

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE CUENCA**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS  
INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

Tesis previa a la obtención del  
Título de Ingeniero Mecánico Automotriz

**“AUTOMATIZACIÓN DE LOS MANDOS DEL SISTEMA  
ELÉCTRICO PRESENTES EN LA CARROCERÍA DEL VEHÍCULO  
HYUNDAI GETZ 1.6 AÑO 2007”**

**AUTORES:**

Víctor Alejandro Aguirre Carrión

José Ernesto Nieto Carrillo

Israel Terán Lozano

**DIRECTOR:**

Ing. Fernando Vásquez

Cuenca - Ecuador

2010

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que bajo mi dirección, el presente proyecto fue realizado por los señores.

Víctor Alejandro Aguirre Carrión

José Ernesto Nieto Carrillo

Israel Terán Lozano

(f) \_\_\_\_\_

Ingeniero Fernando Vásquez

**DIRECTOR**

Los conceptos desarrollados, análisis realizados y las conclusiones del presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Cuenca, 10 de Mayo de 2010

(f) \_\_\_\_\_

Víctor Alejandro Aguirre Carrión

(f) \_\_\_\_\_

José Ernesto Nieto Carrillo

(f) \_\_\_\_\_

Israel Terán Lozano

## **AGRADECIMIENTOS**

Nuestro agradecimiento especial hacia la Universidad Politécnica Salesiana, a todos los docentes de esta institución, quienes compartieron sus conocimientos y nos forjaron día tras día. De igual manera hacemos presente nuestra más sincera gratitud con nuestro director de carrera, el Ing. Fabricio Espinoza por la ayuda prestada durante el desarrollo de esta investigación, así como en el transcurso de la carrera.

Agradecemos además a nuestro director de tesis, el Ing. Fernando Vásquez, quien nos guió en el transcurso de nuestro trabajo de investigación.

De igual manera agradecemos a la Ingeniera Andrea Nieto Carrillo por habernos facilitado el uso de su vehículo para el desarrollo e implementación de la tesis, a costa de dejar de tener el mismo para su uso personal o laboral.

Por último, queremos agradecer a todas y cada una de las personas que compartieron con nosotros las aulas universitarias, por su apoyo incondicional y su compañía durante esas largas noches de estudio.

## **DEDICATORIA**

En primera instancia a Dios y a mis padres que con su ejemplo y apoyo incondicional me han permitido alcanzar mis metas. A mis hermanas que a la distancia siempre me acompañaban con una palabra de aliento y cariño. A mi negrita que hace dos años está a mi lado, a mi familia, a mis compañeros de tesis y a sus familias, a todos mis amigos que estuvieron a mi lado durante mi etapa de estudio, y a todos mis compañeros de aula.

Víctor

## **DEDICATORIA**

A Dios y a mis padres por su apoyo incondicional durante toda mi vida, y especialmente por haberme enseñado la importancia del estudio para el enaltecimiento del ser humano basado en los principios y valores éticos y morales.

A todas mis hermanas y en especial a mi hermana Andrea por habernos facilitado su vehículo para el desarrollo de la tesis.

Al Ingeniero Fernando Vásquez, director de nuestra tesis por aportarnos con sus conocimientos para la ejecución de nuestra tesis.

Al Ingeniero Fabricio Espinoza, Director de nuestra carrera, por estar siempre presto a ayudarnos en cualquier inquietud y en solucionar cualquier inconveniente que tengamos.

Y finalmente a todos mis compañeros, y en especial a mis compañeros de Tesis, por ser amigos de toda la Universidad, y estar siempre dispuestos a extendernos la mano en todo momento y situación que sea necesario.

Ernesto

## **DEDICATORIA**

A mis padres primordialmente, quienes con sus experiencias, han sabido instruirme y apoyarme en todo momento. A mis hermanas, quienes estuvieron constantemente a mi lado alentándome. A mis grandes amigos Pino, Cuchi y Chino, los cuales fueron mi familia durante todo este tiempo de estudio universitario. A mis compañeros de tesis y a sus respectivas familias a quienes les tengo un enorme aprecio, a mi familia y amigos en general, a mis compañeros de universidad y a todas las amistades que conocí en Cuenca.

Israel

# RESUMEN

En lo referente al capítulo uno de la tesis se desarrolla la explicación y descripción de los sistemas eléctricos que posee el vehículo originalmente antes de la implementación de los sistemas de automatización, en el cual se realiza la descripción de los circuitos existentes y de sus conexiones al interior del vehículo. Así mismo lo que se pretendió fue desarrollar una descripción de la funcionalidad de los sistemas que posee el automóvil para en lo posterior poder explicar las ventajas que se tendría con la implementación de los nuevos sistemas.

En el segundo capítulo se desarrolla el diseño de los sistemas a implementarse. El diseño embarca tanto el aspecto electrónico y de control así como el diseño de construcción de los futuros sistemas. Para la realización del diseño se procede a realizar múltiples pruebas sobre los sensores a implementarse para determinar los valores eléctricos que permitan un correcto desempeño del sistema. Finalmente se procedió a elaborar los circuitos electrónicos que cumplan con las características de funcionamiento deseadas.

En lo concerniente al tercer capítulo se desarrollo la construcción e implementación de los sistemas en el vehículo. La construcción consistió en la elaboración física de todos los circuitos diseñados, lo cual implica la impresión de los mismos con sus respectivos enrutados para el posterior ensamblaje de todos los elementos electrónicos. Luego del ensamblaje y construcción de los circuitos diseñados se procedió a implementarlos en el vehículo, lo que implicó el desarrollo de las conexiones necesarias y la búsqueda de la correcta ubicación de todos los sensores y módulos de los circuitos de control, lo cual dependía directamente de la disponibilidad de espacio al interior de las diferentes cavidades dentro del vehículo y especialmente a los requerimientos de funcionamiento y diseño deseados.

Finalmente en el capítulo cuarto se procedió a realizar las comprobaciones necesarias para garantizar que todos los circuitos desarrollen el funcionamiento deseado. Para ello fue necesario realizar ciertas reconsideraciones en lo referente al diseño inicial planteado, tanto los valores eléctricos de ciertos elementos así como la utilización de nuevos tipos de sensores que nos garanticen un mejor funcionamiento.

Esto fue realizado con éxito consiguiendo acercarnos lo más posible al funcionamiento deseado en el desarrollo y planteamiento del proyecto de automatización e implementación de nuevos sistemas electrónicos en el vehículo mejorando la seguridad activa del mismo.

# ABSTRACT

With regard to the first chapter of the thesis includes an explanation and description of the electrical system that owns the vehicle originally before the implementation of automation systems, in which it is described in the existing circuits and their connections to vehicle interior. Also what was intended was to develop a description of the functionality of the system that owns the car so as to further explain the benefits you would have with the implementation of new systems.

In the second chapter describes the design of systems implemented. The design embarks both electronic and control aspect as well as the construction design of future systems. To achieve the design is appropriate to perform multiple tests on the sensors to be implemented to determine the values that allow a proper electrical system performance. Finally we proceeded to develop the operational equipment that meets the desired performance characteristics.

With regard to the third chapter the construction development and implementation of systems in the vehicle. The building was the physical preparation in all circuits designed, which involves the printing of their respective circuits routed for subsequent assembly of all electronics. After the assembly and construction of the circuits designed proceeded to implement them in the vehicle, which involved the development of the necessary connections and finding the correct location of all sensors and modules of the control circuits, which depended directly on the availability of space within the various cavities inside the vehicle and especially the performance and design requirements desired.

Finally in the fourth chapter proceeded to make the necessary checks to ensure that all circuits develop in desired performance. This was necessary to make some reviews in relation to the proposed initial design, both the electrical values of certain elements and the use of new types of sensors that guarantee us a better performance.

This was successfully done with getting as close as possible to the desired operation in the development and automation project approach and implementation of new electronic systems in the vehicle active safety improving it.

# ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN .....	i
AGRADECIMIENTOS .....	iii
DEDICATORIA .....	iv
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT .....	ix
ÍNDICE GENERAL.....	xi
Introducción .....	xix
Plan de Desarrollo.....	xxi
Descripción de Contenidos .....	xxii
Principales Contribuciones.....	xxiii

## **CAPITULO I**

### **SISTEMAS ELÉCTRICOS PRESENTES EN LA CARROCERÍA DEL HYUNDAI GETZ 1.6 AÑO 2007**

1.1. Sistema de Alumbrado.....	2
1.1.1. Luces de posición y matrícula.....	2
1.1.1.1. Descripción del sistema.....	2
1.1.1.2. Diagrama eléctrico y pines de conexión. ....	2
1.1.1.3. Ubicación en el vehículo.....	3
1.1.2. Luces de cruce y carretera.....	3

1.1.2.1.	Descripción del sistema.....	3
1.1.2.2.	Diagrama eléctrico y pines de conexión. ....	4
1.1.2.3.	Ubicación en el vehículo.....	4
1.1.3.	Innovaciones del sistema.....	5
1.2.	Sistema de Limpiaparabrisas.....	7
1.2.1.	Descripción del sistema.....	7
1.2.2.	Innovaciones del sistema.....	7
1.2.3.	Diagrama eléctrico y de pines de conexión.....	8
1.2.4.	Ubicación en el vehículo.....	9
1.3.	Sistema de Seguridad.....	10
1.3.1.	Cierre centralizado.....	10
1.3.1.1.	Descripción del sistema.....	10
1.3.1.2.	Diagrama eléctrico y de pines de conexión.....	11
1.3.1.3.	Ubicación en el vehículo.....	11
1.3.2.	Sistema de elevalunas eléctrico.....	11
1.3.2.1.	Descripción del sistema.....	11
1.3.2.2.	Diagrama eléctrico y de pines de conexión.....	12
1.3.2.3.	Ubicación en el vehículo.....	12
1.3.3.	Innovaciones del sistema.....	13
1.4.	Otros Sistemas.....	14
1.4.1.	Sistema de Alimentación de Combustible.....	14
1.4.1.1.	Descripción del sistema.....	14
1.4.1.2.	Innovaciones del sistema.....	16
1.4.1.3.	Diagrama eléctrico y pines de conexión. ....	17
1.4.1.4.	Ubicación en el vehículo.....	17
1.4.2.	Sistema de Arranque.....	18
1.4.2.1.	Descripción del sistema.....	18

1.4.2.2.	Innovaciones del sistema.....	19
1.4.2.3.	Diagrama eléctrico y pines de conexión. ....	21
1.4.2.4.	Ubicación en el vehículo.....	21

## **CAPITULO II**

### **DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE CONTROL**

2.1.	Diseño de los mandos automáticos de luces de posición, cruce y carretera. ....	24
2.1.1.	Encendido automático de las luces de posición y cruce. ....	24
2.1.1.1.	Toma de señal. ....	24
2.1.1.2.	Sensor.....	24
2.1.1.3.	Ubicación. ....	25
2.1.1.4.	Esquema de procesamiento de la señal. ....	26
2.1.1.5.	Diseño del circuito. ....	27
2.1.1.5.1.	Funcionamiento del sistema.....	34
2.1.1.5.2.	Cálculos para la etapa de control. ....	35
2.1.1.5.2.1.	Para activación del mando automático.....	35
2.1.1.5.2.2.	Para tiempo de retardo de apagado inicial.....	38
2.1.1.5.2.3.	Para etapa de potencia. ....	40
2.1.1.5.2.4.	Resultados. ....	42
2.1.2.	Cambio automático de las luces de cruce y carretera. ....	43
2.1.2.1.	Toma de señal. ....	43
2.1.2.2.	Sensor.....	43
2.1.2.3.	Ubicación. ....	44
2.1.2.4.	Esquema de procesamiento de la señal. ....	45
2.1.2.5.	Diseño del circuito. ....	45
2.1.2.5.1.	Funcionamiento del sistema.....	49
2.1.2.5.2.	Cálculos para la etapa de control. ....	50
2.1.2.5.2.1.	Para activación del mando automático.....	50

2.3.3.5.2.3.	Para los tiempos de retardo. ....	52
2.1.2.5.2.3.	Para etapa de potencia. ....	54
2.1.2.5.2.4.	Resultados. ....	56
2.2.	Diseño de los mandos automáticos para limpiaparabrisas. ....	58
2.2.1.	Encendido automático de los limpiaparabrisas. ....	58
2.2.1.1.	Toma de señal. ....	58
2.2.1.2.	Sensor. ....	58
2.2.1.3.	Ubicación. ....	60
2.2.1.4.	Esquema de procesamiento de la señal. ....	60
2.2.1.5.	Diseño del circuito. ....	61
2.2.1.5.1.	Funcionamiento del sistema. ....	64
2.2.1.5.2.	Cálculos para la etapa de control. ....	65
2.2.1.5.2.1.	Para regulación y estabilización de voltaje. ....	65
2.2.1.5.2.2.	Para optoacopladores 4N35. ....	66
2.2.1.5.2.3.	Para etapa de potencia. ....	66
2.2.1.5.2.4.	Resultados. ....	69
2.3.	Diseño de los sistemas de mando para la seguridad del vehículo. ....	70
2.3.1.	Cierre centralizado. ....	70
2.3.1.1.	Funcionamiento. ....	71
2.3.1.2.	Esquema de procesamiento de las señales. ....	71
2.3.1.3.	Empleo adicional del sistema de cierre centralizado. ....	72
2.3.2.	Activación automática para el cierre de los elevavinas eléctricos. ....	72
2.3.2.1.	Descripción de la automatización. ....	72
2.3.2.2.	Toma de señal. ....	73
2.3.2.3.	Sensores. ....	73
2.3.2.3.1.	Señal de cierre centralizado. ....	73
2.3.2.3.1.1.	Ubicación. ....	74
2.3.2.3.2.	Señal de OFF (switch de encendido). ....	74
2.3.2.3.3.	Señal de los vidrios de las puertas. ....	75
2.3.2.3.3.1.	Ubicación. ....	75

2.3.2.4.	Esquema de procesamiento de la señal. ....	76
2.3.2.5.	Diseño del circuito. ....	77
2.3.2.5.1.	Funcionamiento del sistema. ....	79
2.3.2.5.2.	Cálculos para la etapa de control. ....	80
2.3.2.5.2.1.	Para el fototransistor. ....	80
2.3.2.5.2.2.	Para la etapa de potencia. ....	81
2.3.2.5.2.3.	Resultados. ....	83
2.3.3.	Diseño para la activación del sistema de alimentación de combustible y arranque automático del vehículo mediante huella digital. ....	84
2.3.3.1.	Descripción del sistema de seguridad. ....	84
2.3.3.2.	Sensor. ....	84
2.3.3.3.	Ubicación. ....	85
2.3.3.4.	Esquema de procesamiento de la señal. ....	86
2.3.3.5.	Diseño del circuito. ....	86
2.3.3.5.1.	Funcionamiento del sistema. ....	90
2.3.3.5.2.	Cálculos para la etapa de control. ....	91
2.3.3.5.2.1.	Para el tiempo de arranque. ....	91
2.3.3.5.2.2.	Para las etapas de potencia. ....	92
2.3.3.5.2.3.	Resultados. ....	92

### **CAPITULO III**

#### **CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN EN EL VEHÍCULO**

3.1.	Sistema de Alumbrado. ....	96
3.1.1.	Encendido automático de las luces de posición y de cruce. ....	96
3.1.1.1.	Construcción. ....	96
3.1.1.1.2.	Construcción y diseño de la placa electrónica. ....	96
3.1.1.1.4.	Construcción del sensor. ....	98
3.1.1.1.4.	Construcción de la caja de protección para el circuito. ....	99

3.1.1.2.	Implementación en el vehículo. ....	101
3.1.2.	Cambio automático de las luces de cruce y carretera. ....	104
3.1.2.1.	Construcción. ....	104
3.1.2.1.1.	Construcción y diseño de la placa electrónica. ....	104
3.1.2.1.2.	Construcción del sensor. ....	106
3.1.2.1.3.	Construcción de la caja de protección para el circuito. ....	107
3.1.2.2.	Implementación en el vehículo. ....	108
3.1.2.2.1.	Implementación del sensor. ....	108
3.1.2.2.2.	Implementación del cableado de conexión. ....	109
3.1.2.2.3.	Implementación del módulo en el habitáculo. ....	110
3.2.	Sistema de Limpiaparabrisas. ....	111
3.2.1.	Construcción y diseño de la placa electrónica. ....	111
3.2.2.	Implementación en el vehículo. ....	113
3.2.2.1.	Implementación del sensor. ....	113
3.2.2.2.	Implementación del interruptor de accionamiento del sistema. ....	115
3.2.2.3.	Implementación de las conexiones del sistema. ....	115
3.2.2.4.	Implementación del módulo en el habitáculo. ....	116
3.3.	Sistema de Seguridad. ....	118
3.3.1.	Activación automática para el cierre de los elevalunas eléctricos. ....	118
3.3.1.1.	Construcción y diseño de la placa electrónica. ....	118
3.3.1.2.	Implementación en el vehículo. ....	120
3.3.1.2.1.	Ubicación del sensor para la toma de señal de cierre centralizado. 121	
3.3.1.2.2.	Ubicación de los finales de carrera de las ventanillas. ....	122
3.3.1.2.3.	Implementación del cableado de conexión para finales de carrera. 123	
3.3.1.2.4.	Implementación del cableado de conexión para motores eléctricos. 125	
3.3.1.2.5.	Implementación del módulo en el habitáculo. ....	126

3.3.2.	Activación del sistema de alimentación de combustible y arranque automático del vehículo mediante huella digital.....	128
3.3.2.1.	Construcción y diseño de la placa electrónica. ....	128
3.3.2.2.	Implementación en el vehículo. ....	130
3.3.2.2.1.	Implementación del sensor y su módulo de procesamiento.....	130
3.3.2.2.2.	Implementación de la etapa de control.....	132

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y COMPROBACIONES DE FUNCIONAMIENTO**

4.1.	Pruebas de los mandos automáticos de luces de posición, cruce y carretera. ....	136
4.1.1.	Encendido automático de las luces de posición y cruce. ....	136
4.1.1.1.	Comprobaciones de funcionamiento.....	136
4.1.1.2.	Análisis de resultados.....	137
4.1.1.3.	Rediseño y recálculo de elementos. ....	139
4.1.1.4.	Recomendaciones para el correcto funcionamiento del sistema.....	142
4.1.2.	Cambio automático de luces de cruce y carretera. ....	143
4.1.2.1.	Comprobaciones de funcionamiento.....	143
4.1.2.2.	Análisis de resultados.....	144
4.1.2.3.	Rediseño y recálculo de elementos. ....	145
4.1.2.4.	Recomendaciones para el correcto funcionamiento del sistema.....	151
4.2.	Pruebas de los mandos automáticos para limpiaparabrisas.....	153
4.2.1.	Comprobaciones de funcionamiento.....	153
4.2.2.	Análisis de resultados.....	154
4.2.3.	Rediseño y recálculo de elementos. ....	155
4.2.4.	Recomendaciones para el correcto funcionamiento del sistema.....	156
4.3.	Pruebas de los mandos para la seguridad del vehículo. ....	158

4.3.1.	Cierre automático de los elevadores eléctricos. ....	158
4.3.1.1.	Comprobaciones de funcionamiento.....	158
4.3.1.2.	Análisis de resultados.....	160
4.3.1.3.	Rediseño y recálculo de elementos. ....	161
4.3.1.4.	Recomendaciones para el correcto funcionamiento del sistema. ....	162
4.3.2.	Activación del sistema de alimentación de combustible y arranque automático del vehículo mediante huella digital.....	164
4.3.2.1.	Comprobaciones de funcionamiento.....	164
4.3.2.2.	Análisis de resultados.....	165
4.3.2.3.	Rediseño y recálculo de elementos. ....	166
4.3.2.4.	Recomendaciones para el correcto funcionamiento del sistema. ....	166
	Conclusiones .....	170
	Estudio de Mercado.....	172
	Anexos.....	181
	Bibliografía.....	185
	Índice de figuras y tablas.....	187

# Introducción

Hoy en día la electrónica está presente en casi todo lo que podemos ver a nuestro alrededor, y el sector automotriz no es la excepción, debido a que un vehículo con más sistemas de control electrónicos, es un vehículo más confortable y más seguro al momento de la conducción.

Lo que se pretende en esta tesis es desarrollar mandos automáticos para los sistemas de alumbrado y de limpia parabrisas, con el fin de que no requiera la intervención del conductor para su activación y evitando así distracciones al momento de conducir el vehículo, así mismo el confort y la seguridad al momento de estacionar el vehículo es muy importante, por eso también se desarrollará un mando centralizado de cierre de seguros y elevallas automático, para desde un solo punto dejar el vehículo totalmente cerrado, y por último se enfocará a la seguridad para el encendido del vehículo, garantizando que solo personas autorizadas puedan encender el mismo.

La primera parte de la tesis consiste en el estudio de los sistemas eléctricos del vehículo mencionados anteriormente, describiendo sus funciones y ubicando cada componente en la carrocería del vehículo, concluyendo con las más importantes innovaciones que presentan estos sistemas.

Una vez estudiados los sistemas eléctricos, para la segunda parte se procederá a diseñar los mandos automáticos, en conexión paralela a los convencionales, tomando en cuenta todas las condiciones de funcionamiento de los mismos con ayuda de sensores, para que puedan trabajar de manera autónoma.

La tercera parte constituye la construcción e implementación de los mandos automáticos en el vehículo.

Y por último se comprobarán los resultados obtenidos con los nuevos mandos implementados, realizando algunas modificaciones de diseño en el caso que no funcione alguno de ellos de manera óptima.

# Plan de Desarrollo

El plan de desarrollo de todas las tareas necesarias para la consecución de los objetivos previstos se detalla a continuación:

1. Recopilación de la información actualizada y publicada sobre las innovaciones en lo que respecta a los sistemas eléctricos y mandos de la carrocería de los vehículos modernos. Dado el rápido crecimiento de la incorporación de sistemas de control en los vehículos, se hace indispensable la investigación actualizada de toda la información existente sobre estos temas.
2. Investigación sobre que vehículos que circulen en nuestro medio poseen actualmente las automatizaciones que se pretende incorporar al vehículo.
3. Análisis de la factibilidad de la implementación de sistemas automáticos, enfocada en la seguridad de los ocupantes, con el fin de evitar cualquier tipo de distracción durante la conducción.
4. Estudio de todas las cátedras necesarias para la elaboración de la tesis, tales como: electricidad, electrónica analógica y digital, sistemas de control, electricidad y electrónica del automóvil, automática e instrumentación.
5. Obtención de todos los implementos mecánicos y electrónicos necesarios para la construcción e implementación de los sistemas de control. Para esto será necesario la importación de algunos instrumentos que no existen en nuestro mercado, especialmente en lo que respecta a sensores de última generación.
6. Desarrollo de los capítulos planteados para la elaboración de la tesis, dando especial importancia a la comprobación de resultados, para la obtención de las conclusiones, con lo cual se evaluará los resultados obtenidos respecto a los resultados deseados.

## Descripción de Contenidos

Para el desarrollo de esta tesis se ha creído conveniente dividir la temática a exponer en cuatro capítulos bien definidos.

Durante el transcurso del primer mes, y parte del segundo, se aspira desarrollar todo el capítulo uno, el cual comprende el estudio de los sistemas eléctricos que actualmente posee el vehículo Hyundai Getz, y sobre los cuales se han de implementar los sistemas de control para la automatización de los mismos.

En el capítulo dos está previsto el diseño de los sistemas a implementar en los mandos anteriormente descritos. Esto se tiene previsto realizar en el periodo que transcurre entre el segundo mes y gran parte del tercer mes.

Luego de haber concluido con éxito el diseño de los sistemas automáticos de control, se continuará en el desarrollo de la tesis mediante la construcción e implementación de dichos sistemas en el vehículo mencionado. Esto constituirá el capítulo tres de la investigación, y estará comprendida en los meses: tercero, cuarto y parte del quinto, con lo cual se podrá asegurar que dicha implementación se realice con todos los controles de calidad correspondientes.

Y finalmente, después de haber realizada la incorporación de los sistemas, procederemos a la obtención de resultados y a las comprobaciones de correcto funcionamiento. Esto corresponderá al capítulo cuatro, y se desarrollará en los dos últimos meses previstos para la realización de la presente tesis.

En caso de existir algún error se procederá con las correcciones pertinentes, con lo cual se garantizará que no existan posibles fallas durante la ejecución de los sistemas implementados.

## **Principales Contribuciones**

Lo que se pretende es dar confort y seguridad al momento de la conducción, ya que al ser automático el sistema de alumbrado y de limpia parabrisas, no requiere de la intervención del conductor evitando así la distracción en el momento de la conducción, garantizando el perfecto funcionamiento de todos los servicios mencionados anteriormente. De igual manera mediante la implementación de un sistema automático para los vidrios de las puertas, cierre centralizado y de lectura de huella para el encendido, se garantizará una mayor seguridad para el vehículo en general.

También permitirá ampliar conocimientos específicos aplicados al automóvil de una rama en la cual se desenvuelve fundamentalmente la tecnología moderna como es la electrónica y los sistemas automatizados.



## **CAPITULO I**

### **SISTEMAS ELÉCTRICOS PRESENTES EN LA CARROCERÍA DEL HYUNDAI GETZ 1.6 AÑO 2007**

En el desarrollo de este capítulo se profundizará el estudio de los sistemas eléctricos que se encuentran actualmente en el vehículo Hyundai Getz.

Se empezará el capítulo con el estudio del sistema de alumbrado. Para lo cual se hará hincapié en la descripción del funcionamiento de las luces de posición y matrícula así como las luces de cruce y carretera. En el desarrollo de estos subtemas se describirá todos los esquemas de los circuitos mencionados, es decir el diagrama eléctrico y el diagrama de los pines de conexión, así como también la ubicación en el vehículo.

Luego de esto de manera sistemática se desarrollará con la misma metodología los demás sistemas eléctricos a los cuales se pretende automatizar. Estos son el sistema de limpiaparabrisas; el sistema de seguridad, en lo concerniente a los elevallunas eléctricos y al cierre centralizado; y el sistema de alimentación de combustible, en el cual se intervendrá para el corte de suministro de carburante para la implementación del encendido mediante huella digital. Para la descripción de estas temáticas, se utilizará el mismo modelo, es decir se estudiará su funcionamiento actual y se describirán todos los esquemas eléctricos, de conexión y ubicación en el vehículo.

Mediante este capítulo se pretende trazar un punto de partida para el desarrollo de esta tesis, con el cual se pueda realizar un análisis comparativo de los sistemas que actualmente posee el vehículo y las ventajas que se obtendrán al implementar la automatización deseada de los mismos.

