderlo o apagarlo, es necesario utilizar algunos elementos electrónicos para asegurar la alimentación constante de energía a todo el sistema electrónico de nuestra placa y otros elementos indispensables tanto para lograr el reconocimiento de voz, como el procesamiento y tratamiento de la señal emitida por el reconocedor de voz, los cuales detallaremos a continuación:

3.3.1 EasyVR. Se trata de un módulo para reconocimiento de voz y reproducción de sonido en el que las voces que va a reconocer pueden ser predefinidas o nos da la oportunidad de grabarlas internamente en la memoria por el usuario y en cualquier idioma, para lo cual existe una etapa de entrenamiento para grabarlas en la memoria interna del módulo (VEEAR, 2013).

Son innumerables las distintas aplicaciones del módulo de reconocimiento EasyVr, como los sistemas gobernados por voz, pueden ser robóticos, domésticos y de control.

Figura 25. Módulo de reconocimiento EasyVR.



Fuente: (VEEAR, 2013)

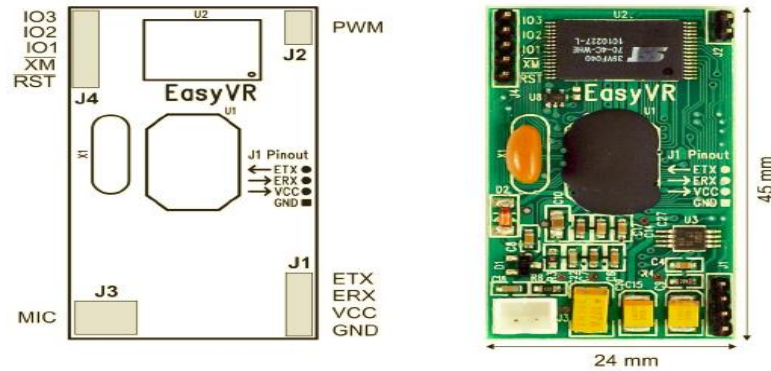
La siguiente tabla nos muestra las principales características de nuestro reconocedor de voz, el cual es proporcionado en el manual de usuario del dispositivo

Características EasyVR (VEEAR, 2013)

- Veintiséis comandos y voces pre-programadas (SI).
- Admite hasta 32 comandos y sus correspondientes voces definidas por el usuario.
- Los comandos y voces SD se pueden organizar en hasta 16 grupos.
- El modulo se puede conectar fácilmente con cualquier tipo de controlador mediante comunicación serial.
- Dispone de un potente protocolo de comandos para el desarrollo de cualquier aplicación basad en el reconocimiento de voz.
- Alimentación de 3,3 a 5V.
- Salida PWM de audio que admite la conexión con un altavoz de 8 Ω .
- Capacidad de reproducción de hasta 9 minutos de sonidos y/o voces.

La figura 27 muestra las dimensiones físicas del módulo EasyVR así como la disposición de las señales q se explica en la tabla.

Figura 26. Distribución de señales del EasyVR.



Fuente: (VEEAR, 2013).

La siguiente tabla describe la numeración y la disposición de los conectores en nuestro reconocedor de voz (EasyVR) así como su correspondiente descripción.

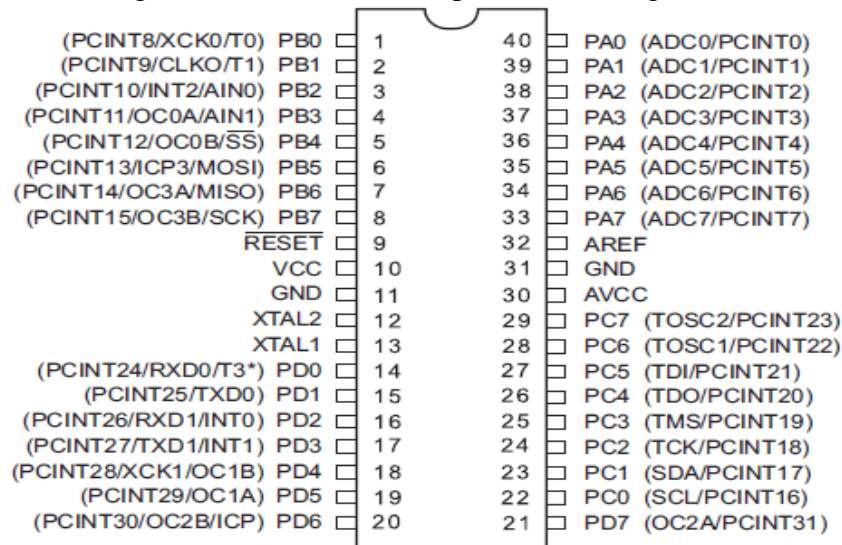
Tabla 6. Descripción de conectores en el EasyVR

Conector	Pin No.	Nombre	Tipo	Descripción
J ₁	1	GND	-	Tierra de alimentación
	2	VCC	E	Entrada de alimentación
	3	ERX	E	Recepción serie de datos (niveles TTL)
	4	ETX	S	Transmisión serie de datos (niveles TTL)
J ₂	1-2	PWM	S	Salida PWM diferencial de audio. Puede conectarse directamente a un altavoz de 8Ω
J ₃	1	MIC_RET	-	Tierra para el micrófono
	2	MIC_IN	E	Entrada de señal del micrófono
J ₄	1	/RST	E	Reset asíncrono del módulo activo por nivel "0". Está conectada internamente con una resistencia Pull-Up de 100k
	2	/XM	E	Selección del modo de arranque del módulo. Internamente está conectada con una resistencia Pull-Down de 1k
	3	IO1	E/S	Línea de E/S de propósito general (nivel TTL de 3.0V)
	4	IO2	E/S	Línea de E/S de propósito general (nivel TTL de 3.0V)
	5	IO3	E/S	Línea de E/S de propósito general (nivel TTL de 3.0V)

Fuente: (VEEAR, 2013).

3.3.2 Microcontrolador Atmega 164P. Atmega164P es un microcontrolador CMOS de 8 bytes de bajo consumo basado en la arquitectura RISC mejorada. Sus instrucciones se ejecutan en un ciclo de máquina, el ATmega164P transferencia de información alrededor de 1 MIPS por MHz admitido por el sistema, permitiendo al diseñador del sistema optimizar el consumo de energía versus la velocidad de procesamiento (ATMEL, 2013).

Figura 27. Distribución de pines del Atmega 164PA.



Fuente: Datasheet Atmega 164PA

A continuación vamos a detallar las principales características del microcontrolador Atmega 164PA

Arquitectura RISC avanzada

- 131 instrucciones potentes.
- La mayoría de instrucciones se ejecutan en un solo ciclo de reloj.
- 32 registros de propósito general de 8bits.
- Rendimiento hasta de 16MIPS a 16MHz.

Memorias de programa y de datos no volátiles de alta duración

- 16/32Kbytes de flash auto programable en el sistema.
- 512/1K/2/Kbyte de EEPROM.
- 1/2/4Kbytes de SRAM Interna.

- Ciclos de escritura/borrado: 10000 en Flash / 100000 en EEPROM.
- Retención de datos: 20 años a 85°C / 100 años a 25°C.
- Sección opcional de código Boot con bits de bloqueo independientes.
- Bloqueo programable para la seguridad del software.

Interface JTAG

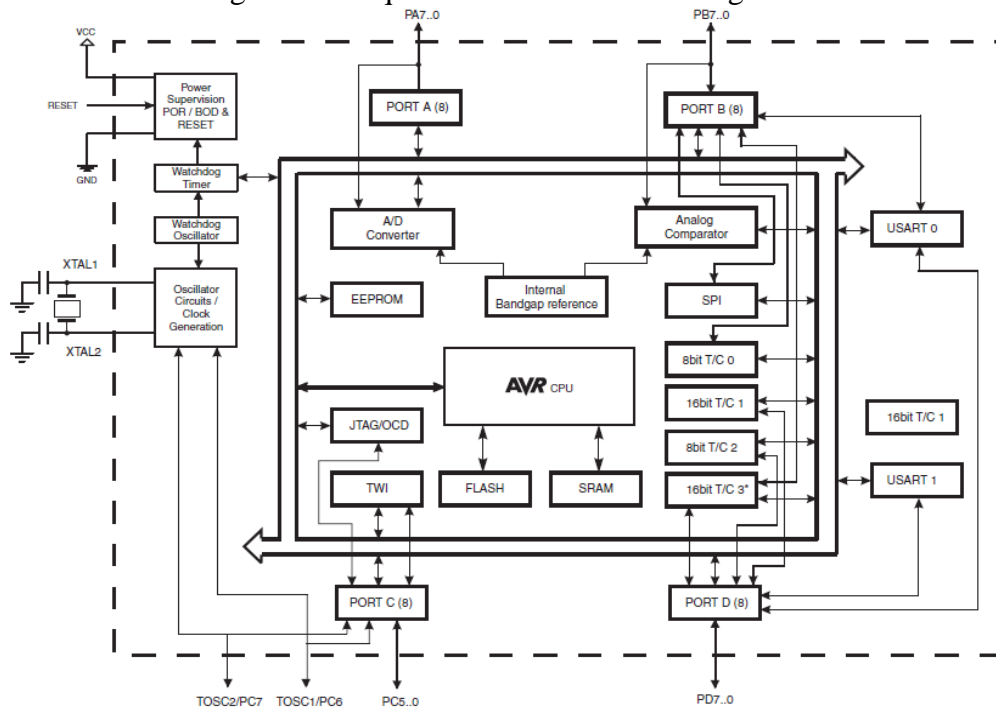
- Capacidades de Boundary Scan de acuerdo con el estándar JTAG.
- Soporte extendido Debug dentro del chip.
- Programación de Flash, EEPROM, fusibles y bits de bloqueo a través de la interface.

Voltajes de operación

- 1.9 - 5.5V para el ATMEGA 164P/324P/644PV.
- 2.7 - 5.5V para el ATMEGA 164P/324P/ 644P.

Más información sobre las características del Atmega164P las encontramos en el ANEXO C, en el cual están detallados todos sus puertos de conexión y su estructura.

Figura 28. Arquitectura interna del Atmega 164P



Fuente: Datasheet Atmega 164P

3.4 Lenguaje de programación

En esta sección se abordará el programa (Anexo A) y el lenguaje de programación utilizado para la funcionalidad del microcontrolador del circuito principal.

Se seleccionó el compilador Atmel Studio 6.1, que es una plataforma integrada de desarrollo (PID) para desarrollar y depurar aplicaciones basadas en microcontroladores Atmel ARM Cortex-M y Atmel AVR. E; Atmel Studio da todas las facilidades para escribir, compilar y depurar las aplicaciones escritas en lenguaje C, C++, ensamblador. Usaremos el lenguaje C que es el más óptimo para nuestra aplicación, además de que incorporan librerías predeterminadas necesarias para la comunicación con elementos externos, como la pantalla LCD, etc.

Adicionalmente la Plataforma de Desarrollo Integrada ahora incluye dos nuevas presentaciones, diseñadas para aumentar la productividad. Atmel es un espacio de trabajo colaborativo donde se puede compartir los diseños con seguridad.

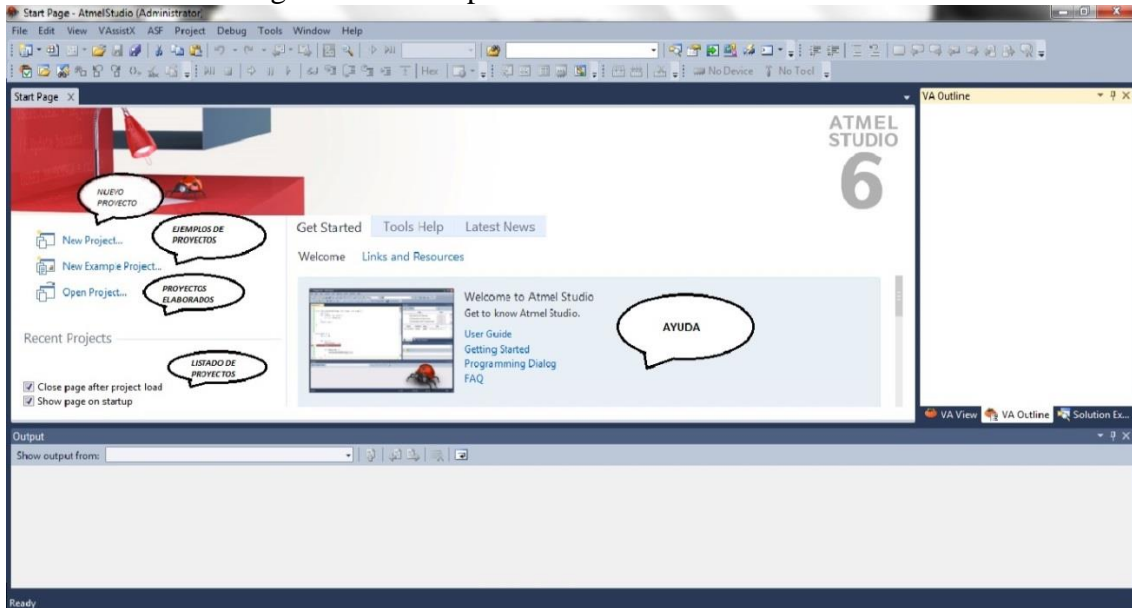
Dispone de una amplia gama de librerías de funciones predefinidas, comandos de preprocesador y ejemplos. Además. Suministra los controladores (drives) para diversos dispositivos como LCD, convertidores AD, relojes en tiempo real, EEPROM serie, etc.

Un compilador convierte el lenguaje de alto nivel a instrucciones en código máquina. Los programas son editados y compilados a instrucciones máquina en el entorno de trabajo del PC, el lenguaje que se utilizará en éste compilador es el lenguaje C estándar.

Una vez abierto el programa se despliega la página inicial, donde se puede escoger entre crear un nuevo proyecto, ejemplos de proyectos o proyectos elaborados, cuyo listado más reciente también se muestra. Se puede encontrar también ayuda que el programador puede llegar a requerir.

A continuación mostraremos una imagen del entorno del estudio en el cual vamos a realizar la programación para nuestro microcontrolador Atmega 164P, según recomendaciones del fabricante es preferible realizar la programación con este tipo de plataforma. En la siguiente figura se puede observar la pantalla principal del Atmel studio.

Figura 29. Descripción del entorno Atmel Studio 6.

