

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO ELECTRÓNICO DE ALARMA AUTOMOTRIZ EVALUADA MEDIANTE ENSAYOS ESTABLECIDOS EN LA NORMA ISO 16750-2

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE MÁGÍSTER (MSc) EN
SISTEMAS AUTOMOTRICES**

**LEMA LOJA JORGE LUIS
(jstatheros36@yahoo.com)**

**PANCHA RAMOS JOHNNY MARCELO
(johnnypancha_ing@outlook.com)**

**DIRECTOR: MSc. ING. WILLIAM RICARDO VENEGAS TORO
(william.venegas@epn.edu.ec)**

QUITO, MAYO 2016

DECLARACIÓN

Nosotros, Jorge Luis Lema Loja y Johnny Marcelo Pancha Ramos, declaramos que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Jorge Luis Lema Loja

Johnny Marcelo Pancha Ramos

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Jorge Luis Lema Loja y Johnny Marcelo Pancha Ramos bajo mi supervisión.

MSc. Ing. William Venegas T.

DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTO

A Dios Padre, pues ha sido su voluntad de que este sueño se cumpla, a mis adorables padres terrenales Luis y Esperanza, ya que su amor y ejemplo es la base de mi ideología de vida. A cada miembro de mi familia, a mi compañero y amigo Johnny que ha estado presente por casi 10 años desde la ingeniería y que hoy vuelvo a hacer un proyecto más como en aquellos viejos tiempos, gracias amigo por todo...

Agradezco también a cada uno de mis profesores de maestría por sus conocimientos otorgados durante estos dos años, a mi estimado director de tesis MSc. Ing. William Venegas que me dio la oportunidad de ser su tesista y que se ha convertido a más de un colega, un gran amigo. Pero sería injusto no agradecer también a mis honorables profesores de primaria, secundaria e ingeniería, pues si hoy culmino este capítulo académico, ha sido gracias a todas sus enseñanzas, las cuales se convirtieron en las herramientas necesarias para sobresalir en cada etapa de mi vida estudiantil; un agradecimiento especial al MSc. Fabián Noboa e Ing. Ramiro Yerovi, grandes profesores de matemáticas y física. La maestría es sólo un peldaño más de la escalera del conocimiento.

Pero no sólo quiero agradecer al conocimiento, sino también, a todo aquello que nos hace mejores seres humanos, en lo moral, en lo ético, en la amistad, en el amor. A todos mis amigos del pasado que por distintos motivos algunos ya no están a mi lado, otros afortunadamente tengo el privilegio de tenerlos cerca y otros me esperan en la eternidad, pero que sin duda alguna la presencia de ellos en mi vida hicieron formar la persona que soy ahora: Vanessa, Mónica, Lesly, Verónica, Tatiana, Diego, Jonathan, Darwin, Alejo, Cristian y por supuesto a ti Alejandra pues doy gracias a Dios por haberte conocido y por ser una de mis motivaciones más fuertes de lucha e inspiración.

“Si he logrado ver más lejos, ha sido porque he subido a hombros de gigantes”

Sir Isaac Newton

JORGE

AGRADECIMIENTO

A Dios, por ser el gestor directo del desarrollo de mi vida y de este proyecto; en cada avance y dificultad acepte tu voluntad para comprender que el ser humano con la presencia de ti alcanza el conocimiento.

Además, a la Escuela Politécnica Nacional que se ha convertido en mi alma máter y me ha permitido forjarme como Magister en Sistemas Automotrices elevando mi conocimiento y nivel investigativo; llegando a unir fuertemente el ímpetu hacia mi profesión como ingeniero automotriz.

Un agradecimiento especial, a mi compañero de maestría y gran amigo Jorge Lema por su apoyo incondicional durante la maestría, siendo un pilar fundamental para la consecución de este gran paso en nuestra vida profesional; muchas gracias amigo por las palabras de aliento y tu ayuda desinteresada en todos los momentos. Quiero dejar en el presente escrito mis sinceros agradecimientos. Éxitos en tu vida personal y profesional. Te lo mereces amigo.

A nuestro asesor el Ing. William Venegas, por creer en nuestro proyecto de grado y acompañarnos en el desarrollo del mismo, por brindarnos la confianza y compartir nuestra visión de desarrollo tecnológico e investigativo.

A los todos los profesores de tan alto prestigio y conocimiento que la universidad tiene para todas las cátedras impartidas durante esta maestría y con ellos, todos los profesionales de alto nivel que han hecho que durante este tiempo de preparación, lleve conmigo nuevos conocimientos exquisitos en gerencia, investigación y desarrollo en el campo automotriz.

A Jorge Chalapú, hombre visionario en avance e innovación automotriz; quien con su conocimiento y experiencia apoyó la iniciativa del desarrollo de esta esta tesis.

A mi querida familia, a mi padre y mi madre que han sido los gestores de mi existencia, quienes siempre me han apoyado desde un inicio para lograr este nuevo peldaño profesional y mis hermanas quienes han sido un ejemplo y guía durante toda mi vida.

Johnny Marcelo

DEDICATORIA

Esfuerzo, responsabilidad, humildad y honradez son aspectos de mi vida que nacieron de mí gracias al ejemplo que me han dado mis padres durante todos estos años y hoy tengo la misión de recompensarlos. Ahora es mi turno, padres queridos.

Pero durante el transcurso de mi vida, con el tiempo y las experiencias, he llegado a comprender que la verdadera felicidad no se la puede alcanzar por uno mismo; los logros y éxitos no llenan el espíritu si no es por alguien quien nos haya inspirado a lograrlo.

Es por eso que quiero dedicar este trabajo también, a una persona que me hizo cambiar el concepto de vida desde muy joven, y a partir de ese momento sin que ella llegue a saberlo, me ha estado inspirando durante muchos años aun sin poderla ver, sin poderla escuchar... Hemos vivido por dos caminos distintos haciendo dos historias diferentes; pero ha bastado solamente con su recuerdo impregnado en mí, para tener la motivación de lucha y entrega que me ha permitido llegar hasta este momento. Con mucho honor y orgullo este proyecto lo dedico a la Ing. Alejandra Pavón, su presencia en mí, fue sin duda alguna un milagro que me durará para toda la vida.

Y aunque la memoria se vuelva frágil con los años, no habrá tiempo ni nuevas historias que borren este sentimiento; deseo que estas palabras queden grabadas en estas páginas por la eternidad, como muestra de un cariño sincero y honesto.

El ser humano no vive para sí mismo, sino para tratar de hacer felices a los demás.

JORGE

DEDICATORIA

Dedico este presente trabajo y desarrollo de tesis a los más afectuosos seres humanos que con su ejemplo y constante fuerza diaria han hecho de mí un hombre tenaz, responsable y humilde; quienes son mi padre José Pancha y mi madre Graciela Ramos, que gracias a su esfuerzo durante toda su vida me brindan la oportunidad de materializar este anhelado sueño. Gracias queridos padres por forjarme con mucho amor y hacer de mí un ser humano pleno de valores éticos y humanos. Por enseñarme la humildad y que el trabajo diario conlleva a la obtención de grandes logros y la satisfacción de cumplir con el prójimo siempre con la verdad y honradez.

A Flor María y Mónica mis hermanas, extraordinarias mujeres de constante compromiso y superación profesional; sus vidas son un ejemplo que han marcado mi camino siendo excelentes profesionales en la medicina y la abogacía, buscando siempre el ampliar el conocimiento profesional y el cumplimiento responsable del trabajo. Muchas gracias por sus consejos, su ayuda desinteresada, por su cariño, por todas las palabras de aliento y los momentos felices que hemos compartido desde niños.

A mi tío Edwin Ramos, por ser un gran ser humano y excelente médico, por su apoyo continuo, por las palabras de aliento y cada consejo que me han permitido mejorar cada día como persona para poder reflejarlo en mi vida personal y profesional.

A quien ya se encuentra en la presencia de Dios, y en este camino fue uno de los apoyos constantes durante toda esta preparación universitaria y se que he cumplido con su anhelo de que haya continuado con la obtención del grado de ingeniero y ahora donde esté ella espero enorgullecerla más al obtener este título; a mi querida abuela María Dolores Carranza.

Johnny Marcelo

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN	II
CERTIFICACIÓN	III
AGRADECIMIENTO	IV
DEDICATORIA	VI
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	XV
ÍNDICE DE TABLAS	XVIII
ÍNDICE DE ANEXOS	XX
CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS Y MARCO TEÓRICO	1
1.1 FUNDAMENTOS	1
1.1.1 PROBLEMA.....	2
1.1.2 PROPUESTA	2
1.1.3 OBJETIVOS	3
1.1.3.1 Objetivo General.....	3
1.1.3.2 Objetivos Específicos	3
1.1.4 ALCANCES	3
1.2 CONCEPTOS DE ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA BÁSICA APLICADA AL CAMPO AUTOMOTRIZ.....	4
1.2.1 IMPORTANCIA DE LOS ELEMENTOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS PARA UN SISTEMA DE SEGURIDAD EN VEHÍCULOS ...	6
1.3 SISTEMA DE CARGA ELÉCTRICA DEL AUTOMÓVIL	7
1.3.1 ELEMENTOS DEL SISTEMA	8
1.3.1.1 Alternador y regulador	8
1.3.1.2 Anomalías en el sistema de carga.....	12
1.3.1.2.1 Autodescarga de la batería.....	12
1.3.1.2.2 Equilibrio eléctrico	12

1.3.1.2.3	<i>Fuga de corriente</i>	13
1.3.1.2.4	<i>Sobrecarga</i>	13
1.4	SISTEMAS ANTIRROBO DE VEHÍCULOS	14
1.4.1	SISTEMAS MECÁNICOS ANTIRROBO	15
1.4.2	SISTEMAS ELECTRÓNICOS ANTIRROBO	15
1.5	MÓDULOS DE ALARMA	15
1.5.1	CONSTITUCIÓN DEL MÓDULO DE ALARMA	16
1.5.2	PERIFÉRICOS DEL MÓDULO DE ALARMA	17
1.5.2.1	Sensor de golpe	17
1.5.2.2	Transmisor a distancia	18
1.5.2.3	Sirena de tonos	18
1.5.2.4	Diodo emisor de luz	19
1.5.2.5	Botón valet	20
1.5.2.6	Pulsadores de puerta	20
1.5.2.7	Pulsador de capot o baúl	21
1.5.2.8	Bloqueo centralizado de puertas	21
1.5.2.8.1	<i>Módulo de bloqueo central</i>	22
1.5.2.8.2	<i>Propulsor</i>	22
1.5.2.9	Luces direccionales	23
1.5.2.10	Módulo Elevavidrios	23
1.5.2.11	Módulo de apertura de baúl	24
CAPÍTULO 2	25
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO DE	25
ALARMA	25
2.1	MODELIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL MÓDULO	25
2.1.1	CONSTITUCIÓN GENERAL DE LA ALARMA	25
2.1.1.1	Señales de entrada hacia el módulo de alarma	26

2.1.1.1.1	Conexión 12 voltios	26
2.1.1.1.2	Conexión GND (tierra)	27
2.1.1.1.3	Conexión de ignición de 12V	27
2.1.1.1.4	Sensor de golpe	27
2.1.1.1.5	Pulsador de puerta del conductor	27
2.1.1.1.6	Pulsador de puertas	28
2.1.1.1.7	Pulsador de capot o baúl	28
2.1.1.1.8	Botón valet	28
2.1.1.1.9	Control a distancia	29
2.1.1.2	Señales de salida desde el módulo de alarma	30
2.1.1.2.1	Luces	30
2.1.1.2.2	Sirena de tonos	31
2.1.1.2.3	Led Indicador	31
2.1.1.2.4	Corte al encendido del motor	31
2.1.1.2.5	Conexión elevavidrios	31
2.1.1.2.6	Luz de cortesía	32
2.1.1.2.7	Apertura de baúl	32
2.1.1.2.8	Seguros de puerta	32
2.1.1.2.9	Sistema de información por voz	32
2.1.1.3	Funciones del módulo de alarma	33
2.1.1.3.1	Función activación y desactivación	33
2.1.1.3.2	Función antiasalto	34
2.1.1.3.3	Función antiasalto por puerta del conductor	34
2.1.1.3.4	Función antiasalto por transmisor a distancia	35
2.1.1.3.5	Función antiasalto por encendido	35
2.1.1.3.6	Función código de seguridad	36
2.1.1.3.7	Función modo servicio	36

2.1.1.3.8 <i>Función de programación</i>	36
2.1.1.3.9 <i>Programación por opciones</i>	37
2.1.1.3.10 <i>Función módulo elevavidrios</i>	37
2.1.1.3.11 <i>Función de apertura de baúl</i>	37
2.2 ELEMENTOS ELECTRÓNICOS	38
2.2.1 ELEMENTOS ELECTRÓNICOS PARA LA ETAPA DE ALIMENTACIÓN DE VOLTAJE	38
2.2.1.1 Regulador de tensión LM2596	38
2.2.1.2 Regulador LM7805	39
2.2.1.3 Regulador LM7812	40
2.2.1.4 Diodos rectificadores 1N4007	40
2.2.1.5 Cargador de batería de litio TP4056	41
2.2.1.6 Regulador lineal de baja salida LM1117-3	42
2.2.2 ELEMENTOS ELECTRÓNICOS PARA EL ÁREA DE SENSADO, CONTROL Y SALIDA DE SEÑALES	42
2.2.2.1 AVR ATmega644p	42
2.2.2.2 Oscilador de cristal	44
2.2.2.3 Transistores 2N3904 y Tip122	44
2.2.2.4 Optoacoplador PC817	47
2.2.2.5 Diodo zener 1N4742A	48
2.2.2.6 Módulo MP3 WT9501M03	49
2.2.3 ELEMENTOS ELECTRÓNICOS PARA EL EMISOR Y RECEPTOR ...	50
2.2.3.1 PIC 16F628A	50
2.2.3.2 Transistor 2SD1328	51
2.2.3.3 Módulos emisor y receptor 433 MHz RB-ite-108	52
2.3 DISEÑO Y PROGRAMACIÓN	53
2.3.1 ETAPA DE CONTROL	53

2.3.2 ETAPA DE ALIMENTACIÓN	56
2.3.3 CIRCUITOS DE RECEPCIÓN DE SEÑALES DESDE SENSORES	57
2.3.4 CIRCUITOS DE CONTROL PARA ACTUADORES.....	61
2.3.5 CIRCUITOS DE AUDIO	64
2.3.6 EMISOR Y RECEPTOR DEL CONTROL A DISTANCIA	66
2.3.7 PROGRAMACIÓN DEL AVR DEL MÓDULO DE ALARMA, EMISOR Y RECEPTOR DEL CONTROL A DISTANCIA	67
2.4 PROCESO DE ENSAMBLAJE.....	68
2.4.1 INSTALACIÓN DE PERIFÉRICOS	69
2.4.1.1 Instalación del circuito simulador de motor de combustión	69
2.4.1.1.1 <i>Funcionamiento en arranque y efecto memoria</i>	70
2.4.1.1.2 <i>Funcionamiento en contacto o ignición</i>	72
2.4.1.1.3 <i>Funcionamiento en simulación de corte al encendido</i>	72
2.5 CONTROL Y DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA ALARMA..	74
2.5.1 CONTROL A DISTANCIA.....	74
2.5.2 SISTEMA DE VOZ.....	75
2.5.3 LED INDICADOR.....	76
2.5.4 ARMADO DE LA ALARMA	77
2.5.5 ARMADO AUTOMÁTICO	77
2.5.6 DESARMADO DE LA ALARMA.....	78
2.5.7 APERTURA DE BAÚL	78
2.5.8 ACTIVACIÓN DE LUCES	78
2.5.9 FUNCIÓN DE ANTIASALTO	79
2.5.9.1 Antiasalto por puerta del conductor	79
2.5.9.2 Antiasalto por interruptor de encendido	79
2.5.9.3 Antiasalto por control a distancia	80
2.5.10 CÓDIGO DE SEGURIDAD	80

2.5.11 MODO SERVICIO	81
2.5.12 RESETEO DE FÁBRICA	81
2.5.13 MODO PROGRAMACIÓN	81
2.5.14 ESQUEMA DE INSTALACIÓN	85
CAPÍTULO 3.....	87
ENSAYOS	87
3.1 SIMULADOR DE CONDICIONES ELÉCTRICAS	87
3.1.1 HARDWARE.....	87
3.1.2 SOFTWARE	88
3.2 TIPOS DE ENSAYOS A APLICAR REFERENTE A LA NORMA ISO 16750-2	89
3.2.1 ENSAYO DE DISCONTINUIDAD DE TENSIÓN (CAÍDA MOMENTÁNEA DE TENSIÓN)	92
3.2.2 ENSAYO DE CONDICIÓN DE ARRANQUE.....	93
3.2.3 ENSAYO DE RESETEO ANTE LA CAÍDA DE TENSIÓN.....	95
3.2.4 INVERSIÓN DE POLARIZACIÓN DE CORRIENTE	96
3.2.5 SOBRETENSIÓN	98
3.3 APLICACIÓN DE ENSAYOS A LOS MÓDULOS DE ALARMA.....	98
3.3.1 SELECCIÓN DE LAS FUNCIONES DE ALARMA PARA PRE PRUEBAS, POST PRUEBA Y PRUEBA MEDIANTE EL MÉTODO ORDINAL CORREGIDO DE CRITERIOS PONDERADOS	100
3.3.1.1 Evaluación de alternativas y criterios	100
3.3.2 DETERMINACIÓN DE LOS ESTATUS FUNCIONALES MÍNIMOS PARA LAS PRUEBAS EN LOS MÓDULOS DE ALARMA.....	104
3.3.3 PROTOCOLO PARA ENSAYOS A MÓDULOS DE ALARMA.....	108
3.3.4 MEDIDAS DE SEGURIDAD	109
CAPÍTULO 4.....	111
ANÁLISIS DE RESULTADOS Y COSTOS	111

4.1 REGISTRO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE ENSAYOS	111
4.2 ANÁLISIS DE COSTOS.....	113
4.2.1 ANÁLISIS DE COSTOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO DE ALARMA	113
4.2.1.1 Costos directos.....	113
4.3.1.2 Costos indirectos	116
4.3.1.3 Costos de periféricos y accesorios	118
4.3.1.4 Costos de ensayos	119
4.3.1.5 Costo total del proyecto.....	119
4.3.1.6 Costo de módulo propuesto de alarma para venta al público	119
CAPÍTULO 5.....	121
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	121
5.1 CONCLUSIONES GENERALES.....	121
5.2 RECOMENDACIONES GENERALES	122
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	125
ANEXOS.....	127

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Etapas de un sistema de control electrónico.	7
Figura 1.2 Inducción electromagnética.....	8
Figura 1.3 Curva corriente senoidal.	9
Figura 1.4 Conexión estrella y triángulo del estator.....	10
Figura 1.5 Formación de ondas senoidales.....	10
Figura 1.6 Funcionamiento del puente rectificador.....	11
Figura 1.7 Onda senoidal rectificada.....	11
Figura 1.8 Módulo de alarma automotriz.....	16
Figura 1.9 Estructura interna del sensor del Golpe.....	17
Figura 1.10 Diseño interno del transmisor a distancia.....	18
Figura 1.11 Sirena de tonos.....	19
Figura 1.12 Led indicador de alarma.....	19
Figura 1.13 Botón valet.....	20
Figura 1.14 Pulsador de puerta.....	20
Figura 1.15 Pulsador de capot.....	21
Figura 1.16 Módulo de bloqueo central de puertas.....	22
Figura 1.17 Propulsor de puerta.....	23
Figura 1.18 Luces direccionales.....	23
Figura 2.1 Señales de entrada al módulo.....	26
Figura 2.2 Señales de salida del módulo.....	30
Figura 2.3 Regulador de tensión variable LM2596.....	39
Figura 2.4 Regulador de tensión LM7805.....	39
Figura 2.5 Regulador de tensión LM7812.....	40
Figura 2.6 Diodo rectificador 1N4007.....	41

Figura 2.7 Cargador de batería de litio TP4056.....	41
Figura 2.8 Regulador de tensión LM1117-3.	42
Figura 2.9 Pines AVR ATmega644p.	43
Figura 2.10 Oscilador de cristal.....	44
Figura 2.11 Transistor 2N3904.....	45
Figura 2.12 Transistor Tip122.	46
Figura 2.13 Optoacoplador PC817.....	48
Figura 2.14 Diodo zener 1N4742A.....	48
Figura 2.15 Módulo MP3 WT9501M03.....	49
Figura 2.16 PIC 16F628A.....	50
Figura 2.17 Transistor 2SD1328.	51
Figura 2.18 Módulos 433 MHz RB-ite-108.	53
Figura 2.19 Circuito etapa de control.	54
Figura 2.20 Sniffer, tarjeta programadora de AVR y software XCTU.....	54
Figura 2.21 Etapa de alimentación de voltaje de la placa.....	56
Figura 2.22 Circuito para sensado de señales negativas.	57
Figura 2.23 Circuito para sensado de señales positivas.....	59
Figura 2.24 Circuito para sensado de señal valet.....	60
Figura 2.25 Circuito para control de señales negativas para actuadores.	61
Figura 2.26 Circuito para control de señales positivas para actuadores.	63
Figura 2.27 Circuito para control de led RGB.....	64
Figura 2.28 Circuito para control de audio.....	65
Figura 2.29 Circuito emisor del control a distancia.	66
Figura 2.30 Circuito receptor del control a distancia.....	67
Figura 2.31 Proceso antisolder aplicado a una placa electrónica.	68
Figura 2.32 Placa final del módulo de alarma.....	69
Figura 2.33 Circuito simulador del motor de combustión interna de un vehículo. .	70

Figura 2.34 Efecto memoria.	71
Figura 2.35 Circuito simulador del motor de combustión en ignición.	72
Figura 2.36 Circuito simulador del motor de combustión en corte al encendido. ...	73
Figura 2.37 Control a distancia de la alarma.	75
Figura 2.38 Control a distancia con la identificación numérica de seguridad.	80
Figura 2.39 Esquema para la instalación del módulo de alarma.	86
Figura 3.1 Escenario de ensayo.	87
Figura 3.2 Equipo simulador de condiciones eléctricas.	88
Figura 3.3 Pantalla de control del software del simulador.	89
Figura 3.4 Forma general de onda de caída momentánea de tensión.	93
Figura 3.5 Forma general de onda de tensión para condición de arranque.	94
Figura 3.6 Forma general de onda de reseteo ante la caída de tensión.	95
Figura 3.7 Circuito inversor de polaridad.	96
Figura 3.8 Aumento de voltaje en software para compensación de consumo en diodos rectificadores.	97
Figura 3.9 Maquetas para ensayos de módulos de alarma. a) comerciales, b) propuesto.	99
Figura 3.10 Matriz de resultados por ensayo.	103
Figura 3.11 Extintor contra incendios.	110
Figura 4.1 PIC del receptor de control a distancia y cargador de batería, averiados por inversión de corriente a 14V.	113

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Magnitudes eléctricas.....	6
Tabla 1.2 Averías y causas en el sistema de carga.	14
Tabla 2.1 Características eléctricas del regulador LM2596.	39
Tabla 2.2 Características eléctricas del regulador LM7805.	40
Tabla 2.3 Características eléctricas del regulador LM7812.	40
Tabla 2.4 Características eléctricas del diodo 1N4007.....	41
Tabla 2.5 Características eléctricas del transistor 2N3904.....	45
Tabla 2.6 Características eléctricas del transistor Tip122.	47
Tabla 2.7 Características eléctricas del optoacoplador PC817.....	48
Tabla 2.8 Características eléctricas del diodo zener 1N4742A.....	49
Tabla 2.9 Pines de conexión MP3 WT9501M03.....	50
Tabla 2.10 Características eléctricas del transistor 2SD1328.....	52
Tabla 2.11 Función de los terminales de puertos del AVR.	55
Tabla 2.12 Audios de las funciones de la alarma	75
Tabla 2.13 Colores de las funciones del led indicador.....	76
Tabla 2.14 Programaciones configurables por el usuario.....	82
Tabla 2.15 Funciones estándar del módulo de alarma propuesto.	83
Tabla 3.1 Valores de tensión mínimos y máximos para dispositivos de 12V.	92
Tabla 3.2 Valores de tensión y tiempos para el ensayo de caída momentánea de tensión.	93
Tabla 3.3 Valores de tensión y tiempos para el ensayo de condición de arranque.	94
Tabla 3.4 Valores de tensión y tiempos para el ensayo de reinicio ante caída de tensión.	96
Tabla 3.5 Número total de pruebas por módulo de alarma.....	98
Tabla 3.6 Peso específico criterios de selección.....	100

Tabla 3.7 Alternativas de funciones.	101
Tabla 3.8 Peso específico por nivel de importancia.....	101
Tabla 3.9 Peso específico por duración de señal acústica.	102
Tabla 3.10 Evaluación final de las alternativas a seleccionar.	102
Tabla 3.11 Códigos correspondientes al valor mínimo de funcionamiento de los módulos de alarma.....	107
Tabla 3.12 Tipos de prueba y estatus funcionales mínimos para los módulos de alarma.....	108
Tabla 4.1 Tipos de prueba y estatus funcionales para los módulos de alarma...	111
Tabla 4.2 Costos para la fabricación del módulo de alarma y control a distancia.	115
Tabla 4.3 Costos para la fabricación de la placa borrador.....	117
Tabla 4.4 Costos para la periféricos y accesorios.	118
Tabla 4.5 Costos de ensayos.....	119
Tabla 4.6 Costo total del proyecto.....	119

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 DIAGRAMA GENERAL Y RUTEO DEL CIRCUITO DEL MÓDULO DE ALARMA	127
ANEXO 2 PROGRAMACIÓN DE AVR Y PIC's	140
ANEXO 3 PROCESO DE ENSAMBLAJE BORRADORES Y PLACA FINAL DEL MÓDULO DE ALARMA.....	190
ANEXO 4 FORMAS DE ONDA Y TENSIONES PROVENIENTES DEL SIMULADOR DE CONDICIONES ELÉCTRICAS.....	195
ANEXO 5 MATRICES DE REGISTRO DE RESULTADOS	203

RESUMEN

El presente trabajo empieza con el primer capítulo detallando los conceptos básicos de electrónica y electricidad, sus similitudes y diferencias ya que el dispositivo a fabricar, se encuentra relacionado con estas dos áreas de la física; luego se describe el sistema de carga de un vehículo, pues muchos daños en los sistemas o elementos electrónicos del automotor parten por averías en este sistema. Finalmente se concluye con una clasificación de los sistemas antirrobo existentes en la actualidad para los vehículos, haciendo énfasis en los módulos de alarma.

El segundo capítulo, corresponde a la explicación del proceso de diseño y construcción del módulo de alarma, partiendo de las características funcionales del módulo, determinación de los elementos electrónicos y circuitos necesarios para la construcción de la placa electrónica, lenguaje de programación del módulo y control a distancia.

El tercer capítulo, se enfoca en la explicación acerca de los ensayos a ejecutar establecidos en la norma ISO 16750-2 sobre el módulo de alarma fabricado y a dos módulos comerciales; se manifiesta el protocolo propuesto por los autores, para ejecutar los ensayos con la ayuda de un equipo simulador de condiciones eléctricas y de qué forma se evaluarán a los módulos al finalizar cada ensayo.

En el cuarto capítulo se analiza de manera comparativa, los resultados de los ensayos a los módulos de alarma, adicionalmente se realiza un análisis de costos de fabricación del módulo, se incluye los costos de ensayos mediante el alquiler del equipo simulador de condiciones eléctricas.

En el quinto capítulo se genera conclusiones generales sobre el módulo de alarma fabricado y se propone recomendaciones sobre el proceso de fabricación y evaluación del módulo, así como también recomendaciones para futuros proyectos encaminados al mejoramiento de este dispositivo de antirrobo vehicular.

PRESENTACIÓN

En el momento actual, desde universidades hasta pequeñas industrias, se fomenta el desarrollo de tecnología y productos hechos en el Ecuador, con el afán de aumentar la matriz productiva nacional y en un futuro, dejar de ser un país de importaciones para llegar a ser un país fabricante de sistemas o elementos industriales.

La innovación o mejoramiento de equipos ya existentes en el mercado, también es otra manera de desarrollar la capacidad creativa y constructiva de estudiantes, técnicos, científicos e ingenieros del país, así, cada uno de ellos está en la obligación de obtener el mayor provecho en sus áreas para mejorar el bienestar de las personas, objetivo común de todos aquellos que están involucradas con la ciencia y tecnología.

Como ingenieros automotrices, es el deber de los autores, buscar siempre la mejora continua en todos los aspectos del campo automotriz, tanto en mecánica como en la electrónica, ya que esta honorable profesión, es la fusión de teorías y conocimientos de ambas áreas.

Paralelamente a ello, también es responsabilidad como profesionales, manejar parámetros internacionales, que sirvan de medidor para la evaluación de proyectos ingenieriles. Para este proyecto se ha decidido que el método de evaluación sea en base a las normas ISO 16750-2, enfocado en equipos eléctricos y electrónicos de uso automotriz.

Al realizar una comparación de resultados sobre las especificaciones funcionales entre los módulos de alarma que se encuentran en el mercado y el módulo de alarma a fabricar, se está creando nuevas metas en mejoramiento de diseños; sirviendo de motivación para alcanzar, en todo momento, nuevos conocimientos teóricos y desarrollo de las destrezas prácticas mediante la experiencia adquirida en el trabajo de la electrónica automotriz.

CAPÍTULO 1.

FUNDAMENTOS Y MARCO TEÓRICO

1.1 FUNDAMENTOS

Durante la historia de la humanidad, siempre han existido grandes problemas sociales como el hurto o robo de pertenencias sin importar dimensiones o peso de los objetos, por lo que se debería implementar un sistema de seguridad, sobre todo, para equipos de gran tamaño y susceptibles a sustracciones. En el caso de los vehículos, existen empresas encargadas de la fabricación de equipos antirrobo; ellas han debido tener presente las posibles acciones que pudieran realizar los delincuentes sobre el vehículo, para poder contrarrestarlas mediante las distintas funciones que posee el equipo antirrobo.

Las alarmas automotrices constituyen un equipo antirrobo muy utilizado por su fácil instalación y costos relativamente accesibles. Pero no son los únicos equipos de seguridad que existen en la actualidad, la evolución tecnológica también ha logrado crear sistemas de seguridad satelital que permiten conocer el estado del vehículo y sus coordenadas geográficas de posición, sin embargo el costo es más elevado y su desarrollo tecnológico es más complejo.

Cada marca de alarma posee configuraciones propias de funcionamiento y el usuario deberá adaptarse al manejo de la misma; conocer las características de activación, desactivación, armado, desarmado; en general, conocer el estado instantáneo de la alarma mediante un análisis visual (led indicador de estado de la alarma) o auditivo (sirena). Así como en los sistemas de inyección electrónica el núcleo de control es la computadora del vehículo, en una alarma automotriz el núcleo central del sistema es el módulo; este elemento envía señales eléctricas a distintos dispositivos como sirena, módulo de bloqueo central de puertas, led, relés de corte, etc., de acuerdo a la información que recibe desde sensores en forma de señales eléctricas y a la programación inscrita por parte del fabricante en su microcontrolador maestro.

1.1.1 PROBLEMA

En la actualidad, la mayoría de módulos de alarmas que existen en el mercado nacional tienen características constructivas y funcionales muy similares, así por ejemplo, poseen un led indicador con el mismo color de emisión de luz, haciendo que el usuario deba estar muy pendiente del tiempo de encendido y apagado (onda cuadrada de tensión) para lograr interpretar el estado en el que se encuentra la alarma, lo que podría generar malestar y tiempos prolongados de adaptación; estos tiempos podrían aumentar si el dueño del vehículo desea realizar un cambio de marca de alarma. Las mismas incomodidades pueden presentarse con respecto a las señales acústicas emitida por la sirena.

A esto se adiciona, el hecho de que no existen registros disponibles para la sociedad con respecto a evaluaciones realizadas a módulos de alarma aplicando la norma ISO 16750-2, para que dueños de vehículos o personas interesadas en estas áreas puedan tener un conocimiento más profundo de las limitaciones técnicas de estos dispositivos.

1.1.2 PROPUESTA

Tomando en conjunto toda la problemática planteada, en el presente trabajo se expone el diseño y construcción de un módulo de alarma con algunas características funcionales que poseen todas las marcas y que no pueden ser obviadas precisamente por el nivel de importancia que éstas representan para la seguridad del vehículo, pero también tendrá características propias que serán detallados posteriormente y que nacen de una propuesta por parte de los autores, llegando a ser un prototipo base para futuros módulos de alarma y que posiblemente con la implementación de mejoras en este diseño tanto en hardware como en programación, pueda estar en algún momento en el mercado nacional, ofreciendo a la sociedad una opción adicional de dispositivos de seguridad vehicular.

1.1.3 OBJETIVOS

1.1.3.1 Objetivo General

Diseñar y construir un módulo electrónico de alarma automotriz evaluada bajo las especificaciones de la norma ISO 16750-2 para equipos eléctricos y electrónicos que son instalados en vehículos.

1.1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar las características constructivas y operativas del módulo de alarma automotriz.
- Definir los elementos electrónicos y periféricos necesarios para la construcción del hardware del módulo de alarma.
- Establecer el lenguaje de programación encargado del control electrónico.
- Utilizar un simulador de condiciones eléctricas del vehículo para la aplicación de los ensayos descritos en la norma ISO 16750-2.
- Simular las condiciones eléctricas de pruebas que establece la norma ISO 16750-2, tanto en el módulo de alarma fabricado como en los módulos de alarmas comerciales.
- Comparar y analizar los resultados de los ensayos entre los módulos de alarma.

1.1.4 ALCANCES

- Se emplearán elementos y materiales electrónicos disponibles en el mercado nacional en su mayoría, a excepción de posibles elementos que necesariamente deban ser importados.
- Se utilizarán periféricos universales o de alarmas existentes tales como sensor de golpe, sirena de tonos, propulsor de seguro de puertas, el control a distancia y otros periféricos adicionales en caso de ser necesario para demostrar el funcionamiento del módulo. Éstos se seleccionarán dependiendo de los costos o que no presenten dificultad de acoplamiento electrónico o de programación. Los periféricos consisten en sensores y

actuadores que envían y reciben señales de la etapa de control ejecutada por el módulo de alarma.

- Se aplicarán los siguientes tipos de ensayos descritos en la norma: sobretensión, discontinuidad de tensión de alimentación (caída momentánea de tensión), comportamiento de reinicio ante la caída de tensión, condición de arranque del motor e inversión de polaridad de corriente.
- Se desarrollará una maqueta demostrativa del funcionamiento del módulo de alarma fabricado.
- Se realizará el análisis en el módulo de alarma del proyecto y en dos marcas de módulos de alarma comerciales para su posterior comparación de resultados.
- Las pruebas se realizarán en un simulador de condiciones eléctricas del vehículo.

1.2 CONCEPTOS DE ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA BÁSICA APLICADA AL CAMPO AUTOMOTRIZ

La sociedad en su mayoría y sobre todo para aquellos que no hayan tenido una formación técnica con respecto a la electrónica y electricidad, asocian muy estrechamente estos dos conceptos entre sí, inclusive llegan a tomarlos como sinónimos sabiendo que existen marcadas diferencias como los elementos involucrados, características y objetivos de cada área.

A pesar que en ambos casos el principio físico implicado es el flujo de cargas eléctricas en un sistema, la electricidad y la electrónica tienen metas distintas; así la primera busca convertir la energía eléctrica en otro tipo de energía como la calorífica, mecánica, para poder generar un determinado trabajo aprovechable, mientras que la segunda tiene la misión de transportar información digital o análoga, a través de la corriente eléctrica. Existen diferencias adicionales tales como la implementación de semiconductores en la electrónica, voltajes y amperajes más bajos con respecto a la electricidad, permitiendo disminuir el tamaño y peso de elementos electrónicos. Estas dos áreas se encuentran en el campo automotriz precisamente para realizar una función especial.

La electricidad permite, por ejemplo, generar el movimiento del rotor en un motor de arranque (energía mecánica), generar luz en los faros o lámparas (energía luminosa).

Mientras que gracias a la electrónica, los sistemas de inyección de combustible son posibles hoy en día, mejorando la eficiencia en el consumo y disminución de gases contaminantes, todo esto con un menor margen de error en el sensado de parámetros ambientales y de funcionalidad del motor logrando una excelente etapa de control y mejorando paralelamente, la etapa de salida mediante los actuadores.

Sin embargo, los sistemas de inyección no son los únicos sistemas que involucran a la electrónica para el control de señales eléctricas, sino, que existen otros equipos como los módulos de alarma, los cuales reciben información a través de sensores de golpe y pulsadores de puertas, cuyas señales eléctricas permiten determinar las condiciones que se encuentra el vehículo con respecto a su seguridad, ya sea durante su funcionamiento normal o mientras se encuentra detenido con el motor apagado. Esa información será útil para que el módulo de alarma pueda activar a los actuadores como sirena, bloqueo central de puertas, sistema de iluminación, módulo elevavidrios; dependiendo de la situación del automotor y de las funciones que el usuario desee activar. Como se puede apreciar, el principio del funcionamiento de una alarma y de un sistema de inyección, son análogos.

Las magnitudes físicas principales que son inherentes en la electrónica y electricidad se encuentran detalladas en la Tabla 1.1, con sus respectivos conceptos, unidad de medida y símbolo.

Tabla 1.1 Magnitudes eléctricas.

Magnitud	Concepto	Unidad	Símbolo
Voltaje/Tensión/ Diferencia de potencial	"Fuerza" con la que se desplazan las cargas eléctricas desde un punto a otro en un circuito	Volt	V
Intensidad/Corriente/ Amperaje	Flujo de cargas eléctricas por unidad de tiempo	Amperio	A
Resistencia eléctrica	Oposición al paso de carga eléctricas en un conductor	Ohm	Ω
Potencia eléctrica	Variación de la energía eléctrica por unidad de tiempo	Watt	W
Capacitancia	Capacidad de almacenar energía eléctrica	Faradio	F

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

Para el cálculo de la intensidad de un circuito se debe aplicar la Ley de Ohm, en la cual se debe calcular la diferencia de tensión entre el voltaje de entrada y el voltaje de consumo de un dispositivo, dividido para la resistencia limitadora de corriente. La ecuación se represente de la siguiente manera.

$$I = (V_e - V_c)/R \quad (1.1)$$

La potencia relaciona a la intensidad y al voltaje mediante la siguiente ecuación:

$$P = I * V \quad (1.2)$$

1.2.1 IMPORTANCIA DE LOS ELEMENTOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS PARA UN SISTEMA DE SEGURIDAD EN VEHÍCULOS

En general, los circuitos electrónicos están compuestos por elementos activos y pasivos. A partir de la implementación de los semiconductores y la evolución de la física cuántica, se han logrado crear diversos componentes electrónicos con el pasar del tiempo; existen un gran número de variedades de componentes con funciones específicas, de hecho, en base a la teoría de diodos y transistores, se han podido crear componentes más complejos como compuertas lógicas, transistores de efectos de campos, amplificadores operacionales, circuitos

integrados, triac's, optoacopladores, microcontroladores, etc. Todos estos elementos cada vez más pequeños, con potencias de funcionamiento bajas y tamaños de memoria de instrucciones de microcontroladores amplios; permitiendo crear sistemas de bucles óptimos con tiempos de reacción en milisegundos. En la Figura 1.1 se muestra las etapas de un sistema electrónico de control general.

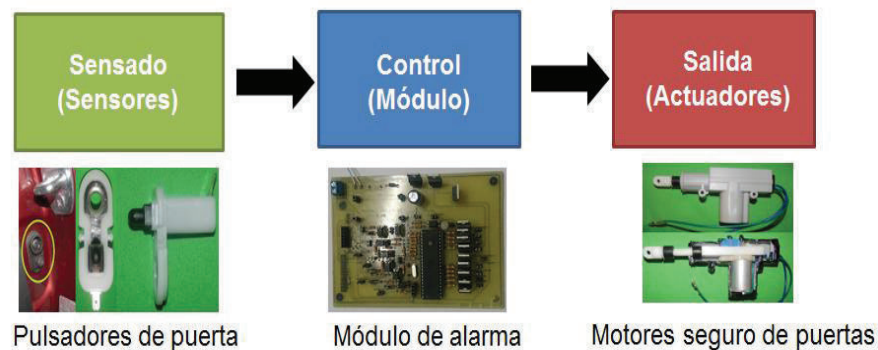


Figura 1.1 Etapas de un sistema de control electrónico.

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

Como se visualiza, cualquier sistema de control electrónico, sea de inyección o de alarma automotriz, se dividen en tres etapas: sensado, control y salida de señal. Y es precisamente la etapa de control que permite captar distintos tipos de señales en tiempos muy cortos desde los sensores, todo esto con poco consumo de corriente, generalmente hablando en valores de miliamperios; situación que no se lograría con sistemas mecánicos y que también representan un mayor peso en el vehículo. Es interesante entender que la etapa de salida, la cual es representada por relés, bobinas, lámparas incandescentes, etc., tienden a consumir un mayor voltaje; pero que poseen una etapa de control basada en un consumo de energía relativamente bajo, es por ello adicionalmente, la importancia de los elementos electrónicos en un módulo de control. En conclusiones, la electrónica y por ende los elementos electrónicos, permiten crear sistemas de seguridad muy confiables por tener una programación muy detallada de instrucciones, consumo de energía y tiempos de reacción muy bajos.

1.3 SISTEMA DE CARGA ELÉCTRICA DEL AUTOMÓVIL

Todo vehículo está provisto por sistemas eléctricos y electrónicos tales como el sistema de iluminación, sistema de arranque, sistema de aire acondicionado, el

propio sistema de inyección electrónica y accesorios en general. La batería de 12V puede suplir con la energía necesaria para activar estos sistemas cuando el motor no está en funcionamiento durante un tiempo limitado, siendo necesaria la implementación de un sistema de carga que pueda producir la energía eléctrica para todos los consumidores del vehículo incluida la batería durante el funcionamiento del motor de combustión. El elemento principal del sistema de carga es el alternador, éste ha sustituido al dínamo, generador de corriente directa. La desventaja del dínamo es que su generación de energía es proporcional a las revoluciones del motor, por ende a bajas revoluciones, la corriente generada es poca. El sistema de carga transforma una cierta energía mecánica del cigüeñal en energía eléctrica saliente del alternador.

1.3.1 ELEMENTOS DEL SISTEMA

Básicamente, a más del cableado, batería e interruptor de encendido, el sistema de carga está constituido por el alternador y un regulador de voltaje. El regulador puede estar en el interior del cuerpo del alternador o afuera del mismo.

1.3.1.1 Alternador y regulador

El principio de funcionamiento del alternador es la inducción electromagnética. Este principio físico consiste en crear una corriente eléctrica mediante la introducción de un devanado (conductor) dentro de un campo magnético con la existencia de un movimiento relativo entre ellos, es decir, que uno de los dos elementos debe estar fijo y otro debe estar en movimiento. En la Figura 1.2 se muestra un gráfico del principio de inducción electromagnética con una sola espiral (devanado).

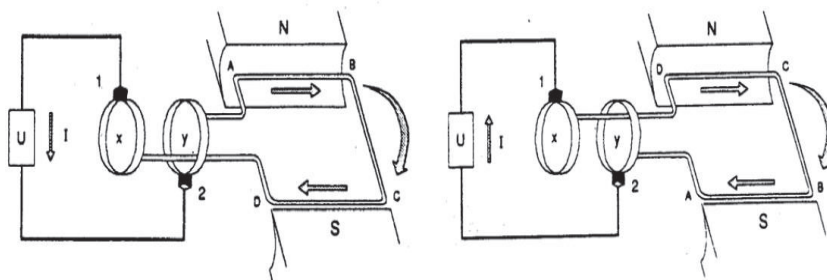


Figura 1.2 Inducción electromagnética.

Como se observa en la figura, existen dos movimientos de la espiral a 180° . Cada extremo de la espiral está comunicado a un anillo (x & y). En el primer movimiento, la corriente fluye desde el punto A al D, cerrando el circuito en un consumidor U. En el próximo giro a 180° , la corriente se invierte, circulando desde el punto D al A cerrando el circuito por el mismo consumidor.

El cambio de dirección de la corriente genera una onda senoidal o alterna en función del tiempo, por lo tanto, un alternador genera corriente alterna. Un ejemplo de la onda característica de la corriente alterna se muestra en la Figura 1.3.

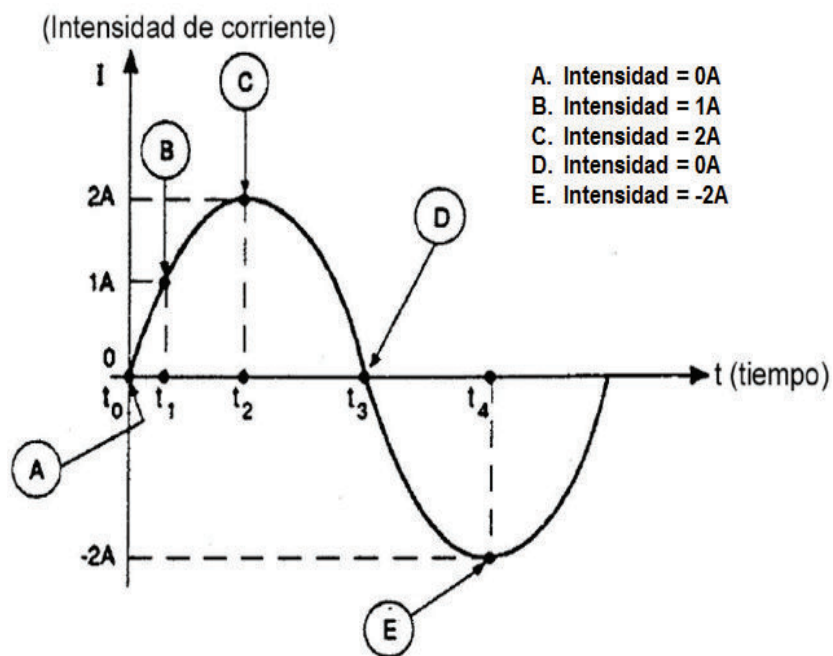


Figura 1.3 Curva corriente senoidal.

Fuente: Grupo Fiat – Evolucionaria (2010), Acumuladores, recarga y arranque, 20 pp

El signo negativo de la intensidad eléctrica en el punto E, indica que la corriente máxima generada ha cambiado totalmente de dirección. Ahora bien, el estator (inducido) no está compuesto por una única espira, sino, por varias espiras llegando a denominarse como alternador trifásico.

Los alternadores trifásicos están compuestos por 3 bobinas desfasadas en forma de triángulo o estrella a 120° . En la Figura 1.4 se expone estos dos tipos de conexiones.

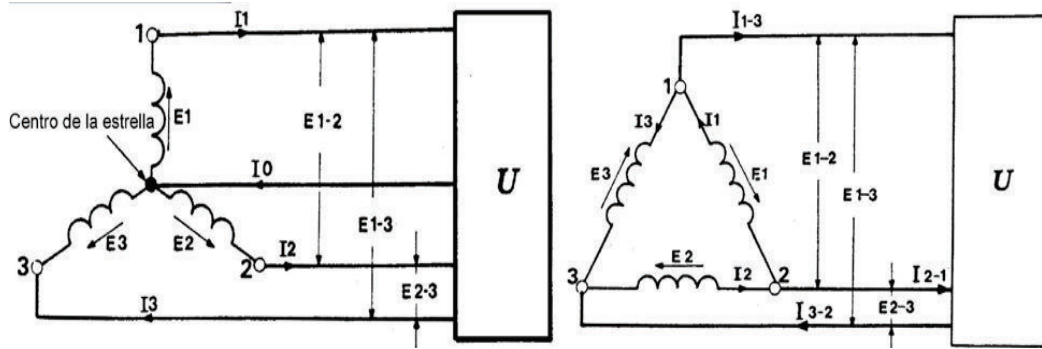


Figura 1.4 Conexión estrella y triángulo del estator.

Fuente: Grupo Fiat – Evolucionaria (2010), Acumuladores, recarga y arranque, 27 pp

Esto permite obtener varias ondas senoidales en el transcurso del tiempo, logrando que la existencia de corriente sea constante, tal como indica la Figura 1.5.

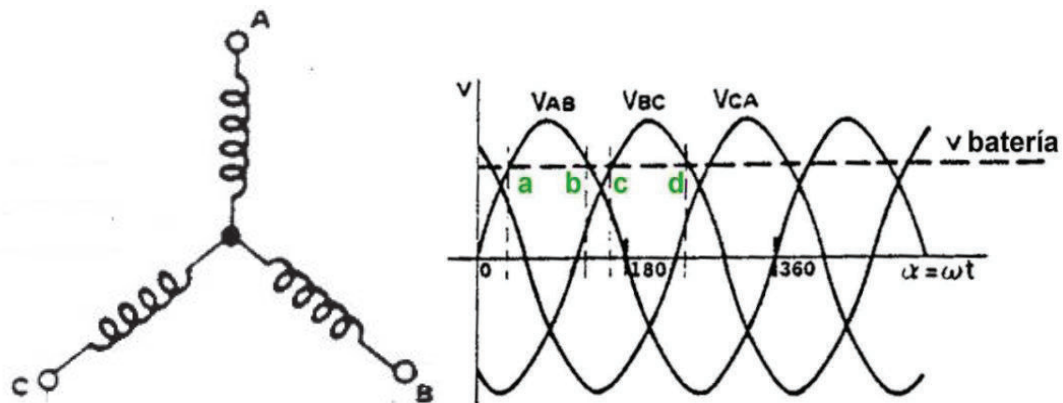


Figura 1.5 Formación de ondas senoidales.

Fuente: Grupo Fiat – Evolucionaria (2010), Acumuladores, recarga y arranque, 28 pp

Un alternador posee un estator que representa el inducido, un rotor que genera el campo magnético y es precisamente el elemento móvil que gira por la transferencia de movimiento circular desde el cigüeñal del motor de combustión. El trabajo de estos componentes genera una corriente alterna, pero el vehículo necesita corriente continua para cada uno de sus sistemas eléctricos y electrónicos. Para lograr este objetivo, se aplica un puente rectificador el cual permite transformar la corriente alterna en continua con la ayuda de 6 diodos rectificadores. Para obtener una corriente continua, los diodos deben tomar las zonas negativas de la onda senoidal para permitir una salida común hacia el borde positivo de la batería, tal como se muestra en la Figura 1.6.

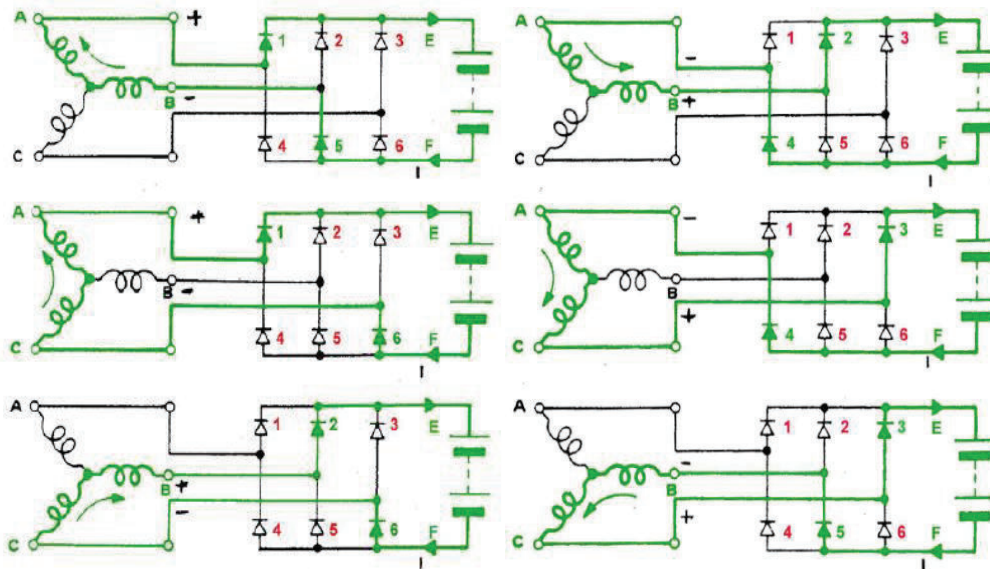


Figura 1.6 Funcionamiento del puente rectificador.

Fuente: Grupo Fiat – Evolucionaria (2010), Acumuladores, recarga y arranque, 30 pp

Acumulando todas las corrientes generadas en las bobinas, se obtiene una onda final como en la Figura 1.7, lo que garantiza la existencia de corriente para cualquier instante hacia la batería, corriente para la autoexcitación del rotor y consumidores en general.

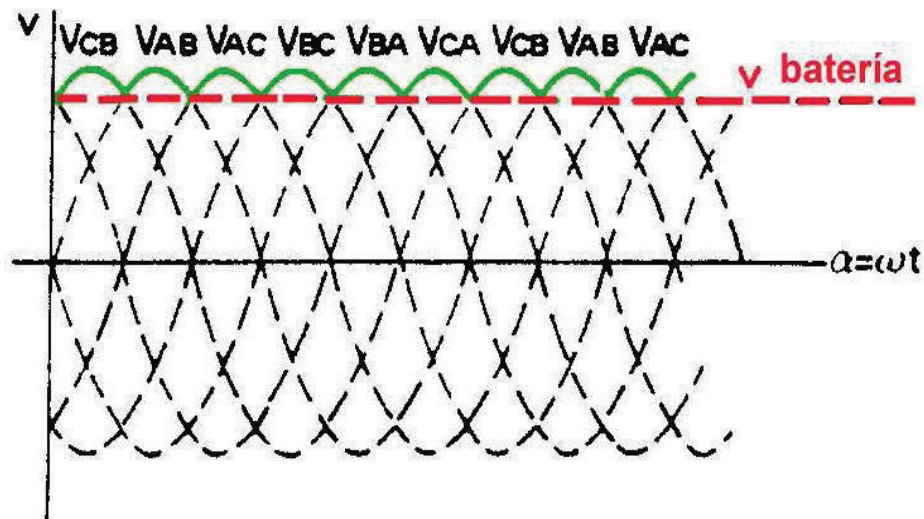


Figura 1.7 Onda senoidal rectificada.