## ***1.1. Sistema de Alumbrado.***

El sistema de alumbrado tiene un papel muy importante al momento de la conducción, especialmente en condiciones de escasa luminosidad; es por esto que los fabricantes de vehículos han incorporado desde sus primeros modelos a los sistemas de alumbrado, en su idea de ofrecer iluminación para lograr un campo de visión más extenso, dándonos la capacidad de ver y ser vistos en la vía, al momento de conducir en condiciones extremas como la lluvia, niebla o durante la noche, evitando así algún accidente.

### ***1.1.1. Luces de posición y matrícula.***

#### ***1.1.1.1. Descripción del sistema.***

Las luces de posición son aquellas que advierten de la presencia de un vehículo en la calzada a otros que circulan por ella, normalmente son las primeras luces que se encienden en los interruptores de alumbrado, y son conocidas también como medias luces o luces guía.

Al igual que las luces de posición todo vehículo debe tener luces de matrícula, para iluminar la placa posterior de matrícula y así pueda verse de noche sin producir deslumbramientos. Esta se enciende a la vez que las luces de posición, ya que están presentes en el mismo circuito.

#### ***1.1.1.2. Diagrama eléctrico y pines de conexión.***

*VER LÁMINAS # 1 y 2 EN ANEXOS*

### **1.1.1.3. Ubicación en el vehículo.**



**Fig. 1- 1** Luces de Posición



**Fig. 1- 2** Luces Piloto y Matrícula

### **1.1.2. Luces de cruce y carretera.**

#### **1.1.2.1. Descripción del sistema.**

Las luces de cruce o luces bajas tienen como finalidad iluminar la vía cuando es de noche al menos a una distancia de 40 metros sin deslumbrar al vehículo que circule en sentido contrario.

Estas luces siempre se deberán utilizar de noche, en túneles, aparcamientos o pasos subterráneos. Además también se usa cuando la visibilidad se ve disminuida por circunstancias climatológicas.

Las luces de carretera o luces altas tienen que iluminar la vía de noche en condiciones de visibilidad normal a una distancia mínima de 100 metros, pudiendo ser utilizadas solo en vías interurbanas y en túneles con poca iluminación, ya que al ser de largo alcance pueden deslumbrar a los demás conductores que circular en sentido contrario, y a vehículos que circulan en el mismo sentido unos metros más adelante.

Este tipo de luces también tienen la posibilidad de utilizarlas en ráfagas para evitar accidentes y advertir a otros conductores al realizar alguna maniobra de adelantamiento.

**1.1.2.2. Diagrama eléctrico y pines de conexión.**

*VER LÁMINAS # 3 y 4 EN ANEXOS*

**1.1.2.3. Ubicación en el vehículo.**



**Fig. 1- 3 Faros Delanteros**



**Fig. 1- 4 Conmutador de Luces**



**Fig. 1- 5 Pines del Conmutador**



**Fig. 1- 6 Conector del Conmutador**

### ***1.1.3. Innovaciones del sistema.***

Hoy en día se ha logrado incrementar la seguridad de los automóviles mediante la mejora de la iluminación, y lo que es más, la adaptación de luces inteligentes en los vehículos de hoy en día. En Alemania existen los principales fabricantes de sistemas innovadores dentro de la industria automotriz mundial. Se desarrollan productos electrónicos, sistemas de climatización, sistemas de iluminación, etc.

#### ***Luces inteligentes***

Los sistemas de iluminación actuales son capaces de ensanchar su caudal de luz para detectar peatones y ciclistas que circulen a los márgenes de un camino, también pueden modificar su haz de luz para iluminar los obstáculos que se encuentren a largas distancias, contribuyendo a la seguridad del vehículo en carretera, permitiéndole al conductor un mayor tiempo de maniobra y un incremento de la seguridad activa del vehículo, parte de esta seguridad también se ve reflejada con la implementación de luces capaces de encenderse automáticamente según las diferentes condiciones de su entorno, como la noche, lluvia, niebla o nieve.

*La Grand Cherokee Limited Premium 4x4 incorpora un novedoso sistema de control de luces inteligente llamado Smartbeam, que activa y desactiva las luces altas de manera automática dependiendo de las condiciones de iluminación alrededor del vehículo y utiliza al máximo la capacidad de iluminación de las luces altas para mejorar notablemente la visión del conductor.*

*Está conformado por los siguientes elementos:*

- *Un sensor integrado al espejo retrovisor electro-crómico, que trabaja como si fuera una cámara fotográfica o como el ojo humano, detectando las condiciones de iluminación del tráfico frente al vehículo.*

- *Una computadora o microprocesador que actúa como el cerebro humano, decide en qué momento usar las luces altas del vehículo, de allí el calificativo de “inteligentes”.*

*El resultado de esta combinación de componentes es un sistema inteligente de control de luces altas que mejora considerablemente la seguridad en el manejo nocturno. El sistema de iluminación inteligente Smartbeam optimiza el uso de las lámparas del vehículo con la finalidad de disponer de la máxima iluminación en cualquier situación o escenario. Utiliza la tecnología conocida como “Cámara en un chip” para detectar imágenes.*

*El sistema usa un sensor de imágenes CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) ó semiconductor complementario de óxido metálico para captar las imágenes al frente del vehículo, las cuales son procesadas después para determinar su intensidad, color, posición y movimiento de varias fuentes de luz.*

*El sistema desactiva de manera automática las luces altas cuando detecta los vehículos que vienen de frente, regresando automáticamente las luces a su estado normal de iluminación, conocido también como “luces bajas” y las activa de nuevo cuando los otros vehículos están fuera del alcance de iluminación. Smartbeam también desactiva las luces altas cuando detecta las luces traseras de los vehículos delante de la unidad.<sup>4</sup>*

---

<sup>4</sup> [http://www.autozulia.com/nuevtecn\\_julio052.asp](http://www.autozulia.com/nuevtecn_julio052.asp)

## ***1.2. Sistema de Limpiaparabrisas.***

### ***1.2.1. Descripción del sistema.***

El sistema de limpiaparabrisas en el Hyundai Getz es un sistema convencional, es decir consiste en un pequeño motor localizado bajo el parabrisas el cual por medio de unas varillas o barras de metal mueven unos brazos también de metal que tienen al final de estos unas plumas con una goma larga y fina la cual se encarga de desalojar el agua o cualquier material ligero que se encuentre en el parabrisas.

El limpiaparabrisas cuenta con distintos pasos o velocidades, las cuales en este caso son: lento y rápido, así como la activación del “chisguetero”, el cual se encarga enviar una descarga de agua al parabrisas para luego con las plumas poder limpiar la suciedad del mismo.

Todo esto se activa desde una palanca localizada detrás del volante, la cual es accionada manualmente por el conductor cuando las exigencias del clima lo ameriten.

Así mismo en la parte posterior del vehículo cuenta una pluma para limpiar el parabrisas trasero, la cual es accionada mediante un interruptor que se encuentra ubicado en el extremo de la misma palanca que activa los limpiaparabrisas delanteros. Este limpiaparabrisas se activa girando para delante dicho interruptor, y para apagarlo hay girar el mismo a su posición original.

### ***1.2.2. Innovaciones del sistema.***

#### ***Limpiaparabrisas automáticos***

Los limpiaparabrisas son componentes del automóvil que no ha evolucionado a lo largo del tiempo especialmente en la esencia de su funcionamiento. Una tira de goma

recorre el parabrisas sobre el eje de un brazo articulado, retirando de su superficie el agua que allí se deposita. Sin embargo, la electrónica ha permitido mejorar algunos aspectos de su uso, sobre todo en lo que se refiere a la automatización de su puesta en marcha y su frecuencia de funcionamiento de acuerdo a las condiciones del entorno. Todo ello es posible gracias al dispositivo denominado sensor de lluvia, el cerebro del sistema que permite que el conductor se olvide de poner en funcionamiento los limpiaparabrisas cuando comienza a llover.

El sensor de lluvia se basa en un diodo de tipo led que emite una luz en un determinado ángulo, reflejándose en el parabrisas para ser recogida de nuevo por otro fotodiodo que controla la luminosidad de ese haz de luz reflejado. La presencia de agua sobre el cristal reduce la refracción de la luz, con lo que ese rayo se refleja entonces parcialmente. Basándose en el grado de luminosidad del haz reflejado, el sensor de lluvia es capaz de determinar la intensidad de la lluvia y activar el limpiaparabrisas con mayor o menor rapidez según la necesidad e incluso, en algunos vehículos, cerrará las ventanillas y el techo solar.

“Los sistemas más modernos tienen una capacidad de reacción de hasta 120 milisegundos en caso de lluvia torrencial. La suciedad en el parabrisas no perjudica al sistema, que se muestra siempre sensible a la lluvia. Con ello, además, se evita que el limpiaparabrisas siga en funcionamiento cuando el cristal está ya seco, lo que deteriora las escobillas”.<sup>5</sup>

### ***1.2.3. Diagrama eléctrico y de pines de conexión.***

*VER LÁMINAS # 5 y 6 EN ANEXOS*

---

<sup>5</sup> <http://bricomotor.blogspot.com/>

**1.2.4. Ubicación en el vehículo.**



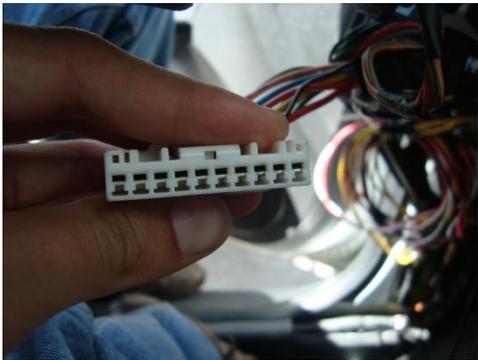
**Fig. 1- 7** Interruptor de Limpiaparabrisas



**Fig. 1- 8** Limpiaparabrisas Delantero



**Fig. 1- 9** Pines del Conmutador



**Fig. 1- 10** Conector del Conmutador

### **1.3. Sistema de Seguridad.**

Actualmente existen numerosas innovaciones en cuanto a seguridad para el conductor y los ocupantes de un vehículo. La mayoría de estos dispositivos tienen gran trascendencia en situaciones críticas, aunque algunos, tales como el cierre centralizado y los elevallunas eléctricos nos brindan una mayor protección del habitáculo del vehículo sobre todo en lo que respecta a evitar el robo del mismo.

#### **1.3.1. Cierre centralizado.**

Este sistema básicamente consta de motores de cierre accionados eléctricamente, los cuales manipulan un sistema mecánico de varillaje que activa las cerraduras de cada una de las puertas en el automóvil. Todo este conjunto es comúnmente llamado "cierre centralizado", y consiste en asegurar el cierre de todas las puertas de forma eléctrica y conjunta. Al intentar abrir o cerrar el seguro de la puerta del conductor de forma manual mediante la llave o con el mando a distancia, ésta envía una señal producto de su movimiento a una centralita, la misma que se encarga de activar todos los dispositivos eléctricos dedicados a bloquear o desbloquear las puertas. También desde el interior del vehículo se puede activar el cierre centralizado mediante el seguro de la puerta del conductor.

##### **1.3.1.1. Descripción del sistema.**

El sistema de cierre centralizado utiliza pequeños motores eléctricos que bloqueen y desbloquen las cerraduras de cada una de las puertas en el vehículo. El motor eléctrico es un motor reversible al que se le hace llegar la corriente por uno de los bornes para el cierre y por el contrario para la apertura, mientras que el otro borne se pone a masa.

Además para el cierre o apertura de las puertas, se emplea un transmisor portátil o mando a distancia, capaz de emitir una señal de radio codificada que es captada por un receptor emplazado en el interior del habitáculo. Este receptor transforma la señal recibida en impulso de corriente que es enviado a los actuadores electromagnéticos o motores eléctricos de cada una de las puertas para su activación.

### **1.3.1.2. Diagrama eléctrico y de pines de conexión.**

VER LÁMINAS # 7 y 8 EN ANEXOS

### **1.3.1.3. Ubicación en el vehículo.**



**Fig. 1- 11 Seguro de Puerta**



**Fig. 1- 12 Mecanismo de Apertura de Puerta**

### **1.3.2. Sistema de elevalunas eléctrico.**

#### **1.3.2.1. Descripción del sistema.**

El Hyundai GETZ incorpora elevalunas eléctricos para todas sus puertas, es decir podrán ser accionados mediante un pulsante por todos los ocupantes del vehículo.

El sistema consiste en un pulsante ubicado en todas las puertas que permite el accionamiento de un motor que se encuentra en el interior de la puerta, que permite el ascenso o el descenso del vidrio según los requerimientos del ocupante.

Así mismo como parte adicional, este sistema permite que el conductor posea también el control de los elevalunas de todas las puertas, ya que en la suya existen los pulsantes de todos ellos, adicionales a los propios de cada puerta.

De igual manera el conductor en su puerta posee un interruptor que permite el bloqueo del accionamiento de todos los vidrios. Esto es utilizado en caso de que se encuentren niños que puedan accionar de manera indebida los pulsantes, con lo cual podrían correr algún peligro.

#### **1.3.2.2. Diagrama eléctrico y de pines de conexión.**

*VER LÁMINAS # 9 y 10 EN ANEXOS*

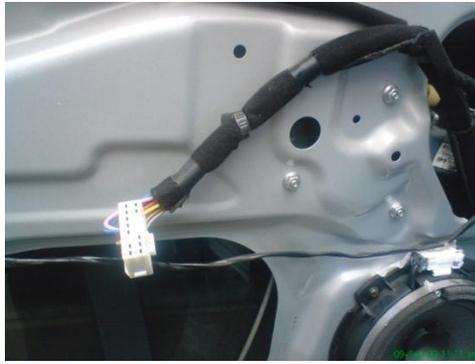
#### **1.3.2.3. Ubicación en el vehículo.**



**Fig. 1- 13 Interruptor de Elevalunas**



**Fig. 1- 14 Motor de Elevalunas**



*Fig. 1- 15 Conector de Elevationas*

### ***1.3.3. Innovaciones del sistema.***

Los primeros dispositivos de cierre centralizado estaban compuestos por dos "bobinas eléctricas" entre la que se interponía un "disco de ferrita", que se mueve atraído por las bobinas según estén alimentadas o no con tensión eléctrica. Así cuando se hace pasar corriente eléctrica por la bobina superior el disco de ferrita es atraído hacia arriba desplazando con ella la varilla, la cual accionada mediante el correspondiente mecanismo de palancas a la leva, que produce el enclavamiento de la cerradura. Al mismo tiempo y debido al dispositivo mecánico de esta cerradura, la palanca hace subir a la correspondiente varilla unida a ella, apareciendo el testigo de que la correspondiente cerradura se encuentra enclavada. Lo contrario de este proceso ocurre cuando se hace pasar corriente eléctrica por la bobina inferior.

En algunos casos, el circuito eléctrico de este mecanismo va unido a un dispositivo de seguridad (contacto de inercia) que desenclava automáticamente las cuatro puertas si se produce un choque del vehículo a más de 15 km/h. También hay vehículos que además de lo anterior enclavan el cierre centralizado por seguridad de sus ocupantes a partir de una velocidad determinada (15 km/h).

## **1.4. Otros Sistemas.**

### **1.4.1. Sistema de Alimentación de Combustible.**

El sistema de alimentación de combustible en un vehículo, es aquel que tiene la función de transportar el combustible desde el depósito hasta la cámara de combustión en la cantidad correcta, el momento oportuno y con la presión adecuada, con la finalidad de garantizar que exista una perfecta combustión de la mezcla aire-combustible.

El sistema básicamente está conformado por el depósito, la bomba de combustible, el filtro, las cañerías, el regulador de presión, la rampa de inyectores y los inyectores. La bomba es un elemento eléctrico que se encuentra sumergido en el combustible dentro del depósito y es el responsable de la succión de la gasolina para el posterior envío de la misma hacia la rampa de inyectores, garantizando que exista la presión necesaria para que en ningún momento el sistema tenga espacios de aire con los que el funcionamiento del motor puede fallar. Más adelante, el regulador establece una presión apropiada en la rampa de inyección con lo que a través del inyector o de los inyectores y la unidad de mando, se introduce el combustible en la cámara de combustión o en el colector de admisión, según la disposición de los inyectores en el motor.

Las presiones con las que trabaja la bomba de combustible dependen en gran medida del tipo de motor que se tenga, es decir, cuanto mayor sea la cilindrada de éste, mayor será la potencia de trabajo necesaria para la bomba de combustible.

#### **1.4.1.1. Descripción del sistema.**

El Hyundai Getz se encuentra equipado con un motor de 1.6 litros, cuatro cilindros en línea con mecanismo DOHC (*Double Overhead Cam*) o doble árbol de levas y 16 válvulas. En cuanto a la alimentación de combustible del motor, éste cuenta

con un sistema de alimentación electrónico denominado MPI (*Multi Point Injection*) o inyección multipunto, en éste, un inyector por cilindro es responsable de dosificar el combustible en las proporciones correctas y en el momento oportuno. El proceso de preparación de la mezcla tiene lugar inmediatamente antes de los inyectores, en el colector de admisión.

La inyección de combustible controlada electrónicamente asegura una preparación óptima de la mezcla en cada cilindro, proporcionando un gran nivel de suavidad de marcha. De este modo se cumplen los requisitos para una potencia del motor elevada, un consumo de combustible bajo y un buen comportamiento en cuanto a emisión de gases contaminantes.

El funcionamiento del sistema inicia en la bomba de combustible que se encuentra sumergida en el depósito, cuenta con una válvula a la salida para mantener la presión al pararse y otra válvula de sobrepresión. Su puesta en marcha se da inicialmente, y durante aproximadamente 3 segundos, al colocar la llave de contacto en la posición de ON para garantizar que el sistema de alimentación de combustible se encuentre presurizado y el motor de combustión entre en funcionamiento sin ningún problema, pero su funcionamiento en sí se da al arrancar el motor ya que un conector libre situado cerca de la unidad de control o ECU (*Engine Control Unit*) permite accionar la bomba dándole masa. Posteriormente el combustible pasa a través del filtro que se encuentra colocado fuera del depósito, para luego ser distribuido a cada uno de los inyectores en la rampa de inyección.

Los inyectores son de apertura electromagnética y simultánea durante el arranque, para pasar a secuencial en funcionamiento normal, todo esto controlado electrónicamente por medio de la ECU, mediante la continua recepción de información por parte de los sensores que intervienen en el sistema de alimentación de combustible. El sobrante de combustible vuelve al depósito desde el regulador de presión situado en un extremo de la rampa de inyectores.

#### **1.4.1.2. Innovaciones del sistema.**

##### ***Inyección secuencial***

Es un sistema de inyección de combustible que usa un microcomputador para determinar, y controlar la cantidad del combustible requerido para la inyección en cierto motor, en la misma secuencia que la del encendido del mismo.

Inyecta una vez por cada dos vueltas del cigüeñal, es decir, en el momento y la cantidad de combustible que el motor necesita. Es el tipo de inyección más eficaz y con el que se obtiene un mayor rendimiento tanto del motor así como del combustible. Además, es el sistema que se utiliza en la actualidad, tanto en inyección indirecta como en directa.

##### ***Inyección directa***

Es la inyección que más aprovecha el rendimiento del combustible. Con ella, el combustible se inyecta directamente en el interior del cilindro. Así logra eliminar pérdidas, aumenta el par y la potencia de los motores, y los hace un 15% más económicos, a la vez que reduce las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Los inyectores están situados a un lado del cilindro y son alimentados con gasolina a través de una bomba de alta presión, accionada por el árbol de levas, y un common rail o riel común de inyectores. Los inyectores dosifican el combustible con una presión que supera los 100 bares.

El funcionamiento de este tipo de inyección dispone de dos diferentes modos de funcionamiento, la alimentación por mezcla homogénea o la estratificada, que son la clave definitiva para la versatilidad que proporciona este sistema de inyección de combustible.

“Según la situación de carga del motor y la posición del acelerador, la electrónica del motor activa la modalidad más conveniente en un momento dado, sin que el conductor lo note ni tenga que intervenir”.<sup>6</sup>

**1.4.1.3. Diagrama eléctrico y pines de conexión.**

*VER LÁMINAS # 11 y 12 EN ANEXOS*

**1.4.1.4. Ubicación en el vehículo.**



**Fig. 1- 16** Conector de alimentación de la Bomba



**Fig. 1- 17** Conector macho sobre el tanque de combustible

---

<sup>6</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/FSI>

### ***1.4.2. Sistema de Arranque.***

El sistema de arranque en el vehículo es el encargado de suministrar al motor térmico el par necesario para su puesta en marcha, debido a que el mismo debe vencer el elevado par resistente provocado por la inercia estática de los órganos que componen su cadena cinemática.

Puesto que el motor del vehículo es incapaz de arrancar por sí solo, su cigüeñal debe ser girado por una fuerza externa a fin de que la mezcla aire-combustible se realice, para dar lugar a la compresión y para que el inicio de la combustión se produzca. En definitiva, la misión del sistema de arranque es la de permitir que el motor del automóvil, dé los primeros giros hasta conseguir que éste funcione por sí mismo.

El sistema de arranque está compuesto por un motor de corriente continua alimentando por la batería del vehículo y dotado de un sistema de acoplamiento comandado, entre el motor de arranque y el térmico. Este motor eléctrico se denomina motor de arranque y se encuentra montado en el bloque de cilindros.

Cuando el interruptor de encendido es girado, un pequeño engrane en el eje del motor de arranque es empujado y acoplado al volante de inercia, para de esta forma comenzar a girar e impulsar al cigüeñal del motor.

Para poder realizar la puesta en marcha del motor térmico mediante un motor eléctrico de reducidas dimensiones, es necesario transformar las altas revoluciones del motor eléctrico por un elevado par en el volante motor, lo cual se logra mediante una reducción entre el piñón del motor de arranque y la corona del volante motor.

#### ***1.4.2.1. Descripción del sistema.***

El sistema de arranque se presenta de manera exclusiva para la puesta en marcha del motor térmico. Su funcionamiento tiene lugar al momento de colocar la llave de

contacto en la posición de START, lo cual permite que la alimentación de la batería llegue hacia el motor de arranque, el mismo que funciona como un motor eléctrico, con un piñón y un dispositivo para guiar el piñón hacia la rueda dentada del volante de inercia. Al momento de engranar en la corona del volante, y debido a su elevado torque, consigue desde el principio sobrepasar la resistencia impuesta por el motor.

La relación de transmisión entre el bendix y la coronilla del volante de inercia es de aproximadamente 20:1. En esta alta relación de transmisión el piñón no permanece engranado continuamente puesto que el motor de marcha alcanzaría una frecuencia de giro demasiada alta y podría destruirlo. Es por ello que al momento en que el motor térmico empieza a funcionar por sí solo, el engrane del motor de arranque regresa a su estado de reposo.

Cabe mencionar que para que exista un perfecto desempeño en el arranque del vehículo, es necesario que la batería del mismo se encuentre en buen estado de carga, ya que el motor de arranque es un gran consumidor y de no ser así, la corriente emitida por la batería no va a ser lo suficientemente alta para hacer girar con fuerza al motor de arranque.

#### ***1.4.2.2. Innovaciones del sistema.***

Existen en la actualidad sistemas que utilizan la tecnología biométrica de identificación de huellas digitales, es decir codifican el sistema de seguridad y de arranque del vehículo. Únicamente los conductores autorizados, cuyas huellas están almacenadas en la memoria del sistema de huella digital pueden arrancar el vehículo, y habilitar/deshabilitar los parámetros de alarma. Además estos sistemas están protegidos contra la decodificación de alarmas.

### ***Arranque automático del motor***

Insertar la llave de contacto o utilizar un sistema de arranque se vuelve inútil mientras no hubo una autorización previa al reconocimiento de una huella digital. Si alguien intenta arrancar el vehículo insertando la llave de contacto y girándola en posición de encendido, dicha persona tendrá que introducir primeramente la huella digital correcta, y el automóvil arrancará en un tiempo de 0.8 segundos.

Una señal de alarma empezará automáticamente cuando una persona no autorizada se introduzca en el vehículo sin autorización del propietario del sistema. Sin la verificación de la huella digital correcta, la función de alarma rápida impedirá el arranque del vehículo y la alimentación de gasolina al motor. El automóvil nunca arrancará sin introducción de la huella digital correcta.

El sistema utiliza además un control por contraseña con el fin de verificar la identidad del conductor principal del vehículo. El conductor principal es el único que puede habilitar o deshabilitar las funciones de alarma utilizando dicho control. El modo de desactivación del estado de alarma, permite al conductor principal prestar el vehículo a un amigo o dejar el coche con el mecánico para un simple cambio de aceite, por ejemplo. Por medio de la contraseña correcta, el dueño del vehículo podrá fácilmente guardar o borrar registros de huellas digitales para ajustar los usuarios.

En algunos sistemas el proceso de registro se hace por medio de las teclas numéricas de un control o por medio del enlace con un computador, e incluso en ciertos casos el proceso está guiado por instrucciones auditivas. Paso a paso, siguiendo estas instrucciones, el dueño podrá almacenar las huellas digitales de conductores autorizados que en algunos casos incluso están divididos en categorías. El dueño portador de la contraseña general puede fácilmente almacenar o borrar registros para ajustar los usuarios.

Que no nos sorprenda al observar vehículos que porten algunos otros sistemas biométricos tales como sensores que reconozcan el iris ocular de ciertas personas, o sistemas de reconocimiento de voz instalados precisamente para la seguridad del vehículo, exclusivamente para el arranque y puesta en marcha del mismo.

**1.4.2.3. Diagrama eléctrico y pines de conexión.**

*VER LÁMINAS # 13 y 14 EN ANEXOS*

**1.4.2.4. Ubicación en el vehículo.**



*Fig. 1- 18 Switch de encendido*



*Fig. 1- 19 Parte posterior del switch*



## **CAPITULO II**

### **DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE CONTROL**

En este capítulo, lo que se pretende en primera instancia es identificar los lugares de las conexiones eléctricas propias del vehículo sobre las que se desea actuar para su correspondiente automatización, mediante la ayuda del manual eléctrico del Hyundai Getz 1.6 modelo 2007.

Posteriormente, identificados los cables eléctricos de cada sistema, se procederá al diseño de control que comandará los distintos elementos sobre los que se ansía intervenir, realizando esquemas y gráficos básicos que ayuden a cumplir los propósitos planteados en esta tesis. Además de ello resulta necesaria la elaboración de cálculos matemáticos que respalden los diseños elaborados y nos aseguren el buen desempeño de los circuitos en general, pudiendo recalcular y realizar ciertas variantes en caso de ser necesario.