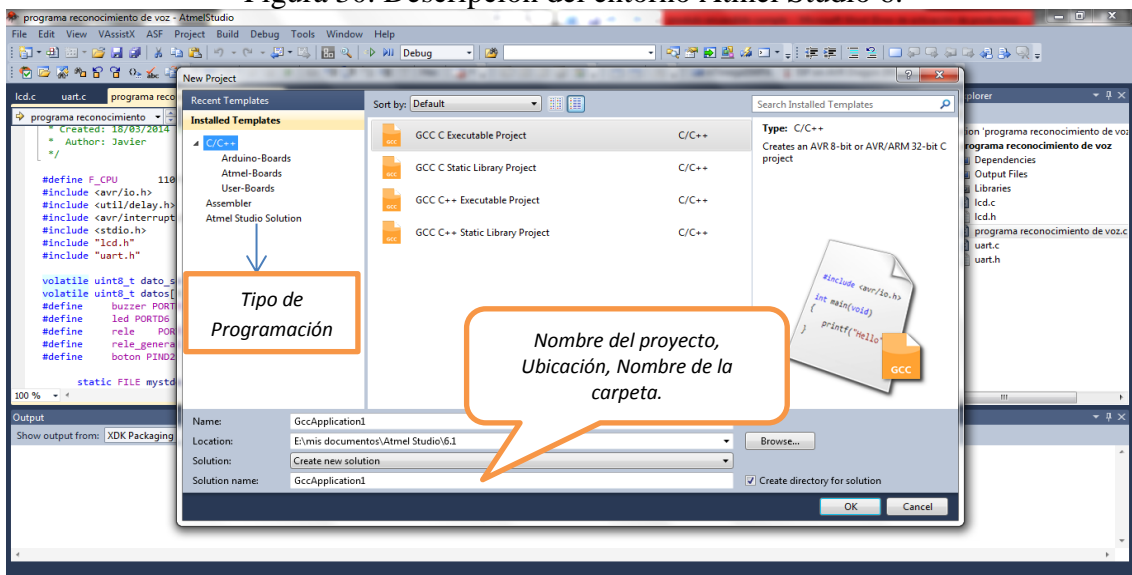


Fuente: Autores

En la siguiente pantalla podemos observar que al elegir crear un nuevo proyecto se debe escoger el tipo de programación a utilizar, que puede ser: C, C++ y ensamblador, posterior a esto se debe escoger el nombre del proyecto, nombre de la carpeta, para elegir la ubicación donde se va a crear la carpeta, se lo puede hacer mediante la opción de búsqueda.

Una vez efectuado este proceso, al pulsar OK, queda establecido el inicio del proyecto deseado.

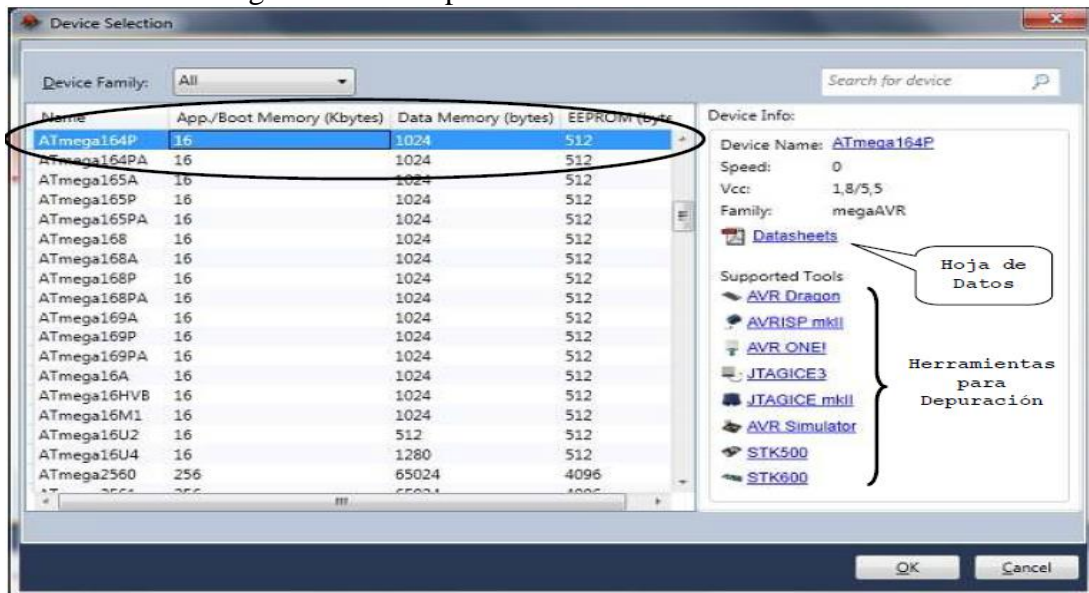
Figura 30. Descripción del entorno Atmel Studio 6.



Fuente: Autores

Luego de presionar el botón OK se desplegará la ventana Device Selection en la cual vamos a escoger el tipo de microcontrolador en el cual vamos a desarrollar el proyecto, en nuestro caso el Atmega 164PA, al escogerlo antes de confirmar se muestra la respectiva hoja de datos como también las herramientas de depuración del dispositivo.

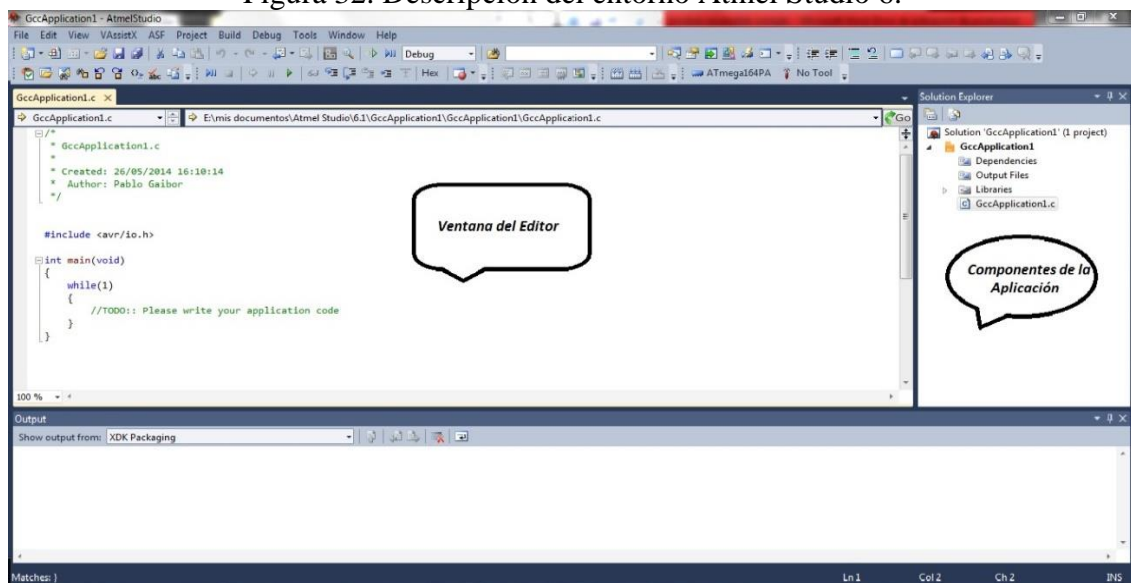
Figura 31. Descripción del entorno Atmel Studio 6.



Fuente: Autores

A partir de aquí el entorno está listo para ser usado, la ventana de edición se habilita junto con las ventanas situadas a la derecha que contiene los componentes de la aplicación. En la parte inferior se encuentra la ventana de salida de resultados.

Figura 32. Descripción del entorno Atmel Studio 6.



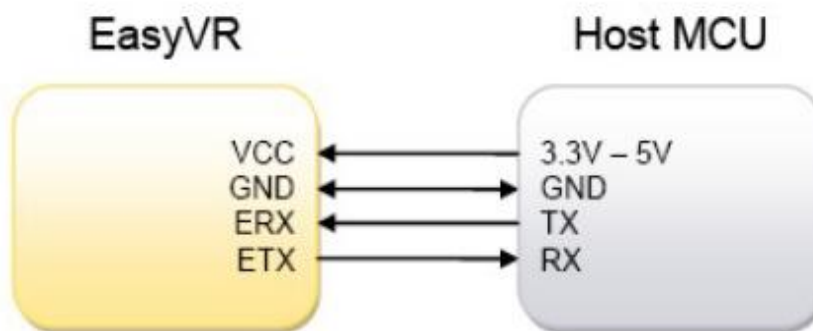
Fuente: Autores

3.5 Acondicionamiento de señales de entrada

Básicamente las señales emitidas por parte del EasyVR hacia el microcontrolador, es la señal que será analizada ya que, esta enviará la señal del comando reconocido al microcontrolador y este se encargara de ejecutar los pasos programados en él. Gracias al protocolo de comunicación del EasyVR nos será posible realizar nuestras propias aplicaciones a medida. Efectivamente, el EasyVR se puede conectar además de a un PC, a cualquier otro sistema de control basado en microcontroladores como pueden ser los PIC's, Basic Stamp, Atmel, Arduino, etc. Los cuales actuaran como host.

El EasyVR emplea un UART como interface estándar de comunicación con niveles lógicos compatibles TTL de acuerdo a la tensión con la que se le alimente (3.3, 5V). Las conexiones entre el EasyVR y el controlador principal (Host MCU) son compatibles a nivel eléctrico. Lo único que se debe tomar en cuenta es que la señal ETX de transmisión de datos del EasyVR debe conectarse con la de recepción RX del controlador y viceversa. Es decir las señales se deben cruzar como se muestra en la figura 34.

Figura 33. Conexión entre el EasyVR y el host



Fuente: (VEEAR, 2013)

Por defecto, al conectar la alimentación, la configuración de la comunicación es de 9600 baudios, 8 bits de datos, 1 de stop y sin paridad. Los baudios pueden configurarse en el rango de 9600 hasta 115200.

En la comunicación solo se emplean caracteres ASCII imprimibles, lo que permite el control de EasyVR desde cualquier software de comunicación para PC como, por ejemplo, el hyperterminal de Windows. Se siguen los siguientes criterios.

- Los comandos que se transmiten desde el host al módulo por la línea TX son siempre caracteres en minúsculas. Por su parte el EasyVR responde al Host por la línea RX unos caracteres de estado que también son siempre en minúsculas.
- Los parámetros necesarios tanto para los comandos transmitidos como los de estado recibido, son siempre caracteres en mayúsculas.
- Cada comando que transmite el host por la línea de TX con los argumentos o parámetros necesarios (cero o más caracteres).
- Existe un retardo mínimo entre cada byte enviado al Host por parte del EasyVR, que por defecto es de 20ms. Se puede configurar en rangos que van de 0 a 9 ms, de 10 a 90 ms y de 100 ms a 1 s. esto permite adaptarse a la velocidad de proceso de alta o baja por parte del Host.
- El flujo de información lo controla el Host en todo momento. Cada byte que manda el EasyVR como réplica a un determinado comando, debe ser reconocido por parte del Host que le envía el carácter espacio (0x20) para recibir así los sucesivos bytes de respuesta si los hubiera.
- Los comandos y/o argumentos incorrectos quedan reflejados por el correspondiente byte de estado que envía el EasyVR al Host para su oportuno tratamiento. Por otra parte si el Host no envía todos los bytes de argumentos o parámetros necesarios por un determinado comando, este es ignorado por parte del módulo EasyVR.
- Cada vez que se conecta la alimentación el módulo EasyVR queda en el modo “sleep” de bajo consumo.

3.6 Construcción del sistema

Aquí podremos observar los esquemas electrónicos que forman parte de nuestro sistema de módulo de encendido. Detallaremos los elementos electrónicos y el diseño de nuestro sistema de control de voz, los cuales fueron realizados en Proteus Professional, la plataforma que nos facilita graficar y diseñar nuestro sistema de control.

3.6.1. Elementos eléctricos y electrónicos. Los elementos eléctricos y electrónicos requeridos por nuestro módulo de encendido por comando de voz los vamos a enumerar a continuación:

- Microcontrolador Atmega 164PA
- EasyVR
- Pantalla LCD 16x2
- 3 Diodos Zenner 1N4751A
- 1 Conn Atmega 16
- 1 CONN-SIL3 (Para alimentación del LCD)
- 1 CONN-SIL4 (Para conexión del EasyVR)
- 1 CONN-SIL6 (Para programación en sitio del Atmega)
- Diodos LED
- 3 relé G5CLE-14-DC12
- Resistor METALFILM150R
- Borneras.
- Condensadores.
- Resistencias.

Los elementos están sujetos a cambios en caso de ser necesario.

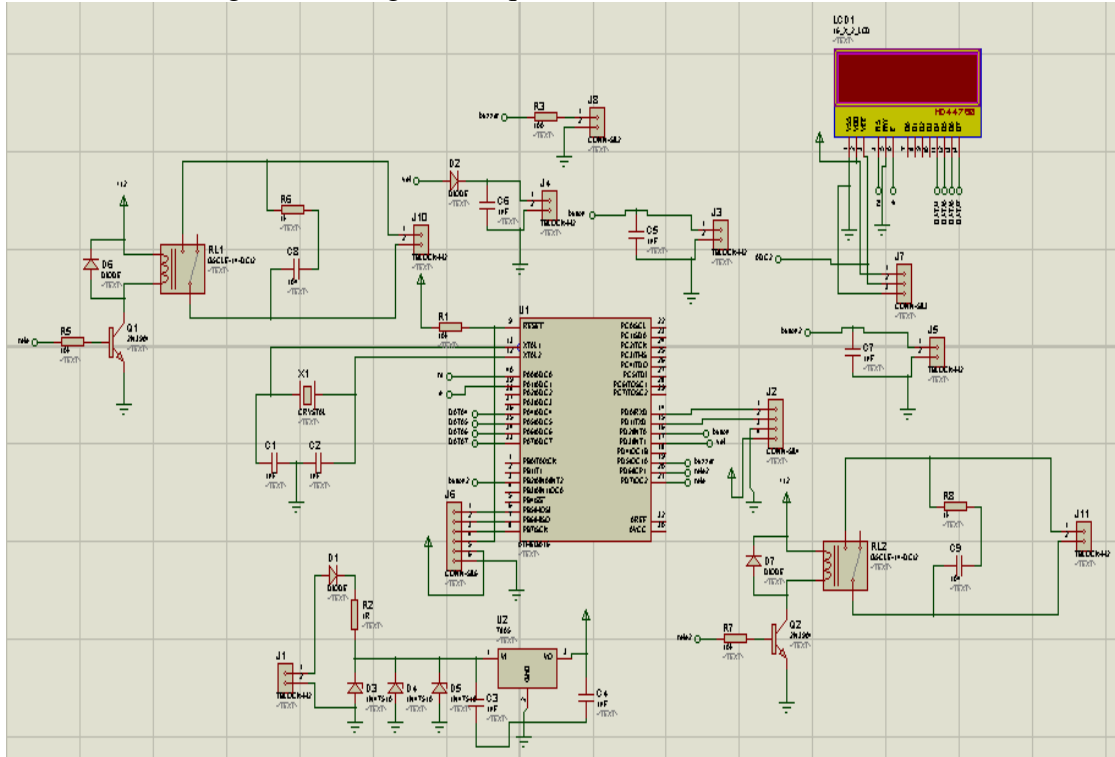
3.6.2 Diseño del PCB (Printed Circuit Board). El diseño de la placa del circuito se lo realizó en Proteus Professional 7.10 que nos facilita la elaboración de placas de una manera práctica. Proteus es un software de diseño electrónico desarrollado por Labcenter Electronics que consta de dos módulos: Ares e Isis.

Isis: Mediante este programa podemos diseñar el circuito que deseemos con componentes muy variados, desde una simple resistencia hasta algún microprocesador o microcontrolador.

Ares: Es la herramienta de rutado de Proteus, se utiliza para fabricar placas de circuito.

A continuación detallamos en las figuras 35 y 36 el diagrama esquemático de nuestro sistema de control de voz.