Fuente: Grupo Fiat – Evolucionaria (2010), Acumuladores, recarga y arranque, 31 pp

Adicionalmente al puente rectificador existen tres diodos que permiten autoexcitar la bobina del rotor. Las baterías son cargadas hasta un valor de 14,5V, este valor

es controlado gracias a un regulador de voltaje, los cuales algunos poseen un diodo zener como elemento de control.

1.3.1.2 Anomalías en el sistema de carga

Es necesario realizar un análisis de las posibles averías en el sistema de carga y cuyas características, se pueden comparar con algunas de las formas de ondas de los ensayos a aplicar en los módulos de alarma. A continuación se detallan los problemas eléctricos y sus causas.

1.3.1.2.1 Autodescarga de la batería

Las baterías utilizadas en el medio automotriz, cumplen un proceso de descarga, así no exista ningún consumidor instalado. El proceso químico interno que se produce en la batería, genera con el tiempo que se vaya descargando, conllevando a que la tensión del sistema eléctrico se vea afectado, según Bosch 2014 menciona que “La autodescarga es causada por impurezas tales como el antimonio, usado como aleación para endurecer las rejillas de plomo, es una de esas impurezas metálicas que causa la autodescarga” 8 pp; aunque ya en la actualidad existen baterías en donde se mejora el diseño interno, desistiendo del uso de impurezas y elementos químicos que afectan la capacidad de carga de la batería; un claro ejemplo es la tecnología batería de gel donde la tasa de autodescarga es inferior el 0,1% de la capacidad de la batería por día, según Bosch 2014. Para la autodescarga pueden influir aspectos como la temperatura, ya que una temperatura alta causa que el proceso químico interno de la batería sea más acelerado.

1.3.1.2.2 Equilibrio eléctrico

Esta es una condición del sistema eléctrico del cual se debe tener cuidado, los elementos principales son el alternador y la batería; entre ambos elementos debe existir un equilibrio en el funcionamiento debido a que el alternador es el encargado de generar la tensión y corriente suficiente para abastecer a todo los consumidores del sistema eléctrico y además se encarga de mantener una batería totalmente cargada. El error se genera cuando se realizan instalaciones adicionales a las que no están consideradas de fábrica lo que causa que el

alternador no alcance a suministrar la suficiente energía a todos los sistemas, causando anomalías en el sistema eléctrico y afectando al correcto funcionamiento de la batería; viéndose reflejado en un voltaje inestable en el sistema eléctrico.

1.3.1.2.3 Fuga de corriente

Adicionalmente otra condición muy importante que debe ser analizado en el sistema eléctrico del vehículo es la fuga de corriente que existe, pero ésta no debe ser excesiva ya que lograría que la tasa de descarga sea más rápida, reduciendo el tiempo de trabajo útil de la batería y causando que el sistema eléctrico no tenga un voltaje y corriente estable.

1.3.1.2.4 Sobrecarga

Esta puede ser una de las fallas más perjudiciales del sistema eléctrico, ya que se pone en riesgo a sistemas, partes eléctricas y electrónicas del vehículo; de ahí la importancia de contar un buen mantenimiento de los elementos y sobre todo una rápida detección de fallas en el sistema de carga y batería. Según Bosch 2014, “La sobrecarga es frecuentemente relacionada a una alta temperatura inapropiada en el compartimiento del motor, un regulador de voltaje defectuoso es muchas veces otra causa de la sobrecarga” 8 pp.

Se atribuye además condiciones específicas que generan un sistema eléctrico inadecuado y con problemas que afecta a los dispositivos eléctricos y electrónicos del vehículo que son:

- Instalación incorrecta de sistemas como son sistemas de luces adicionales, sistema de audio, etc.; que no sean instalados de fábrica.
- Paso de corriente cuando una batería se encuentra descargada, muchas veces esta acción no se la realiza correctamente o como indica el manual del usuario del vehículo, lo que ha causado muchos inconvenientes en el sistema eléctrico.
- Errores cometidos por el técnico automotriz al ejecutar mantenimientos y reparaciones, y que no ha tenido el debido cuidado en su trabajo sin seguir las recomendaciones del manual de servicio.

- Falta de mantenimiento en los sistemas de carga y sistema eléctricos en general, y la selección errónea de la batería al no seguir las especificaciones del fabricante.

Las respectivas fallas y causas se encuentran detalladas en el Tabla 1.2

Tabla 1.2 Averías y causas en el sistema de carga.

Averías	Causas
<ul style="list-style-type: none"> • Batería descargada • Funcionamiento irregular o disminución de prestaciones de los sistemas eléctricos / electrónicos • Motor de arranque no funciona 	<ul style="list-style-type: none"> • Sulfatación de bordes de batería • Cableado defectuoso (aumento de resistencia) • Aflojamiento de tuercas de sujeción del cableado a los bordes de batería
<ul style="list-style-type: none"> • Batería descargada • Carga insuficiente del alternador 	<ul style="list-style-type: none"> • Rotura de correa de accesorios • Tensor de correa defectuoso • Interrupción del contacto entre anillo y escobilla
<ul style="list-style-type: none"> • Sobretensión: vida útil de batería corta, arranque dificultoso 	<ul style="list-style-type: none"> • Avería en el circuito regulador de tensión • Cortocircuito en el circuito de excitación del rotor
<ul style="list-style-type: none"> • Averías y funcionamiento incorrecto en sistemas electrónicos 	<ul style="list-style-type: none"> • Longitud excesiva del cableado (aumento de resistencia, disminución de tensión en circuito electrónicos)
<ul style="list-style-type: none"> • Ruido 	<ul style="list-style-type: none"> • Desalineación de poleas • Desgaste de rodamientos
<ul style="list-style-type: none"> • Desgaste prematuro de correa 	<ul style="list-style-type: none"> • Ajuste excesivo

Fuente: Grupo Fiat – Evolucionaria (2010), Acumuladores, recarga y arranque, 53 pp

1.4 SISTEMAS ANTIRROBO DE VEHÍCULOS

Los sistemas antirrobo han sido creados para la protección del vehículo frente a situaciones como el hurto de pertenencias u objetos que se encuentren al interior del vehículo; actualmente, el desarrollo tecnológico en el campo de la electrónica y su aplicación en los vehículos modernos, ha permitido que surjan nuevos sistemas y métodos para contrarrestar el robo de automotores. Los sistemas

antirrobo se clasifican en mecánicos y electrónicos, los cuales son instalados en el vehículo según el diseño.

1.4.1 SISTEMAS MECÁNICOS ANTIRROBO

Este tipo de sistema antirrobo se ha diseñado para bloquear varios mecanismos mecánicos de operación del vehículo, logrando inmovilizar sistemas fundamentales tales como sistema de transmisión, sistema de frenos, sistema de dirección y bloqueos adicionales a elementos específicos del vehículo. Son de bajo costo y efectivos para impedir que el vehículo sea sustraído del lugar donde se encuentra. Algunos de estos son nombrados en la siguiente lista:

- Bloqueo de giro de volante de dirección.
- Inmovilizador de palanca de cambios.
- Bloqueo de apertura de capot.
- Bloqueo de freno de parqueo.
- Inmovilizador de pedales de conducción.
- Láminas de protección para vidrios.

1.4.2 SISTEMAS ELECTRÓNICOS ANTIRROBO

El avance en el campo de la electrónica ha logrado contar con sistemas electrónicos antirrobo para el vehículo; que con el pasar de los años, se han perfeccionado y optimizado su funcionamiento para conseguir una mayor protección y evitar el robo

- Llaves tipo transpondedores.
- Corta corrientes
- Alarmas antirrobo.
- Inmovilizadores biométricos.
- Sistema de rastreo satelital.

1.5 MÓDULOS DE ALARMA

Los módulos de alarma es el núcleo de una alarma los cuales son implementados en el sector automotriz con el fin de proteger el vehículo ante un asalto o robo,

este es el método de protección que posee tres ejes fundamentales en la que se ha desarrollado el diseño que son: protección del interior del habitáculo, corte de encendido del motor y accionamiento ante un eventual robo al conductor durante la conducción; cada una de estas condiciones y funciones adicionales que poseen los módulos de alarma en general serán detalladas a continuación

1.5.1 CONSTITUCIÓN DEL MÓDULO DE ALARMA

El módulo de alarma automotriz, en su estructura hardware, debe tener un buen desempeño al ser instalado en el vehículo capaz de soportar las temperaturas que se generan al interior, soportar las vibraciones, golpes y condiciones extremas; pero también es importante que su estructura y diseño, soporten condiciones normales de trabajo del sistema eléctrico del vehículo como posibles fallas eventuales que pudieran afectar su funcionamiento.

Los módulos de alarma en su mayoría, son fabricados para trabajar en un valor teórico de 12V y práctico de 14,5V, siendo este valor la alimentación directa hacia el módulo de alarma que mediante un regulador de tensión reduce la tensión a un valor de alrededor de 5V para el funcionamiento de los elementos que conforman la placa electrónica del módulo.

Como toda unidad de control, posee un microcontrolador encargado de recibir, procesar y enviar señales eléctricas según las condiciones y funciones que se han programado para su funcionamiento. En la Figura 1.8, se muestra el diseño y los elementos electrónicos internos que forman un módulo de alarma.

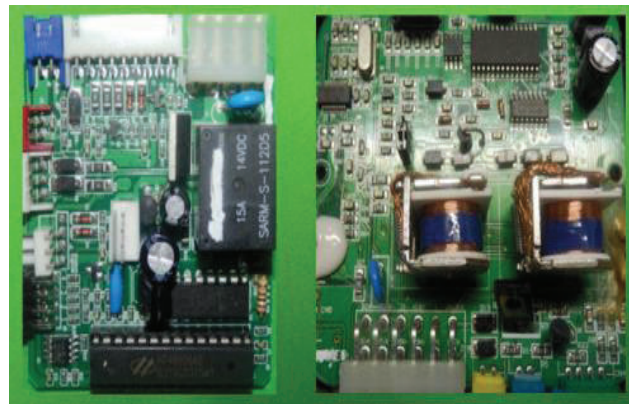


Figura 1.8 Módulo de alarma automotriz.

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

En la gran mayoría de alarmas automotrices que se comercializan en el medio, se tiene separado del módulo principal de los elementos como sensores, sirena, botón valet y otros periféricos que van hacer detallados a continuación.

1.5.2 PERIFÉRICOS DEL MÓDULO DE ALARMA

Los periféricos consisten de sensor de golpe, pulsadores de puertas, sirena, controles a distancia, relé de corte de corriente al motor, módulo de control de bloqueo central, etc., en otras palabras, sensores y actuadores.

1.5.2.1 Sensor de golpe

El sensor de golpe es un elemento electrónico que tiene la función de receptor las vibraciones que se originan sobre el vehículo. Su ubicación debe ser estratégico capaz de detectar cualquier vibración que se produzca ya sea por un intento de forzamiento de puerta, golpes o movimientos extraños. Además posee un regulador que permite seleccionar el nivel de sensibilidad donde intuye mucho la experiencia del instalador, ya que al momento de la instalación, debe realizar pruebas de funcionamiento. Algunos fabricantes de alarmas aconsejan instalar el sensor de golpe en la parte frontal del vehículo, específicamente al interior del panel frontal del habitáculo. En la Figura 1.9, se observa el diseño interno de los sensores de golpe.

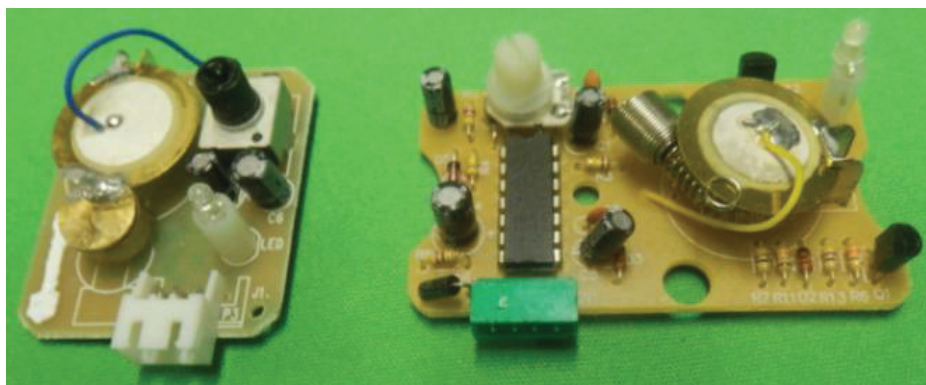


Figura 1.9 Estructura interna del sensor del Golpe.

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

Existen algunos módulos de alarma más avanzados que han sido diseñados con la opción de utilizar sensores de movimiento, logrando proteger con mayor eficacia al vehículo contra algún movimiento extraño al interior del habitáculo. En

relación al valor económico de esta clase de sensores, son de mayor costo en comparación a los sensores de golpe por lo que la mayoría de constructores y marcas que se comercializan en el medio, lo incluyen en el kit de alarma automotriz.

1.5.2.2 Transmisor a distancia

El control a distancia, es un dispositivo primordial de la alarma automotriz, porque permite que exista la comunicación entre los requerimientos del conductor y la alarma mediante un receptor que se encuentra en la placa del módulo de alarma y el emisor instalado en el transmisor a distancia. Su diseño y las funciones que este dispositivo pueda realizar cambian entre las marcas de fabricantes, pero todas cumplen funciones generales como son:

- Activación de alarma / cierre de seguros de puertas.
- Desactivación de alarma / apertura de seguros de puertas.
- Apertura de baúl.
- Activación y desactivación de sirena de tonos.
- Antiasalto del conductor.

En la Figura 1.10, se muestra el diseño interno de un transmisor a distancia.

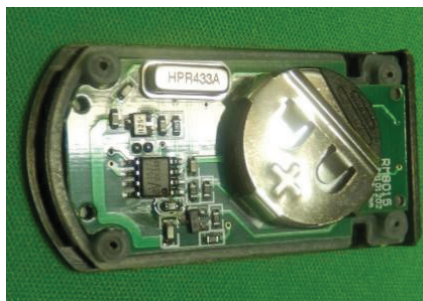


Figura 1.10 Diseño interno del transmisor a distancia.

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

1.5.2.3 Sirena de tonos

Este periférico cumple la función principal de alertar de manera acústica las diferentes condiciones de funcionamiento de la alarma lo que le convierte en un elemento primordial en el diseño de cualquier tipo de módulo de alarma

automotriz. La gran mayoría de marcas de alarmas usan sirenas de 5 a 6 tonos diferentes. En cuanto a valores de decibeles se encuentran entre los 110 dB y 130 dB. En la Figura 1.11, se observa la sirena de tonos utilizada en los módulos de alarma.



Figura 1.11 Sirena de tonos.
Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

1.5.2.4 Diodo emisor de luz

El uso de este elemento electrónico ha sido implementado para informar, de forma visual, los diferentes tipos de funciones y estados en la que se encuentra la alarma al conductor cuando se encuentre al interior del vehículo. Este elemento tiene gran influencia al momento de conocer en qué estado se encuentra la alarma como puede ser modo programación, modo valet, modo activado y modo desactivado; así como informar al conductor de alguna condición o anomalía que se haya presentado durante la activación de la alarma. En la Figura 1.12, se observa el led indicador de la alarma instalado en el tablero frontal de habitáculo del conductor.



Figura 1.12 Led indicador de alarma.
Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

1.5.2.5 Botón valet

El botón valet es un elemento generalizado en la mayoría de alarmas automotrices, ya que es la vía práctica y sencilla para que el conductor pueda ejecutar configuraciones en el módulo de alarma. El botón valet encapsula un pulsador de configuración normalmente abierto, que según el fabricante, puede controlar corrientes negativa o positiva. En la Figura 1.13 se expone este elemento.



Figura 1.13 Botón valet.

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

1.5.2.6 Pulsadores de puerta

Este elemento cumple la función de informar al módulo de alarma cuando alguna puerta del conductor o de pasajeros se encuentra abierta o cerrada. La constitución de este tipo de pulsador es normalmente cerrado logrando que se adapte a la posición y funcionamiento de las puertas de un vehículo. La gran mayoría de pulsadores están diseñados para controlar corrientes negativas, pero debido a que algunos vehículos en su esquema eléctrico manejan corrientes positivas, existen pulsadores con diseños especiales para controlar este tipo de corrientes. En la Figura 1.14 se muestra este elemento.



Figura 1.14 Pulsador de puerta.

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

1.5.2.7 Pulsador de capot o baúl

En la gran variedad de alarmas que existen, se informa la apertura y cierre del capot del vehículo hacia el módulo de alarma. En la Figura 1.15, se muestra la ubicación del pulsador de capot instalado en la carrocería del compartimiento del motor y el diseño de este tipo de pulsadores.

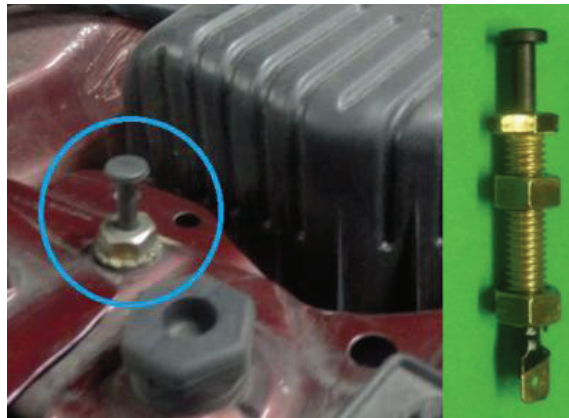


Figura 1.15 Pulsador de capot.

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

La estructura de este pulsador es más rígida capaz de soportar la fuerza que se utiliza para cerrar el compartimiento del motor. Dependiendo de la decisión del propietario del vehículo, se puede también brindar la opción de instalar el pulsador en la sección del baúl.

1.5.2.8 Bloqueo centralizado de puertas

Este sistema ha sido diseñado con la finalidad de manejar el cierre y apertura de los seguros de puerta; aunque desde un inicio se diseñaron módulos de alarma con el bloqueo central instalado en la misma placa electrónica, en la actualidad se fabrican por separado, para lo cual, la alarma tiene comunicación mediante dos salidas de señales eléctricas que se enlazan con el módulo de bloqueo central, es decir, la placa electrónica del módulo de alarma controla la apertura y cierre de seguros enviando pulsos de corriente hacia la placa electrónica del bloqueo central que comanda el movimiento de los seguros que son accionados mediante un propulsor o accionador eléctrico.

1.5.2.8.1 Módulo de bloqueo central

Este dispositivo electrónico es diseñado para controlar la apertura y cierre de los seguros de puerta mediante las señales enviadas desde la alarma según sea la decisión del conductor o por alguna condición de programación que se haya establecido. En la Figura 1.16, se muestra el módulo de bloqueo centralizado de puertas y su diseño interior.

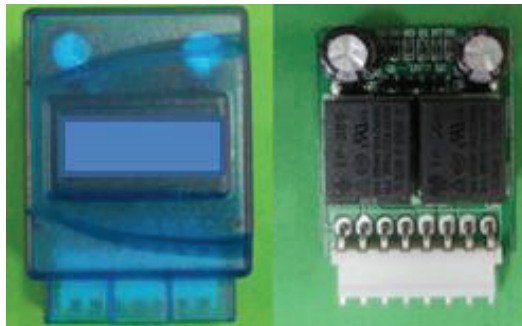


Figura 1.16 Módulo de bloqueo central de puertas.

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

Este módulo de bloqueo central de puertas se conecta a una alimentación de tensión de valor teórico 12V y en la práctica una conexión de 14,5V en el sistema eléctrico del vehículo. Su diseño de forma general posee la conexión para 4 propulsores o accionadores de los seguros, algunos fabricantes tienen la opción de conexión únicamente para 2 puertas según sea la necesidad y características en donde se instalará el módulo.

1.5.2.8.2 Propulsor

El propulsor o accionador de seguros de puerta es el encargado de convertir la señal eléctrica en movimiento mecánico suficiente para accionar el mecanismo que opera el seguro de puerta del vehículo. En el interior del propulsor se encuentra como elemento principal un motor de corriente continua bidireccional que mediante un conjunto mecánico, se acoplará al seguro de la puerta para accionarlo. En la Figura 1.17, se muestra el propulsor encargado de accionar el seguro de puerta, además se observa el elemento en corte para poder visualizar los elementos internos que lo conforman como es el motor de corriente continua y el mecanismo mecánico interno.



Figura 1.17 Propulsor de puerta.

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

1.5.2.9 Luces direccionales

El módulo de alarma está diseñada para generar un destello de luces lo que permite alertar de manera visual al conductor sobre las diferentes condiciones de funcionamiento de la alarma en situaciones como activación, desactivación y que actúa conjuntamente con la sirena de tonos. El módulo de alarma envía un voltaje de 12V para activar generalmente las luces direccionales. Cuando se requiera activar el sistema de luces con una señal negativa, el instalador puede utilizar dicha corriente de 12V para activar un relé que comande una corriente negativa, de tal manera, que se pueda acoplar el módulo de alarma a cualquier tipo de sistemas de luces. En la Figura 1.18, se observa el sistema de luces activado por el módulo de alarma.



Figura 1.18 Luces direccionales.

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

1.5.2.10 Módulo Elevavidrios

Es necesario elevar los vidrios del automóvil automáticamente cuando la alarma se ha activado o cuando la función de antiasalto haya sido activada, para aquello,

se necesita de un módulo electrónico adicional que se encargue de enviar una alimentación de voltaje hacia los motores bidireccionales que se encuentren instalados en el accionamiento del vidrio de cada puerta. Para comandar toda esta función, el módulo de alarma se comunica mediante un pulso de corriente con el módulo elevavidrios cuando se requiera que las ventanas del vehículo queden completamente cerradas automáticamente.

1.5.2.11 Módulo de apertura de baúl

Para cumplir con la opción que poseen las alarmas automotrices de accionar el seguro de puerta del baúl desde el transmisor a distancia y conseguir la apertura del mismo, se debe instalar un módulo de apertura universal para baúl o utilizar el sistema original que muchos vehículos tienen instalados de fábrica, de tal forma, que el módulo de alarma envía una señal eléctrica hacia el módulo de apertura de baúl para que se cumpla la decisión del conductor.

CAPÍTULO 2.

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO DE ALARMA

2.1 MODELIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL MÓDULO

El diseño del módulo de alarma está enfocado en el cumplimiento de requerimientos básicos que demandan ser aplicados en un vehículo tomando como punto relevante, el análisis de criterios de funcionamiento y con una fusión de la experiencia adquirida por parte de los tesistas en cuanto al uso y manejo de alarmas automotrices. Como idea principal del diseño del módulo, es permitir una mejor comunicación entre los diferentes estados del módulo de alarma y el conductor, es decir, mejorar el entendimiento del funcionamiento del módulo de alarma.

Actualmente los módulos de alarma cumplen, en sus diferentes diseños, todos los objetivos de protección en cuanto a inmovilización del motor, control de apertura, cierre de puertas y control de movimiento o golpes tanto en el vehículo como en el habitáculo. Pero no ha existido una evolución en desarrollo en cuanto a mejorar la comunicación para el rápido entendimiento del conductor sobre el estado de la alarma. En el diseño del módulo para este proyecto, se ha planteado como uno de sus puntos principales, manejar de una manera más sencilla la comprensión del comportamiento de la alarma en relación al conductor, desarrollando así un camino que pueda ser utilizado para generar un cambio generacional sobre el diseño de alarmas automotrices.

2.1.1 CONSTITUCIÓN GENERAL DE LA ALARMA

Para el esquema general del funcionamiento de la alarma, se establecen las señales de entrada al módulo y las salidas de conexión hacia los diferentes periféricos del sistema provenientes desde el mismo elemento de control. A continuación se detalla cada elemento de los esquemas de entradas y salidas; especificando su funcionalidad e importancia para el desarrollo de la alarma.

2.1.1.1 Señales de entrada hacia el módulo de alarma

Los elementos y conexiones que se determina como señales de entradas, son aquellos que proceden desde los sensores, permitiendo que el módulo de alarma pueda determinar el comportamiento de ciertos aspectos del estado del vehículo como del conductor. En la Figura 2.1, se observa un esquema general de las entradas que han optado para el módulo.



Figura 2.1 Señales de entrada al módulo.

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

2.1.1.1.1 Conexión 12 voltios

Esta conexión es la principal para la alimentación del módulo de alarma con una tensión de 12V, que en la práctica llegará hasta un valor de 14,5V, que se establece cuando el motor del vehículo está en funcionamiento haciendo girar al alternador y produciendo el voltaje de carga hacia la batería. Esta conexión proviene del terminal 30 del interruptor de encendido, es decir, directo desde la batería, logrando que el módulo se mantenga alimentado constantemente sin importar si el conductor ha ubicado la llave en el interruptor de encendido, por lo tanto, es una línea de alimentación constante para que el módulo pueda cumplir con las funciones durante todas sus etapas de funcionamiento y protección.

2.1.1.1.2 Conexión GND (tierra)

La conexión hacia corriente negativa, GND o tierra, es una entrada de corriente negativa hacia el módulo de alarma, esta conexión logra que se cierre el sistema con 12V para que el funcionamiento del módulo se lleve a cabo. Adicionalmente, sirve para alimentar de corriente negativa a periféricos de entrada y salida que han sido instalados en el módulo. Es muy importante tomar en cuenta que tanto la conexión de la entrada de alimentación de 12V y la conexión GND deben estar correctamente realizadas, ya que una de las causas que deriva al mal funcionamiento o desarrollo inadecuado del módulo de alarma es una mala instalación o una inadecuada conexión a GND en el chasis del vehículo.

2.1.1.1.3 Conexión de ignición de 12V

Esta entrada es una de las más primordiales que debe ser aplicada hacia el módulo de alarma; esta tensión se la toma desde el interruptor de encendido del vehículo o terminal 15. Esta señal permite ser una referencia de programación para poder ser aplicada a otras condiciones de funcionamiento de la alarma.

2.1.1.1.4 Sensor de golpe

El sensor de golpe es el encargado de detectar la vibración producida por un golpe en el vehículo, el módulo se encarga de enviar una alimentación de corriente positiva y una corriente negativa para el funcionamiento del sensor y una conexión adicional que es la entrada de la señal generada por el sensor, dicha señal es detectada por el microcontrolador principal; el módulo decide activar la sirena de tonos para informar que se ha receptado una señal del sensor de golpe y de esta manera informar o alertar al propietario del vehículo. El sensor de golpe únicamente funciona cuando la llave del interruptor de encendido está en posición de apagado y la alarma haya sido armada.

2.1.1.1.5 Pulsador de puerta del conductor

La ubicación de este pulsador es estratégica, debido a su importancia en la funcionalidad; la posición de este elemento permite que el módulo de alarma esté informado acerca de la apertura o cierre de la puerta durante todo el

funcionamiento y desarrollo de las diferentes funciones de la alarma. En el diseño, la conexión de esta entrada, está contemplada que sea una corriente negativa debido a que la gran mayoría de vehículos en la actualidad poseen pulsadores de puerta con conexión a GND desde el chasis, pero en el caso de que el vehículo controle corriente positiva en el pulsador instalado de fábrica, se puede realizar la conexión con la ayuda de un relé.

Esta entrada permite también establecer una señal que informe al módulo que la puerta ha sido abierta y poder aplicar la función de antiasalto por puerta del conductor; además, informa al módulo si la puerta del conductor se encuentra cerrada o abierta así como el armado automático de la alarma y control de seguros de puerta.

2.1.1.1.6 Pulsador de puertas

La utilización del pulsador en cada puerta, permite al módulo conocer el comportamiento de las puertas adicionales que tenga el vehículo. En el diseño del módulo se ha determinado tener una entrada para pulsadores de puerta en conexión a tierra (chasis u conexión corriente negativa) y adicional, una entrada para corriente positiva cuando los pulsadores de puerta del vehículo tenga esa configuración, de tal forma, que el módulo pueda ser instalado en cualquier tipo de configuración de pulsadores de puerta.

2.1.1.1.7 Pulsador de capot o baúl

El pulsador de capot o baúl es considerado en este diseño para que el módulo de alarma pueda tener un control directo sobre la apertura o cierre de esta parte del vehículo; esta señal de entrada al módulo está designado que sea una corriente negativa por lo que este pulsador debe ser instalado en la carrocería del vehículo logrando una buena conexión a tierra.

2.1.1.1.8 Botón valet

Este elemento constituye en una entrada necesaria para el desarrollo de algunas funciones de la alarma, el botón valet del módulo propuesto está designado a controlar una corriente negativa enviada desde el módulo y que mediante un

pulsador cierra el circuito hacia una entrada de conexión que permita recibir dicha señal eléctrica, según las condiciones que se requiera. El botón valet, cumple con la función de desactivar por completo el módulo de alarma cuando el vehículo ingresa a un taller de mantenimiento, lubricadora o servicio de lavado, en donde se requiere muchas veces desactivar el sistema de alarma para poder trabajar de mejor forma.

2.1.1.1.9 Control a distancia

El control a distancia es una de las entradas necesarias para el manejo del módulo de alarma; el funcionamiento de este dispositivo se fundamenta en el uso de un control remoto como elemento emisor y de un receptor instalado en el interior del módulo. En el diseño, este control remoto tendrá un manejo sobre el módulo permitiendo que ejecute las decisiones que el usuario requiera. Las funciones del control remoto son:

- *Función código de seguridad.*- El control a distancia será el encargado de enviar información mediante radiofrecuencia al módulo para desactivar la función de antiasalto, este código es programado por el usuario del vehículo de tal forma que sea de uso único.
- *Apertura de seguros.*- Además, el control a distancia cumple la función de enviar una señal de radiofrecuencia hacia el módulo y se proceda a la apertura de los seguros de puerta a través del módulo de bloqueo central permitiendo que el usuario pueda ingresar al vehículo y la alarma quede desactivada.
- *Cierre de seguros.*- Al igual que para la apertura, el control a distancia complementa su utilización enviando una señal hacia el módulo para que los seguros sean cerrados y la alarma quede activada.
- *Función de antiasalto.*- Se ha diseñado una opción de activación de esta función mediante el uso del control a distancia, es decir, permitiendo que el usuario pueda activar dicha función manualmente.
- *Programación por el usuario.*- Se ha definido que el usuario pueda seleccionar opciones sobre el desempeño del módulo de alarma; que mediante el uso del control a distancia y el uso del led RGB se establece un proceso de selección y programación de opciones de configuración.

- *Apertura de baúl.-* Otra función adicional que se ha implementado en el módulo de alarma es la apertura de baúl, mediante el envío de una señal hacia el módulo de alarma, se genera una comunicación hacia el módulo de apertura de baúl que puede tener instalado el vehículo.

2.1.1.2 Señales de salida desde el módulo de alarma

El módulo de alarma después de recibir las diferentes señales eléctricas por medio de las entradas y órdenes vía control a distancia, inicia con el procesamiento y ejecución de la programación del módulo de control; decidiendo actuar sobre los diferentes periféricos de salida según la función elegida. A continuación se detalla las salidas que controla el módulo de alarma y en la Figura 2.2 se detalla de manera general todas las salidas del diseño.

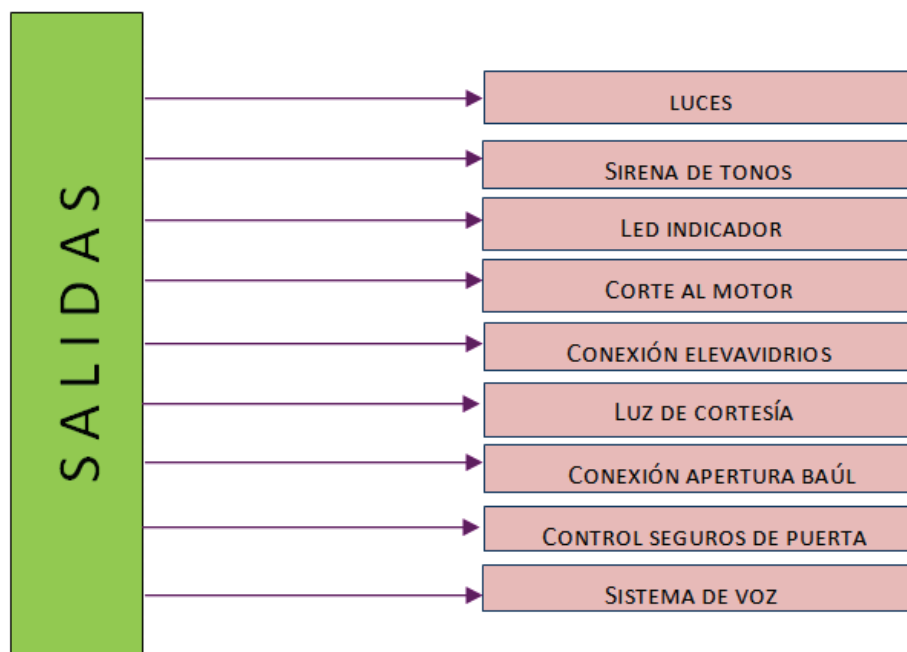


Figura 2.2 Señales de salida del módulo.

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

2.1.1.2.1 Luces

El módulo de alarma está diseñado para enviar un pulso de corriente positiva con un valor de tensión de 12V, logrando que se pueda activar el sistema de luces direccionales del vehículo para lograr informar al usuario de manera visual el comportamiento del módulo de alarma. El sistema de luces será activado en

condiciones tales como: activación de alarma, desactivación de alarma, disparo de la sirena de tonos, ubicación visual del vehículo.

2.1.1.2.2 Sirena de tonos

Este dispositivo es el encargado de la generación de la alerta auditiva hacia el usuario para informar el accionamiento de la alarma ya sea por activación del sensor de golpe o por puertas; además, la sirena de tonos es accionada cuando se activa la función de antiasalto.

2.1.1.2.3 Led Indicador

En el diseño se ha desarrollado de manera más amplia el uso del led indicador provisto en las alarmas, de tal forma, que el usuario pueda tener un mejor entendimiento sobre la condición de funcionamiento y alertas que genere la alarma. Se ha utilizado un led RGB, el cual es un encapsulado que posee tres diodos emisores de luz en su interior que son rojo, verde y azul ; donde la corriente dada hacia cada terminal de conexión genera el brillo del color que se requiera activar. Con el fin de lograr que el usuario tenga un mejor entendimiento de lo que ocurre con el módulo de alarma se ha programado algunas combinaciones de colores e intervalos para poder identificar la función.

2.1.1.2.4 Corte al encendido del motor

El manejo de esta salida es importante para la inmovilización del vehículo; cumple la función de un corta corriente, es decir, generar un corte de alimentación a la bobina de encendido o hacia la electrobomba de combustible de tal forma que se logra que el motor no pueda encenderse o a su vez, éste se apague si el módulo de alarma ingresa en la condición de antiasalto. Esta salida se ha definido en el diseño como una corriente negativa y mediante el uso de un relé para concretar que se ejecute la función de corte.

2.1.1.2.5 Conexión elevavidrios

El módulo de alarma se ha diseñado para que envíe un pulso de corriente negativa hacia el módulo elevavidrios, este pulso cuenta con un tiempo de 25 segundos que permite que el módulo electrónico elevavidrios pueda accionar el

cierre de las ventanas del vehículo. Esta función es opcional y no necesariamente debe estar instalada para que el módulo de empiece su correcto funcionamiento.

2.1.1.2.6 Luz de cortesía

Esta salida es hacia un periférico ubicado en el vehículo, el módulo envía una señal que puede ser de corriente negativa o una corriente positiva para encender la luz de habitáculo por un lapso de tiempo y según la función de la alarma que se encuentre ejecutando.

2.1.1.2.7 Apertura de baúl

La salida para la apertura de baúl está diseñada para la generación de una señal de corriente negativa, que mediante el uso del control a distancia, ordena al módulo de alarma que el baúl debe ser abierto, de esta manera el módulo de alarma decide enviar esta señal de apertura. Es importante conocer que esta función es opcional, ya que existen vehículos que no poseen una apertura eléctrica de baúl y otros que si lo tienen instalado de fábrica, por ello, aunque no se llegue a utilizar esta salida, el módulo de alarma trabaja con absoluta normalidad.

2.1.1.2.8 Seguros de puerta

Los seguros de puerta se comandan por un sistema denominado como bloqueo central de puertas, éste es un conjunto de propulsores, cableado eléctrico y un módulo centralizado. El módulo de bloqueo central recibe una señal negativa para la apertura y otra para cierre de seguros desde el módulo de la alarma. De esta forma, se tiene las salidas para la comunicación con el sistema centralizado de puertas y pueda trabajar conjuntamente con la alarma, cabe destacar que esta salida tampoco es necesaria para el desarrollo del funcionamiento de la alarma.

2.1.1.2.9 Sistema de información por voz

Para mejorar la comunicación entre el módulo de alarma y el usuario, se ha optado por la implementación de un sistema de información por voz. Muchas veces no se presta atención a las indicaciones sonoras y visuales sobre el comportamiento de la alarma; lo que se busca con la implementación del audio es

que el usuario pueda entender y saber responder de manera más eficaz en el control de la alarma. Las salidas establecidas para el audio de la alarma son dos, de los cuales uno corresponde a un parlante ubicado para la parte externa del vehículo y otro al interior del habitáculo, logrando conseguir que siempre el usuario este informado sobre el estado de la alarma. El uso del sistema de voz es aplicado en funciones como activación de alarma, desactivación de alarma, función de antiasalto y función de código. Es importante detallar que los dos parlantes trabajan según las condiciones que se ejecuten; es decir, si el módulo detecta que la llave de encendido está en la posición ignición, el audio será enviado al parlante interior y si el módulo detecta que la llave se encuentra en la posición off entonces el audio será enviado al parlante exterior.

2.1.1.3 Funciones del módulo de alarma

La alarma automotriz se ha diseñado con el fin de cumplir funciones de protección antirrobo, apertura y cierre de seguros de puertas, control del encendido del motor y entre otras funciones que el conductor puede activar según las necesidades que requiera en cuanto a protección del vehículo. Como ya se mencionó, se desea conseguir una mejor comunicación con el conductor e informar las ejecuciones y programaciones que se ejecutan.

2.1.1.3.1 Función activación y desactivación

En esta función, el módulo controla la apertura y cierre de las puertas del vehículo mediante el uso del transmisor a distancia; el módulo de alarma se encarga de enviar pulsos de corriente negativa hacia el módulo de bloqueo centralizado para la apertura de los seguros. Además, conjuntamente con los pulsadores ubicados en cada puerta del automóvil, permite que se cumpla la función de control de activación y desactivación de las mismas, esto quiere decir, que cuando la alarma se encuentra activada y una de las puertas es forzada para ser abierta sin que el conductor haya accionado la desactivación de la alarma, el módulo electrónico recibe la señal del pulsador de puerta y entra en modo de robo, provocando que se accione la sirena. Se incluye en esta función, la activación automática de la alarma cuando la última puerta del vehículo haya sido cerrada mediante la ubicación los pulsadores de puerta y el constante control del módulo de alarma,

por ello, es primordial realizar una correcta instalación de los pulsadores y realizar el recambio, si uno de ellos se encuentra en mal estado. Adicionalmente, cuando se realiza la desactivación y la activación, el módulo de alarma emite un audio confirmando que la alarma ha sido activada o desactivada según sea la acción; además si una de las puertas estuviere cerrada incorrectamente, un audio alertará de esta condición para que el usuario verifique y corrija la anomalía.

2.1.1.3.2 Función antiasalto

La función antiasalto, es la condición de operación fundamental que ha sido diseñada en la alarma automotriz, ya que se logra controlar el funcionamiento del motor, cumpliendo el objetivo de detener el vehículo por medio del corte a la alimentación de corriente al sistema de encendido del motor o a la electrobomba de combustible. La función antiasalto se refiere a detener el funcionamiento del motor cuando el módulo electrónico detecta que existe una acción anormal o de condición de robo del vehículo; existen algunas formas para activar esta función que se han programado en el módulo. El proceso de la función antiasalto inicia con la generación de la intermitencia del diodo emisor de luz de la alarma, si dentro de este tiempo el conductor no desactiva esta función por medio del código de seguridad desde el control a distancia, el módulo de alarma tiene como siguiente paso generar por un lapso de tiempo, señales auditivas a través de la sirena y por último, si bajo estas condiciones la alarma no ha recibido ninguna orden de desactivación por parte del conductor, procede a realizar el corte al módulo de encendido, accionando al mismo tiempo los tonos de sirena en su totalidad. Para complementar esta acción, el módulo de alarma envía pulsos de cierre de seguros al módulo de bloqueo centralizado de puertas y hacia el módulo elevavidrios. Para desbloquear esta función y permitir que nuevamente el motor sea encendido, el conductor debe ingresar el código de desactivación en el transmisor a distancia.

2.1.1.3.3 Función antiasalto por puerta del conductor

La activación de la función de antiasalto por puerta del conductor, tiene como misión principal la activación de la función por medio del pulsador de puerta del conductor. El módulo electrónico recibe una señal de este pulsador para informar

cuando la puerta es abierta o si se mantiene cerrada, entonces, esta función es activada cuando el conductor se encuentra dentro del vehículo y coloca la llave en el interruptor de encendido; automáticamente el módulo de control electrónico de la alarma está permanentemente a la espera de alguna señal que sea enviada desde el pulsador de puerta, cuando esto ocurre, el módulo ingresa a esta función para iniciar el proceso de bloqueo del motor; el conductor puede desactivar esta función cuando se trate de un error por parte de él, como al abrir la puerta directamente sin la utilización del control a distancia, ya que el módulo detecta que los seguros de puerta fueron forzados a la apertura sin el consentimiento del conductor.

2.1.1.3.4 Función antiasalto por transmisor a distancia

Otra manera por la cual se logra activar la función de antiasalto en el módulo de alarma automotriz es mediante el uso del transmisor a distancia que permite que el conductor pueda realizarlo en caso de una emergencia, tomando en cuenta, la distancia prudencial en la que el emisor del transmisor pueda lograr comunicarse con el receptor ubicado en el módulo. Para que se pueda cumplir esta función, el interruptor de encendido debe estar en la posición de ignición y el transmisor a distancia estar a la mano del conductor, lo que permite que si sufre un asalto y es obligado a salir del vehículo, éste pueda activar el antiasalto por medio del transmisor.

2.1.1.3.5 Función antiasalto por encendido

La siguiente forma para activar la función de antiasalto es mediante el interruptor de encendido, esto quiere decir, que cada vez que el conductor coloque la llave en la posición de ignición, el módulo de alarma detecta esta condición y activa automáticamente la función de antiasalto; en ese instante, el conductor deberá ingresar el código de seguridad para desactivar la función y evitar que el motor sea bloqueado; de esta manera se logra tener un control del encendido del motor y evitar que personas ajenas al vehículo lo sustraigan. Existe un complemento adicional para aumentar la seguridad de esta condición y es mediante el uso de un código de seguridad, el cual puede ser personalizado para la desactivación de la función de antiasalto.

2.1.1.3.6 Función código de seguridad

El módulo de alarma provee de manera básica la desactivación de la función del antiasalto en cualquier forma que éste sea activado, mediante el uso del transmisor a distancia con la aplicación del código de seguridad que puede ser programado por el conductor, así, que si la función de antiasalto es activada, la única manera de desactivarla es ingresando el código de seguridad programado.

2.1.1.3.7 Función modo servicio

Esta función en la mayoría de módulos de alarma que son diseñados por varios fabricantes y permite desactivar ciertas funciones; es muy útil cuando el vehículo es llevado a un taller de servicio de mantenimientos o cuando se encuentra en una lavadora de autos. El proceso de esta función inicia cuando la llave del interruptor de encendido se encuentra en la posición de contacto, el usuario debe ingresar el código de seguridad y finalmente se concluye con el pulso continuo en un tiempo aproximado de 5 segundos del botón valet; inmediatamente el led de la alarma permanecerá encendido indicando que se ha ingresado en esta función. Para volver al estado normal o desactivar la función de modo servicio, se debe mantener pulsado el botón valet por un tiempo aproximado de 5 segundos y el led de la alarma se apagará, indicando que la alarma ha salido de esta condición. Las funciones que son desactivadas cuando se ingresa al modo servicio son: la función de antiasalto en cualquiera de sus formas de activación, control de la desactivación y activación de la alarma incluyendo el cierre automático como la protección de las puertas al momento que éstas queden completamente cerradas y además se anula el funcionamiento de periféricos como son la sirena de tonos y el sensor de golpe. En la práctica, la alarma en su totalidad queda desconectada. La única función que controla la alarma cuando se encuentra en este modo servicio, es el cierre y apertura de los seguros de puerta siempre y cuando sea mediante el uso transmisor a distancia.

2.1.1.3.8 Función de programación

La alarma automotriz posee una programación estándar, contando con funciones y operaciones fundamentales que debe poseer un módulo de alarma para

vehículos; muchos fabricantes han desarrollado más servicios que puedan brindar al propietario del automotor, con lo que han logrado ampliar el mercado de oferta de servicio y funciones logrando así utilizar sistemas eléctricos de confort que pueda acoplarse y ser activados desde el módulo de alarma.

2.1.1.3.9 Programación por opciones

Para la programación por opciones se utiliza el transmisor a distancia para la selección de opciones y el módulo de alarma conjuntamente con el receptor del transmisor para ejecutar los cambios; es importante mencionar que el módulo de alarma debe ingresar en la función de programación y seguir cada especificación de selección que se ha diseñado en el módulo.

2.1.1.3.10 Función módulo elevavidrios

Esta función se encarga de enviar un pulso de corriente desde el módulo electrónico de alarma hacia el módulo elevavidrios cuando se procede a activar la alarma. Además esta función se activa cuando se inicia el corte al motor en la función de antiasalto. Para que esta función pueda desarrollar, se requiere que el vehículo cuente con vidrios eléctricos en las puertas, si no es el caso, primero se debe instalar un kit de elevavidrios eléctricos.

2.1.1.3.11 Función de apertura de baúl

El módulo de alarma automotriz mediante el transmisor a distancia tiene la opción de apertura del seguro del baúl posterior o maletero; el transmisor a distancia cuenta con un botón que se encarga de enviar una señal hacia el receptor instalado en el módulo de alarma, para que envíe una señal eléctrica hacia el módulo de apertura de baúl posterior. Muchos vehículos cuentan con un sistema de apertura de baúl instalado de fábrica lo que facilita poder aplicar esta función de la alarma. Cuando el vehículo no cuenta con un sistema de apertura de baúl eléctrico se puede instalar un kit universal.

2.2 ELEMENTOS ELECTRÓNICOS

Para la construcción de la placa del módulo de alarma, se ha decidido optar por elementos electrónicos que se encuentren disponibles en cualquier electrónica de la ciudad en lo mayor posible.

El módulo de alarma es un dispositivo de control, por lo tanto, debe estar compuesto por las siguientes etapas:

- Alimentación de voltaje.
- Sensado, control y salida de señales.
- Emisor y receptor de la comunicación a distancia.

A más de tener los elementos comunes pasivos y activos de todo circuito electrónico como resistencias, fusibles, condensadores, leds, interruptores, relés, etc., en cada detalle de las etapas del módulo, se da un mayor énfasis en aquellos elementos que son más relevantes para su funcionamiento.

2.2.1 ELEMENTOS ELECTRÓNICOS PARA LA ETAPA DE ALIMENTACIÓN DE VOLTAJE

La función de la etapa de alimentación es distribuir un determinado valor de voltaje a los elementos electrónicos del módulo proveniente desde la fuente de tensión, para el caso de este módulo de alarma, desde una fuente de 12V/40A, la cual representa a la batería del vehículo. Los elementos más sobresalientes se nombran a continuación.

2.2.1.1 Regulador de tensión LM2596

Es un regulador que puede permitir una entrada de voltaje de hasta 45V con una salida de voltaje variable. Por su amplio rango de voltaje de alimentación, este elemento permite soportar sobretensiones que pudiesen ingresar al módulo. En la Figura 2.3 se muestra este elemento electrónico y en la Tabla 2.1 sus características eléctricas.

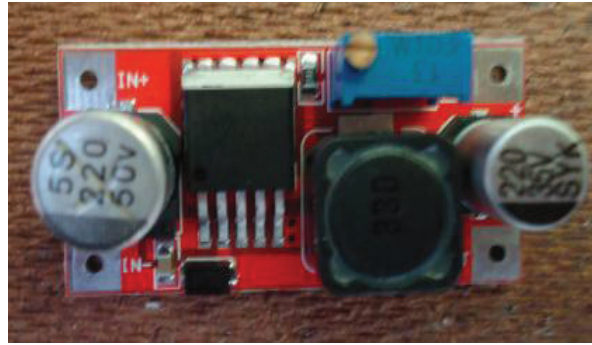


Figura 2.3 Regulador de tensión variable LM2596.

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

Tabla 2.1 Características eléctricas del regulador LM2596.

Características	Valores
Tensión máx. de entrada (V_{IN})	45V
Intensidad máx. de salida (I_{MAX})	3A
Rango de voltaje de salida (V_{OUT})	1,23V - 37V

Fuente: Datasheet TexasInstruments LM2596, 3pp.

La regulación de voltaje se realiza de manera manual mediante la calibración de un tornillo que se encuentra en el potenciómetro de regulación.

2.2.1.2 Regulador LM7805

El regulador LM7805, otorga una salida constante de tensión de 5V. En la Figura 2.4 se muestra el regulador y en la Tabla 2.2 sus características eléctricas.

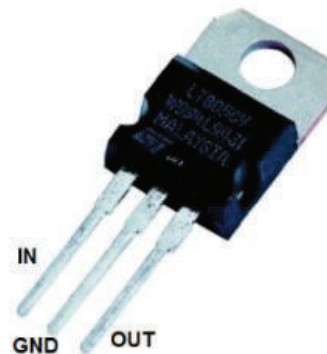


Figura 2.4 Regulador de tensión LM7805.

Fuente: NEOTEO (2016), "Reguladores de voltaje", visto en: <http://www.neoteo.com/reguladores-de-voltaje>

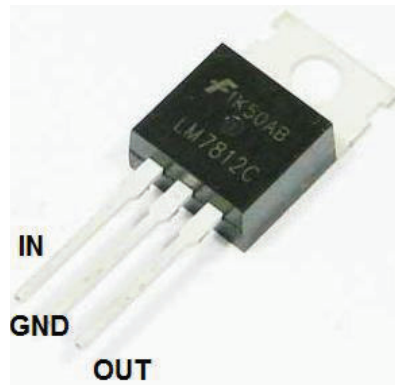
Tabla 2.2 Características eléctricas del regulador LM7805.

Características	Valores
Tensión máx. de entrada (V_{IN})	25V
Intensidad máx. de salida (I_{MAX})	1A
Tensión de salida (V_{OUT})	5V

Fuente: Datasheet ST Series 7800, 5 pp.

2.2.1.3 Regulador LM7812

El regulador LM7812, otorga una salida constante de tensión de 12V. En la Figura 2.5 se muestra el regulador y en la Tabla 2.3 sus características eléctricas.

**Figura 2.5** Regulador de tensión LM7812.

Fuente: Robotics Core School (2006), "7812", visto en:

<http://rcs.cera.co.in/emart/desc.php?name=IC%207812&id=RCS-ELCIC-7812&price=12.00>

Tabla 2.3 Características eléctricas del regulador LM7812.

Características	Valores
Tensión máx. de entrada (V_{IN})	30V
Intensidad máx. de salida (I_{MAX})	1A
Tensión de salida (V_{OUT})	12V

Fuente: Datasheet ST Series 7800, 7 pp.

2.2.1.4 Diodos rectificadores 1N4007

Los diodos rectificadores son semiconductores que permiten el flujo de corriente en una sola dirección, se utiliza como elementos de seguridad para evitar que

circule corrientes en ciertas ramas de algún circuito. En la Figura 2.6 se muestra este dispositivo y en la Tabla 2.4 sus características eléctricas.

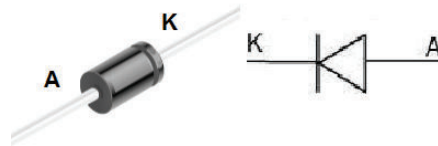


Figura 2.6 Diodo rectificador 1N4007.

Fuente: Datasheet Fairchild 1N4001 – 1N4007, 1 pp.

Tabla 2.4 Características eléctricas del diodo 1N4007.

Características	Valores
Tensión inversa pico máximo (V_{RRM})	1kV
Tensión RMS máximo	700V
Intensidad máx. polarización directa (I_F)	1A
Intensidad de pico máxima (I_{FSM})	30A

Fuente: Datasheet Fairchild 1N4001 – 1N4007, 1 pp.

2.2.1.5 Cargador de batería de litio TP4056

Es un cargador con una alimentación de 4,5V a 5V, con una corriente de carga de 1A ajustable y hasta 4,2V, no soporta la inversión de polaridad, según establece el datasheet del TP4056. Posee dos leds que indican el estado del elemento, rojo si está cargando y azul cuando no lo está. En la Figura 2.7 se muestra este elemento.

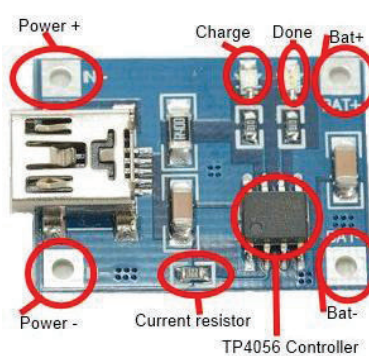


Figura 2.7 Cargador de batería de litio TP4056.

Fuente: Charger module with TP4056 controller (2005), visto en: <http://lygte-info.dk/review/Review%20Charger%20TP4056%20UK.html>

Este elemento servirá para cargar una batería de litio de 3,7V que estará incorporada en el módulo como fuente auxiliar, en caso de que no exista alimentación de voltaje desde la fuente principal. Esto no significa que la tensión de esta batería alimente a los periféricos, ya que éstos funcionan con una tensión de 12V, simplemente, se utiliza esta batería para mantener activada la unidad de control del módulo, con el fin que en diseños a futuro, se pueda aprovechar esta tensión para envíos de estados de emergencia via celular, por ejemplo.

2.2.1.6 Regulador lineal de baja salida LM1117-3

Este regulador ofrece una salida de 3,3V, con una corriente de 800mA de acuerdo al datasheet National Semiconductor. En la Figura 2.8 se muestra este elemento.



Figura 2.8 Regulador de tensión LM1117-3.