Una vez diseñados los sistemas de control se puede optar por construir de forma rápida y básica cada sistema sobre la superficie de un Project Board, o caso contrario se puede poner a prueba dichos diseños con el uso de un programa de simulación de circuitos electrónicos y un computador, todo esto con la finalidad única de observar el comportamiento que poseen dichos sistemas frente a distintas circunstancias de funcionamiento.

Al término de esta labor que resulta una de las más complicadas y extensas de este trabajo, debido a que es la base en la que se fundamenta el mismo, se procede a dar por terminado el capítulo, pudiendo seguir con el siguiente paso que compete a la construcción y adecuación de los sistemas de control en el vehículo.

## **2.1. *Diseño de los mandos automáticos de luces de posición, cruce y carretera.***

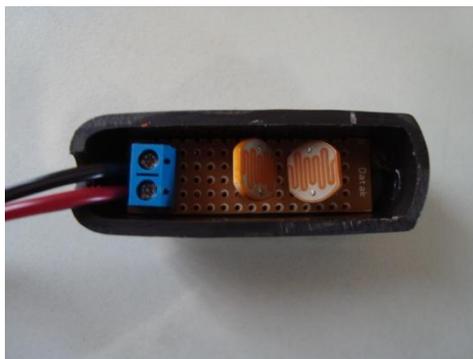
### **2.1.1. *Encendido automático de las luces de posición y cruce.***

#### **2.1.1.1. *Toma de señal.***

Para el encendido automático de las luces de posición y cruce del vehículo se necesita un sensor que capte la variación de luminosidad en el ambiente y nos entregue una señal analógica para procesarla y comandar el sistema de control de manera satisfactoria.

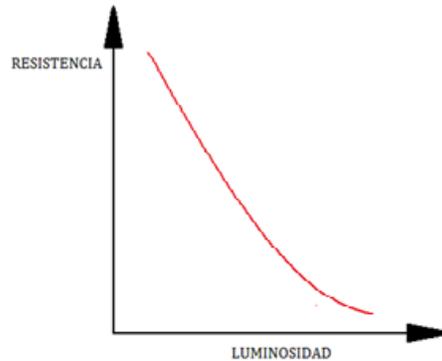
#### **2.1.1.2. *Sensor.***

Los sensores a utilizar son foto-resistencias o LDR (*Light Dependent Resistor*), lo que al español se traduce como *resistencia dependiente de la luz*, las cuales nos entregan una señal analógica de resistencia que varía inversamente a la cantidad de luz que exista en su entorno (*Figura 2-1*).



***Fig. 2- 1 LDR***

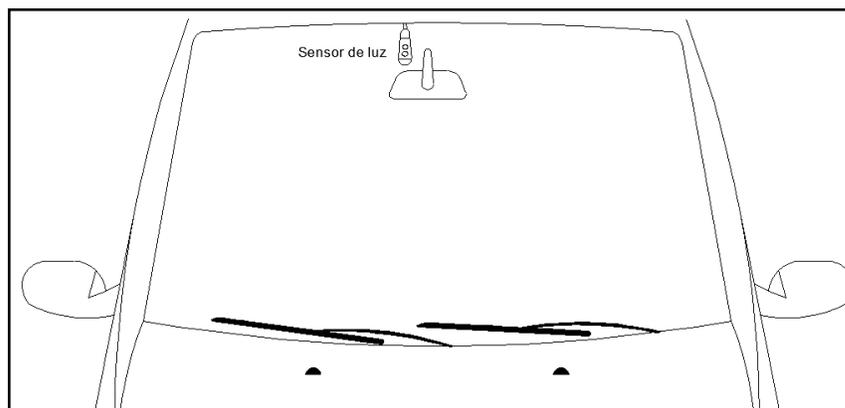
La curva característica de una LDR se obtiene en ensayos de laboratorio midiendo la intensidad de luz y la resistencia (*Figura 2-2*).



*Fig. 2- 2 Curva característica de una LDR común*<sup>7</sup>

### **2.1.1.3. Ubicación.**

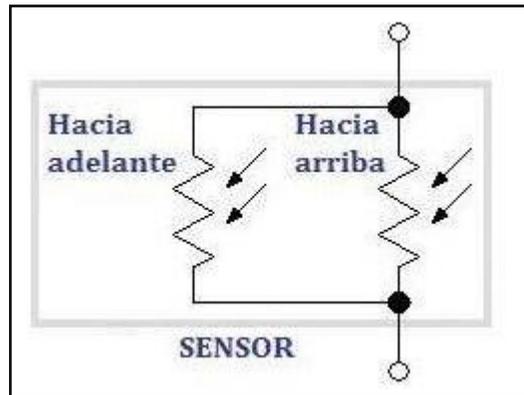
El sensor se coloca en la parte superior del parabrisas sobre el espejo retrovisor, dentro del habitáculo del vehículo, donde podrá captar de manera óptima la luz presente en el entorno (*Figura 2-3*).



*Fig. 2- 3 Ubicación del sensor de Luz*

<sup>7</sup> <http://electronred.iespana.es/curvascaracterrnl.htm>

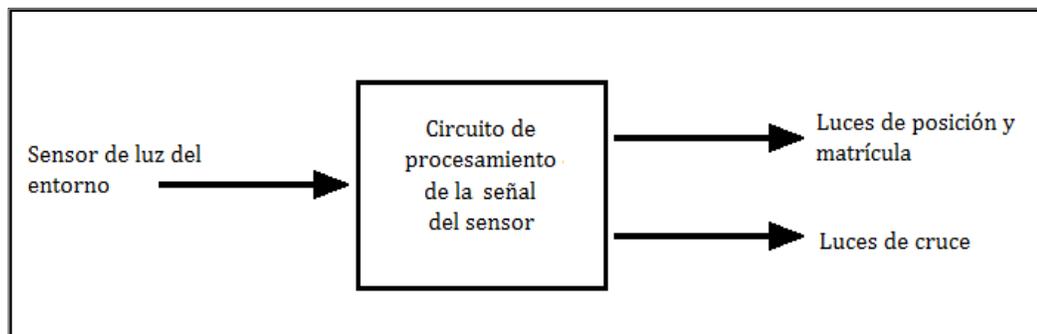
Este sensor consta internamente de dos LDR conectados en paralelo, uno apuntando hacia arriba y el otro hacia adelante con la finalidad de alcanzar el mayor entorno posible (*Figura 2-4*).



*Fig. 2- 4 LDR conectadas en paralelo*

#### **2.1.1.4. Esquema de procesamiento de la señal.**

Este esquema (*Figura 2-5*) comprende el sensor que entrega la señal para ser procesada en la etapa de control y esta a su vez comanda los actuadores que activarán las luces de posición y matrícula, así como las luces de cruce.



*Fig. 2- 5 Esquema de procesamiento de la señal*

### 2.1.1.5. *Diseño del circuito.*

Para diseñar el circuito de mando de manera correcta se debe medir los valores de resistencia que nos entrega el sensor, con la ayuda de un multímetro, en las diferentes circunstancias de conducción, como lo es un día despejado, día nublado, amanecer, atardecer, noche, dentro de la ciudad o en carretera, al entrar en un túnel, paso a desnivel o estacionamiento.

<b>Hora</b>	<b>Lugar</b>	<b>Valor Resistivo</b>
05:30	Sector Urbano	82.5 K $\Omega$
05:40	Sector Urbano	20.3 K $\Omega$
05:45	Sector Urbano	16.1 K $\Omega$
05:50	Sector Urbano	8.2 K $\Omega$
05:55	Sector Urbano	1.7 K $\Omega$
06:00	Sector Urbano	659 $\Omega$
09:00	Paso a Desnivel	45.6 K $\Omega$
12:00	Sector Urbano	274 $\Omega$
12:30	Estacionamiento Subterráneo	21.1 K $\Omega$
13:00	Paso a Desnivel	37.3 K $\Omega$
15:00	Sector Urbano	516 $\Omega$
18:00	Sector Urbano	3.6 K $\Omega$
18:05	Sector Urbano	7.8 K $\Omega$
18:10	Sector Urbano	10.2 K $\Omega$
18:15	Sector Urbano	14.5 K $\Omega$
18:20	Sector Urbano	18.9 K $\Omega$
18:25	Sector Urbano	27.3 K $\Omega$
18:30	Sector Urbano	57.2 K $\Omega$
19:00	Paso a Desnivel	43.5 K $\Omega$
20:00	Sector Urbano	57.3 K $\Omega$
20:30	Carretera	1.83 M $\Omega$
20:45	Carretera	1.78 M $\Omega$

**Tabla 2- 1** Valores de resistencia para cielo despejado

<b>Hora</b>	<b>Lugar</b>	<b>Valor Resistivo</b>
05:40	Sector Urbano	79.3 KΩ
05:45	Sector Urbano	29.6 KΩ
05:50	Sector Urbano	20.8 KΩ
05:55	Sector Urbano	13.1 KΩ
06:00	Sector Urbano	5.4 KΩ
07:30	Paso a Desnivel	48.9 KΩ
09:00	Sector Urbano	467 Ω
12:00	Sector Urbano	297 Ω
13:30	Paso a Desnivel	47.2 KΩ
15:00	Estacionamiento Subterráneo	20.9 KΩ
18:00	Sector Urbano	6.0 KΩ
18:05	Sector Urbano	8.2 KΩ
18:10	Sector Urbano	12.6 KΩ
18:12	Sector Urbano	15.3 KΩ
18:15	Sector Urbano	22.8 KΩ
18:20	Sector Urbano	92.5 KΩ
18:30	Sector Urbano	69.8 KΩ
19:00	Paso a Desnivel	44.9 KΩ
20:00	Sector Urbano	77.3 KΩ
20:15	Carretera	1.88 MΩ

**Tabla 2- 2** Valores de resistencia para cielo nublado

<b>Hora</b>	<b>Lugar</b>	<b>Valor Resistivo</b>
05:40	Sector Urbano	87.6 KΩ
05:45	Sector Urbano	33.9 KΩ
05:50	Sector Urbano	24.3 KΩ
06:00	Sector Urbano	14.1 KΩ
08:00	Paso a Desnivel	46.0 KΩ
09:00	Sector Urbano	698 Ω
12:00	Sector Urbano	452 Ω
13:00	Estacionamiento Subterráneo	22.1 KΩ
15:00	Sector Urbano	780 Ω
16:00	Paso a Desnivel	48.3 KΩ
18:00	Sector Urbano	5.6 KΩ
18:05	Sector Urbano	8.9 KΩ

18:10	Sector Urbano	14.2 KΩ
18:12	Sector Urbano	25.0 KΩ
18:15	Sector Urbano	34.7 KΩ
18:20	Sector Urbano	101.5 KΩ
18:30	Sector Urbano	80.2 KΩ
19:00	Carretera	1.87 MΩ
21:00	Sector Urbano	75.0 KΩ

**Tabla 2- 3** Valores de resistencia para día lluvioso

Con lo que los valores para encender las luces de posición (*Tabla 2-4*) y carretera (*Tabla 2-5*) en las diferentes circunstancias son:

Valor Resistivo
16.1 KΩ
14.5 KΩ
13.1 KΩ
15.3 KΩ
14.1 KΩ
15.5 KΩ

**Tabla 2- 4** Valores de resistencia para encender las luces de posición y matrícula

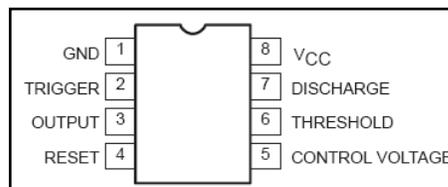
Valor Resistivo
20.3 KΩ
21.1 KΩ
18.9 KΩ
20.8 KΩ
20.9 KΩ
22.8 KΩ
24.3 KΩ
22.1 KΩ
25.0 KΩ

**Tabla 2- 5** Valores de resistencia para encender las luces de cruce

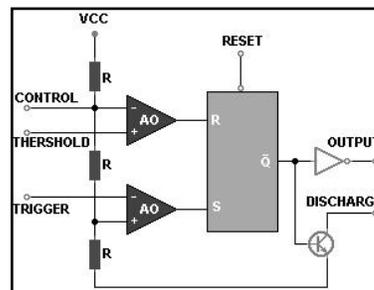
Con los valores obtenidos en las tablas se concluye que el valor promedio de resistencia más conveniente para activar las luces de posición y matrícula es  $15\text{ k}\Omega$  al que se llamará  $R_{LDR1}$ , y el valor promedio para las luces de cruce es  $19\text{ k}\Omega$ , valor que será denominado como  $R_{LDR2}$ .

El circuito contará con:

- Dos NE555 (*Figura 2-6*), uno para encender las luces de posición y otro para encender las luces de cruce, que internamente consta de dos comparadores lineales y un Flip Flop (*Figura 2-7*) y tiene la característica que al conectarlo como monoestable (*Figura 2-8*), éste realiza una función secuencial, que al recibir una excitación de las LDR por los cambios de luz en el entorno, la salida pasa de un estado bajo (0V) a un estado alto (12V) y se mantiene en este durante un periodo de tiempo sin importar el estado de la señal de entrada. Al transcurrir dicho periodo de tiempo, la salida vuelve a su estado original (0V) si es que no continúa recibiendo la señal de excitación en la entrada.



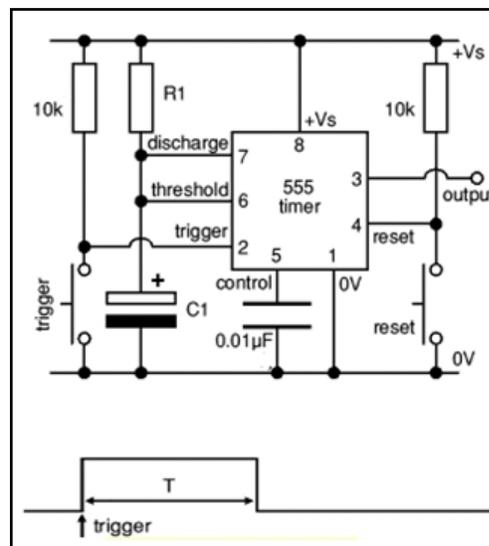
**Fig. 2- 6 NE555**<sup>8</sup>



**Fig. 2- 7 Conexión interna de un NE555**<sup>9</sup>

<sup>8</sup> [http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/philips/NE\\_SA\\_SE555\\_C\\_2.pdf](http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/philips/NE_SA_SE555_C_2.pdf)

Esta cualidad del NE555 permitirá que al momento de disminuir la luz en el entorno, y aumente así la resistencia de las LDR, por medio de un partidor de tensión llegue  $1/3$  del Voltaje de alimentación del circuito al terminal 2 del NE555 para el segundo comparador, y con esto tengamos una señal alta (12V) de salida temporizada y estable por el periodo de tiempo impuesto, la cual seguirá alta si al concluir el periodo de tiempo, la luz en el entorno continua baja, y la misma que se usará para encender las luces de posición y matrícula, como también las de cruce.



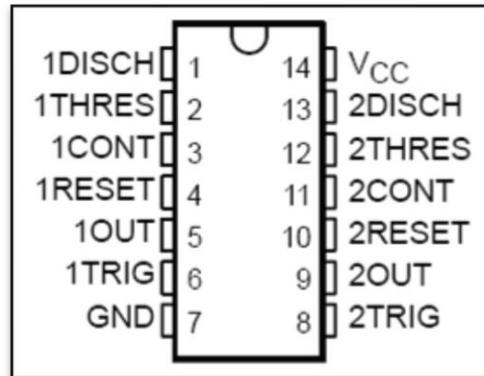
**Fig. 2- 8 NE555 monoestable**<sup>10</sup>

Una vez definido el circuito base, se usa un NE556 (Figura 2-9), que internamente constas de dos NE555, un NE555 comandará el mando automático de las luces de posición y matrícula, y el otro NE555 el mando automático de la luces de cruce, con la señal del mismo sensor, con lo que el circuito final (Figura 2-10) queda listo para realizar los cálculos correspondientes.

<sup>9</sup> <http://www.ucontrol.com.ar/wiki/index.php/NE555>

<sup>10</sup> <http://www.ucontrol.com.ar/wiki/index.php/NE555>

- Dos potenciómetros  $P_1$  y  $P_2$ , que son adaptados al circuito (*Figura 2-12*) en conexión reostática o en serie, ya que de este modo, una vez armado el circuito se puede calibrar de mejor manera los valores de resistencia para la sensibilidad de la oscuridad. En este caso, los potenciómetros a utilizar son los de tipo *trimmer* debido a su reducido tamaño y a la versatilidad que nos brindan.



*Fig. 2- 9 NE556*<sup>11</sup>

- Dos condensadores  $C_1$  y  $C_2$  que junto con  $R_2$  y  $R_4$  respectivamente, determinarán el tiempo de retardo de apagado inicial.
- Una resistencia  $R_1$  que se sumará a la resistencia del sensor.
- Dos resistencias  $R_3$  y  $R_5$  para regular la corriente de base  $i_b$  de los transistores.
- Dos transistores TIP 41 del tipo NPN, para la etapa de potencia.
- Un relee de gran amperaje para el comando de las luces de cruce, el cual es un dispositivo electromecánico, que funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes. En este caso, el relee que se pretende emplear es del tipo normalmente abierto, consta de cuatro terminales, dos para la alimentación de la bobina y los dos restantes cerrarán el circuito de las luces de cruce.

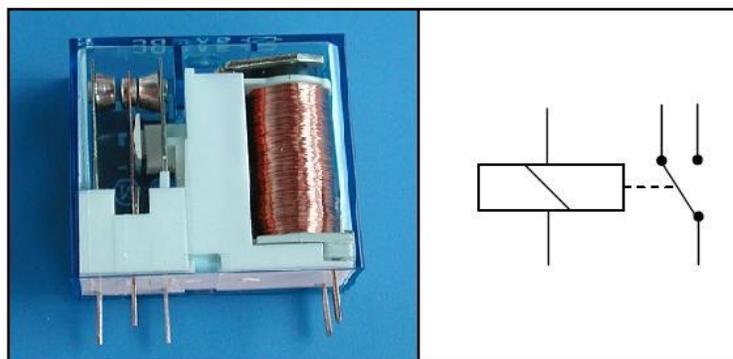
<sup>11</sup> <http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/texasinstruments/ne556.pdf>



*Fig. 2- 10 Relee normalmente abierto<sup>12</sup>*

Al alimentar a la bobina, ésta atrae el contacto normalmente abierto, permitiendo así el paso de corriente desde la alimentación de ON, pasando por las luces de cruce y cerrando el circuito a masa, de tal modo que el sistema de luces funciona de forma paralela e independiente al mando manual efectuado por el conmutador de luces.

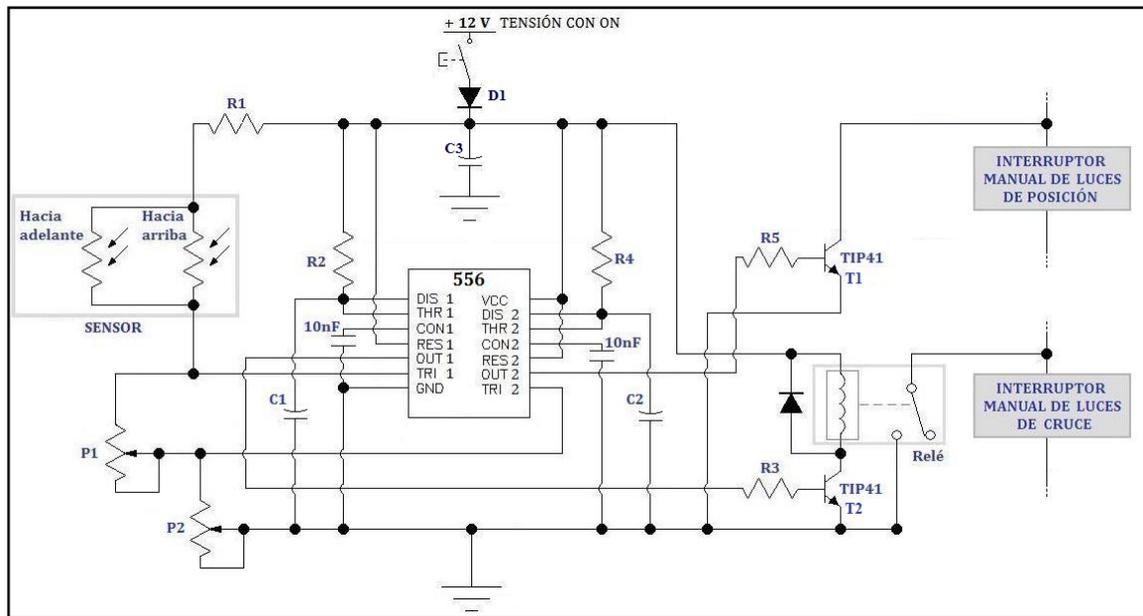
La estructura interna y la simbología eléctrica de un relee convencional es como se muestra en la siguiente imagen.



*Fig. 2- 11 Componentes y simbología de los relees*

<sup>12</sup> <http://www.forocoches.com/foro/showthread.php?t=595894>

En el caso de las luces de posición, no hace falta el uso de un relee, debido a que la potencia o consumo de corriente por parte de las mismas, no es muy elevado, siendo suficiente el uso del transistor TIP 41 para comandar el relee propio del circuito original de las luces de posición.



**Fig. 2- 12** Circuito automático del mando de luces de posición, matrícula y cruce

#### 2.1.1.5.1. Funcionamiento del sistema.

El circuito se alimentará cuando el switch de encendido esté en posición II (ON), al disminuir la luz en el entorno del sensor, la resistencia del mismo sube, haciendo que el voltaje entre los potenciómetros  $P_1$ ,  $P_2$  baje hasta  $1/3$  del voltaje de alimentación, con lo que se tiene una señal alta de salida en  $OUT_2$ , que cerrará el transistor para activar el relee, el cual estará conectado en paralelo a los contactos del conmutador de las luces de posición y matrícula.

Al seguir disminuyendo la luz en el entorno la resistencia del sensor continuará incrementando, para disminuir el voltaje entre el sensor y el potenciómetro  $P_1$  hasta llegar a  $1/3$  del voltaje de alimentación igual que en el caso anterior, con lo que se obtiene una señal alta de salida en  $OUT_1$ , y que cerrará el transistor para activar el rele, el mismo que estará conectado en paralelo a los contactos del conmutador de las luces de cruce.

Al ser drástico el cambio de luz a oscuridad en ciertos casos, como por ejemplo al entrar en un túnel en el día, las luces de posición y de cruce se activan inmediatamente.

#### **2.1.1.5.2. Cálculos para la etapa de control.**

##### **2.1.1.5.2.1. Para activación del mando automático.**

El valor del voltaje que se usará para los cálculos será de  $14V$  ( $V_{ON}$ ), el valor de resistencia del sensor para encender las luces de posición y matrícula es de  $15\text{ k}\Omega$  ( $R_{LDR1}$ ), que en serie con  $R_1$  con un valor impuesto de  $10\text{ k}\Omega$ , suman  $25\text{ k}\Omega$ . Para encender las luces de cruce, el valor resistivo será de  $19\text{ k}\Omega$  ( $R_{LDR2}$ ), que en serie con la misma  $R_1$ , suman  $29\text{ k}\Omega$ .

La condición para las luces de posición es que el voltaje entre  $P_1$  y  $P_2$  sea de  $1/3$  del voltaje de alimentación ó menor, que llamaremos  $V_1$ , y para encender las luces de cruce igualmente necesitamos que el voltaje entre  $P_1$  y el sensor sea de  $1/3$  ó menor, que llamaremos  $V_2$ .

Establecidos estos parámetros se procede a calcular los valores de los potenciómetros  $P_1$  y  $P_2$  con las siguientes fórmulas del teorema de Thévenin:

Para las luces de posición y matrícula:

$$V_1 = \frac{P_2}{[(R_1 + R_{LDR1}) + P_1 + P_2]} (V_{ON}) \quad (1)$$

Donde las unidades son:

$$V_1 \text{ y } V_{ON} \rightarrow \text{Voltios [V]}$$

$$P_1, P_2, R_1 \text{ y } R_{LDR1}, \rightarrow \text{Ohmios } [\Omega]$$

Para las luces de cruce:

$$V_2 = \frac{P_1 + P_2}{[(R_1 + R_{LDR2}) + P_1 + P_2]} (V_{ON}) \quad (2)$$

Donde las unidades son:

$$V_2 \text{ y } V_{ON} \rightarrow \text{Voltios [V]}$$

$$P_1, P_2, R_1 \text{ y } R_{LDR2} \rightarrow \text{Ohmios } [\Omega]$$

Reemplazando los valores conocidos en (1) se tiene:

$$4.66V = \frac{P_2}{[(25k\Omega) + P_1 + P_2]} (14V)$$

Despejando  $P_1$  de (1) se obtiene:

$$P_1 = 2P_2 - 25k\Omega \quad (3)$$

Reemplazando los valores conocidos en (2) se tiene:

$$4.66V = \frac{P_1 + P_2}{[(29k\Omega) + P_1 + P_2]} (14V)$$

En la ecuación (2), despejando  $P_1$  se obtiene:

$$P_1 = \frac{29k\Omega - 2P_2}{2} \quad (4)$$

Iguando (3) y (4) se obtiene el valor de  $P_2$ .

$$P_2 = 13.16 k\Omega$$

Reemplazando el valor de  $P_2$  en (1) ó en (2) se obtiene el valor de  $P_1$ .

$$P_1 = 1.33 k\Omega$$

Los valores de  $P_1$  y  $P_2$  se los debe calibrar en el circuito con el fin de garantizar el funcionamiento en las circunstancias requeridas.