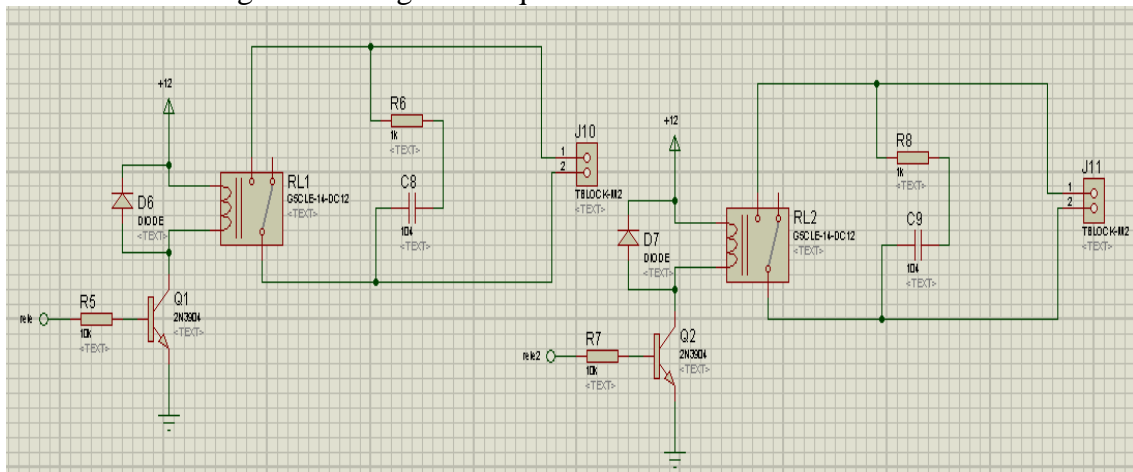
Figura 34. Diagrama esquemático del circuito de control



Fuente: Autores

La figura 36 muestra el diagrama de funcionamiento de los relés en el circuito de control de nuestro sistema de reconocimiento de voz, el cual fue realizado en el programa Proteus, también se puede observar resistencias y diodos, necesarios para el funcionamiento.

Figura 35. Diagrama esquemático del circuito de control

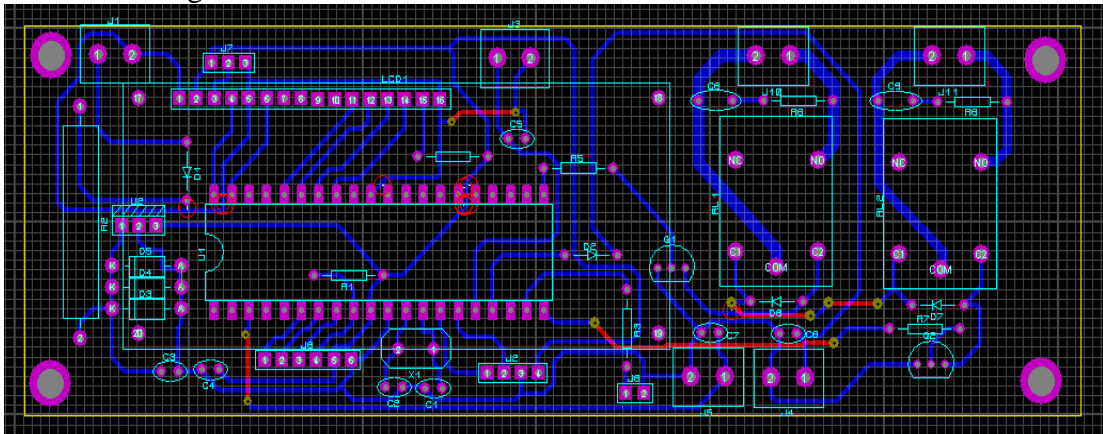


Fuente: Autores

En la Figura 35 tenemos el circuito principal de control, consta de un Atmega 164PA trabajando con el EasyVR el cual va conectado a los puertos 14 y 15 con las líneas de

recepción y transmisión de datos, resistencias y botones en su puerto 16 para dar inicio a la secuencia de encendido, Buzzer en su puerto 19 que sonara cuando el comando ha sido reconocido, relés en sus puertos 20 y 21 con su respectiva función de accionar el motor de arranque del motor y uno para energizar todo el sistema del vehículo, en los puertos 33, 34, 35 y 36 se encuentra conectado el LCD que nos ayudara con una mejor interacción con el sistema.

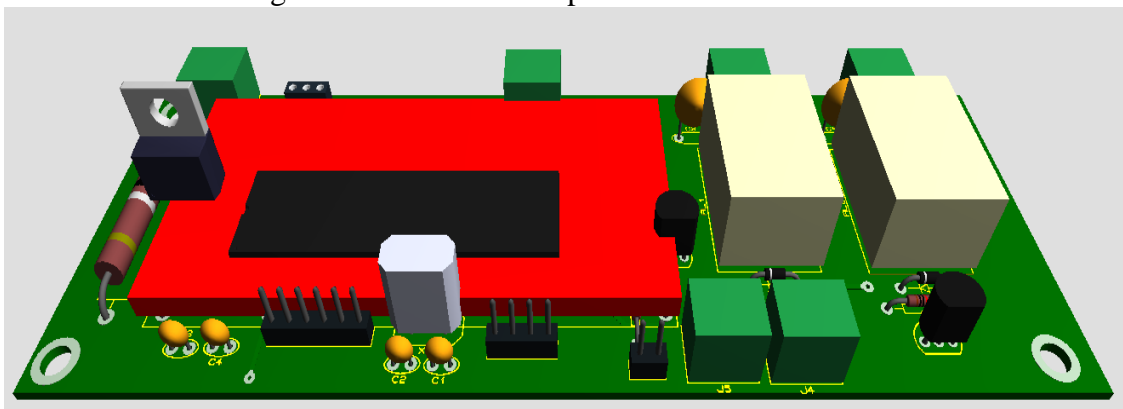
Figura 36. Diseño del PCB del circuito de control del sistema



Fuente: Autores

La figura 38 es una vista en 3D de cómo debería quedar nuestra placa del Módulo de reconocimiento de voz finalizado. Este diseño está sujeto a cambios dependiendo del tamaño que se requiera y del espacio del que podamos disponer, es decir es solo un diseño sujeto a cambios.

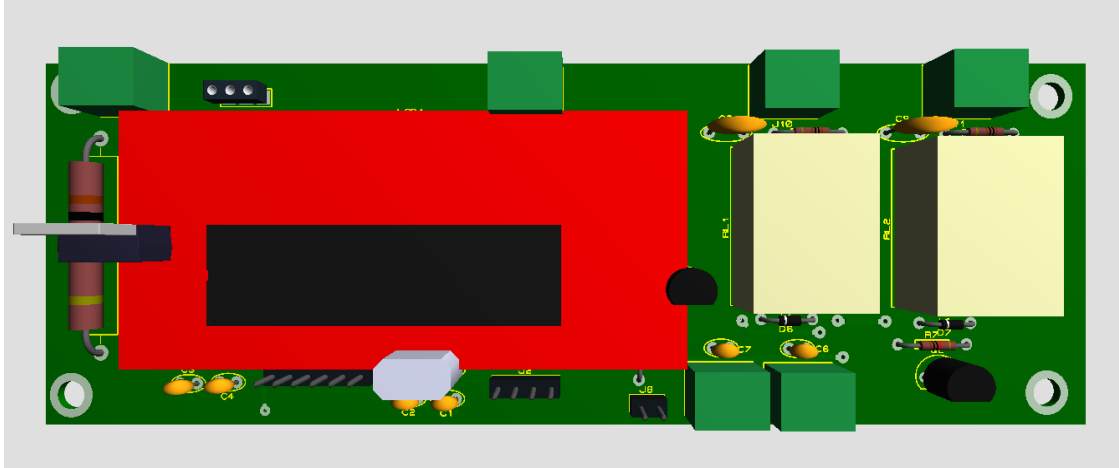
Figura 37. Visualización previa del circuito en 3D



Fuente: Autores

La figura 39 nos muestra la vista superior del circuito en la cual se observan claramente los elementos.

Figura 38. Vista superior del circuito 3D



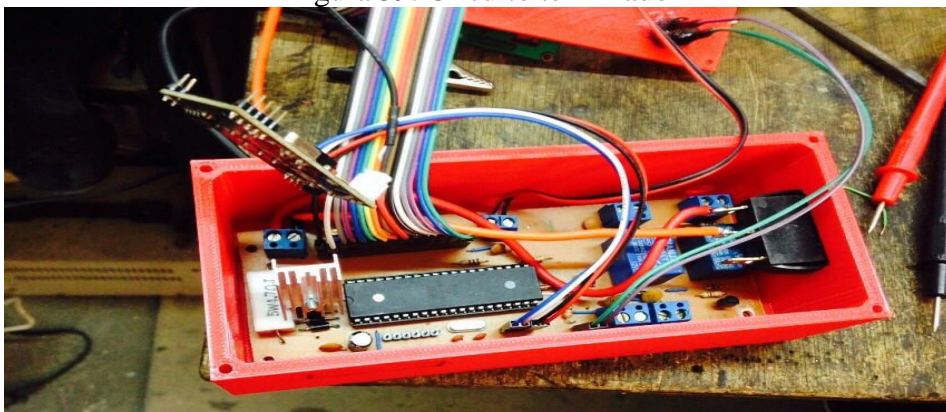
Fuente: Autores

En las siguientes figuras podemos observar el sistema de reconocimiento de voz finalizado y listo para realizar nuestras pruebas de funcionamiento.

La figura 40 nos muestra el módulo de control de voz sin la tapa frontal, en el cual podemos observar los distintos componentes dispuestos en la placa, también podemos observar la conexión de la pantalla LCD y de nuestro reconocedor de voz conocido como Easyvr los cuales no se encuentran directamente soldados a la placa.

Además de nuestra placa podemos observar que se encuentra dentro de una caja la cual la realizamos de material plástico y a medida para proteger el modulo con todos sus componentes electrónicos de las descargas estáticas que se puedan presentar en el manejo de la misma, agregamos un interruptor on/off para el encendido y apagado del mismo.

Figura 39. Circuito terminado



Fuente: Autores

En la figura que mostramos a continuación podemos observar nuestro dispositivo finalizado, al cual posteriormente le agregamos sus respectivas señales. Podemos observar y diferenciar claramente los componentes en la cara principal del dispositivo, es decir los diferentes elementos para ponerlo en funcionamiento.

La pantalla LCD nos muestra el saludo inicial al encender nuestro dispositivo, se puede observar un LED q nos indicará cuándo empezará el reconocimiento, el espacio de nuestro micrófono y otro para un buzzer, y finalmente el botón de inicio del reconocimiento.

También podemos observar que tanto la caja como su respectiva tapa frontal, fueron realizadas a medida, cortando cada una de las entradas para los dispositivos necesarios para el sistema, se observa que la tapa está asegurada por 4 tornillos, los cuales nos brindan la seguridad de mantenerla segura.

Figura 40. Sistema finalizado

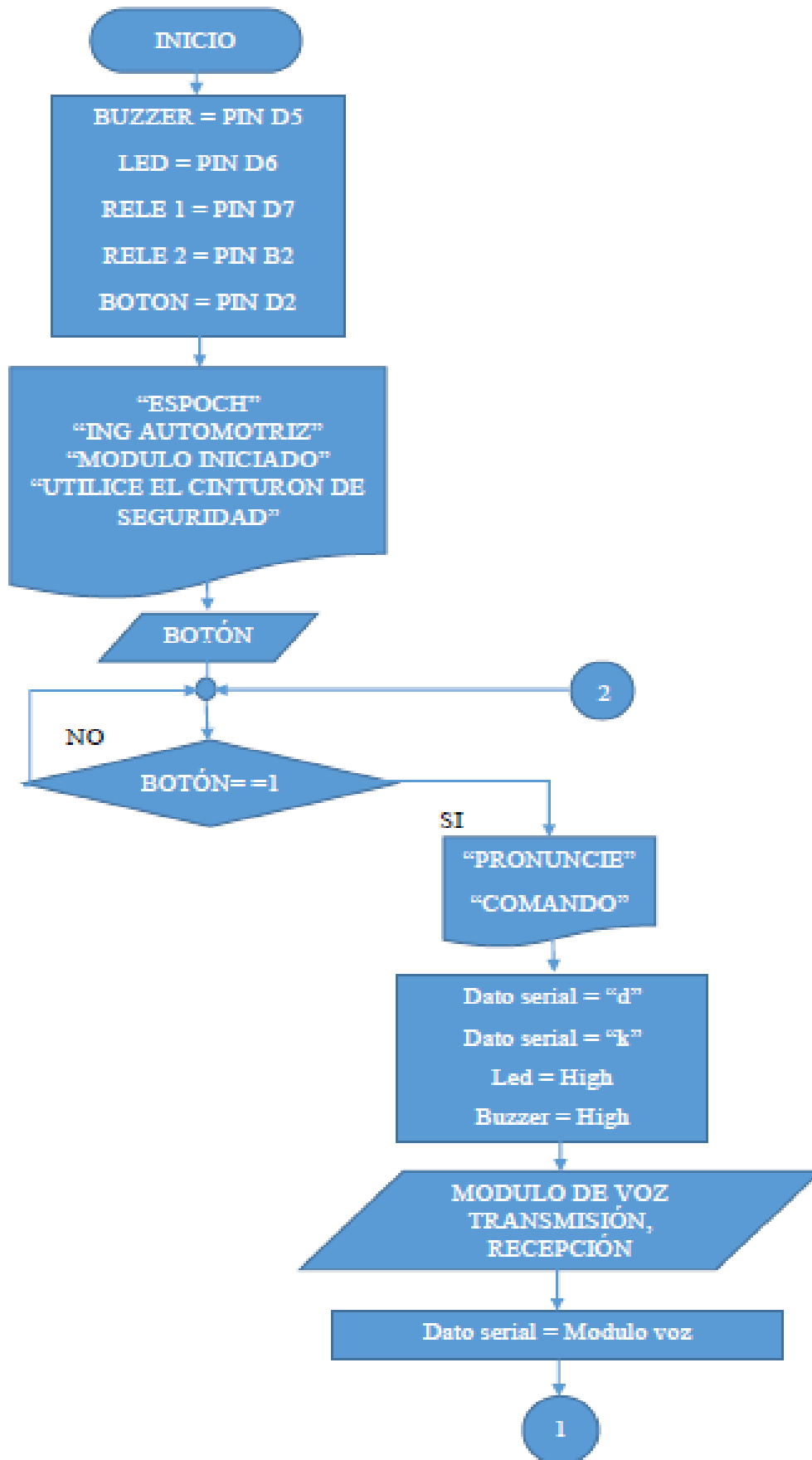


Fuente: Autores

3.6.3 *Diagrama de flujo del sistema.* El diagrama de flujo como sabemos, es la representación gráfica de un algoritmo o proceso. Un diagrama de flujo generalmente posee un solo punto de inicio y un único punto final.