Fuente: Aliexpress (2016), "Reguladores de voltaje", visto en:

http://es.aliexpress.com/store/product/5Pcs-AZ1117T3-3E1-LM11173-3-11173-3V-TO220-100-new-original/1718331_32466680564.html

2.2.2 ELEMENTOS ELECTRÓNICOS PARA EL ÁREA DE SENSADO, CONTROL Y SALIDA DE SEÑALES

Los elementos de esta etapa conforman la mayor parte de la placa del módulo, cuyo elemento principal es el AVR. A continuación se detallan los elementos más principales que conforman esta zona de la placa.

2.2.2.1 AVR ATmega644p

Es un microcontrolador de 40 pines perteneciente a la familia AVR, arquitectura RISC avanzada, 2kB de memoria EEPROM, 32x8 registros de propósito general, velocidades de 0 MHz a 10 MHz con voltajes desde 2,7V a 5,5V y de 0 MHz a 20 MHz con voltajes desde 4,7V a 5,5V, posee dos salidas seriales, según

información del datasheet ATmega644. En la Figura 2.9 se muestra los pines del AVR, con la identificación respectiva.

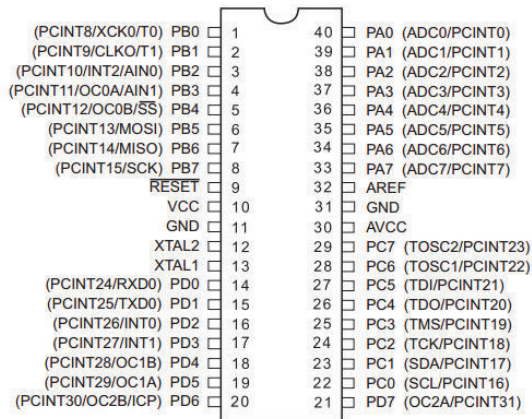


Figura 2.9 Pines AVR ATmega644p.

Fuente: Datasheet ATMEL ATmega644, 2 pp.

A continuación se realiza la descripción de las funciones más principales de los pines o terminales del AVR.

- Pin VCC (Terminal 10).- Este terminal corresponde a la entrada de alimentación del AVR, aproximadamente de 5V.
- Pin GND (Terminales 11 y 31).- Terminales correspondiente a la alimentación de tierra.
- Puertos AX (Terminales 33 a 40).- Son utilizados como entradas de señales análogas para el convertidor análogo – digital. Sirve también como terminales de señales digitales de entrada y salida de 8 bits.
- Puertos BX (Terminales 1 a 8).- Sirve como terminales de señales digitales de entrada y salida de 8 bits.
- Puertos CX (Terminales 22 a 29).- Sirve como terminales de señales digitales de entrada y salida de 8 bits.
- Puertos DX (Terminales 14 a 21).- Sirve como terminales de señales digitales de entrada y salida de 8 bits.
- Puertos XTAL 1 y XTAL 2 (Terminales 13 y 12).- Entrada y salida respectivamente, del circuito de oscilador de frecuencia.

- Pin Reset (Terminal 9).- Si existe una señal baja de entrada a este pin, habrá un reseteo del AVR, aun si el reloj no está funcionando.
- Pin AVCC (Terminal 30).- Entrada de alimentación para el convertidor análogo - digital.
- Pin AREF (Terminal 32).- Es un terminal de referencia para el convertidor análogo – digital.

Sin embargo, algunos de los terminales pueden cumplir funciones adicionales a las de ser entradas o salidas de señales. Para ello, se recomienda al lector, verificar el datasheet del elemento.

2.2.2.2 Oscilador de cristal

El oscilador de cristal es un elemento electrónico que conjuntamente con condensadores, determina la velocidad de trabajo de un microcontrolador. Para el AVR, son necesarios dos condensadores de 27uF/50V en serie conectados con el oscilador de cristal de 20 MHz y con los terminales XTAL 1 y XTAL 2 en paralelo. En la Figura 2.10 se muestra la forma real de oscilador de cristal.



Figura 2.10 Oscilador de cristal.

Fuente: MICROELECTRÓNICA (2016), “*Oscilador de cristal*”, visto en:
<http://www.microelectronicash.com/>

La velocidad de trabajo de un PIC o AVR, se refiere al tiempo que se demora el microcontrolador en realizar una instrucción o línea de programación.

2.2.2.3 Transistores 2N3904 y Tip122

Independientemente de la configuración NPN o PNP, los transistores son la unión de dos diodos y se los utiliza como conmutadores o amplificadores. La conmutación se logra cuando a la base del transistor se aplica un voltaje o

corriente eléctrica, permitiendo la circulación de una corriente mayor entre colector y emisor.

El transistor 2N3904 corresponde al tipo NPN cuya característica es su baja intensidad de funcionamiento. En la Figura 2.11 se muestra este tipo de transistor y en la Tabla 2.5 sus características eléctricas.

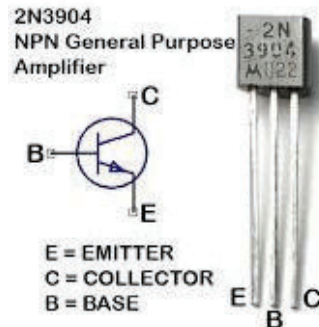


Figura 2.11 Transistor 2N3904.

Fuente: ARMmbed (2016), "Driver circuits", visto en:

https://developer.mbed.org/users/4180_1/notebook/relays1/

Tabla 2.5 Características eléctricas del transistor 2N3904.

Características	Valores
Tensión máx. colector - emisor (V_{CE})	40V
Tensión máx. colector - base (V_{CB})	60V
Tensión máx. base - emisor (V_{BE})	6V
Tensión de saturación base - emisor	0,65V
Factor beta (hFE)	300
Intensidad de colector (I_C)	200mA

Fuente: Datasheet ST 2N3904, 2 pp.

Una característica de la tabla anterior es el factor beta, este valor implica la ganancia de corriente en el colector con respecto a la corriente que circula en base (factor de proporcionalidad), es decir, la amplificación. Matemáticamente esta descripción se la puede expresar de la siguiente manera:

$$I_C = hFE * I_B \quad (2.1)$$

Donde,

I_C : Corriente de colector

hFE : Factor beta

I_B : Corriente de base

Con respecto al transistor Tip122, es de tipo NPN Darlington, que consiste en la unión de dos transistores bipolares con el fin de aumentar la amplificación, llegando a tener un factor de beta de 1000 o superior, permitiendo una mayor circulación de corriente en el colector. En la Figura 2.12 se muestra este tipo de transistor y en la Tabla 2.6 sus características eléctricas.

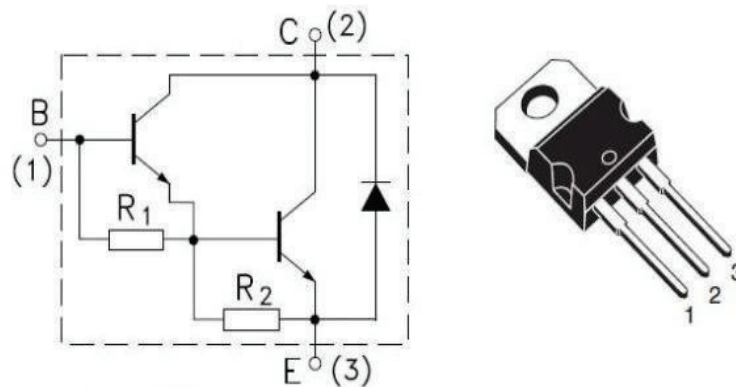


Figura 2.12 Transistor Tip122.

Fuente: Datasheet ST Tip122, 1 pp.

Tabla 2.6 Características eléctricas del transistor Tip122.

Características	Valores
Tensión máx. colector - emisor (VCE)	100V
Tensión máx. colector - base (VCB)	100V
Tensión máx. base - emisor (VBE)	5V
Tensión de saturación base - emisor	2,5V
Factor beta (hFE)	1000
Intensidad de colector máx. (IC)	5A
Intensidad de base máx. (IB)	120mA
Tensión de saturación base - emisor	1V

Fuente: Datasheet ST Tip122, 3 pp.

Como es notable en la tabla anterior, la corriente que puede circular por colector es mucho mayor llegando a un valor de 5A a diferencia del transistor 2N3904 que tiene un valor de intensidad de colector de 200mA.

2.2.2.4 Optoacoplador PC817

Es un elemento de conmutación formado por un led y un fototransistor, en donde la luz emitida por el led la recibe la base del fototransistor para permitir un flujo de corriente entre colector y emisor del mismo. Estos dos componentes se encuentran encapsulados dentro de un solo cuerpo, y entre las ventajas de este dispositivo, es el aislamiento entre el diodo y el fototransistor logrando la resistencia a altos voltajes. En la Figura 2.13 se expone el elemento con sus terminales y en la Tabla 2.7 sus características eléctricas.

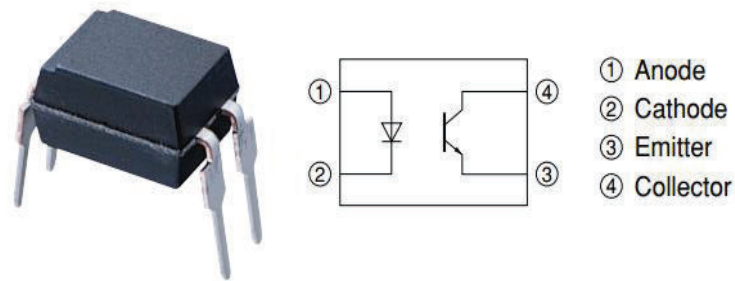


Figura 2.13 Optoacoplador PC817.

Fuente: Datasheet Sharp PC817, 1 pp.

Tabla 2.7 Características eléctricas del optoacoplador PC817.

Características	Valores
Intensidad máx. de entrada led	50mA
Tensión máx. colector - emisor (VCE)	80V
Intensidad de colector máx. (IC)	50mA
Tensión de saturación entrada led	1,4V

Fuente: Datasheet Sharp PC817, 4 pp.

2.2.2.5 Diodo zener 1N4742A

El diodo zener funciona de la misma manera que un diodo rectificador, con la diferencia que cuando llega a un límite de la diferencia de potencial entre sus terminales, deja conducir una cierta corriente cuando está conectado en polarización inversa. Los diodos zener son utilizados como reguladores de tensión. En la Figura 2.14 se muestra este dispositivo y en la Tabla 2.8 sus características eléctricas

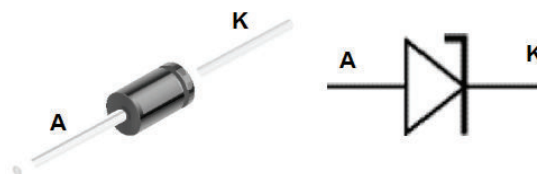


Figura 2.14 Diodo zener 1N4742A.

Fuente: Datasheet Fairchild 1N4742A, 1 pp.

Tabla 2.8 Características eléctricas del diodo zener 1N4742A.

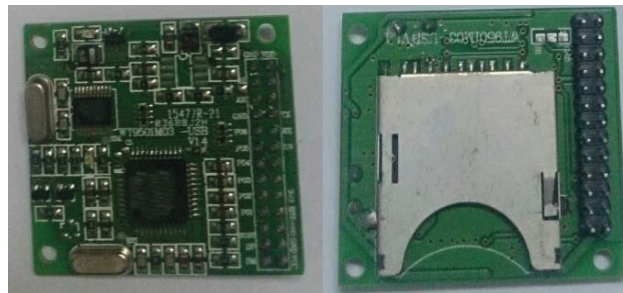
Características	Valores
Tensión zener (V_z)	12V
Corriente de prueba (I_z)	21mA
Máx. fuga de corriente inversa	5 μ A a 9,1V

Fuente: Datasheet Fairchild 1N4742A, 1 pp.

El uso de reguladores de tensión de la familia 78XX en vez de diodos zener, se debe a que los zener no soportan grandes circulaciones de corriente.

2.2.2.6 Módulo MP3 WT9501M03

Este dispositivo permite acoplar una tarjeta SD para reproducir audios en formato MP3. Tiene una alimentación de 5V, con un consumo máximo de corriente de 70mA de acuerdo al datasheet del módulo MP3 WT9501M03. En la Figura 2.15 se muestra este elemento y en la Tabla 2.9 sus pines de conexión.

**Figura 2.15** Módulo MP3 WT9501M03.

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

Tabla 2.9 Pines de conexión MP3 WT9501M03.

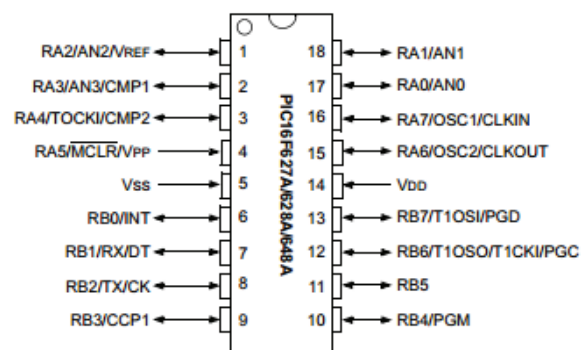
No.	Pin Name	Functional Description
1	GND	GND
2	VCC	DC5V input
3	L	Audio left output
4	GND	Power ground
5	R	Audio right output
6	GND	Power ground
7	GBUF	Audio ground
8	TXD	Serial data transmitter
9	P06	I / O port
10	RXD	Serial data receiver
11	P05	I / O port
12	EN	Power Enable
13	P04	I / O port
14	NC	Vacant (Reserved)
15	P03	I / O port
16	NC	Vacant (Reserved)
17	P02	I / O port
18	3V3	DC3.3V Output
19	P01	I / O port
20	/ RST	Reset pin
21	BUSY	Busy signal, the output is low when playing
22	GND	Power ground
23	USB_D +	USB_D +input
24	GND	USB ground
25	USB_D-	USB_D-input
26	USB_VDD	USB Power

Fuente: Datasheet MP3 WT9501M03, 2 pp.

2.2.3 ELEMENTOS ELECTRÓNICOS PARA EL EMISOR Y RECEPTOR

2.2.3.1 PIC 16F628A

Tanto para el emisor como para el receptor, se necesita dos PIC's 16F628A, cuya distribución de pines se muestra en la Figura 2.16

**Figura 2.16** PIC 16F628A.

Fuente: Datasheet Microchip 16F628A, 2 pp.

Al igual que la familia de AVR, el PIC tiene puertos bidireccionales AX y BX, 16 en total y con una circulación de corriente máxima de 25mA en sus puertos. Posee una memoria EEPROM de 128 bytes y una alimentación de 2VCC a 5,5VCC, según el datasheet Microchip. Para el PIC del receptor, se debe utilizar un oscilador de cristal de 4MHz con dos condensadores de 27pF.

2.2.3.2 Transistor 2SD1328

Un elemento adicional es necesario para el emisor del control a distancia, este es un transistor SMD del tipo NPN, que tiene bajo voltaje de saturación entre colector y emisor aproximadamente de 0,13V a 0,4V, según el datasheet del elemento Panasonic. Este elemento se muestra en la Figura 2.17 y en la Tabla 2.10 se muestra sus características eléctricas.



Figura 2.17 Transistor 2SD1328.

Fuente: DATASHEET ARCHIVE (2016), "Component photo archive", visto en:

<http://www.datasheetarchive.com/photos/59.html>

Tabla 2.10 Características eléctricas del transistor 2SD1328.

Características	Valores
Tensión máx. colector - emisor (VCE)	20V
Tensión máx. colector - base (VCB)	25V
Tensión máx. base - emisor (VBE)	12V
Tensión de saturación base - emisor	2,5V
Factor beta (hFE)	800
Intensidad de colector máx. (IC)	500mA
Intensidad de base máx. (IB)	50mA
Tensión de saturación base - emisor	1,2V

Fuente: Datasheet Panasonic, 1 pp.

2.2.3.3 Módulos emisor y receptor 433 MHz RB-ite-108

Consisten en dos tarjetas, emisor y receptor, con una señal de frecuencia de 433 MHz, salida de datos del receptor de: Alto-1/2VCC, Bajo-0,7V y un voltaje de entrada del transmisor de 3V a 12V, entre mayor voltaje posea, existirá mayor poder de transmisión, de acuerdo al datasheet 433 MHz RB-ite-108. En la Figura 2.18 se muestra los módulos como su conexión.

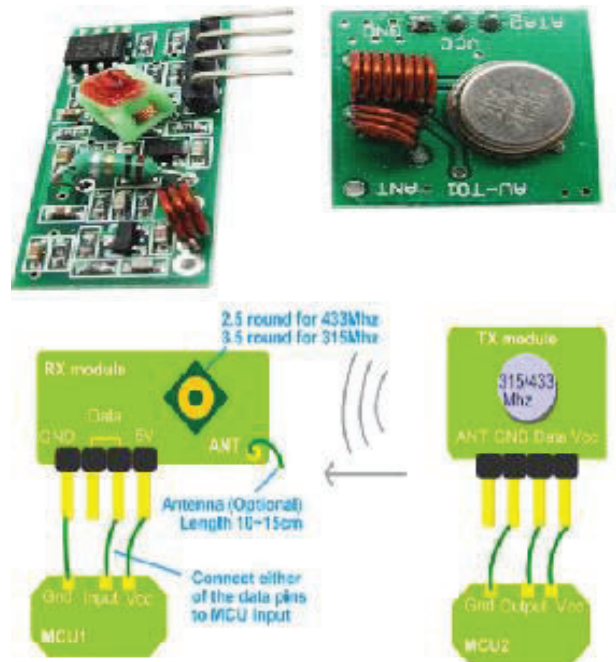


Figura 2.18 Módulos 433 MHz RB-ite-108.

Fuente: Datasheet RB-ite-108, 1 pp.

2.3 DISEÑO Y PROGRAMACIÓN

El diseño general de la placa del módulo de alarma, está conformada por etapas como se mencionó anteriormente. Cada etapa tiene una misión importante para el funcionamiento del módulo. En el Anexo 1, se muestra el diagrama completo y ruteo del circuito realizado en un programa de simulación y diseño de circuitos electrónicos tanto para el módulo de alarma como para el emisor del control a distancia. Cabe recalcar que el ruteo se encuentra realizado sobre las dos caras (superior e inferior) de la placa del módulo de alarma.

2.3.1 ETAPA DE CONTROL

El elemento más importante de la etapa de control es el AVR ATmega644p, el cual permite la entrada de señales desde los distintos sensores y la salida de señales hacia los circuitos de control de actuadores a través de sus puertos bidireccionales. En la Figura 2.19 Se muestra el diagrama de la etapa correspondiente a la de control.

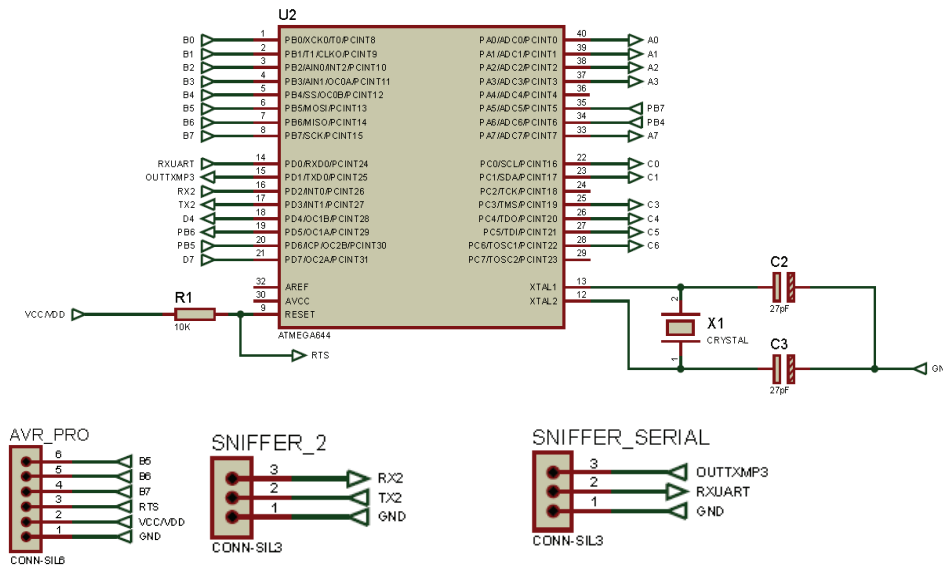


Figura 2.19 Circuito etapa de control.

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

Se ha implementado el uso de una salida para SNIFFER; este servirá para conectar un dispositivo hacia un ordenador vía puerto USB, con el fin de comunicar a un técnico, lo que ocurre en el AVR. Por ejemplo, puede servir para determinar si algún sensor se encuentra averiado y cuya señal no llega al AVR, en ese momento, no se visualizará ninguna información de activación de alguna determinada función. Esto puede reducir tiempos de identificación y mantenimientos de problemas a nivel de programación o recepción de señales; el software para leer la información del AVR es libre y se denomina XCTU. También se dispone de un terminal AVR_PRO, con el objetivo de realizar actualizaciones en programación al AVR mediante la tarjeta programadora del AVR. En la Figura 2.20 se muestra el AVR_PRO y SNIFFER.



Figura 2.20 Sniffer, tarjeta programadora de AVR y software XCTU.

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

En la Tabla 2.11 se muestra un resumen general del uso de los terminales del AVR, para el módulo de alarma.

Tabla 2.11 Función de los terminales de puertos del AVR.

	Pines	Función
PUERTO AX	A0	Señal hacia la base del transistor TIP122 para control de la elevación de vidrios desde módulo eleva vidrios
	A1	Señal hacia la base del transistor TIP122 para control de apertura del baúl
	A2	Señal hacia la base del transistor 2N3904 para control del relé de la sirena
	A3	Señal hacia la base del transistor 2N3904 para control del relé de luces direccionales
	A5	Señal del PIC16F628A, receptor del control a distancia
	A6	Señal del PIC16F628A, receptor del control a distancia
	A7	Señal hacia la base del transistor TIP122 para control del relé de parlantes
	B0	Señal GND o VCC de botón valet
PUERTO BX	B1	Señal GND o VCC de interruptor de maletero
	B2	Señal GND o VCC de interruptor de puertas (-)
	B3	Señal GND o VCC de interruptor de puertas (+)
	B4	Señal GND o VCC de anti asalto
	B5	Señal para AVR_PRO
	B6	Señal para AVR_PRO
	B7	Señal para AVR_PRO
	B5	Señal GND o VCC de sensor de golpe (+)
	B6	Señal GND o VCC de sensor de golpe (-)
	B7	Señal GND o VCC de ignición (interruptor de encendido)
PUERTO CX	C0	Señal GND para LED RGB - Luz azul
	C1	Señal GND para LED RGB - Luz roja
	C3	Señal hacia la base del transistor TIP122 para control de cierre de seguros desde el módulo de bloqueo central
	C4	Señal hacia la base del transistor TIP122 para control de apertura de seguros desde el módulo de bloqueo central
	C5	Señal hacia la base del transistor TIP122 para control del relé de bloqueo del motor
	C6	Señal hacia la base del transistor TIP122 para control de la luz de cortesía
	D0	Señal sniffer para AVR
	D1	Señal serial para MP3 y sniffer
PUERTO DX	D2	Señal sniffer para AVR
	D3	Señal sniffer para AVR
	D4	Señal GND para LED RGB - Luz verde
	D5	Señal del PIC16F628A, receptor del control a distancia
	D6	Señal del PIC16F628A, receptor del control a distancia
	D7	Señal GND o VCC de accesorios

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

2.3.2 ETAPA DE ALIMENTACIÓN

Es la primera etapa de todo el circuito y permite que tanto para la etapa de control como para otros elementos electrónicos, se mantengan siempre alimentados con el voltaje adecuado en función de las especificaciones de funcionamiento de cada uno de ellos. En la Figura 2.21 se muestra el diagrama de alimentación.

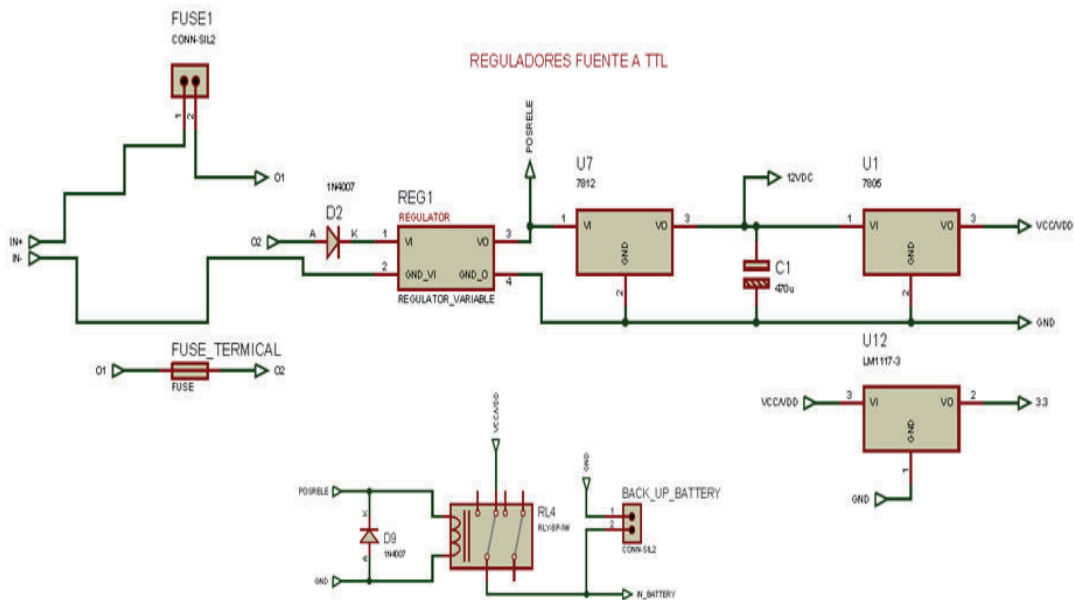


Figura 2.21 Etapa de alimentación de voltaje de la placa.

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

Se aprecia que los 3 reguladores de tensión se encuentran conectados secuencialmente y cada uno de ellos permite que exista una caída de tensión cada vez menor. Así, cuando exista una entrada de tensión hacia el regulador variable, éste disminuye esa tensión hasta en 2V menos; el siguiente regulador LM7812, permite reducir y mantener un voltaje de salida de 12V exactos y la cual irá hacia el regulador LM7805 para nuevamente hacer una reducción a 5V. La salida de 5V (VCC/VDD) servirá para alimentar al AVR, PIC del receptor de señal de control a distancia, optoacopladores, bobinas de relés. El regulador lineal disminuirá la tensión de 5V hasta 3,3V para alimentar al módulo MP3 de tensión antireseteo. La salida en paralelo entre el regulador variable y el 7812, permite activar permanentemente a la bobina del relé RL4; cuando exista un corte en alimentación desde la fuente principal, la bobina dejará de emitir fuerza

electromagnética por lo que los terminales VCC y de batería interna quedan comunicados, de esta forma la batería entra en funcionamiento y alimenta solamente a todas las entradas VCC. Los diodos rectificadores conectados en antiparalelo con respecto a la dirección del flujo de corriente en la bobina de los relés, evita que tensiones generadas por el corte de la alimentación en la bobina, puedan retornar a su regulador.

2.3.3 CIRCUITOS DE RECEPCIÓN DE SEÑALES DESDE SENSORES

La placa del módulo de encendido, recibe la información del sensor de golpe y sensores de puertas (pulsadores). Con respecto al sensor de golpe, mientras mayor sea la intensidad de la fuerza aplicada, el voltaje de emisión de salida se acercará a 0V. Se puede utilizar un sensor de golpe de alguna marca de alarma ya existente o alguno que se encuentre disponible en algún local electrónico, ya que su estructura es similar al ser de tipo piezoeléctrico. En la Figura 2.22 se muestra el circuito encargado de enviar los pulsos eléctricos hacia el AVR, cuando exista alguna activación de los sensores.

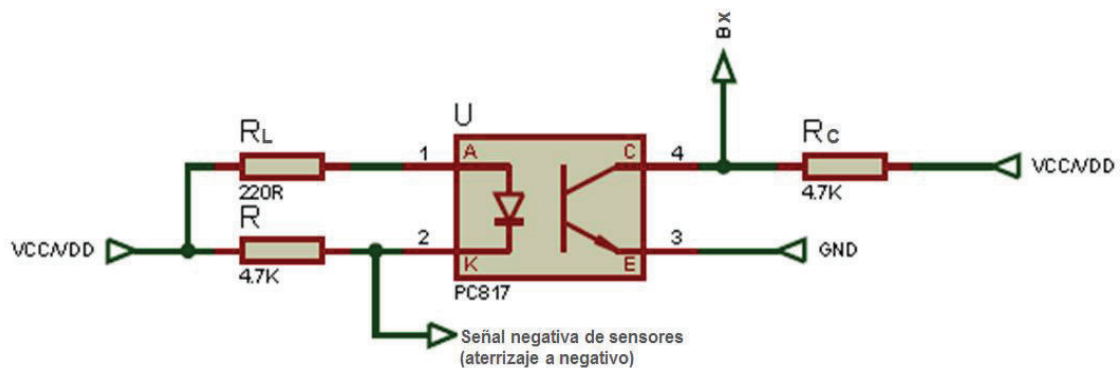


Figura 2.22 Circuito para sensado de señales negativas.

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

Cuando un pulsador o interruptor comunique el terminal 2 del optoacoplador con tierra, el diodo emisor de luz interno funcionará, logrando activar la base del transistor y permitiendo la circulación de corriente entre colector – emisor (terminales 4 y 3 del optoacoplador); en ese momento no existirá flujo de corriente hacia los terminales de entrada BX o DX del AVR. El AVR interpretará la ausencia de corriente como si alguna puerta o compartimiento haya sido abierta; el mismo principio ocurrirá con el sensor de golpe cuando haya sido activado. Caso

contrario, cuando no exista aterrizaje a tierra por medio de los pulsadores, no existirá flujo de corriente entre emisor y colector pues la base no ha sido activada por la luz del led, y por lo tanto, la corriente de colector pasa hacia los terminales del AVR, con lo cual interpretará que ninguna puerta ha sido abierta o el sensor de golpe no ha sido activado. Es necesario comprender que este tipo de conexión sirve para sensar señales negativas.

Las resistencias presentes en el circuito, tienen la misión de ser limitadoras de corriente para el optoacoplador. Aplicando la ecuación 1.1 correspondiente a la Ley de Ohm, se calcula el valor de intensidad que circula tanto para el diodo emisor de luz como para la corriente de colector. Con una resistencia de 220Ω en serie con el diodo emisor de luz, existe una intensidad de:

$$I_L = (V_{CC} - V_L) / R_L$$

$$I_L = (5V - 1,4V) / 220\Omega$$

$$I_L = 0,016A$$

Donde,

V_{CC} : Voltaje de alimentación de.

V_L : Voltaje de consumo de led.

R_L : Resistencia para el circuito led.

I_L : Intensidad de corriente en led.

La intensidad de corriente que circula por el led interno del optoacoplador equivale a 16mA, valor aceptable ya que este elemento funciona en rangos de 10mA a 50mA. De la misma manera, con ayuda de la ecuación 1.1, la corriente de colector corresponde a:

$$I_c = V_{CC} / R_C$$

$$I_c = 5V / 4700\Omega$$

$$I_c = 0,001A$$

Donde,

R_C : Resistencia para el circuito led.

I_C : Intensidad de corriente de colector.

La conexión con la resistencia de $4,7k\Omega$ utilizada en la parte del colector del optoacoplador se la conoce como pull up, esto significa que cuando el optoacoplador no está funcionando, el estado lógico que ingresa a los pines del AVR es alto o VCC. El estado opuesto se denomina pull down, en este caso la señal debería ingresar por el emisor del optoacoplador y el estado lógico en reposo sería bajo o 0V. La configuración de circuito para señal negativa de sensores mostrada en la figura anterior, se aplica para:

- Puerta del maletero.
- Puertas del vehículo.
- Sensor de golpe.

Pero también se ofrece la posibilidad de sensar otro tipo de señal, en caso de que el vehículo en donde se instalará el módulo, posea sensores cuya señal de entrega sea positiva, para ello se utilizará un circuito análogo al anterior y que se muestra en la Figura 2.23.

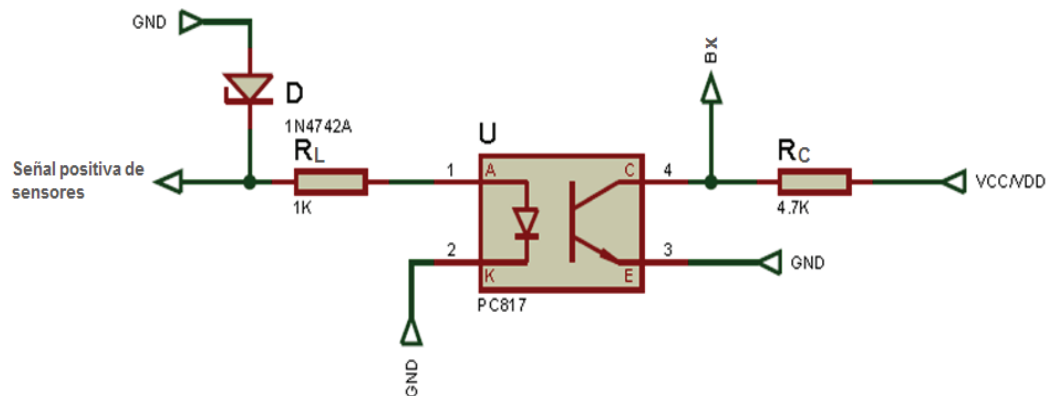


Figura 2.23 Circuito para sensado de señales positivas.

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

Como se puede visualizar en la figura, el cátodo del led (terminal 2 del optoacoplador) se mantiene siempre constante a tierra y la señal variable es la del ánodo, es decir, la señal positiva proveniente de algún sensor. La señal

corresponderá a un voltaje de 12V, por lo tanto, aplicando la ecuación 1.1, se tiene:

$$I_L = (V_{CC} - V_L) / R_L$$

$$I_L = (12V - 1,4V) / 1000\Omega$$

$$I_L = 0,01A$$

La intensidad que circula por el led corresponde a 10mA, valor aceptable pues se encuentra dentro del rango normal de funcionamiento. Estos circuitos se encuentran disponibles en la placa del módulo de alarma y sirve para sensor señales positivas de:

- Puertas del vehículo.
- Ignición (Señal de contacto del interruptor de encendido).
- Accesorios u otra señal adicional que se pueda implementar.

Una señal importante es la del pulsador valet; éste elemento también posee su propio circuito el cual se detalla en Figura 2.24

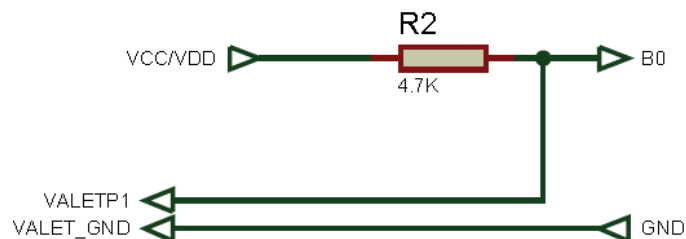


Figura 2.24 Circuito para sensado de señal valet.

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

El circuito del botón valet es muy sencillo ya que simplemente debe permitir la llegada de pulsos (VCC o 0V) al terminal B0 del AVR. En la figura se observa que cuando el pulsador esté sin presionar (terminal VALETP1 y VALET_GND separados), un voltaje de VCC llega directamente al terminal del AVR a través de la resistencia R2, pero cuando el pulsador esté presionado, ese voltaje se descarga a tierra, haciendo que no exista señal al terminal del AVR. Este circuito es otro ejemplo de conexión pull up y la resistencia sirve también como limitadora de corriente cuya intensidad es calculada mediante la ecuación 1.1:

$$I = VCC / R$$

$$I = 5V / 4700\Omega$$

$$I_L = 0,001A$$

2.3.4 CIRCUITOS DE CONTROL PARA ACTUADORES

Los actuadores son aquellos que se activan por medio de señales enviadas desde el AVR, con el fin de ejecutar una acción determinada. Por lo general, los actuadores consisten en circuitos de activación de sirena, luces incandescentes, leds, reproductor MP3, parlantes. En el módulo de alarma al igual que en los sensores, se ha dispuesto dos tipos de control de actuadores, negativos y positivos. El circuito de control negativo se muestra en la Figura 2.25.

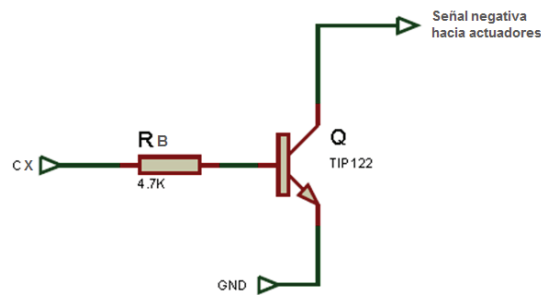


Figura 2.25 Circuito para control de señales negativas para actuadores.

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

El circuito consiste en un transistor NPN (TIP 122), en la cual su base está comandada por un pulso de voltaje de 5V provenientes desde los terminales CX o AX del AVR. Cuando el AVR envía una señal a la base del transistor, la corriente fluye entre base – emisor cerrando el circuito en tierra. Esto permite que fluya una señal negativa desde los actuadores hacia tierra a través de emisor – colector; lógicamente en esta situación, los actuadores deberán tener alimentación positiva externa al módulo. La resistencia se utiliza como elemento limitadora de corriente a la base del transistor, entonces, la intensidad se calcula mediante la ecuación 1.1:

$$I_B = (V_{Cx} - V_{BE}) / R_B$$

$$I_B = (5V - 1V) / 4700\Omega$$

$$I_B = 0,00085A$$

V_{CX} : Voltaje de salida de 5V desde los terminales CX del AVR.

V_B : Voltaje de consumo base – emisor

R_B : Resistencia para base del transistor.

I_B : Intensidad de base del transistor.

El factor beta de este transistor corresponde a 1000. Por lo tanto, si la corriente de base es 0,00085A y aplicando la ecuación 2.1, el valor de corriente de colector es:

$$I_C = hFE * I_B$$

$$I_C = 1000 * 0,00085A$$

$$I_C = 0,85A$$

Por lo que en colector puede circular una corriente de 0,9A, valor inferior al máximo que corresponde a 5A. Los actuadores que utilizan este tipo de circuitos para ser activados son:

- Módulo de bloqueo central de puertas.
- Relé de bloqueo para el motor.
- Módulo de elevador de vidrios.
- Luz de cortesía.
- Luz de baúl.

Sin embargo, también existen actuadores cuyos circuitos de control manejan corrientes positivas para su activación. En la Figura 2.26 se muestra el circuito para control de señal positiva.

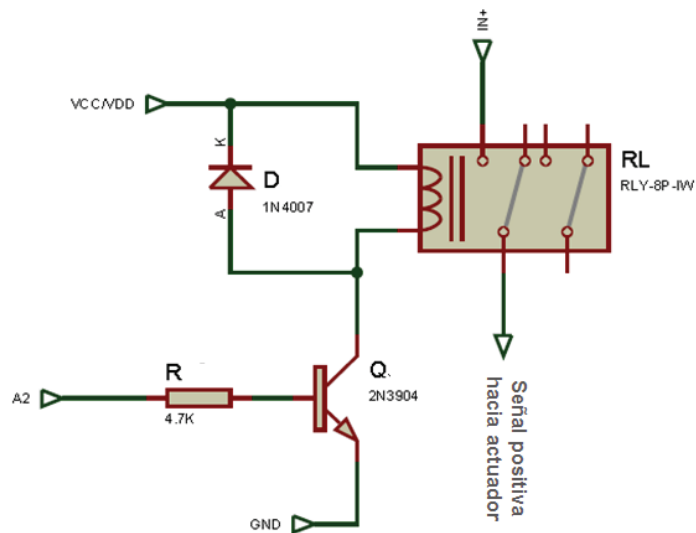


Figura 2.26 Circuito para control de señales positivas para actuadores.

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

Para el manejo de esta señal, el circuito es más complejo ya que se incorpora un relé que es controlado a su vez por el transistor 2N3904. Mediante la ecuación 1.1, se determina la corriente de base:

$$I_B = (V_{C_x} - V_{BE}) / R_B$$

$$I_B = (5V - 0,65V) / 4700\Omega$$

$$I_B = 0,0009A$$

Y al tener un valor beta de 300 y aplicando la ecuación 2.1, la amplificación corresponde a:

$$I_C = hFE * I_B$$

$$I_C = 300 * 0,0009A$$

$$I_C = 0,27A$$

Valor suficiente para la circulación de corriente en la bobina del relé RL. La utilización del relé permite manejar una corriente elevada mediante el control de una más baja; en este caso, la corriente más alta corresponde a la señal positiva pues es la encargada de activar consumidores de baja resistencia. Los actuadores que utilizan estos circuitos para su activación son:

- Relé para lámparas incandescentes (luces direccionales)
- Sirena

El led RGB es otro actuador, el cual, posee una resistencia de 220Ω (intensidad aproximada de 15mA). Para cada emisión de luz roja, azul y verde, el led tiene 3 terminales y cada una de ellas activa una luz determinada mediante el cierre del circuito a tierra controlado por el AVR. En la Figura 2.27 se muestra la conexión de este led indicador.

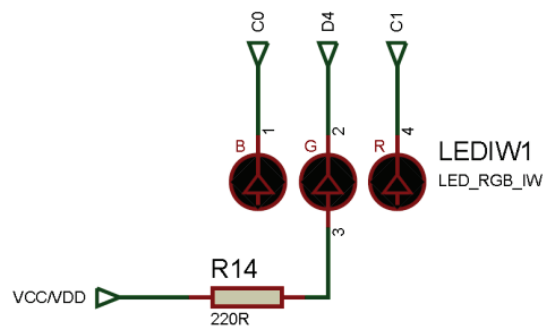


Figura 2.27 Circuito para control de led RGB.

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

Las señales de activación provienen desde los terminales C0, D4 y C1 del AVR.

2.3.5 CIRCUITOS DE AUDIO

Dentro de la placa del módulo de alarma, existe un circuito de control de salida de audio comandado por el AVR, este circuito tiene la misión de informar mediante voz, algunos estados de la alarma con el fin de mejorar la comunicación entre el usuario y la alarma. Se puede decir que este accesorio es de confort, que permite optimizar el manejo y control del cliente frente a la alarma. En la Figura 2.28 se muestra el diagrama de esta sección de la placa.

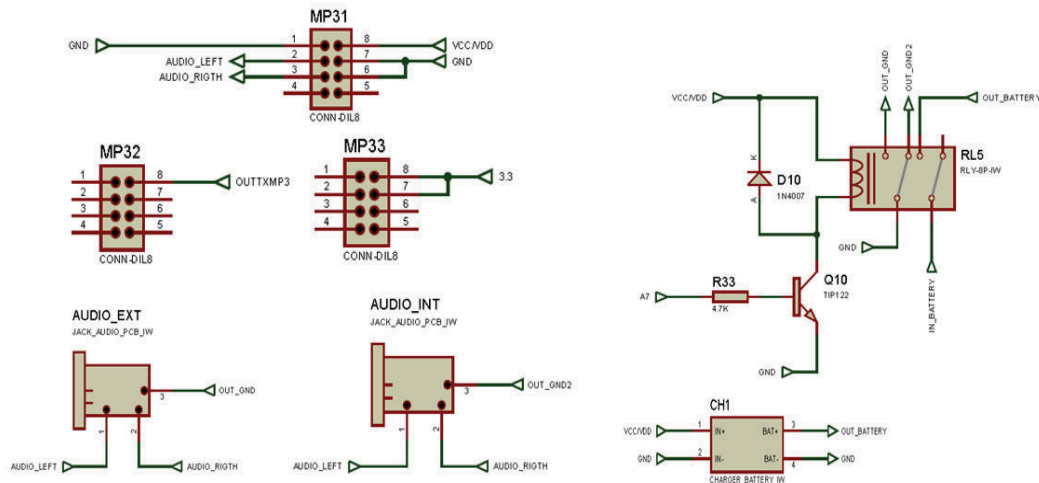


Figura 2.28 Circuito para control de audio.

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

En el diagrama se puede observar que el módulo MP3 posee dos alimentaciones, una VCC y otra de 3,3V proveniente desde el regulador lineal para evitar el reset. Existen dos salidas para sonido stereo, izquierdo y derecho. El módulo MP3 recibe comandos seriales, para determinar el audio a reproducir; es necesario indicar que durante la grabación de los audios en la tarjeta de memoria, el módulo crea una posición de identificación, es decir, que durante la programación se debe tener en cuenta la posición que se encuentra grabado un determinado audio en la tarjeta dentro de todos los archivos .mp3. Todos los audios que se encuentran grabados en la tarjeta de memoria son los siguientes:

1. La alarma ha sido activada correctamente.mp3
2. Puertas cerradas incorrectamente.mp3
3. Alarma desactivada.mp3
4. Desactive alarma ingrese código pin.mp3
5. Alarma activada por sensor de golpe.mp3
6. Puertas abiertas correctamente.mp3
7. Alarma activada puerta abierta.mp3
8. Alarma activada por cajuela.mp3
9. Que tenga un feliz viaje.mp3

El relé RL5 es controlado por el transistor Q10 y el cual a la vez es activado por el AVR. El relé permite activar a cualquiera de los dos parlantes mediante el

aterrizaje a tierra de los terminales OUT_GND o OUT_GND2. Pero también el relé permite hacer una conmutación hacia el cargador de la batería CH1, para que se produzca la carga de la batería. El cargador tiene una alimentación de VCC y una salida de 4,2V con un proceso de carga lineal, no muy alta en corriente y estable en voltaje. La carga se producirá durante la posición del contacto del interruptor de encendido en ignición, así mismo, este cargador tiene la facultad de evitar la continuación de carga cuando la batería ha llegado a su 100% de carga. Gracias a dos leds incorporados en el cargador, permite saber si está existiendo carga, emisión de color azul si está en proceso de carga y rojo si no lo está.

2.3.6 EMISOR Y RECEPTOR DEL CONTROL A DISTANCIA

Todo este conjunto representa el control a distancia del módulo de alarma, en la Figura 2.29 se muestra el circuito emisor.

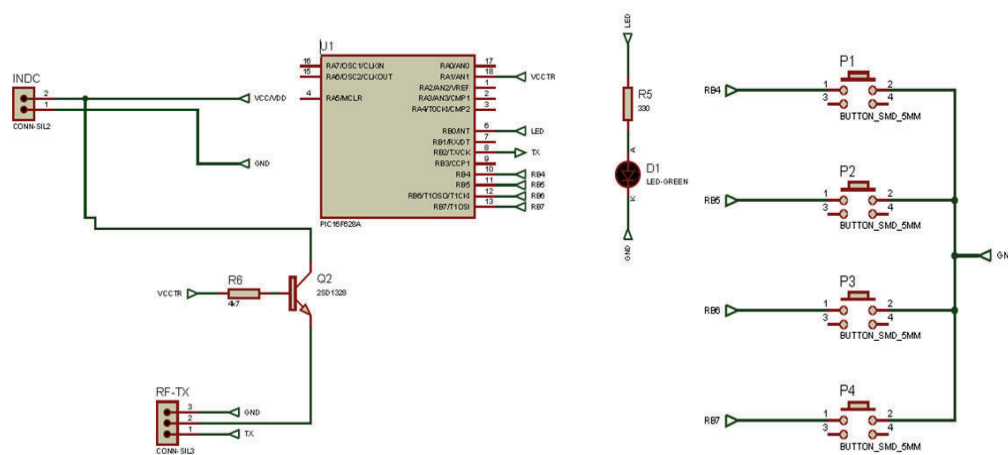


Figura 2.29 Circuito emisor del control a distancia.

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

Los datos son enviados desde el módulo emisor mediante una radiofrecuencia de 433MHz; cada pulso ejecutado desde los pulsadores permite enviar una trama codificada compuesta por un inicio de trama, tres ID de 1 byte cada uno, una operación, un XOR y un final de trama. Las conexiones de los pulsadores son a pull up, internamente en el microcontrolador ya poseen las resistencias de pull up. Lo destacable de la parte del control remoto es el ahorro de energía; la programación del PIC está dada por interrupciones, es decir, que mientras no haya ningún pulsador accionado (aterrizaje a tierra), el microcontrolador entra en

modo sleep, cuyo consumo es de 2uA, que es un consumo relativamente bajo, pero al presionar algún pulsador, el microcontrolador entra en funcionamiento y a la vez activa el módulo emisor a través del transistor, llegando a tener un consumo total de 10mA.

La pila para la alimentación del emisor es de 3V/100mA. Con respecto al circuito de la etapa del receptor del sistema de control a distancia, su diagrama se muestra en la Figura 2.30.

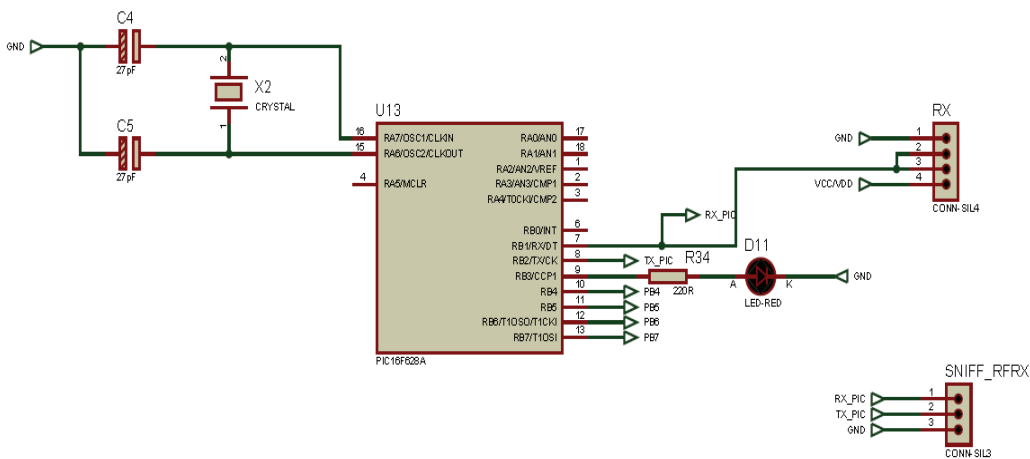


Figura 2.30 Circuito receptor del control a distancia.

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

El funcionamiento de esta etapa es relativamente sencilla; el módulo receptor recibe la trama codificada de algún tipo de instrucción desde el emisor, el PIC 16F628A, lee esa información y envía en paralelo por medio de los pines B4, B5, B6 y B7 hacia el AVR en forma de pulsos, para que finalmente este último, ejecute las instrucciones en función de los pulsos recibidos.

2.3.7 PROGRAMACIÓN DEL AVR DEL MÓDULO DE ALARMA, EMISOR Y RECEPTOR DEL CONTROL A DISTANCIA

Todo las funciones requeridas en el subcapítulo 2.1, se describe en lenguaje BASIC para poder programar el AVR. El lenguaje BASIC es fácil de aprender ya que es uno de los lenguajes de programación más conocidos y el cual permite programar desde pequeñas aplicaciones hasta las más complejas. En el Anexo 2 se expone toda la programación del AVR, por ejemplo, en ella se podrán ver

líneas de programación de las órdenes y tiempos de las señales de activación y desactivación de los circuitos de salida de señal hacia los actuadores, en función de las señales digitales de entrada por parte de los circuitos de recepción de señales de sensores y del receptor del control a distancia, mediante instrucciones lógicas. También se exponen las programaciones para los PIC's del sistema de control a distancia, emisor y receptor. En el próximo subcapítulo se describe el funcionamiento de la alarma; ésta es una forma de representar todo el lenguaje de programación de los microcontroladores en forma visual y auditiva.

2.4 PROCESO DE ENSAMBLAJE

Para llegar al proceso de ensamblaje final, se debió realizar borradores tanto en el software de simulación como en placas de baquelita, con el afán de realizar una mejora continua hasta tratar de llegar a los límites más altos posibles en funcionalidad y aspecto físico del dispositivo. En el Anexo 3 se expone algunas fotografías las cuales representan la placa borrador, control a distancia y la placa final. El proceso de ensamblaje de la placa final es relativamente fácil; los elementos electrónicos fueron soldados con estaño y para la disposición de los mismos sobre la placa, se dispone del silkscreen que permite guiarlos sobre la superficie del mismo; el ruteo se realiza con la ayuda del mismo programa de simulación de circuitos electrónicos. La placa tiene un acabado final, realizado con un proceso denominado Antisolder y su misión es de proteger a las pistas del circuito de posibles corrientes parásitas. En la Figura 2.31 se observa el acabado de una placa sometida este proceso.

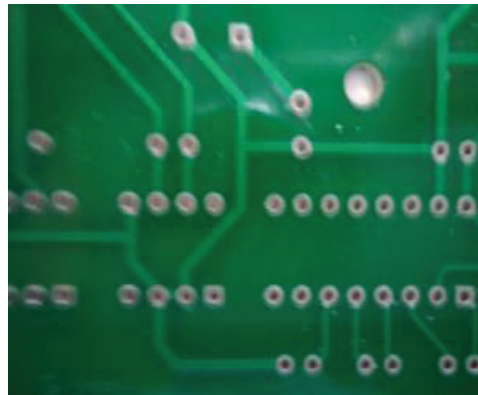


Figura 2.31 Proceso antisolder aplicado a una placa electrónica.

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

En la Figura 2.32 se muestra una fotografía de la placa del módulo de alarma con todos sus elementos incorporados.

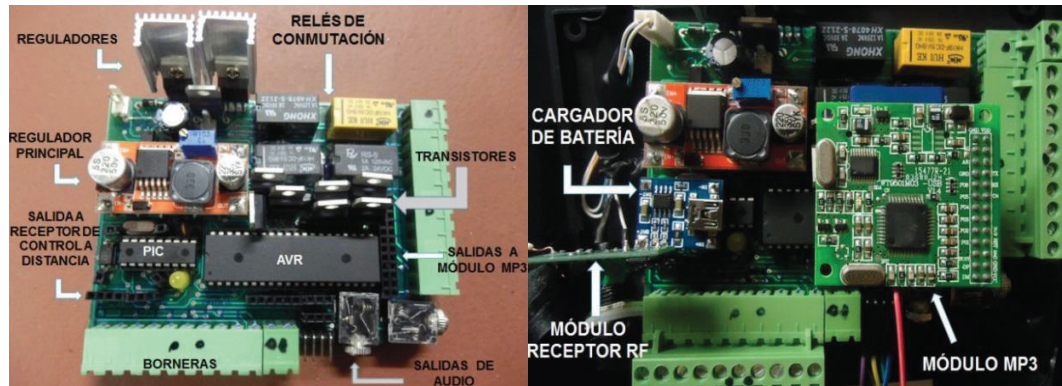


Figura 2.32 Placa final del módulo de alarma.