**2.1.1.5.2.2. Para tiempo de retardo de apagado inicial.**

El tiempo de retardo de apagado inicial para las luces de posición y matrícula viene dado por la siguiente fórmula:

$$t_1 = 1.1 \cdot (R_4) \cdot C_2 \quad (5)$$

Donde las unidades son:

$$t_1 \rightarrow \text{segundos [s]}$$

$$R_4 \rightarrow \text{Ohmios } [\Omega]$$

$$C_2 \rightarrow \text{Faradios [F]}$$

El tiempo aproximado  $t_1$  que se quiere es de 14 segundos con lo que dándole un valor de  $470 \cdot 10^{-6} F$  ( $470 \mu F$ ) a  $C_2$  y despejando de (5), el valor de  $R_4$  es:

$$R_4 = \frac{t_1}{1.1 \cdot C_2}$$

$$R_4 = \frac{14s}{1.1 \cdot (470 \times 10^{-6} F)}$$

$$R_4 = 27079.30 \Omega$$

El valor de una resistencia comercial cercano a  $R_4$  es de  $27 k\Omega$ , con lo que recalculando el tiempo en (5) se tiene:

$$t_1 = 1.1 \cdot (27000\Omega) \cdot (470 \times 10^{-6} F)$$

$$t_1 = 13.95 \text{ s}$$

El tiempo de retardo de apagado inicial para las luces cruce viene dado por la misma fórmula:

$$t_2 = 1.1 \cdot (R_2) \cdot C_1 \quad (6)$$

Donde las unidades son:

$$t_2 \rightarrow \text{segundos [s]}$$

$$R_2 \rightarrow \text{Ohmios } [\Omega]$$

$$C_1 \rightarrow \text{Faradios [F]}$$

El tiempo aproximado  $t_2$  que se quiere es de 10 segundos con lo que dándole un valor de  $470 \cdot 10^{-6} \text{ F}$  ( $470 \mu\text{F}$ ) a  $C_1$  y despejando de (6), el valor de  $R_2$  es:

$$R_2 = \frac{t_2}{1.1 \cdot C_1}$$

$$R_2 = \frac{10\text{s}}{1.1 \cdot (470 \times 10^{-6}\text{F})}$$

$$R_2 = 19342.35 \Omega$$

El valor de una resistencia comercial cercano a  $R_2$  es de  $20 \text{ k}\Omega$ , con lo que recalculando el tiempo en (6) se tiene:

$$t_2 = 1.1 \cdot (20000\Omega) \cdot (470 \times 10^{-6}\text{F})$$

$$t_2 = 10.34 \text{ s}$$

### 2.1.1.5.2.3. Para etapa de potencia.

La corriente  $i_{Cmax}$  para activar las bobinas de los relees de posición, matrícula y cruce se calcula con ayuda de la ley de Ohm (7) de la siguiente manera:

$$I = \frac{V}{R} \quad (7)$$

$$i_{Cmax} = \frac{V_{ON}}{R_{Bobina\ Relé}} \quad (8)$$

Donde:

$i_{Cmax} \rightarrow$  Amperios [A]

$R_{Bobina\ Relé} \rightarrow$  Ohmios [ $\Omega$ ]

$V_{ON} \rightarrow$  Voltios [V]

El Voltaje  $V_{ON}$  es de 14V, la resistencia de la bobina del relee para las luces de posición es de 290 $\Omega$ , y la resistencia  $R_{Bobina\ Relé}$  de la bobina del relee para las luces de cruces es de 320 $\Omega$ ; al ser valores de resistencia muy cercanos se hará un solo cálculo con una resistencia promedio de 310 $\Omega$ , y utilizando (8) para encontrar  $i_{Cmax}$  tenemos:

$$i_{Cmax} = \frac{14\ V}{310\ \Omega}$$

$$i_{Cmax} = 45,16\ mA$$

A continuación se encuentra el valor de la corriente de base  $i_{b\ sat}$  necesaria para cerrar el transistor valiéndose de:

$$i_{b\ sat} = \frac{i_{Cmax}}{HFE} \cdot G \quad (9)$$

Donde la ganancia HFE es medida en los transistores T1 y T2 con ayuda del multímetro que entrega valores de 35 y 34 respectivamente, al ser valores bastante cercanos, para los cálculos se tomará únicamente el valor de 35; y la garantía será impuesta con un valor de 10 para garantizar la robustez del sistema.

$$i_{b\ sat} = \frac{45,16\ mA}{35} \cdot 10$$

$$i_{b\ sat} = 12.90\ mA$$

Una vez obtenido este dato se procede a calcular el valor de resistencia  $R_b$  necesaria para cerrar los transistores, siendo  $R_b = R_3 = R_5$  en el circuito de control.

$$R_b = \frac{V_b - 0.6}{i_{b\ sat}} \quad (10)$$

Donde  $V_b$  es el voltaje de la señal que llega a la base del transistor, y 0.6 es el voltaje que se pierde entre la base y el emisor, con lo que resolviendo (10) se tiene:

$$R_b = \frac{14\ V - 0.6\ V}{12.90\ mA}$$

$$R_b = 1038.8\ \Omega$$

El valor de una resistencia comercial cercano a  $R_b$  es de  $1\text{ k}\Omega$ , que se aplicará para los dos transistores por las razones mencionadas anteriormente.

#### **2.1.1.5.2.4. Resultados.**

Los valores para los elementos del circuito obtenidos por imposición y cálculos son los siguientes:

$$P_1 = 1.33\text{ k}\Omega$$

$$P_2 = 13.16\text{ k}\Omega$$

$$R_1 = 10\text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 20\text{ k}\Omega$$

$$R_4 = 27\text{ k}\Omega$$

$$R_3 = R_5 = 1\text{ k}\Omega$$

$$C_1 = C_2 = 470\text{ }\mu\text{F}$$

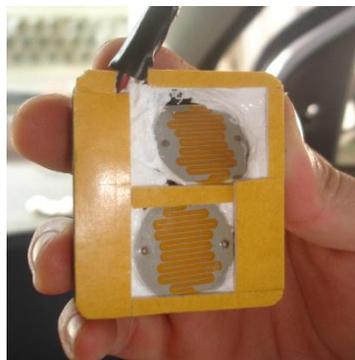
## ***2.1.2. Cambio automático de las luces de cruce y carretera.***

### ***2.1.2.1. Toma de señal.***

Para el cambio automático de luces de carretera a luces de cruce y viceversa, se necesita de un sensor que detecte la proximidad de un vehículo, de tal forma que nos entregue una señal con el fin de procesarla y con ella posteriormente, poder comandar un sistema de control que se encargue de realizar el cambio automático de luces.

### ***2.1.2.2. Sensor.***

Debido a las condiciones ambientales de extrema oscuridad en las que se pretende se ponga en marcha este sistema, el sensor que se utilice deberá captar la luz procedente de los vehículos que se encuentren en frente. Para cumplir con esta expectativa, se hará uso de foto-resistencias que entreguen la señal que interesa para poder comandar los contactos del conmutador de luces, y así poder realizar el cambio automático desde las luces de carretera hasta las de cruce, y su posterior retorno a las luces altas.

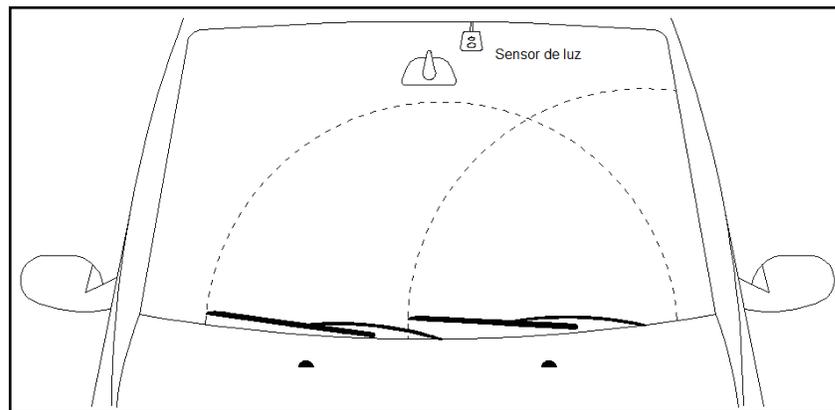


***Fig. 2- 13 Sensor para cambio de luces automáticas***

Un factor importante es que la luz que afecte a las LDR, debe de ser estrictamente aquella luz que se encuentre frente al vehículo y no debe de afectarle la luz que venga desde otra dirección, como por ejemplo la de los postes. En vista de estas consideraciones, es preciso colocar las LDR en un compartimiento para restringir la entrada de luz desde direcciones no deseadas.

De acuerdo al diseño que se tiene pensado desarrollar, serán necesarias dos LDR, la una que comandará la primera parte del sistema y garantizará la escasa presencia de luz en el entorno, y la otra que será la encargada de recoger la luz procedente de los vehículos que se encuentren en frente, por lo que esta última además estará involucrada directamente con el cambio a luces de cruce.

### 2.1.2.3. *Ubicación.*



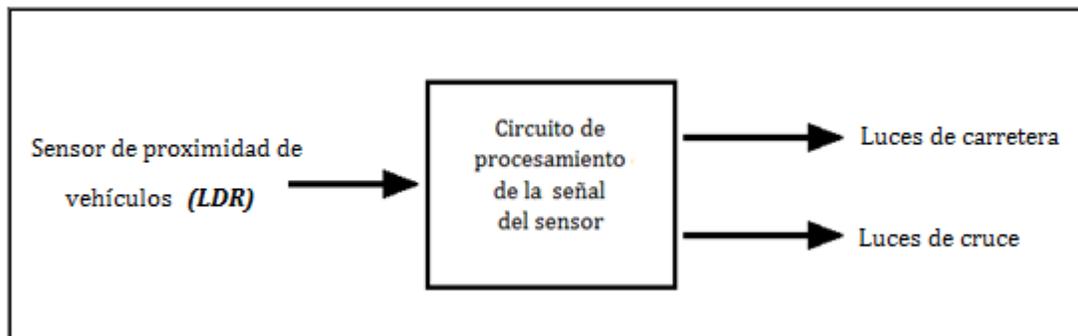
*Fig. 2- 14 Ubicación del sensor*

De acuerdo al motivo de la automatización y de los elementos a emplearse, resulta conveniente que la ubicación del sensor encargado de captar la proximidad de los vehículos sea en el parabrisas, de preferencia en la zona central del mismo y orientado a captar exclusivamente la luz proveniente de en frente. Además de ello es necesario considerar la altura a la que deberá colocarse, la tentativa más apropiada en cuanto a ello es ubicarla junto al sensor de luz designado para el encendido automático de las luces de

posición y de cruce, es decir, junto al retrovisor central en el interior del vehículo, tomando en cuenta que se debe direccionar la LDR con el fin de que la intensidad de luz recogida sea la máxima posible.

#### **2.1.2.4. Esquema de procesamiento de la señal.**

A continuación se expone un esquema representativo del cambio automático de luces (*Figura 2-15*), el cual consta de tres partes claramente distinguibles, la primera, hace referencia al sensor encargado de detectar la presencia o aproximación del vehículo, la señal entregada pasa al siguiente bloque para ser procesada en la etapa de control y posteriormente, por medio de la etapa de potencia comandar un relee, el mismo que será el responsable de cerrar los contactos del conmutador a tierra, ya sea de las luces de carretera o de las luces de cruce, de acuerdo a cómo se diseñe el circuito.



*Fig. 2- 15 Esquema de procesamiento de la señal para cambio de luces*

#### **2.1.2.5. Diseño del circuito.**

Al igual que para el diseño del circuito anterior, y debido a la gran similitud en cuanto a su estructura física y componentes, se deben medir los valores de resistencia que entrega el sensor con la ayuda de un multímetro, tomando en cuenta que para este

caso los valores de referencia que se necesitan son dos, el uno otorgado por la resistencia que apunta hacia arriba y el otro proveniente de la LDR que capta la luz de en frente. A diferencia del circuito anterior, sólo se realizará la obtención de datos en lugares con escasa presencia de luz, es decir en carretera y lugares con luminosidad casi nula o totalmente nula. Es por esto que se tomaron valores de referencia en ciertos lugares en donde se cree conveniente el uso de luces altas.

Situación	Valor Resistivo
Valor en carretera 1	3.78 MΩ
Valor en carretera 2	7.53 MΩ
Valor en carretera 3	1.16 MΩ
Valor en carretera 4	2.66 MΩ
Valor en carretera 5	5.30 MΩ
Valor en carretera 6	1.83 MΩ

**Tabla 2- 6** Valores de resistencia LDR hacia arriba

De acuerdo a los resultados entregados por esta tabla, un valor por encima del cual debe de reaccionar la primera LDR es de 800 KΩ, el cual será tomado en consideración para los cálculos y se denominará  $R_{LDR3}$ .

En cuanto a la segunda LDR, la siguiente tabla reúne algunos de los datos receptados por la misma.

Situación	Valor Resistivo
Vehículo a 200m luces altas	3.88 MΩ
Vehículo a 200m luces bajas	7.85 MΩ
Vehículo a 150m luces altas	2.92 MΩ
Vehículo a 150m luces bajas	6.57 MΩ
Vehículo a 100m luces altas	2.02 MΩ
Vehículo a 100m luces bajas	5.44 MΩ
Vehículo a 50m luces altas	1.39 MΩ
Vehículo a 50m luces bajas	4.31 MΩ

Vehículo a 20m luces altas	0.80 MΩ
Vehículo a 20m luces bajas	2.77 MΩ
Vehículo 5m por delante	4.99 KΩ
Vehículo 10m por delante	6.46 KΩ

**Tabla 2- 7** Valores de resistencia LDR hacia adelante

Con los valores obtenidos en las tablas, se concluye que el valor promedio de resistencia más conveniente para  $R_{LDR3}$  y poner en marcha este sistema es de 800 KΩ, mientras que para la  $R_{LDR4}$  será de 3 MΩ.

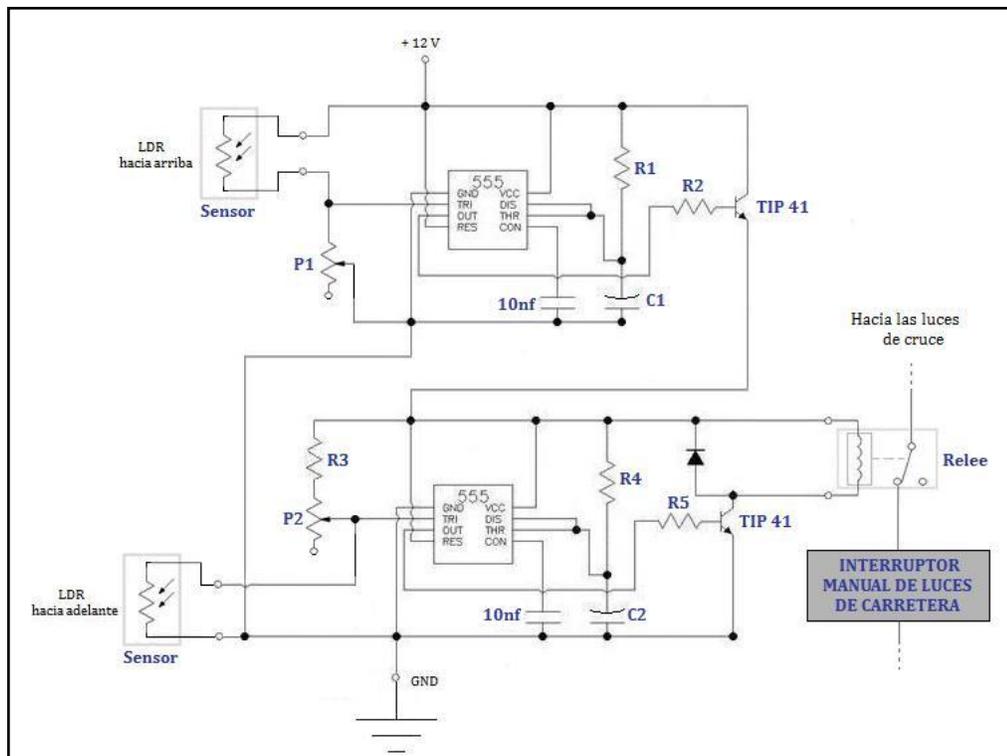
LDR del Sensor	Valor Resistivo
LDR hacia arriba	800 KΩ
LDR hacia adelante	3,0 MΩ

**Tabla 2- 8** Valores correspondientes a cada LDR

Cómo se mencionó con anterioridad, por cuestión estructural y similares funciones de desempeño de este circuito con respecto del expuesto en la primera parte, éste contará con elementos o componentes electrónicos parecidos a los empleados en el circuito anterior, de los que se nombran los siguientes:

- Dos NE555 (*Figura 2-6*), conectados en modo monoestable (*Figura 2-8*), uno que funcionará en conjunto con la LDR designada a captar la luz del entorno en general, mientras que el otro integrado trabajará con la LDR que capta estrictamente la luz proveniente de adelante, es decir de los vehículos.
- Dos potenciómetros o trimmers  $P_1$  y  $P_2$ , responsables de la calibración que se le dé al circuito una vez construido, calibración que dependerá de la sensibilidad que se le quiera otorgar al circuito en general. Esta calibración además debe de realizarse de acuerdo a los valores designados para las LDR según las pruebas en carretera que se hayan realizado, valores que se exponen en la *Tabla 2-8*.

- Dos condensadores  $C_1$  y  $C_2$  que junto con  $R_1$  y  $R_4$  respectivamente, determinarán el tiempo de retardo para el apagado o desactivación del circuito en cada una de sus partes, según sea el caso.
- Dos resistencias  $R_2$  y  $R_5$  para regular la corriente de base  $i_b$  para los TIP 41.
- Una resistencia  $R_3$  que se sumará a la resistencia de  $P_2$ , para en conjunto alcanzar el valor de comparación necesaria para que  $R_{LDR4}$  provoque el disparo en el segundo NE555, brindando así la llegada de una  $i_b$  para el TIP 41 que activa el rele de las luces altas.
- Dos transistores TIP 41 del tipo NPN, para establecer sus respectivas etapas de potencia.
- Un rele de gran amperaje para el comando de las luces de carretera, el mismo que se conectará tal como se expresa en la *Figura 2-16*, entre los faros de las luces altas y el conmutador de luces, empleando los contactos normalmente cerrados del rele.



*Fig. 2- 16 Circuito para cambio de luces automático en carretera*

Tomando en cuenta los parámetros anteriormente presentados y según la lógica del circuito, el diseño del sistema para el cambio de luces automático en carretera, queda expresado en la (*Figura 2-16*).

#### **2.1.2.5.1.      *Funcionamiento del sistema.***

Antes de proceder a describir cómo funciona el sistema de control y el circuito antes mostrado, resulta importante mencionar ciertos parámetros que son necesarios tomar en cuenta para el funcionamiento del mismo.

Como punto de partida, tomando en cuenta que el uso de este sistema automático debe de ponerse en marcha al caer la noche, en extrema obscuridad y sobretodo en carreteras, el conductor debe de accionara el interruptor de alimentación general del circuito al presentarse la necesidad de emplear este sistema, y adicionalmente colocar el conmutador de las luces en la posición de *luces altas*.

Una vez entendido lo expuesto con anterioridad, el funcionamiento del circuito es como se explica a continuación.

La LDR enfocada hacia arriba al estar colocada en la parte superior del partidior de tensión, será sensible a la obscuridad, dando una señal analógica al trigger del primer NE555, de la misma manera que el circuito automático para luces de posición y cruce, garantizando así que el sistema funcione solo al caer la noche, en lugares oscuros, con lo que en el día al estar desactivado el sistema se podrá usar ráfagas sin ningún problema si la situación lo amerita.

La salida del primer NE555 irá a la base de un transistor TIP41, el cual al cerrarse servirá de alimentación para la segunda parte del circuito, además de que posee casi la misma conexión que el primer NE555, con la variación que la segunda LDR que estará enfocada hacia adelante, irá en la parte inferior del partidior de tensión , lo que hará que la señal analógica que entrega al trigger del segundo NE555 sea sensible a la luz, garantizando que al encontrarse con la luces de un vehículo en frente se produzca el

cambio de luces de carretera a luces de cruce, abriendo los contactos del relee, para abrir el circuito de las luces de carretera, apagando así las mismas, y encendiendo las luces de cruce gracias al sistema de encendido automático de luces de posición, matrícula y cruce, y como la calibración de cada NE555 es distinta, se garantiza que la luz de los vehículos que circulan en sentido contrario no afecte la LDR que está enfocada hacia arriba, obteniendo así un correcto desempeño del sistema.

#### **2.1.2.5.2. Cálculos para la etapa de control.**

##### **2.1.2.5.2.1. Para activación del mando automático.**

El valor del voltaje que se usará para los cálculos será de 14V ( $V_{ON}$ ), el valor de resistencia del sensor enfocado hacia arriba para captar la luz del entorno es de 800 K $\Omega$  ( $R_{LDR3}$ ).

La condición para obtener un voltaje de salida del primer NE555, es que el voltaje entre el sensor y  $P_1$  sea de 1/3 del voltaje de alimentación ó menor, que se llamará  $V_1$ .

Establecidos estos parámetros se procede a calcular el valor a calibrar en el potenciómetro  $P_1$  con la siguiente fórmula del teorema de Thévenin:

$$V_1 = \frac{P_1}{[(P_1 + R_{LDR3})]} (V_{ON})$$

Donde las unidades son:

$V_1$  y  $V_{ON} \rightarrow Voltios [V]$

$P_1$  y  $R_{LDR3} \rightarrow Ohmios [\Omega]$

Reemplazando los valores conocidos se tiene:

$$4.66V = \frac{P_1}{[(P_1 + 800 \times 10^3 \Omega)]} (14V)$$

Despejando  $P_1$ :

$$P_1 = \frac{800 \times 10^3 \Omega}{2}$$

$$P_1 = 400 \times 10^3 \Omega$$

Ello lleva a adquirir un potenciómetro que tenga un rango cercano al valor de resistencia calculado, por lo que se optó por conseguir un trimmer de 500 K $\Omega$ .

La condición para obtener un voltaje de salida del segundo NE555, es que el voltaje entre  $P_2$  y el sensor sea de 1/3 del voltaje de alimentación ó menor, que se llamará  $V_2$ .

Establecidos estos parámetros se procede a calcular el valor a calibrar en el potenciómetro  $P_2$  con la siguiente fórmula:

$$V_2 = \frac{R_{LDR4}}{[(R_3 + P_2) + R_{LDR4}]} (V_{ON})$$

Donde las unidades son:

$V_2$  y  $V_{ON} \rightarrow$  Voltios [V]

$R_3, P_2$  y  $R_{LDR4} \rightarrow$  Ohmios [ $\Omega$ ]

Reemplazando los valores conocidos e imponiéndose el valor de  $5.1 M\Omega$  para la resistencia que se suma al potenciómetro se tiene:

$$4.66V = \frac{3 M\Omega}{[(5.1 M\Omega + P_2) + 3 M\Omega]} (14V)$$

Despejando  $P_2$ :

$$P_2 = 9 \times 10^3 \Omega$$

De igual manera, para garantizar que exista un mayor rango de calibración en la sensibilidad del circuito, se colocará un potenciómetro de  $1 \times 10^6 \Omega$ , el cual corresponde al trimmer con variación de resistencia más amplio existente en el mercado.

Los valores de  $P_1$  y  $P_2$  se los debe calibrar en el circuito con el fin de garantizar el funcionamiento en las circunstancias requeridas.

#### **2.3.3.5.2.3. Para los tiempos de retardo.**

El tiempo de retardo de apagado inicial para el primer NE555 viene dado por la siguiente fórmula(5):

$$t_1 = 1.1 \cdot (R_1) \cdot C_1$$

Donde las unidades son:

$$t_1 \rightarrow \text{segundos } [s]$$

$$R_1 \rightarrow \text{Ohmios } [\Omega]$$

$$C_1 \rightarrow \text{Faradios } [F]$$

Al no ser necesario tener un tiempo de retardo inicial de apagado para esta parte del circuito se impondrá un valor de  $10 \times 10^{-6}F$  ( $10 \mu F$ ) a  $C_1$  y a  $R_1$  se le dará un valor de  $1k \Omega$ , entonces reemplazando en la fórmula anterior el valor de  $t_1$  es:

$$t_1 = 1.1 \cdot (1000\Omega) \cdot (10 \times 10^{-6}F)$$

$$t_1 = 0.01s$$

El tiempo de retardo de apagado inicial para las luces de carretera en el segundo NE555 viene dado por la misma fórmula:

$$t_2 = 1.1 \cdot (R_4) \cdot C_2$$

Donde las unidades son:

$$t_2 \rightarrow \text{segundos } [s]$$

$$R_4 \rightarrow \text{Ohmios } [\Omega]$$

$$C_2 \rightarrow \text{Faradios } [F]$$

El tiempo aproximado  $t_2$  que se quiere es de 2 segundos, que es el tiempo que un vehículo a 200 metros tarda en encontrarse con otro vehículo que circula en sentido contrario, con lo que dándole un valor comercial de  $220 \times 10^{-6}F$  ( $220 \mu F$ ) a  $C_2$  y despejando de la fórmula anterior, el valor de  $R_4$  es:

$$R_4 = \frac{t_2}{1.1 \cdot C_2}$$

$$R_4 = \frac{2s}{1.1 \cdot (220 \times 10^{-6}F)}$$

$$R_4 = 8264.46 \Omega$$

El valor de una resistencia comercial cercano a  $R_4$  es de  $9.1 k\Omega$ , con lo que recalculando el tiempo se tiene:

$$t_2 = 1.1 \cdot (9100\Omega) \cdot (220 \times 10^{-6}F)$$

$$t_2 = 2.20 s$$

#### **2.1.2.5.2.3. Para etapa de potencia.**

La corriente  $i_{Cmax}$  para activar la bobina del relee que abrirá el circuito de las luces de carretera se calcula con ayuda de la ley de Ohm (7) de la siguiente manera:

$$I = \frac{V}{R} \quad (7)$$

$$i_{Cmax} = \frac{V_{ON}}{R_{Bobina Relé}} \quad (8)$$

Donde:

$$i_{Cmax} \rightarrow \text{Amperios [A]}$$

$$R_{Bobina\ Relé} \rightarrow \text{Ohmios } [\Omega]$$

$$V_{ON} \rightarrow \text{Voltios [V]}$$

El Voltaje  $V_{ON}$  es conocido, es de 14V, la resistencia medida en la bobina del relee con la ayuda de un multímetro es casi la misma que la medida en la bobina del relee usado para las luces de cruce del circuito anterior *Figura 2-12*, es de  $322\Omega$ , y utilizando (8) para encontrar  $i_{Cmax}$  tenemos:

$$i_{Cmax} = \frac{14\text{ V}}{322\ \Omega}$$

$$i_{Cmax} = 43.47\text{ mA}$$

A continuación se encuentra el valor de la corriente de base  $i_{b\ sat}$  necesaria para cerrar el transistor TIP41 valiéndose de (9):

$$i_{b\ sat} = \frac{i_{Cmax}}{HFE} \cdot G \quad (9)$$

Donde la ganancia HFE es medida en el transistor con ayuda del multímetro que entrega un valor de 35, y la garantía será impuesta con un valor de 10 para garantizar la robustez del sistema.

$$i_{b\ sat} = \frac{43.47\text{ mA}}{35} \cdot 10$$

$$i_{b \text{ sat}} = 12.42 \text{ mA}$$

Luego se calcula el valor de resistencia  $R_b$  necesaria para cerrar el transistor, siendo  $R_b = R_2 = R_5$  en el circuito de control.

$$R_b = \frac{V_b - 0.6}{i_{b \text{ sat}}} \quad (10)$$

Donde  $V_b$  es el voltaje de la señal que llega a la base del transistor, y 0.6 es el voltaje que se pierde entre la base y el emisor, con lo que resolviendo (10) se tiene:

$$R_b = \frac{14 \text{ V} - 0.6 \text{ V}}{12.42 \text{ mA}}$$

$$R_b = 1078.9 \Omega$$

El valor de una resistencia comercial cercano a  $R_b$  es de  $1 \text{ k}\Omega$ , que se aplicará para los dos transistores por las razones mencionadas anteriormente.