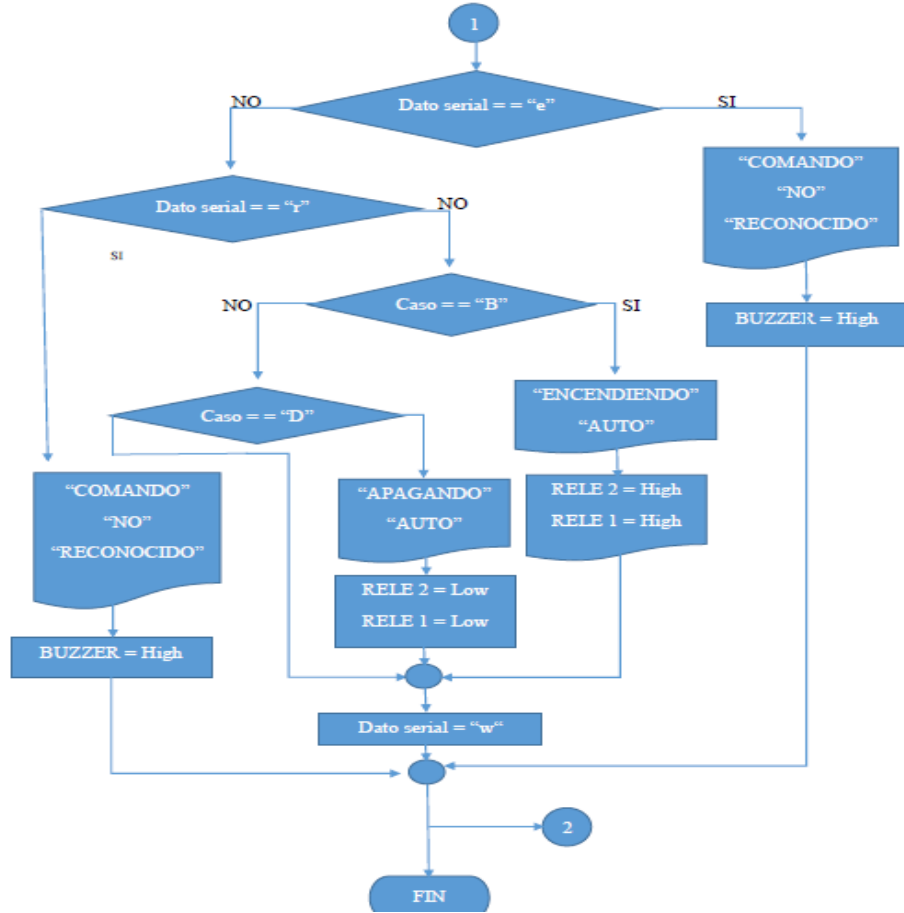
Nuestro diagrama de flujo básicamente nos ayuda a entender de mejor manera el funcionamiento de nuestro dispositivo, en nuestro caso describe cada uno de los pasos por los cuales nuestro dispositivo realiza todo el proceso. A continuación podemos observar en la figura 42 la primera parte de nuestro diagrama y en la figura 43 la respectiva continuación.

Figura 41. Diagrama de flujo



Fuente: Autores

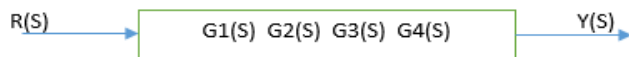
Figura 42. Diagrama de flujo



Fuente: Autores

3.7 Modelación matemática del sistema de control

Figura 43. Diagrama de control



Fuente: Autores

$G_1 =$ Micrófono.

$T_{s+1} =$ Sensor primer orden

$G_2 =$ Atmega.

Amplificador = A

Atenuador variable = K_a

Referencia = K_{pi}

$G_3 =$ Contactos relé, tiempo de respuesta.

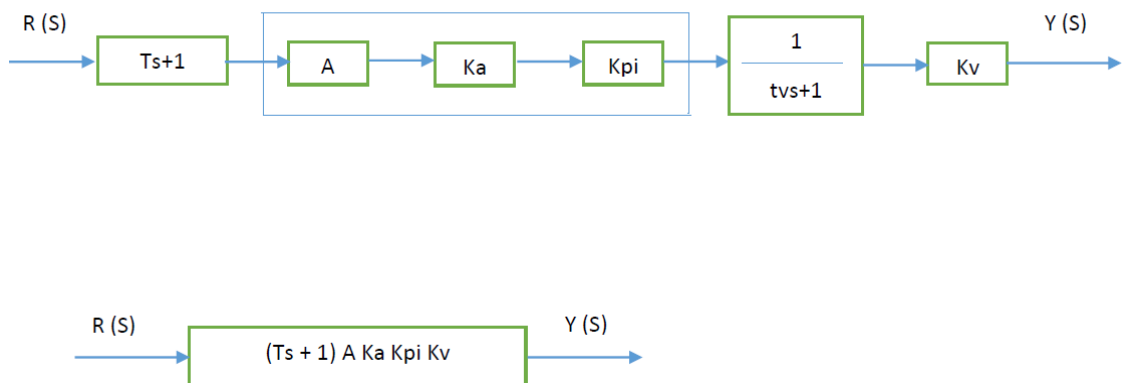
$\frac{1}{t_{vs+1}}$ El tiempo de respuesta está dado en μ segundos por lo tanto tiende a 1.

$G_4 =$ Relé.

$K_v =$ Constante de relé.

Figura 44. Diagrama de control

ATMEGA



Fuente: Autores

Realizando las respectivas operaciones algebraicas, basándonos en las leyes que gobiernan este tipo de sistemas electrónicos, obtuvimos lo siguiente:

$$\frac{Y(s)}{R(s)} = AK_aK_{pi}K_v(Ts + 1) \quad (12)$$

$$\frac{Y(S)}{R(S)} = [2.5(1.5)(1.5)(2)][2s + 1] \quad (13)$$

$$\frac{Y(S)}{R(S)} = 11.25(2s + 1) \quad (14)$$

$$\frac{Y(S)}{R(S)} = 22.5s + 11.25 \quad (15)$$

3.8 Costos e inversión

Los costos totales del proyecto se clasifican en:

- Costos directos
- Costos indirectos

3.8.1. Costos directos. Se incluyen todos los costos generados para la fabricación del sistema, los mismos que son:

- Materiales y equipos.
- Costos por importación del módulo de reconocimiento de voz.

3.8.1.1 Costo de materiales y equipos. Como se muestra en la tabla los costos totales en materiales y equipos utilizados para la construcción del sistema “Módulo de encendido por comando de voz”, estos costos serán detallados a continuación.

Tabla 7. Costo de materiales y equipos

Cantidad	Descripción	Costo Unitario USD	Costo USD
1	Pantalla LCD	15,00	15,00
2	EasyVR	150,00	300,00
2	Atmega 164 PA	10,00	20,00
20	Resistencias y diodos	0,25	5,00
1	Regulador de voltaje	0,50	0,50
2	Placas de baquelita	15,00	30,00
1	Kit quemador circuito impreso	5,00	5,00
1	Programador microcontrolador	35,00	35,00
1	Caja	10,00	10,00
2	Resistencias de tiza	2,00	4,00
4	Relés	0,75	3,00
10	Borneras	0,25	2,50
10	Cables macho – macho	0,25	2,50
10	Cables macho – hembra	0,25	2,50
2	Buzzer	0,50	1,00
5	Transistores	0,25	1,25
Total			437,25

Fuente: Autores

3.8.1.2 Costos por importación del módulo de reconocimiento de voz. Debido a que nuestro aparato de reconocimiento de voz es complicado de encontrar en nuestro país, tuvimos que importarlo desde otro país, con esto abarataremos costos y obtuvimos un producto de muy buena calidad.

Tabla 8. Costos por importación del módulo de reconocimiento de voz

Denominación	Descripción	Costo Unitario USD	Costo USD
EasyVR	USA – ECU	130,00	260,00
Envío	USA – ECU	20,00	20,00
Impuesto del 5%	Salida de capitales	-	13,00
Total			293,00

Fuente: Autores

3.8.1.3 Costo directo total. En la siguiente tabla describimos el costo directo total, el cual es la suma de los materiales en general y en nuestro caso la importación de nuestro sistema de control de voz

Tabla 9. Costo directo total

Denominación	Costo [USD]
Costo de materiales e insumos	437,25
Costos de importación módulo de reconocimiento de voz	293,00
Total	730,25

Fuente: Autores

3.8.2. Costos indirectos. Está constituido por los gastos que no son identificables con una producción o servicio dado, relacionándose con éstos en forma indirecta. Son aquellos que por regla general, se originan en otras áreas organizativas de apoyo a las acciones fundamentales de la entidad.

Pueden ser los costos administrativos, los de reparación y mantenimiento, también incluye el costo del trabajo de diseño de nuestro sistema.

Tabla 10. Costos indirectos

Cantidad	Descripción	Costo Unitario [USD]	Costo [USD]
10	Transporte	10,00	100,00
-	Ingeniería	-	600,00
-	Imprevistos	-	100,00
Total			800,00

Fuente: Autores

3.8.3. Costo total

Tabla 11. Costo total

Denominación	Costo [USD]
Costos Directos	603,25
Costos Indirectos	900,00
Total	1503,25

Fuente: Autores

3.8.4. Análisis de equilibrio. La pregunta más común sobre la alternativa y proyecto propuestos es:

¿Cuántos proyectos se tienen que producir a fin de tener un punto de equilibrio?

La respuesta se determina estimando el número de unidades o de meses a los cuales los ingresos y costos son iguales.

La respuesta a la pregunta se la considera mejor, si recurrimos al análisis del punto de equilibrio.

El número de unidades producidas o el porcentaje de utilización de la capacidad de planta se calculan mediante relaciones para las estimaciones de ingresos y de costos para cada alternativa.

Para nuestro sistema se abordará el análisis de equilibrio lineal.

Debemos tener en cuenta cuales son los costos fijos y costos variables del proyecto, en la tabla consiguiente se muestran todos los costos tomados a consideración en el desarrollo del sistema, principalmente están constituidos por los costos de todos los materiales utilizados y todos los insumos consumidos.

Tabla 12. Costos variables

Costos Variables	Costo [USD]
Materiales	240,00
Insumos	10,00
Total	250,00

Fuente: Autores

Tabla 13. Costos fijos

Costos Fijos	Costo [USD]
Mano de Obra	500,00
Internet	20,00
Teléfono	10,00
Agua Potable	10,00
Electricidad	20,00
Imprevistos	100,00
Ingeniería	700,00
Transporte	100,00
Equipos	200,00
Publicidad	150,00
Total	1810,00

Fuente: Autores

Una vez que hemos definido todos los costos fijos y variables calculamos el costo variable por unidad como indica la siguiente ecuación:

$$CV = w * Q \quad (16)$$

Dónde:

CV: Costo variable.

w: Costo variable por cada sistema.

Q: Cantidad de unidades.

Como el costo variable de cada unidad del sistema es de \$250

Entonces:

$$CV = 250 * Q \quad (17)$$

Para conocer el ingreso que vamos a obtener utilizamos la ecuación:

$$R = r * Q \quad (18)$$

Dónde:

R: Ingreso total.

r: Ingreso por unidad

Q: cantidad de unidades.

El ingreso por unidad del sistema será de \$ 350,00

Entonces:

$$R = 350 * Q \quad (19)$$

El Costo total es igual a:

$$CT = CF + CV \quad (20)$$

También sabemos que:

$$R = CT \quad (21)$$

Reemplazando ecuación 19 y ecuación 18 en ecuación 20, tenemos:

$$r * Q = CF + w * Q \quad (22)$$

Despejando Q :

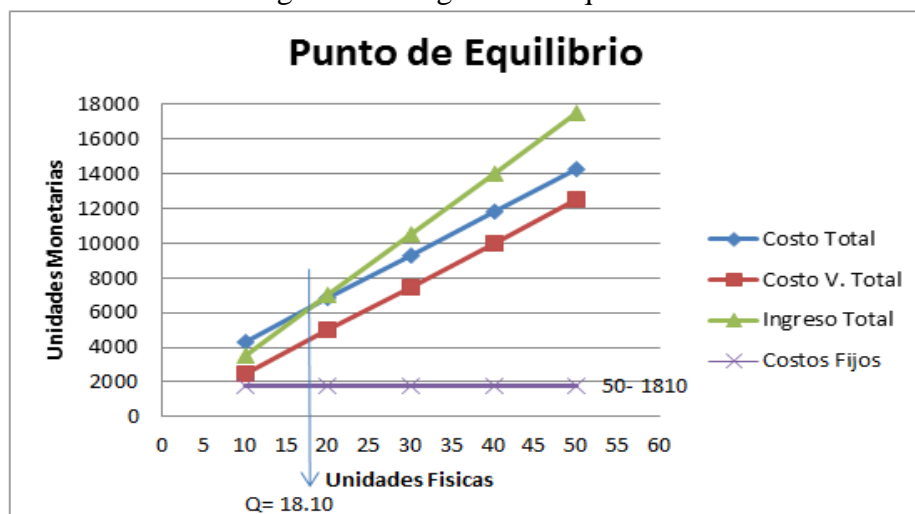
$$Q = \frac{CF}{r-w} \quad (23)$$

Sustituimos los valores de CF , r y w :

$$Q = \frac{1810}{350 - 250} = 18.10 \rightarrow 19 \text{ unidades por mes}$$

Con este resultado podemos realizar nuestro grafico del diagrama de equilibrio, el cual está representado a continuación:

Figura 45. Diagrama de equilibrio



Fuente: Autores

CAPÍTULO IV

4. PRUEBAS Y ENSAYOS

4.1 Prueba de funcionalidad del modulo

4.1.1 *Funcionamiento del sistema.* El sistema de encendido por control de voz funciona de la siguiente manera:

- a. El usuario debe insertar la llave en el interruptor de encendido y girarlo a la primera posición, para evitar que el seguro del volante se active y también para permitir el paso de energía a los sistemas del motor.
- b. Encender el “Módulo de encendido por comando de voz”.
- c. Para iniciar el reconocimiento de voz, el usuario debe oprimir el botón INICIO/FIN, el cual activa el reconocedor de voz y prepara al módulo para recibir la señal proveniente del reconocedor de voz para encender o apagar el motor según sea el caso.
- d. Una vez que el módulo nos proporcione la bienvenida y esté listo para recibir la información, pronunciar el comando de dos a tres segundos después de presionar el botón de inicio, pronunciar el comando, y presionarlo nuevamente dos segundos después para que la etapa de reconocimiento de voz se cierre.
- e. Al momento de reconocer el comando de voz según sea el caso, se encenderá o apagará el vehículo y también si el comando no es reconocido lo sabremos al mirar en la pantalla, la cual nos informara si el comando fue o no reconocido, si el comando no es reconocido se debe iniciar la secuencia del paso 4.

Durante las fases de diseño el sistema debe cumplir con los siguientes requerimientos:

- El Funcionamiento del Sistema debe ser independiente de la PC.
- El Reconocimiento de voz debe ser en tiempo real.

En el reconocimiento de voz, la variable más importante es la eficiencia de reconocimiento, la cantidad porcentual que nos podría decir si el reconocimiento es eficiente o no, midiendo la cantidad de aciertos y errores durante las pruebas a realizarse.