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

El módulo por sí solo no puede demostrar su funcionamiento, justamente por ser un dispositivo de control. Es necesario acoplarle actuadores y sensores para poder verificar su funcionamiento, para ello, se realiza una maqueta demostrativa con la presencia de los periféricos que ayuden a comprobar el funcionamiento del módulo.

2.4.1 INSTALACIÓN DE PERIFÉRICOS

El módulo de alarma debe ejecutar el accionamiento de actuadores en función de las señales del control a distancia y de las señales de los sensores cuando se encuentre instalado en un vehículo, sin embargo, el presente proyecto tiene contemplado aplicarse sobre una maqueta demostrativa que permita visualizar de mejor manera el trabajo del módulo, para ello se debe realizar algunos circuitos de conexión con el módulo entre sensores y actuadores.

2.4.1.1 Instalación del circuito simulador de motor de combustión

Este circuito simula al motor de combustión interna, con el fin de demostrar el corte al encendido. En la Figura 2.33 se muestra el circuito simulador del motor de combustión.

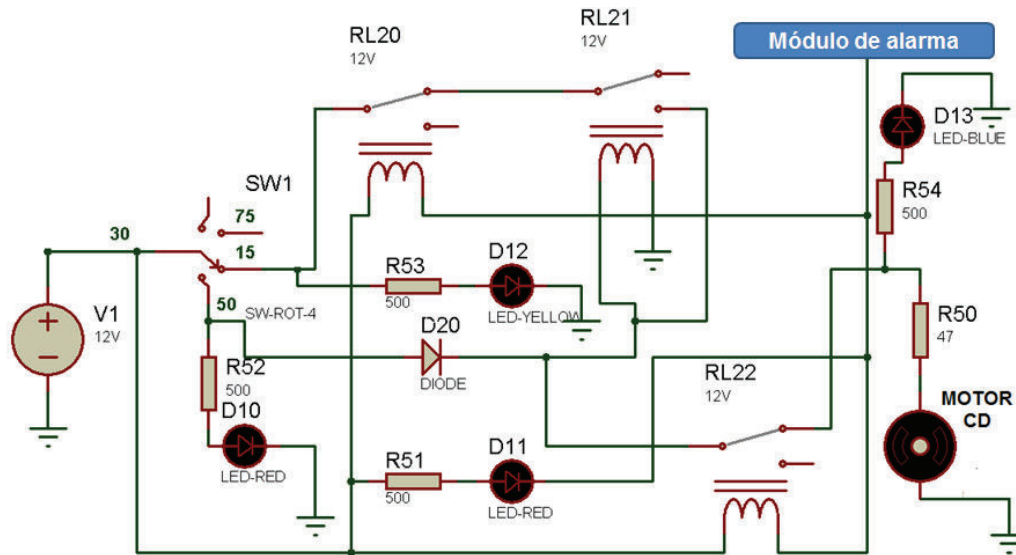


Figura 2.33 Circuito simulador del motor de combustión interna de un vehículo.

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

En la figura se muestra el circuito simulador del motor de combustión, cuyo componente principal es el motor de corriente continua de 6V y está comandado por un interruptor de encendido SW1. El objetivo de este circuito, es hacer que el motor CD se comporte como un motor de vehículo, es decir, cuando el contacto del interruptor se encuentre en el terminal 50 (arranque), el motor eléctrico deberá empezar a funcionar; cuando el contacto regrese al terminal 15 (contacto o ignición), el motor deberá mantenerse en funcionamiento, pues simula que el sistema de inyección electrónica se mantiene trabajando, y finalmente cuando el contacto del interruptor regrese al terminal 75 (accesorios) o retorne a off, el motor CD deberá apagarse. Este circuito debe permitir adicionalmente activar el relé de corte RL22 cuando el módulo active la función antiasalto; la corriente debe circular por la bobina del relé hacia tierra a través del transistor de control correspondiente al antiasalto. En conclusiones, el relé RL22 simula al relé de corte al módulo de encendido del motor, y por lo tanto, el motor CD deberá apagarse. Para que logre todo lo descrito, el circuito está diseñado para que funcione en 3 etapas: arranque, contacto y corte al encendido.

2.4.1.1.1 Funcionamiento en arranque y efecto memoria

En la Figura 2.34 se muestra el flujo de corriente cuando el contacto del switch de encendido se encuentre en el terminal 50.

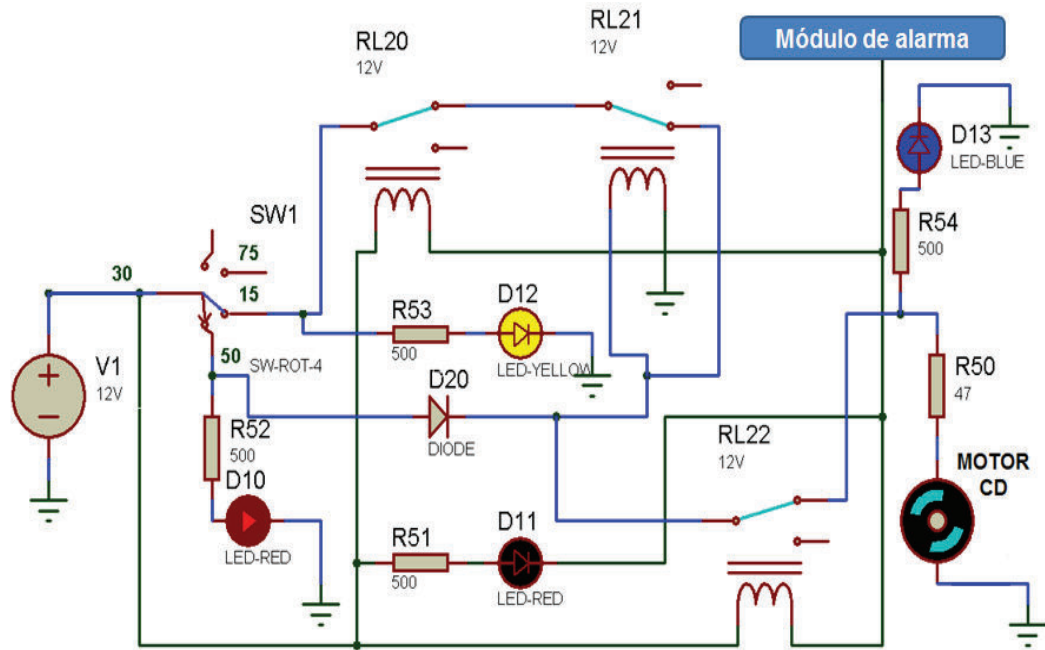


Figura 2.34 Efecto memoria.

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

Los conductores marcados de color azul, muestran el flujo de corriente en arranque; durante este momento, la corriente fluye hacia el motor a través del relé RL22. Pero paralelamente a esto, la corriente también fluye a los relés RL20 Y RL21 los cuales conforman el sistema efecto memoria, lo que permite que la corriente del contacto de salida de RL21 autoexcite su propia bobina, logrando mantener la misma configuración para que la corriente llegue constantemente al motor CD después de retirar el contacto del interruptor del terminal 50. El efecto memoria también se consigue gracias a la configuración interna del interruptor de encendido, pues nunca permite que exista pérdida de alimentación al terminal 15 cuando el contacto se encuentre en 50, se puede decir que se forma como dos pequeños circuitos en paralelo con un solo consumidor (bobina de relé RL21), y cuando exista la ausencia de corriente en una las ramas del circuito, la otra la suple, y por ende, la bobina nunca dejará de estar alimentada de tensión. También se ha dispuesto de leds en paralelo con el fin de demostrar de forma visible la posición del contacto del interruptor y el estado del motor, así entonces, se tiene un led de color rojo para indicar el momento de arranque, un led amarillo para contacto y un led azul para indicar que el motor CD está en movimiento.

2.4.1.1.2 Funcionamiento en contacto o ignición

En la Figura 2.35 se muestra el flujo de corriente cuando el contacto del interruptor de encendido se encuentre en el terminal 15.

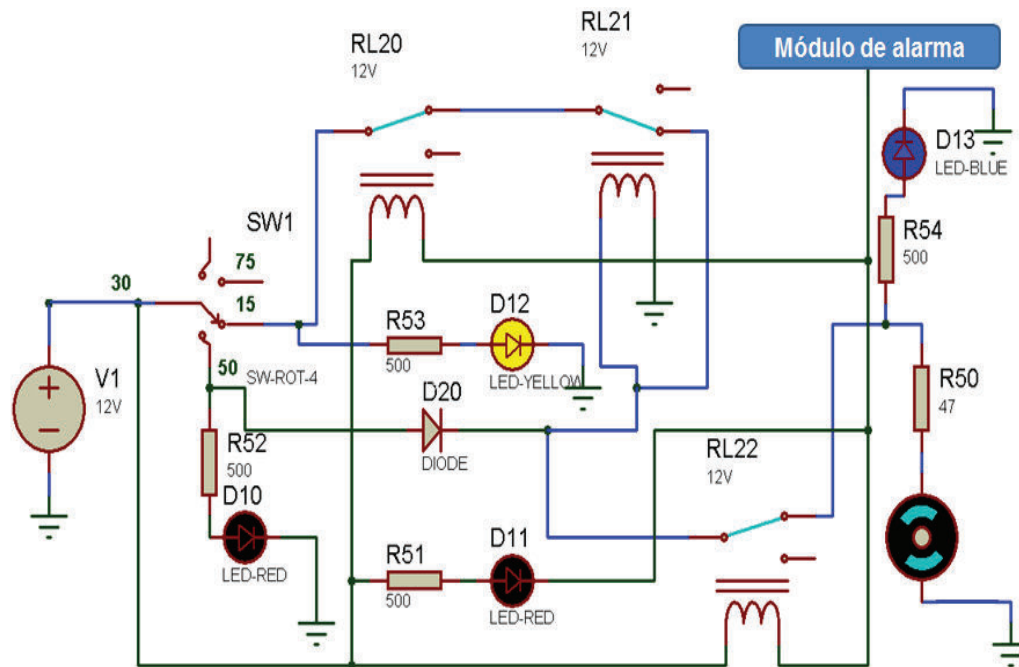


Figura 2.35 Circuito simulador del motor de combustión en ignición.

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

Gracias al efecto memoria, el relé RL21 logra auto excitar su bobina para poder formar el camino necesario de flujo de corriente hacia el motor CD. La única diferencia con la etapa de arranque es que el contacto de interruptor ya no se encuentra en el terminal 50 y no existe flujo de electricidad por el diodo rectificador D20. De hecho, el diodo rectificador sirve para evitar el flujo de corriente hacia el led rojo indicador de arranque.

2.4.1.1.3 Funcionamiento en simulación de corte al encendido

Esta es la etapa más importante, pues aquí es donde entra el control del circuito por parte del módulo de alarma. En la Figura 2.36 se muestra el flujo de corriente cuando entra en funcionamiento el módulo.

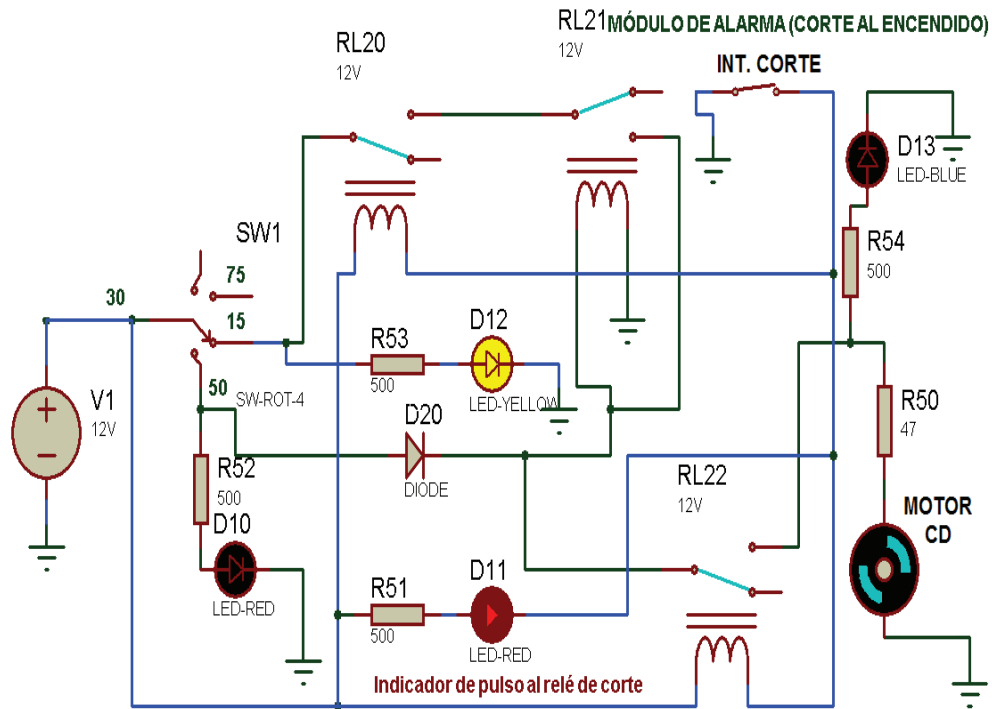


Figura 2.36 Circuito simulador del motor de combustión en corte al encendido.

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

Para mejor entendimiento se ha representado al transistor de control del módulo de alarma como un interruptor que aterriza la corriente de la bobina de RL22 a tierra. Cuando exista el antisalto, el módulo de alarma enviará un pulso a la base del transistor de corte, esto permitirá que la corriente de la bobina del relé RL22 fluya a negativo o tierra, el funcionamiento es análogo al de un interruptor; cuando eso ocurra los contactos de entrada y salida del RL22 y RL20 se abrirán, cortando el flujo de corriente hacia el motor y desactivando el efecto memoria. El led indicador de funcionamiento del motor se apagará y a la vez se encenderá otro led rojo que indica que se ha producido el corte al encendido. Las resistencias sirven para proteger a los leds y cuyo valor de 500Ω , fue calculado por medio de la ecuación 1.1 para no exceder los valores de intensidad que soportan dichos elementos:

$$I_L = (V_F - V_L) / R_L$$

$$I_L = (12V - 2V) / 500\Omega$$

$$I_L = 0,02A$$

Lo que corresponde a una intensidad de 20mA, valor que se encuentra dentro de los límites normales de funcionamiento. Para fines de este proyecto se ha utilizado un motor CD de 6V, por lo que se debe aplicar un divisor de tensión con la ayuda de una resistencia en serie. Como el voltaje de funcionamiento del motor es la mitad de la alimentación (12V), entonces, se debe colocar una resistencia de valor similar al bobinado del motor para que el voltaje se divida en dos valores iguales. La resistencia del bobinado es de 23Ω aproximadamente. La potencia de la resistencia para el divisor de tensión se calcula mediante la ecuación 1.2:

$$P_R = V_R * I_R$$

$$P_R = 6V * 6V/23\Omega$$

$$P_R = 1,56 W$$

Lo que implica, que se puede colocar una resistencia con una potencia similar o superior a 1,56W. La conexión del resto de periféricos, se detalla en el siguiente subcapítulo.

2.5 CONTROL Y DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA ALARMA

A continuación se detalla de manera escrita y gráfica una guía de la operación de la alarma para que el usuario pueda entender el manejo y control del módulo.

2.5.1 CONTROL A DISTANCIA

El control a distancia contiene 4 botones que se encargan de enviar las funciones o códigos hacia el módulo de alarma mediante radiofrecuencia dependiendo de la función que defina el usuario. En la Figura 2.37, se observa el control a distancia, con la identificación de cada uno de los botones y su respectiva función en el control.

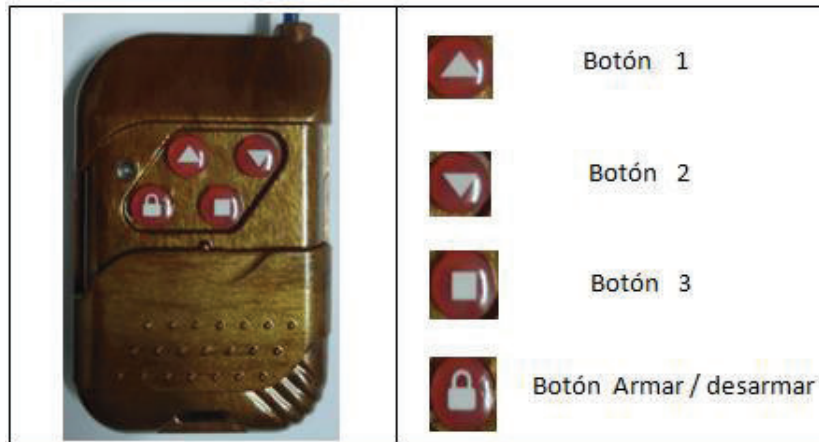


Figura 2.37 Control a distancia de la alarma.

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

2.5.2 SISTEMA DE VOZ

La implementación del sistema de audio en la alarma, permite mejorar el entendimiento del funcionamiento del módulo por parte del usuario; con esto se logra informar los diferentes estados y funciones que son ejecutadas por el módulo. En la Tabla 2.12, se especifica la aplicación del sistema de voz bajo cada condición del funcionamiento del módulo.

Tabla 2.12 Audios de las funciones de la alarma

Audio	Función
Puertas abiertas correctamente	Desarmado de la alarma
La alarma ha sido activada correctamente	Armado de la alarma
Puertas cerradas incorrectamente	Armado incorrecto de la alarma
Alarma desactivada	Ingreso correcto de código seguridad
Que tenga un feliz viaje	Se puede encender el motor
Desactive alarma, ingrese código pin	Antiasalto
Alarma activada por sensor de golpe	Activación por sensor
Alarma activada, puerta abierta	Activación por puerta
Alarma activada por cajuela	Activación por capot/maletero

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

2.5.3 LED INDICADOR


El módulo de alarma cuenta con algunas funciones y condiciones que deben ser conocidas por el usuario y por medio del diodo emisor de luz RGB, que mediante la combinación de colores, se define la condición de la alarma. En la Tabla 2.13 se muestra el color que identifica cada función y que usuario debe tener atención.

Tabla 2.13 Colores de las funciones del led indicador

LED RGB	CARACTERÍSTICA	FUNCIÓN
	Color rojo intermitente, destello pausado	Alarma activada
	Color verde intermitente Destello pausado	Alarma desactivada
	Color azul encendido constante	Modo valet
	Dos destellos pausados en color rojo & dos destellos rápidos en color verde	Alarma accionada por sensor de golpe
	Dos destellos pausados en color azul & dos destellos rápidos en color verde	Alarma accionada por puerta
	Dos destellos pausados en color rojo & dos destellos rápidos en color verde	Alarma accionada por capot o puerta posterior
	Destello pausado en intervalos de todos los colores (rojo, azul & verde)	Alarma accionada en condición de antisalto

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

2.5.4 ARMADO DE LA ALARMA

Para el armado de la alarma el usuario deberá presionar el botón  y si todas las puertas del vehículo están cerradas correctamente, el módulo de alarma procede a cerrar los seguros. El led indicador permanecerá en color rojo intermitente y el sistema de voz reproduce el audio “la alarma ha sido activada correctamente”; adicionalmente las luces realizan 3 destellos. En el caso, de que alguna puerta se encuentra mal cerrada, el sistema de voz reproduce el audio de advertencia “puertas cerradas incorrectamente”; a pesar de esta condición, el módulo de alarma procede armarse.


2.5.5 ARMADO AUTOMÁTICO

La función de armado automático inicia a partir del cierre de todas las puertas y después del transcurso de 25 segundos, el módulo de alarma procede a cerrar los seguros de puerta; se cumple las condiciones de armado de la alarma como son los 3 destellos de luces, la confirmación del sistema de voz con la reproducción de “la alarma ha sido activada correctamente” y el led indicador permanece en color rojo de manera intermitente.

El tiempo de espera para el cierre automático de las puertas puede ser configurado según los requerimientos del usuario. Al igual, que en el caso de que alguna puerta se encuentre mal cerrada, el módulo de alarma reproduce el audio “puertas cerradas incorrectamente”: pero la alarma queda activada. Es importante mencionar, que si a pesar de que se verifique el cierre correcto de las puertas incluyendo el capót o maletero; y aún así persiste el audio “puertas cerradas incorrectamente”, se debe revisar el óptimo estado y funcionamiento de los pulsadores de puertas, ya que estos tienden a dañarse debido al uso y causan problemas al funcionamiento normal de la alarma.


Cada vez que se active la alarma, se encuentra programado que se envíe un pulso de corriente negativa durante un lapso de 25 segundos, la cual es utilizada como señal para el módulo elevavidrios; de tal forma, que los vidrios se eleven automáticamente cerrando así las ventanas que se encuentren abiertas.

2.5.6 DESARMADO DE LA ALARMA


Para desarmar la alarma, el usuario debe presionar el botón , el módulo de alarma envía el pulso de apertura de seguros de puerta. El led indicador permanece en color verde de manera intermitente y el sistema de voz reproduce el audio “puertas abiertas correctamente”.

El módulo de alarma adicionalmente genera un destello al sistema de luces. Además, existe una función que puede ser programada por el usuario, la cual se desarrolla al ejecutar el desarmado de la alarma encendiéndose la luz de habitáculo por un tiempo de 15 segundos o hasta que el conductor coloque la llave de encendido en la posición de contacto. Si el usuario ejecuta la función de desarmado de la alarma, y ninguna de las puertas han sido abiertas, la alarma automáticamente se vuelve armar después de un lapso de 25 segundos.

2.5.7 APERTURA DE BAÚL

La función de apertura de baúl el usuario debe presionar  durante un lapso de tiempo de 3 segundos; el módulo recibe esta señal y envía la orden de apertura del seguro de la compuerta. Esta función es ejecutable siempre y cuando el vehículo cuente con un sistema eléctrico de apertura de baúl o el técnico esté en la capacidad de instalar un sistema genérico.

2.5.8 ACTIVACIÓN DE LUCES

Si el usuario necesita que las luces se enciendan para la localización del vehículo, debe pulsar el botón  durante 3 segundos, el módulo de alarma procede a realizar 6 destellos. Cuando se aplique esta función la alarma permanece armada, ya que es únicamente una función de localización del vehículo.

Además esta función se complementa con la activación de la sirena por un lapso de 5 segundos; tanto para la ubicación visual del vehículo, como para cumplir una función de alerta ante personas extrañas que se encuentren alrededor del vehículo y se requiera ejecutar una alerta de la sirena.

2.5.9 FUNCIÓN DE ANTIASALTO

La función de antiasalto, es ejecutada por el módulo de alarma bajo tres condiciones que puedan ocurrir:

- Por accionamiento de la puerta del conductor.
- Por ubicación de la llave de encendido en la posición de ignición.
- Por control remoto.

El módulo de alarma inicia esta condición con la activación de los tres colores led en intermitencia intercalados rojo, verde y azul por un lapso de 50 segundos, después de cumplirse este tiempo el sistema de voz reproduce el audio “desactive alarma, ingrese código pin”. El usuario a partir de este audio tiene 20 segundos adicionales para desactivar la función antiasalto. Al cumplirse este tiempo de advertencia y no se ingresa el código de seguridad por medio del control a distancia, el módulo procede a accionar los tonos de la sirena, conjuntamente se el corte al motor.

Esta condición se desactiva únicamente con la llave de encendido en la posición de ignición e ingresando el código de seguridad. Además cuando se envía el corte al motor, el módulo de alarma envía una señal hacia el módulo elevevidrios durante un lapso de 30 segundos para que las ventanas de las puertas queden completamente cerradas.

2.5.9.1 Antiasalto por puerta del conductor

La función de antiasalto por accionamiento de la puerta del conductor, inicia cuando la puerta del compartimiento del conductor es abierta y la llave de encendido se encuentra en la posición de ignición. Si llevamos esto a una condición de robo en donde el conductor es atracado y seguidamente su puerta es abierta y cerrada, automáticamente el módulo de alarma entra en función antiasalto.

2.5.9.2 Antiasalto por interruptor de encendido

Esta función es ejecutada por el módulo siempre que la llave del interruptor de encendido se coloque en la posición de ignición, de tal manera que se controla el

encendido del motor y se asegura de que la persona que realice esta acción sea el usuario y no un extraño. Es importante señalar que esta función debe ser configurada por el usuario si lo requiere; ya que el módulo en configuración estándar requiere que se introduzca el código de seguridad para poder encender el motor.

2.5.9.3 Antiasalto por control a distancia

El módulo de alarma posee la condición de activar la función de antiasalto por medio del uso del control a distancia, se permite que el usuario pueda ordenar que se ejecute esta función. Para ello debe pulsar el botón ■ durante 3 segundos; esta opción puede ser útil en el caso de situaciones de secuestro o robo y el dueño del vehículo tenga a su alcance el control a distancia para ejecutar esta función. Es importante recalcar que el usuario no debe poseer el control remoto junto a la llave del interruptor de encendido, como es el caso de la mayoría de propietario de vehículos que si lo hacen.

2.5.10 CÓDIGO DE SEGURIDAD

El código de seguridad es un código único de tres dígitos programado por el usuario, el cual es ingresado mediante el uso de control a distancia. El código permite desbloquear la activación del antiasalto, activación por sensor de golpe, activación por puertas y para poder encender el motor. En la Figura 2.38 se puede observar el control a distancia con la identificación del número designado.

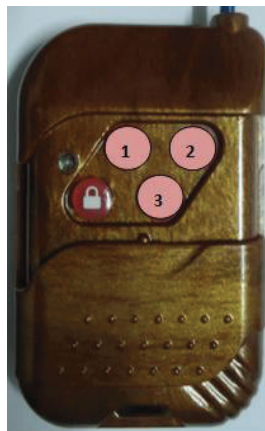


Figura 2.38 Control a distancia con la identificación numérica de seguridad.

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

2.5.11 MODO SERVICIO

Para activar la función de modo servicio, la llave de encendido debe estar en la posición de ignición, seguidamente se debe ingresar el código de seguridad y por último presionar el botón valet por 5 segundos; la característica del led RGB es que emite luz azul continua. Para salir del modo servicio la llave de encendido debe estar siempre en la posición de ignición y presionar nuevamente el botón valet por 5 segundos; en este caso el led RGB se apaga.

2.5.12 RESETEO DE FÁBRICA

Si el usuario desea que todas las funciones sean ejecutadas como viene de fábrica (estándar), debe ingresar a la función de programación por medio del control a distancia. El reseteo de fábrica es la primera opción de configuración antes de ingresar a las otras variantes de programación.

2.5.13 MODO PROGRAMACIÓN

El módulo de alarma cuenta con funciones que pueden ser aplicadas por el usuario según sea la necesidad y las opciones de instalación que desee que se apliquen al vehículo. En la Tabla 2.14 se observa las opciones de programación que posee el módulo, el número y la característica del botón que debe presionar el usuario en el control remoto para seleccionar la opción; también, se deja establecido el color que toma el led para cada selección. Dentro de la función de programación se ha establecido una opción de reinicio del módulo a condiciones estándar, en donde se quedarán establecidas las funciones que han sido diseñadas para el funcionamiento básico de la alarma. Se procede a establecer el proceso a seguir para que el usuario pueda seleccionar las funciones y características que puedan ser aplicadas en el módulo.

Tabla 2.14 Programaciones configurables por el usuario.

N°	FUNCIÓN	OPCIÓN 1 ▲	OPCIÓN 2 ▼	OPCIÓN 3 ■
1	Cierre automático de seguros	Si	No	-
2	Tiempo de activación	20 segundos	40 segundos	60 segundos
3	Audio exterior	Solo parlantes	Apagado parlantes	-
4	Modo valet	Si	No	-
5	Luz habitáculo	Si	No	-
6	Antiasalto	Si	No	-
7	Antiasalto por ignición	Si	No	-
8	Cambio Código de seguridad	Código 1	Código 2	Código 3

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

Es importante aclarar que este proceso debe ser realizado por un técnico especializado y siga correctamente los pasos establecidos para la configuración del módulo de alarma; de tal manera, se asegura que la operación de la programación sea el correcto.

Para entrar en el modo de programación el usuario debe presionar el botón ▲ durante 3 segundos, inmediatamente el módulo de alarma ingresa en modo programación; se ha diseñado un método sencillo de selección con el uso del control a distancia en donde cada función programable tiene una opción de selección.

Primero, se da la opción de reinicio a condiciones estándar, para ello, el led RGB se encuentra apagado después de haber ingresado al modo programación, si el usuario desea reiniciar el módulo debe presionar el botón ▼ y el led emite el color azul; para confirmar la opción se debe presionar el botón ■ ; una vez confirmada la opción; se finaliza nuevamente presionando el botón ■ reiniciándose el módulo y la alarma nuevamente queda activada. Si es el caso de no reiniciar, el usuario debe presionar el botón ▲ y el led emite el color verde, se confirma la selección






de la opción pulsando  y para ejecutar la selección nuevamente se presiona  ; el led se apaga y vuelve a encenderse en color verde, indicando que el módulo ha ingresado a las opciones de programación que se indican en la tabla anterior. A continuación se especifica cuáles son las condiciones estándar de funcionamiento que se han establecido en el módulo de alarma propuesto, en la Tabla 2.15 se detalla las funciones:



Tabla 2.15 Funciones estándar del módulo de alarma propuesto.

N°	FUNCIÓN	Estándar
1	Cierre automático de seguros	Si
2	Tiempo de activación	20 segundos
3	Audio exterior	Solo parlantes
4	Modo valet	Si
5	Luz habitáculo	Si
6	Antiasalto	Si
7	Antiasalto por ignición	No
8	Código de seguridad	Código estándar 231

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

Si el usuario selecciona que no desea reiniciar de fábrica el módulo, inmediatamente ingresa a las opciones de selección, para ello debe seguir las siguientes indicaciones.

Una vez que el led vuelve a encenderse en color verde, significa que se encuentra en la opción de cierre automático de seguros, si el usuario desea activar la función debe presionar , caso contrario, si no requiere esta función debe presionar , una vez que elija la opción debe presionar  para la selección.

Segunda opción, es el tiempo de espera para el armado automático de la alarma y el cierre de los seguros de puertas; presionar  para 20 segundos, el botón .

para 40 segundos y ■ para 60 segundos, una vez seleccionada la opción presionar ■ .

Tercera opción, es la activación del audio, si el usuario requiere el uso de los parlantes debe presionar ▲ para activar parlantes y presionar ▼ para desactivar parlantes, para confirmar la selección se debe presionar el botón ■.

Cuarta opción, si el usuario desea desactivar la función del modo valet debe presionar el botón ▼ y si desea que se mantenga activa esta función debe presionar ▲; una vez que se seleccione la opción presionar el botón ■.

Quinta opción es la función de luz de habitáculo, si el usuario requiere de este servicio debe presionar ▲ y si desea deshabilitar esta función debe presionar ▼; una vez que se haya seleccionado la opción debe presionar ■ para confirmar.

Sexta opción, abarca la aplicación de la función de antiasalto, si se desea que siempre se active esta función de antiasalto el usuario debe presionar ▲ y si desea anular la función de antiasalto debe presionar ▼, para confirmar la opción hay que presionar ■.

Séptima opción, aquí el usuario puede aplicar la función de antiasalto por ignición, esto quiere decir que cada vez que se coloque la llave de encendido en la posición de ignición el módulo ingresa en modo antiasalto; si el usuario desea activar esta opción debe presionar ▲ y si no desea aplicar esta función presionar ▼; seguidamente presionar botón ■ para confirmar la selección.

Es importante aclarar, que en el funcionamiento estándar cada vez que se desee encender el motor se deberá ingresar el código de seguridad para quitar el corte de encendido.

Es necesario mencionar, que en cada opción que se vaya seleccionando, se deberá confirmar la configuración seleccionada presionando el botón ■ nuevamente y para informar al usuario que se ha grabado esa programación, el led destellará rápidamente el color rojo, después de ello se continúa a la siguiente opción de programación. Finalmente, después de haber configurado las 7 opciones del modo de programación, se concluye mencionando si el usuario desea cambiar la el código de seguridad, como opción de fábrica la clave es

“231”. Si el usuario desea configurar un nuevo código debe presionar ▼ y si no desea cambiar el código debe presionar ▲. Cuando se decida cambiar el código de seguridad, se debe ingresar un código de tres dígitos, los cuales no pueden repetirse y después de cada selección se confirma presionando el botón ■. Hay que mencionar, que cuando se realiza el reinicio del módulo a las funciones estándar el código que haya sido configurado es anulado y se deberá ingresar el código inicial (231).

2.5.14 ESQUEMA DE INSTALACIÓN

En la Figura 2.39, se observa el esquema de instalación del módulo de alarma, en donde se identifica el terminal de conexión, y hacia que periférico de instalarse.

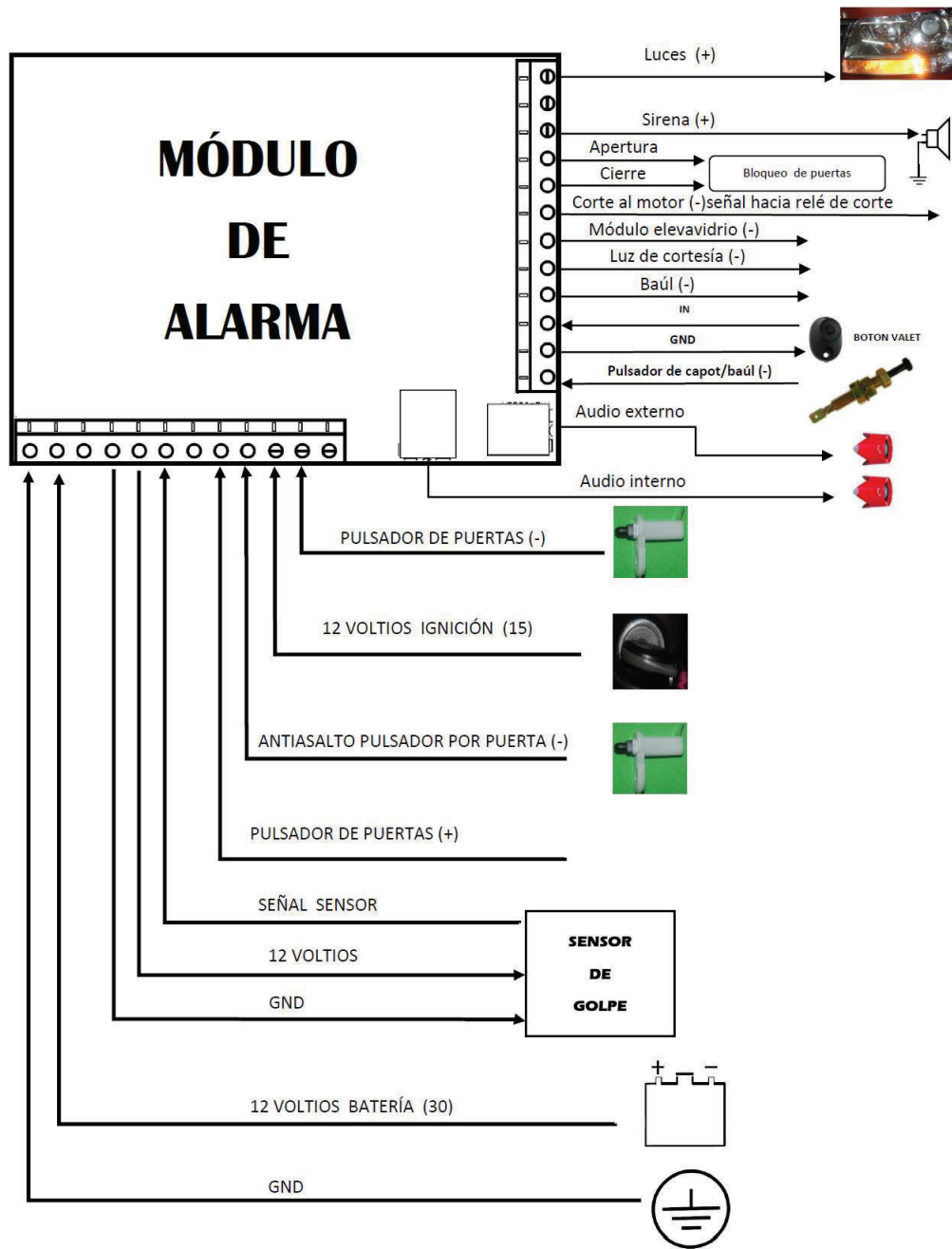


Figura 2.39 Esquema para la instalación del módulo de alarma.
 Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

CAPÍTULO 3.

ENSAYOS

3.1 SIMULADOR DE CONDICIONES ELÉCTRICAS

La evaluación de los módulos de alarma se realiza mediante la aplicación de distintas formas de ondas de tensión eléctrica hacia la alimentación de entrada de los módulos. Estos tipos de tensión corresponden a los establecidos en la norma ISO 16750-2 y para poder generarlos, es necesaria la aplicación de un simulador de condiciones eléctricas el cual está constituido por un software y hardware. En la Figura 3.1 se visualiza el escenario de ensayos de los módulos de alarma tanto comerciales como el propuesto, con el equipo simulador.



Figura 3.1 Escenario de ensayo.

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

3.1.1 HARDWARE

Desde este elemento se envía la tensión hacia los módulos de alarma; la configuración de los valores de tensión y amperaje, puede realizarse desde un programa instalado en un ordenador o directamente a través del panel de teclado del equipo. Posee 4 salidas de corriente (2 positivas y 2 negativas) y una pantalla

donde se puede visualizar el voltaje y amperaje instantáneo. En la Figura 3.2 se muestra el hardware del simulador.



Figura 3.2 Equipo simulador de condiciones eléctricas.

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

3.1.2 SOFTWARE

Conjuntamente con la parte física del simulador, existe el programa que permite configurar y controlar las tensiones y amperajes máximos de salida desde una computadora. Lo interesante de este programa es que por default, viene programado algunos ensayos establecidos de la norma ISO 16750-2, además, el usuario puede crear sus propios ensayos modificando los rangos de voltaje, tiempo y amperaje, logrando obtener un sin número de ondas de tensión, obviamente dependiendo de las necesidades que el evaluador requiera para un determinado dispositivo electrónico o eléctrico. En la Figura 3.3 se detalla la pantalla principal del programa.

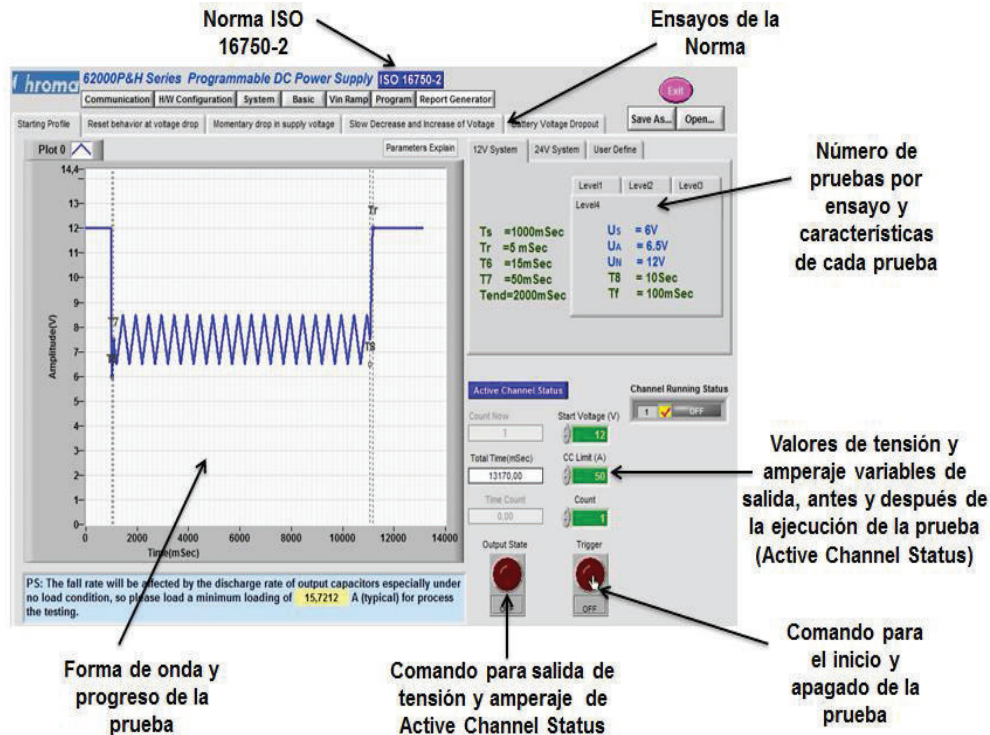


Figura 3.3 Pantalla de control del software del simulador.

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

Según Jorge Ch., gerente técnico de una empresa de rastreo satelital, manifiesta que todo el conjunto del simulador de condiciones eléctricas entre hardware y software, bordea un costo alrededor de USD 4000.

3.2 TIPOS DE ENSAYOS A APLICAR REFERENTE A LA NORMA ISO 16750-2

Es parte de la norma ISO 16750 denominada: Vehículos de carretera – Condiciones ambientales y pruebas de los equipos eléctricos y electrónicos; la cual consiste en la aplicación de distintos tipos de cargas físicas a los componentes eléctricos y electrónicos, pudiendo la norma subdividirse en:

- ISO 16750-2: Vehículos de carretera – Condiciones ambientales y pruebas de los equipos eléctricos y electrónicos – Cargas eléctricas.
- ISO 16750-3: Vehículos de carretera – Condiciones ambientales y pruebas de los equipos eléctricos y electrónicos. Cargas mecánicas.

- ISO 16750-4: Vehículos de carretera – Condiciones ambientales y pruebas de los equipos eléctricos y electrónicos. Cargas climáticas.
- ISO 16750-5: Vehículos de carretera – Condiciones ambientales y pruebas de los equipos eléctricos y electrónicos. Cargas químicas.

La ISO 16750-1 es la parte introductoria de la norma, en ella se encuentra los términos, definiciones, estatus funcionales de los dispositivos o sistemas, pruebas y requerimientos que se deben tomar en cuenta para los ensayos.

Para este proyecto, se trabajará con la ISO 16750-2, enfocada a la aplicación de distintas cargas eléctricas a las entradas de alimentación de los dispositivos eléctricos o electrónicos de uso automotriz, en este caso, a los módulos de alarma para conocer sus limitaciones funcionales. Por ello, los ensayos a aplicar, representan un estrés de carga eléctrica para los módulos de alarma. Estos ensayos son:

- Caída momentánea de tensión (Discontinuidad de alimentación de tensión).
- Condición de arranque.
- Comportamiento de reinicio ante la caída de tensión.
- Inversión de polaridad de corriente.
- Sobretensión.

Existe una clasificación del estatus funcional de los dispositivos que pueden llegar a tener durante y después de la aplicación de las pruebas y que dependiendo de estos resultados, se podrá evaluar al dispositivo. La Norma ISO 16750-1 establece:

- **“Clase A.**- Todas las funciones del dispositivo o sistema se desempeñan normalmente durante y después de la prueba.
- **Clase B.**- Todas las funciones del dispositivo se desempeñan normalmente durante la prueba. Sin embargo una o más pueden ir más allá de la tolerancia especificada. Todas las funciones retornan automáticamente dentro de sus límites normales después de la prueba. Las funciones de memoria permanecerán en Clase A.

- **Clase C.-** Una o más funciones del dispositivo no se desempeñan normalmente durante la prueba, pero retornan automáticamente a la operación normal después de la prueba.
 - **Clase D.-** Una o más funciones del dispositivo no se desempeñan normalmente durante la prueba y no vuelven al funcionamiento normal hasta que el dispositivo se restablezca por una simple acción del operador.
 - **Clase E.-** Una o más funciones del dispositivo no se desempeñan normalmente durante y después de la prueba y no pueden retornar a la operación apropiada sin reparar o reemplazar el dispositivo o sistema”.
- 5pp.

Para la evaluación de los resultados, en la Norma ISO 16750-1 también manifiesta, “Los estatus funcionales mínimos están dados en cada prueba; un requisito de prueba adicional podría ser acordado entre el proveedor del dispositivo y fabricante del vehículo” 4 pp.

Es decir, que en la norma no se implantan valores de tensión mínimos o máximos de funcionamiento para cada ensayo; la evaluación se rige en la verificación del funcionamiento del dispositivo durante y después de la ejecución de las pruebas en el simulador.

Así mismo, la determinación de los estatus funcionales para el dispositivo a evaluar, dependerá del criterio del evaluador y del funcionamiento del dispositivo, siguiendo un análisis lógico basado en las especificaciones generales de los estatus funcionales descritos anteriormente. Es posible también, en caso de ser necesario para algún tipo de dispositivo, el fabricante o solicitante puede ejecutar su propio ensayo con fines puntuales de funcionamiento.

Antes de detallar las características de los ensayos a realizar, es necesario conocer los niveles de tensión mínimas de funcionamiento de los dispositivos, ya que en función de estos datos, se podrá clasificar al dispositivo por códigos A, B, C o D (no confundir con los estatus funcionales). Para el caso de los módulos de alarma, éstos deben ser alimentados entre los rangos de las tensiones mínimas y máximas detalladas en la Tabla 3.1 sin límites de tiempo.

Tabla 3.1 Valores de tensión mínimos y máximos para dispositivos de 12V.

Código	Voltaje de alimentación (V)	
	U_{Smin}	U_{Smax}
A	6	16
B	8	16
C	9	16
D	10,5	16

Fuente: Norma ISO 16750-2, (2006), 2 pp.

El dispositivo que funcione en cualquiera de los 4 rangos, deberá tener un estatus funcional A, es decir que funcione normalmente. El código al que llegue a pertenecer dicho dispositivo, servirá para seleccionar las pruebas de los ensayos de las normas. A continuación se procede a describir los ensayos a realizar; los valores de tensiones que se muestren en los ensayos tendrán una tolerancia de +/- 0,2V, si no se describe lo contrario.

3.2.1 ENSAYO DE DISCONTINUIDAD DE TENSIÓN (CAÍDA MOMENTÁNEA DE TENSIÓN)

La caída momentánea de tensión se refiere a una prueba con una caída de tensión corta, regresando posteriormente a la tensión mínima de funcionamiento después de ese lapso; se podría decir por ejemplo, que este efecto ocurre cuando el circuito de alimentación se une a otro descargando voltaje a este último circuito o cuando no existe una buena conexión a tierra o alimentación. Existen 4 posibles pruebas para este ensayo dependiendo de la tensión mínima de funcionamiento. La forma de onda de tensión a simular se muestra en la Figura 3.4.

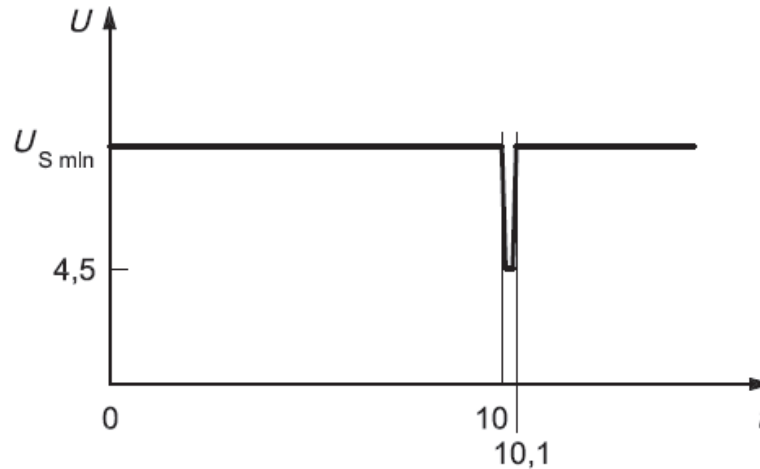


Figura 3.4 Forma general de onda de caída momentánea de tensión.

Fuente: Norma ISO 16750-2, (2006), 6 pp.

En la Tabla 3.2 se detallan los valores de tensión de cada prueba.

Tabla 3.2 Valores de tensión y tiempos para el ensayo de caída momentánea de tensión.

	Prueba A	Prueba B	Prueba C	Prueba D
$U_{S \min}$	6V	8V	9V	10,5V

Fuente: Norma ISO 16750-2, (2006), 6 pp.

El estatus funcional mínimo para todas las pruebas corresponde a B.

3.2.2 ENSAYO DE CONDICIÓN DE ARRANQUE

Este ensayo simula una señal de arranque hacia el dispositivo, existiendo 4 niveles para esta condición y la cual deben aplicarse 10 veces cada una, con una pausa de entre 1 a 2 segundos por cada repetición. La forma general de la onda se presenta en la Figura 3.5.

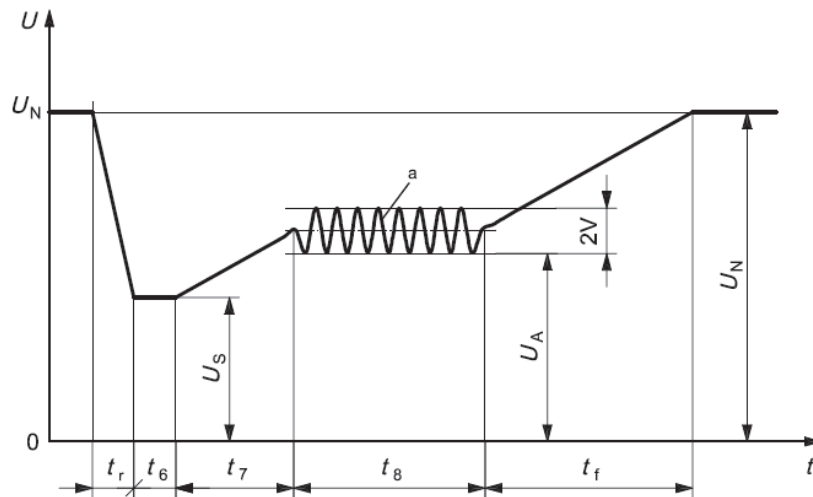


Figura 3.5 Forma general de onda de tensión para condición de arranque.

Fuente: Norma ISO 16750-2, (2006), 9 pp.

Los valores de tiempos y tensiones por nivel se muestran en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3 Valores de tensión y tiempos para el ensayo de condición de arranque.

Variables	Prueba Nivel 1	Prueba Nivel 2	Prueba Nivel 3	Prueba Nivel 4
U_S	8V	4.5V	3V	6V
U_A	9,5V	6,5V	5V	6,5V
U_N	12V	12V	12V	12V
t_r	5ms	5ms	5ms	5ms
t_6	15ms	15ms	15ms	15ms
t_7	50ms	50ms	50ms	50ms
t_8	1s	10s	1s	10ms
t_f	40ms	100ms	100ms	100ms
Código	Estatus Funcional			
A	A	B	B	A
B	A	B	C	B
C	B	C	C	C
D	B	C	C	C

Fuente: Norma ISO 16750-2, (2006), 9 pp.

Y donde la frecuencia durante t_8 (a) es igual a 2Hz. Después de efectuada la prueba, la aprobación del dispositivo será si el estatus funcional corresponde por lo mínimo, a los mostrados en el cuadro anterior dependiendo del código del dispositivo y la prueba realizada del nivel correspondiente.

3.2.3 ENSAYO DE RESETEO ANTE LA CAÍDA DE TENSIÓN

Es similar a la prueba de caída momentánea de tensión, con la diferencia que existe varias caídas de tensión y cuyas duraciones son más extensas. Cada caída de tensión se realiza en una disminución del 5% con respecto a la anterior manteniéndose en un tiempo de 5 segundos, mientras que el valor alto de tensión se mantiene por 10 segundos. Esta prueba es ideal para conocer si existe reseteo de alguna de las funciones de un dispositivo electrónico que posea en su estructura microcontroladores, por la memoria de instrucciones. La forma de onda de esta prueba se muestra en la Figura 3.6.

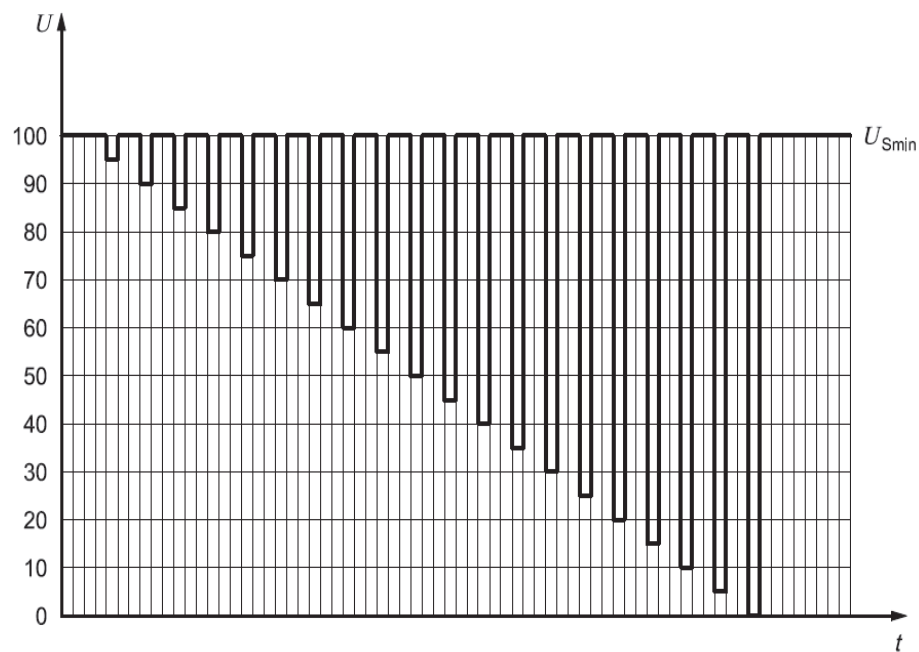


Figura 3.6 Forma general de onda de reseteo ante la caída de tensión.

Fuente: Norma ISO 16750-2, (2006), 8 pp.

Igualmente, este ensayo consiste de 4 posibles pruebas partiendo desde valores de tensiones mínimas. En la Tabla 3.4 se muestra los valores de correspondientes a la curva de este ensayo.

Tabla 3.4 Valores de tensión y tiempos para el ensayo de reinicio ante caída de tensión.

	Prueba A	Prueba B	Prueba C	Prueba D
U_{Smin}	6V	8V	9V	10,5V

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

El estatus funcional mínimo para todas las pruebas finalizar este ensayo corresponde a C.