En este caso se aplicó una resistencia de  $1 \text{ k}\Omega$  a  $R_2$  para demostrar que es un valor con el cual los transistores trabajan en forma normal, y *el cual se aplicará para los demás circuitos que usen transistores.*

#### **2.1.2.5.2.4. Resultados.**

Los valores para los elementos del circuito obtenidos por imposición y cálculos son los que se presentan a continuación:

$$P_1 = 400 \text{ k}\Omega$$

$$P_2 = 200 \text{ k}\Omega$$

$$R_1 = R_2 = R_5 = 1 \text{ k}\Omega$$

$$R_3 = 5.1 \text{ M}\Omega$$

$$R_4 = 9.1 \text{ k}\Omega$$

$$C_1 = 10 \text{ }\mu\text{F}$$

$$C_2 = 220 \text{ }\mu\text{F}$$

## **2.2. Diseño de los mandos automáticos para limpiaparabrisas.**

### **2.2.1. Encendido automático de los limpiaparabrisas.**

#### **2.2.1.1. Toma de señal.**

Debido a la intención de activar automáticamente los limpiaparabrisas, se hace necesario utilizar un instrumento o elemento que detecte la presencia de agua o alguna sustancia extraña en el parabrisas delantero del vehículo, con el objetivo de poder tomar la señal digital que éste nos entregue para procesarla y poder comandar un sistema de control.

#### **2.2.1.2. Sensor.**

El elemento sensor con el que se pretende trabajar es un *sensor de lluvia*, que básicamente consiste en un encapsulado (*Figura 2-17*), el cual cuenta con dos diodos, un emisor y un receptor de infrarrojos, además de un sensor capaz de detectar la luminosidad del ambiente en donde funcione. Frente a los diodos se encuentran ubicados estratégicamente varios prismas que sirven de guías para el haz luminoso emitido por el emisor, con la finalidad única de que éste llegue sin problemas hasta el receptor.

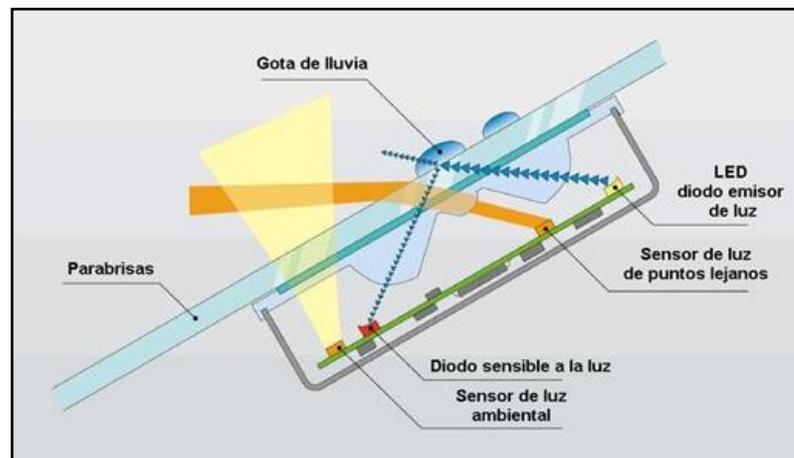


**Fig. 2- 17 Sensor Óptico (Sensor de Lluvia)**

El sensor de lluvia se basa en un principio físico llamado refracción y reflexión de la luz. Cuando un rayo de luz cambia el medio que atraviesa, pueden suceder tres cosas: que lo atraviese sin cambiar de dirección, que lo atraviese y cambie de dirección, o que se refleje como si hubiese incidido sobre un espejo. La primera situación sólo se da cuando el rayo incide perpendicularmente, mientras que la segunda ocurre cuando el ángulo de incidencia es inferior a  $90^\circ$ . En cambio, la reflexión se da cuando el ángulo de incidencia tiene determinado valor y además suele depender del medio.

El diodo emisor presente en el interior del sensor de lluvia, emite un haz luminoso con un determinado ángulo, de tal forma que incide sobre la superficie exterior del cristal para posteriormente reflejarse. Si el agua de la lluvia permanece sobre el cristal (*Figura 2-18*), las características de la superficie de reflexión varían, debido a que aumenta el grosor aparente del cristal, y por tanto solo una parte del haz de luz es reflejado.

El haz de luz reflejado es receptado por un diodo sensible a la luz, el mismo que en función de la luz recibida, cierra el circuito de los limpiaparabrisas en baja o alta velocidad.



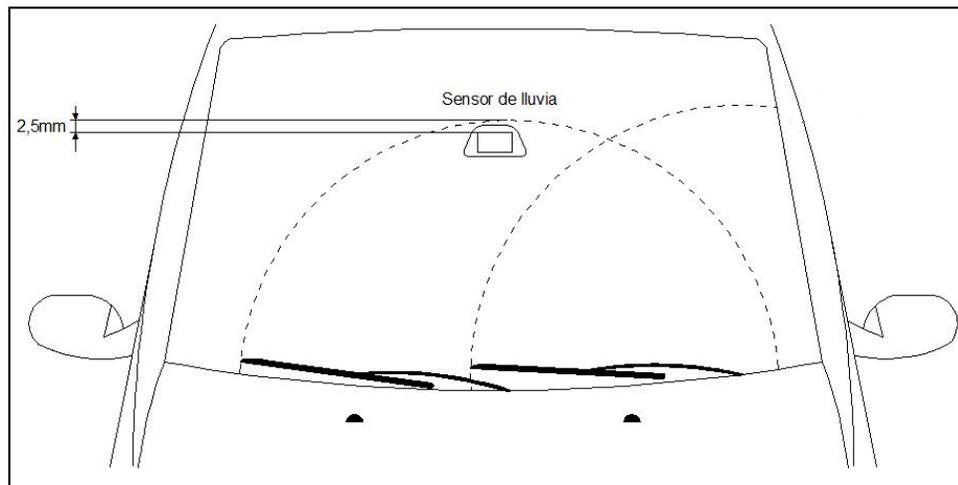
*Fig. 2- 18 Funcionamiento Interno del Sensor de Lluvia*<sup>13</sup>

<sup>13</sup> <http://raulitoblo.blogspot.com/2007/12/el-sensor-de-lluvia-del-coche.html>

### 2.2.1.3. *Ubicación.*

La ubicación de este sensor dependerá del número de escobillas que emplee el limpiaparabrisas y la disposición de las mismas en el automóvil, como por ejemplo si éste cuenta con una o dos escobillas, así como si el funcionamiento de éstas es de forma cruzada o paralela.

De manera general podemos optar por colocar el sensor a la altura del espejo retrovisor y por detrás, tomando en cuenta que éste se encuentre dentro de la superficie de barrido de los limpiaparabrisas, de preferencia 2,5 mm por debajo del punto máximo de alcance del limpiaparabrisas (*Figura 2-19*), para garantizar un perfecto funcionamiento del sistema ya que esta área será una muestra representativa de todo el parabrisas.

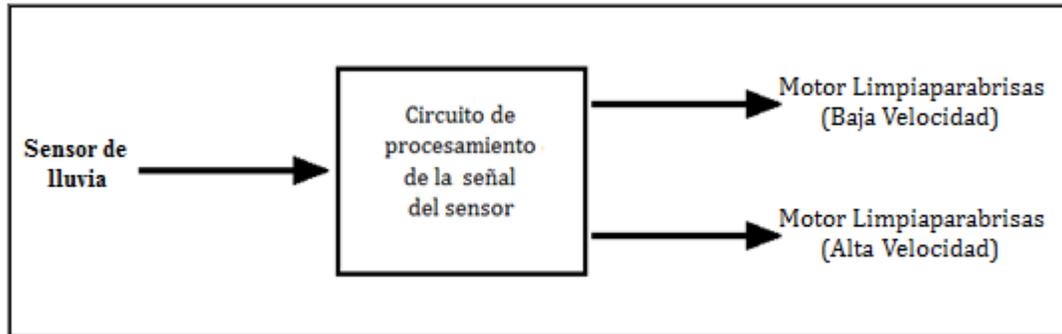


*Fig. 2- 19 Ubicación del sensor de lluvia*

### 2.2.1.4. *Esquema de procesamiento de la señal.*

En el presente esquema (*Figura 2-20*) se toma en cuenta la señal de entrada, que es la otorgada por el sensor de lluvia, la cual posteriormente pasa a una etapa de

procesamiento para de acuerdo a ésta, tomar las decisiones en cuanto a la puesta en marcha de los limpiaparabrisas, así como la frecuencia de funcionamiento de los mismos.



*Fig. 2- 20 Esquema de procesamiento de la señal*

#### **2.2.1.5. Diseño del circuito.**

El circuito contará con:

- Una etapa de estabilización conformada por un circuito integrado 7805, el cual regula la tensión de alimentación a 5 V. Esta tensión regulada es necesaria para la alimentación de los elementos que conforman la etapa de control del circuito de limpiaparabrisas. Tanto en su entrada como en su salida deberán conectarse unos condensadores cuya función será hacer de filtro para disminuir las posibles interferencias de las señales y las oscilaciones bruscas.

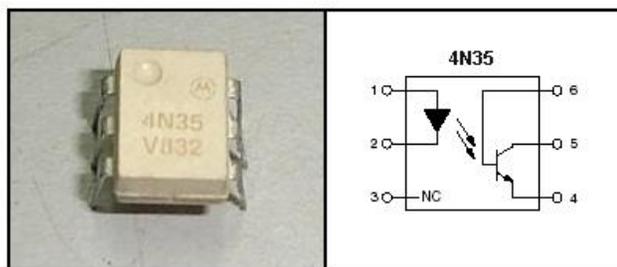
En este caso se empleará un circuito integrado 78L05 por su reducido tamaño y buenas prestaciones. Su forma física y estructura para el conexionado es como se muestra a continuación.



*Fig. 2- 21 Forma Física y Esquema de Conexión 78L05*

- Dos optoacopladores encapsulados del tipo 4N35, uno para baja velocidad OP2 y otro para alta velocidad OP1. Basa su funcionamiento en el empleo de un haz de radiación luminosa para pasar señales de un circuito a otro sin conexión eléctrica. Su principal ventaja reside en el aislamiento eléctrico que puede establecerse entre los circuitos de entrada y salida. El 4N35, básicamente está formado por un diodo infrarrojo en la etapa de entrada y un fototransistor NPN de silicio como etapa de salida, que se adapta a la sensibilidad espectral del emisor luminoso, todos estos elementos se encuentran dentro de un encapsulado.

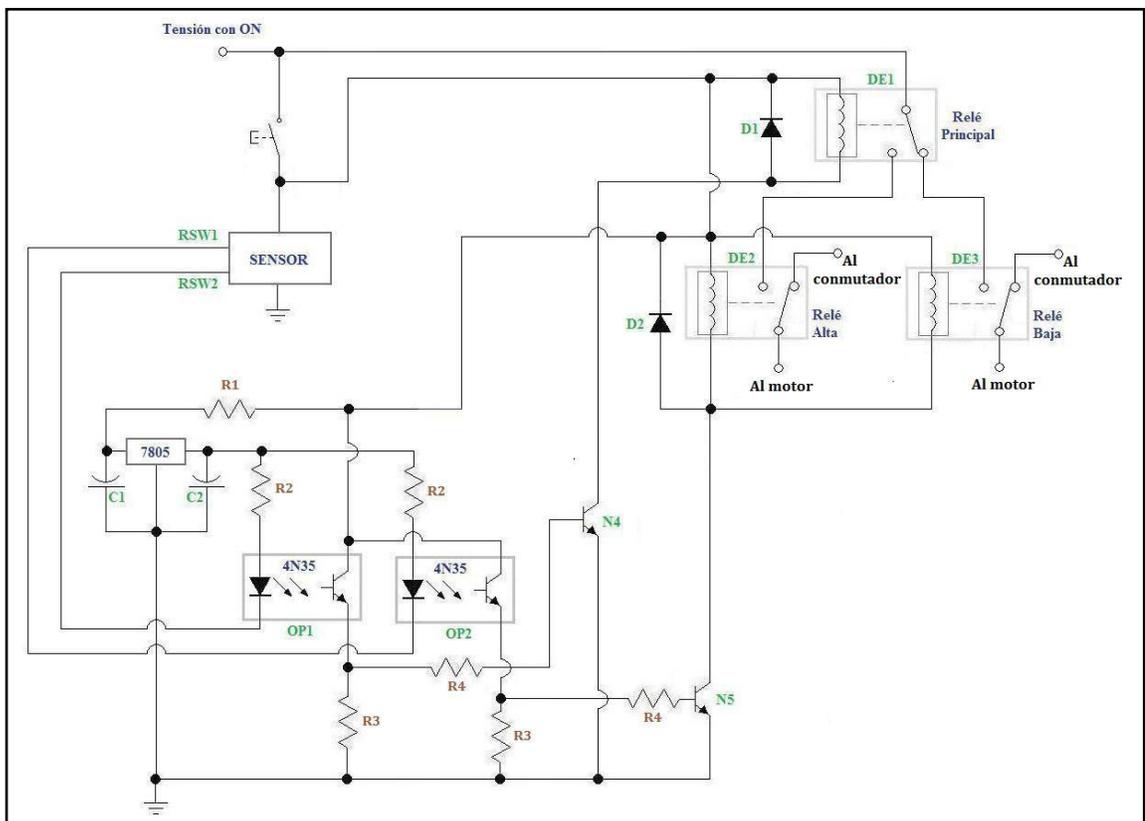
En general puede sustituir a los relees ya que tiene una velocidad de conmutación mayor, así como ausencia de rebotes.



*Fig. 2- 22 Forma Física y Conexión Eléctrica del Optoacoplador 4N35*

- Un relee principal DE1, donde sus contactos de salida alimentarán a los relees de baja y alta velocidad respectivamente, el cual estará normalmente cerrado al contacto normalmente abierto del relee de baja.

- Dos relees, uno para alta y otro para baja velocidad de las escobillas, DE2 y DE3 respectivamente, donde sus contactos cerrados estarán conectados en serie entre el conmutador del limpiaparabrisas y el motor del mismo, mientras que sus contactos normalmente abiertos se conectarán a cada una de las salidas del rele principal DE1, como se muestra en la *Figura 2-23*.
- Dos diodos para proteger las bobinas de los relees.
- Una resistencia  $R_1$  para la entrada del 78L05, dos resistencias  $R_2$  para limitar la corriente de los diodos de los dos optoacopladores, dos resistencias  $R_3$  para limitar la corriente que pasa por los transistores de los dos optoacopladores, dos resistencias  $R_4$  para limitar la corriente  $i_b$  de los transistores.
- Dos transistores S9014 (NPN) para excitar las bobinas de los relees.



*Fig. 2- 23 Circuito automático de limpiaparabrisas*

### 2.2.1.5.1. *Funcionamiento del sistema.*

El funcionamiento del circuito inicia con la activación del interruptor principal del sistema dado por el conductor del vehículo. Al cerrarse dicho contacto, alimentará a todos los elementos del circuito automático de limpiaparabrisas.

En este caso, el sensor es el elemento encargado de cerrar el circuito, de los fotoemisores de los optoacopladores, a tierra. Esto dependiendo de las condiciones climáticas del ambiente.

*Activación de las escobillas en baja velocidad.*- Cuando el sensor detecta lluvia en el ambiente, pero dicha lluvia no es abundante, el sensor se encargará de cerrar el circuito, del fotoemisor del optoacoplador de baja velocidad OP2, a tierra. Al ocurrir esto la señal emitida por el fotoemisor cerrará el paso de corriente del fotoreceptor; esta corriente será la corriente de base  $i_b$  de un transistor N5, provocando la conmutación del mismo, con lo cual las bobinas de los relees, DE3 y DE2, de baja y alta velocidad, previamente alimentadas de tensión por la activación del interruptor principal, serán excitadas, ya que mediante la conmutación del transistor mencionado sus propios circuitos cerrarán su enlace a tierra, pero al ser sólo el rele de baja velocidad DE3 el que está alimentado de tensión para el motor, en su contacto de entrada proveniente del rele principal DE1, sólo se activarán las escobillas de baja velocidad.

*Activación de las escobillas en alta velocidad.*- Cuando el sensor detecta lluvia abundante en el ambiente cerrará, adicionalmente, el circuito del fotoemisor del optoacoplador OP1 de alta velocidad a tierra, provocando de esta manera, mediante su emisión de señal, el paso de corriente en su fotoreceptor. Dicho paso de corriente otorgará una corriente de base  $i_b$  a un transistor N4, que mediante su conmutación, en este caso, se encargará de otorgarle tierra a la bobina del rele principal DE1, con lo cual, mediante su excitación, cambiará de posición su contacto de salida, alimentando de tensión, de esta manera, al contacto de entrada del rele DE2 de alta velocidad, previamente conmutado por el cierra a tierra dado por el transistor N5. Con lo cual al ser este rele el único alimentado de tensión, dará el paso de corriente necesario para la activación del motor en la posición de alta velocidad.

### **2.2.1.5.2. Cálculos para la etapa de control.**

Para todos los cálculos  $V_{ON}$  tendrá un valor de 14 V, el cual se mide con el motor en funcionamiento.

#### **2.2.1.5.2.1. Para regulación y estabilización de voltaje.**

El circuito integrado 78L05 regula la tensión a 5V y trabaja con un máximo de corriente de 1A. Para este caso se lo hará trabajar a  $\frac{1}{4}$  de su capacidad, garantizando un óptimo y no forzado funcionamiento.

Para esto se debe colocar una resistencia  $R_1$  a la entrada del 78L05, limitando así el paso de corriente, el cálculo se hace con la ayuda de (7) *pág. 40*, que adecuada a este circuito se tiene:

$$R_1 = \frac{V_{ON}}{i_{78L05}}$$

Donde la corriente  $i_{78L05}$  es 250 mA,  $\frac{1}{4}$  de la capacidad máxima del integrado como se mencionó anteriormente, por lo tanto:

$$R_1 = \frac{14 V}{250 mA}$$

$$R_1 = 56 \Omega$$

El valor de una resistencia comercial cercano al valor de  $R_1$  es de 53  $\Omega$ .

Para estabilizar el voltaje que entrega el 78L05 se utiliza dos condensadores cuya capacidad esté dentro de los valores adecuados para su óptimo desempeño, por lo que en este caso se optará por colocar tanto a la entrada como a la salida del integrado, un condensador de 47  $\mu\text{F}$ .

#### **2.2.1.5.2.2. Para optoacopladores 4N35.**

Se utiliza la misma fórmula (7) en los dos opto para limitar la corriente  $i_{LED}$ , con lo que se tiene:

$$R_2 = \frac{V_{ON}}{i_{LED}}$$

Donde  $i_{LED}$  es de 15 mA por especificaciones del fabricante, entonces:

$$R_2 = \frac{14 V}{15 mA}$$

$$R_2 = 933.33 \Omega$$

Un valor de una resistencia comercial cercano al valor a  $R_2$  es de 1 k $\Omega$ .

#### **2.2.1.5.2.3. Para etapa de potencia.**

La corriente  $i_{Cmax}$  para activar las bobinas de los relees DE2 y DE3 se calcula con ayuda de (8) de la siguiente manera:

$$i_{Cmax} = \frac{V_{ON}}{R_{Bobina\ Relé}} \quad (8)$$

Donde  $R_{Bobina\ Relé}$  es la suma en paralelo de las resistencias de las bobinas de los relees mencionados anteriormente, cuyos valores son de  $400\ \Omega$  cada una, y se calcula de la siguiente manera:

$$R_{Bobina\ Relé} = \frac{1}{\frac{1}{R_{DE2}} + \frac{1}{R_{DE3}}}$$

$$R_{Bobina\ Relé} = \frac{1}{\frac{1}{400\Omega} + \frac{1}{400\Omega}}$$

$$R_{Bobina\ Relé} = 200\Omega$$

Utilizando (8) para encontrar  $i_{Cmax}$  tenemos:

$$i_{Cmax} = \frac{14\ V}{200\ \Omega}$$

$$i_{Cmax} = 70\ mA$$

El valor de la corriente de base  $i_{b\ sat}$  necesaria para cerrar el transistor N5 es de:

$$i_{b\ sat} = \frac{i_{Cmax}}{HFE} \cdot G \quad (9)$$

Donde la ganancia HFE es medida en el transistor N5 (S9014) con un valor de 150, y la ganancia será impuesta con un valor de 10 para garantizar la robustez del sistema.

$$i_{b\ sat} = \frac{70\ mA}{150} \cdot 10$$

$$i_{b\ sat} = 4.66\ mA$$

Una vez obtenido este dato se procede a calcular el valor de resistencia  $R_b$  necesaria para cerrar el transistor N5.

$$R_b = \frac{V_b - 0.6}{i_{b\ sat}} \quad (10)$$

Donde  $V_b$  es la señal de 5V que llega a la base del transistor, 0.6 es el voltaje que se pierde entre la base y el emisor,  $R_b = R_4$  en el circuito de control (*Figura 2-23*), con lo que resolviendo (10) se tiene:

$$R_b = R_4 = \frac{5\ V - 0.6\ V}{4.66\ mA}$$

$$R_4 = 944.2\ \Omega$$

El valor de una resistencia comercial cercano a  $R_4$  es de  $1\ k\Omega$ , que se aplicará para los dos transistores por las razones mencionadas anteriormente.

De acuerdo a los cálculos planteados para la etapa de control de N5, y al tratarse de similares circunstancias para el caso de N4, se optará por emplear el valor de resistencia de  $1\ k\Omega$  para limitar la corriente de base del mismo.

Por último se coloca una resistencia  $R_3$  de  $1\text{ k}\Omega$  en el emisor de cada uno de los dos optoacopladores 4N35, con la finalidad de proteger el transistor del integrado al momento que entra en conmutación.

#### **2.2.1.5.2.4. Resultados**

Los valores para los elementos del circuito obtenidos por imposición y cálculos son los siguientes:

$$R_1 = 53\ \Omega$$

$$R_2 = 1\text{ k}\Omega$$

$$R_3 = 1\text{ k}\Omega$$

$$R_4 = 1\text{ k}\Omega$$

$$C_1 = C_2 = 47\ \mu\text{F}$$

## 2.3. *Diseño de los sistemas de mando para la seguridad del vehículo.*

### 2.3.1. *Cierre centralizado.*

Actualmente el vehículo de trabajo cuenta con el sistema de cierre centralizado, por lo que esta sección se enfocará en la descripción del sistema que en este momento equipa el automóvil.

El módulo de cierre centralizado para el automóvil está compuesto por un transmisor codificado de UHF (*Ultra High Frequency*), un receptor de UHF y los circuitos periféricos.



*Fig. 2- 24 Kit Cierre Centralizado*<sup>14</sup>

En cuanto al conjunto completo para el sistema de cierre centralizado, este incluye el módulo de control o centralita, la unidad de mando a distancia o control, los motores eléctricos reversibles, el cableado y el varillaje, entre los más importantes (*Figura 2-24*).

---

<sup>14</sup> <http://www.mecanicavirtual.org/cierre-centralizado.htm>

### 2.3.1.1. *Funcionamiento.*

El cierre centralizado posee un mecanismo que utiliza pequeños motores eléctricos (*Figura 2-25*) que activan las cerraduras de todas las puertas en el automóvil. Este motor eléctrico es de tipo reversible al que se le hace llegar la corriente por uno de los bornes para el cierre y por el contrario para la apertura, mientras que el otro borne se pone a masa. A su vez este motor se encarga de cambiar la posición de las cerraduras con la ayuda de un sistema mecánico por medio de varillas.

Cabe mencionar que la alimentación de estos motores se realiza directamente desde la batería al momento de recibir una señal, ya sea ésta desde el control, con la llave o activando de forma manual el seguro de la puerta del conductor.



*Fig. 2- 25 Motores Eléctricos para Cierre Centralizado*<sup>15</sup>

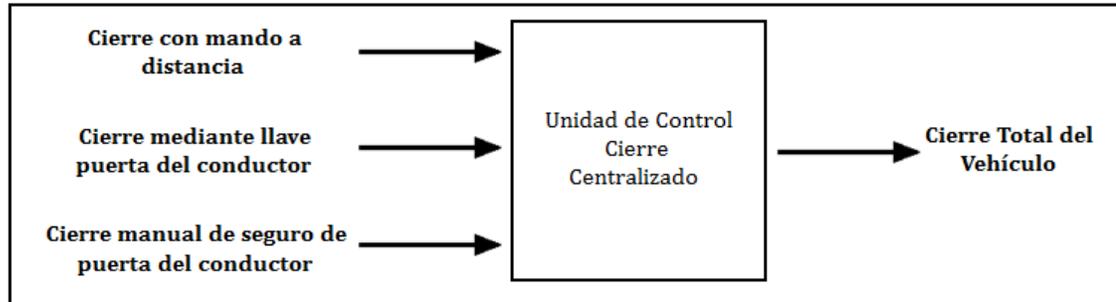
### 2.3.1.2. *Esquema de procesamiento de las señales.*

Para poder llevar a cabo la acción de cierre automático de las puertas del vehículo, la unidad de control del *Cierre Centralizado*, necesita tomar una señal que le indique el momento en que debe actuar sobre los seguros de las puertas. Esta señal

---

<sup>15</sup> <http://www.mecanicavirtual.org/cierre-centralizado.htm>

puede ser activada tanto en forma inalámbrica (control remoto), así como también en forma manual; tal como se ilustra en la *Figura 2-26*.



*Fig. 2- 26 Procesamiento de la señal Cierre Centralizado*

### **2.3.1.3. Empleo adicional del sistema de cierre centralizado.**

Debido a que el vehículo ya posee el sistema de cierre centralizado, se empleará el mecanismo mecánico que compone este sistema para detectar la posición de cierre de la puerta del conductor, con el objetivo principal de poder tomar una señal de referencia que nos indique que esta puerta ha sido cerrada, para trabajar con esta señal en conjunto con otras y poder gobernar el cierre automático de las ventanillas eléctricas del vehículo, que es otro de los propósitos planteados en este trabajo.

### **2.3.2. Activación automática para el cierre de los elevalunas eléctricos.**

#### **2.3.2.1. Descripción de la automatización.**

Mediante la implementación de este sistema de control pretendemos que los elevalunas eléctricos, de todas las puertas, suban automáticamente al momento de cerrar

el vehículo, esto bajo las condiciones que el vehículo se encuentre detenido y el motor apagado.