Matemáticamente la eficiencia es la cantidad de aciertos sobre la cantidad de veces que se pronuncia la palabra y se muestra en porcentaje.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{número de palabras acertadas}}{\text{número de palabras pronunciadas}} * 100\% \quad (24)$$

La eficiencia dependerá de muchas variables, el algoritmo que usa el reconocedor de voz, el ruido presente durante los ensayos, si se pronuncia muy rápido o muy despacio las palabras, la persona que realice la prueba (hombre, mujer, niño).

Para eliminar algunas de las variables en estas pruebas, solo emplearemos la voz de una sola persona, porque se determinara la eficiencia del sistema con palabras aisladas y se harán comparaciones entre la eficiencia que se obtenga ante la presencia de ruido y aquella cuando no lo haya.

En la siguiente tabla se detalla la lista de comandos que estarán programados en el EasyVR (reconocedor de voz), tanto para encender el vehículo como para apagarlo, cabe recalcar que según sea el requerimiento del usuario estas podrían cambiarse.

Tabla 14. Palabras programadas EasyVR

Para encender	Para apagar
Encender	Apagar
Enciende	Apaga

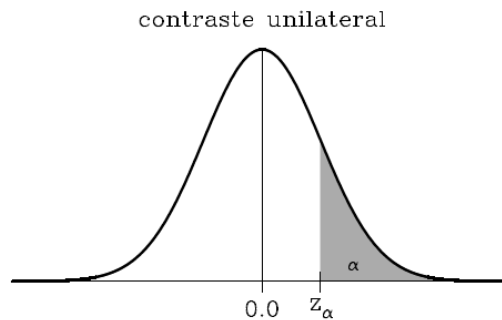
Fuente: Autores

4.1.2 Contraste de hipótesis. Estos contrastes nos permiten verificar la veracidad de una hipótesis establecida, determinando si los valores difieren significativamente de los esperados por la hipótesis.

Para nuestras pruebas escogimos el contraste unilateral de hipótesis, a continuación se explicará mejor como se las realizó, con sus respectivos gráficos y ecuaciones.

4.1.2.1 Contraste unilateral de hipótesis.

Figura 46. Contraste unilateral.



Fuente: (GORGAS GARCÍA, y otros, 2011).

En este caso las hipótesis nula y alternativa serían del tipo:

$$\begin{cases} H_0: \mu \leq \mu_0 \\ H_1: \mu > \mu_0 \end{cases} \quad (25)$$

Donde estamos contrastando si la media de la población puede o no ser mayor que un determinado valor. También podrían invertirse las desigualdades y hacer el contraste de una cola contrario. Se define aquí el mismo estadístico z que para el contraste bilateral.

$$z = \frac{\bar{x} - u_0}{\sigma / \sqrt{n}} \quad (26)$$

La región crítica se sitúa en este caso en la cola derecha de la distribución, de forma que podemos establecer que:

$$A = \{z : z \leq z_a\} ; C = \{z : z > z_a\} \quad (27)$$

Donde Z_a es la abscisa de la normal $N(0,1)$ que deja a su derecha un área de probabilidad igual a α . Es decir, solo se rechaza H_0 si la media muestral toma un valor mucho mayor que el supuesto en la hipótesis nula.

En otras palabras, si se encuentra que:

$$\frac{\bar{x} - u_0}{\sigma / \sqrt{n}} \leq z_a \quad (28)$$

Se acepta H_0 . Por el contrario, si:

$$\frac{\bar{x} - u_0}{\sigma/\sqrt{n}} > z_\alpha \quad (29)$$

La hipótesis nula se rechaza al nivel de significación α .

Una vez realizadas las pruebas, procederemos a utilizar la teoría del contraste de hipótesis utilizando los siguientes criterios:

Estableceremos cuales son las hipótesis nula y alternativa:

H_1 : El módulo de encendido de un motor mediante comando de voz, tiene la capacidad de encender el motor de un vehículo en presencia de ruido.

H_0 : El módulo de encendido de un motor mediante comando de voz, no tiene la capacidad de encender el motor de un vehículo en presencia de ruido.

Elegiremos un nivel de significancia α , para nuestro caso hemos elegido un nivel de significación de 0,05 en base a la siguiente tabla:

Tabla 15. Niveles de significación.

Nivel de significación α	0.10	0.05	0.01	0.005	0.001
z crítico (unilateral)	1.282	1.645	2.326	2.576	3.090
z crítico (bilateral)	1.645	1.960	2.576	2.807	3.291

Fuente: (GORGAS GARCÍA, y otros, 2011).

- Especificaremos el tamaño de la muestra $n = 10$ para cada comando sobre el cual se realizara el análisis.
- Seleccionaremos el estadístico de prueba apropiado, debe notarse que la distribución muestral es conocida, considerando a la hipótesis nula como verdadera.
- Determinaremos la región crítica a partir del nivel de significación esperado y el estadístico utilizado.

- Realizamos el cálculo de acuerdo a las técnicas estadísticas seleccionadas.

$$\frac{\bar{x} - u_0}{\sigma / \sqrt{n}} > z_\alpha \quad (30)$$

4.1.3 Pruebas de funcionamiento del sistema en un ambiente sin ruido. El siguiente ensayo se lo realizo en un ambiente controlado sin ruido, dentro del vehículo totalmente cerrado, siguiendo los pasos anteriormente descritos.

Debemos tomar en cuenta también los siguientes parámetros, al momento del encender el vehículo no existe ruido, motivo por el cual tomaremos una base de 0 db o menos de 40db el cual se considera silencio ya que el oído humano reconoce sonidos de 40db en adelante, y para el caso de pronunciar los comandos para apagar el vehículo tenemos la presencia del ruido del motor en ralentí, realizando las respectivas mediciones con un sonómetro en promedio el ruido alcanza los 46db, siendo estos valores nuestros puntos de partida para realizar las pruebas de funcionamiento.

Durante la prueba de reconocimiento el sistema tuvo una eficiencia de 90% en la palabra Encender, fallando una sola vez durante el reconocimiento de las palabra pronunciada. Para el caso de las palabras Apagar, Apaga, Enciende, se tuvo una eficiencia del 100% sin fallar durante las pruebas de reconocimiento.

Se determinó los siguientes resultados los cuales se detallan en las siguientes tablas a continuación, en las cuales definimos un 0 para los intentos fallidos, y un 1 para un intento valido en cada una de las pronunciaciones con los distintos ambientes en los que probamos nuestro módulo de control de voz.

Tabla 16. Pruebas sin sonido

Encender	<40	<40	<40	<40	<40	<40	<40	<40	<40	<40
Aciertos	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
Enciende	<40	<40	<40	<40	<40	<40	<40	<40	<40	<40
Aciertos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Apagar	44,5	44,3	43,9	44,1	44,2	46,1	45,1	44,1	44,8	44,9
Aciertos	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
Apaga	44,8	44,9	43,7	44,5	44,3	44,5	43,6	44,5	46,2	44,9
Aciertos	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1

Fuente: Autores

La tabla 19 nos detalla los valores necesarios para el cálculo de nuestro contraste unilateral y comprobación de hipótesis, podemos observar q para las palabras Encender y Enciende no obtuvimos un resultado debido a que la prueba fue en un ambiente controlado y el ruido fue menos al mínimo que nuestro sonómetro podía reconocer.

Tabla 17. Pruebas sin sonido

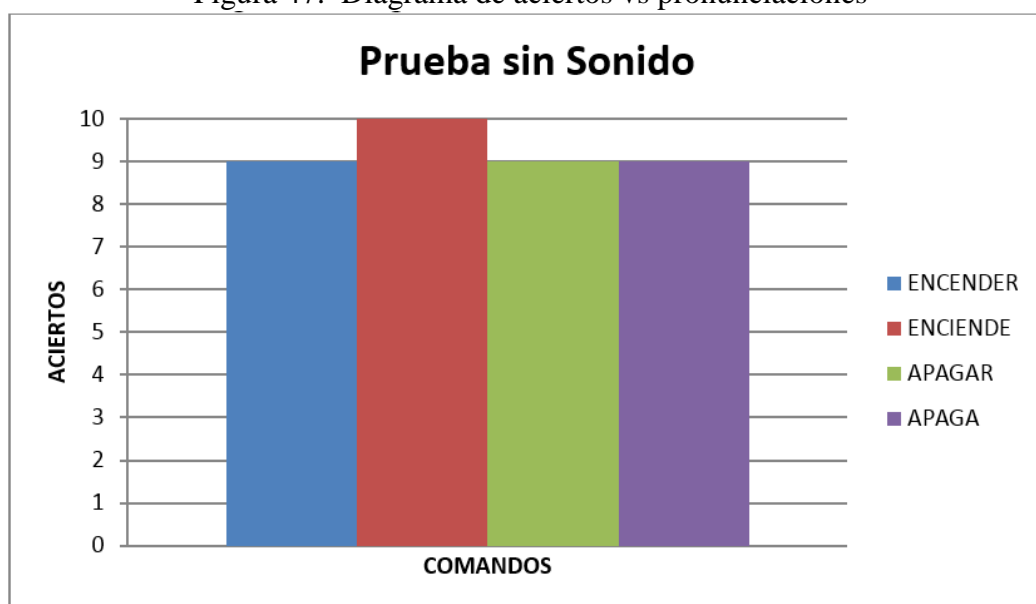
Comandos	Desviación estándar	Promedio db	Aciertos	Porcentaje aciertos %	Z _c
Encender	N/A	<40dB	9	90	N/A
Enciende	N/A	<40dB	10	100	N/A
Apagar	0,66	44,60	9	90	6,743
Apagar	0,72	44,59	9	90	6,164
Promedio	0,69	44,60			6,453

Fuente: Autores

A continuación en la figura 48 podemos observar un diagrama de los aciertos en función de las pronunciaciones realizadas, en el cual se encuentra detallado por colores cada palabra con la que se realizó la prueba y las veces en las que obtuvimos aciertos y errores, en todas las pruebas se pronunció los cuatro comandos.

En nuestro primer diagrama podemos encontrar los resultados de nuestras pruebas realizadas en un ambiente controlado sin sonido.

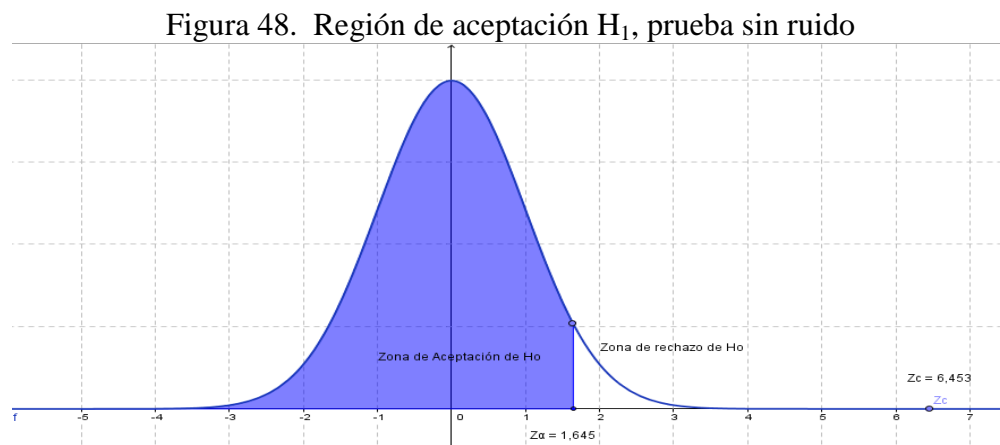
Figura 47. Diagrama de aciertos vs pronunciaciones



Fuente: Autores.

La siguiente es la figura en la que representamos los valores de nuestros resultados después de haber realizado las pruebas sin sonido en un ambiente controlado de nuestro módulo de reconocimiento de voz.

Como podemos darnos cuenta nuestro resultado del Z normalizado es de 1,645 el cual está dentro de la región de aceptación, la cual se determinó según nuestro nivel de significancia, el cual fue escogido por los autores.



4.1.4 Pruebas de funcionamiento del sistema en un ambiente ruidoso. En este ensayo recrearemos el nivel de sonido necesario para cada una de las pruebas se utilizó el radio dentro del vehículo, también se realizó una conversación de sonido moderado para poner a prueba la capacidad de reconocimiento del módulo con ruido, se decidió realizar la prueba con avances de 10 decibeles hasta llegar a los 70 decibeles basados en la siguiente.

Tabla 18. Intensidad en decibeles de diferentes fuentes de sonido

Fuentes de sonido	Decibeles
Umbral de audición	0
Susurro, respiración normal, pisadas suaves.	10
Rumor de las hojas en el campo al aire libre.	20
Murmullo, oleaje suave en la costa.	30
Biblioteca, habitación en silencio.	40
Tráfico ligero, conversación normal.	50
Oficina grande en horario de trabajo.	60
Conversación en voz muy alta, gritería, tráfico intenso de ciudad.	70
Timbre, camión pesado moviéndose.	80
Aspiradora funcionando, maquinaria de una fábrica trabajando.	90
Banda de música rock.	100

Claxon de un coche, explosión de petardos o cohetes empleados en pirotecnia.	110
Umbral del dolor.	120
Martillo neumático (de aire).	130
Avión de reacción durante el despegue.	150
Motor de un cohete espacial durante el despegue.	180

Fuente: (ANÓNIMO, 2015)

Para realizar la prueba se midió el nivel del sonido con un sonómetro Extech Instruments de las siguientes características:

- Indicador digital y grafica de barras análoga con escala de 50dB y actualización cada 40ms.
- Tolerancia de precisión de 2dB con resolución de 0.1dB.
- Escala de medición de 40 a 130dB.
- Escala de frecuencia 300Hz a 8Hz.
- Registro de valores MAX/MIN sobre tiempo.
- Utiliza un micrófono condensador de 1/2".

Basándonos en las la tabla que nos describe la intensidad de los decibeles según la fuente de sonido se obtuvieron los siguientes resultados que fueron tabulados de la siguiente manera:

Tabla 19. Prueba en ambiente ruidoso 40db - 50db.

Encender	40,1	42,2	45,6	44,7	43,9	45,8	44,6	45,8	46,2	48,2
Aciertos	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
Enciende	43,2	45	44,3	46,2	41,3	45,9	45,3	46,4	42,3	44,6
Aciertos	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1
Apagar	42,3	46,3	43,2	45,9	46,7	47,8	41,2	43,4	46,7	44,3
Aciertos	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1
Apaga	42,5	44,3	44,5	47,3	41,2	43,5	44,6	48,3	46,5	42,3
Aciertos	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1

Fuente: Autores.

Al igual que en las primeras pruebas realizadas por los autores, en la tabla 22 podemos observar los resultados necesarios para el cálculo de nuestro contraste unilateral y comprobación de hipótesis, también incluye la eficiencia y el número de aciertos que se obtuvieron en las pruebas.

La diferencia que podemos encontrar principalmente es que para las palabras designadas para encender el vehículo ahora si cuentan con un valor de ruido, el cual se encuentra en un rango que empieza desde los 40 db y llega hasta los 50 db, tomamos valores por rangos para determinar nuestra hipótesis en cada rango de funcionamiento.

Tabla 20. Prueba en ambiente ruidoso 40db – 50db.