3.2.4 INVERSIÓN DE POLARIZACIÓN DE CORRIENTE

Esta prueba consiste en aplicar una polarización inversa al dispositivo para conocer su nivel de resistencia frente a la inversión y pueda seguir funcionando con normalidad después de la simulación. La inversión consiste en una tensión de 4V y 14V durante un tiempo de $60\text{ s} \pm 6\text{ s}$. Para este ensayo es necesario aplicar un circuito de inversión de corriente externo al simulador, pues éste no tiene la capacidad de invertir la polarización. En la Figura 3.7 se muestra el circuito a utilizar.

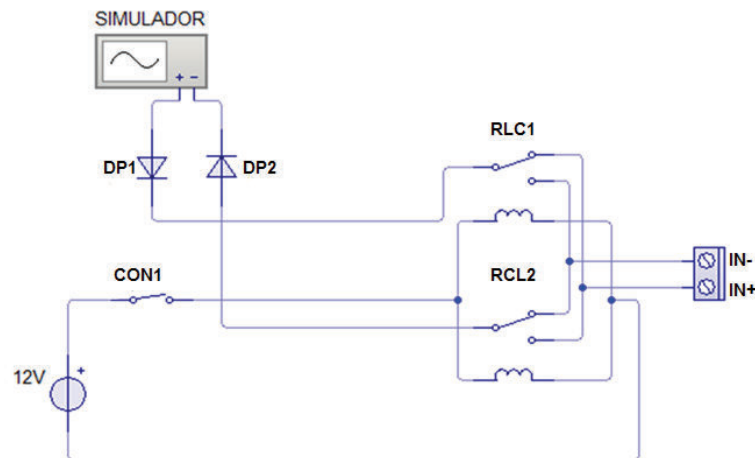


Figura 3.7 Circuito inversor de polaridad.

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

El funcionamiento del circuito inversor es sencillo, al presionar el interruptor CON1, se activa los relés de conmutación RCL1 y RCL2, haciendo que se intercambie la polarización de entrada a los módulos de alarma. Los diodos DP1 y

DP2 deberán tener un valor de 5A, ya que el consumo máximo de corriente medido en los módulos de alarma conjuntamente con los periféricos, fluctúa alrededor de 5A. Los diodos rectificadores cumplen la misión de proteger al equipo frente a posibles retornos de corriente hacia el simulador de condiciones eléctricas, pues no se conoce el comportamiento de los módulos frente a este ensayo; este aspecto fue una recomendación obligatoria dada por parte de los dueños del equipo.

Pero hay que tener en cuenta que estos elementos consumen un valor de tensión, por ende, en el ensayo de inversión se deberá aumentar aproximadamente entre 0,55V y 1V para compensar tal consumo. En la Figura 3.8 se muestra los valores de tensión tanto en el software como en la salida del simulador tras haber aumentado los adicionales de voltaje, esta verificación se realizó durante los preparativos para el ensayo de inversión de polaridad a 14V y 4V.

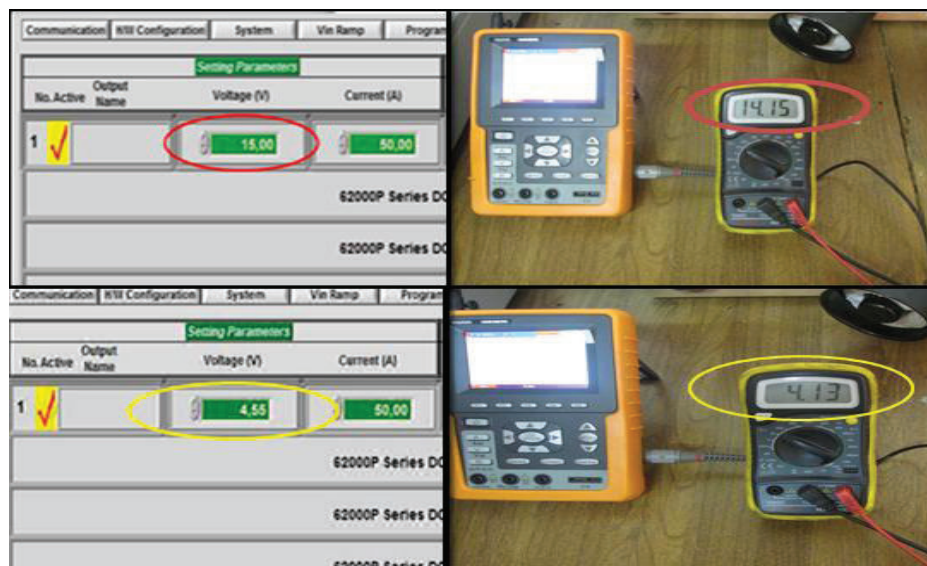


Figura 3.8 Aumento de voltaje en software para compensación de consumo en diodos rectificadores.

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

Para los ensayos tanto en los módulos comerciales como en el módulo propuesto se ha decidido desconectar el módulo de bloqueo central para evitar daños a este elemento, pues este periférico tiene alimentación directa desde la fuente. En la inversión de polaridad, el estatus funcional mínimo será C, después de haber realizado el cambio de fusibles averiados si existiesen.

3.2.5 SOBRETENSIÓN

Este ensayo simula una condición de impulso a 24V durante un tiempo de 60 s \pm 6s. Este ensayo puede simular una falla en el regulador de tensión, haciendo que el voltaje de entrada al dispositivo sea mayor a los límites normales. Para el ensayo de sobretensión, en los módulos de alarma comerciales se colocaron resistencias de valor aproximado de 1k Ω en serie para proteger a leds y se desconectó el módulo de bloqueo central ya que este dispositivo funciona propiamente en sistemas automotrices de 12V. En cambio para los periféricos del módulo propuesto se optó por instalar reguladores de tensión para el módulo de bloqueo central y sirena, con el afán de mantenerlos en funcionamiento durante la sobretensión y demostrar que este módulo es capaz de funcionar a este voltaje. El estatus funcional mínimo al finalizar este ensayo corresponde a D.

3.3 APLICACIÓN DE ENSAYOS A LOS MÓDULOS DE ALARMA

En este apartado se detalla los protocolos realizados a los módulos de alarma (2 comerciales y el de propuesta). En el subcapítulo anterior se expuso los 5 ensayos a aplicar, por lo tanto, el total de pruebas por módulo se indica en la Tabla 3.5.

Tabla 3.5 Número total de pruebas por módulo de alarma.

Ensayo	Pruebas	
Caída momentánea de tensión	1	
Condición de arranque	4	
Reinicio ante la caída de tensión	1	
Inversión de polaridad de corriente	2	
Sobretensión	1	
	Total	9

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

Para las pruebas a todos los módulos de alarma, se debe realizar con los periféricos instalados ya que la única forma de conocer el comportamiento del módulo es mediante la interacción de éste con sus sensores y actuadores; se

reitera que el módulo es un dispositivo de control. Con respecto a la evaluación de los módulos de alarma comerciales, los periféricos de relé de corte al módulo de encendido, luces direccionales, luz de habitáculo, etc., se han representado por leds ya que solo se desea demostrar las señales de salida por parte de los módulos. En cambio, como se describió en el Capítulo 2, los periféricos aplicados para el módulo de alarma propuesto, son más enfocados a la realidad, así por ejemplo, las luces direccionales son representadas precisamente por lámparas incandescentes de 12V de uso automotriz y para representar al motor de combustión interna, a parte del led indicador de señal de corte, también se ha fabricado el circuito efecto memoria para lograr exponer de mejor manera el corte al encendido. En la Figura 3.9 se muestra la maqueta de ensayos para los módulos de alarma comerciales y del módulo propuesto.

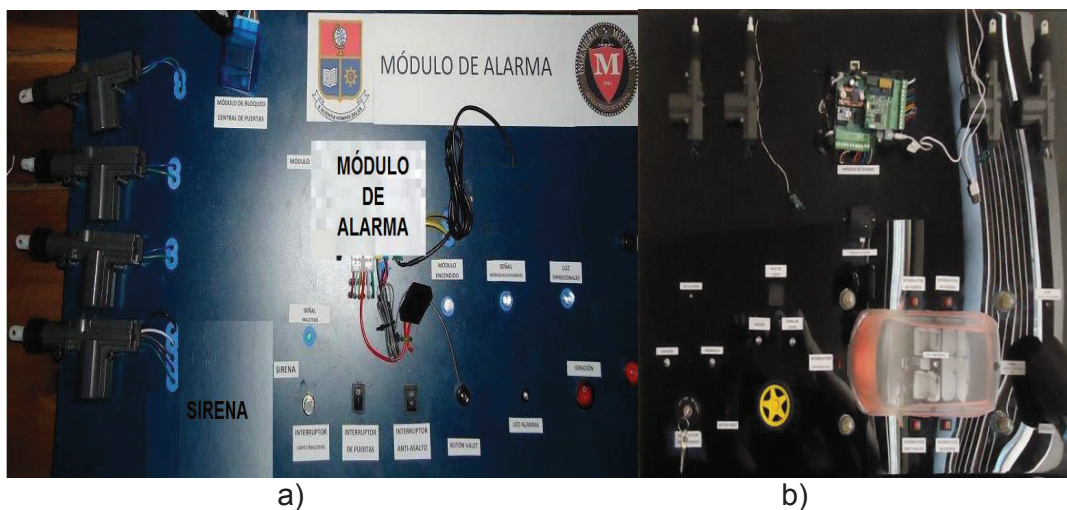


Figura 3.9 Maquetas para ensayos de módulos de alarma. a) comerciales, b) propuesto.

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

Es necesario realizar una verificación del módulo antes y después de ejecutar las pruebas correspondientes a cada ensayo. Una pre prueba garantizará que no exista ninguna avería del módulo previo a la prueba y que pueda interferir con los resultados reales de la evaluación; así mismo una post prueba permitirá verificar que ninguna función del módulo haya sido afectada por la prueba. Como muchas alarmas poseen distintas funciones, se ha decidido elegir 6 de ellas para aplicar la pre prueba, post prueba y una para la prueba. La elección se hace mediante el método ordinal corregido de criterios ponderados.

3.3.1 SELECCIÓN DE LAS FUNCIONES DE ALARMA PARA PRE PRUEBAS, POST PRUEBA Y PRUEBA MEDIANTE EL MÉTODO ORDINAL CORREGIDO DE CRITERIOS PONDERADOS

3.3.1.1 Evaluación de alternativas y criterios

El método ordinal corregido de criterios ponderados consiste en evaluar a un conjunto de alternativas en función de varios criterios. Es recomendable tener 2 o más alternativas de selección para aplicar este método. La evaluación partirá de dos criterios y en la Tabla 3.6 se muestra la relevancia o peso específico de los mismos.

- ✓ Nivel de importancia de la función en la alarma en general.
- ✓ Mayor duración de señal acústica (activación de sirena).

Tabla 3.6 Peso específico criterios de selección.

Criterio	Importancia de funciones	Duración de señal acústica	$\Sigma+1$	Ponderación
Importancia de funciones		1	2	0,666
Duración de señal acústica	0		1	0,333
			3	1

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

Con respecto a las alternativas se han seleccionado aquellas que son comunes en todas las alarmas, incluyendo al módulo de alarma propuesto. Estas funciones se muestran en la Tabla 3.7.

Tabla 3.7 Alternativas de funciones.

Código	Función de la Alarma
A	Armado
B	Desarmado
C	Ubicación de vehículo (luces)
D	Antiasalto
E	Disparo de alarma por puerta
F	Modo Valet
G	Disparo de alarma por sensor de golpe
H	Apertura de baúl
I	Activación de luz habitáculo

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

La evaluación de los pesos específicos de las alternativas se realiza en base a cada uno de los criterios de selección. Aquellos celdas que posean el valor de 1, implica que el nivel de importancia de la función de la fila es superior al de la columna; aquellas celdas que contengan el valor de 0,5 significa entonces, que el nivel de importancia entre las funciones de columna y fila son iguales, y finalmente si la celda expone un valor de cero, el nivel de importancia de la función de la fila es inferior al de la columna. En la Tabla 3.8 se evalúa a las alternativas con respecto al nivel de importancia de las funciones.

Tabla 3.8 Peso específico por nivel de importancia.

Nivel de importancia	A	B	C	D	E	F	G	H	I	$\Sigma+1$	Ponderación
A	1	0,5	1	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	6,5	0,1429
B	0,5	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	6,5	0,1429
C	0	0	1	0	0	0	0	1	0,5	2,5	0,0549
D	0,5	0,5	1	1	0,5	0,5	0,5	1	1	6,5	0,1429
E	0,5	0,5	1	0,5	1	0,5	0,5	1	1	6,5	0,1429
F	0,5	0,5	1	0,5	0,5	1	0,5	1	1	6,5	0,1429
G	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0,5	1	1	1	6,5	0,1429
H	0	0	0	0	0	0	0	1	0,5	1,5	0,0330
I	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	1	2,5	0,0549
										45,5	1

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

En la Tabla 3.9 se evalúa a las alternativas con respecto a la duración de la señal acústica.

Tabla 3.9 Peso específico por duración de señal acústica.

Duración señal acústica	A	B	C	D	E	F	G	H	I	$\Sigma+1$	Ponderación
A		0,5	1	0	0	1	0	0,5	1	5	0,1111
B	0,5		1	0	0	1	0	0,5	1	5	0,1111
C	0	0		0	0	0,5	0	0	0,5	2	0,0444
D	1	1	1		0,5	1	0,5	1	1	8	0,1778
E	1	1	1	0,5		1	0,5	1	1	8	0,1778
F	0	0	0,5	0	0		0	0	0,5	2	0,0444
G	1	1	1	0,5	0,5	1		1	1	8	0,1778
H	0,5	0,5	1	0	0	1	0		1	5	0,1111
I	0	0	0,5	0	0	0,5	0	0		2	0,0444
										45	1

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

Finalmente para poder conocer las 6 funciones que servirán para pre prueba y post prueba, se deberá realizar la suma de los productos de los pesos específicos de las alternativas por el valor específico de cada criterio. En la Tabla 3.10 se muestra los resultados finales, y por ende, las 6 alternativas seleccionadas.

Tabla 3.10 Evaluación final de las alternativas a seleccionar.

	Nivel importancia	Duración señal acústica	Σ	Prioridad
A	0,0951	0,037	0,1321	4=5
B	0,0951	0,037	0,1321	5=4
C	0,0366	0,0148	0,0514	8
D	0,0951	0,0592	0,1543	1=2=3
E	0,0951	0,0592	0,1543	2=1=3
F	0,0951	0,0148	0,1099	6
G	0,0951	0,0592	0,1543	3=2=1
H	0,0220	0,037	0,0590	7
I	0,0366	0,0148	0,0514	9

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

Por lo tanto, las funciones seleccionadas son:

- ✓ Antiasalto.
- ✓ Disparo por puerta.

- ✓ Disparo por sensor de golpe.
- ✓ Armado de la alarma.
- ✓ Desarmado de la alarma.
- ✓ Partiendo de la misma tabla anterior.
- ✓ Modo Valet.

También se elige la función antiasalto por puerta del conductor para realizar la prueba, ya que es una función que se mantiene activada por un tiempo considerable; este aspecto es útil para verificar de forma visual y audible el reseteo o abandono de la función durante la ejecución de los ensayos. Este antiasalto, en la mayoría de las alarmas, tiene 2 etapas; la primera es una señal de advertencia (conformada por una señal de intermitencia de led y sirena) que le informa al conductor que el antiasalto ha iniciado y que deberá presionar el botón valet para abandonar el antiasalto para los módulos de alarma comerciales y mediante el ingreso del código de seguridad en el control a distancia para el caso del módulo propuesto, antes que los módulos envíen el corte al encendido. La siguiente y última etapa conlleva el corte al encendido definitivo; el motor queda bloqueado y el vehículo detenido. La única forma para desactivar este estado será por botón valet o control remoto dependiendo del módulo. Esta última etapa de la función de antiasalto servirá para realizar las pruebas de los ensayos.

En la Figura 3.10 se muestra el diseño de una matriz de resultados, la cual será de gran utilidad durante la realización de los ensayos.

ALARMA #		
ENSAYO #		
Función	Tipo de prueba	
	Pre P.	Post P.
Alarma armada		
Alarma desarmada		
Disparo S. golpe		
Disparo por puertas		
Modo Valet		
Antiasalto		
	Tipo de prueba	
Estatus funcional (Antiasalto)		

Figura 3.10 Matriz de resultados por ensayo.

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

Como se podrá apreciar en primer lugar se realizará un chequeo de todas las funciones (pre prueba), posteriormente se continuará con la prueba en la función de antiasalto para determinar el estatus funcional dependiendo del análisis visual y audible de todo el conjunto de la alarma. Por último se procede a realizar un nuevo chequeo de todas las funciones para conocer si no ha existido desprogramaciones o algún tipo de daño (post prueba).

3.3.2 DETERMINACIÓN DE LOS ESTATUS FUNCIONALES MÍNIMOS PARA LAS PRUEBAS EN LOS MÓDULOS DE ALARMA

Como se indicó, la función antiasalto sirve para poder evaluar el estatus funcional de los módulos de alarma, pues en ese estado, los módulos se encuentran operativos un tiempo considerable.

Ahora bien, antes de iniciar con los ensayos, se debe proceder a realizar la clasificación del estatus funcional para los módulos de alarma. Para este objetivo, simplemente se debe adaptar los posibles escenarios que podría presentarse en la última etapa de la función de antiasalto de los módulos de alarma con los estatus funcionales establecidos en la norma ISO 16750-1.

Como primer paso, se debe detallar el comportamiento de los periféricos durante la última etapa del antiasalto para determinar cuándo un módulo de alarma abandona o resetea la función.

- **Antiasalto en módulo de alarma 1**

- ✓ **Señal de corte al módulo de encendido.-** Esta señal está representada por un led en la maqueta. En la última etapa del antiasalto, este led debe estar apagado lo que significa que no hay envío de corriente hacia el módulo de encendido y por lo tanto el motor de combustión debe estar apagado.
- ✓ **Sirena.-** Durante la última etapa del antiasalto, la sirena emite una secuencia determinada de tonos propia de la función.
- ✓ **Led identificador.-** Durante la última etapa del antiasalto, el led emite luz intermitente, propia de la función.

- ✓ **Seguros de puertas (Motores del bloqueo central de puertas).**- Durante la etapa final del antiasalto, los seguros permanecen cerrados.
- ✓ **Botón Valet.**- Este periférico se lo utiliza al finalizar la prueba, ya que por este medio, es la única forma de salir del modo antiasalto. Si al concluir la prueba la salida de la función se realiza por el botón valet o por control remoto, entonces implica que el módulo ha abandonado la función.

- **Antiasalto en módulo de alarma 2**

- ✓ **Señal de corte al módulo de encendido.**- Esta señal está representada por un led en la maqueta. En la última etapa del antiasalto, este led debe estar encendido lo que significa que no hay envío de corriente hacia un relé de corte el cual evita que llegue corriente hacia el módulo de encendido y por lo tanto el motor de combustión debe estar apagado. Como es notable, este módulo posee una programación distinta al módulo 1.
- ✓ **Sirena.**- Durante la última etapa del antiasalto, la sirena emite una secuencia determinada de tonos propia de la función.
- ✓ **Led identificador.**- Durante la última etapa del antiasalto, el led emite luz intermitente propia de la función.
- ✓ **Seguros de puertas (Motores del bloqueo central de puertas).**- Durante la etapa final del antiasalto, los seguros permanecen cerrados.
- ✓ **Botón Valet.**- Este periférico se lo utiliza al finalizar la prueba, ya que por este medio, es la única forma de salir del modo antiasalto. Si al concluir la prueba la salida de la función no se realiza por el botón valet, entonces implica que el módulo ha abandonado la función.

- **Antiasalto en módulo de alarma propuesto**

- ✓ **Señal de corte al módulo de encendido.**- Esta señal está representada por un circuito efecto memoria con un motor C.D. que representa al motor de combustión interna y un led para indicar la señal de corte. En la última etapa del antiasalto, el motor eléctrico debe apagarse y el led debe estar encendido, ya que la señal del módulo es

enviado a un relé de corte, el cual evita que el motor siga funcionando. Este efecto es similar al módulo 2.

✓ **Sirena.**- Durante la última etapa del antiasalto, la sirena emite una secuencia determinada de tonos propia de la función.

✓ **Led identificador.**- Durante la última etapa del antiasalto, el led emite una secuencia intermitente de 3 luces (rojo, azul y verde).

✓ **Seguros de puertas (Motores del bloqueo central de puertas).**- Durante la etapa final del antiasalto, los seguros permanecen cerrados.

✓ **Botón del control remoto.**- Este periférico se lo utiliza al finalizar la prueba, ya que por este medio, es la única forma de salir del modo antiasalto. Si al concluir la prueba la salida de la función no se realiza por el botón del control remoto, implica que el módulo ha salido de la función.

A continuación se determinan los estatus funcionales para los módulos de alarma, después de realizar la respectiva adaptación de estos comportamientos de los periféricos durante la última etapa del antiasalto, con los criterios de clasificación de los estatus funcionales establecidos en la norma ISO 16750-1, quedando de la siguiente manera:

- **Clase A.**- Durante y después de la prueba, la última etapa de la función antiasalto debe estar activada continua y correctamente.
- **Clase B.**- Durante la prueba puede existir comportamientos inusuales de los periféricos antes mencionados; comportamientos distintos a los que deberían responder durante esta función, podría existir también un apagado temporal del módulo; pero al concluir la prueba, el módulo retorna automáticamente a la última etapa del antiasalto, es decir, todos los periféricos antes mencionados, regresan a sus funcionamientos normales de esta etapa. Este aspecto implica que el microcontrolador, es capaz de mantener esta etapa del antiasalto, sobre todo en pruebas donde existen caídas muy bajas de tensión.
- **Clase C.**- Durante la prueba, puede existir un apagado temporal del módulo o los periféricos tienen comportamientos inusuales a la de la última etapa del antiasalto, pero si uno o más de los periféricos no retornan a su

funcionamiento normal de la función después de terminada la prueba, se concluye que el módulo ha abandonado el antiasalto.

- **Clase D.-** Durante la prueba puede existir un apagado temporal del módulo o comportamientos inusuales de los periféricos, pero al finalizar la prueba si uno o más periféricos no retornan a su funcionamiento normal de la última etapa del antiasalto, se concluye que el módulo ha abandonado el antiasalto. A esto se suma que el módulo sufrió desprogramaciones de alguna de sus funciones y para reestablecerlas, el usuario deberá realizarlo de forma manual mediante la ayuda del manual del fabricante o de programación.
- **Clase E.-** El módulo deja de funcionar o queda averiado permanentemente, durante y después de las pruebas.

Se insiste nuevamente que esta clasificación está basada en el criterio de los autores con la norma, el nivel de exigencia puede variar entre otros evaluadores si así lo desean o dependiendo de los requerimientos que necesiten. Como es necesario conocer las tensiones mínimas de funcionamiento de los módulos de alarma, se aplicó los rangos de valores de tensiones mínimos y máximos para poder otorgar un código a los módulos; en este caso se prioriza solamente los valores mínimos pues de éstos depende el estatus funcional de los ensayos de caída momentánea de tensión, reseteo ante la caída de tensión y condición de arranque. Con el uso del simulador de condiciones eléctricas se logró alimentar a los módulos de alarma con las tensiones mínimas indicadas anteriormente y se verificó cuál de los valores mínimos mantenía en funcionamiento a cada módulo. En la Tabla 3.11 se muestra los códigos de cada alarma obtenidos al finalizar las alimentaciones de tensión.

Tabla 3.11 Códigos correspondientes al valor mínimo de funcionamiento de los módulos de alarma.

TENSIÓN MÍNIMA DE FUNCIONAMIENTO		
Dispositivo	Tensión mínima (V)	Código
Módulo 1	9	C
Módulo 2	8	B
Módulo propuesto	10,5	D

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

Gracias a los estatus funcionales mínimos que exige cada ensayo descrito en la norma 16750-2 y a los códigos correspondientes de cada módulo, finalmente se logra determinar los estatus funcionales mínimos de cada módulo por prueba. En la Tabla 3.12 se muestra un resumen de los tipos de prueba realizar y estatus funcionales mínimos para cada módulo de alarma.

Tabla 3.12 Tipos de prueba y estatus funcionales mínimos para los módulos de alarma.

PRUEBAS Y ESTATUS FUNCIONALES REQUERIDOS PARA MÓDULOS DE ALARMA										
		Caída momentánea de tensión	Condición de Arranque				Reset ante la caída de tensión	Inversión de polaridad		Sobretensión
Módulo 1	Tipo de Prueba	C	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	C	4V±0,2	14V±0,2	24V±0,2
	Estatus funcional mínimo requerido en ISO 16750-2	B	B	C	C	C	C	C	C	D
Módulo 2	Tipo de Prueba	B	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	B	4V±0,2	14V±0,2	24V±0,2
	Estatus funcional mínimo requerido en ISO 16750-2	B	A	B	C	B	C	C	C	D
Módulo Propuesto	Tipo de Prueba	D	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	D	4V±0,2	14V±0,2	24V±0,2
	Estatus funcional mínimo requerido en ISO 16750-2	B	B	C	C	C	C	C	C	D

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

En cada prueba el simulador envía las mismas ondas de tensión hacia los módulos, por lo tanto, en el Anexo 4 se muestran todas las formas de ondas de la norma ISO 16750-2; en el Capítulo 4 se detalla el registro y análisis de los resultados de las pruebas.

3.3.3 PROTOCOLO PARA ENSAYOS A MÓDULOS DE ALARMA

Antes de indicar el protocolo para los ensayos en cada alarma se deja en claro que los ensayos se realizan sin la batería interna para el caso del módulo propuesto, pues se debe conocer las limitaciones del módulo sin este elemento. La batería interna, como se indicó en el diseño, tiene la misión de entrar en funcionamiento cuando no exista la alimentación principal. El protocolo se detalla de la siguiente manera:

1. Se coloca el circuito de la alarma sobre la superficie de ensayo y se instala los cables de alimentación provenientes del simulador.

2. Se procede a encender el hardware y software del simulador. En el programa se elige la sección de la norma ISO 16750-2.
3. Se selecciona el tipo de ensayo a realizar y se inicia con la pre prueba.
4. Posteriormente se aplica la simulación en la segunda etapa del antiasalto.
5. Finalmente se procede a realizar la post prueba.
6. Al concluir un tipo de ensayo, se procede a realizar los restantes, seleccionándolos uno por uno desde el software y se retoma los mismos pasos anteriores de evaluación. Para los ensayos de inversión de polaridad y sobretensión, se elige la opción “Basic Panel” para colocar los valores de voltaje de inversión y sobretensión.
7. La información total de los ensayos, se almacena para su posterior análisis
8. Al finalizar los ensayos en una marca de módulo de alarma, se procede a retirarla desconectando los cables de alimentación provenientes del simulador y se coloca el siguiente circuito de alarma en la misma superficie y aplicando todo el protocolo descrito.

Es necesario comprender que el simulador tiene la misión de generar las distintas ondas de tensión, más no de indicar el instante de la falla del módulo o cualquier otro dispositivo electrónico durante las pruebas. Esto tiene lógica, ya que la evaluación se realiza de forma visible o audible de la función como pide la norma, mediante el análisis de los estatus funcionales, además, por el gran número de dispositivos electrónicos automotrices, es casi imposible que un equipo pueda identificar la falla para todos los dispositivos; pero si se desea esta opción, lo ideal sería tener equipos de diagnóstico exclusivos para cada dispositivo, pero obviamente conllevaría a obtener varios de éstos, haciéndolos algunos innecesarios.

3.3.4 MEDIDAS DE SEGURIDAD

Es indispensable la seguridad tanto para el equipo simulador, módulos y operarios, pues al trabajar con equipos electrónicos, los problemas generados por fenómenos eléctricos pueden ocurrir en cualquier instante si no se toma las medidas provisionales adecuadas. Es ideal, por lo tanto, que los empalmes de las conexiones de los módulos hacia sus periféricos sean fuertes, y si es posible,

reforzarlos con suelda de estaño. Con respecto al simulador, ya se hizo una aclaración anterior, de utilizar diodos de protección a los terminales positivos y negativos del equipo.

La seguridad enfocada al lugar del ensayo, debe estar libre de material inflamable en lo mayor posible, sin embargo es recomendable tener un extintor al alcance de los operarios, en la Figura 3.11 se muestra este equipo de seguridad.



Figura 3.11 Extintor contra incendios.
Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

CAPÍTULO 4.

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y COSTOS

4.1 REGISTRO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE ENSAYOS

En esta sección se detalla los resultados obtenidos en las pruebas aplicadas a los módulos partiendo de la comparación de los estatus funcionales. Las matrices de registros de resultados de cada módulo, se encuentran en el Anexo 5. En la Tabla 4.1 se muestra una comparación general final de los estatus funcionales entre cada uno de los módulos correspondientes a cada ensayo.

Tabla 4.1 Tipos de prueba y estatus funcionales para los módulos de alarma.

RESULTADOS DE LOS ESTATUS FUNCIONALES DE LOS MÓDULOS DE ALARMA										
	Código de Voltaje mínimo de funcionamiento	Caída momentánea de tensión	Condición de Arranque				Reset ante la caída de tensión	Inversión de polaridad		Sobretensión
			Prueba	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3		Nivel 4	Prueba	
Estatus funcional mínimo requerido en ISO 16750-2		B,B,B	B,A,B	C,B,C	C,C,C	C,B,C	C,C,C	C,C,C	C,C,C	D,D,D
Módulo 1	C	C	A	C	C	C	C	C	C	A
Módulo 2	B	A	A	A	B	A	B	B	E	E
Módulo propuesto	D	B	A	B	B	B	B	B	E	A

Fuente: Lema J., Pancha J., (2016)

Es notable apreciar en un principio, que el módulo propuesto posee un código de voltaje mínimo de funcionamiento D, es decir, que se ha logrado que el dispositivo trabaje desde un valor de tensión de 10,5V sin la batería interna, esto se debe a que el regulador principal, disminuye notablemente las tensiones de entrada antes de pasar por los reguladores LM7805 y LM7812, que al final, también representan consumidores de tensión y cuyo voltaje neto no es suficiente para mantener el correcto funcionamiento al receptor de control a distancia, por ejemplo. En las alarmas comerciales no se tienen estos elementos ya que solamente su función es el de trabajar con tensiones de 12V, valor de voltaje de sistemas automotrices livianos. Con el regulador, se desea que la alimentación de tensión sea de valores mayores a 12V. Si bien se tiene un buen resultado frente a sobretensiones, el voltaje mínimo de funcionamiento es mayor pero eso no

significa que el funcionamiento del módulo sea deficiente, ya que según la norma, los sistemas o componentes electrónicos automotrices de 12V, pueden estar dentro de los cuatro códigos de funcionamiento de tensión mínima. Finalmente, en base a la tabla comparativa anterior se puede concluir el siguiente análisis:

- El módulo de alarma propuesto como el módulo de alarma comercial 2, tienen buena respuesta frente a permanecer o reiniciar a la última etapa del antiasalto después de las pruebas de los ensayos de caída momentánea de tensión, reseteo ante la caída de tensión y condiciones de arranque; pues sus estatus mínimos son los que se establecieron, llegando algunos a ser superiores. Una orden de programación en la memoria EEPROM, de mantener siempre el último estado del módulo cuando exista una ausencia de alimentación, es lo que permite que el módulo se mantenga en el estado de antiasalto o de cualquier otra función. No se puede decir lo mismo con el módulo de alarma 1, ya que en esos ensayos, la mayoría de pruebas abandonan la función a pesar que su estatus funcional corresponde al mínimo establecido, a excepción del estatus funcional del ensayo de caída momentánea de tensión que está por debajo de lo requerido.
- Con respecto a la sobretensión, el módulo de alarma propuesto como el módulo de alarma comercial 1, tienen buena respuesta frente a este ensayo, es más, para la pre prueba, prueba y post prueba del módulo de alarma propuesto, se los realizó con una alimentación de 24V, esto quiere decir, que prácticamente la sobretensión para el módulo propuesto duró más de un minuto, que es lo que establece la norma, logrando demostrar que este dispositivo puede trabajar con este valor de tensión. El módulo de alarma comercial 2, no pudo soportar esta tensión durante la prueba.
- Sin embargo en el ensayo de inversión de polaridad, el módulo propuesto junto con el módulo comercial 2, no pudieron soportar el estrés eléctrico de inversión a 14V, pero si resistieron la inversión a 4V regresando a la función de antiasalto terminada la prueba. El módulo 1 resistió a las inversiones de 4V y 14V, pero nunca retornó a la función de antiasalto terminada la prueba. El elemento que se averió producto de la inversión a

14V en el módulo propuesto fue el PIC del receptor del control a distancia y que posteriormente también hizo afectar al cargador de la batería interna. En la Figura 4.1 se muestran estos dos dispositivos averiados.

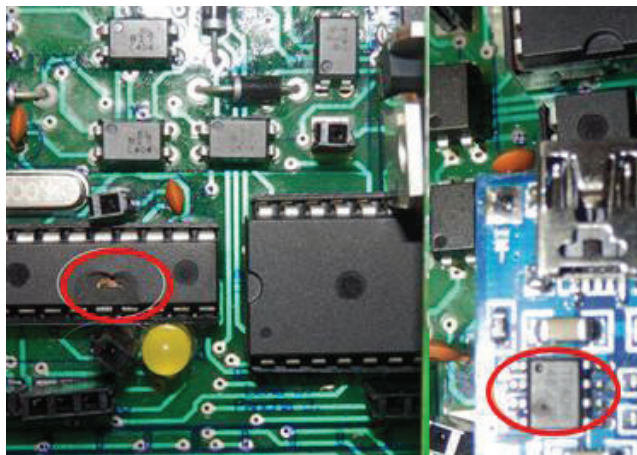


Figura 4.1 PIC del receptor de control a distancia y cargador de batería, averiados por inversión de corriente a 14V.

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

4.2 ANÁLISIS DE COSTOS

Los costos se analizarán en 3 partes, la primera corresponde a los costos involucrados solamente en el diseño y construcción del módulo propuesto (costos directos e indirectos), otra parte consiste en los periféricos y accesorios necesarios para demostrar el funcionamiento del módulo y la última parte es con respecto a los costos generados por los ensayos. El costo total del proyecto será la sumatoria de todos los costos mencionados.

4.2.1 ANÁLISIS DE COSTOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO DE ALARMA

Para este análisis se consideran todos los costos directos e indirectos que se hayan invertido para la fabricación final del módulo de alarma.

4.2.1.1 Costos directos

Los costos directos son aquellos que intervienen directamente en la construcción del dispositivo, es decir, aquellos elementos que conforman el módulo de alarma.

En la Tabla 4.2 se especifica todos los elementos utilizados en la construcción del módulo a excepción de la mano de obra directa por parte de los autores.

Tabla 4.2 Costos para la fabricación del módulo de alarma y control a distancia.

COSTOS PARA PLACA DE MÓDULO Y CONTROL A DISTANCIA					
Elemento	Especificación	Código	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Regulador de voltaje variable	1,23V-37V	LM2596	1	9	9
Regulador de voltaje	12V	LM7812	1	0,63	0,63
Regulador de voltaje	5V	LM7805	1	0,63	0,63
AVR	-	ATmega644	1	8,23	8,23
Regulador lineal de baja salida	3,3V	LM1117-3	1	1,47	1,47
Diodo rectificador	2,5A	-	5	0,11	0,55
Fusible	2A	-	1	0,19	0,19
Condensador electrolítico	470uF/35V	-	1	0,39	0,39
Condensador cerámico	27pF/50V	-	4	0,16	0,64
Oscilador de cristal	4MHZ	-	1	0,77	0,77
Oscilador de cristal	20MHZ	-	1	0,77	0,77
Resistencia	4,7K-SMD	-	22	0,05	1,1
Resistencia	1K-SMD	-	4	0,05	0,2
Resistencia	220Ω-SMD	-	6	0,05	0,3
Resistencia	10K-SMD	-	1	0,05	0,05
Resistencia	330Ω	-	1	0,05	0,05
Optoacoplador	-	PC817	8	0,49	3,92
Transistor darlington epitaxial	-	TIP122	7	0,71	4,97
LED RGB	-	-	1	1,41	1,41
Zócalo	40 pines	-	1	0,28	0,28
Zócalo	18 pines	-	1	0,17	0,17
Portafusible	-	-	1	0,63	0,63
PIC	-	16F628A	2	4,55	9,1
Jack audio	-	-	2	0,42	0,84
Parlantes	5V	-	2	18	36
Bornera	-	-	2	2,82	5,64
Cargador de batería	-	TP4056	1	11,2	11,2
Pila de Litio	3,7V/500mA	-	1	13,44	13,44
Regleta hembra doble	-	-	1	1,05	1,05
Relés 8P	5V	-	3	2,02	6,06
Relés 8P	12V	-	1	3,92	3,92
LED	5mm	-	1	0,11	0,11
Transistores	NPN	2N3904	2	0,11	0,22
Regleta macho en L	-	-	1	1,05	1,05
Módulo MP3	-	WT9501M03	1	46,88	46,88
Memoria SD	2Gb	-	1	28,22	28,22
Bornera 2P	-	-	1	0,39	0,39
Disipadores de calor	-	-	2	0,5	1
Diodo rectificador	1A	1N4007	1	0,08	0,08
Pila	-	CR1220	1	1,41	1,41
Caja de Plástico	-	-	1	7,06	7,06
PCB módulo/receptor RF	-	-	1	75	75
Módulo TX - RX	433 MHz	RB-ite-108	1	8,4	8,4
Pulsadores	SMD	-	4	1,26	5,04
LED	3mm	-	2	0,1	0,2
Transistor	-	2SD1328	1	0,3	0,3
Transistor	-	2N3904-SMD	1	0,24	0,24
Diodo zener	-	1N4742A	4	0,08	0,32
Carcasa Control RF	-	-	1	4,66	4,66
PCB Control RF	-	-	1	10	10
TOTAL					314,18

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

4.3.1.2 Costos indirectos

Los costos indirectos son aquellos que están involucrados en forma indirecta con el dispositivo, que aunque no sean parte del conformado del módulo, fueron necesarios para su construcción. En esta ocasión no se toma en cuenta los viáticos, transporte y costos del consumo de electricidad necesarios para la construcción del módulo.

Lo interesante es que se ha decidido considerar al costo de una placa borrador como el costo indirecto, pues en este elemento se realizaron cambios de programación y hardware para diseñar la placa final. En la Tabla 4.3 se detalla los costos indirectos.

Tabla 4.3 Costos para la fabricación de la placa borrador.

COSTOS PARA PLACA BORRADOR DE MÓDULO					
Elemento	Especificación	Código	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Regulador de voltaje variable	1,23V-37V	LM2596	2	9	18
Regulador de voltaje	12V	LM7812	1	0,63	0,63
Regulador de voltaje	5V	LM7805	1	0,63	0,63
AVR	-	ATmega644	1	8,23	8,23
Regulador lineal de baja salida	3,3V	LM1117-3	1	1,47	1,47
Diodo rectificador	2,5A	-	5	0,11	0,55
Fusible	2A	-	1	0,19	0,19
Condensador electrolítico	470uF/35V	-	1	0,39	0,39
Condensador cerámico	27pF/50V	-	4	0,16	0,64
Oscilador de cristal	4MHZ	-	1	0,77	0,77
Oscilador de cristal	20MHZ	-	1	0,77	0,77
Resistencia	4,7K-SMD	-	22	0,05	1,1
Resistencia	1K-SMD	-	4	0,05	0,2
Resistencia	220Ω-SMD	-	6	0,05	0,3
Resistencia	10K-SMD	-	1	0,05	0,05
Optoacoplador	-	PC817	8	0,49	3,92
Transistor darlington epitaxial	-	TIP122	7	0,71	4,97
LED RGB	-	-	1	1,41	1,41
Zócalo	40 pines	-	1	0,28	0,28
Zócalo	18 pines	-	1	0,17	0,17
Portafusible	-	-	1	0,63	0,63
PIC	-	16F628A	2	4,55	9,1
Regleta hembra doble	-	-	1	1,05	1,05
Relés 8P	5V	-	3	2,02	6,06
Relés 8P	12V	-	1	3,92	3,92
LED	5mm	-	1	0,11	0,11
Transistores	NPN	2N3904	2	0,11	0,22
Regleta macho en L	-	-	1	1,05	1,05
Bornera 2P	-	-	1	0,39	0,39
Disipadores de calor	-	-	2	0,5	1
Baquelita	-	-	1	5	5
Ácido férrico	1 funda pequeña	-	1	0,3	0,3
Suelda estaño	1 metro	-	1	0,2	0,2
Diodo rectificador	1A	1N4007	1	0,08	0,08
Cable de micrófono	2 metros	-	5	3,07	15,35
TOTAL					89,13

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

El costo del módulo de alarma es la suma de los costos directos e indirectos, cuya suma da un total de USD 403,31.

4.3.1.3 Costos de periféricos y accesorios

Para verificar el funcionamiento correcto del módulo, es necesaria la instalación de sensores y actuadores. Aquí también se considera el costo de una base de acrílico que soportará al módulo y los periféricos. En la Tabla 4.4 se detalla los valores correspondientes a estos costos.

Tabla 4.4 Costos para la periféricos y accesorios.

Detalle/Elemento	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Base de acrílico	1	200	200
Cable flexible AWG 14 (metros)	16	0,89	14,24
Lámpara un filamento 12V automotriz	4	0,89	3,56
Boquillas para lamp. 12V	4	0,89	3,56
Relés 12V	5	4,46	22,3
Sockets relé	5	0,89	4,45
Jacks hembra	2	0,63	1,26
Jacks macho	2	0,63	1,26
Interruptor de encendido	1	8,04	8,04
Potenciómetros 5K	7	0,45	3,15
Resistencia ceramica 30Ω 5W	1	0,4	0,4
Fuente 12V 40A	1	20	20
Interruptores dos posiciones	5	0,15	0,75
Bloqueo central de puertas	1	25	25
Motor 6V	1	2,5	2,5
LEDS 10mm	6	0,45	2,7
Reguladores LM338K	2	1	2
LED 5mm	1	0,11	0,11
Diodos rectificadores 1N4007	2	0,11	0,22
Conectores hembra y macho	10	0,1	1
Pernos, tuercas y rodela 1 1/2 plg.	42	0,04	1,68
SNIFFER	1	25	25
Conectores redondos	30	0,5	15
Conectores cuadrados	12	0,5	6
terminales interruptor de encendido	4	0,63	2,52
Cinta Aislante	1	0,45	0,45
TOTAL			367,15

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

4.3.1.4 Costos de ensayos

Estos costos no se relacionan con la fabricación del módulo ni con sus periféricos, pero si con la sección de ensayos, cuyo elemento más representativo es el simulador de condiciones eléctricas. En la Tabla 4.5 se detalla los costos de ensayos.

Tabla 4.5 Costos de ensayos.

Descripción	Detalle/Elemento	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Ensayos	Alquiler del equipo simulador/día	7	175	1225
	Alarma 1	2	70	140
	Alarma 2	3	65	195
	Bloqueo central	1	25	25
Circuito Inversor	Sockets relés	2	0,89	1,78
	Relés 12V	2	4,46	8,92
	Interruptor 12V	1	1	1
	Diodos rectificadores P600A	2	0,45	0,9
	Cable flexible AWG 14 (metros)	1	0,89	0,89
TOTAL				1598,49

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

4.3.1.5 Costo total del proyecto

El costo total será la sumatoria de los 4 costos mencionados anteriormente, por lo tanto, en la Tabla 4.6 se muestra el costo final del proyecto.

Tabla 4.6 Costo total del proyecto.

COSTO	VALOR
Directo	314,18
Indirecto	89,13
Periféricos y accesorios	367,15
Ensayos	1598,49
TOTAL	USD 2368,95

Fuente: Lema J. Pancha J., (2016)

4.3.1.6 Costo de módulo propuesto de alarma para venta al público

El costo directo del módulo, corresponde a un valor de USD 314,18. Si bien se sabe que este módulo es una versión full, es decir, que posee módulo MP3, memoria SD, parlantes, batería interna, relés de conmutación de batería y

resistencias complementarias, se podría realizar una venta del mismo sin estos elementos, haciéndolo más barato. Por lo tanto, si se elimina estos elementos, entonces el precio final se reduciría aproximadamente a USD 208, valor todavía elevado frente a otros módulos de alarma comerciales, sin embargo, se debe saber que este valor puede reducirse si se realiza una fabricación en serie. Además se debería realizar un nuevo diseño de PCB, donde obviamente, disminuirá sus dimensiones y podría disminuir otros elementos como resistencias y transistores.

CAPÍTULO 5.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES GENERALES

- Como punto principal se parte que en base a los ensayos realizados al módulo de alarma propuesto, se determina, que posee limitaciones de inversión de corriente a 14V, sin embargo, los módulos comerciales que fueron evaluados poseen por lo menos una limitación. El módulo 1 no posee la capacidad de retención de la función en caídas momentáneas de tensión, y el módulo 2 no posee buena resistencia a sobretensión y a la misma inversión de 14V. Por lo que se concluye que el módulo propuesto tiene una buena calificación general.
- Realizando un análisis sobre la falla de inversión a 14V en el módulo propuesto, se determina que aparentemente la no resistencia a la inversión se debe a una falta de tiempo de pausa para la descarga de energía eléctrica de los elementos electrónicos de la placa del módulo, pues la conmutación a la polarización inversa se realiza de manera inmediata durante el antiasalto mediante el circuito inversor, sin embargo, tampoco se descarta un problema natural del diseño por la implementación de varios elementos electrónicos como el cargador de batería, módulo MP3, etc.
- La implementación de reguladores de tensión, permiten proteger a todos elementos internos de la placa del módulo de alarma de sobretensiones y gracias a las instrucciones en la memoria EEPROM, de mantener siempre el último estado que se encuentra el módulo, garantiza los reinicios de las funciones frente a caídas muy bajas de tensión.
- Con este proyecto se demostró, que con elementos electrónicos asequibles en cualquier centro de venta de componentes electrónicos, se puede fabricar un módulo de alarma. Gracias a la gran variedad de estos elementos, pueden existir varias posibilidades de diseño y de mejoramiento del mismo. No se discute la posibilidad de generar otros tipos de módulos, pero en este proyecto, se realizó el diseño mediante los conocimientos de electrónica adquiridos en ingeniería y maestría automotriz.

- La implementación del reproductor MP3 y batería interna son aspectos de confort, por lo tanto, la implementación de estos accesorios tienen su pro y su contra en el diseño del módulo; aumenta el confort para el usuario con respecto a mejorar la interpretación del estado de la alarma, pero aumenta el voltaje mínimo de funcionamiento a 10,5V y las dimensiones físicas del diseño de la placa, haciéndolo susceptible posiblemente a cierto estrés eléctrico, como el caso de la inversión a 14V, además de la existencia de una demora por la conmutación a la batería interna cuando exista una ausencia de tensión desde la fuente principal. Es decir, que mientras se mejora en unos aspectos (confort), se afectan en otras áreas del circuito, sin embargo, el módulo de alarma ha mostrado buenos resultados frente a los otros ensayos, haciéndole de cierta forma competitivo en relación a los módulos comerciales existentes.
- Gracias a las salidas de la placa para SNIFFER y PROGRAMACIÓN, un técnico capacitado puede ingresar al elemento de control para que pueda verificar daños o desprogramaciones del sistema. Se puede comparar de forma análoga el SNIFFER con el sistema OBD-II de un vehículo a inyección electrónica.

5.2 RECOMENDACIONES GENERALES

- Para futuros proyectos, se recomienda incluir otros tipos de sensores que aumenten las variables de seguridad en el vehículo como por ejemplo sensores de movimiento y lectores de huellas digitales.
- Para tener una hipótesis más exacta sobre el problema en el ensayo de inversión, se recomienda realizar un estudio electrónico más profundo del módulo con el afán de buscar posibles soluciones y mejorar el diseño.
- Así como se sugiere implementar un mayor número de sensores, también se recomienda implementar avisos del estado de la alarma mediante mensajes vía celular y localización del vehículo mediante ubicación GPS.
- Después de haber puesto en funcionamiento y haber evaluado el diseño del módulo propuesto, supuestamente se pudiera aplicar este módulo de alarma para vehículos cuyo sistema eléctrico es de 24V, por ejemplo en buses o camiones, ya que se ha demostrado que este dispositivo puede

trabajar con normalidad a ese rango de tensión, gracias al conjunto de reguladores que posee. Pero para tener una mejor garantía funcional del dispositivo en este tipo de vehículos, se recomienda realizar los ensayos de la norma ISO 16750-2 para sistemas o dispositivos de 24V, si el módulo tiene buena respuesta frente a estos ensayos, se debería realizar pequeños ajustes como adaptar interruptores adecuados para las puertas de estos vehículos, la sirena al trabajar con 12V, se recomendaría realizar un cálculo de la Ley de Ohm para aplicar una resistencia en serie de forma que se genere un divisor de tensión y la sirena pueda recibir 12V. (El cálculo debe constar con el aumento de tensión producido por el alternador, este valor es aproximadamente 28V). La misma situación se debería realizar con el módulo de bloqueo central o se podría adaptar sistemas neumáticos – eléctricos controlados por relés, para el cierre automático de puertas para el caso de buses, en fin, se debería analizar los periféricos para realizar adaptaciones al sistema, pero se garantizaría que el módulo puede trabajar sin ninguna dificultad para esos valores de tensión.

- Si existe la posibilidad económica y de tiempo de adquirir o alquilar un equipo simulador de condiciones eléctricas, se recomienda entonces, aplicar ensayos propios u otros ensayos que se encuentren detallados en la norma ISO 16750-2 para corroborar de mejor manera los resultados obtenidos en las evaluaciones, y gracias a ello se podrán sobredimensionar aún más las tolerancias de funcionamiento del módulo para poder adaptar a cualquier tipo de vehículo.
- También se recomienda crear un protocolo de evaluación solamente para módulos de alarma, así mismo se podría optar por la construcción de simuladores solamente para módulos, de tal forma, que la evaluación sea más profunda.
- Para futuros proyectos, se recomienda utilizar el voltaje de la batería para enviar mensajes vía celular acerca del estado del vehículo y aviso de la desconexión o falta de tensión en la batería principal del vehículo, como último recurso de seguridad.