#### **2.3.2.2. Toma de señal.**

Para la automatización de los elevalunas eléctricos al momento del cierre del vehículo, es necesaria la toma de tres señales. La primera nos tiene que indicar que todos los seguros de las puertas están activados, es decir captará el momento que se active el bloqueo central con mando a distancia. La segunda nos indicará que la llave se encuentra en la posición de *OFF* o que no está introducida en el switch de encendido. Y la tercera nos indicará el momento que la luna llegue a su tope en su carrera ascendente.

#### **2.3.2.3. Sensores.**

##### **2.3.2.3.1. Señal de cierre centralizado.**



**Fig. 2- 27 Optoacoplador de fototransistor**

El sensor a utilizar para esta señal es un opto acoplador ranurado de fototransistor, el cual al momento que exista un corte entre la señal del foto emisor y el

foto receptor, nos dará una variación en el voltaje de salida, que nos indicará que el seguro del bloqueo central ha sido activado.

#### **2.3.2.3.1.1. Ubicación**

El opto acoplador se coloca en el interior de la puerta, donde una de las varillas que acciona el seguro de la misma, en su extremo tendrá una placa, que al terminar su carrera cortará el haz de luz existente entre el foto emisor y el foto receptor, obteniendo la señal necesaria. Cabe recalcar que este sensor se ubicará únicamente en el seguro de la puerta del conductor, ya que con el cierre centralizado se garantiza que al cerrar el seguro de dicha puerta, se cierran los seguros del resto de puertas del vehículo.



**Fig. 2- 28 Ubicación del sensor**

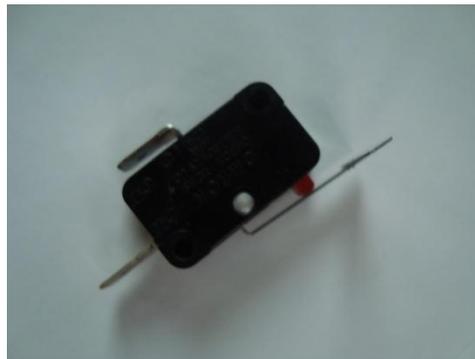
#### **2.3.2.3.2. Señal de OFF (switch de encendido).**

Para esta señal se usa un relee normalmente cerrado que otorga la alimentación general del circuito automático de control, el mismo que brinda un voltaje de 12 voltios en la posición de *OFF* del switch, mientras que en las posiciones de *ON* y *ACC*, entrega 0 voltios, dejando sin alimentación al circuito.

### **2.3.2.3.3. Señal de los vidrios de las puertas.**

El sensor a utilizar para esta señal será un final de carrera mecánico, el cual al momento que el vidrio de la puerta, llegue al tope máximo de su carrera ascendente, abrirá un contacto, que nos indicará la señal deseada.

La señal nos sirve para la protección del motor de los elevallunas, ya que al momento que se active la señal del final de carrera se cortará el suministro de corriente para dicho motor, con lo cual se garantiza que no trabaje en vano aunque las otras dos señales anteriores estén activas.



**Fig. 2- 29** Final de carrera normalmente cerrado

#### **2.3.2.3.3.1. Ubicación.**

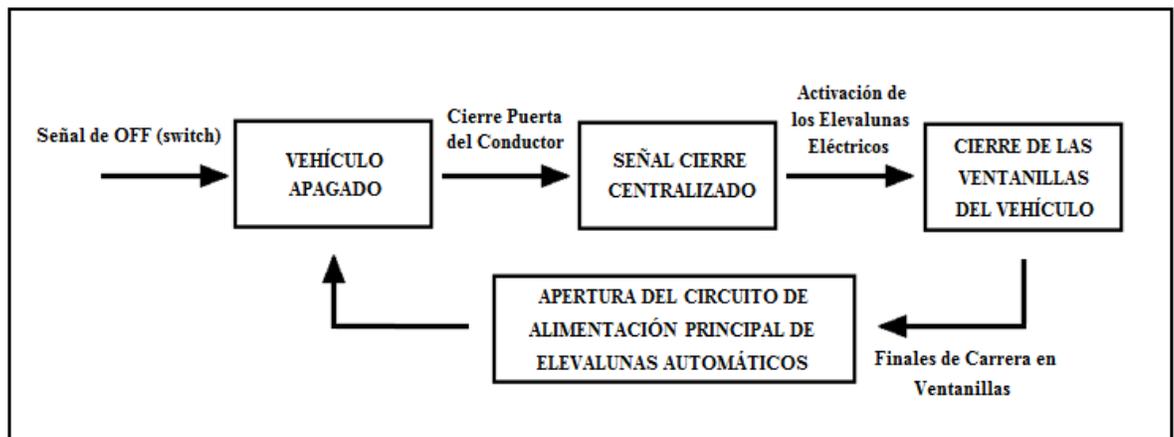
Este sensor mecánico se encontrará en el interior de las puertas, ubicado a la altura de la parte inferior de los vidrios de las puertas donde se colocará una placa que abrirá el contacto de los finales de carrera mecánicos, cuando los mismos terminen su carrera ascendente.



*Fig. 2- 30 Ubicación del fin de carrera por detrás de la puerta*

**2.3.2.4. Esquema de procesamiento de la señal.**

El siguiente esquema (*Figura 2-31*) comprende los sensores que entregan las señales para ser procesadas en la etapa de control y esta a su vez comanda los actuadores que activarán los elevallas eléctricos.

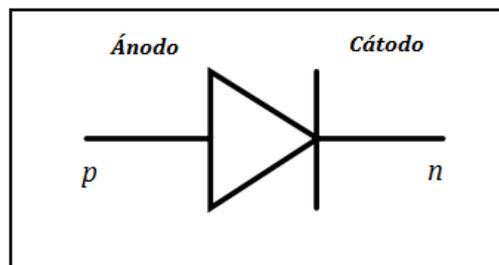


*Fig. 2- 31 Esquema de procesamiento de señales*

### 2.3.2.5. *Diseño del circuito.*

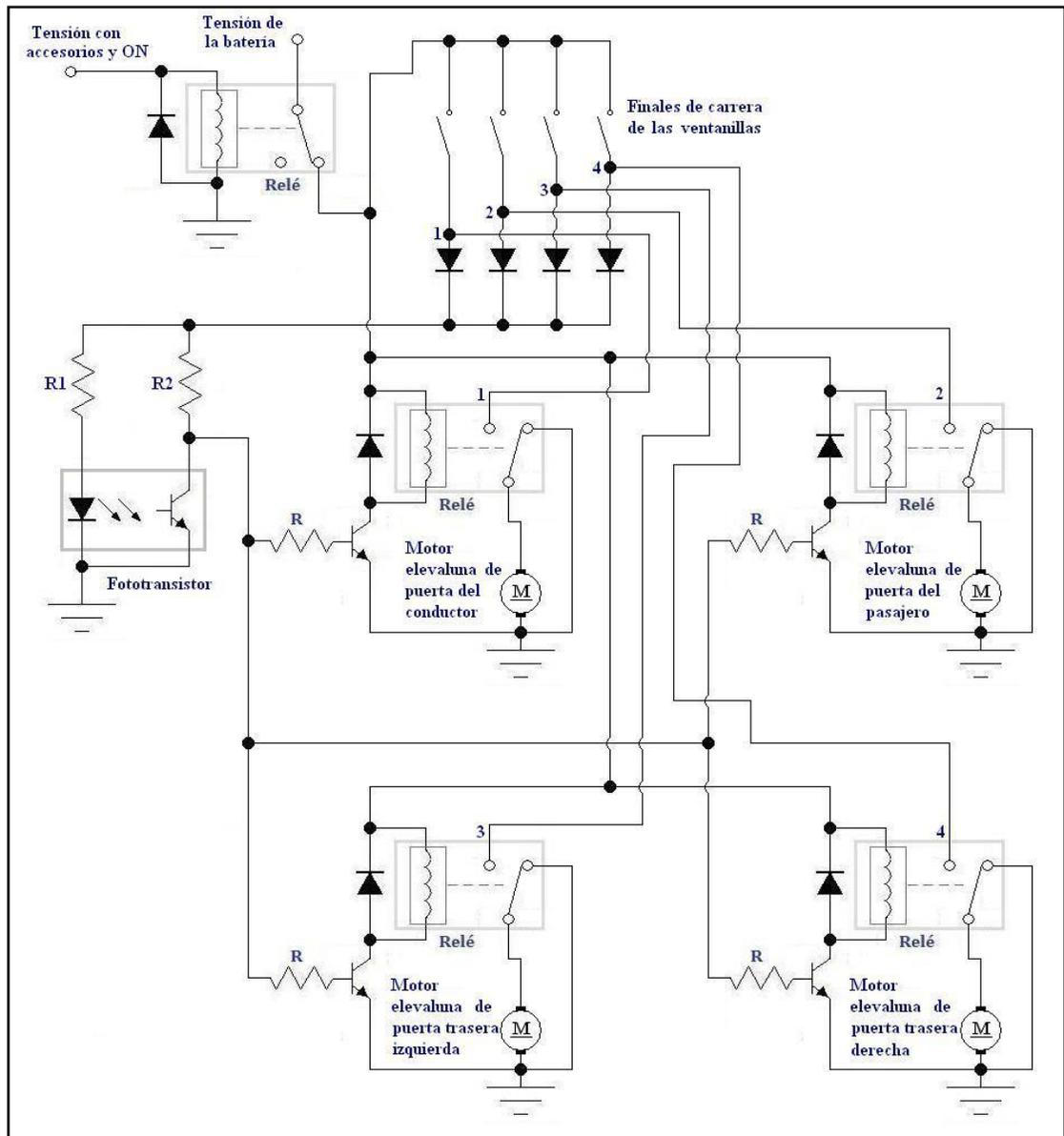
El circuito contará con:

- Un rele principal que entregue alimentación a todo el circuito, el cual estará normalmente cerrado a la tensión directa de la batería, y su bobina se alimentará con la tensión de ACC u ON.
- Cuatro relees, los cuales tendrán su contacto normalmente abierto a la salida de su correspondiente final de carrera, y sus contactos normalmente cerrados estarán en serie entre cada interruptor manual y cada motor de los elevallunas, asegurando así el correcto funcionamiento individual del sistema según las órdenes de los ocupantes en el vehículo.
- Cuatro diodos, los mismos que son dispositivos semiconductores que permiten el paso de la corriente eléctrica en una única dirección con características similares a un interruptor. Tales diodos se emplearán uno por cada circuito de las ventanillas e irán conectados después de cada final de carrera para asegurar la orientación correcta de la corriente de alimentación hacia su respectivo motor eléctrico de elevallunas, con la finalidad de garantizar un efectivo funcionamiento del sistema y un accionamiento individual de los elevallunas.



*Fig. 2- 32 Simbología diodo pn*

La representación simbólica de un diodo es como se muestra en la *Figura 2-32*, en donde al extremo **p** se le denomina ánodo (representado por la letra A), mientras que al extremo **n** se le denomina cátodo (representado por la letra K).



*Fig. 2- 33 Circuito electrónico para el cierre automático de las ventanillas*

- Se emplearán además, cuatro diodos semiconductores adicionales para proteger las bobinas de cada uno de los relés que activan los motores de los elevalunas eléctricos.
- Dos resistencias,  $R_1$  para limitar la corriente del LED (Light Emitting Diode) o diodo emisor de luz, y  $R_2$  para limitar la corriente del transistor, siendo estos los

dos elementos presentes en el fototransistor. (*Figura 2-33*); cuatro resistencias R, que limitarán la corriente de base  $i_b$ , de los transistores para la etapa de potencia.

- Cuatro transistores TIP 41 del tipo NPN para la etapa de potencia, los mismos que al cerrarse excitarán las bobinas de los relees que comandarán los elevallunas.

#### **2.3.2.5.1.      *Funcionamiento del sistema.***

El inicio del circuito se marcará con la señal que otorgue el switch de encendido del vehículo, ya que esta señal estará enlazada con un rele normalmente cerrado, por lo tanto cuando el vehículo esté encendido y la llave de contacto esté en la posición de ACC u ON, el switch entregará corriente, la cual estará excitando la bobina del rele y permanecerán abiertos los contactos con lo que no circulará corriente al resto del circuito. Solamente cuando el switch se encuentre en la posición de OFF, por consecuencia no entregará ningún voltaje y por ende ningún valor de corriente, se dejará de excitar la bobina del rele con lo que se cerraran los contactos, dejando circular corriente, habilitando el resto del circuito.

La tensión entregada luego del rele, servirá como fuente de voltaje común para los cuatro finales de carrera que estarán ubicados en las cuatro puertas del vehículo. Luego, cada cierre de contacto del final de carrera, se conectará con la entrada de los contactos de un rele normalmente abierto, es decir un rele para cada final de carrera. Después de cada final de carrera se colocará un diodo, el cual tendrá la función de controlar que la corriente circule en una sola dirección. Las salidas de los diodos se conectarán a un nodo común que servirá como entrada de voltaje del optoacoplador.

El optoacoplador tendrá la función de excitar las bobinas de los relees que tendrán las puertas cuando exista un corte de señal entre el foto emisor y el foto receptor. A la salida de cada rele estarán conectados los motores de los elevallunas de todas las puertas, en la conexión para el ascenso de los vidrios. Lo que determinará la alimentación de los motores de los elevallunas, será el cierre de contactos de los finales

de carrera, los cuales estarán normalmente cerrados mientras no se complete la carrera ascendente de los vidrios de las puertas.

Mediante la estructuración del circuito descrito, se deben cumplir todas las condiciones de las tres señales tomadas, para que se produzca la activación automática de los elevadores eléctricos.

#### **2.3.2.5.2. Cálculos para la etapa de control.**

Para los cálculos,  $V_{BAT}$  tendrá un valor de 11.9 V, el cual se mide con el motor apagado y con el switch en la posición de OFF.

##### **2.3.2.5.2.1. Para el fototransistor**

Se utiliza como base la fórmula (7) pág. 40, para limitar la corriente  $i_{LED}$ , con lo que se tiene:

$$R_1 = \frac{V_b}{i_{LED}}$$

Donde  $V_b$  es el voltaje medido con la ayuda de un multímetro que llega de la batería después de pasar por el rele principal, por los finales de carrera de las ventanillas y los diodos,  $i_{LED}$  es de 15 mA por especificaciones del fabricante, entonces:

$$R_1 = \frac{11.9 V}{15 mA}$$

$$R_1 = 793.33\Omega$$

Un valor de una resistencia comercial cercano al valor a  $R_1$  es de  $1\text{ k}\Omega$ .

A la resistencia  $R_2$  se le asigna un valor de  $1\text{ k}\Omega$  con la finalidad de proteger el transistor al momento que entra en conmutación.

#### 2.3.2.5.2.2. Para la etapa de potencia

La corriente  $i_{Cmax}$  para activar las bobinas de los cuatro relees se calcula con ayuda de (7) pág. 40, adaptándola de la siguiente manera:

$$i_{Cmax} = \frac{V_{BAT}}{R_{Bobina\ Relé}} \quad (11)$$

La resistencia en las bobinas de los cuatro relees es medida con ayuda de un multímetro, dando el valor de  $400\ \Omega$  en los cuatro casos, con lo que el valor de  $R$  que se va a calcular servirá para la base de los cuatro transistores utilizados ( $T1, T2, T3, T4$ ).

Utilizando (11) para encontrar  $i_{Cmax}$  tenemos:

$$i_{Cmax} = \frac{11.9\text{ V}}{400\ \Omega}$$
$$i_{Cmax} = 27.75\text{ mA}$$

El valor de la corriente de base  $i_{b\ sat}$  necesaria para cerrar el transistor se calcula con (9) pág. 41:

$$i_{b\ sat} = \frac{i_{Cmax}}{HFE} \cdot G$$

Donde la ganancia HFE es medida en el transistor TIP 41 con un valor de 25, y la ganancia será impuesta con un valor de 10 para garantizar la robustez del sistema.

$$i_{b\ sat} = \frac{27.75\ mA}{25} \cdot 10$$

$$i_{b\ sat} = 11.1\ mA$$

Una vez obtenido este dato se procede a calcular el valor de resistencia  $R$  con la ayuda de (10) *pág. 41*, necesaria para cerrar el transistor.

$$R = \frac{V_b - 0.6}{i_{b\ sat}}$$

Donde  $V_b$  tiene un valor de 11.9 V que llega a la base del transistor después de pasar por cualquier diodo ( $D1, D2, D3$  ó  $D4$ ), 0.6 es el voltaje que se pierde entre la base y el emisor, con lo que resolviendo (10) se tiene:

$$R = \frac{11.9V - 0.6\ V}{11.1mA}$$

$$R = 1018.01\Omega$$

El valor de una resistencia comercial cercano a  $R$  es de  $1\ k\Omega$ , que se aplicará para los cuatro transistores por las razones mencionadas anteriormente.

### 2.3.2.5.2.3. *Resultados*

Los valores para los elementos del circuito obtenidos por imposición y cálculos son los siguientes:

$$R = 1 \text{ k}\Omega$$

$$R_1 = 1 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 1 \text{ k}\Omega$$

### ***2.3.3. Diseño para la activación del sistema de alimentación de combustible y arranque automático del vehículo mediante huella digital.***

#### ***2.3.3.1. Descripción del sistema de seguridad.***

El diseño de este sistema de seguridad para el vehículo se enfoca en la inhabilitación del mismo, en caso de no existir la previa autorización por parte del sistema para la puesta en marcha del motor. El diseño empleará para su funcionamiento, un sensor biométrico de reconocimiento de huella digital, con opción para almacenar varias huellas dactilares pertenecientes a una o más personas, y de esta forma poder comandar tanto el sistema de alimentación de combustible como el arranque automático del vehículo, específicamente sobre la bomba de alimentación y el arranque del motor, con el propósito de impedir que el motor encienda sin antes haber sido aceptada la huella digital del conductor.

#### ***2.3.3.2. Sensor.***



***Fig. 2- 34 Sensor Biométrico de Huella Dactilar***

Como se mencionó anteriormente, para lograr desarrollar este sistema de seguridad del vehículo es necesaria la toma de una señal, la cual está basada en una

característica exclusiva del conductor, en este caso *su huella digital*, y para su obtención se requiere de un elemento capaz de reconocer o diferenciar esta característica, por lo que para ello se hará uso de un sensor biométrico de reconocimiento de huella digital (*Figura 2-34*). Esto constituye la parte esencial para el diseño del sistema, ya que a partir de esto se podrá gobernar el sistema de alimentación de combustible y el arranque automático del motor, obteniendo con ello el encendido del vehículo bajo previa autorización.

### **2.3.3.3. Ubicación.**

Debido a la aplicación que tendrá este dispositivo, resulta necesaria y oportuna su presencia en el panel de instrumentos del vehículo (*Figura 2-35*), a un lado del volante y en una posición fija, de tal forma que esté al alcance del conductor al momento de poner en marcha el vehículo.

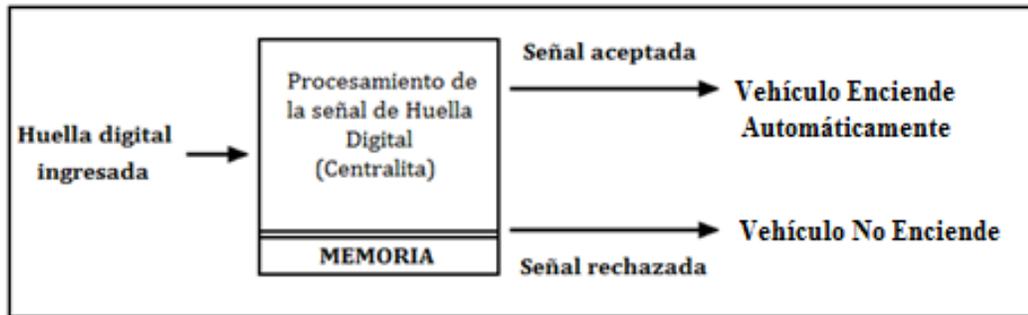
Una tentativa importante resulta la de colocarlo al lado derecho del volante junto a la llave de contacto, por estética y comodidad para quien conduzca el vehículo. Otra opción, pero con menor aceptación, puede ser la de colocarlo al lado izquierdo del volante, esto resultaría apropiado quizá si el dueño del vehículo fuese zurdo, pero de manera general no sería bien visto.



**Fig. 2- 35** Ubicación en el panel de instrumentos

#### 2.3.3.4. *Esquema de procesamiento de la señal.*

En este caso, el esquema de procesamiento de la señal obtenida por el sensor de huella dactilar, se efectúa de la siguiente manera como se detalla en la *Figura 2-36*.



*Fig. 2- 36* *Procesamiento de la señal de Huella Digital*

#### 2.3.3.5. *Diseño del circuito.*

El diseño en sí para este sistema de seguridad, consta de dos partes claramente diferenciadas. La primera que se enfoca exclusivamente a la gobernación del sistema de alimentación de combustible y la segunda que se encarga de comandar el sistema de arranque en el vehículo.

De ser así, los componentes sobre los cuales se va a actuar en el vehículo serían la bomba de combustible por un lado, y el motor de arranque por otro.

Tomando en cuenta esta idea y adaptándola a las prestaciones que brinda el sensor de huella digital, se pudo desarrollar un sistema de control coherente y bastante sencillo, mediante el uso de elementos analógicos empleados en la elaboración de algunos de los circuitos anteriores.

Quizás la parte más importante y compleja en este sistema sea la realizada por el sensor biométrico, la cual consta de complejos métodos de programación compactados

en una sola centralita de donde se obtienen distintas salidas o señales, de las cuales es necesario diferenciar cuáles son las señales que se necesitan o ayuden en la elaboración de la etapa de control tanto de la bomba de combustible como del motor de arranque.



*Fig. 2- 37 Pines de conexión de la centralita*

Cabe recalcar asimismo que la centralita que acompaña al sensor de huella posee diversos pines fuera de los de alimentación y tierra, con diversas señales activadas por relees que funcionan indistintamente, de las cuales no se emplearán todas sino que se buscarán las que puedan desarrollar la labor que se pretende realizar en el sistema de control. De todo esto, y de acuerdo a los fines que se pretende alcanzar, se cree conveniente emplear tres señales provenientes del conector macho de 6 pines ubicado en la parte delantera de la centralita del sensor de huella. Los pines con los que se va a trabajar son el 3 y 6.

El pin número 3 entrega una señal tipo pulso de 12 V según la carga de la batería y está directamente relacionada a la aceptación de la huella, dicho de otra forma, al momento en que la huella es procesada y comparada con la base de datos almacenada en la memoria de la centralita, siempre y cuando corresponda a una huella válida, la señal de pulso será activada en el pin tres.

El pin número 6 en cambio emite una señal digital, es decir marca 0V o 12V de acuerdo al estado en que se encuentre el sistema de huella digital. Si el sistema se encuentra habilitado, la señal será de 12 V, mientras que si el sistema se inhabilita o el

vehículo funciona con el encendido normal o manual, la señal entregada por el pin número 6 será de 0V.

Es importante mencionar que además de la centralita, el kit cuenta con un control remoto inalámbrico dispuesto estrictamente para la grabación y eliminación de huellas digitales en la centralita. Esta operación se la lleva a cabo siguiendo un proceso relativamente sencillo y explicado en el manual del mismo sensor. La conexión del control remoto debe de realizarse únicamente cuando se desee ingresar un nuevo registro de huella, se desee eliminar una huella almacenada con anterioridad o se pretenda desactivar el sistema en general para permitir que el encendido del vehículo se lleve a cabo normalmente.

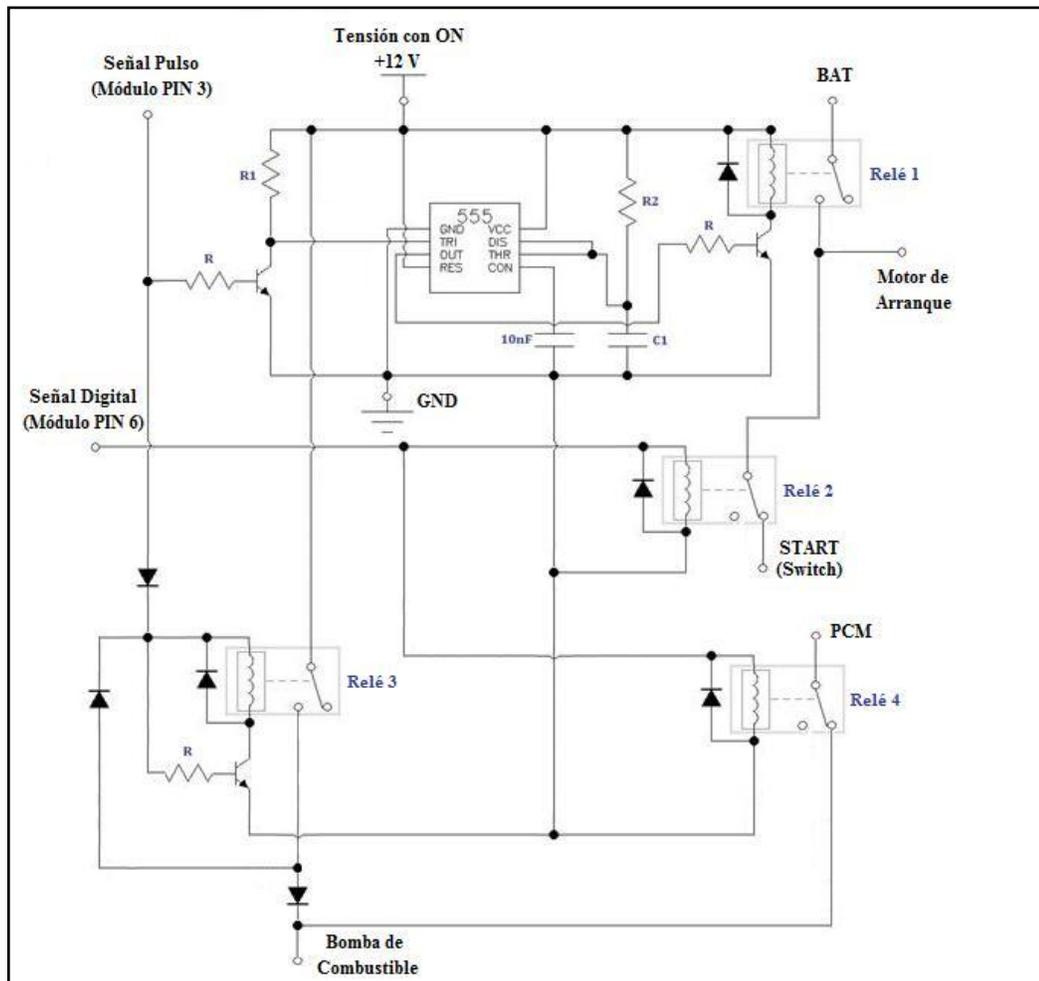


*Fig. 2- 38 Control para almacenamiento de huellas*

Un dato adicional que no se debe dejar de lado, es que el sistema en sí cuenta internamente con unos relees de intermitencia designados exclusivamente para el caso que se desee acoplar un sistema de alarma por medio de bocina o algún elemento de luces destellante. Por la naturaleza de este trabajo, no se va a emplear esta parte del circuito debido a que la tesis en sí no se enfoca a la activación de un sistema de alarma. Es por ello que esta parte intenta aclarar que en caso de que se ingresen cinco huellas digitales incorrectas, el sistema por si sólo activa los relees de intermitencia, los mismos que pueden escucharse desde la cabina del vehículo. Caso similar ocurre si se coloca la llave de contacto en la posición de ON y el sensor no registra ninguna actividad durante cierto período de tiempo (aproximadamente un minuto). Para cancelar la intermitencia

de los reles en caso de haberse activado, es necesario conectar el control remoto y digitar la clave de seguridad o simplemente ingresar una huella digital correcta.