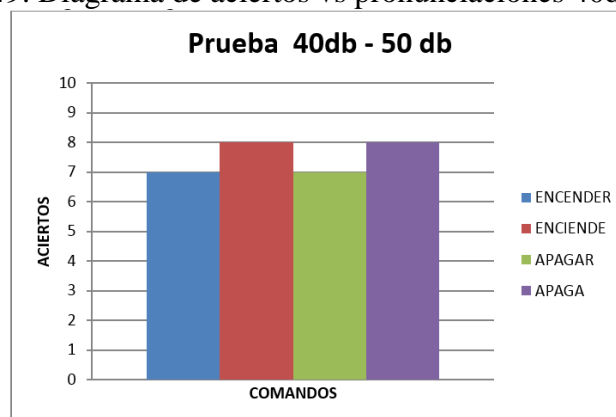
Comandos	Desviación estándar	Promedio db	Aciertos	Eficiencia %	Z _c
Encender	2,26	44,71	7	70	1,809
Enciende	1,70	44,45	8	80	2,876
Apagar	2,20	44,78	7	70	1,752
Apaga	2,29	44,5	8	80	2,074
Promedio	2,11	44,61			2,128

Fuente: Autores.

En la figura 50 al igual que en nuestro anterior diagrama, podemos observar diferenciado por colores las distintas palabras designadas por los autores en función de los aciertos q se obtuvieron en las respectivas pruebas.

Como característica fundamental en este diagrama podemos darnos cuenta de que disminuyeron el número de aciertos obtenidos, debido a la presencia de ruido al momento de realizar las pruebas en un ambiente controlado.

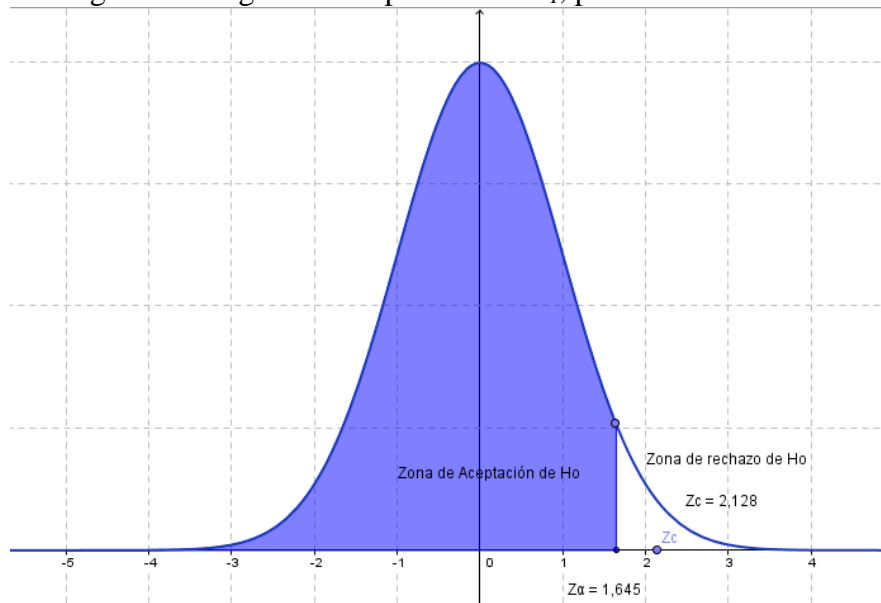
Figura 49. Diagrama de aciertos vs pronunciaciones 40db – 50db.



Fuente: Autores

A continuación detallamos el resultado de nuestro Z normalizado, en el cual podemos observar que se acerca más al límite de la zona de aceptación, pero aun lo podemos considerar dentro de un valor aceptable. Esto se debe a que nuestro nivel de ruido va aumentando para efecto de nuestras pruebas, que en este nivel corresponden al equivalente a una biblioteca o una habitación en silencio.

Figura 50. Región de aceptación de H_1 , prueba 40db – 50db.



Fuente: Autores

A continuación se detalla los resultados obtenidos en la siguiente prueba, la cual se la realizó en un rango de ruido de entre 50 db y 60 db.

La tabla 21 mantiene el mismo formato de las anteriores, en las cuales se marca con 0 cuando se obtuvo un comando no reconocido, y un 1 cuando el módulo reconoce el comando dado por el usuario.

Tabla 21. Prueba en ambiente ruidoso 50db – 60db.

Encender	53,2	51,2	52,3	56,3	54,5	58,3	57,2	57,4	51,2	53,2
Aciertos	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0
Enciende	54,3	53,2	56,3	55,3	58,3	53,8	55,7	53,2	55,4	51,2
Aciertos	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0
Apagar	51,2	53,4	55,3	57,8	56,9	53,2	52,1	55,9	51,3	57,7
Aciertos	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0
Apaga	55,3	54,2	57,3	56,4	55,3	51,3	54,3	54,6	56,9	53,3
Aciertos	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0

Fuente: Autores.

Los resultados que se muestran en la siguiente tabla, siguiendo el formato de las anteriores, nos muestra los valores necesarios para calcular nuestro valor de Z y posteriormente comprobar si nuestra hipótesis propuesta es correcta.

Tabla 22. Prueba en ambiente ruidoso 50db – 60db.

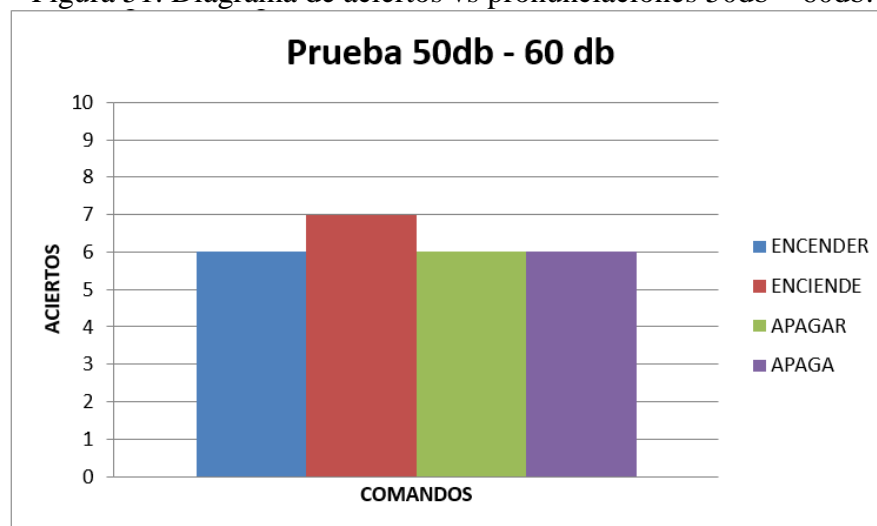
Comandos	Desviación estándar	Promedio db	Aciertos	Eficiencia %	Z _c
Encender	2,65	54,48	6	60	1,811
Enciende	1,97	54,67	7	70	2,194
Apagar	2,57	54,48	6	60	1,873
Apaga	1,79	54,89	6	60	1,963
Promedio	2,25	54,63			1,960

Fuente: Autores.

A continuación la figura 51 nos muestra los resultados obtenidos al realizar las pruebas de nuestro módulo de encendido con un nivel de ruido que se encontraba en un rango entre 50 db y 60 db.

Como en el diagrama anterior, mantenemos el mismo formato, el cual diferencia por colores cada una de las palabras determinadas por los autores en función del número de aciertos que se consiguió.

Figura 51. Diagrama de aciertos vs pronunciaciones 50db – 60db.

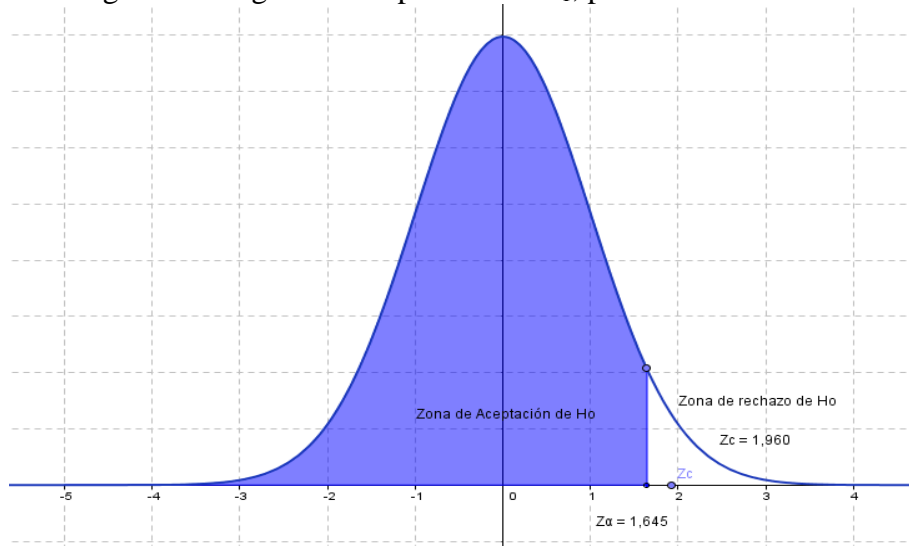


Fuente: Autores.

A continuación podemos observar la gráfica con nuestro resultado del Z normalizado, el cual aún se encuentra dentro de la región de aceptación.

Con un valor de 1,960 comprobamos una vez más nuestra hipótesis, es decir el valor es correcto y podemos tomarlo para dar por válida nuestra hipótesis, aun en la presencia de ruido equivalente al trafico según nuestra tabla, el módulo funciona de manera correcta.

Figura 52. Región de aceptación de H_1 , prueba 50db – 60db.



Fuente: Autores.

En nuestra siguiente prueba obtuvimos los resultados que se detallaran en la tabla 25, manteniendo el mismo formato que los anteriores en los cuales el valor 0 es el que representa un comando no reconocido, el numero 1 nos muestra cuando nuestro comando fue reconocido exitosamente.

Esta tabla nos indica los resultados de las pruebas en un rango de ruido de entre 60 db y 70 db.

Tabla 23. Prueba en ambiente ruidoso 60db – 70db.

Encender	64,1	66,1	66,5	63,3	66,1	67,5	64,3	65,9	64,1	65,1
Aciertos	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0
Enciende	63,4	66,2	66,7	65,9	64,9	65,4	66,8	65,4	63,4	65,4
Aciertos	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0
Apagar	65,9	66,1	65,4	66,6	64,3	64,8	66,9	64,1	66,1	63,5
Aciertos	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1
Apaga	62,9	66,1	65,9	66,1	66,1	66,8	63,3	63,4	65,5	66,2
Aciertos	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0

Fuente: Autores.

Siguiendo el formato de las anteriores pruebas, la siguiente tabla nos muestra los valores necesarios para realizar el cálculo de nuestro Z normalizado.

Además incluye la eficiencia y el número de aciertos, en el cual podemos observar que hubo una notable disminución debido a la presencia de ruido.

Tabla 24. Prueba en ambiente ruidoso 60db – 70db.

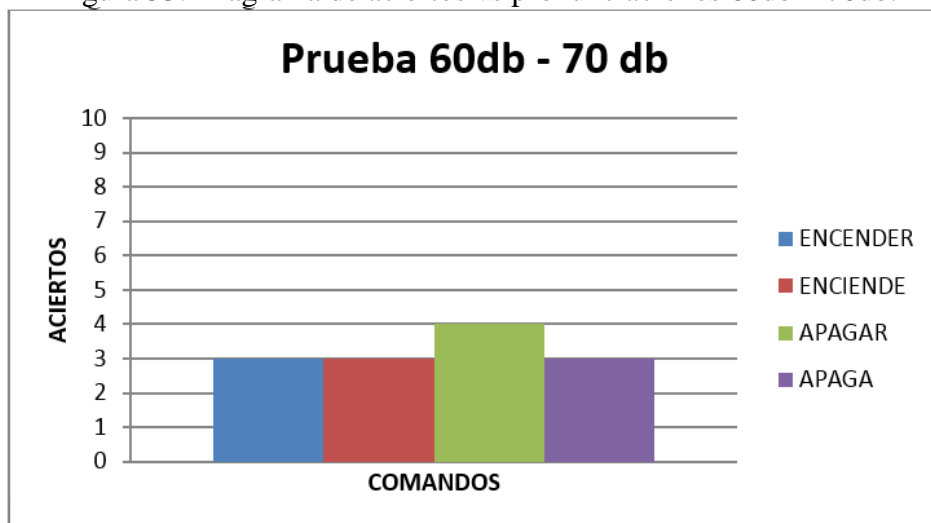
Comandos	Desviación estándar	Promedio db	Aciertos	Eficiencia %	Z _c
Encender	1,33	65,3	3	30	1,669
Enciende	1,19	65,35	3	30	1,726
Apagar	1,14	65,37	4	40	1,741
Apaga	1,44	65,23	3	30	1,689
Promedio	1,28	65,31			1,706

Fuente: Autores.

La siguiente figura nos indica de manera detallada, manteniendo el formato de pruebas y diferenciando por medio de distintos colores cada palabra proporcionadas por los autores.

Debido al nivel de ruido que se escogió para esta prueba podemos observar que el número de aciertos disminuyó drásticamente.

Figura 53. Diagrama de aciertos vs pronunciaciones 60db – 70db.



Fuente: Autores.

Podemos observar en la figura 54 que el número de aciertos disminuyó drásticamente, esto se debe a que el nivel de ruido que escogimos para realizar esta prueba, podemos considerarlo como uno de los más altos que el ambiente nos puede ofrecer, en el cual todo se encuentra distorsionado y las señales no llegan de manera limpia al reconocedor de voz.

Recordemos que el ruido en esta prueba es equivalente al tráfico intenso en la ciudad.

Figura 54. Región de aceptación de H_1 , prueba 60db – 70db.



Fuente: Autores.

Como podemos observar en cada uno de los diagramas el poder de reconocimiento de voz de nuestro módulo va disminuyendo conforme el ruido va aumentando.

Todos nuestros valores están dentro de los parámetros para aceptación de la hipótesis planteada.

Al mirar los resultados de las pruebas con sonido, para que el módulo pueda tener una mayor capacidad de reconocimiento, el usuario debe tratar de que al momento de dar la orden de encendido o apagado haya el menor ruido posible dentro de la cabina.

Siendo así un requisito indispensable para el correcto funcionamiento del módulo, a pesar de que el modulo puede reconocer los comandos en presencia del ruido.

4.1.5 Pruebas de funcionamiento del sistema en la ciudad. La siguiente prueba es para constatar el perfecto funcionamiento del sistema ya no en un ambiente controlado sino en un ambiente en el cual el sonido puede ser variante y en tiempo real, al tomar las respectivas medias el nivel de ruido varía entre 47db y 48db.

Debemos recalcar que la prueba se la realizo a las 17:00pm hora en la cual existe mayor movimiento vehicular y de transeúntes, la siguiente prueba se la realizo en un lugar concurrido de la ciudad.

El centro de la ciudad de Riobamba fue el escenario de nuestra prueba, exactamente en el casco colonial de la ciudad, en las calles Larrea entre 10 de Agosto y Primera Constituyente, a continuación podemos observar la ubicación en un mapa.

Figura 55. Mapa del lugar de la prueba



Fuente: (GOOGLE, 2015)

Se obtuvieron los siguientes resultados los cuales muestra la siguiente tabla:

Tabla 25. Prueba en ambiente ruidoso de la ciudad.