- Se recomienda utilizar relés más rápidos, con el objetivo de realizar la conmutación más rápida de los circuitos y evitar el desgaste de los terminales móviles.
- Con respecto a las dimensiones de la placa, se puede disminuir su superficie si se aplica, a más de las resistencias, otros componentes SMD, recalcando que influiría en un aumento de los costos de fabricación..
- Con respecto al último punto de las conclusiones, se recomienda colocar una clave de seguridad que permita encriptar la programación, haciendo que solamente puedan ingresar los técnicos capacitados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antoni Joan, Barrera Oscar (2011). *Sistemas eléctricos, de seguridad y confortabilidad*, España, Editorial Paraninfo
- Alonso J.M. (2003). *Complementos electrónicos para su automóvil*, España, Editorial Paraninfo
- Alonso J.M. (2007). *Técnicas del automóvil equipo eléctrico*, España, Editorial Paraninfo
- Audi AG (2008). *Audi TT Coupé Diseño y funcionamiento*, Alemania
- Bosch (2014). *Manual de baterías Bosch*
- Boylestad R. y Nashelsky L. (2009). *Electrónica: Teoría de circuitos y dispositivos electrónicos*, México, Editorial Pearson
- Daniels Jeff. (2010). *Tecnología del auto moderno*, España, Editorial CEAC
- Gómez Tomas, Navarro José, Águeda Eduardo y García José (2010). *Automoción estructuras del vehículo*, España, Editorial Paraninfo
- Grupo Fiat – Evolucionaria (2010), *Acumuladores, recarga y arranque*
- Hayt W., Kemmerly J. y Durbin S. (2012). *Engineering circuit analysis*, Estados Unidos, Editorial McGraw Hill
- Norma ISO 16750-1 (2006). *Parte 1: General*
- Norma ISO 16750-2. (2006). *Parte 2: Electric loads*
- Luna F. (2011), *Visual Basic, guía definitiva del programador*, Argentina, Editorial Fox Andina
- Orovio Manuel. (2010). *Tecnología del Automóvil*, España, Editorial Paraninfo
- Ruiz T., Arbelaitz O., Etxeberria I. e Ibarra A. (2004). *Análisis básico de circuitos eléctricos y electrónicos*, España, Editorial Pearson

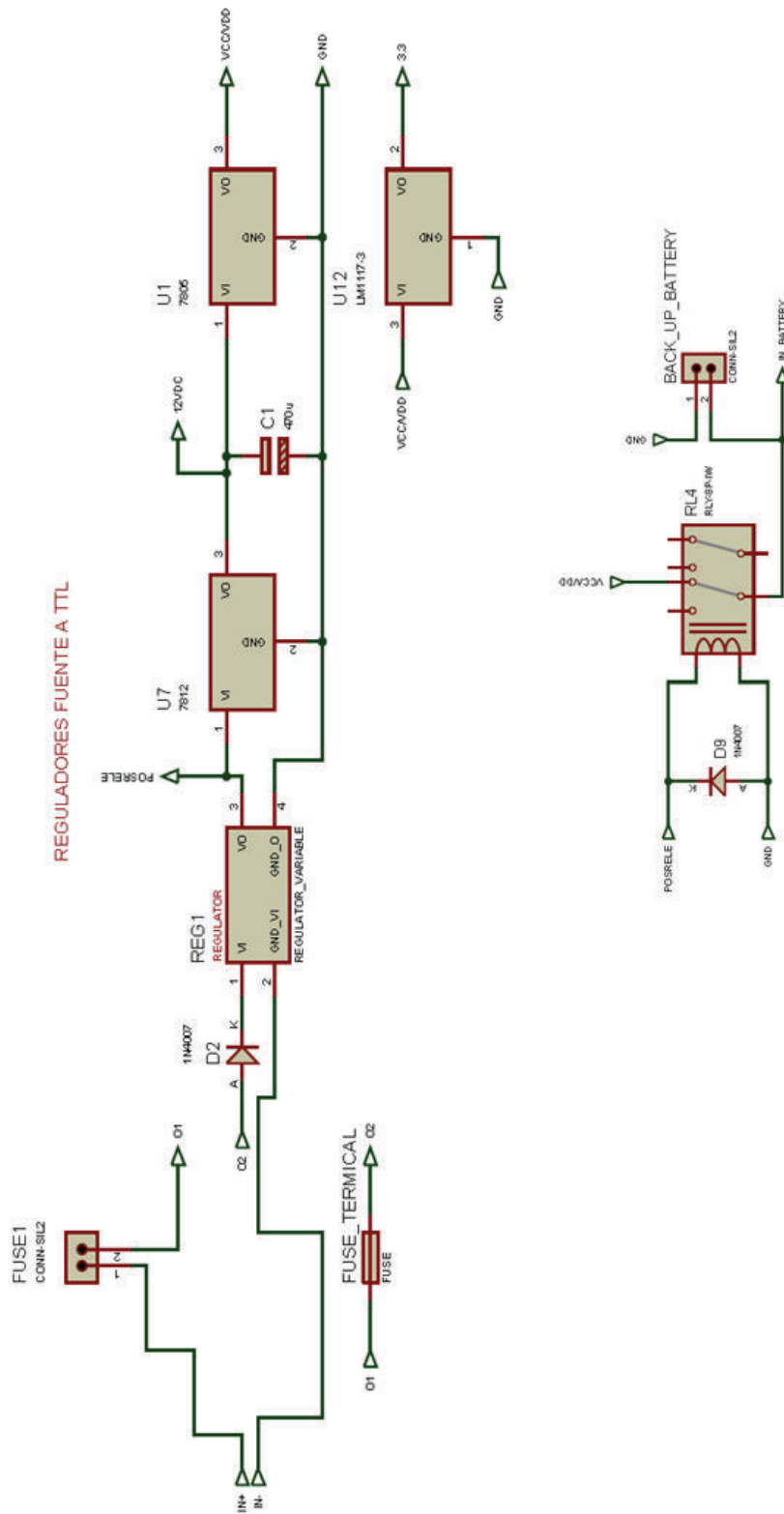
ANEXOS

ANEXO 1

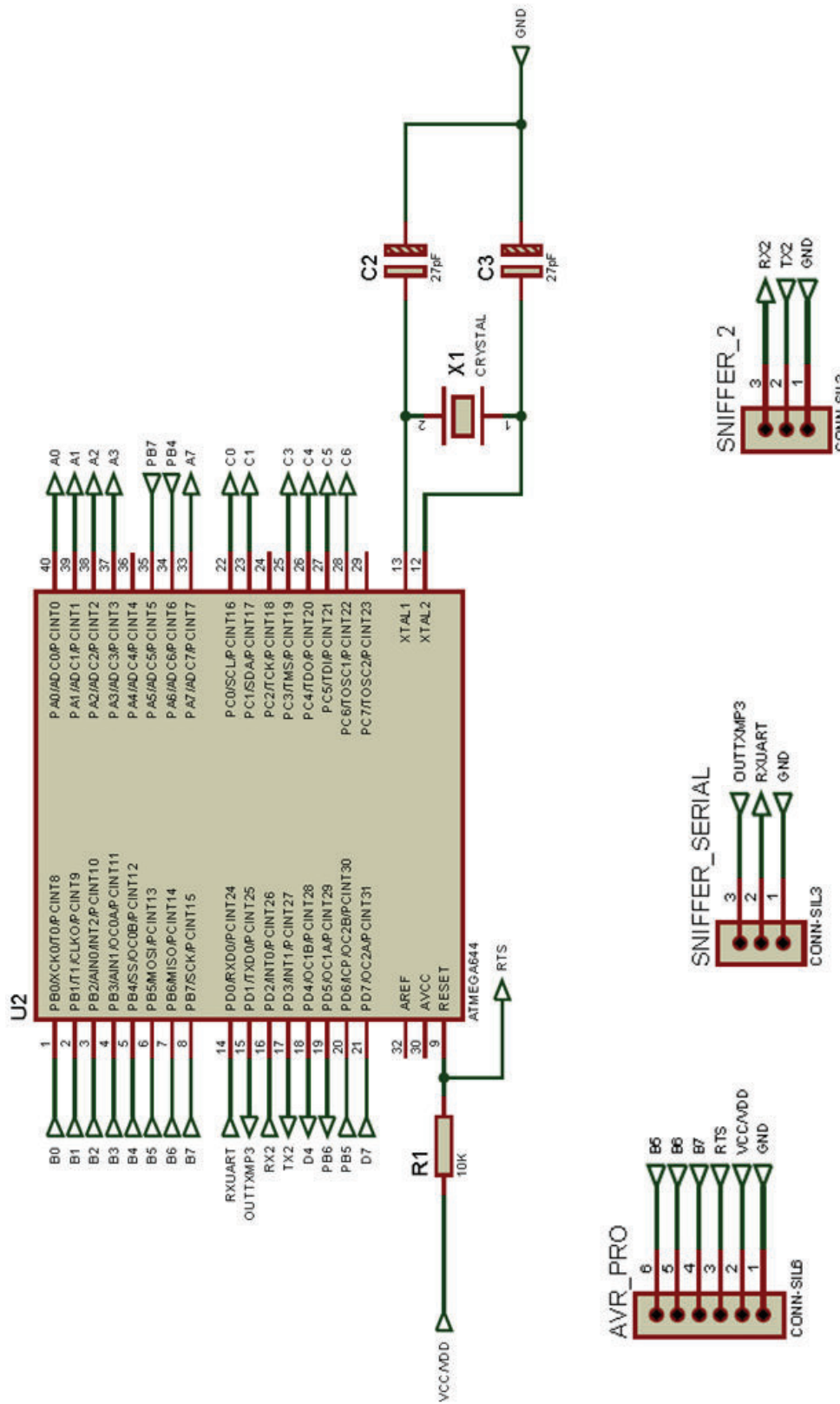
DIAGRAMA GENERAL Y RUTEO DEL CIRCUITO DEL MÓDULO DE ALARMA

DIAGRAMA ELECTRÓNICO MÓDULO DE ALARMA

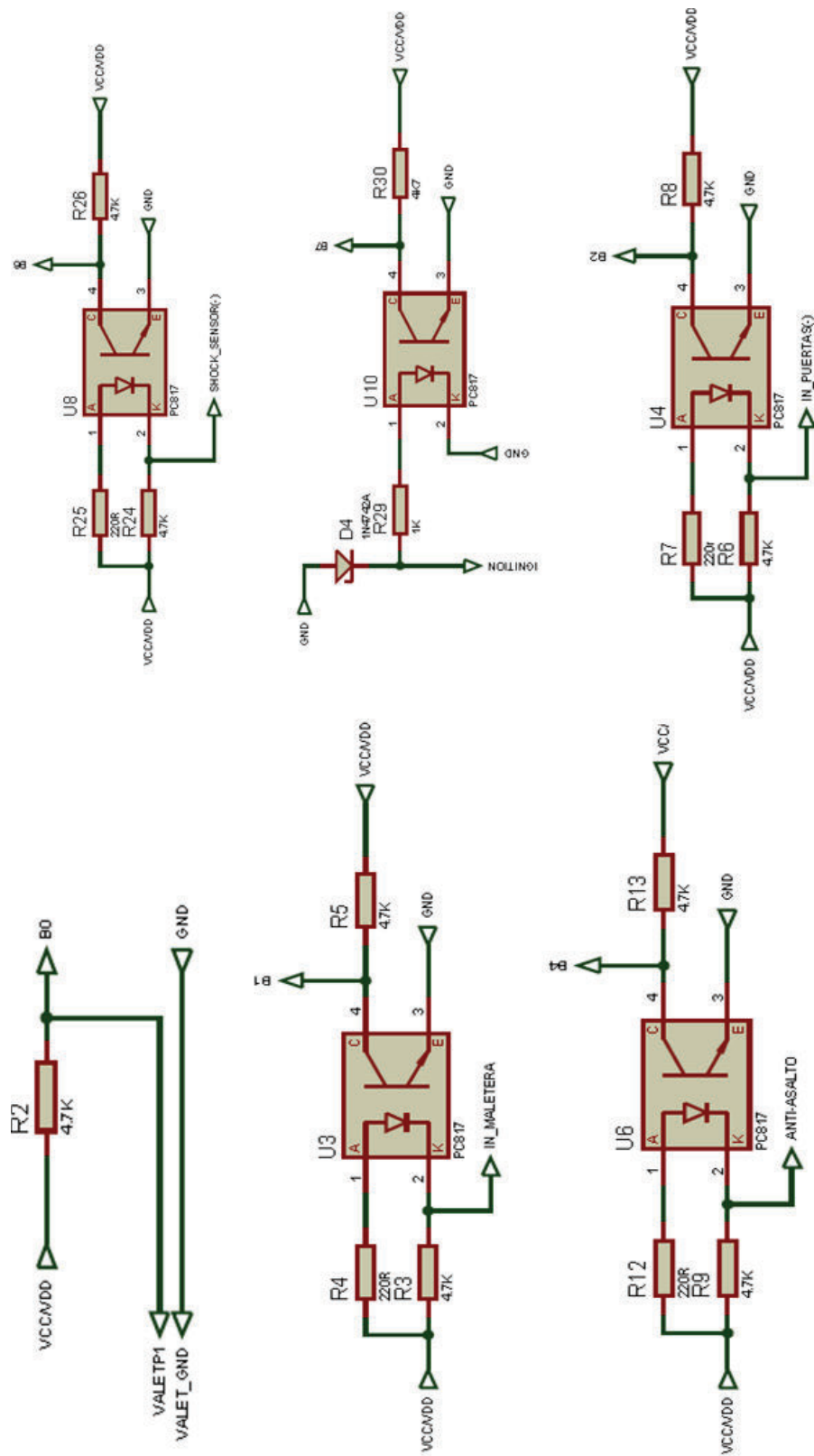
Etapa de Alimentación

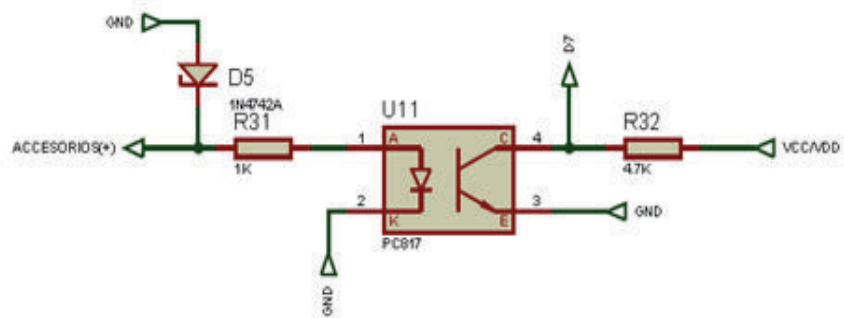
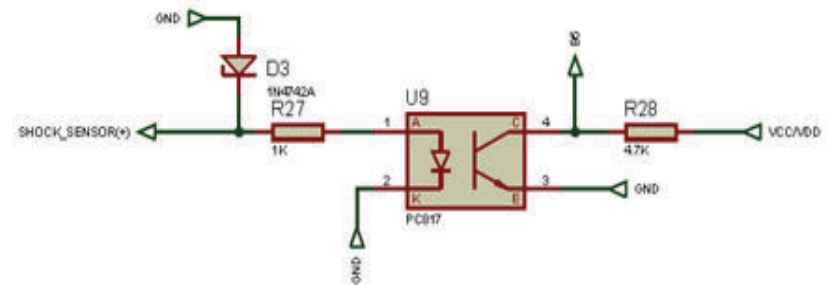
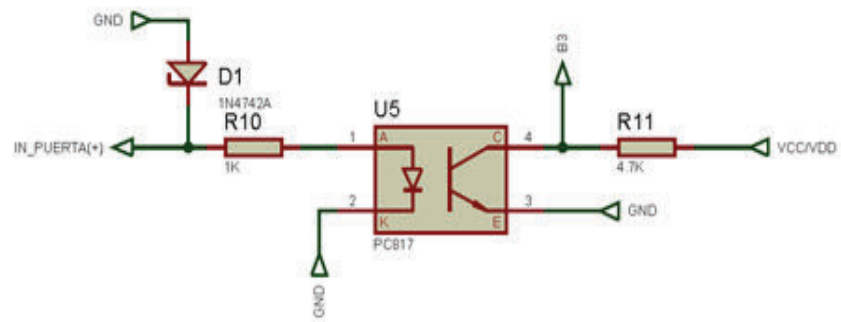


Unidad de control

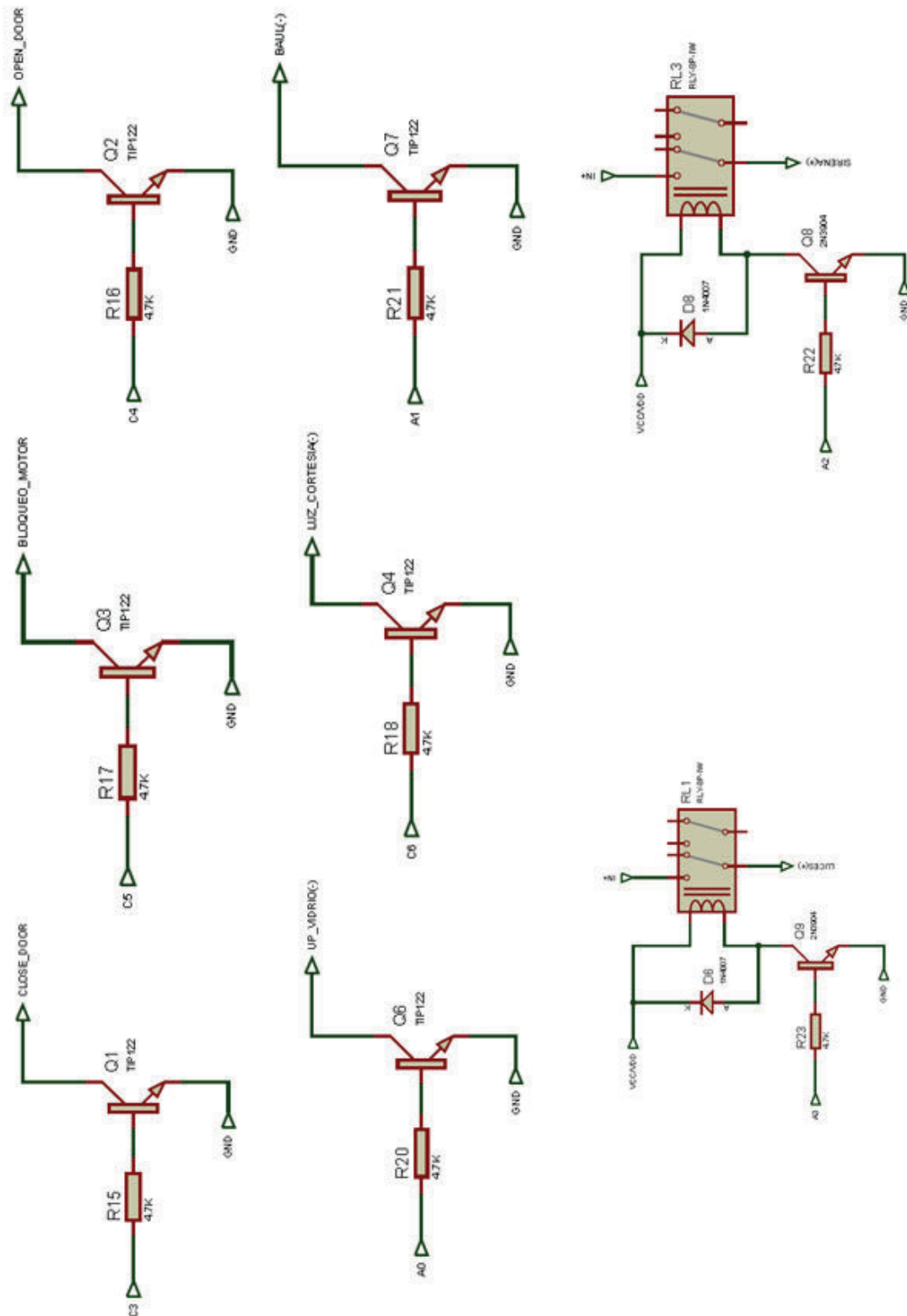


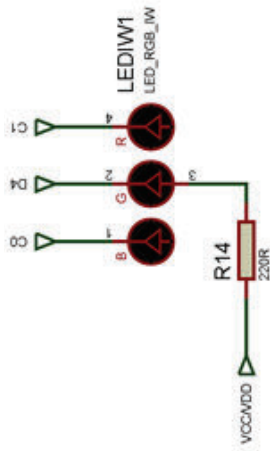
Circuitos receptores de señales desde sensores



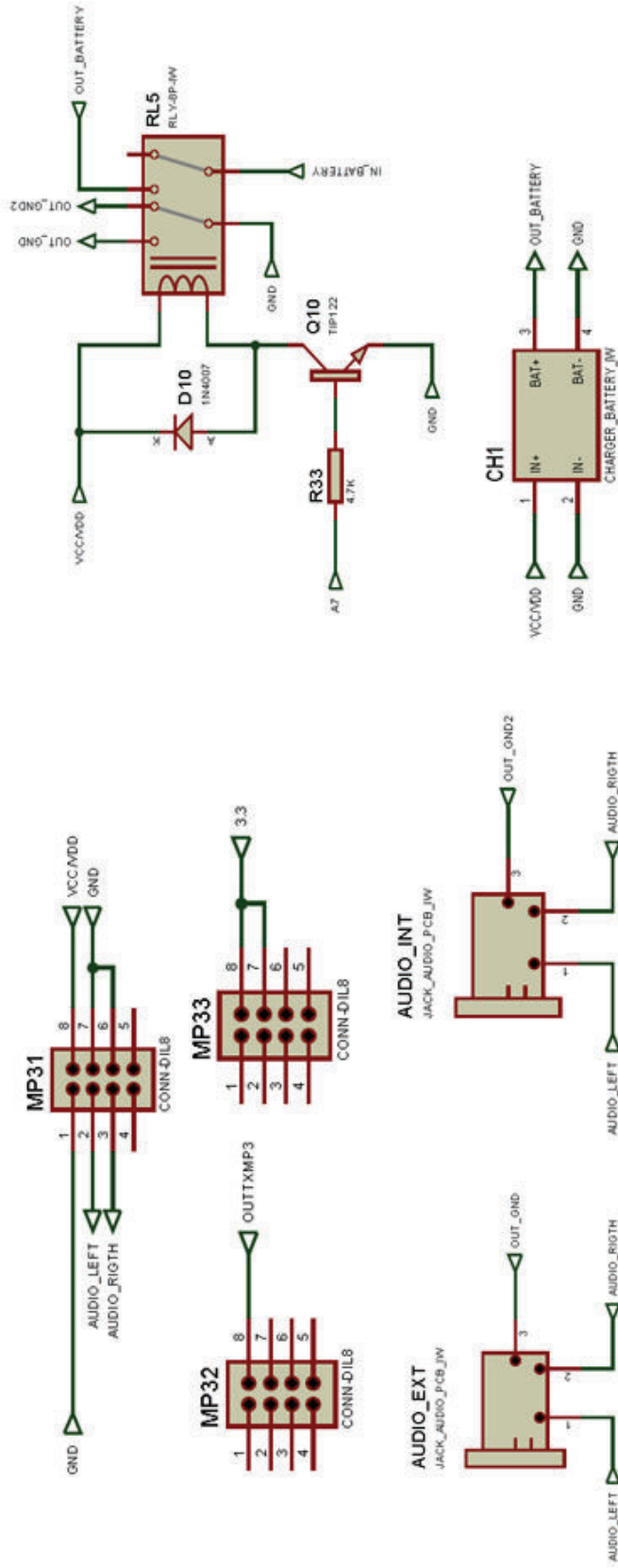


Circuitos de salida de señal hacia actuadores

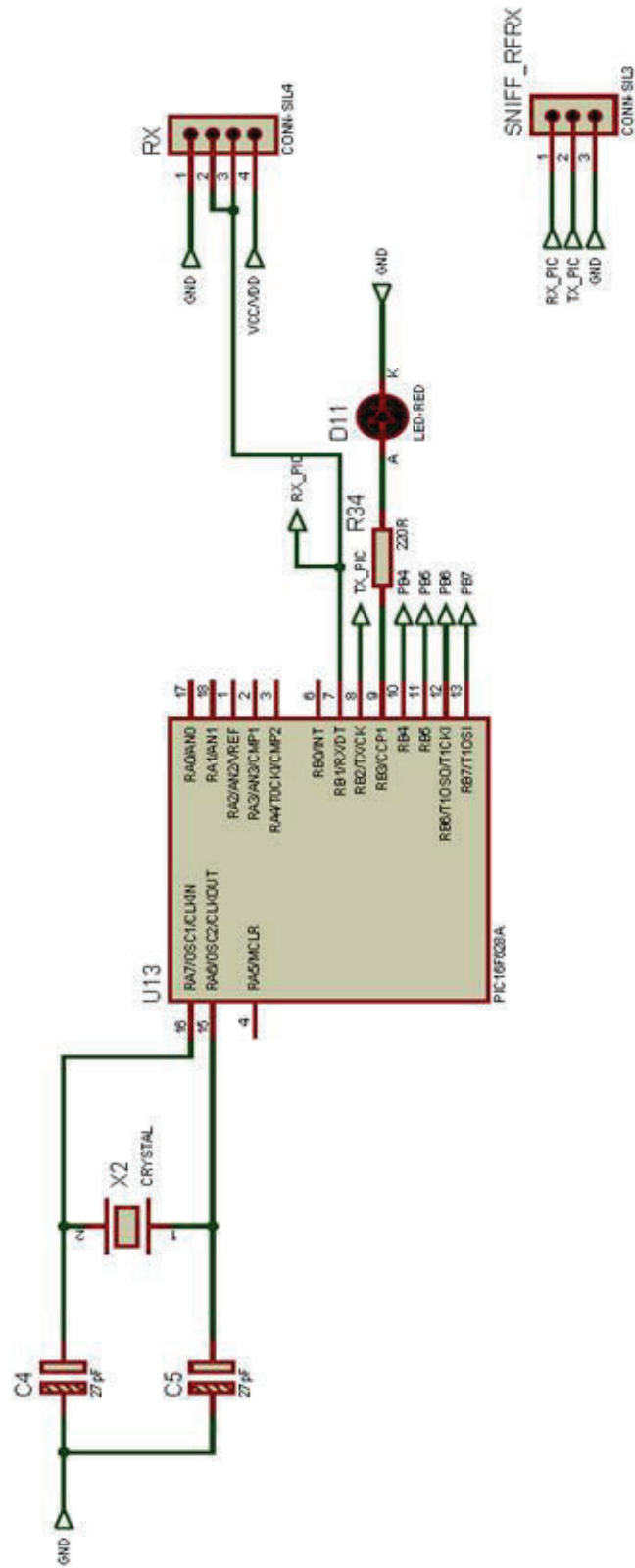




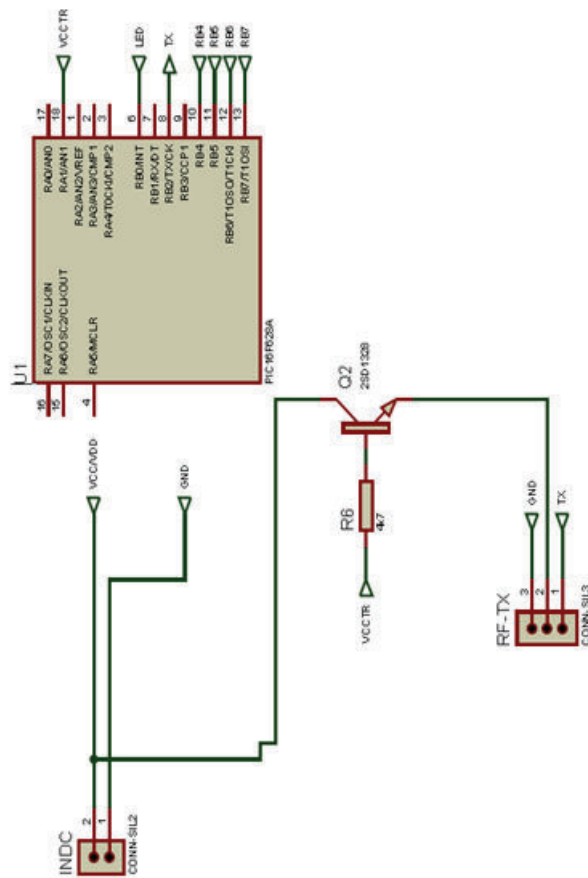
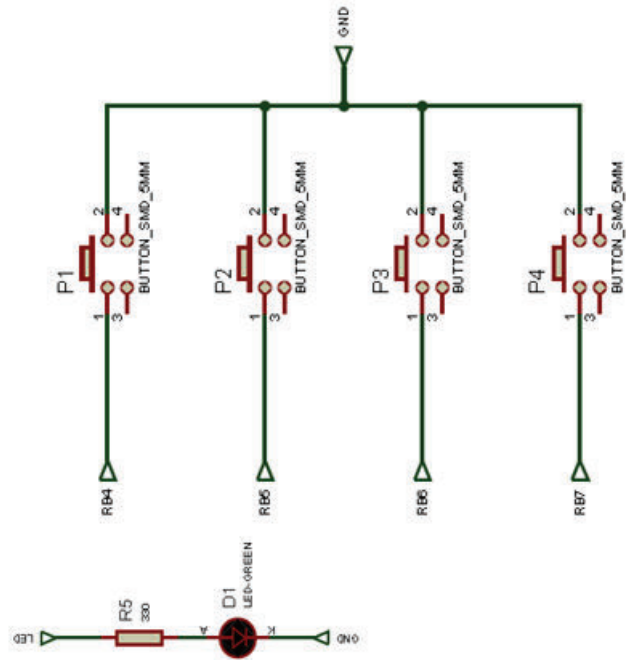
Salida de audio



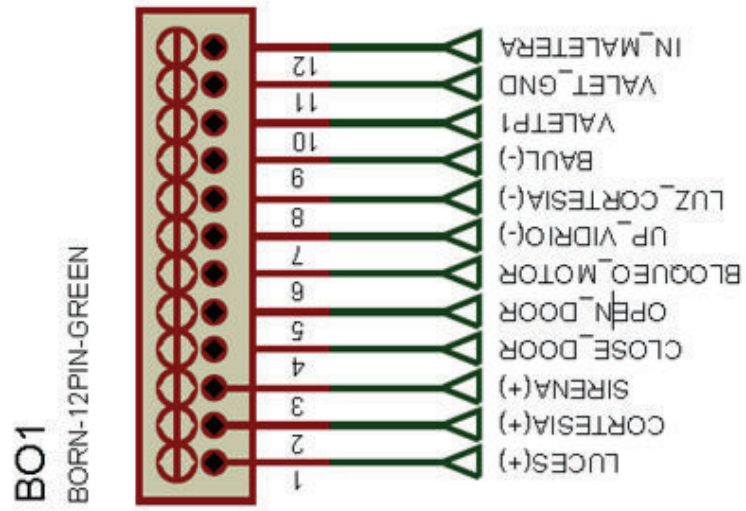
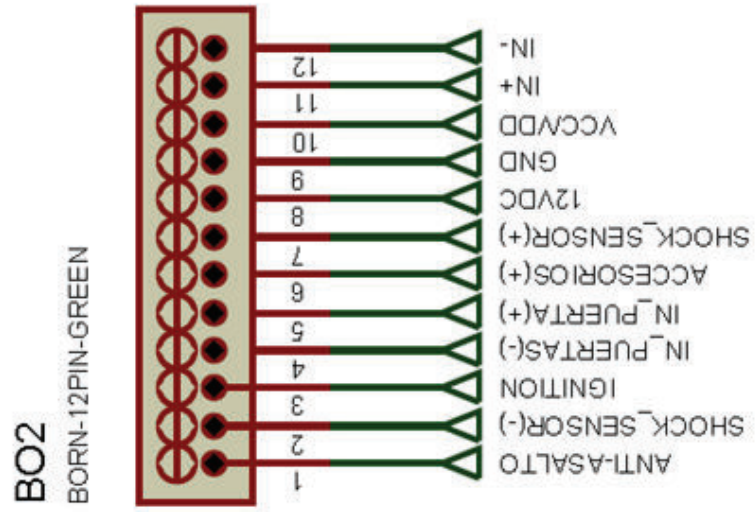
Control Remoto – Receptor



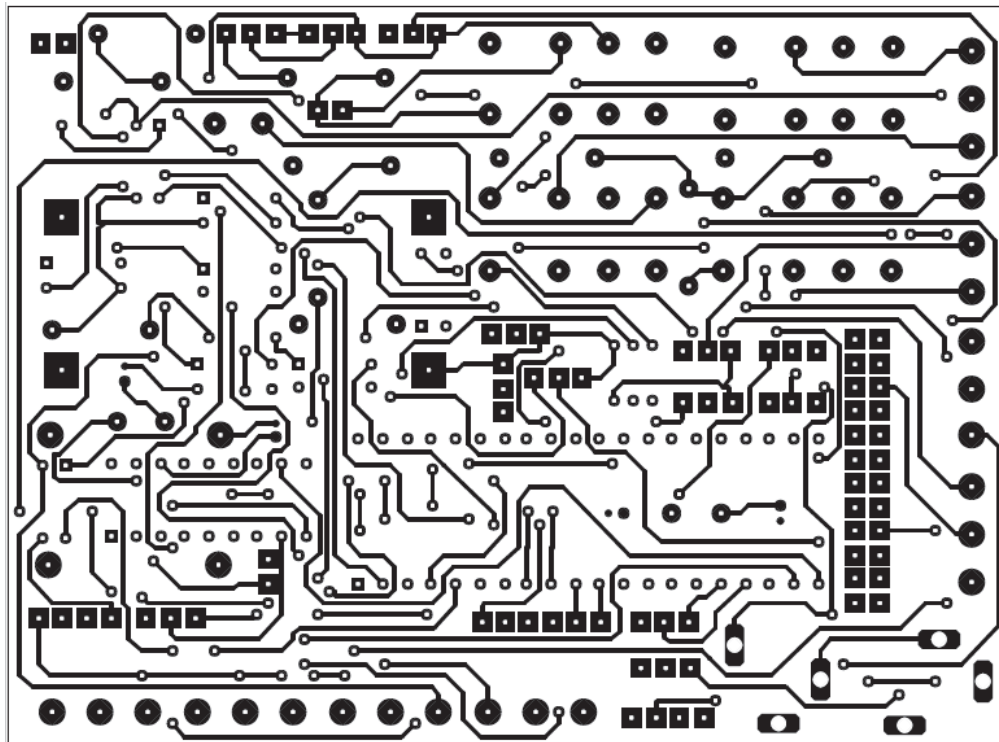
Control Remoto – Emisor



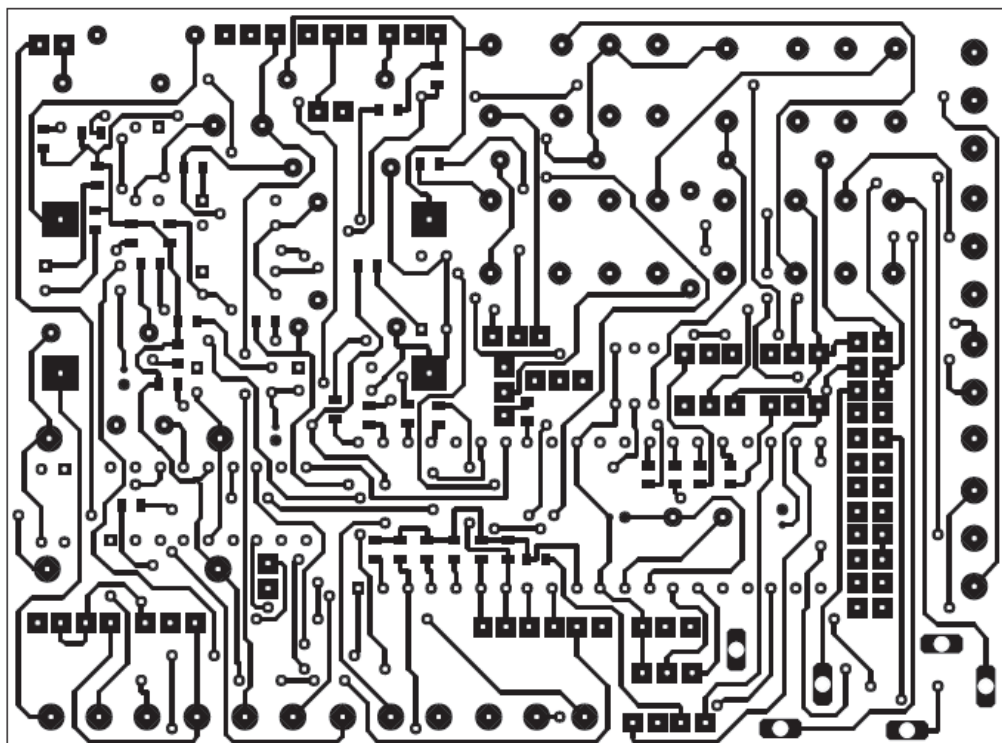
Borneras



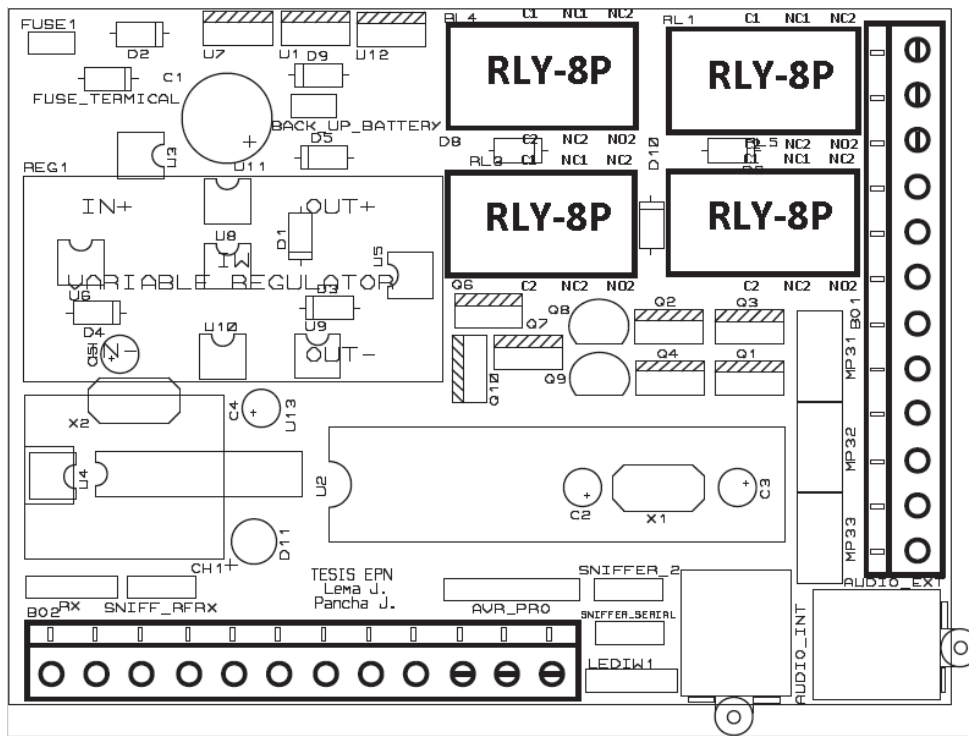
Ruteo de la placa del módulo de alarma – Pistas superiores



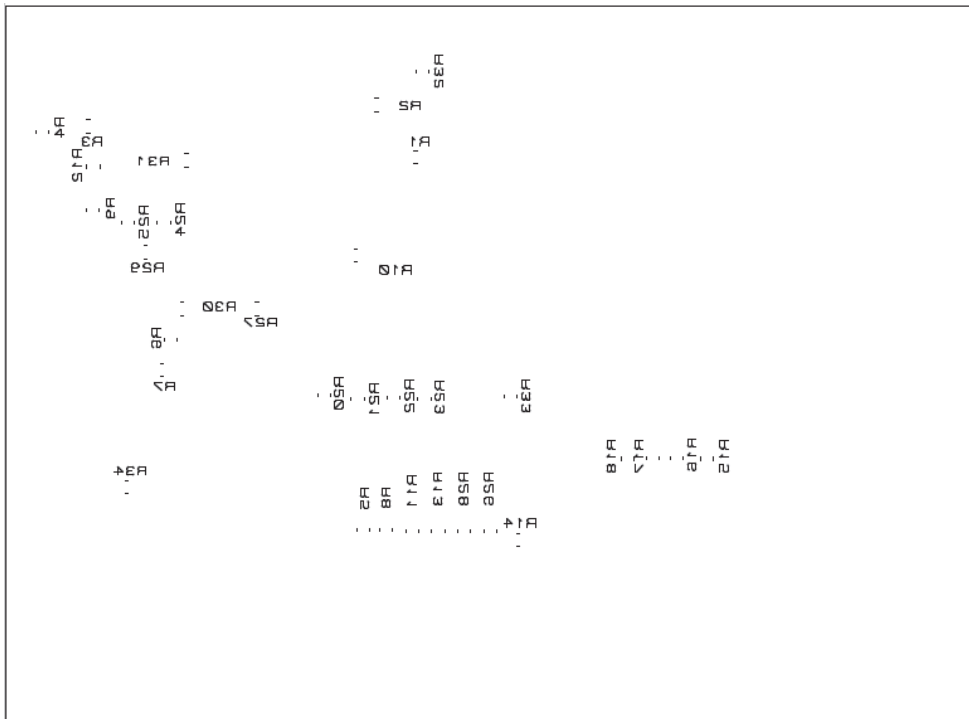
Ruteo de la placa del módulo de alarma – Pistas inferiores



Silkscreen de la parte superior de la placa del módulo

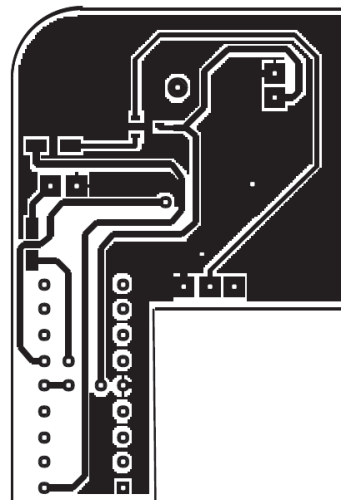
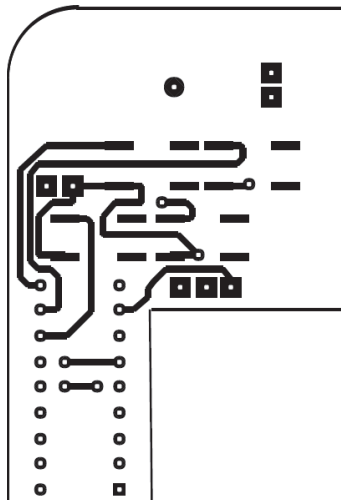


Silkscreen de la parte inferior de la placa del módulo

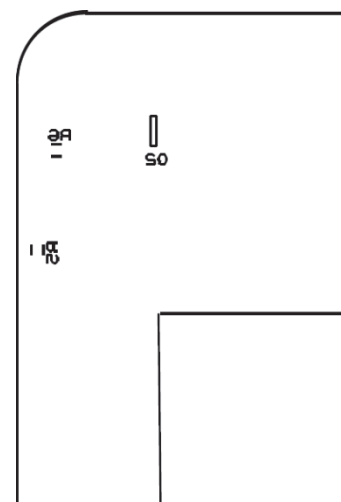
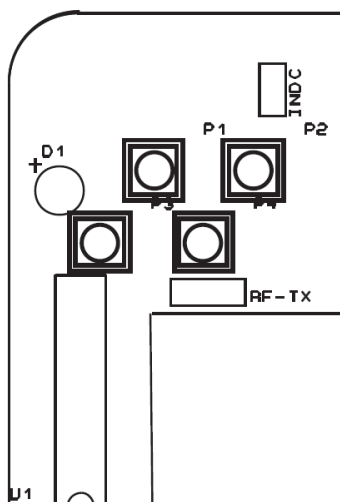


Ruteo de la placa del emisor del control a distancia

Pistas superior (izquierda) – Pistas inferiores (derecha)



Silkscreen superior (izquierda) – Silkscreen inferior (derecha)



ANEXO 2

PROGRAMACIÓN DE AVR Y PIC's

PROGRAMACIÓN AVR

```
$regfile = "m324Pdef.dat"
```

```
$crystal = 20000000
```

```
'      11059200
```

```
$hwstack = 100
```

```
$swstack = 100
```

```
$framesize = 100
```

```
Dim Akey As Byte
```

```
Dim Uart_in_str As String * 13
```

```
'Variables para almacenar datos del Serial
```

```
Dim Uart_buffer As Byte
```

```
Config Com2 = 9600 , Synchrone = 0 , Parity = None , Stopbits = 1 , Databits = 8 , Clockpol = 0
```

```
Config Com1 = 9600 , Synchrone = 0 , Parity = None , Stopbits = 1 , Databits = 8 , Clockpol = 0
```

```
Dim Espera As Byte
```

```
Dim Recepta(7) As Byte
```

```
Dim Cuenta As Byte
```

```
Cuenta = 0
```

```
Dim Flag_recepta As Byte
```

```
Flag_recepta = 0
```

```
Dim I As Byte
```

```
Ddrc = 255
```

```
Ddrd.4 = 1
```

```
'Azul
```

```
Portc.0 = 1
```

```
'Rojo
```

```
Portc.1 = 1
```

```
'Verde
```

```
Portd.4 = 1
```

```
'Entrada de Accesorios
```

```
Ddrd.7 = 0
```

```
'Entrada de Ignition
```

```
Ddrb.7 = 0
```

```
'Entrada puerta negativa
```

```
Ddrb.2 = 0
```

```
Portb.2 = 0
```

```
'Entrada puerta negativa 2
```

```
Ddrb.6 = 0
```

```
'Entrada puerta positiva
```

```
Ddrb.3 = 0
'Entrada accesorios se convierte en puerta
Ddrd.7 = 0

'Shock Sensor
Ddrb.5 = 0
'Portb.5 = 0

'Maletero Shock
Portb.1 = 0

*****

' Activacion de luz de salon Luces
Ddra.3 = 1
Porta.3 = 0

'Luz de cortesia
Ddrc.7 = 1
Portc.7 = 0

'Sirena
Ddra.2 = 1
Porta.2 = 0

'Luz cortesia negativa
Ddrc.6 = 1
Portc.6 = 0

'Baul o maletero
Ddrb.1 = 0

'Salida corte de gasolina parar vehiculo BLOQUEO MOTOR
Ddrc.5 = 1
Portc.5 = 1

'Luz de cortesia
Ddrc.6 = 1
Portc.6 = 0

'Boton de antiasalto
Ddrb.4 = 0

'Flag para apagar carga de bateria
Dim Flag_fin_bateria As Word
Flag_fin_bateria = 0
Dim Clock_fin_bateria As Byte
Clock_fin_bateria = 0

'Apertura de Baul
```

```

Ddra.1 = 1
Porta.1 = 0
Dim Flag_cajuela As Byte
Flag_cajuela = 0
Dim Cuenta_cajuela As Byte
Cuenta_cajuela = 0

Dim Flag_inicia_baul As Word
Flag_inicia_baul = 0

'Vidrios Electricos
Ddra.0 = 1
Porta.0 = 0
Dim Flag_vidrios As Byte
Flag_vidrios = 0
Dim Cuenta_vidrios As Word
Cuenta_vidrios = 0

'Flag para cuando se activa busqueda prender la sirena
Dim Flag_buscame As Byte
Flag_buscame = 0

*****

'Lectura de Boton Valet
Ddrb.0 = 0

'Time to turn off a car
Dim Flag_off_car As Word
Flag_off_car = 0
Dim Tiempo As Word
Tiempo = 0

'Cargar la bateria
Ddra.7 = 1
Porta.7 = 0

'===== ACTUADORES
=====
'Puertas
Ddrc.3 = 1
Ddrc.4 = 1
Portc.3 = 0
Portc.4 = 0

'=====FIN ACTUADORES
=====

Gosub Clean

```

Open "COM2:" For Binary As #2

'Variables de funcionamiento

Dim Modo As Byte

'Modo: Funcionamiento de la alarma

'Modo=0 -> Alarma activada

'Modo=1 -> Alarma desactivada

'Modo=2 -> Alarma modo Valet

'Modo=3 -> Alarma en espera para activarse

'Modo=4 -> Alarma disparada por sensor de golpe

'Modo=5 -> Alarma dispara por puertas

'Modo=6 -> Alarma disparada por Baul

'Modo=7 -> Listo para manejar

'Modo=8 -> Funcion Antiasalto

'Modo = 0

Modo = 0

'Configuracion de pines para entrada RF

Ddrd.5 = 0

Ddrd.6 = 0

Ddra.5 = 0

Ddra.6 = 0

Dim Flag_a As Byte

Dim Flag_b As Byte

Dim Flag_c As Byte

Flag_a = 0

Flag_b = 0

Flag_c = 0

'Variables para Shock Sensor

Dim Flag_shock As Byte

Flag_shock = 0

' Variables para puertas

Dim Flag_doors As Byte

Flag_doors = 0

' Variables para Baul

Dim Flag_baul As Byte

Flag_baul = 0

'Variables para alarma desactivada

Dim Waitpin As Byte

Waitpin = 0

'Variable que dice que boton del control fue activado

Dim Remote As Byte

Remote = 0

```

'Variable que cuenta pulsos para cambiar el led
'de on a Off
Dim Binc As Word
Binc = 0
'Variable que dice que viene de apagar el vehiculo
Dim Off_car As Byte
Off_car = 0

Dim Flag_off_alarm As Byte
Flag_off_alarm = 0

'Variable que avisa cuando se abrio una puerta
Dim Flag_open_door As Byte
Flag_open_door = 0

'Variable para determinar si la puerta esta abierta la cierra
'sino la abre utilizada para valet
Dim Flag_door As Byte
Flag_door = 0

'Eeprom
Dim Controlepr As Byte

'Tiempo maximo alarmas
Dim Segundos_sirena As Byte
Segundos_sirena = 0
Dim Minutos_sirena As Byte
Minutos_sirena = 0
Dim Horas As Byte
Horas = 0
Dim Flag_on_siren As Byte
Flag_on_siren = 0

'===== Variables de configuracion
=====
'Colocacion de PIN CODE
Dim Pincode(3) As Byte

Dim Pin_num As Byte
Pin_num = 0
Dim Pass(3) As Byte
Pass(1) = 2
Pass(2) = 3
Pass(3) = 1

'Variable de tiempo para
Dim Limit_automatic As Byte
Limit_automatic = 10
Dim Limit_automatic_off As Byte

```

```

Limit_automatic_off = 80
'Esta en segundos
'20 -> 20 segundos
'40 -> 40 segundos
'60 -> 60 segundos

'=====Fin Variables de configuracion
=====
'Variable tiempo para inhabilitar vehiculo automaticamente
Dim Automatic As Byte
Automatic = 0

'===== MODO 8 ANTI ASALTO =====

Dim Flag_antiasalto As Byte
Flag_antiasalto = 0
Dim Flag_anti As Byte
Flag_anti = 0
Dim Cuenta_treinta As Byte
Cuenta_treinta = 0

Dim Cuenta_remote_antiasal As Word
Cuenta_remote_antiasal = 0

'===== FIN MODO ANTI-ASALTO =====

'===== VARIABLES EEPROM DE CONFIGURACION
=====
Dim Cierre_seguro As Byte
Dim Tiempo_activa_seguro As Byte
Dim Audio_externo As Byte
Dim Boton_valet As Byte
Dim Habitaculo As Byte
Dim Antiasalto_conf As Byte
Dim Configura_control As Byte

'Tiempo para saber que se desea entrar en modo programacion
Dim Programmer As Word
Programmer = 0
Dim Number_boton As Byte
Number_boton = 0

'Variable flanco para cerrar o abrir las puertas
Dim Flag_open_doors As Byte
Flag_open_doors = 0
Dim Flag_close_door As Byte
Flag_close_door = 0

'Flag para las puertas mal cerradas
Dim Flag_mal_cerradas As Byte
Flag_mal_cerradas = 0

```



```
'Flag para el baul mal cerrado
Dim Flag_mal_baul As Byte
Flag_mal_baul = 0
```

```
Dim Bucle_sirena As Word
Bucle_sirena = 0
Dim Cuenta_bucle_sirena As Word
Cuenta_bucle_sirena = 0
```

```
Dim Repite As Byte
Repite = 0
```

```
Dim Ignition_off As Byte
Ignition_off = 0
```

```
'=====END VARIABLES EEPROM CONFIGURACION
=====
```

```
'Lectura de la eeprom
Readeeprom Controleepr , 9
Cls
Cursor Off
```

```
If Controleepr <> 10 Then
  Modo = 0
  Writeeprom Modo , 10
  Print #2, "Grabando primera vez eeprom"
  Cierre_seguro = 1
  Tiempo_activa_seguro = 1
  Audio_externo = 1
  Boton_valet = 1
  Habitaculo = 1
  Antiasalto_conf = 1
  If Tiempo_activa_seguro = 1 Then
    Automatic = 0
    Limit_automatic_off = 20
    Limit_automatic = 20
  End If
  Pass(1) = 2
  Pass(2) = 3
  Pass(3) = 1
  Ignition_off = 1
  Writeeprom Cierre_seguro , 20
  Writeeprom Tiempo_activa_seguro , 21
  Writeeprom Audio_externo , 22
  Writeeprom Boton_valet , 23
  Writeeprom Habitaculo , 24
  Writeeprom Antiasalto_conf , 25
  Writeeprom Pass(1) , 26
```

```

Writeeprom Pass(2) , 27
Writeeprom Pass(3) , 28
Writeeprom Flag_on_siren , 29
Writeeprom Segundos_sirena , 30
Writeeprom Minutos_sirena , 31
Writeeprom Cuenta_treinta , 32
Writeeprom Horas , 33
Writeeprom Ignition_off , 34
Print #2 , "Leyendo modo eeprom: " ; Modo
Print #2 , "Cierre Seguro: " ; Cierre_seguro
Print #2 , "tiempo activa seguro: " ; Tiempo_activa_seguro
Print #2 , "audio externo: " ; Audio_externo
Print #2 , "boton valet: " ; Boton_valet
Print #2 , "habitaculo: " ; Habitaculo
Print #2 , "antiasalto config: " ; Antiasalto_conf
Print #2 , "pass (1): " ; Pass(1)
Print #2 , "pass (2): " ; Pass(2)
Print #2 , "pass (3): " ; Pass(3)
Print #2 , "Flag Sirena: " ; Flag_on_siren
Print #2 , "Segundos sirena: " ; Segundos_sirena
Print #2 , "Minutos Sirena: " ; Minutos_sirena
Print #2 , "Valor de conteo: " ; Cuenta_treinta
Print #2 , "Horas sirena: " ; Horas
Print #2 , "Ignition Antiasalto: " ; Ignition_off
Else
  Readeeprom Modo , 10
  Readeeprom Cierre_seguro , 20
  Readeeprom Tiempo_activa_seguro , 21
  Readeeprom Audio_externo , 22
  Readeeprom Boton_valet , 23
  Readeeprom Habitaculo , 24
  Readeeprom Antiasalto_conf , 25
  Readeeprom Pass(1) , 26
  Readeeprom Pass(2) , 27
  Readeeprom Pass(3) , 28
  Readeeprom Flag_on_siren , 29
  Readeeprom Segundos_sirena , 30
  Readeeprom Minutos_sirena , 31
  Readeeprom Cuenta_treinta , 32
  Readeeprom Horas , 33
  Readeeprom Ignition_off , 34
  Print #2 , "PASS1: " ; Pass(1)
  Print #2 , "PASS2: " ; Pass(2)
  Print #2 , "PASS3: " ; Pass(3)
  If Tiempo_activa_seguro = 1 Then
    Automatic = 0
    Limit_automatic_off = 20
    Limit_automatic = 20
  End If
  If Tiempo_activa_seguro = 2 Then
    Automatic = 0

```

```

    Limit_automatic_off = 40
    Limit_automatic = 40
End If
If Tiempo_activa_seguro = 3 Then
    Automatic = 0
    Limit_automatic_off = 60
    Limit_automatic = 60
End If
Waitms 1
Print #2, "Leyendo modo eeprom: "; Modo
Print #2, "Cierre Seguro: "; Cierre_seguro
Print #2, "tiempo activa seguro: "; Tiempo_activa_seguro
Print #2, "audio externo: "; Audio_externo
Print #2, "boton valet: "; Boton_valet
Print #2, "habitaculo: "; Habitaculo
Print #2, "antiasalto config: "; Antiasalto_conf
Print #2, "pass (1): "; Pass(1)
Print #2, "pass (2): "; Pass(2)
Print #2, "pass (3): "; Pass(3)
Print #2, "pass (3): "; Flag_on_siren
Print #2, "Flag Sirena: "; Flag_on_siren
Print #2, "Segundos sirena: "; Segundos_sirena
Print #2, "Minutos Sirena: "; Minutos_sirena
Print #2, "Valor de conteo: "; Cuenta_treinta
Print #2, "Horas sirena: "; Horas
Print #2, "Ignition Antiasalto: "; Ignition_off
If Modo = 8 Then
    Portc.5 = 1
End If
End If

Controleepr = 10
Writeeprom Controleepr, 9

'===== AUDIO CONFIGURATION =====

Dim Audio_alarm_on As Byte
Audio_alarm_on = 0
Dim Flag_audio_desactivar As Byte
Flag_audio_desactivar = 0

'=====END AUDIO =====
'Gosub Desactiva_alarma
'Test MP3 Module

'Gosub Inicio
'Print Chr(50);

```

```

'Gosub Fin

'Comienzo bucle

'Test Sirena
'Porta.2 = 1
'Porta.7 = 1
'Wait 2
'Porta.7 = 0
'Porta.2 = 0
'Test blinkers
'Porta.3 = 1
'Wait 3
'Porta.3 = 0
'Porta.0 = 1
'Wait 5

'Fin test sirena
'Porta.7 = 1
'Porta.7 = 1
'Gosub Off_alarma_audio
'Wait 5
'Porta.7 = 0
'Gosub Off_alarma_audio
'Wait 5

Do

    Gosub Read_control

Loop
'Lectura del control enviada por paralelo desde el receptor RF
Read_control:
    Espera = 0
    Do
        'Candado
        If Pind.5 = 1 Then
            'Portc.0 = 1
            'Portc.1 = 0
            'Portd.4 = 1
            If Modo = 7 Then
                Gosub Led_azul
                Do
                    Cuenta_remote_antiasal = Cuenta_remote_antiasal + 1
                Loop Until Pind.5 <> 1
                Print #2 , "Tiempo presionado Boton para entrar en antiasalto: " ; Cuenta_remote_antiasal
                Remote = 4
                Print #2 , "4"
            End If
        End If
    Loop