Una vez conocidos todos estos detalles importantes a tomar en cuenta en el diseño del circuito, se pueden establecer los elementos electrónicos que conformarán el circuito o sistema de control.



**Fig. 2- 39** Circuito para el arranque automático y alimentación de combustible

- Un circuito integrado NE555 para la elaboración de una etapa temporizada de aproximadamente un segundo, que posteriormente comandará el sistema de arranque del vehículo.

- Un condensador  $C_1$  que junto con  $R_2$ , determinarán el tiempo de prolongación de entrega de señal, tiempo que deberá ser lo suficiente para permitir el arranque del motor.
- Tres resistencias  $R$  encargadas de regular la corriente de base  $i_b$  de cada TIP 41.
- Tres transistores TIP 41 del tipo NPN, uno para cada etapa de potencia, tal como se muestra en la *Figura 2-39*.
- Cuatro relees, dos de los cuales serán para la construcción de la etapa que comanda la bomba de gasolina y los dos restantes que servirá para accionar el motor de arranque.

Con todos estos elementos, la disposición de los mismos en el diseño general del circuito se detalla en la *Figura 2-39*.

#### **2.3.3.5.1.      *Funcionamiento del sistema.***

Al estar activada la centralita del sensor biométrico se tiene una señal tipo pulso que se dará cuando la posición de la llave esté en ON, y luego de que la huella digital haya sido aceptada en el sensor, este pulso de aproximadamente 0.2 segundos irá a la base del transistor T1, con lo que cerrará el transistor y hará que la señal que le llega al trigger del NE555 sea de 0 voltios, lo que provocará que al recibir un voltaje menor a  $1/3$  del voltaje de alimentación, la salida pase de 0 voltios a 12 voltios durante un segundo aproximadamente, tiempo prudente para realizar el arranque del vehículo, a través del rele 1.

Para que llegue corriente a la bomba de combustible cuando la centralita del sensor biométrico esté encendida, al momento que se lleva la llave a la posición de ON, llega voltaje a la entrada de los contactos del rele 3, y en el momento que se da el pulso del módulo PIN 3 hace que se energice la bobina del mismo rele 3, que por la disposición de los diodos y de la conexión que se realiza, queda con auto retención el rele mencionado, garantizando así que la bomba de combustible tenga corriente

siempre que el switch esté en la posición de ON y luego que la centralita acepte la huella digital.

Los relees 2 y 4 están el circuito para garantizar que al estar apagada la centralita y tener una señal de 0 voltios en el PIN 6 del mismo, se pueda utilizar el arranque y que le llegue corriente a la bomba de combustible de manera convencional.

### **2.3.3.5.2. Cálculos para la etapa de control.**

#### **2.3.3.5.2.1. Para el tiempo de arranque.**

El tiempo para el arranque del motor de combustión requerido, lo entrega el NE555, y viene dado por la siguiente fórmula:

$$t = 1.1 \cdot (R_2) \cdot C_1$$

Donde las unidades son:

$$t \rightarrow \text{segundos [s]}$$

$$R_2 \rightarrow \text{Ohmios } [\Omega]$$

$$C_1 \rightarrow \text{Faradios [F]}$$

El tiempo aproximado  $t$  que se quiere es de 1 segundo, que es el tiempo en el que el motor de combustión arranca sin ningún problema, con lo que dándole un valor comercial de  $220 \times 10^{-6} F$  ( $220 \mu F$ ) a  $C_1$  y despejando de la fórmula anterior, el valor de  $R_2$  es:

$$R_2 = \frac{t}{1.1 \cdot C_1}$$

$$R_2 = \frac{1s}{1.1 \cdot (220 \times 10^{-6}F)}$$

$$R_2 = 4132 \Omega$$

El valor de una resistencia comercial cercano a  $R_2$  es de  $3.9 k\Omega$ , con lo que recalculando el tiempo se tiene:

$$t_2 = 1.1 \cdot (3900 \Omega) \cdot (220 \times 10^{-6}F)$$

$$t_2 = 0.94 s$$

#### **2.3.3.5.2.2. Para las etapas de potencia.**

Como se pudo observar en los cálculos de los sistemas anteriores las resistencias para las bases de los transistores se podrían imponer con el valor de  $1 k\Omega$ , el cual podría ser modificado si el funcionamiento al montar el sistema en el vehículo no fuera el adecuado.

En el caso de la  $R_1$ , el valor de ésta se impondrá de tal forma que restrinja la corriente que pasa por el colector de su respectivo transistor TIP 41, impidiendo que éste se conecte en corto en caso de no existir. Para evitar todo ello, el valor que se le dará a dicha resistencia es de  $10 k\Omega$ .

#### **2.3.3.5.2.3. Resultados.**

Una vez realizados los cálculos pertinentes para éste, que es el último circuito a diseñar, los valores de los elementos que componen el circuito de control se enlistan a continuación:

$$R = 1 \text{ k}\Omega$$

$$R_1 = 10 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 3.9 \text{ k}\Omega$$

$$C_1 = 220\mu\text{F}$$



### **CAPITULO III**

#### **CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN EN EL VEHÍCULO**

Una vez diseñados los circuitos de control que comandarán cada uno de los sistemas del vehículo tratados en esta tesis, concierne dedicar este capítulo a la descripción del proceso de construcción e implementación en el vehículo de los sistemas diseñados y de todos los factores de diseño que fueron necesarios involucrar en el montaje de los sistemas al interior del habitáculo del automóvil.

En general la construcción de los circuitos se basa en el diseño de los mismos para el ensamblaje en las placas, así como en la construcción de los sensores en el caso de aquellos circuitos que se creyó necesario. En el caso de ciertos sistemas, fue necesaria la adquisición de dispositivos electrónicos avanzados, para su posterior adaptación a la etapa de control desarrollada en el capítulo anterior.

Lo correspondiente a la implementación implica en sí, la conexión necesaria, la ubicación de los sensores y la ubicación de los módulos de control en el interior del vehículo, buscando una ergonomía total.

### 3.1. Sistema de Alumbrado.

#### 3.1.1. Encendido automático de las luces de posición y de cruce.

##### 3.1.1.1. Construcción.

La construcción en este caso consta de dos partes, una encargada de desarrollar el circuito para el sistema de control y la otra referente al sensor que es el que va a receptor la luminosidad del medio ambiente circundante al automóvil.

##### 3.1.1.1.2. Construcción y diseño de la placa electrónica.

Tomando como punto de partida el diseño del circuito del capítulo anterior, el cual cumple los requerimientos de funcionamiento que se necesita, es necesario montar dicho circuito sobre una placa electrónica lo más compacta posible para que sea de fácil ubicación en el vehículo

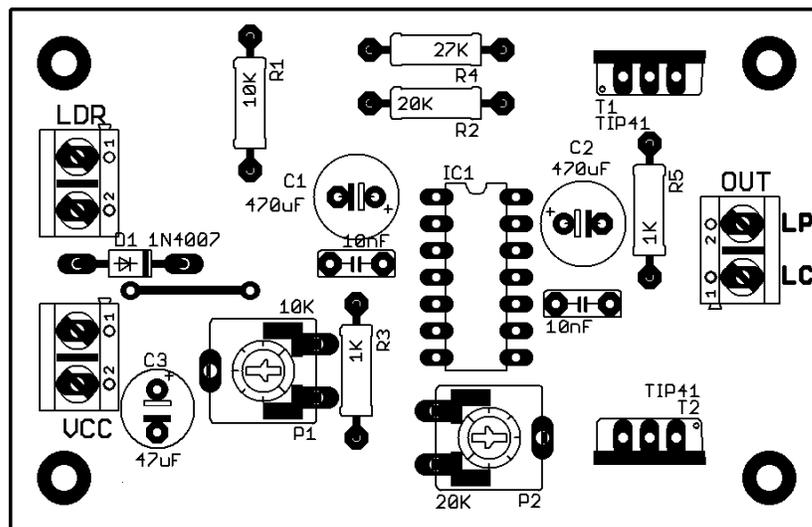
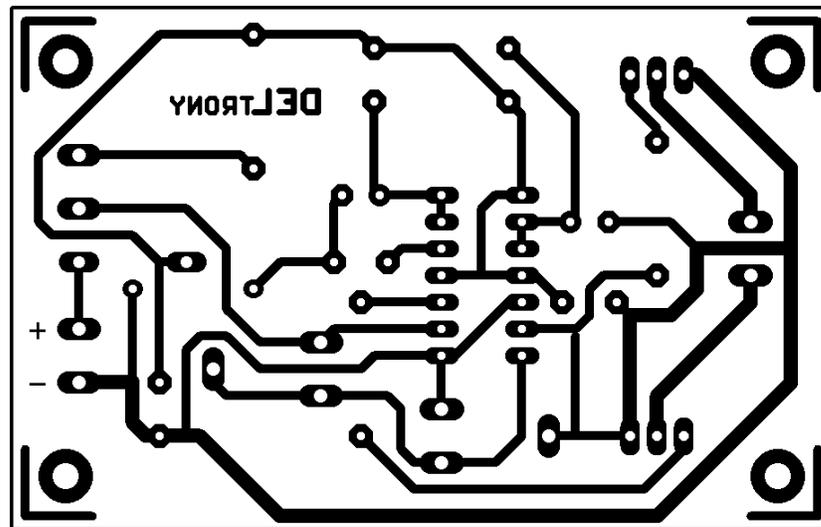


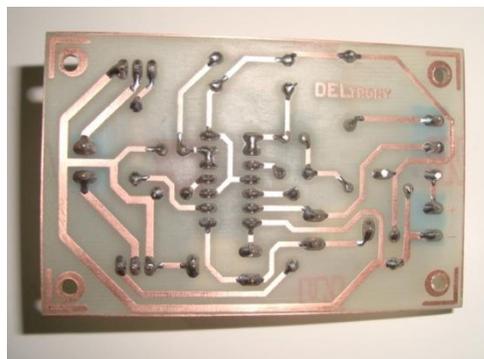
Fig. 3- 1 Diseño de la placa para encendido automático de luces

La construcción de la placa implica la impresión del circuito electrónico sobre un papel adhesivo especial, el cual luego se plasma en una plataforma de material conductor para luego mediante procesos químicos especiales se logra obtener la placa en sí, para su posterior ensamblaje, con la soldada de los elementos.

El circuito impreso que irá sobre la placa se muestra en la *Figura 3-1*. De igual manera, el diseño de las pistas o enrutados es el de la *Figura 3-2*, basado en la ubicación de los elementos que se visualiza en la imagen anterior.



*Fig. 3- 2* Diseño de las pistas para encendido automático de luces



*Fig. 3- 3* Vista real de las pistas en la placa

Una vez obtenida la impresión del circuito se procede al ensamblaje de los dispositivos electrónicos que comandaran el funcionamiento del sistema. El circuito ya ensamblado en la placa se detalla en la *Figura 3-4*.



*Fig. 3- 4 Circuito final de luces automáticas*

Como se puede observar en las imágenes, todos los dispositivos han sido ubicados en la placa de manera compacta, guardando total ergonomía en el diseño. Visualizando la imagen de la *Figura 3-4* se observan tres borneras, la bornera de la parte superior izquierda pertenece a la entrada de señal de las LDR ubicadas en paralelo, que en este caso vienen a ser el sensor del sistema. La bornera inferior izquierda corresponde a la alimentación general del circuito, mientras que la que se encuentra sola a la derecha de la imagen corresponde a las salidas de señal de las luces de posición y de cruce, arriba y abajo respectivamente.

#### **3.1.1.1.4. Construcción del sensor.**

Para la construcción del sensor, que en este caso se trata de dos resistencias LDR en paralelo, fue necesario conseguir un armazón de plástico de protección del tamaño

pertinente para la correcta ubicación de las mencionadas resistencias. Luego se las ubicó en una posición que al ser colocadas en el vehículo, una de ellas apunte hacia arriba y la otra hacia el frente del vehículo. Con la aplicación de todas estas conceptualizaciones, la forma física del sensor se muestra en la *Figura 3-5*.



*Fig. 3- 5 Forma física del sensor para luces automáticas*

#### **3.1.1.1.4. Construcción de la caja de protección para el circuito.**

Para proteger al circuito de cualquier daño proveniente del exterior, o principalmente de la humedad del ambiente es necesario colocar el circuito en una caja que cumpla dichas características de protección. Para el efecto, se adquirió una caja plástica que tenga las medidas adecuadas para que la placa quepa con facilidad.



*Fig. 3- 6 Caja de protección para el circuito de luces automáticas*

Para el montaje de la placa fue necesario realizarle unos agujeros en la misma para su sujeción en la base de la caja. Posterior a ello se procedió a manufacturarle cavidades en los lados de la caja para que puedan ser pasados los cables que serían conectados posteriormente al vehículo.



*Fig. 3- 7 Ubicación de la placa sobre la base de la caja de protección*

Finalmente, los cables que salen de las borneras de la placa se ensamblaron en sus extremos con conectores de dos y cuatro pines respectivamente. El de dos pines corresponderá a los cables provenientes de las salidas para la activación de las luces de posición y cruce. Por el otro lado, el de cuatro pines será para los dos cables provenientes de las resistencias LDR y los dos restantes para los cables de alimentación general del circuito. Con lo cual al final de la construcción del circuito y sus elementos de protección e instalación, el MODEM queda de la siguiente manera:



*Fig. 3- 8 Placa y Caja de protección del circuito*



*Fig. 3- 9 Módulo de encendido automático de luces de posición y de cruce*

#### **3.1.1.2. Implementación en el vehículo.**

Previo entendimiento de los circuitos de funcionamiento de los sistemas eléctricos del Hyundai Getz 2007 se procedió a la instalación del MODEM en el vehículo. Para ello fue necesario:

1. Ubicar en el vehículo los cables del conector del conmutador de las luces, pertenecientes a las luces de cruce y posición, y a dichos cables realizarles un corte de su protección de caucho, para que en ese espacio de hilos de cobre de conexión se pueda realizar el respectivo empalme de los cables de activación provenientes del circuito. Como fue mencionado en el capítulo anterior en el caso de las luces de cruce el cable provendría de un relee de protección, que

previamente fue conectado. La conexión del módulo de luces automáticas se detalla en las *Láminas # 15 y 16* adjuntadas al final de este trabajo en lo que concierne a anexos.

2. Colocar el sensor construido en la posición deseada en el parabrisas del vehículo y atravesar los cables por las cavidades internas de la parte superior del mismo para que estos no sean visibles.



*Fig. 3- 10 Ubicación del sensor en la parte superior del parabrisas*

3. Ubicar el cable de alimentación ON de los cables del switch de encendido y realizar un empalme para llevarlo hacia un interruptor que permita el encendido y apagado del circuito automático. Por su parte, el cable de tierra se lo conectará a algún punto de tierra del vehículo.



*Fig. 3- 11 Ubicación del interruptor de luces automáticas*

Finalmente, conectados todos los cables a la placa del circuito procedemos a ubicar el MODEM en alguna cavidad disponible por debajo del panel de instrumentos, que en este caso está ubicado en la parte superior de los pedales, en la parte trasera del panel del tacómetro y el velocímetro, disponible para cualquier mantenimiento o reparación en un futuro.

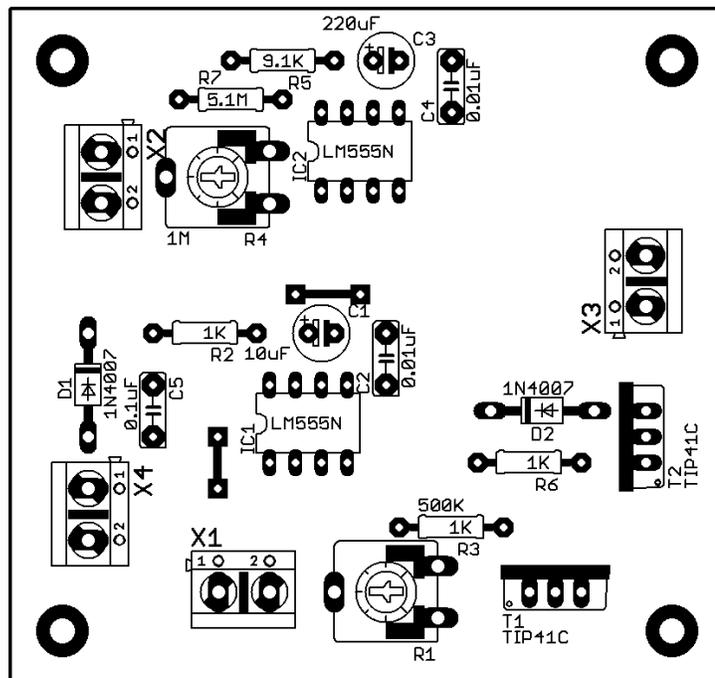
### 3.1.2. Cambio automático de las luces de cruce y carretera.

#### 3.1.2.1. Construcción.

##### 3.1.2.1.1. Construcción y diseño de la placa electrónica.

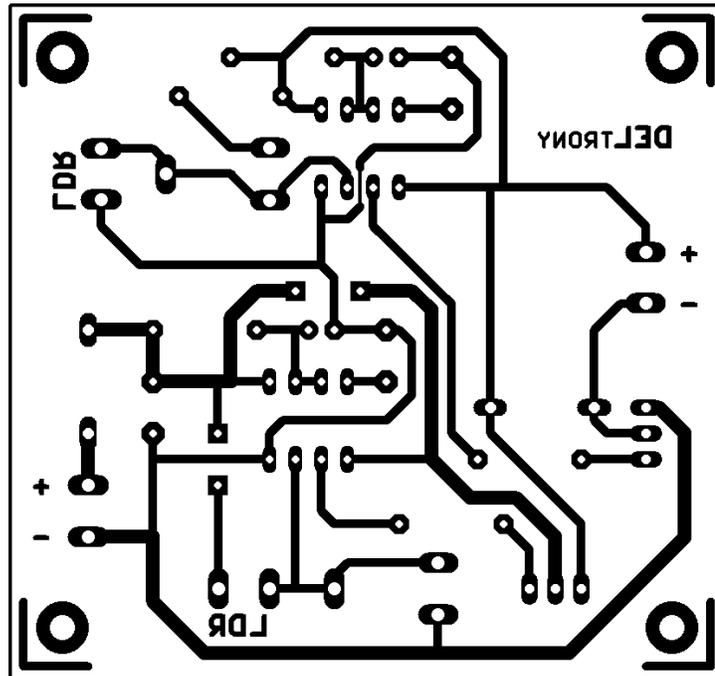
Al igual que el circuito anterior, la construcción de este circuito implica el diseño de la placa electrónica con los respectivos enrutados para el posterior ensamblaje de los componentes electrónicos.

El diseño y la distribución de los elementos electrónicos sobre la placa, se hace presente en la *Figura 3-12*. Dicho diseño responde a las necesidades planteadas y está conformada por todos los dispositivos electrónicos sugeridos y calculados en el capítulo anterior.



*Fig. 3- 12* Diseño de la placa para cambio de luces automático

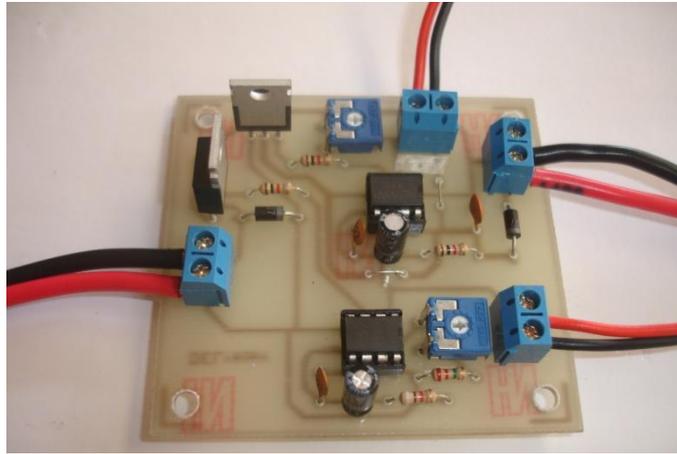
Tomando en cuenta la distribución de los elementos electrónicos de la figura anterior, se presenta a continuación el diseño de las pistas para el mismo circuito.



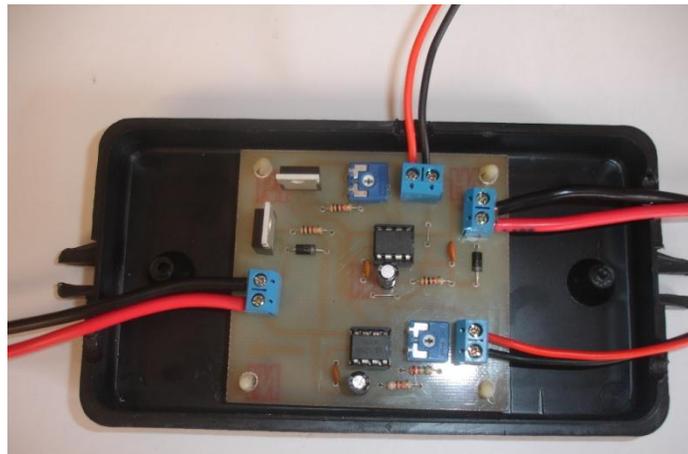
*Fig. 3- 13 Diseño de las pistas para el cambio de luces automático*

Luego del diseño de la placa y la impresión de dicho diseño, se procede al ensamblaje de los elementos en la placa electrónica (*Figura 3-14*) con total cuidado, colocando los mismos en correcta posición, tomando en cuenta su polaridad en caso de que la tenga y sea necesario.

Posterior a ello, se procede a colocar el circuito ensamblado en una caja de protección (*Figura 3-15*), para de esta manera poder colocar dicho modulo en el interior del vehículo, en un lugar adecuado, sin que interfiera o altere el funcionamiento del vehículo ni obstruya al conductor mientras lo conduce.



*Fig. 3- 14 Placa electrónica para cambio de luces automático*



*Fig. 3- 15 Circuito sobre base de caja de protección*

#### **3.1.2.1.2. Construcción del sensor.**

El sensor encargado de captar la señal de luminosidad del ambiente está conformado por dos resistencias dependientes de la luz (LDR). Para poder tener un sistema estable es necesario que una de las LDR esté direccionada hacia arriba, y la otra LDR este direccionada hacia el frente. Por lo tanto al momento del diseño de este sensor, hay que tomar en cuenta todas estas consideraciones. Después de estas observaciones, la forma física del sensor de luz es la de la *Figura 3-16*.



*Fig. 3- 16 Sensor de luz para cambio de luces automático*

### **3.1.2.1.3. Construcción de la caja de protección para el circuito.**

Para esta parte, más que construcción de la caja de protección, fue la adecuación de una caja plástica con medidas lo suficientemente necesarias para que la placa electrónica diseñada quepa en dicha caja. Resultado de la manufacturación de la misma, el módulo para el cambio automático de luces en carretera quedó de la siguiente forma:



*Fig. 3- 17 Módulo para cambio automático de luces en carretera*

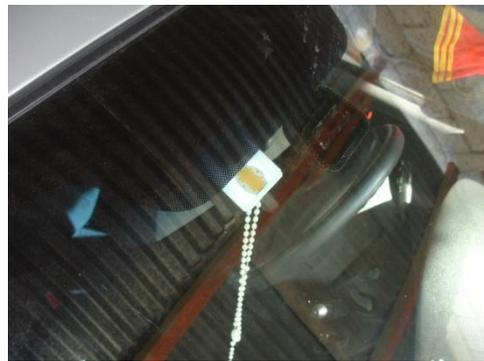
### **3.1.2.2. *Implementación en el vehículo.***

#### **3.1.2.2.1. *Implementación del sensor.***

Dado que el sensor debe captar tanto la luminosidad del ambiente como la provocada por los vehículos que vengan en sentido contrario para realizar el cambio de luces, su posición debe ser tal que puede captar las luces provenientes del vehículo que venga en dirección opuesta. Por lo tanto la ubicación más adecuada es por detrás del retrovisor del vehículo, quedando de la siguiente manera:



**Fig. 3- 18** *Ubicación del sensor sobre el parabrisas*



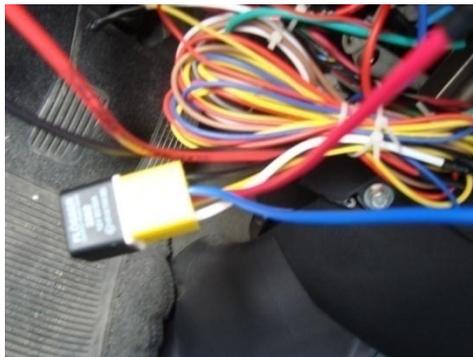
**Fig. 3- 19** *Vista del sensor desde el exterior*

### **3.1.2.2. Implementación del cableado de conexión.**

El circuito de control posee cuatro borneras, dos pertenecientes a las entradas de señal provenientes de las resistencias LDR, una de entrada de alimentación de voltaje y una última correspondiente a la salida que comandará el relee de activación y desactivación de las luces altas.

Para el caso de las resistencias LDR es necesario atravesar el cableado que sale de las mismas a través de las cavidades internas del vehículo desde el techo hasta detrás de la *secretaría*, pasando por los marcos laterales del parabrisas, de manera que no sean visibles para las personas que se encuentren dentro del automóvil.