Encender	44,9	46,2	45,1	46,7	46,9	45,5	45,7	47,9	44,6	44,8
Aciertos	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1
Enciende	44,9	46,8	48,1	46,2	46,8	48,9	46,9	46,7	45,8	47,6
Aciertos	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1
Apagar	46,8	46,5	45,5	46,2	46,9	47,9	45,6	47,7	46,7	47,8
Aciertos	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0
Apaga	46,9	45,8	46,6	47,8	47,9	44,6	47,1	46,9	48,5	45,7
Aciertos	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1

Fuente: Autores.

A continuación podemos observar la tabla de los distintos valores necesarios para realizar nuestro cálculo estadístico, los cuales fueron muy buenos al haber realizado la prueba en un ambiente no controlado.

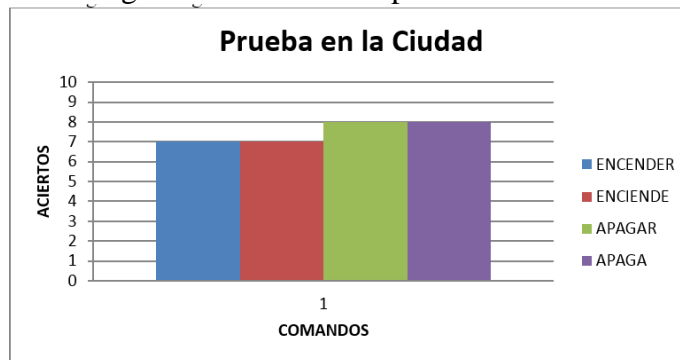
Tabla 26. Prueba en ambiente ruidoso de la ciudad.

Comandos	Desviación estándar	Promedio db	Aciertos	Eficiencia %	Z_c
Encender	1,08	45,83	7	70	1,969
Enciende	1,14	46,87	7	70	1,888
Apagar	0,86	46,76	8	80	1,587
Apaga	1,17	46,78	8	80	1,542
Promedio	1,06	46,56			1,746

Fuente: Autores.

En la figura 56 podemos observar que el número de aciertos en las pronunciaciones es muy bueno, lo cual es muy conveniente para el cálculo de nuestra hipótesis.

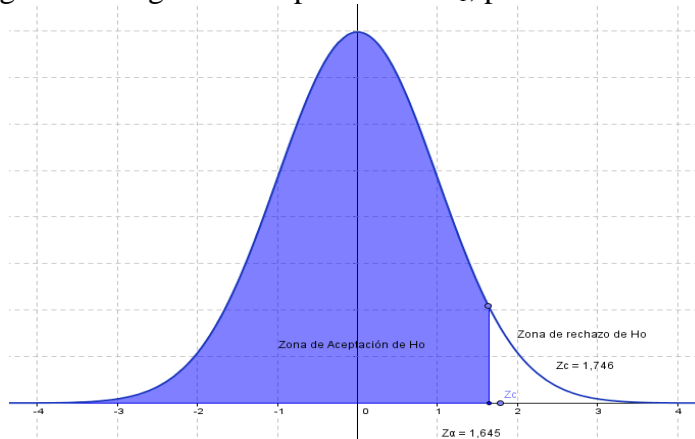
Figura 56. Diagrama de aciertos vs pronunciaciones en la ciudad.



Fuente: Autores.

A continuación tenemos la representación de nuestro valor en el cálculo del contraste unilateral de la hipótesis, el cual tiene un valor de 1,746 con lo que comprobamos que nuestra hipótesis está dentro del rango de aceptación, por lo tanto su funcionamiento es correcto.

Figura 57. Región de aceptación de H_1 , prueba en la ciudad.



Fuente: Autores.

Al analizar los resultados tenemos los siguientes porcentajes para las palabras:

- Encender 70% de aciertos
- Encendido 70% de aciertos
- Apagar 80% de aciertos
- Apagado 80% de aciertos

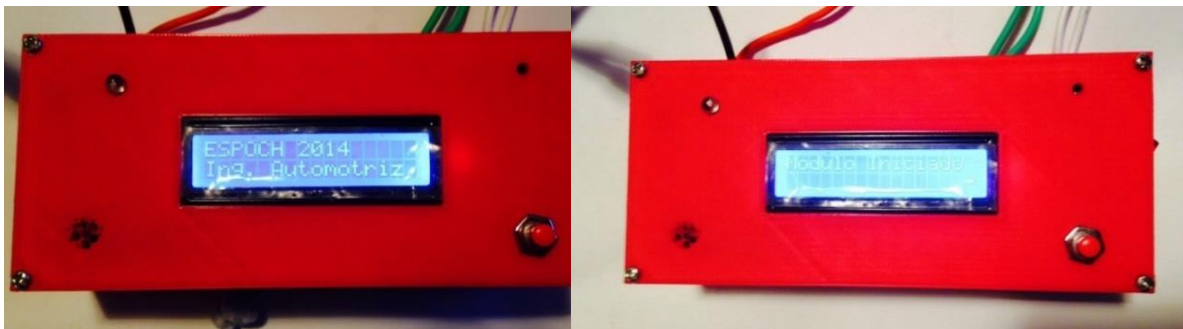
Para lo cual tenemos un buen nivel de aciertos lo cual comprueba la eficiencia de nuestro sistema en un ambiente real.

4.1.6 Verificación de señales.

4.1.6.1 Recepción de datos en la pantalla LCD. Al encender el módulo de encendido por control de voz tendremos unas pantallas informativas tal como se detalla el procedimiento para utilizar el modulo a continuación.

- a. El usuario debe insertar la llave en el interruptor de encendido y girarlo a la primera posición, para evitar seguro del volante se active y también para permitir el paso de energía a los sistemas del motor.
- b. Encender el “Módulo de encendido por comando de voz”.

Figura 58. Pantallas de bienvenida del modulo



Fuente: Autores.

- c. Para iniciar el reconocimiento de voz, el usuario debe oprimir un botón, el cual activa el reconocedor de voz y prepara al módulo para recibir la señal proveniente del reconocedor de voz para encender o apagar el motor según sea el caso.

Figura 59. Iniciando el reconocimiento de voz



Fuente: autores

- d. Pronunciar el comando de dos a tres segundos después de presionar el botón de inicio, pronunciar el comando, y presionarlo nuevamente dos segundos después para que la etapa de reconocimiento de voz se cierre.
- e. Al momento de reconocer el comando de voz según sea el caso, se encenderá o apagará el vehículo y también si el comando no es reconocido lo sabremos al mirar en la pantalla, la cual nos informará si el comando fue o no reconocido, si el comando no es reconocido se debe iniciar la secuencia del paso 4.

Figura 60. Reconocimiento de comandos (Encender, Encendido)



Fuente: autores

En la siguiente figura podemos observar la diferencia entre las pantallas de nuestro módulo de encendido, en este caso cuando se reconoció el comando para apagar el vehículo.

Figura 61. Reconocimiento de comandos (Apagar, Apaga)



Fuente: autores

En la siguiente figura se captó el momento en que alguno de los comandos no fue reconocido, nuestro módulo de encendido nos muestra una pantalla dándonos aviso de que el comando no fue reconocido.

Figura 62. Reconocimiento de comandos (Comando no reconocido)



Fuente: autores

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Se logró construir el módulo de encendido mediante comando de voz, después de haber determinado los parámetros necesarios para el correcto funcionamiento del módulo.

Se escogió la mejor opción para que la seguridad del vehículo no se viera comprometida por el funcionamiento del módulo ya que el reconocedor de voz podía encenderlo con libertad, para esto es necesario insertar la llave del vehículo en el interruptor.

Para el diseño del sistema de control había que tener en cuenta que el módulo estaría alimentado por la batería del vehículo, motivo por el cual había que incorporar circuitos de protección y regulación de voltaje.

Se programó los microcontroladores para una mejor interacción con el usuario, la pantalla LCD nos muestra cuando el reconocimiento del comando es positivo o negativo, también nos informa si se está procediendo a encender o apagar el vehículo.

El módulo respondió positivamente a las pruebas realizadas en ambientes ruidosos los cuales serían nuestro principal obstáculo para el correcto funcionamiento del mismo.

Con la elaboración del manual de instalación y su correcto uso se prolongara la vida útil del módulo y también se evitara danos personales y materiales.

5.2 Recomendaciones

Al realizar las conexiones eléctricas, se debe tener precaución para no causar un corto circuito y dañar los componentes.

Seguir al pie de la letra las instrucciones de instalación y uso del módulo de encendido por comando de voz.

Antes de tener contacto con el modulo y sus componentes debemos descargar nuestra energía estática, porque podrían dañarse los componentes.

Verificar que el reconocedor de voz EASYVR usado como referencia por el sistema esté en perfecto estado, ya sea con la utilización de una computadora o algún otro método de diagnóstico.

Manejar de manera cuidadosa la placa construida debido a que todos sus elementos son muy sensibles y pueden llegar a sufrir daños mayores.

BIBLIOGRAFÍA

ALONSO, Juan Manuel. 2002. Técnicas del automóvil. Inyección de gasolina y dispositivos anticontaminación. Madrid : Thomson, 2002.

ANÓNIMO. 2015. asifunciona.com. [En línea] 30 de Marzo de 2015.
http://www.asifunciona.com/tablas/intensidad_sonidos/intensidad_sonidos.htm.

ANÓNIMO. 2015. Mundo Mecánica. [En línea] 30 de Marzo de 2015. <http://mundo-mecanica.es.tl/Encendido-totalmente-electr%F3nico-VZ.htm>.

ANÓNIMO. 2014. Sonidos.Fonemas.Letras. [En línea] 27 de Julio de 2014.
<http://roble.pntic.mec.es/msanto1/lengua/1sofolet.htm>.

ATMEL. 2013. googlecode.com. [En línea] 9 de Septiembre de 2013.
https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB0QFjAA&url=http%3A%2F%2Fmoon-20.googlecode.com%2Ffiles%2FATmega164p_guide.pdf&ei=PIQIVfGKDDOTNrbZgaAN&usq=AFQjCNF0XQgeqt9P_dKacEaKJH3kXAtSA&sig2=qOH_YnpNk5Fzn-v-gqC9gQ.

BOSCH. 2013. Sistemas de encendido Bosch. [En línea] 23 de Agosto de 2013.
http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Encendido/Sistemas_de_Encendido.pdf.

CAMPAÑA, Carlos. 2015. vox technologies. [En línea] 30 de Marzo de 2015.
<http://vox-technologies.com/blog/aparato-fonador>.

FAÚNDEZ ZANUY, Marcos. 2000. Tratamiento digital de voz e imagen y aplicación a la multimedia. s.l. : Marcombo, 2000.

GÓMEZ, Juan Carlos. 2015. fceia.unr.edu.ar. [En línea] 30 de Marzo de 2015.
http://www.fceia.unr.edu.ar/prodivoz/modelo_prod_voz.pdf.

GOOGLE. 2015. Googlemaps.com. [En línea] 30 de Marzo de 2015.
<https://www.google.com.ec/maps/place/Parque+Sucre/@-1.671842,-78.650459,17z>.

GORGAS GARCÍA, Javier, CARDIEL LÓPEZ, Nicolás y Jaime, ZAMORANO CALVO. 2011. Estadística básica para estudiantes de ciencias. Madrid : s.n., 2011.

GUATEMALA, Universidad de San Carlos de. 2014. labelectronica.weebly.com. [En línea] 25 de Septiembre de 2014.
http://labelectronica.weebly.com/uploads/8/1/9/2/8192835/ensayo_microcontroladores.pdf.

HERRERA, Cristina y BEGOÑA, Miguel. 2015. carlos thomas. [En línea] 30 de Marzo de 2015. <http://www.carlosthomas.com/PDF/Trabajos/grupo1-trabajo.pdf>.

HUALDE, Jose Ignacio, OLARREA, Antxon y ESCOBAR, Anna María. 2001. Introduccion a la Lingüística Hispánica. New York : Cambridge University press, 2001.

MANJARREZ, Eric. 2014. sites.google.com. [En línea] 25 de Enero de 2014.
<https://sites.google.com/site/ericamadomanjarrez/sistemas-de-control>.

MARTÍNEZ CELDRÁN, Eugenio. 1998. Linguística, Teoría y aplicaciones.
Barcelona : Masson, S.A, 1998.

MEGANEBOY, Dani. 2015. aficionados a la mecanica. [En línea] 30 de Marzo de 2015. <http://www.aficionadosalamecanica.net/encendido-electronico-integral.htm>.

QUILIS, Antonio. 1997. Principios de fonología y fonética Española. Madrid : Arco Libros, 1997.

RASCÓN, Sara. 2009. Ipn México. Tesis Ipn México. [En línea] Noviembre de 2009.
<http://tesis.ipn.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7548/ice%20263.pdf?sequence=1>.

VALDÉS PÉREZ, Fernando. E y PALLÁS ARENY, Ramón. 2007.
Microcontroladores: fundamentos y aplicaciones con PIC. Barcelona : Marcombo, 2007.

VALLADOLID, Universidad de. 2014. Análisis y síntesis de la voz. [En línea] 10 de Noviembre de 2014.
http://tanis.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/ing_ond_1/trabajos_05_06/io3/public_html/conceptos/voz/voz_06.html.

VEEAR. 2013. www.roboshop.com. [En línea] 17 de Agosto de 2013.
<http://www.robotshop.com/media/files/pdf/easyvr-user-manual-vrb-001.pdf>.

VELÁSQUEZ, Genoveva. 2008. slideshare. [En línea] Abril de 2008.
<http://es.slideshare.net/joselosolano/08-0223-eo>.

WIKIPEDIA. 2013. es.wikipedia.org. [En línea] 8 de Noviembre de 2013.
http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_control.