```

```

    Programmer = 0
Else
    Gosub Led_azul
    Remote = 4
    Print #2 , "4"
    Programmer = 0
End If
Flag_inicia_baul = 0
End If
'Flecha abajo
If Pind.6 = 1 Then
'Portc.0 = 0
'Portc.1 = 1
'Portd.4 = 1
Gosub Led_azul
If Modo = 0 Then
    Do
        Flag_inicia_baul = Flag_inicia_baul + 1
        Waitms 1
    Loop Until Pind.6 <> 1
    Print #2 , "Tiempo presionado Boton Baul: " ; Flag_inicia_baul
    Remote = 2
    Print #2 , "2"
    Programmer = 0
Else
    Remote = 2
    Print #2 , "2"
    Programmer = 0
End If

End If
'Stop
If Pina.5 = 1 Then
'Portc.0 = 1
'Portc.1 = 1
'Portd.4 = 1
Gosub Led_azul
Remote = 3
Print #2 , "3"
Programmer = 0
Flag_inicia_baul = 0
End If
'Flecha abajo
If Pina.6 = 1 Then
'Portc.0 = 1
'Portc.1 = 1
'Portd.4 = 0
Gosub Led_azul
Remote = 1
Print #2 , "1"
Programmer = Programmer + 1

```

```

If Programmer > 200 Then
  Print #2 , "Ingresando en modo Programacion"
  Gosub Modo_programacion
  Programmer = 0
End If
Flag_inicia_baul = 0
End If
Gosub Read_modos
Loop Until Espera = 0
Return
'Funcion que lee los diferentes modos de la alarma
Read_modos:
'Cuando la alarma se encuentra des-activada
If Modo = 1 Then
  Gosub Off_bomba
  Flag_on_siren = 0
  Gosub Alarma_desactivada
'Funcion que cierra las puertas y activa la alarma por time out
If Automatic >= Limit_automatic And Off_car = 0 And Flag_open_door = 0 Then
  Print #2 , "AUTOMATIC: " ; Automatic
  Print #2 , "LIMIT AUTOMATIC: " ; Limit_automatic
'Sonido
'Colocar destello de direccionales
'Envio a cerrar puertas
If Pinb.6 = 1 And Pinb.2 = 1 And Pinb.7 = 1 Then
  Modo = 0
  Writeeprom Modo , 10
  Automatic = 0
  Print #2 , "Alarma bloqueada por TIME OUT Puertas Cerradas"
  Gosub Close_door

  Repite = 2
  Gosub Blinkers
  'Resetflag audio
  Audio_alarm_on = 0
Else
  Automatic = 0
  'Sonido
  'Mensaje para cuando no se cierran las puertas
  Print #2 , "Alarma No puede ser Bloqueada, Puertas mal Cerradas, Iginition colocado"

  Gosub Cierre_incorrecto          'Audio
  Flag_mal_cerradas = 1

  Modo = 0
  Writeeprom Modo , 10
  Automatic = 0
  Gosub Close_door
  'Resetflag audio
  Audio_alarm_on = 0
End If

```

```

If Pinb.1 = 0 Then
  Flag_mal_baul = 1
  Gosub Cierre_incorrecto
End If
End If
If Automatic >= Limit_automatic And Off_car = 0 And Flag_open_door = 1 Then
'Sonido
'Colocar destello de direccionales
'Envio a cerrar puertas
Automatic = 0
Print #2 , "Alarma No puede ser Bloqueada, Puertas abiertas"
Flag_mal_cerradas = 1
  If Pinb.1 = 0 Then
    Flag_mal_baul = 1
    Gosub Cierre_incorrecto
  End If
Gosub Cierre_incorrecto          'Audio
  Flag_mal_cerradas = 1
  Modo = 0
  Writeeprom Modo , 10
  Automatic = 0
  Gosub Close_door
  'Resetflag audio
  Audio_alarm_on = 0
End If
If Automatic >= Limit_automatic_off And Off_car = 1 Then
  If Flag_open_door = 0 And Pinb.7 = 1 Then
    Modo = 0
    Writeeprom Modo , 10
    Automatic = 0
    Off_car = 0
    Print #2 , "Alarma bloqueada por TIME OUT Off Car Puertas cerradas"
    Gosub Close_door
    Audio_alarm_on = 0
    Repite = 2
    Gosub Blinkers
  Else
    Print #2 , "Alarma NO bloqueada por TIME OUT Off Car Puertas mal cerradas"
    Gosub Cierre_incorrecto          'Audio
  End If
End If
If Pinb.2 = 0 Or Pinb.6 = 0 And Off_car = 1 Then
  Modo = 7
  Writeeprom Modo , 10
  Automatic = 0
  Print #2 , "Apagado carro detenido por abrir una puerta"
  Gosub Led_off
End If
End If
'Cuando la alarma se encuentra activada
If Modo = 0 Then

```

```

Gosub Off_bomba
Gosub Off_sirena
Gosub Restart_sirena
If Habitaculo = 1 Then
  Portc.6 = 0
End If
Gosub Alarma_activada
Porta.7 = 0
End If
'Alarma se encuentra en modo programacion
If Modo = 2 Then
  Gosub Alarma_valet

End If
'Alarma se encuentra activada por shock sensor
If Modo = 4 Then
  Gosub Off_bomba
  Gosub Blink_shock
  Gosub Read_pin
  Gosub On_sirena
End If
'Alarma se encuentra activada por door sensor
If Modo = 5 Then
  Gosub Off_bomba
  Gosub Blink_door
  Gosub Read_pin
  Gosub On_sirena
End If
'Alarma se encuentra activada por baul sensor
If Modo = 6 Then
  Gosub Off_bomba
  Gosub Blink_baul
  Gosub Read_pin
  Gosub On_sirena
End If
'Cuando esta listo el carro para manejar
If Modo = 7 Then
  Gosub Restart_sirena
  'Porta.7 = 1
  ' Wait 1

  Gosub Driven
End If
'Alarma activada en modo Anti-asalto
If Modo = 8 Then
  'Gosub On_sirena
  Gosub Antiasalto
End If
'Cuando se presiona el boton para acceder a modo valet entra primordial
' If Pinb.0 = 0 And Modo <> 2 And Pinb.7 = 0 Then
'   Print #2 , "En modo valet"

```



```

' Dim Conteo As Word
' Conteo = 0
' Do
'   Waitms 1
'   Conteo = Conteo + 1
' Loop Until Pinb.0 = 1 Or Conteo > 4000
' If Conteo >= 4000 Then
'   Print #2, "Entrando en modo Valet"
'   Modo = 2
'   Writeeprom Modo, 10
' Else
'   Print #2, "No puede entrar modo valet no cumple tiempo minimo de presion"
' End If
' End If
***** Disparos Alarmas *****
'Alarma activada por Shock Sensor
' If Pinb.5 = 0 And Modo <> 4 And Modo = 0 Then
If Pinb.5 = 1 And Modo <> 4 And Modo = 0 Then
  Print #2, "Shock Sensor verificando....."
  Gosub Clean_pin

  Dim Con As Word
  Con = 0
  Do
    Con = Con + 1
    Waitms 1
  Loop Until Con > 300
  If Pinb.5 = 1 Then
    Print #2, "Alarma activada por shock Sensor"
    Modo = 4
    Writeeprom Modo, 10
    Blinc = 0
    Gosub Audio_shock_al

  End If
End If
'Alarma activada por Puertas
If Pinb.6 = 0 Or Pinb.2 = 0 And Modo <> 5 And Modo = 0 And Flag_mal_cerradas = 0 Then
  Print #2, "Alarma activada por Puerta Abierta"
  Modo = 5
  Gosub Clean_pin
  Writeeprom Modo, 10
  Blinc = 0
  Do

  Loop Until Pinb.6 = 0 Or Pinb.2 = 0
  Gosub Audio_door_al
  Flag_open_door = 1
  Gosub On_sirena
End If
'Alarma activada por Puertas

```

```

If Pinb.6 = 1 And Pinb.2 = 1 And Flag_open_door = 1 Then
  Print #2 , "Puertas Cerradas"
  Flag_open_door = 0
  Automatic = 0
End If
'Alarma activada por Maletero
If Pinb.1 = 0 And Modo <> 6 And Modo = 0 And Flag_mal_baul = 0 Then
  Print #2 , "Alarma activada por Maletero / Baul Sensor"
  Gosub Clean_pin
  Modo = 6
  Writeeprom Modo , 10
  Blinc = 0
  'Do

  'Loop Until Pinb.1 = 1
  Gosub Audio_cajuela_al
End If
'===== Activacion Modo Anti Asalto =====
'Si estas conduciendo
'If Modo = 8 Then
'  Gosub On_sirena
'End If
If Pinb.2 = 0 And Modo = 7 And Antiasalto_conf = 1 Then
  Print #2 , "Ingresando en modo Anti Asalto Alarma por Puertas...."
  Modo = 8
  Writeeprom Modo , 10
  Blinc = 0
  Pin_num = 1
  Gosub Led_off
  Gosub On_sirena
End If
'Si se coloca el ignition con todo apagado
If Pinb.7 = 0 And Modo = 0 And Antiasalto_conf = 1 And Ignition_off = 1 Then
  Print #2 , "Ingresando en modo Anti Asalto Alarma por Ignition...."
  Modo = 8
  Writeeprom Modo , 10
  Blinc = 0
  Pin_num = 1
  Gosub Led_off
  Gosub On_sirena
End If
'Si estas conduciendo y presionas el boton 4 el de abrir cerrar alarma
If Remote = 4 And Modo = 7 And Pinb.7 = 0 And Antiasalto_conf = 1 And
Cuenta_remote_antiasal > 30000 Then 'New
  Print #2 , "Ingresando en modo Anti Asalto Alarma por Control Remoto...."
  Modo = 8
  Writeeprom Modo , 10
  Blinc = 0
  Pin_num = 1
  Gosub Led_off
  Cuenta_remote_antiasal = 0

```

```

' Gosub On_sirena
Else

  If Remote = 4 And Modo = 7 Then          'New
    Cuenta_remote_antiasal = 0
    Remote = 0
    Print #2 , "Esta aqui modo manejo"
  End If

End If

'===== Fin Modo Anti Asalto =====

*****Blinkin Led *****
Waitus 500
Blinc = Blinc + 1
If Blinc > 500 And Blinc < 502 Then
  Gosub Clean
End If
*****

'===== TIME TO TURN OFF ALARM =====
If Pina.2 = 1 And Flag_on_siren = 0 Then
  'Print #2 , "Segundos Sirena: " ; Segundos_sirena
  'Print #2 , "Minutos Sirena: " ; Minutos_sirena
  Segundos_sirena = Segundos_sirena + 1
  If Segundos_sirena > 120 Then
    Segundos_sirena = 0
    Minutos_sirena = Minutos_sirena + 1
    Writeeprom Segundos_sirena , 30
    Writeeprom Minutos_sirena , 31
    Writeeprom Horas , 33
  End If
  If Minutos_sirena >= 60 Then
    Horas = Horas + 1
    Minutos_sirena = 0
    Writeeprom Horas , 33
  End If
  'If Horas > 160 Then '-> 10 Minutos
  'If Horas > 20 Then '-> 1 minuto 30 segundos
  If Horas > 160 Then
    Print #2 , "Por seguridad se ha apagado la sirena"
    Gosub Off_sirena
    Flag_on_siren = 1
    Writeeprom Flag_on_siren , 29
  End If
End If

'=====
=
'===== Bucle Sirena =====
If Flag_on_siren = 1 Then
  Bucle_sirena = Bucle_sirena + 1

```

```

If Bucle_sirena >= 2000 Then
  Print #2 , "En modo blink"
  Toggle Porta.2
  Bucle_sirena = 0
End If
End If

'***** BOTON ANTIASALTO PANICO OFF MOTOR =====
If Pinb.4 = 0 Then
  Portc.5 = 1
End If

Return

'Funcion que limpia el buffer de recepcion
Clean:
  For I = 1 To 7
    Recepta(i) = 0
  Next I
  Flag_recepta = 0
  Cuenta = 0
  Espera = 0
Return
Alarma_valet:
  Gosub Led_azul

If Remote = 4 Then
  Print #2 , "Abrir/Cerrar puertas"
  Remote = 0

  If Flag_door = 0 Then
    Gosub Open_door
    Flag_door = 1
  Else
    If Flag_door = 1 Then
      Gosub Close_door
      Flag_door = 0
    End If
  End If
  End If
  Waitms 300
End If
If Pinb.0 = 0 Then
  Dim Suma As Word
  Suma = 0
  Print #2 , "Presionando para salir de modo valet"
  Do
    Waitms 1
    Suma = Suma + 1
  Loop Until Pinb.0 = 1 Or Suma > 5000
  If Suma >= 5000 Then
    Print #2 , "Saliendo de Modo Valet"
  
```

```

    Gosub Led_off
    Wait 3
    Modo = 7
    ' Gosub Off_bomba
    ' Gosub Close_door
    ' Writeeprom Modo , 10
    ' Gosub Led_off
    ' Repite = 2
    ' Gosub Blinkers
    ' Gosub Desarma_alarma           'New
    End If
Else
    'Print #2 , "No presiona boton"
End If
Return
'Funcion que trabaja cuando la alarma se encuentra activada
Alarma_activada:
    If Blinc >= 2000 Then
        Blinc = 0
        Gosub Blink_red
    End If
    If Audio_alarm_on = 0 And Flag_open_door = 0 Then
        Audio_alarm_on = 1
        Gosub On_alarma
    End If

'=====BUS
CAME
    If Remote = 3 Then
        Repite = 5
        Flag_buscame = 1
        Porta.2 = 1           'Sirena
        Gosub Blinkers
    End If
    If Remote = 2 Then
        If Flag_inicia_baul >= 600 Then
            Porta.1 = 1
            Flag_cajuela = 1
            Flag_inicia_baul = 0
            Remote = 0           'New
            Gosub Desarma_alarma           'New
        Else
            'Flag_inicia_baul = 0           'new
            'Remote = 0
        End If
    End If

    If Remote = 4 Then
        Modo = 1
        Writeeprom Modo , 10
        Pin_num = 1

```

```

Gosub Blink_green
Blinc = 0
Automatic = 0
'Sonido
'Encender luz de habitaculo
'Alarma desactivada
If Pinb.2 = 1 And Pinb.6 = 1 Then
  Print #2 , "Puertas estaban cerradas"
Else
  Print #2 , "Puerta se encuentra mal cerrada"
End If
Remote = 0
Gosub Open_door
Gosub Alarma_desactivada
If Habitaculo = 1 Then
  Portc.6 = 1
End If
Print #2 , "Alarma desactivada Desde control"

Gosub Vidrio_stop          'New

Gosub Audio_door_open
Flag_mal_cerradas = 0
  If Pinb.1 = 1 Then
    Flag_mal_baul = 0
  End If
Repite = 0
Gosub Reset_blink
Gosub Blinkers
End If

Return
'Funcion que trabaja cuando la alarma se encuentra desactivada
Alarma_desactivada:
Gosub Off_sirena
If Blinc >= 2000 And Off_car = 0 Then
  Blinc = 0
  Gosub Blink_green
  Automatic = Automatic + 1
  If Automatic > 8 And Habitaculo = 1 Then
    Portc.6 = 0
  End If
  If Flag_cajuela = 1 Then
    Cuenta_cajuela = Cuenta_cajuela + 1
  End If
End If
If Cuenta_cajuela >= 2 And Flag_cajuela = 1 Then
  Flag_cajuela = 0
  Cuenta_cajuela = 0
  Porta.1 = 0
End If

```

```

If Blinc >= 250 And Off_car = 1 Then
  Blinc = 0
  Gosub Blink_green
  Automatic = Automatic + 1
End If

If Remote = 1 And Flag_a = 0 Then
  Pincod(pin_num) = 1
  Pin_num = Pin_num + 1
  Print #2 , "Pin Num: " ; Pin_num
  Flag_a = 1
End If
If Remote = 2 And Flag_b = 0 Then
  If Flag_cajuela = 1 Then
    Porta.1 = 0
    Gosub Arma_alarma
  Else
    Pincod(pin_num) = 2
    Pin_num = Pin_num + 1
    Print #2 , "Pin Num: " ; Pin_num
    Flag_b = 1
  End If
End If
If Remote = 3 And Flag_c = 0 Then
  Pincod(pin_num) = 3
  Pin_num = Pin_num + 1
  Print #2 , "Pin Num: " ; Pin_num
  Flag_c = 1
End If

If Remote = 4 Then
  Print #2 , "Pin Num 4: " ; Pin_num
End If
If Pinb.7 = 0 And Habitaculo = 1 Then
  Portc.6 = 0
End If

If Remote = 4 And Pin_num >= 3 Then
  Print #2 , "Ok Button presionado"
  If Pincod(2) = Pass(2) And Pincod(1) = Pass(1) And Pincod(3) = Pass(3) And Pinb.7 = 0 Then
    If Modo = 1 Then
      If Audio_alarm_on = 1 Then
        Audio_alarm_on = 2
        Gosub Off_alarma_audio
        Wait 2
      End If
      Print #2 , "PinCode correcto"
      Print #2 , "Listo para encender vehiculo"
      If Habitaculo = 1 Then
        Portc.6 = 0
      End If
    End If
  End If

```

```

Portc.5 = 0
Gosub Close_door
Flag_open_doors = 0
Flag_close_door = 1
Gosub Audio_happy
Flag_close_door = 1
Gosub Indicator_ok
Portc.0 = 1
Portc.1 = 1
Portd.4 = 1
Modo = 7
Writeeprom Modo , 10
Off_car = 0
Waitms 400
Remote = 0

```

```

    Gosub Clean_pin
End If
If Modo = 4 Or Modo = 5 Or Modo = 6 Then
    Print #2 , "PinCode correcto"
    Print #2 , "Alarma desactivada"
    Gosub Indicator_ok
    Portc.0 = 1
    Portc.1 = 1
    Portd.4 = 1
    Modo = 0
    Writeeprom Modo , 10
    Off_car = 0
    Gosub Clean_pin
End If
Else
    If Pin_num >= 3 Then
        Print #2 , "ESTOY DENTRO"
        If Pincod(2) = Pass(2) And Pincod(1) = Pass(1) And Pincod(3) = Pass(3) Then
            Print #2 , "ESTOY DENTRO2"
            If Modo = 4 Or Modo = 5 Or Modo = 6 Then
                Print #2 , "NO ENTRO OOOOOOOOOOESTOY DENTRO"
                Print #2 , "Deshabilando Alarma por pincod"
                Gosub Desarma_alarma
                Flag_off_alarm = 0
            End If
        Else
            If Pinb.7 = 0 Then
                Print #2 , "PinCode Erroneo"
                If Modo = 4 Or Modo = 5 Or Modo = 6 Then
                    Flag_off_alarm = 0
                End If
            Else
                Print #2 , "Coloque las llaves en Ignition"
            End If
        End If
    End If

```



```

        If Modo = 4 Or Modo = 5 Or Modo = 6 Then
            Flag_off_alarm = 0
        End If
    End If
End If
Gosub Indicator_error
Gosub Clean_pin
Automatic = 0
End If
End If
Else
    If Remote = 4 Then
        Gosub Clean_pin
    End If
End If

If Remote = 4 And Pin_num < 4 Then
    If Pinb.6 = 1 And Pinb.2 = 1 Then
        Modo = 0
        Writeeprom Modo , 10
        Automatic = 0
        Off_car = 0
        'Sonido
        'Activar Luces Blinkers
        Print #2 , "Alarma armada nuevamente"
        Remote = 0
        Blinc = 0
        Gosub Close_door
        Gosub Blink_red
        Waitms 500

        Repite = 2
        Gosub Blinkers

        Audio_alarm_on = 0
        Flag_vidrios = 1
        Cuenta_vidrios = 0
        Porta.0 = 1
    Else
        Automatic = 0
        Print #2 , "Alarma No puede ser Bloqueada, Puertas mal Cerradas"
        Flag_mal_cerradas = 1

        Gosub Cierre_incorrecto                'Audio
        Flag_mal_cerradas = 1
        Modo = 0
        Writeeprom Modo , 10
        Automatic = 0
        Gosub Close_door
        'Resetflag audio
        Audio_alarm_on = 0
    End If
End If

```

```

End If
If Pinb.1 = 0 Then
    Flag_mal_baul = 1
    Gosub Cierre_incorrecto
End If
Remote = 0
Return
End If
Remote = 0
Return
Clean_pin:
    Pincod(1) = 0
    Pincod(2) = 0
    Pincod(3) = 0
    Pin_num = 1
    Flag_a = 0
    Flag_b = 0
    Flag_c = 0
Return

'Funcion que analiza cuando se apague el carro
Driven:
    Gosub Valet_mode
    'Si las puertas se encuentran cerradas toma el tiempo para activar la alarma
    If Pinb.2 = 1 And Pinb.6 = 1 And Flag_off_car >= 5 Then
        Modo = 1
        Writeeprom Modo , 10
        Automatic = 0
        Print #2 , "Puertas cerradas Inicia tiempo para apagado"
        Off_car = 1
        Portc.5 = 1
        Flag_off_car = 0
        'Porta.7 = 0
    Else
        If Pinb.2 = 0 Or Pinb.6 = 0 And Flag_off_car >= 100 Then
            Print #2 , "ESTA AQUI POR ALGUN SENSOR"
            Gosub Cierre_incorrecto
            Flag_off_car = 80
        End If
    End If
    If Pinb.7 = 0 And Habitaculo = 1 Then
        Portc.6 = 0
    End If
    If Pinb.7 = 1 And Habitaculo = 1 Then
        Portc.6 = 1
    End If
    'Cuando se desconecta la llaves la señal de accesorios comienza conteo
    'para apagar vehiculo
    If Tiempo > 400 And Flag_off_car < 100 And Pinb.7 = 1 Then
        Print #2 , Flag_off_car
        Print #2 , Remote

```

```
    Flag_off_car = Flag_off_car + 1
    Tiempo = 0
End If

Waitms 1

Tiempo = Tiempo + 1

Print #2, "EL TIEMPO: "; Tiempo

If Pinb.7 = 0 Then
    Flag_off_car = 0

End If

If Pinb.7 = 0 And Flag_close_door = 0 Then
    Flag_open_doors = 0
    Flag_close_door = 1
    Gosub Close_door
End If
If Pinb.7 = 1 And Flag_open_doors = 0 Then
    Flag_open_doors = 1
    Flag_close_door = 0
    Gosub Open_door
End If
If Remote = 4 And Pinb.7 = 1 And Pinb.2 = 1 And Pinb.6 = 1 Then
    Modo = 1
    Writeeprom Modo, 10
    Automatic = 0
    Print #2, "Puertas cerradas Inicia tiempo para apagado"
    Off_car = 1
    Portc.5 = 1
    Flag_off_car = 0
    'Porta.7 = 0
End If

Return

Alarma_shock:

Return

Antiasalto:

    Gosub Blink_antiasalto
Return

Blink_red:
'Azul
Portc.0 = 1
```

```
'Rojo  
Toggle Portc.1
```

```
'Verde  
Portd.4 = 1  
Gosub Vidrio_up
```

```
Return
```

```
Blink_green:  
Portc.0 = 1  
Portc.1 = 1  
Toggle Portd.4  
Return
```

```
Blink_blue:  
Toggle Portc.0  
Portc.1 = 1  
Portd.4 = 1  
Return
```

```
Blink_green_off:  
Portc.0 = 1  
Portc.1 = 1  
Toggle Portd.4  
Return
```

```
Blink_shock:  
  If Flag_shock < 4 And Blinc >= 2000 Then  
    Blinc = 0  
    Gosub Blink_red  
    Flag_shock = Flag_shock + 1  
    Toggle Porta.3  
  End If
```

```
  If Flag_shock > 3 And Blinc >= 500 Then  
    Blinc = 0  
    Gosub Blink_green  
    Flag_shock = Flag_shock + 1  
    If Flag_shock = 8 Then  
      Flag_shock = 0  
    End If  
  End If
```

```
Return
```

```
Blink_door:  
  If Flag_shock < 4 And Blinc >= 2000 Then  
    Blinc = 0  
    Gosub Blink_blue  
    Flag_doors = Flag_doors + 1
```

```

    Toggle Porta.3
End If

```

```

If Flag_doors > 3 And Blinc >= 500 Then
    Blinc = 0
    Gosub Blink_green
    Flag_doors = Flag_doors + 1
    If Flag_doors = 8 Then
        Flag_doors = 0
    End If
End If

```

```
Return
```

```
Blink_baul:
```

```

If Flag_baul < 4 And Blinc >= 2000 Then
    Blinc = 0
    Gosub Blink_red
    Flag_baul = Flag_baul + 1
    Toggle Porta.3
End If

```

```

If Flag_baul > 3 And Blinc >= 500 Then
    Blinc = 0
    Gosub Blink_green
    Flag_baul = Flag_baul + 1
    If Flag_baul = 8 Then
        Flag_baul = 0
    End If
End If

```

```
Return
```

```
'Aqui se encuentra la lectura y todo para ANTIASALTO
```

```
'PRUEBA ANTIASALTO
```

```
Blink_antiasalto:
```

```

If Flag_anti < 2 And Blinc >= 500 Then
    Blinc = 0
    Gosub Blink_red
    Flag_anti = Flag_anti + 1
End If

```

```

If Flag_anti > 1 And Flag_anti < 4 And Blinc >= 500 Then
    Blinc = 0
    Gosub Blink_green
    Flag_anti = Flag_anti + 1
End If

```

```

If Flag_anti > 3 And Blinc >= 500 Then
    Blinc = 0
    Gosub Blink_blue
    Flag_anti = Flag_anti + 1
    If Flag_anti = 6 Then

```

```

    Flag_anti = 0
    Cuenta_treinta = Cuenta_treinta + 1
    Writeeprom Cuenta_treinta , 32
  End If
End If
If Cuenta_treinta = 30 Then
  Print #2 , "Ya pasaron 30 segundos"
  Gosub Desactiva_alarma

  Cuenta_treinta = Cuenta_treinta + 1
End If
If Cuenta_treinta = 50 Then
  Gosub Desactiva_alarma
  Print #2 , "Ya pasaron 50 segundos"
  Gosub On_sirena
  Gosub Off_bomba
  Porta.0 = 1
  Cuenta_treinta = Cuenta_treinta + 1
  Writeeprom Cuenta_treinta , 32
  Cuenta_treinta = 0
End If
'===== Tiempo que repite audio
If Cuenta_treinta >= 70 Then
  Cuenta_treinta = 51
  Print #2 , "En intervalos de 20 segundos"
  Porta.0 = 0
  Gosub On_sirena
  Gosub Desactiva_alarma
  Writeeprom Cuenta_treinta , 32
End If
'=====Fin tiempo

If Remote = 1 And Flag_a = 0 Then
  Pincod(pin_num) = 1
  Pin_num = Pin_num + 1
  Print #2 , "Pin Num: " ; Pin_num
  Flag_a = 1
End If
If Remote = 2 And Flag_b = 0 Then
  Pincod(pin_num) = 2
  Pin_num = Pin_num + 1
  Print #2 , "Pin Num: " ; Pin_num
  Flag_b = 1
End If
If Remote = 3 And Flag_c = 0 Then
  Pincod(pin_num) = 3
  Pin_num = Pin_num + 1
  Print #2 , "Pin Num: " ; Pin_num
  Flag_c = 1
End If

```

```

If Remote = 4 Then
  Print #2 , "Pin Num 4: " ; Pin_num
End If

If Remote = 4 And Pin_num >= 3 Then
  Print #2 , "Ok Button presionado a comparacion"
  Print #2 , Pincod(1)
  Print #2 , Pincod(2)
  Print #2 , Pincod(3)
  Print #2 , Pass(1)
  Print #2 , Pass(2)
  Print #2 , Pass(3)
  If Pinb.7 = 0 Then
    Print #2 , "ES 0"
  Else
    Print #2 , "ES 1"
  End If
  'Antialarma Condicion
  '
  If Pincod(2) = Pass(2) And Pincod(1) = Pass(1) And Pincod(3) = Pass(3) And Pinb.7 = 0 Then
  If Pincod(2) = Pass(2) And Pincod(1) = Pass(1) And Pincod(3) = Pass(3) Then
    If Modo = 8 Then
      Print #2 , "PinCode correcto"
      Print #2 , "Modo antiasalto desactivado"

      Segundos_sirena = 0
      Minutos_sirena = 0
      Cuenta_treinta = 0
      Horas = 0
      Flag_on_siren = 0

      Writeeprom Segundos_sirena , 30
      Writeeprom Minutos_sirena , 31
      Writeeprom Cuenta_treinta , 32
      Writeeprom Horas , 33
      Writeeprom Flag_on_siren , 29
      'Print #2 , "Retire la llave de vehiculo"
      Gosub Indicator_ok
      'Buscame
      'Modo = 0
      'Writeeprom Modo , 10
      'Off_car = 0
      'Waitms 400
      'Remote = 0
      Gosub Off_sirena
      Gosub Modo_desactiva
      Audio_alarm_on = 0
      Gosub Clean_pin
    End If
  Else
    If Pin_num >= 3 Then
      If Pinb.7 = 0 Then

```

```
        Print #2 , "PinCode Erroneo"  
    Else  
        Print #2 , "Coloque las llaves en Ignition"  
        Print #2 , "Aqui estoy"  
    End If  
    Gosub Indicator_error  
    Gosub Clean_pin  
    Automatic = 0  
End If  
End If  
Else  
    If Remote = 4 Then  
        Gosub Clean_pin  
    End If  
End If  
Remote = 0  
  
Return  
  
Led_off:  
    Portc.0 = 1  
    Portc.1 = 1  
    Portd.4 = 1  
Return  
  
Led_azul:  
    Portc.0 = 0  
    Portc.1 = 1  
    Portd.4 = 1  
Return  
  
Led_rojo:  
    Portc.0 = 1  
    Portc.1 = 0  
    Portd.4 = 1  
Return  
  
Led_verde:  
    Portc.0 = 1  
    Portc.1 = 1  
    Portd.4 = 0  
Return  
  
Indicator_ok:  
    For I = 0 To 10  
        Portc.0 = 1  
        Portc.1 = 1  
        Toggle Portd.4  
        Waitms 200  
    Next I
```


Return

Indicator_error:

```
For I = 0 To 10
  Portc.0 = 1
  Toggle Portc.1
  Portd.4 = 1
  Waitms 200
Next I
```

Return

Open_door:

```
If Cierre_seguro = 1 Then
  Portc.3 = 1
  Waitms 500
  Portc.3 = 0
  Waitms 200
Else
  Print #2 , "Seguros no se abren Programacion"
End If
```

Return

Close_door:

```
If Cierre_seguro = 1 Then
  Portc.4 = 1
  Waitms 500
  Portc.4 = 0
  Waitms 500
Else
  Print #2 , "Seguros no se cierran Programacion"
End If
```

Return

```
'===== MUSIC ACTIVATION
=====
```

Inicio:

```
Print Chr(126);
Print Chr(7);
Print Chr(160);
Print Chr(48);
Print Chr(48);
Print Chr(48);
Print Chr(48);
```

Return

Centenas:

```
Print Chr(126);
```

```
Print Chr(7);
Print Chr(160);
Print Chr(48);
Print Chr(48);
Print Chr(48);

Return

Fin:

Print Chr(126);

Return

'Alarma activada
On_alarma:
  If Audio_externo = 1 Then
    Porta.7 = 1
    Gosub Inicio
    Print Chr(49);
    Gosub Fin
    Wait 4
    Porta.7 = 0
  End If
Return
Cierre_incorrecto:
  If Audio_externo = 1 Then
    Porta.7 = 1
    Gosub Inicio
    Print Chr(50);
    Gosub Fin
    Wait 4
    Porta.7 = 0
  End If
Return
'Alarma desactivada
Off_alarma_audio:
  If Audio_externo = 1 Then
    Porta.7 = 1
    Gosub Inicio
    Print Chr(51);
    Gosub Fin
    Wait 4
    Porta.7 = 0
  End If
Return
Desactiva_alarma:
  If Audio_externo = 1 Then
    Gosub Inicio
    Print Chr(52);
    Gosub Fin
```

```

    End If
Return
Audio_door_open:
  If Audio_externo = 1 Then
    Porta.7 = 1
    Gosub Inicio
    Print Chr(53);
    Gosub Fin
    Wait 4
    Porta.7 = 0
  End If
Return
Audio_shock_al:
  If Audio_externo = 1 Then
    Gosub Inicio
    Print Chr(54);
    Gosub Fin
  End If
Return
Audio_door_al:
If Audio_externo = 1 Then
  Gosub Inicio
  Print Chr(55);
  Gosub Fin
End If
Return
Audio_cajuela_al:
If Audio_externo = 1 Then
  Gosub Inicio
  Print Chr(56);
  Gosub Fin
End If
Return
Audio_happy:
If Audio_externo = 1 Then
  Gosub Inicio
  Print Chr(57);
  Gosub Fin
End If
Return
'Aqui ingresa cuando lee pin code, para deshabilitar alarma,
'Luego de esto desactiva la alarma
Read_pin:
  If Remote = 1 And Flag_a = 0 Then
    Pincod(pin_num) = 1
    Pin_num = Pin_num + 1
    Print #2 , "Pin Num: " ; Pin_num
    Flag_a = 1
  End If
  If Remote = 2 And Flag_b = 0 Then
    Pincod(pin_num) = 2

```

```

    Pin_num = Pin_num + 1
    Print #2 , "Pin Num: " ; Pin_num
    Flag_b = 1
End If
If Remote = 3 And Flag_c = 0 Then
    Pincod(pin_num) = 3
    Pin_num = Pin_num + 1
    Print #2 , "Pin Num: " ; Pin_num
    Flag_c = 1
End If

If Remote = 4 Then
    Print #2 , "Pin Num 4: " ; Pin_num
End If

If Remote = 4 And Pin_num = 1 Then
    Gosub Open_door
    Gosub Clean_pin
End If

If Remote = 4 And Pin_num >= 3 Then
    Print #2 , "Ok Button presionado"
    Print #2 , "Ok Button presionado Desactiva sensor de SHOCK"
    ' If Pincod(2) = Pass(2) And Pincod(1) = Pass(1) And Pincod(3) = Pass(3) And Pinb.7 = 0 Then
    If Pincod(2) = Pass(2) And Pincod(1) = Pass(1) And Pincod(3) = Pass(3) Then
        Print #2 , "PinCode correcto"
        Flag_on_siren = 0
        Writeeprom Flag_on_siren , 29
        Flag_off_alarm = 0
        Gosub Off_sirena
        Gosub Modo_desactiva

    Else
        Print #2 , Pincod(2)
        Print #2 , Pincod(1)
        Print #2 , Pincod(3)
        If Pin_num >= 3 Then
            If Pinb.7 = 0 Then
                Print #2 , "PinCode Erroneo"
                Flag_off_alarm = 0
                Gosub Clean_pin
            Else
                Print #2 , "Coloque las llaves en Ignition"
                Flag_off_alarm = 0
                Gosub Clean_pin
            End If
        End If
    End If
End If
Else
    If Remote = 4 Then
        Gosub Clean_pin
    End If
End If

```

```

    End If
  End If
  Remote = 0
Return

Modo_desactiva:
  Modo = 1
  Writeeprom Modo , 10
  Pin_num = 1
  Gosub Blink_green
  Blinc = 0
  Automatic = 0
  If Pinb.2 = 1 And Pinb.6 = 1 Then
    Print #2 , "Puertas estaban cerradas"
  Else
    Print #2 , "Puerta se encuentra mal cerrada"
  End If
  Remote = 0
  Gosub Open_door
  Gosub Alarma_desactivada
  Print #2 , "Alarma desactivada Desde control"
  Gosub Audio_door_open
  Modo = 1
  Gosub Off_sirena
  Flag_mal_cerradas = 0
    If Pinb.1 = 1 Then
      Flag_mal_baul = 0
    End If
  Repite = 0
  Gosub Reset_blink
  Gosub Blinkers
Return
Read_boton:

  If Pind.5 = 1 Then
    Print #2 , "4"
    Remote = 4
  End If
  If Pind.6 = 1 Then
    Gosub Led_azul
    Remote = 2
    Number_boton = 2
  End If
  'Stop
  If Pina.5 = 1 Then
    Gosub Led_rojo
    Remote = 3
    Number_boton = 3
  End If
  If Pina.6 = 1 Then
    Gosub Led_verde

```

```

    Remote = 1
    Number_boton = 1
End If

```

```
Return
```

```
Modo_programacion:
```

```
Programmer = 0
```

```
Gosub Led_off
```

```
Wait 1
```

```
Gosub Led_verde
```

```
Wait 1
```

```
Gosub Led_off
```

```
Dim Salir As Byte
```

```
Salir = 0
```

```
'=====
```

```
Salir = 0
```

```
Remote = 0
```

```
Print #2 , "Restart to Fabric"
```

```
Remote = 0
```

```
Do
```

```
    Gosub Read_boton
```

```
    If Remote = 4 Then
```

```
        Print #2 , "Su eleccion es confirme:"
```

```
        Gosub Led_off
```

```
        Remote = 0
```

```
        Wait 1
```

```
        Gosub Eleccion
```

```
    End If
```

```
Loop Until Salir = 4
```

```
If Number_boton = 2 Then
```

```
    Print #2 , "Reiniciando sistema a Fabrica"
```

```
    Gosub Fabric_restar
```

```
Else
```

```
    Print #2 , "No se reinicia el sistema"
```

```
End If
```

```
If Number_boton <> 2 Then 'new
```

```
Do
```

```
    Print #2 , "Activación automatica de Puertas"
```

```
    Salir = 0
```

```
    Remote = 0
```

```
Do
```

```
    Gosub Read_boton
```

```
    If Remote = 4 Then
```

```
        Print #2 , "Su eleccion es confirme:"
```

```
        Gosub Led_off
```

```
        Remote = 0
```

```
        Wait 1
```

```
        Gosub Eleccion
```

```

    End If
    Loop Until Salir = 4
    Cierre_seguro = Number_boton
    Writeeprom Cierre_seguro , 20
    '=====

    Salir = 0
    Remote = 0
    Gosub Cambio_opcion
    Print #2 , "Tiempo de activacion"
    Remote = 0
    Do
        Gosub Read_boton
        If Remote = 4 Then
            Print #2 , "Su eleccion es confirme:"
            Gosub Led_off
            Remote = 0
            Wait 1
            Gosub Eleccion
        End If
    Loop Until Salir = 4
    Tiempo_activa_seguro = Number_boton
    Writeeprom Tiempo_activa_seguro , 21

    If Tiempo_activa_seguro = 1 Then
        Automatic = 0
        Limit_automatic_off = 20
        Limit_automatic = 20
    End If
    If Tiempo_activa_seguro = 2 Then
        Automatic = 0
        Limit_automatic_off = 40
        Limit_automatic = 40
    End If
    If Tiempo_activa_seguro = 3 Then
        Automatic = 0
        Limit_automatic_off = 60
        Limit_automatic = 60
    End If

    '=====

    Salir = 0
    Remote = 0
    Gosub Cambio_opcion
    Print #2 , "Seleccione Audio Externo"
    Remote = 0
    Do
        Gosub Read_boton
        If Remote = 4 Then
            Print #2 , "Su eleccion es confirme:"

```

```

    Gosub Led_off
    Remote = 0
    Wait 1
    Gosub Eleccion
End If
Loop Until Salir = 4
Audio_externo = Number_boton
Writeeprom Audio_externo , 22

```

```
'=====
```

```

Salir = 0
Remote = 0
Gosub Cambio_opcion
Print #2 , "Seleccione Boton Valet"
Remote = 0
Do
    Gosub Read_boton
    If Remote = 4 Then
        Print #2 , "Su eleccion es confirme:"
        Gosub Led_off
        Remote = 0
        Wait 1
        Gosub Eleccion
    End If
Loop Until Salir = 4
Boton_valet = Number_boton
Writeeprom Boton_valet , 23

```

```
'=====
```

```

Salir = 0
Remote = 0
Gosub Cambio_opcion
Print #2 , "Activar la luz de habitaculo"
Remote = 0
Do
    Gosub Read_boton
    If Remote = 4 Then
        Print #2 , "Su eleccion es confirme:"
        Gosub Led_off
        Remote = 0
        Wait 1
        Gosub Eleccion
    End If
Loop Until Salir = 4
Habitaculo = Number_boton
Writeeprom Habitaculo , 24

```



```
'=====
```

```
Salir = 0
Remote = 0
Gosub Cambio_opcion
Print #2 , "Activar anti-asalto"
Remote = 0
Do
  Gosub Read_boton
  If Remote = 4 Then
    Print #2 , "Su eleccion es confirme:"
    Gosub Led_off
    Remote = 0
    Wait 1
    Gosub Eleccion
  End If
Loop Until Salir = 4
Antiasalto_conf = Number_boton
Writeeprom Antiasalto_conf , 25
```

```
'=====
```

```
Salir = 0
Remote = 0
Gosub Cambio_opcion
Print #2 , "Activar Ignition Antiasalto 1 ON - 2 OFF"
Remote = 0
Do
  Gosub Read_boton
  If Remote = 4 Then
    Print #2 , "Su eleccion es confirme:"
    Gosub Led_off
    Remote = 0
    Wait 1
    Gosub Eleccion
  End If
Loop Until Salir = 4
Ignition_off = Number_boton
Writeeprom Ignition_off , 34
```

```
'=====
```

```
Salir = 0
Remote = 0
Gosub Cambio_opcion
Print #2 , "Desea cambiar PIN CODE"
Remote = 0
```

```

Do
  Gosub Read_boton
  If Remote = 4 Then
    Print #2 , "Su eleccion es confirme:"
    Gosub Led_off
    Remote = 0
    Wait 1
    Gosub Eleccion
  End If
Loop Until Salir = 4

If Number_boton = 2 Then
  Print #2 , "Cambiar pin code"
  Gosub Cambio_pin
  Programmer = 2
Else
  Print #2 , "Pin Code se mantiene"
  Programmer = 2
End If

Loop Until Programmer = 2
End If
Return
Cambio_pin:
'=====

Salir = 0
Remote = 0
Gosub Cambio_opcion
Print #2 , "CLAVE 1"
Remote = 0
Do
  Gosub Read_boton
  If Remote = 4 Then
    Print #2 , "Su eleccion es confirme:"
    Gosub Led_off
    Remote = 0
    Wait 1
    Gosub Eleccion
  End If
Loop Until Salir = 4
Pass(1) = Number_boton
Writeeprom Pass(1) , 26

'=====

Salir = 0
Remote = 0
Gosub Cambio_opcion
Print #2 , "CLAVE 2"
Remote = 0

```

```

Do
  Gosub Read_boton
  If Remote = 4 Then
    Print #2 , "Su eleccion es confirme:"
    Gosub Led_off
    Remote = 0
    Wait 1
    Gosub Eleccion
  End If
Loop Until Salir = 4
Pass(2) = Number_boton
Writeeprom Pass(2) , 27

'=====

Salir = 0
Remote = 0
Gosub Cambio_opcion
Print #2 , "CLAVE 3"
Remote = 0
Do
  Gosub Read_boton
  If Remote = 4 Then
    Print #2 , "Su eleccion es confirme:"
    Gosub Led_off
    Remote = 0
    Wait 1
    Gosub Eleccion
  End If
Loop Until Salir = 4
Pass(3) = Number_boton
Writeeprom Pass(3) , 28

'=====

Return
Cambio_opcion:
  For I = 0 To 10 Step 1
    Gosub Blink_red
    Waitms 50
  Next I
Return
Eleccion:
  Do
    Select Case Number_boton
      Case 1 : Gosub Led_verde
      Case 2 : Gosub Led_azul
      Case 3 : Gosub Led_rojo
    End Select
  If Pind.5 = 1 Then

```

```

    Salir = 4
  End If
  Loop Until Salir = 4

```

```
Return
```

```
Desarma_alarma:
```

```

  Modo = 1
  Writeeprom Modo , 10
  Pin_num = 1
  Gosub Blink_green
  Blinc = 0
  Automatic = 0
  'Sonido
  'Encender luz de habitaculo
  'Alarma desactivada
  If Pinb.2 = 1 And Pinb.6 = 1 Then
    Print #2 , "Puertas estaban cerradas"
  Else
    Print #2 , "Puerta se encuentra mal cerrada"
  End If
  Remote = 0
  Gosub Open_door
  Gosub Alarma_desactivada
  If Habitaculo = 1 Then
    Portc.6 = 1
  End If
  Print #2 , "Alarma desactivada Desde control"
  Gosub Audio_door_open
  Flag_mal_cerradas = 0
  If Pinb.1 = 1 Then
    Flag_mal_baul = 0
  End If
  Repite = 0
  Gosub Reset_blink
  Gosub Blinkers

```

```
Return
```

```
Arma_alarma:
```

```

  Modo = 0
  Writeeprom Modo , 10
  Automatic = 0
  Off_car = 0
  'Sonido
  'Activar Luces Blinkers
  Print #2 , "Alarma armada nuevamente"
  Remote = 0
  Blinc = 0
  Gosub Close_door
  Gosub Blink_red
  Waitms 500

```

```

    Audio_alarm_on = 0
Return

On_sirena:
If Flag_on_siren = 0 Then
    Porta.2 = 1
Else
    'Print #2 , "Aqui trata de prender la alarma hacer bucle"

End If
Return

Off_sirena:
    If Flag_on_siren <> 1 Then
        Segundos_sirena = 0
        Minutos_sirena = 0
    End If
    Porta.2 = 0
Return
Restart_sirena:
    Segundos_sirena = 0
    Minutos_sirena = 0
    Flag_on_siren = 0

Return

Off_bomba:
    Portc.5 = 1
Return
Vidrio_up:
'===== UP VIDRIOS =====
    If Flag_vidrios = 1 Then
        Cuenta_vidrios = Cuenta_vidrios + 1
    '    Print #2 , "VIDRIOS" ; Cuenta_vidrios
        If Cuenta_vidrios >= 20 Then
            Print #2 , "VIDRIOS CERRADOS" ; Cuenta_vidrios
            Porta.0 = 0
            Flag_vidrios = 0
            Cuenta_vidrios = 0
        End If
    End If
'===== END UP VIDRIOS =====

Return

Vidrio_stop:
    Print #2 , "VIDRIOS NO CIERRAN" ; Cuenta_vidrios
    Porta.0 = 0
    Flag_vidrios = 0
    Cuenta_vidrios = 0

```

Return

Valet_mode:

```

If Boton_valet = 1 Then
  If Pinb.0 = 0 Then
    Print #2 , "En modo valet"
    Dim Conteos As Word
    Conteos = 0
    Do
      Waitms 1
      Conteos = Conteos + 1
    Loop Until Pinb.0 = 1 Or Conteos > 4000
    If Conteos >= 4000 Then
      Print #2 , "Entrando en modo Valet"
      Modo = 2
      Writeeprom Modo , 10
    Else
      Print #2 , "No puede entrar modo valet no cumple tiempo minimo de presion"
    End If
  End If
End If

```

Return

Blinkers:

```

For I = 0 To Repite Step 1
  Porta.3 = 1
  Waitms 500
  Porta.3 = 0
  Waitms 500
Next I
Repite = 0
If Flag_buscame = 1 Then
  Flag_buscame = 0
  Porta.2 = 0
  Print #2 , "Se apago"
  Remote = 0
End If

```

Return

Reset_blink:

```

Segundos_sirena = 0
  Minutos_sirena = 0
  Cuenta_treinta = 0
  Horas = 0
  Flag_on_siren = 0
  Writeeprom Segundos_sirena , 30
  Writeeprom Minutos_sirena , 31
  Writeeprom Cuenta_treinta , 32
  Writeeprom Horas , 33
  Writeeprom Flag_on_siren , 29

```

Return

Fabric_restar:

```

Modo = 0
Writeeprom Modo , 10
Print #2 , "Grabando primera vez eeprom"
Cierre_seguro = 1
Tiempo_activa_seguro = 1
Audio_externo = 1
Boton_valet = 1
Habitaculo = 1
Antiasalto_conf = 1
If Tiempo_activa_seguro = 1 Then
  Automatic = 0
  Limit_automatic_off = 20
  Limit_automatic = 20
End If
Pass(1) = 2
Pass(2) = 3
Pass(3) = 1
Ignition_off = 1
Writeeprom Cierre_seguro , 20
Writeeprom Tiempo_activa_seguro , 21
Writeeprom Audio_externo , 22
Writeeprom Boton_valet , 23
Writeeprom Habitaculo , 24
Writeeprom Antiasalto_conf , 25
Writeeprom Pass(1) , 26
Writeeprom Pass(2) , 27
Writeeprom Pass(3) , 28
Writeeprom Flag_on_siren , 29
Writeeprom Segundos_sirena , 30
Writeeprom Minutos_sirena , 31
Writeeprom Cuenta_treinta , 32
Writeeprom Horas , 33
Writeeprom Ignition_off , 34
Print #2 , "Leyendo modo eeprom: " ; Modo
Print #2 , "Cierre Seguro: " ; Cierre_seguro
Print #2 , "tiempo activa seguro: " ; Tiempo_activa_seguro
Print #2 , "audio externo: " ; Audio_externo
Print #2 , "boton valet: " ; Boton_valet
Print #2 , "habitaculo: " ; Habitaculo
Print #2 , "antiasalto config: " ; Antiasalto_conf
Print #2 , "pass (1): " ; Pass(1)
Print #2 , "pass (2): " ; Pass(2)
Print #2 , "pass (3): " ; Pass(3)
Print #2 , "Flag Sirena: " ; Flag_on_siren
Print #2 , "Segundos sirena: " ; Segundos_sirena
Print #2 , "Minutos Sirena: " ; Minutos_sirena
Print #2 , "Valor de conteo: " ; Cuenta_treinta
Print #2 , "Horas sirena: " ; Horas
Print #2 , "Ignition Antiasalto: " ; Ignition_off
Return
End

```

PROGRAMACIÓN PIC EMISOR

```

char tempbyte;
char i=0;
char conteo=0;
char xor=0;
//Led On - Off
void Onled()
{
    portb.F0=1;
    porta.F1=1;
}
void Offled()
{
    portb.F0=0;
    porta.F1=0;
}
//Buttons Configuration
void button1()
{
    UART1_Write(0xEA);
    UART1_Write(0xA0);
    UART1_Write(0x0F);
    UART1_Write(0x01);
    UART1_Write(0x01);
    xor = 0xA0 ^ 0x0F ^ 0x01 ^ 0x01;
    UART1_Write(xor);
    UART1_Write(0xEC);
}
void button2()
{
    UART1_Write(0xEA);
    UART1_Write(0xA0);
    UART1_Write(0x0F);
    UART1_Write(0x01);
    UART1_Write(0x02);
    xor = 0xA0 ^ 0x0F ^ 0x01 ^ 0x02;
    UART1_Write(xor);
    UART1_Write(0xEC);
}
void button3()
{
    UART1_Write(0xEA);
    UART1_Write(0xA0);
    UART1_Write(0x0F);
    UART1_Write(0x01);
    UART1_Write(0x03);
    xor = 0xA0 ^ 0x0F ^ 0x01 ^ 0x03;
    UART1_Write(xor);
    UART1_Write(0xEC);
}

```



```

}
void button4()
{
    UART1_Write(0xEA);
    UART1_Write(0xA0);
    UART1_Write(0x0F);
    UART1_Write(0x01);
    UART1_Write(0x04);
    xor = 0xA0 ^ 0x0F ^ 0x01 ^ 0x04;
    UART1_Write(xor);
    UART1_Write(0xEC);
}
void interrupt(void)
{
    if (INTCON.RBIF==1)
    {
        tempbyte = PORTB;
        Onled();
        INTCON.RBIF=0;
        INTCON.RBIE=0;
        INTCON.RBIE=1;
    }
}
void main()
{
    trisb=0b011110000;
    trisa=0b00000000;
    porta=0;
    cmcon=7;
    portb=0;
    INTCON.RBIE = 1;
    INTCON.GIE = 1;
    UART1_Init(1200);
    OPTION_REG.F7=0;
    while(1)
    {
        if ((portb.F4==1)&&(portb.F5==1)&&(portb.F6==1)&&(portb.F7==1))
        {
            Offled();
            asm {
                SLEEP;
            }
        }
        if (tempbyte.F4==0)
            button1();
        if (tempbyte.F5==0)
            button2();
        if (tempbyte.F6==0)
            button3();
        if (tempbyte.F7==0)

```

```
button4());
```

PROGRAMACIÓN PIC RECEPTOR

```
char receive=0;
char buscar[8];
char dato[50];
char conteo=0;
char flag=0;
char xor=0;
char i=0;
void main() {

    trisb=0;
    portb=0;
    UART1_Init(1200);

    for (i=0;i<10;i++)
    {
        portb.F3=1;
        delay_ms(100);
        portb.F3=0;
        delay_ms(100);
    }
    buscar[0]=0XEA;
    buscar[1]=0XA0;
    buscar[2]=0X0F;
    buscar[3]=0X01;
    buscar[4]=0XEC;

    while(1)
    {

        if (UART1_Data_Ready() == 1)
        {
            receive = UART1_Read();

            if (receive==buscar[4])
            {
                flag=2;
            }
            if (receive==buscar[0])
            {
                UART1_Write(receive);
                flag=1;
            }
            if (flag==1)
            {
                if (conteo<50)
                    dato[conteo]=receive;
                conteo=conteo+1;
            }
        }
    }
}
```

```
}
if (flag==2)
{
  xor=dato[1]^dato[2]^dato[3]^dato[4];
  if (xor==dato[5])
  {
    xor=0;
    flag=0;
    conteo=0;
    if (dato[4]==1)
    {
      portb.F4=1;
      delay_ms(50);
      portb.F4=0;
    }
    if (dato[4]==2)
    {
      portb.F5=1;
      delay_ms(50);
      portb.F5=0;
    }
    if (dato[4]==3)
    {
      portb.F6=1;
      delay_ms(50);
      portb.F6=0;
    }
    if (dato[4]==4)
    {
      portb.F7=1;
      delay_ms(50);
      portb.F7=0;
    }
    for (i=0;i<50;i++)
    {
      dato[i]=0;
    }
  }
  else
  {
    xor=0;
    flag=0;
    conteo=0;
  }
}

}

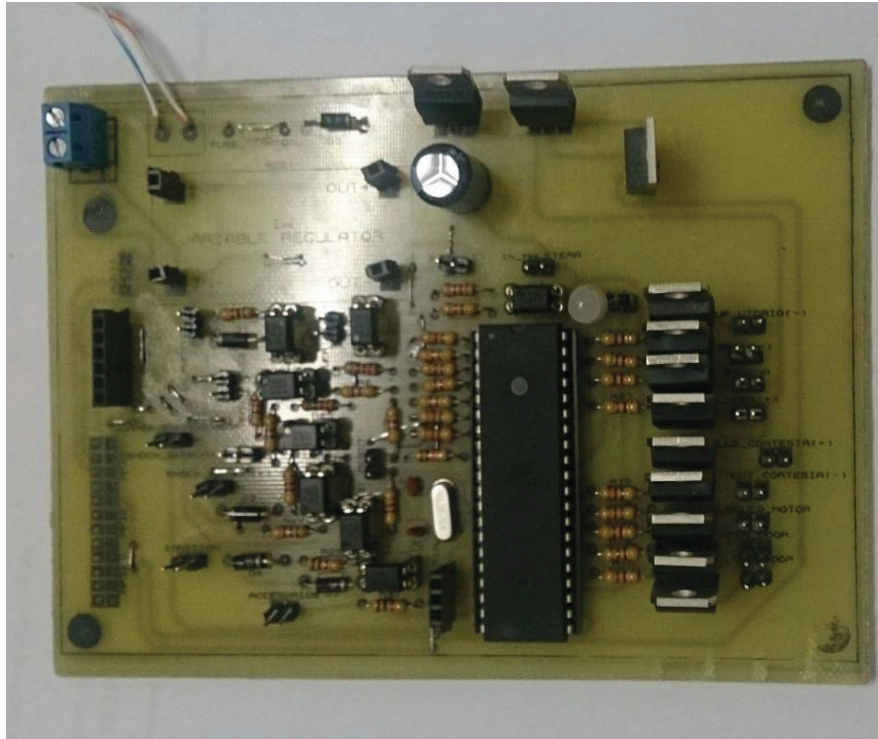
}

}
```

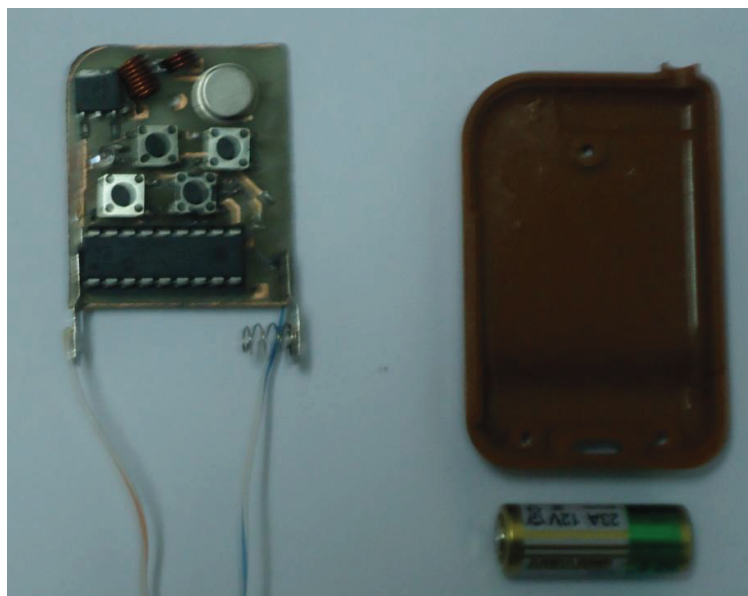
ANEXO 3

**PROCESO DE ENSAMBLAJE – BORRADORES Y PLACA FINAL DEL
MÓDULO DE ALARMA**

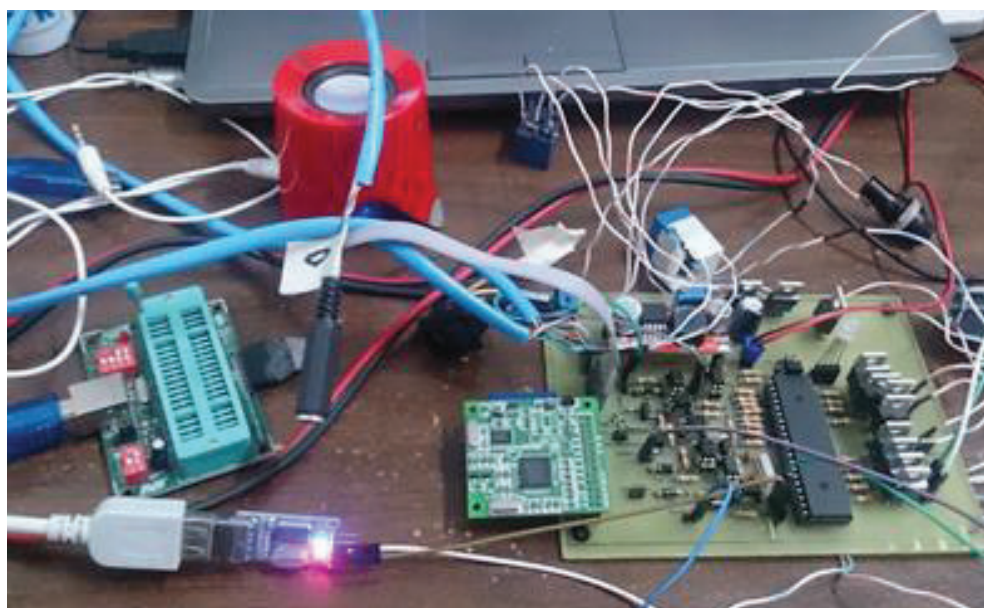
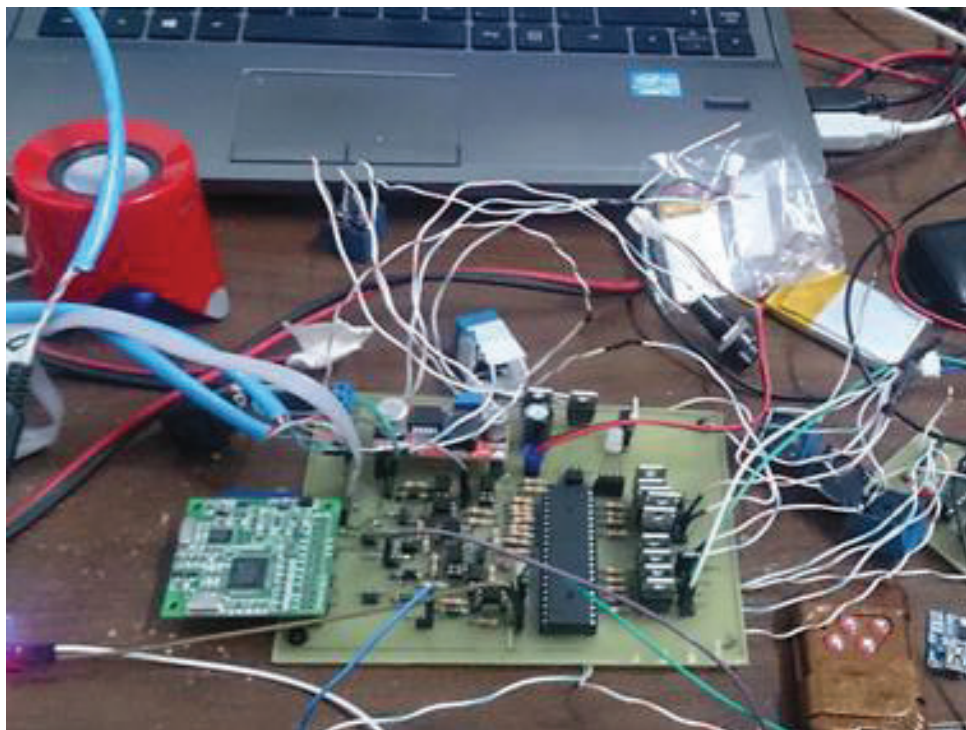
Placa módulo borrador



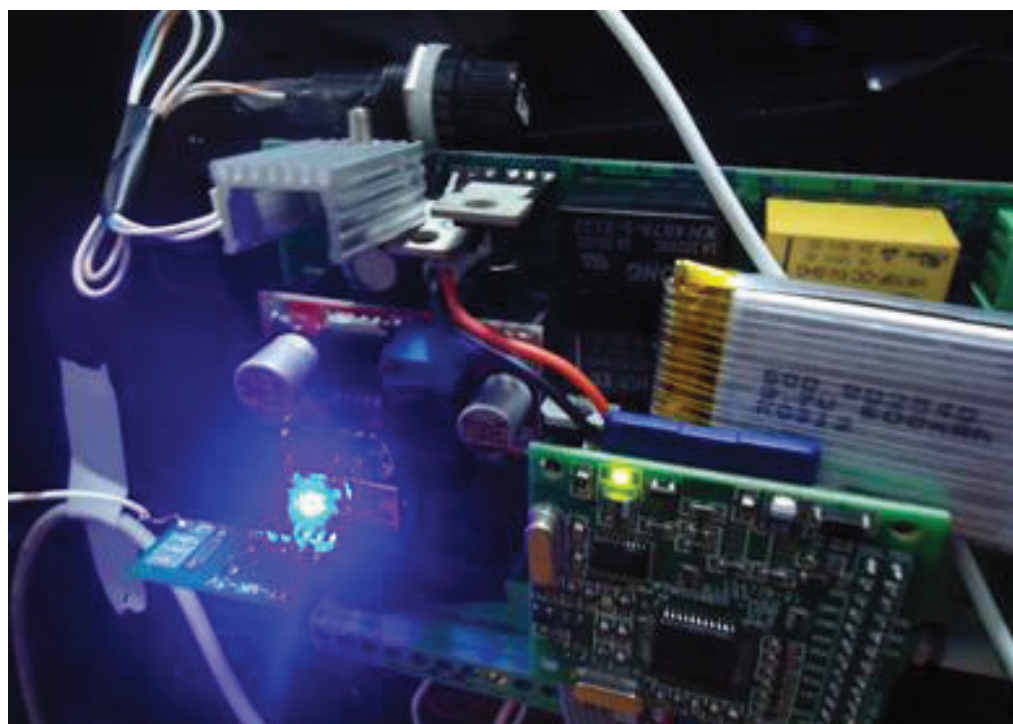
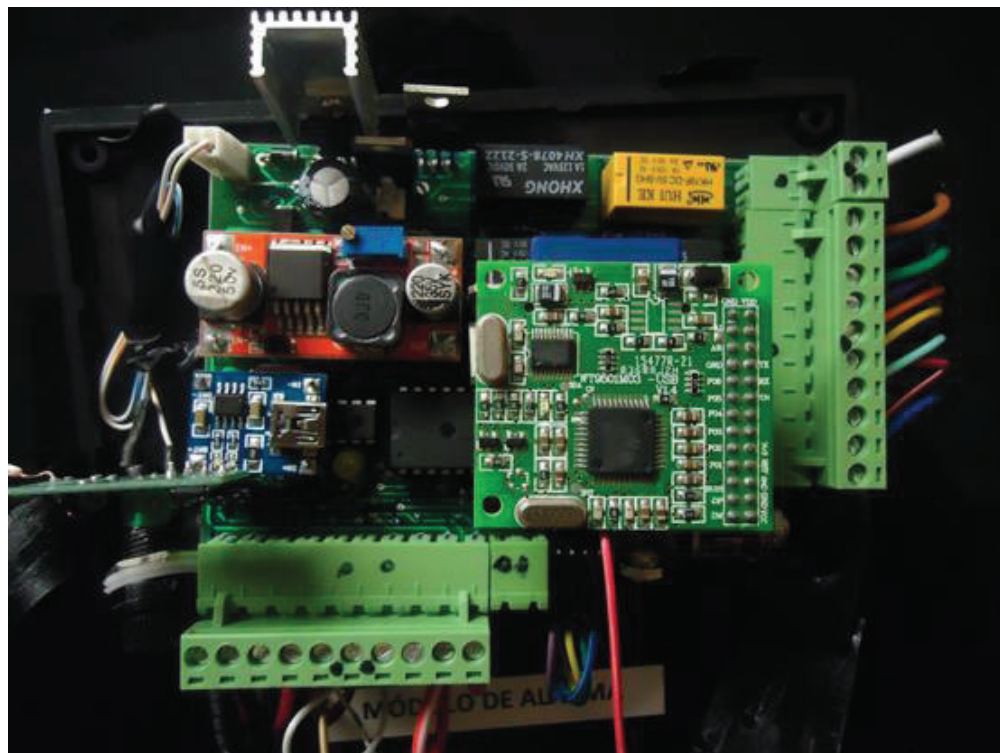
Emisor de control a distancia borrador



Pruebas de la placa borrador



Placa Final



Emisor del control a distancia, placa final

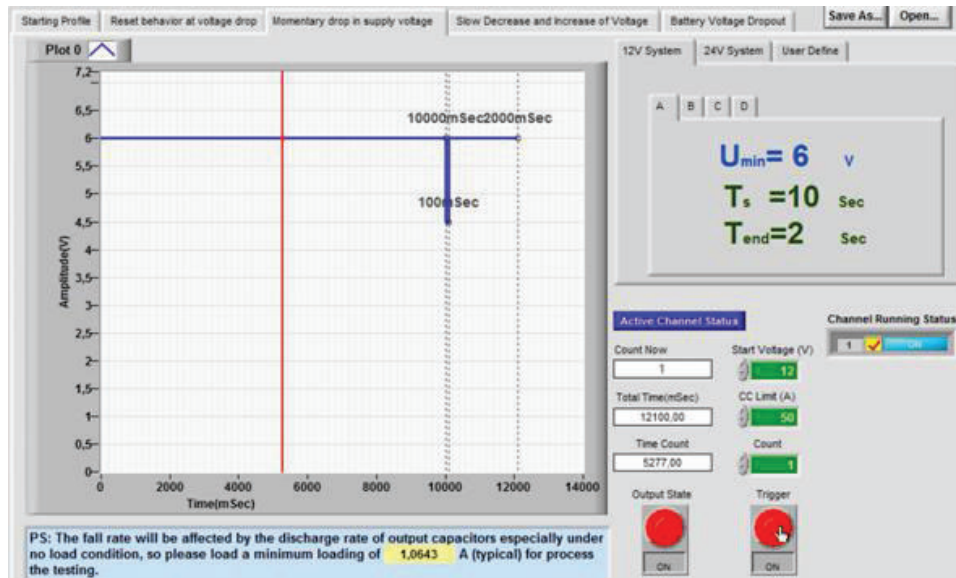


ANEXO 4

**FORMAS DE ONDA Y TENSIONES PROVENIENTES DEL SIMULADOR DE
CONDICIONES ELÉCTRICAS**

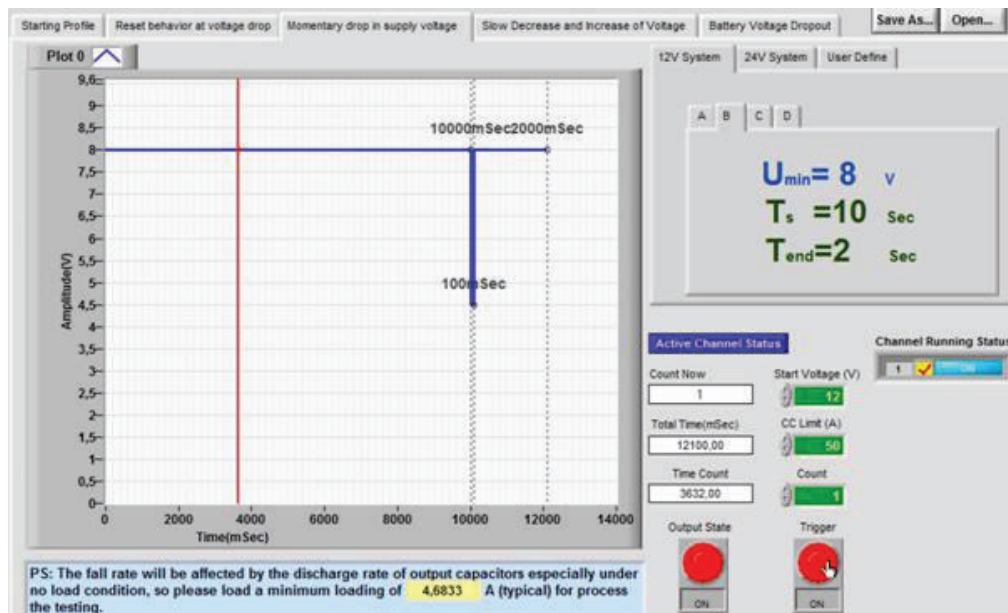
Ensayo de discontinuidad de corriente (caída momentánea de tensión)

Prueba A



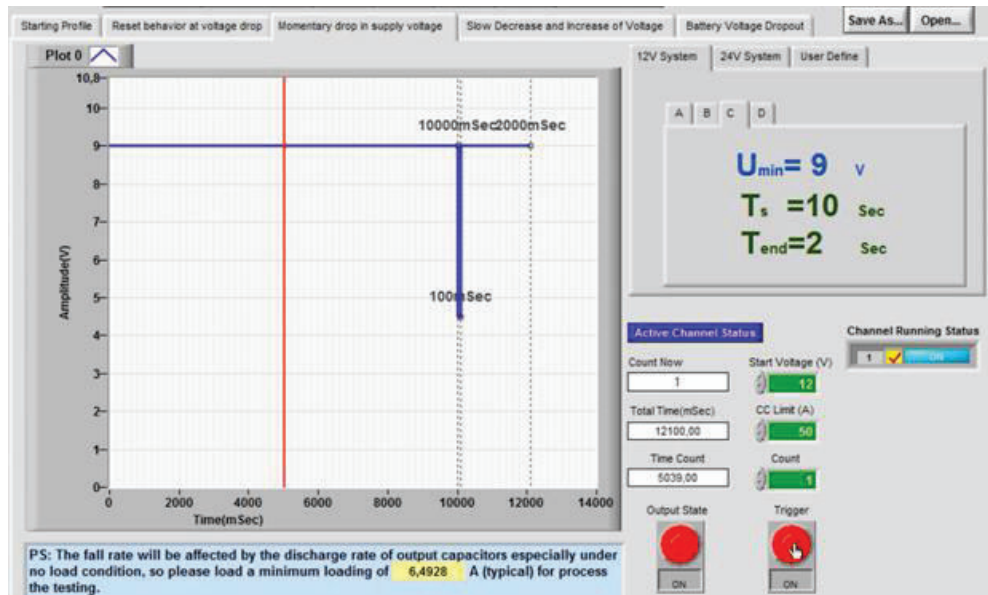
Ensayo de discontinuidad de corriente (caída momentánea de tensión)

Prueba B



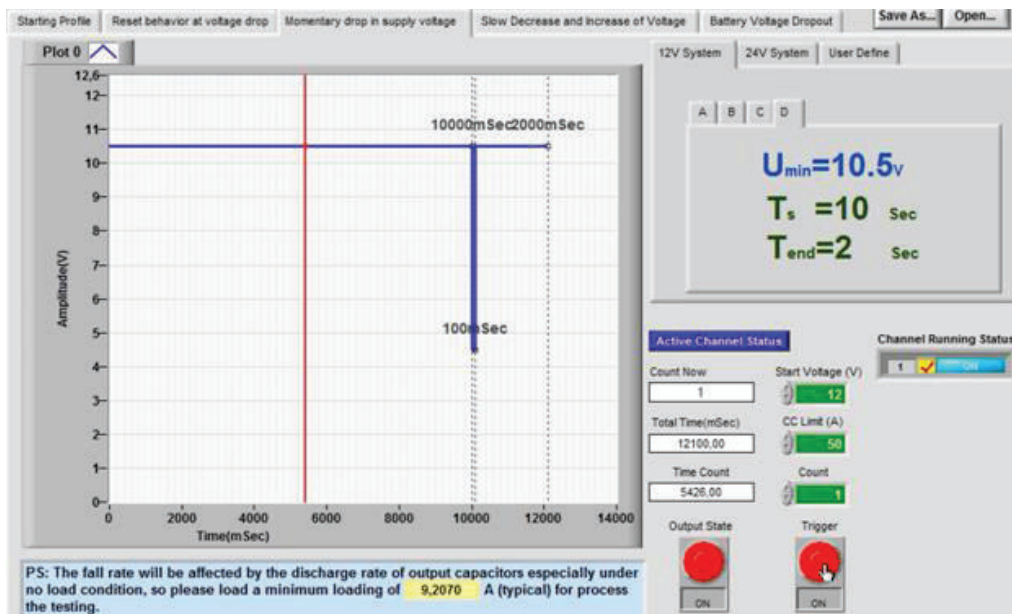
Ensayo de discontinuidad de corriente (caída momentánea de tensión)

Prueba C



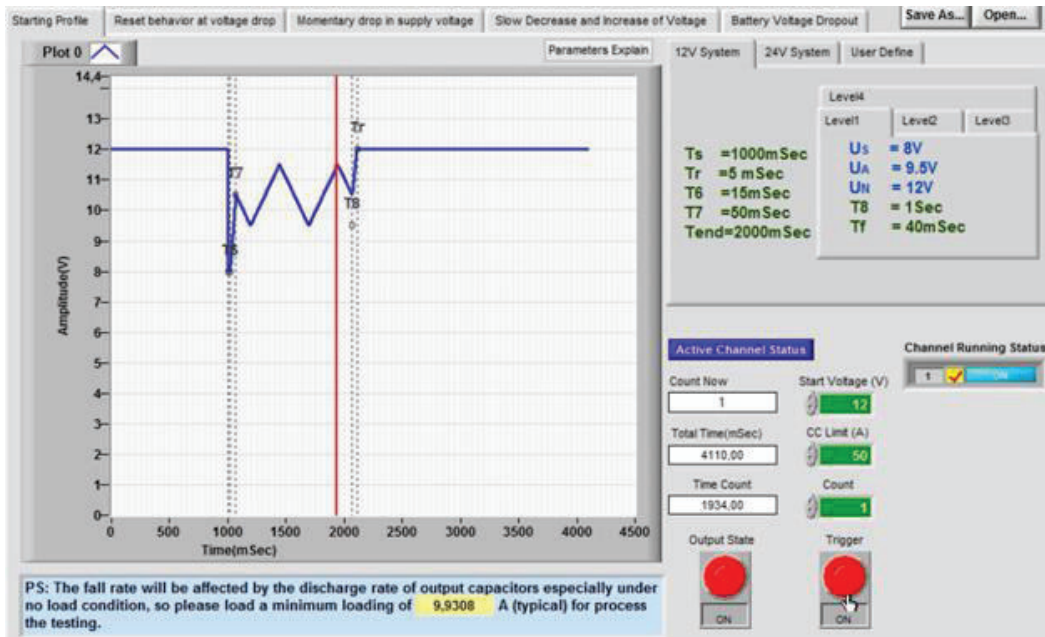
Ensayo de discontinuidad de corriente (caída momentánea de tensión)

Prueba D



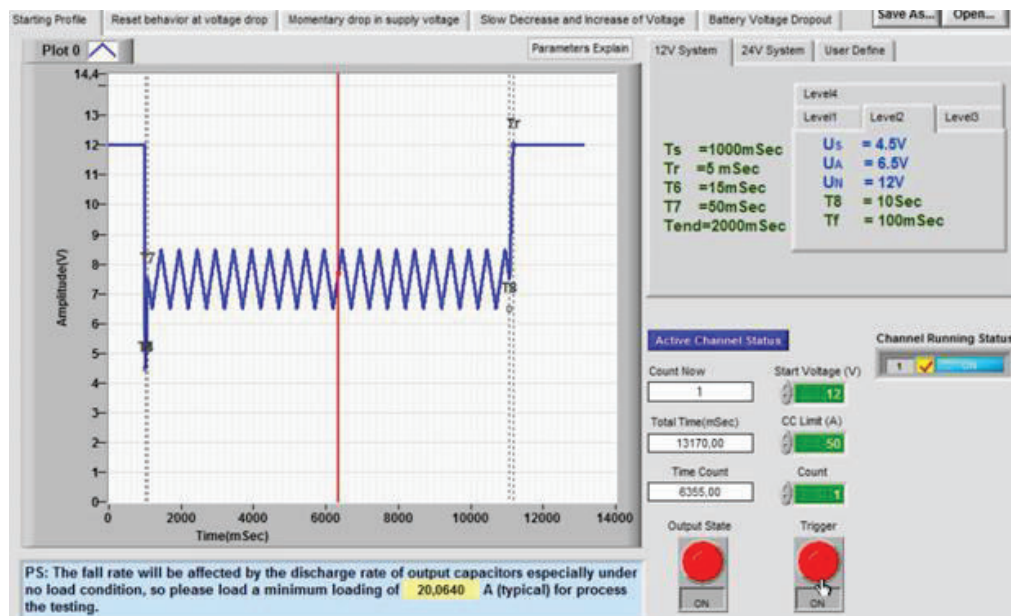
Ensayo de condición de arranque

Prueba Nivel 1



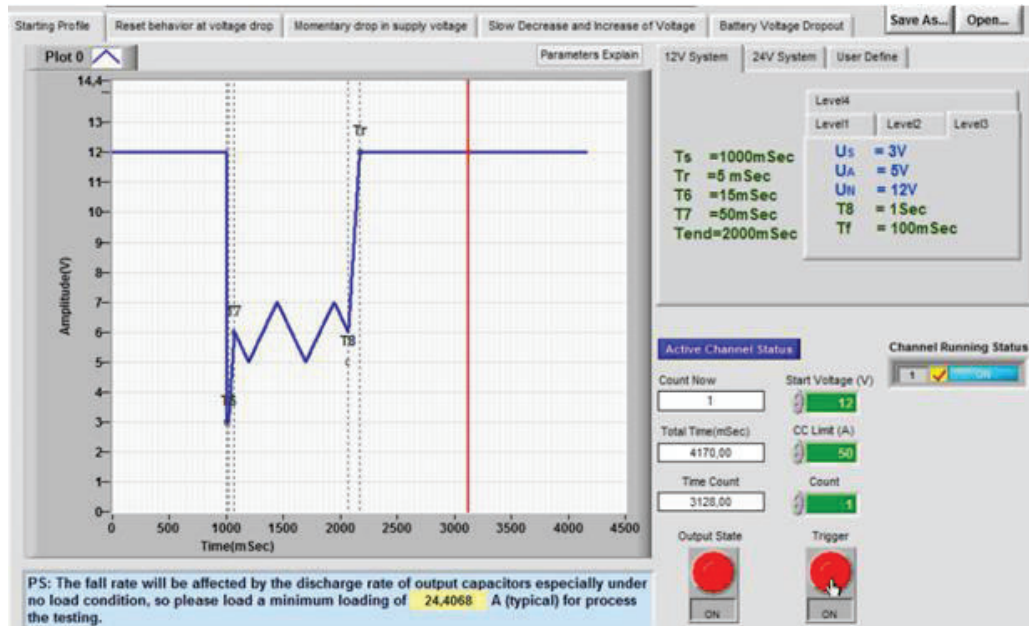
Ensayo de condición de arranque

Prueba Nivel 2



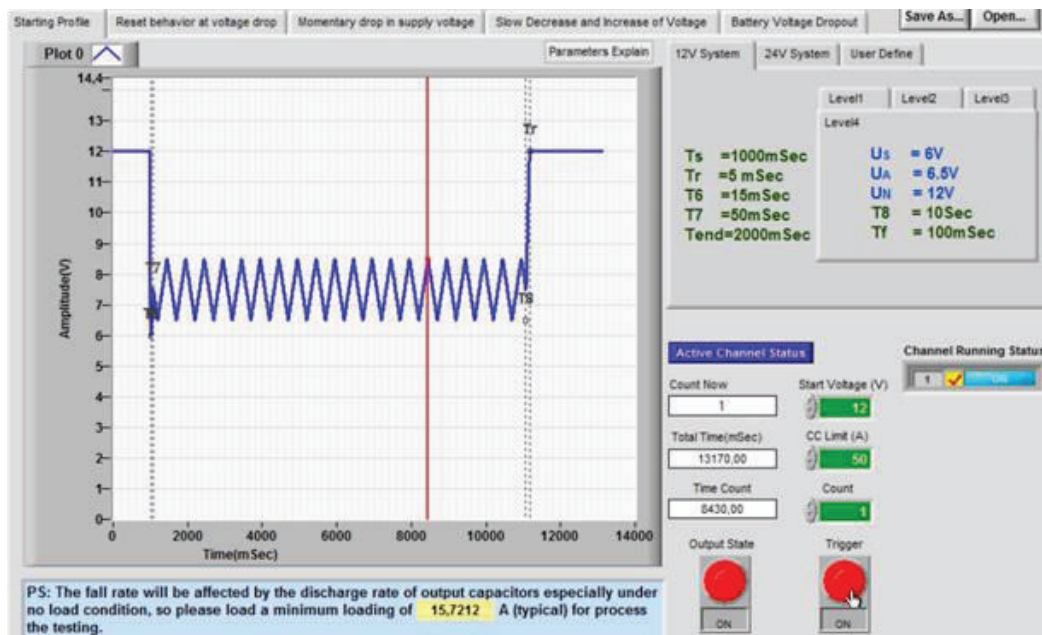
Ensayo de condición de arranque

Prueba Nivel 3



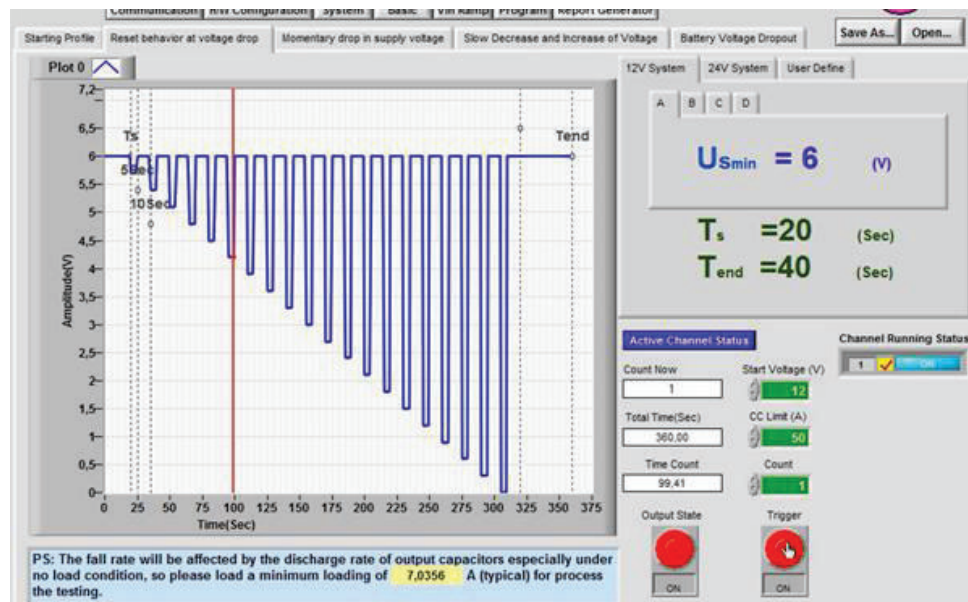
Ensayo de condición de arranque

Prueba Nivel 4



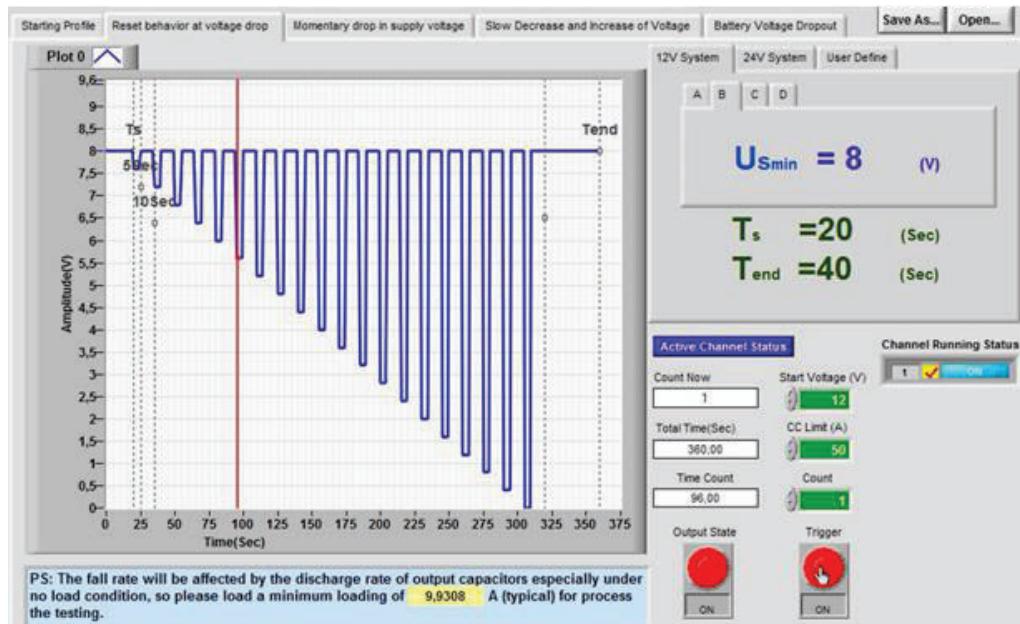
Ensayo de reseteo ante la caída de tensión

Prueba A



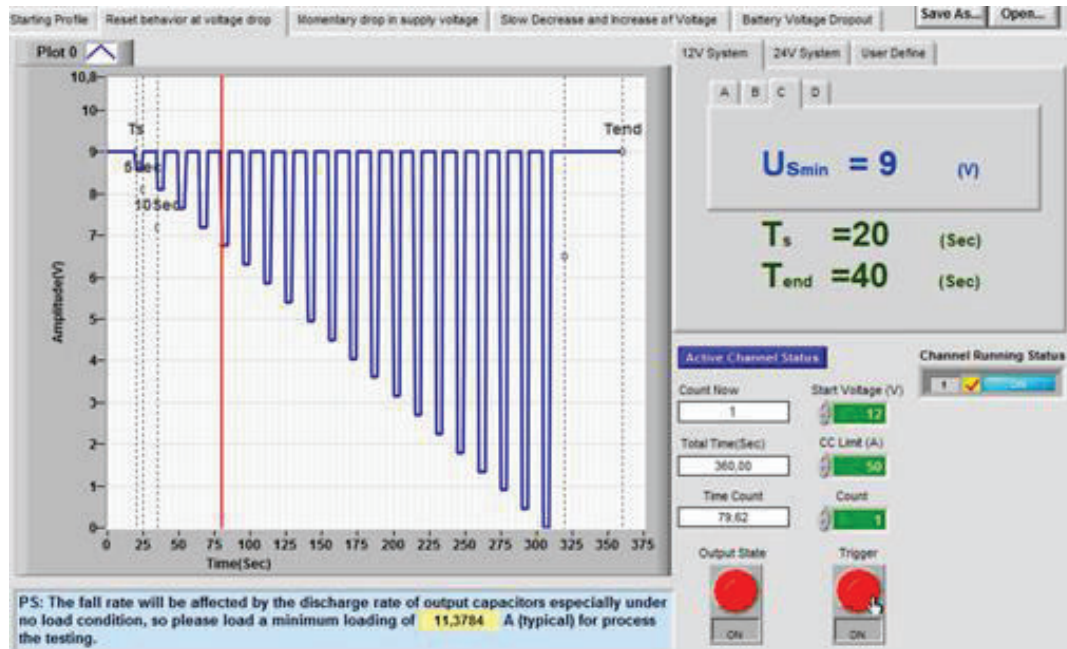
Ensayo de reseteo ante la caída de tensión

Prueba B



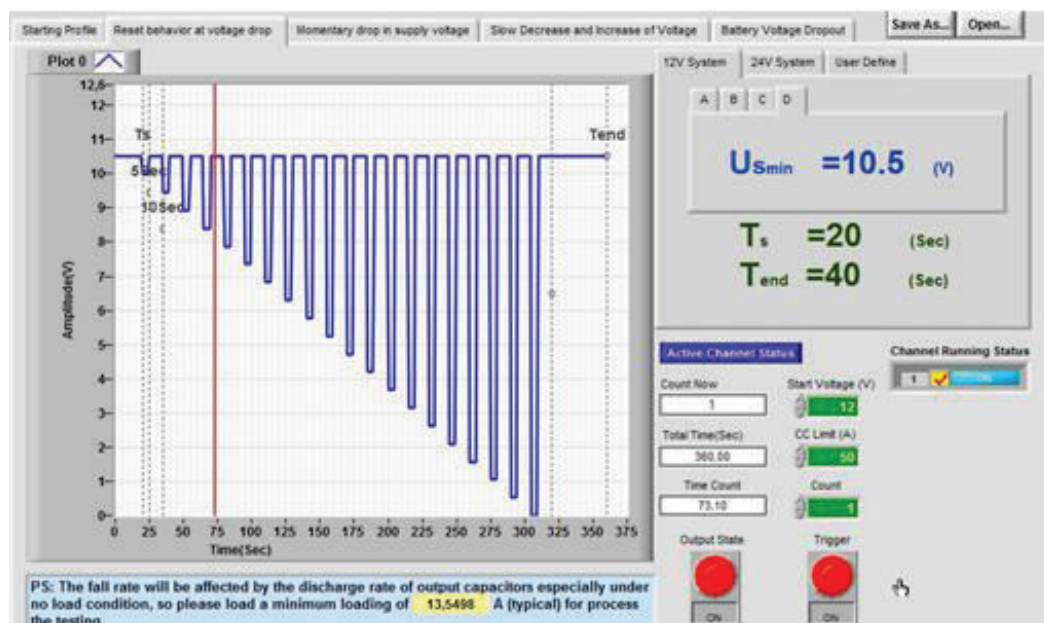
Ensayo de reseteo ante la caída de tensión

Prueba C



Ensayo de reseteo ante la caída de tensión

Prueba D



Ensayo de inversión de polaridad $4V \pm 0,2$ (se ha colocado 4,55V por compensación de consumo de tensión en diodos rectificadores de protección)

Setting Parameters				Reading Value				Output
No. Active	Output Name	Voltage (V)	Current (A)	Voltage Reading (V)	Current Reading (A)	Power Reading (W)	CV / CC Status	All Off
1		4,55	50,00	4,5519	1,3066	5,9	CV	ON
62000P Series DC Power Supply								
62000P Series DC Power Supply								
62000P Series DC Power Supply								
62000P Series DC Power Supply								

Ensayo de inversión de polaridad $14V \pm 0,2$ (se ha colocado 15V por compensación de consumo de tensión en diodos rectificadores de protección)

Setting Parameters				Reading Value				Output
No. Active	Output Name	Voltage (V)	Current (A)	Voltage Reading (V)	Current Reading (A)	Power Reading (W)	CV / CC Status	All Off
1		15,00	50,00	15,0020	0,0000	0,0	CV	ON
62000P Series DC Power Supply								
62000P Series DC Power Supply								
62000P Series DC Power Supply								
62000P Series DC Power Supply								

Ensayo de sobretensión $24V \pm 0,2$

Setting Parameters				Reading Value				Output
No. Active	Output Name	Voltage (V)	Current (A)	Voltage Reading (V)	Current Reading (A)	Power Reading (W)	CV / CC Status	All Off
1		24,00	50,00	23,9990	1,2358	29,7	CV	ON
62000P Series DC Power Supply								
62000P Series DC Power Supply								
62000P Series DC Power Supply								
62000P Series DC Power Supply								

ANEXO 5

MATRICES DE REGISTRO DE RESULTADOS

Módulo 1

MÓDULO ALARMA 1																							
Función	Caída momentánea de tensión			Condición de Arranque						Reseteo ante caída de tensión		Inversión de tensión		Sobretensión									
	Pre P.	Post P.	Prueba C	P. Nivel 1	Pre P.	Post P.	P. Nivel 2	Pre P.	Post P.	P. Nivel 3	Pre P.	Post P.	P. Nivel 4	Pre P.	Post P.	4V ± 0,2	14V ± 0,2	Pre P.	Post P.	24V ± 0,2			
Alarma amada	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Alarma desarmada	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Disparo S. golpe	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Disparo por puertas Modo Valet	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Antiasalto	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Estatus funcional (Antiasalto)	Prueba C			P. Nivel 1			P. Nivel 2			P. Nivel 3			P. Nivel 4			Prueba C		4V ± 0,2		14V ± 0,2		24V ± 0,2	
	C			A			C			C			C			C		C		C		A	

Módulo 2

MÓDULO ALARMA 2																							
Función	Caída momentánea de tensión			Condición de Arranque						Reseteo ante caída de tensión		Inversión de tensión		Sobretensión									
	Pre P.	Post P.	Prueba B	P. Nivel 1	Pre P.	Post P.	P. Nivel 2	Pre P.	Post P.	P. Nivel 3	Pre P.	Post P.	P. Nivel 4	Pre P.	Post P.	4V ± 0,2	14V ± 0,2	Pre P.	Post P.	24V ± 0,2			
Alarma armada	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Alarma desarmada	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Disparo S. golpe	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Disparo por puertas Modo Valet	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Antiasalto	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Estatus funcional (Antiasalto)	Prueba B			P. Nivel 1			P. Nivel 2			P. Nivel 3			P. Nivel 4			Prueba B		4V ± 0,2		14V ± 0,2		24V ± 0,2	
	A			A			A			B			A			B		E		E		E	

Módulo propuesto

MÓDULO PROPUESTO														
Función	Caída momentánea de tensión		Condición de Arranque				Reseteo ante caída de tensión		Inversión de tensión		Sobretensión			
	Prueba D	Pre P.	Post P.	P. NIVEL 1	P. NIVEL 2	P. NIVEL 3	P. NIVEL 4	Prueba D	Pre P.	Post P.	4V ± 0,2	14V ± 0,2	24V ± 0,2	
Alarma armada	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Alarma desarmada	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Disparo S. golpe	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Disparo por puertas	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Modo Valet	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Antiasalto	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Estatus funcional (Antiasalto)	Prueba D		P. Nivel 1		P. Nivel 2		P. Nivel 3		P. Nivel 4		4V ± 0,2		14V ± 0,2	
	B		A		B		B		B		B		E	
											24V ± 0,2		A	

Matriz de observaciones durante pruebas

Caída momentánea de tensión

“Durante la prueba”, se refiere a la caída momentánea de tensión de 4,5V durante los 10ms.

Caída momentánea de tensión							
	Prueba	Seguros de puertas	Sirena	Led del módulo	Led del bloqueo del motor	Salida de la función	Estado funcional obtenido
Módulo 1	Durante	Cerrados	Apagado	Apagado	Encendido		C
	Después	Cerrados	Emitte otra secuencia de tonos distinta a la última etapa del antiataque	Apagado con destellos de luz ocasionales	Apagado	Valet o control remoto	
Módulo 2	Durante	Cerrados	Emitte secuencia normal de tonos respecto a última etapa de antiataque	Emitte intermitencia normal de luz referente a la última etapa del antiataque	Encendido		A
	Después	Cerrados	Emitte secuencia normal de tonos respecto a última etapa de antiataque	Emitte intermitencia normal de luz referente a la última etapa del antiataque	Encendido	Valet	
Módulo Propuesto	Durante	Cerrados	Apagado	Apagado	Apagado		B
	Después	Cerrados	Reinicio a la secuencia normal de tonos respecto a última etapa de antiataque	Emitte intermitencia normal de los 3 colores referente a la última etapa del antiataque	Encendido	Control Remoto	

Reseteo ante la caída de tensión

En el módulo 1, empezaron a existir los cambios descritos a partir de una caída correspondiente al 85% del valor de tensión mínima (9V), es decir a 7,65V. En el módulo 2, empezaron a existir los cambios descritos a partir del 70% de la tensión mínima de alimentación (8V), es decir a 5,6V. En el módulo propuesto, empezaron a existir los cambios descritos a partir del 60% de la tensión mínima de alimentación (10,5V), es decir a 6,3V.

Reseteo ante la caída de tensión							
	Prueba	Seguros de puertas	Sirena	Led del módulo	Led del bloqueo del motor	Salida de la función	E status funcional obtenido
Módulo 1	Durante	Cerrados	Apagado y posterior emisión de otra secuencia de tonos distinta a la última etapa del antiataque	Apagado con destellos ocasionales de luz	Apagado y encendido		C
	Después	Cerrados	Emite otra secuencia de tonos distinta a la última etapa del antiataque	Apagado con destellos ocasionales de luz	Apagado	Valet o control remoto	
Módulo 2	Durante	Cerrados	Apagado y reinicio de la secuencia normal de tonos respecto a última etapa de antiataque	Apagado y reinicio de la emisión de la intermitencia normal de luz referente a la última etapa del antiataque	Apagado y encendido		B
	Después	Cerrados	Emite secuencia normal de tonos respecto a última etapa de antiataque	Emite intermitencia normal de luz referente a la última etapa del antiataque	Encendido	Valet	
Módulo Propuesto	Durante	Cerrados	Apagado y reinicio de la secuencia normal de tonos respecto a última etapa de antiataque	Apagado y reinicio de la emisión de la intermitencia normal de los 3 colores referente a la última etapa del antiataque	Apagado y encendido		B
	Después	Cerrados	Reinicio de la secuencia normal de tonos respecto a última etapa de antiataque	Intermitencia normal de los 3 colores referente a la última etapa del antiataque	Encendido	Control Remoto	

Condición de arranque – Nivel 1

“Durante la prueba”, se refiere a la caída de tensión durante t_8

Condición de arranque - Nivel 1							
	Prueba	Seguros de puertas	Sirena	Led del módulo	Led del bloqueo del motor	Salida de la función	Estado funcional obtenido
Módulo 1	Durante	Cerrados	Emite secuencia normal de tonos respecto a última etapa de antiasalto	Emite intermitencia normal de luz referente a la última etapa del antiasalto	Apagado		A
	Después	Cerrados	Emite secuencia normal de tonos respecto a última etapa de antiasalto	Emite intermitencia normal de luz referente a la última etapa del antiasalto	Apagado	Valet	
Módulo 2	Durante	Cerrados	Emite secuencia normal de tonos respecto a última etapa de antiasalto	Emite intermitencia normal de luz referente a la última etapa del antiasalto	Encendido		A
	Después	Cerrados	Emite secuencia normal de tonos respecto a última etapa de antiasalto	Emite intermitencia normal de luz referente a la última etapa del antiasalto	Encendido	Valet	
Módulo Propuesto	Durante	Cerrados	Emite secuencia normal de tonos respecto a última etapa de antiasalto	Emite intermitencia normal de los 3 colores referente a la última etapa del antiasalto	Encendido		A
	Después	Cerrados	Emite secuencia normal de tonos respecto a última etapa de antiasalto	Emite intermitencia normal de los 3 colores referente a la última etapa del antiasalto	Encendido	Control Remoto	

Condición de arranque – Nivel 2

“Durante la prueba”, se refiere a la caída de tensión durante t_8

Condición de arranque - Nivel 2							
	Prueba	Seguros de puertas	Sirena	Led del módulo	Led del bloqueo del motor	Salida de la función	Estatus funcional obtenido
Módulo 1	Durante	Cerrados	Apagado	Apagado	Encendido		C
	Después	Cerrados	Emita otra secuencia de tonos distinta a la última etapa del antiasalto	Apagado con destellos ocasionales de luz	Apagado	Valet control remoto	
Módulo 2	Durante	Cerrados	Emita secuencia normal de tonos respecto a última etapa de antiasalto	Emita intermitencia normal de luz referente a la última etapa del antiasalto	Encendido		A
	Después	Cerrados	Emita secuencia normal de tonos respecto a última etapa de antiasalto	Emita intermitencia normal de luz referente a la última etapa del antiasalto	Encendido	Valet	
Módulo Propuesto	Durante	Cerrados	Apagado y emisión de tono de antiasalto como si hubiera transcurrido 10 minutos del antiasalto	Emita intermitencia normal de los 3 colores referente a la última etapa del antiasalto	Encendido		B
	Después	Cerrados	Reinicio a la secuencia normal de tonos respecto a última etapa de antiasalto	Emita intermitencia normal de los 3 colores referente a la última etapa del antiasalto	Encendido	Control Remoto	

Condición de arranque – Nivel 3

“Durante la prueba”, se refiere a la caída de tensión durante t_8

Condición de arranque - Nivel 3							
	Prueba	Seguros de puertas	Sirena	Led del módulo	Led del bloqueo del motor	Salida de la función	Estatus funcional obtenido
Módulo 1	Durante	Apertura y cierre de seguros	Apagado	Apagado	Encendido		C
	Después	Cerrados	Emita otra secuencia de tonos distinta a la última etapa del antiasalto	Apagado con destellos ocasionales de luz	Apagado	Valet o control remoto	
Módulo 2	Durante	Cerrados	Apagado	Emita intermitencia normal de luz referente a la última etapa del antiasalto	Apagado		B
	Después	Cerrados	Reinicia la secuencia normal de tonos respecto a última etapa de antiasalto	Emita la intermitencia normal de luz referente a la última etapa del antiasalto	Encendido	Valet	
Módulo Propuesto	Durante	Cerrados	Apagado	Apagado	Apagado		B
	Después	Cerrados	Reinicia la secuencia normal de tonos respecto a última etapa de antiasalto	Reinicia la intermitencia normal de los 3 colores referente a la última etapa del antiasalto	Encendido	Control Remoto	

Condición de arranque – Nivel 4

“Durante la prueba”, se refiere a la caída de tensión durante t_8

Condición de arranque - Nivel 4							Estatus funcional obtenido
	Prueba	Seguros de puertas	Sirena	Led del módulo	Led del bloqueo del motor	Salida de la función	
Módulo 1	Durante	Cerrados	Apagado	Apagado	Encendido		C
	Después	Cerrados	Emite otra secuencia de tonos distinta a la última etapa del anti-salto	Apagado con destellos ocasionales de luz	Apagado	Valet o control remoto	
Módulo 2	Durante	Cerrados	Emite secuencia normal de tonos respecto a última etapa de anti-salto	Emite intermitencia normal de luz referente a la última etapa del anti-salto	Encendido		A
	Después	Cerrados	Emite secuencia normal de tonos respecto a última etapa de anti-salto	Emite intermitencia normal de luz referente a la última etapa del anti-salto	Encendido	Valet	
Módulo Propuesto	Durante	Cerrados	Apagado y reinicio de la emisión normal de tonos respecto a la última etapa del anti-salto	Intermitencia normal de los 3 colores referente a la última etapa del anti-salto	Encendido y apagado		B
	Después	Cerrados	Emite secuencia normal de tonos respecto a última etapa de anti-salto	Intermitencia normal de los 3 colores referente a la última etapa del anti-salto	Encendido	Control Remoto	

Inversión de polaridad a 4V

Se reitera que en esta prueba el módulo de bloqueo central de puertas se desconecta del circuito.

Inversión de polaridad 4V							
	Prueba	Seguros de puertas	Sirena	Led del módulo	Led del bloqueo del motor	Salida de la función	Estatus funcional
Módulo 1	Durante	Cerrados	Apagado	Apagado	Apagado		C
	Después	Cerrados	Emitir otra secuencia de tonos distinta a la última etapa del anti-asalto	Apagado con destellos ocasionales de luz	Apagado	Valet o control remoto	
Módulo 2	Durante	Cerrados	Apagado	Apagado	Apagado		B
	Después	Cerrados	Reinicia la secuencia normal de tonos respecto a última etapa de anti-asalto	Reinicia la intermitencia normal de luz referente a la última etapa del anti-asalto	Encendido	Valet	
Módulo Propuesto	Durante	Cerrados	Apagado	Apagado	Apagado		B
	Después	Cerrados	Reinicio a la secuencia normal de tonos respecto a última etapa de anti-asalto	Reinicio de la intermitencia normal de los 3 colores referente a la última etapa del anti-asalto	Encendido	Control Remoto	

Inversión de polaridad a 14V

Unos segundos después de haber iniciado la prueba, se empezó a quemarse la placa del módulo 2 mientras que en el módulo propuesto, existió daños es el PIC del receptor del control a distancia y en el cargador de batería. Se reitera que en esta prueba el módulo de bloqueo central de puertas se desconecta del circuito.

Inversión de polaridad 14V							
	Prueba	Seguros de puertas	Sirena	Led del módulo	Led del bloqueo del motor	Salida de la función	Estatus funcional obtenido
Módulo 1	Durante	Cerrados	Apagado	Apagado	Apagado		C
	Después	Cerrados	Emite otra secuencia de tonos distinta a la última etapa del antia salto	Apagado con destellos ocasionales de luz	Apagado	Valet o control remoto	
Módulo 2	Durante	Cerrados	Apagado	Apagado	Apagado		E
	Después	AVERIADO					
Módulo Propuesto	Durante	Cerrados	Apagado	Apagado	Apagado		E
	Después	AVERIADO					

Sobretensión a 24V

En este ensayo, el módulo de bloqueo central de puertas es desconectado para los módulos comerciales a excepción en el módulo propuesto. Concluida la prueba de sobretensión en el módulo 2, la alarma quedó activada permanentemente, lo que se concluye que la sobretensión afectó al microcontrolador del módulo.

Sobretensión de 24V							
	Prueba	Seguros de puertas	Sirena	Led del módulo	Led del bloqueo del motor	Salida de la función	Estado funcional obtenidos
Módulo 1	Durante	Cerrados	Emitte secuencia normal de tonos respecto a última etapa de anti-asalto	Emitte intermitencia normal de luz referente a la última etapa del anti-asalto	Apagado		A
	Después	Cerrados	Emitte secuencia normal de tonos respecto a última etapa de anti-asalto	Emitte intermitencia normal de luz referente a la última etapa del anti-asalto	Apagado	Valet	
	Durante	Cerrados	Emitte secuencia normal de tonos respecto a última etapa de anti-asalto	Emitte parpado normal de luz referente a la última etapa del anti-asalto	Encendido		E
Módulo 2	Después	AVERIADO					
Módulo Propuesto	Durante	Cerrados	Emitte secuencia normal de tonos respecto a última etapa de anti-asalto	Emitte intermitencia normal de los 3 colores referente a la última etapa del anti-asalto	Encendido		A
	Después	Cerrados	Emitte secuencia normal de tonos respecto a última etapa de anti-asalto	Emitte intermitencia normal de los 3 colores referente a la última etapa del anti-asalto	Encendido	Control Remoto	