ANEXOS

ANEXO A
Programación en C con compilador Atmel Studio 6.1

Programación en C con compilador Atmel Studio 6.1

```
/*
 * programa_reconocimiento_de_voz.c
 *
 * Created: 18/03/2014 18:53:21
 * Author: Daniel&Pablo
 */

#define F_CPU 11059200
#include <avr/io.h>
#include <util/delay.h>
#include <avr/interrupt.h>
#include <stdio.h>
#include "lcd.h"
#include "uart.h"

volatile uint8_t dato_serial;
volatile uint8_t datos[5];
#define buzzer PORTD5
#define led PORTD6
#define rele PORTD7
#define rele_general PINB2
#define boton PIND2

static FILE mystdout = FDEV_SETUP_STREAM(uart_put, uart_get, _FDEV_SETUP_WRITE);

int main(void)
{
    _delay_ms(200);
    stdout = &mystdout;
    DDRD |= (1<<buzzer) | (1<<led) | (1<<rele) | (1<<PIND1);
    PORTD &= ~(1<<rele);
    PORTD |= (1<<boton);
    DDRB |= (1<<rele_general);
    PORTB &= ~(1<<rele_general);

    lcd_init(LCD_DISP_ON);
    lcd_puts("ESPOCH 2014");
    lcd_gotoxy(0,1);
    lcd_puts("Ing. Automotriz");
    PORTD |= (1<<buzzer) | (1<<led);
    _delay_ms(1000);
    PORTD &= ~(1<<buzzer) | (1<<led);
    _delay_ms(1000);
    lcd_clrscr();
    lcd_puts("Modulo Iniciado");
    _delay_ms(1000);
    lcd_clrscr();
    uart_init();
    fdevopen(uart_put, uart_get);

    //          PORTD |= (1<<rele);
    //          _delay_ms(2000);
    //          PORTD &= ~(1<<rele);

    sei();
    while(1)
    {
        if(!(PIND & (1<<boton)))
        {

```

```

_delay_ms(500);
lcd_clrscr();
lcd_puts("Pronuncie el ");
lcd_gotoxy(0,1);
lcd_puts("Comando");

_delay_ms(1000);

uart_put('d');
_delay_ms(20);
uart_put('K');

PORTD|=(1<<buzzer)|(1<<led);
_delay_ms(100);
PORTD&=~((1<<buzzer));

while((PIND&(1<<boton)))
{asm("nop");}
uart_put(' ');

PORTD|=(1<<buzzer);
_delay_ms(100);
PORTD&=~((1<<buzzer)|(1<<led));
_delay_ms(1000);

lcd_clrscr();
uint8_ti=0;
if(uart_test())
{
while(uart_test())
{
dato_serial=uart_get();
if(dato_serial=='e')
{
lcd_puts("Comando No");
lcd_gotoxy(0,1);
lcd_puts("Reconocido");

PORTD|=(1<<buzzer);
_delay_ms(100);
PORTD&=~(1<<buzzer);
_delay_ms(500);

PORTD|=(1<<buzzer);
_delay_ms(100);
PORTD&=~(1<<buzzer);
_delay_ms(500);

gotofin_programa;
}
elseif(dato_serial=='r')
{
_delay_ms(20);

if(uart_test())
{
dato_serial=uart_get();
}
}
}
}

```

```

else
{
    dato_serial=0;
}

switch(dato_serial)
{
    case 'A':
    case 'B':
        lcd_puts("Encendiendo");
        lcd_gotoxy(0,1);
        lcd_puts("Auto");

        PORTB|=(1<<rele_general);
        _delay_ms(500);
        PORTD|=(1<<rele);
        _delay_ms(2000);
        PORTD&=~(1<<rele);

        break;
    case 'C':
    case 'D':
        lcd_puts("Apagando");
        lcd_gotoxy(0,1);
        lcd_puts("Auto");
        PORTB&=~(1<<rele_general);

        break;
    }
}
elseif(dato_serial=='w')
{
    lcd_clrscr();
    lcd_puts("Modulo Iniciado");
}

}
}
else
{
    PORTD|=(1<<buzzer);
    _delay_ms(50);
    PORTD&=~(1<<buzzer);
    _delay_ms(200);
    PORTD|=(1<<buzzer);
    _delay_ms(50);
    PORTD&=~(1<<buzzer);
    _delay_ms(200);
    PORTD|=(1<<buzzer);
    _delay_ms(50);
    PORTD&=~(1<<buzzer);
    _delay_ms(200);
}

fin_programa:

```

```
_delay_ms(2000);  
while(uart_test()  
{  
    dato_serial=uart_get();  
}  
lcd_clrscr();  
}
```

```
asm("nop");
```

```
}  
}
```

ANEXO B
Guía de prácticas

Práctica # 1

Tema: Modulo de encendido por comando de voz

Fecha: _____

Nombre: _____

Código: _____

Semestre: _____

Cátedra: _____

Objetivos:

1. Conocer el funcionamiento del módulo de reconocimiento de voz.
2. Reconocer los elementos que componen el sistema tanto de arranque como de reconocimiento de voz.

Tipo de Actividad: Práctica, investigación y lectura.

Actividades:

1. Enumerar los elementos en la siguiente tabla:



Práctica # 2

Tema: Modulo de encendido por comando de voz

Fecha: _____

Nombre: _____ **Código:** _____

Semestre: _____ **Cátedra:** _____

Objetivos:

1. Comprender el funcionamiento del motor de arranque, switch de encendido, sistema de encendido mecánico, sistema de encendido electrónico.
2. Pruebas de reconocimiento de voz.

Tipo de Actividad: Práctica, investigación y lectura.

Actividades:

1. Investigar el funcionamiento de las partes expuestas a continuación y completar:

Motor de arranque:

Interruptor de encendido:

Sistema de encendido mecánico:

Sistema de encendido electrónico:

2. Pruebas de reconocimiento de voz:

Marque con una X si el reconocimiento de voz es exitoso, y con 0 si no lo fue:

--	--	--	--	--	--

 Encender:

--	--	--	--	--	--

 Enciende:

--	--	--	--	--	--

 Apagar:

--	--	--	--	--	--

 Apaga:

3. Discutir los datos obtenidos.

4. Presentar el correspondiente informe.

5. Conclusiones:

6. Recomendaciones:

Práctica # 3

Tema: Módulo de encendido por comando de voz

Fecha: _____

Nombre: _____ **Código:** _____

Semestre: _____ **Cátedra:** _____

Objetivos:

1. Realizar pruebas de funcionamiento en un auto del módulo de encendido por comando de voz.
2. Realizar la conexión correcta del módulo en el vehículo.
3. Pruebas de reconocimiento de voz, encendido y apagado.

Tipo de Actividad: Práctica y lectura.

Actividades:

1. Investigar el modo de conexión del módulo en el vehículo, para esto debe revisarse el manual del usuario.
2. Pruebas de reconocimiento de voz:

Marque con una X si el reconocimiento de voz es exitoso, y con 0 si no lo fue:

--	--	--	--	--	--

Encender:

--	--	--	--	--	--

Enciende:

--	--	--	--	--	--

Apagar:

--	--	--	--	--	--

Apaga:

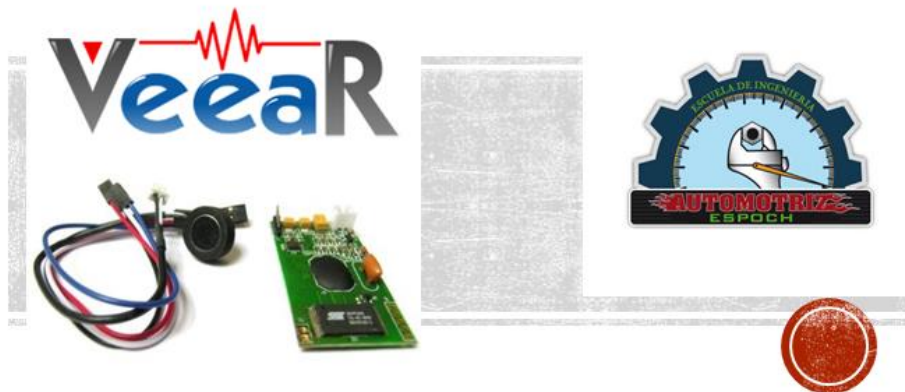
3. Discutir los datos Obtenidos.

4. Presentar el correspondiente informe.

5. Conclusiones:

6. Recomendaciones:

ANEXO C
Manual de usuario del sistema



RECONOCIMIENTO DE VOZ

MANUAL DEL USUARIO

Importante: Para prevenir cualquier malfuncionamiento y evitar los daños, lea detalladamente este manual de instrucciones antes de conectar y operar este aparato. Conserve este manual para referencias futuras.

EDICION 1 ESPAÑOL

2

DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD



Este símbolo significa que dentro de la Unión Europea el producto debe llevarse a un local especial para su eliminación luego de finalizada su vida útil. Este reglamento se aplica tanto a su dispositivo como a cualquier equipo marcado con este símbolo. No deseche estos productos junto con los demás desperdicios domésticos.

BAJO NINGÚN CONCEPTO SERÁ RESPONSABLE POR CUALQUIER PÉRDIDA DE DATOS O GANANCIAS O POR CUALQUIER OTRO DAÑO ESPECIAL O INCIDENTAL, POR CUALQUIER CAUSA DIRECTA O INDIRECTA.

EL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO ESTA PROVISTO "TAL CUAL", ADEMÁS DE LAS EXIGIDAS POR LAS LEYES, NO SE EMITE NINGUNA OTRA GARANTÍA DE NINGÚN TIPO, SEA EXPRESA O IMPLÍCITA, INCLUYENDO, PERO SIN LIMITARSE A, GARANTÍAS IMPLÍCITAS DE MERCATEO Y DE CAPACIDAD PARA UN PROPÓSITO PARTICULAR EN CUANTO A LA PRECISIÓN Y FIABILIDAD O CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO. SE RESERVA EL DERECHO DE REVISAR ESTE DOCUMENTO O DESCONTINUAR SU USO EN CUALQUIER MOMENTO SIN AVISO PREVIO.

La disponibilidad de las funciones y productos puede variar dependiendo el país y el operador, por favor consulte a su distribuidor local para mayor información.

Este dispositivo puede contener bienes, tecnología o software sujeto a leyes y regulaciones de exportación de los Estados Unidos y otros países. Se prohíbe su desvío contraviniendo las leyes.

EDICION 1 ESPAÑOL

3

CONTENIDO

▪ Partes.....	5
▪ Para su seguridad.....	6
▪ Conexión.....	7
▪ Inicio.....	9
▪ Comando de encendido.....	11
▪ Comando de apagado.....	12
▪ Desmontaje.....	13

PARTES:

- 1.- Pantalla LCD
- 2.- Micrófono
- 3.- Botón de inicio y fin de reconocimiento
- 4.- Cables de alimentación
- 5.- Cables relé A y B
- 6.- Led de inicio de reconocimiento



PARA SU SEGURIDAD



ENCIENDA EL SISTEMA EN FORMA SEGURA.
Realice el encendido del sistema únicamente de la manera en la cual se especifica en este manual.



LA SEGURIDAD VIAL ANTE TODO. Obedezca todas las leyes locales. Mantenga siempre las manos libres para maniobrar el vehículo mientras conduce. Su prioridad cuando conduce debe ser la seguridad vial.



APAGUE EL SISTEMA CUANDO CARGUE COMBUSTIBLE.
Para un correcto funcionamiento del sistema manténgalo apagado mientras carga combustible.



APAGUE EL SISTEMA CERCA DE DONDE SE REALIZAN EXPLOSIONES. Respete todas las restricciones existentes. No utilice el dispositivo donde se estén realizando explosiones.



ÚSELO CORRECTAMENTE. Use el dispositivo sólo en la posición normal como se explica en la documentación del producto.



SERVICIO TÉCNICO CALIFICADO. Sólo personal de servicio técnico calificado puede instalar o reparar este producto.



NO MOJE EL SISTEMA. Su dispositivo no es resistente al agua. Manténgalo seco.

CONEXIÓN:

- El módulo se conectara primero a su alimentación, es decir al positivo(cable rojo) y negativo(cable negro) de la batería. Su funcionamiento esta dado para los 12V q esta genera.
- El siguiente paso será conectar la alimentación para los relés del módulo, los cuales también recibirán los 12V provenientes de la batería. Para esto tomaremos una señal positiva de la batería, la cual la podemos encontrar en el mismo arranque del vehículo.
- El siguiente paso será conectar los relés a cada una de sus funciones, es decir el relé A se conectará directo a la alimentación de los accesorios, que también la encontraremos en el switch de arranque del vehículo.

EDICION 1 ESPAÑOL

7

- El relé B se conectará a la posición Que también la podemos encontrar en el interruptor de arranque.
- A continuación debemos buscar una posición para colocar el módulo, es decir donde éste no estorbe y podamos observarlo.

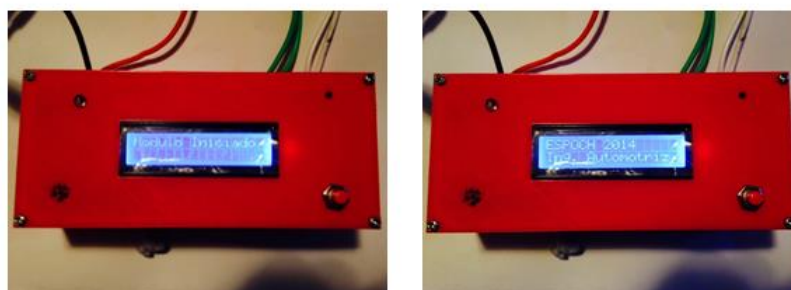


EDICION 1 ESPAÑOL

8

INICIO:

- Al encender el sistema en la pantalla LCD aparecerá el siguiente mensaje durante 2 segundos:



EDICION 1 ESPAÑOL

9

- A continuación el sistema mostrará un mensaje de seguridad para el usuario:
- Para dar inicio al reconocimiento, debemos presionar el botón INICIO/FIN.

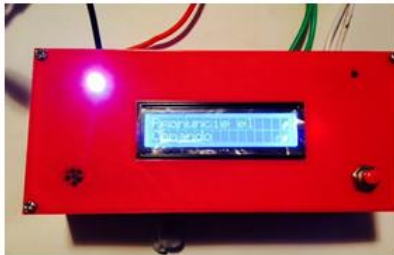


EDICION 1 ESPAÑOL

10

COMANDO DE ENCENDIDO:

- Para empezar con el comando de encendido, luego de presionar el botón INICIO/FIN debemos esperar 2 segundos, y a continuación dar el comando.
- El usuario debe dar el comando determinado para el encendido del vehículo, hablándole directamente al micrófono del sistema, luego de dar el comando debemos esperar 3 segundos y presionar de nuevo el botón INICIO/FIN.
- En la pantalla aparecerá el estado de la acción, es decir si el vehículo se esta encendiendo, o si el comando de voz no fue reconocido.
- En caso de q el comando no fue reconocido debemos repetir todo el proceso.



EDICION 1 ESPAÑOL

11

COMANDO DE APAGADO:

- Para empezar con el comando de apagado, luego de presionar el botón INICIO/FIN debemos esperar 2 segundos, y a continuación dar el comando.
- El usuario debe dar el comando determinado para el apagado del vehículo, hablándole directamente al micrófono del sistema, luego de dar el comando debemos esperar 3 segundos y presionar de nuevo el botón INICIO/FIN.
- En la pantalla aparecerá el estado de la acción, es decir si el vehículo esta encendido, o si el comando de voz no fue reconocido.
- En caso de q el comando no fue reconocido debemos repetir todo el proceso.



EDICION 1 ESPAÑOL

12

DESMONTAJE:

- Para realizar el desmontaje debemos tener en cuenta que el vehículo debe estar apagado y estar en un lugar seguro. El desmontaje se debe realizar de la siguiente forma:
 1. Apague el sistema.
 2. Desconecte los cables de alimentación que se encuentran conectados a la batería.
 3. Destape la cubierta del interruptor de encendido del vehículo, donde se encuentran conectados los cables de los relé A y B.
 4. Desconecte los cables de alimentación de los relé tomando las precauciones debidas para q estos no tengan contacto con algún otro cable.
 5. Tapar la cubierta del interruptor de encendido del vehículo, cerciorándose de que este ajustado de forma correcta.
 6. Guardar los elementos del sistema en un lugar seco y frio.

EDICION 1 ESPAÑOL

13

IMPORTANTE:

- Durante el montaje y desmontaje del módulo en el sistema de encendido del vehículo siempre debemos tomar en cuenta la polaridad de los cables de alimentación, ya que si los conectamos de forma incorrecta esto puede conllevar a un posible corto circuito y con esto quemar los elementos esenciales de la placa del módulo.

EDICION 1 ESPAÑOL

14