En caso de la alimentación de voltaje al circuito, la misma es obtenida a través de los 12 voltios que otorga el switch de encendido en la posición de ON, por lo tanto es necesario realizar un empalme en el cable perteneciente al pin de esa posición. Y la masa del sistema se la obtiene de algún punto de tierra en la carrocería.



**Fig. 3- 20** Relee para el circuito de cambio de luces

Finalmente procedemos a conectar el relee, teniendo en cuenta que los contactos que se van a usar para las luces altas son los de la posición normalmente cerrados. El relee posee cinco pines, pero solo se utilizarán cuatro de ellos ya que la posición NA se va a descartar. Los pines correspondientes a la bobina del relee se conectarán con los

cables de salida del circuito de control, mientras que por otra parte, se debe de abrir el circuito de las luces altas a la salida del conmutador de luces antes de cualquier empalme, de tal forma que el circuito de las luces altas cierre a través de los contactos NC del rele implementado, lo cual conlleva a las luces altas del vehículo a desactivarse cuando el circuito de control excite la bobina del rele.

La conexión detallada del sistema de control para el cambio de luces automáticas se encuentra en las *Láminas # 17 y 18* anexadas al final de este trabajo.

### **3.1.2.2.3. *Implementación del módulo en el habitáculo.***

Finalmente realizadas todas las conexiones se procede a ubicar el modulo de control en el interior del habitáculo del vehículo.

Para la ubicación de este módulo se creyó conveniente fijarlo en la parte posterior del panel de instrumentos, del lado del copiloto, por detrás de la guantera del vehículo, ya que existía un espacio bastante prudente además que brindaba facilidades para su sujeción.

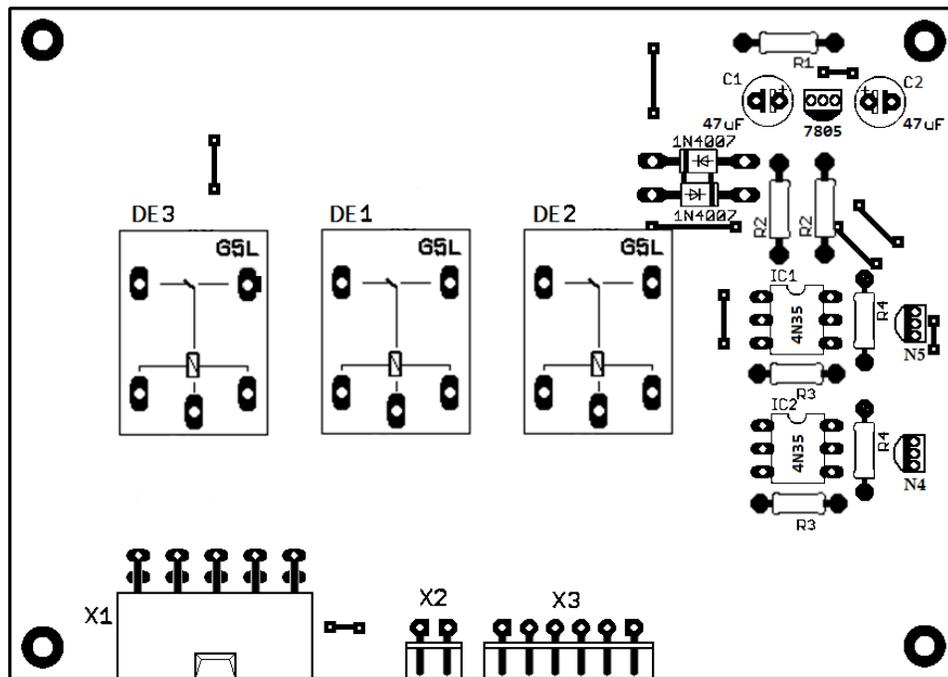


**Fig. 3- 21** *Fijación del módulo de cambio de luces automático*

### 3.2. Sistema de Limpiaparabrisas.

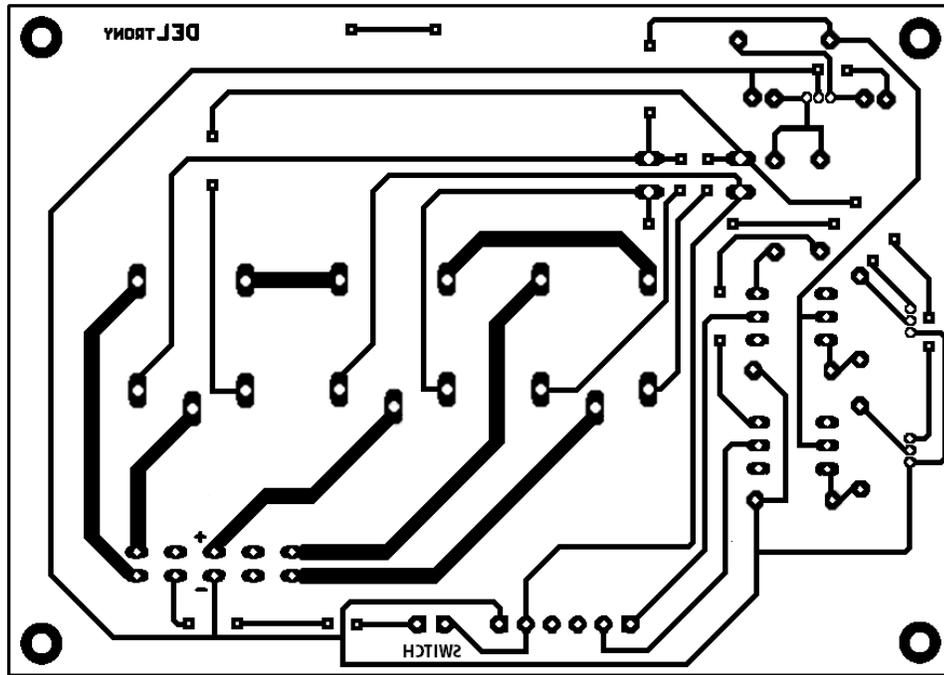
#### 3.2.1. Construcción y diseño de la placa electrónica.

La construcción de la placa implica el diseño de los enrutados y ubicación de los elementos, de tal manera que cumplan el funcionamiento del circuito, para la posterior impresión de dicho diseño, con lo cual se procedería al ensamblaje de los elementos. El diseño entonces de la placa es el siguiente.



*Fig. 3- 22* Diseño de la placa para encendido automático de limpiaparabrisas

Una vez distribuidos los componentes designados para dicho circuito en la placa, el diseño de las pistas o enrutados es el de la *Figura 3-23*, basado en la ubicación de los elementos que se visualiza en la imagen anterior.



*Fig. 3- 23 Diseño de las pistas para encendido automático de limpiaparabrisas*

Ya con el circuito impreso y colocado en la placa, se procede al ensamblaje o suelda de los elementos con lo cual la placa electrónica queda terminada.



*Fig. 3- 24 Circuito final de limpiaparabrisas automático*

Posteriormente a ello se colocó el circuito en una caja de protección, con la intención de a más de protegerlo, poder ubicarlo en alguna parte del habitáculo dentro del vehículo.



*Fig. 3- 25 Caja de protección para el circuito de limpiaparabrisas automático*

### **3.2.2. Implementación en el vehículo.**

#### **3.2.2.1. Implementación del sensor.**

Tomando en consideración que el sensor óptico adquirido para la automatización de los limpiaparabrisas no se construyó, y que viene compactado dentro de un encapsulado plástico, es necesario encontrar el lugar más apropiado para instalarlo.

Como se mencionó en el capítulo anterior, la correcta colocación del sensor debe ser por detrás del retrovisor del vehículo, a una altura pertinente para que se encuentre ubicado dentro del recorrido de los limpiaparabrisas obteniendo así la mejor prestación del sensor óptico.

Antes de colocar el sensor es necesario limpiar la superficie interior del parabrisas donde va a ser colocado.

Luego de esto se procede a colocar la pegatina tintada en la posición correcta, pegatina que vino acompañada con el sensor. Una vez comprobada la posición correcta, se procede a quitar el protector adhesivo de la pegatina y a pegar el sensor.



*Fig. 3- 26 Sensor óptico antes de su instalación*

Un dato adicional a tomar en cuenta es que se debe comprobar que el área de captación del módulo sensor coincida con la parte transparente de la pegatina tintada.

Finalmente se deberán de accionar los limpiaparabrisas para asegurar que el área de sensibilidad es de por lo menos 2.5 mm por debajo del paso de las escobillas.



*Fig. 3- 27 Ubicación del sensor por debajo del retrovisor*

### **3.2.2.2. *Implementación del interruptor de accionamiento del sistema.***

Este circuito posee un interruptor que tiene la función de activar o desactivar el sistema. Éste permitirá al conductor decidir cuándo hacer uso de la automatización y cuando no, según como él lo requiera.

El vehículo posee espacios disponibles para la ubicación de nuevos interruptores los mismos que van a ser ocupados por los interruptores de los sistemas que se están implementando. En el caso de este sistema, el interruptor quedó ubicado al lado izquierdo del interruptor del sistema de luces automáticas tal como se muestra en la *Figura 3-28*.



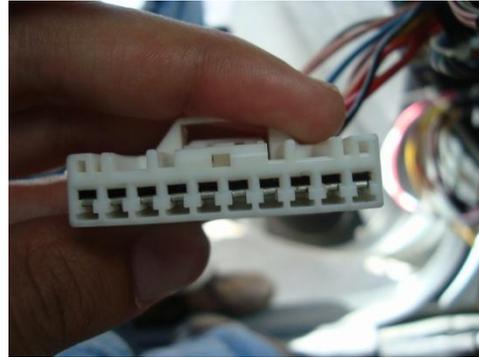
**Fig. 3- 28** *Ubicación del interruptor en el panel de instrumentos*

### **3.2.2.3. *Implementación de las conexiones del sistema.***

Para realizar la conexión del sistema es necesario ubicar los pines del conmutador que accionan a las plumas limpiaparabrisas, para esto fue necesario el desmontaje del mismo y mediante la ayuda del manual de conexiones del vehículo ubicar dichos pines y cables para realizar la conexión correcta.



**Fig. 3- 29** Conmutador limpiaparabrisas



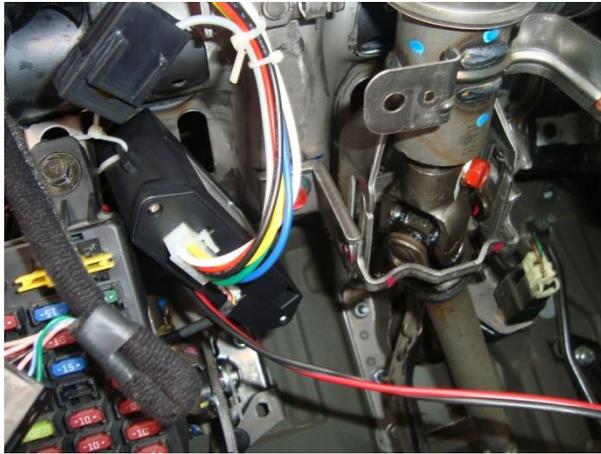
**Fig. 3- 30** Conector de limpiaparabrisas

De los cables que salen del modulo: Uno pertenece a la alimentación general del circuito, otro a masa, dos al barrido de baja velocidad, dos al barrido de alta velocidad y un cable para el control del limpiaparabrisas.

Finalmente se procedió a realizar las conexiones mediante el corte de los cables del sistema ordinario de limpiaparabrisas para conectarlos a los cables del sistema de control desarrollado, conexión que se deberá llevar a cabo tal como se especifica en las Láminas # 19 y 20 adjuntadas en la parte de anexos.

#### **3.2.2.4. Implementación del módulo en el habitáculo.**

Una vez realizadas todas las conexiones se procedió a la colocación del módulo dentro del habitáculo del vehículo, en tal posición que no afecte los sistemas propios del mismo. El sistema en este caso quedó ubicado en uno de los compartimientos por detrás del panel de instrumentos del lado del conductor, junto a la caja que contiene los fusibles pertenecientes a los sistemas eléctricos del vehículo, como se puede observar en la siguiente figura.



*Fig. 3- 31 Ubicación del módulo de limpiaparabrisas*

### 3.3. Sistema de Seguridad.

#### 3.3.1. Activación automática para el cierre de los elevadores eléctricos.

Luego del diseño del circuito mediante el cual se podrá efectuar la automatización de los elevadores eléctricos previa activación del cierre centralizado, es necesario ubicar en el vehículo todos los elementos encargados de captar señales necesarios para que la etapa de control, pueda ejecutar las señales de salida que actuarán sobre los motores de los elevadores eléctricos bajo las condiciones de funcionamiento ya planteadas.

##### 3.3.1.1. Construcción y diseño de la placa electrónica.

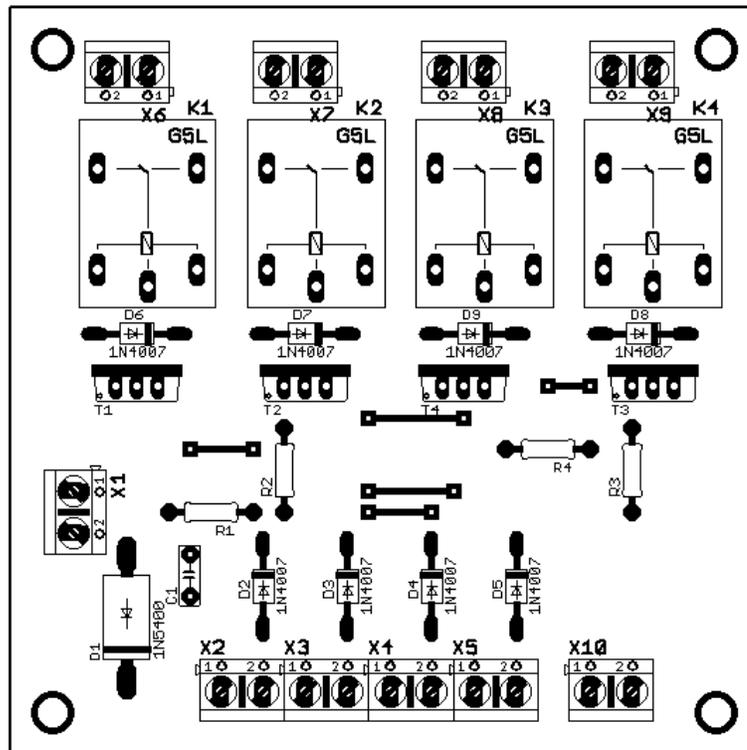
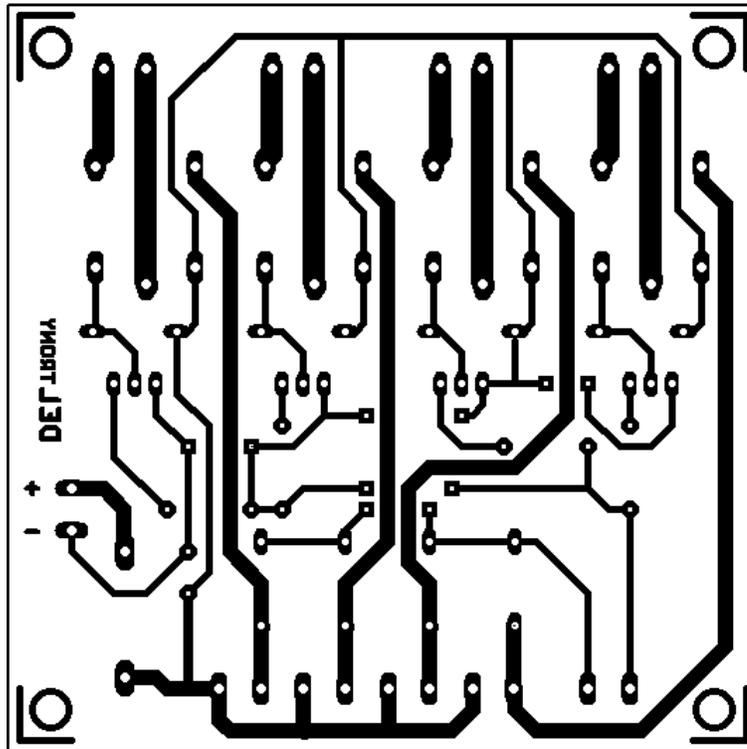


Fig. 3- 32 Diseño del circuito para cierre automático de ventanillas

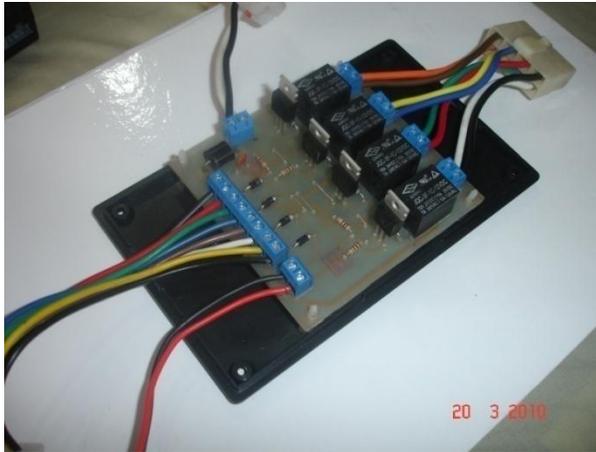
La fase de construcción consiste en la impresión del circuito con los respectivos enrutados. El circuito impreso, la disposición de los elementos y los respectivos enrutados, es como se ilustra en la *Figura 3-32* y la *Figura 3-33*.



*Fig. 3- 33* Diseño de las pistas para el cierre automático de ventanillas

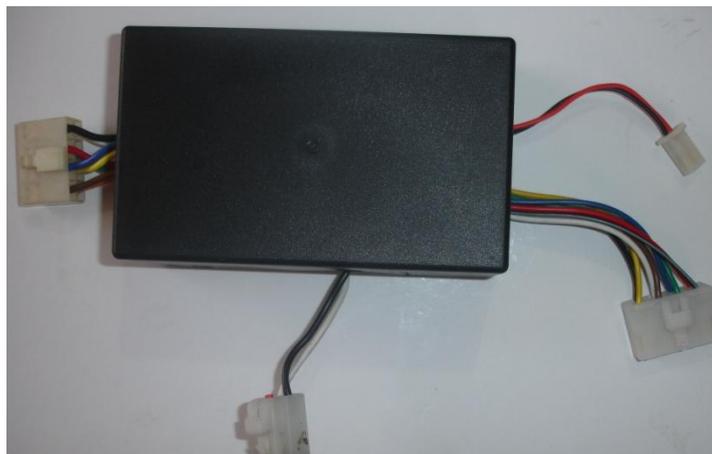
Ya con el circuito impreso en la placa se procedió al ensamblaje de los elementos electrónicos, obteniendo como resultado la placa que se aprecia en la *Figura 3-34*.

Como podemos observar la disposición de los elementos se diseñó de tal manera que la salida hacia los motores de los vidrios está en un extremo de la placa y la entrada de los finales de carrera de las puertas está en el otro. Así mismo observamos la disposición compacta de todo el circuito, facilitando que el tamaño del mismo no se convierta en un determinado momento en un obstáculo para la ubicación del mismo en el interior del vehículo.



*Fig. 3- 34 Forma física del circuito para elevallas automático*

Finalmente este circuito fue ubicado en una caja de protección, de tal manera que quede listo para el montaje del mismo en el vehículo.



*Fig. 3- 35 Módulo para activación de ventanillas automáticas*

### **3.3.1.2. Implementación en el vehículo.**

Para la implementación de este sistema en el vehículo fue necesario el desarmado de las puertas, con el fin de poder ubicar todos los receptores de señal, así

como para poder realizar las conexiones necesarias hacia los actuadores que son los que se encargaran de realizar la automatización al llegarles la señal de salida desde el circuito de control.

#### **3.3.1.2.1. *Ubicación del sensor para la toma de señal de cierre centralizado.***

Para poder tomar la señal de cierre centralizado, fue necesaria la incorporación de un optoacoplador de fototransistor, con la intención de que envíe una señal si el seguro de la puerta del conductor ha sido activado. El mando del seguro de la puerta principal posee unas varillas cuyo accionar y movimiento son solidarios al accionamiento de dicho mando. Dicho movimiento fue aprovechado para colocar una placa metálica que cuando sea accionado el seguro, gracias al movimiento del varillaje mencionado, corte la señal del optoacoplador y nos indique, electrónicamente hablando que se ha activado el seguro del cierre centralizado y con ello activar el sistema de automatización que se desea implementar.

El optoacoplador se colocó sobre una pequeña placa como base para su posterior sujeción, además que se soldaron las respectivas resistencias para el transistor y para el led, así como las borneras para la adaptación de los cables de conexión.



**Fig. 3- 36** *Optoacoplador con conector para instalar*

La ubicación del optoacoplador en la puerta del vehículo se muestra en las dos siguientes imágenes.



**Fig. 3- 37** Ubicación en la puerta



**Fig. 3- 38** Optoacoplador ubicado

En las imágenes se puede observar que el optoacoplador ha sido ubicado de tal manera que la placa actuadora se encuentre justo al frente del fototransistor para poder cortar la señal entre el emisor y receptor, con el afán que entregue la señal deseada para la activación del sistema.

#### **3.3.1.2.2. Ubicación de los finales de carrera de las ventanillas.**

Los finales de carrera tienen que cumplir la misión de brindarnos una señal que indique cuándo la carrera ascendente de los vidrios ha terminado. Por lo tanto al momento de su ubicación deben colocarse de tal manera que puedan cumplir cabalmente esa función.

De igual manera fue necesaria la implementación de unos actuadores que activen el final de carrera (*Figura 3-39* y *Figura 3-40*). Estos actuadores deben tener un movimiento solidario a la carrera ascendente de los vidrios, con lo cual puedan activar el final de carrera al finalizar su ascenso.

Para la colocación de los finales de carrera fue oportuno realizar unas perforaciones en las puertas, en la parte interior a su protección de fibra (*Figura 2-30*).

En el caso de las puertas delanteras los actuadores fueron pegados a un extremo inferior de los vidrios (*Figura 3-39*), mediante la utilización de una silicona especial, y, en el caso de las puertas posteriores dichos actuadores fueron pegados en uno de los brazos de las tijeras que ejecutan el ascenso de los vidrios (*Figura 3-40*).



*Fig. 3- 39 Actuador puerta delantera*



*Fig. 3- 40 Actuador puerta trasera*

En ambos casos la disposición de los actuadores dependió del espacio disponible en el interior de las puertas.

### **3.3.1.2.3. Implementación del cableado de conexión para finales de carrera.**

Se puede hacer mención a que ésta es una de las acciones más demoradas de la implementación del sistema en el vehículo, ya que el sistema actúa sobre los vidrios de las cuatro puertas, por lo tanto es necesario transportar el cableado necesario para todas ellas, con la implicación de la respectiva dificultad especialmente en las puertas posteriores.

Para el caso de todas las puertas, a excepción de la puerta del conductor, fue necesario implementar cuatro cables por cada puerta. Dos de ellos corresponden a los

cables del motor, y los dos restantes a los cables del final de carrera, para cada puerta respectivamente.

En el caso de la puerta del conductor, adicionalmente a los cuatro cables mencionados para el resto de puertas, fue necesario implementar tres cables adicionales, los cuales corresponden a los cables del optoacoplador de la señal del cierre centralizado.

La complicación de esta implementación del cableado, radica en que dichos cables deben llegar a la parte delantera del habitáculo del vehículo donde se ubicará el modulo del sistema.

En el caso de las puertas delanteras los cables fueron pasados al interior del habitáculo a través de los conductos ya existentes para los cables originales del vehículo.

En el caso de las puertas posteriores, fue necesaria la perforación de un agujero, en ambas puertas, que permita pasar los cables desde las puertas hacia el interior del habitáculo. Dichos agujeros están ubicados uno en cada travesaño vertical de la carrocería (*Figura 3-41*), en donde se alojan las articulaciones y soportes para la apertura de las puertas traseras. Luego de ser introducidos los cables al interior del habitáculo, fueron trasladados hacia la parte delantera a través de los conductos internos propios del vehículo.



**Fig. 3- 41** Cables para puertas traseras atravesados a través la carrocería

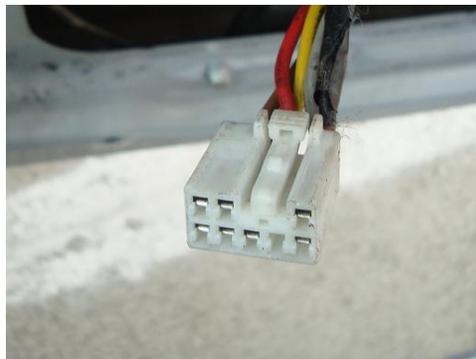
En los extremos finales de los cables se ensamblaron unos sockets para su respectiva conexión al circuito (*Figura 3-42*). Los cables de las puertas correspondientes a los finales de carrera fueron ensamblados a un socket común de conexión con sus respectivos pines independientes.



*Fig. 3- 42* Socket para conexión de los finales de carrera

#### **3.3.1.2.4. Implementación del cableado de conexión para motores eléctricos.**

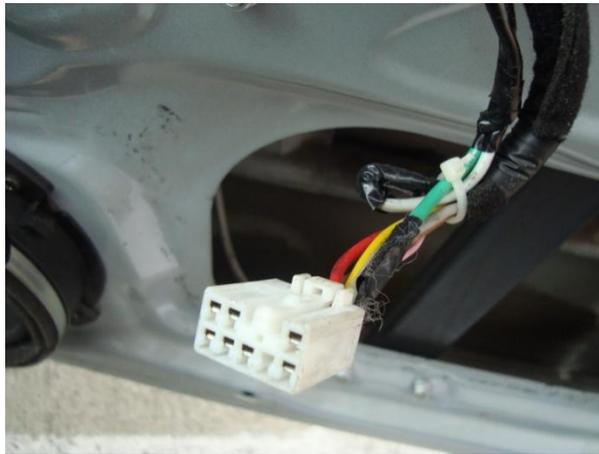
Para esta parte fue necesario identificar el socket del interruptor de los elevadores eléctricos en cada puerta (*Figura 3-43*).



*Fig. 3- 43* Conector del interruptor de elevadores eléctrico

En dicho socket y con ayuda del manual eléctrico del vehículo se ubicó el pin que acciona los motores eléctricos para el ascenso de los vidrios en cada una de las puertas.

Luego de esto, se realizó un corte al cable correspondiente al pin antes mencionado para realizar la conexión de los cables que permitirán que la automatización de ascenso de los vidrios cierre a tierra a través de nuestro circuito. Al tratarse de dos cables los que salen desde la placa electrónica construida, uno de ellos será conectado al extremo que enlaza hacia el interruptor de los vidrios (socket), mientras que el otro cable se conecta hacia el motor.

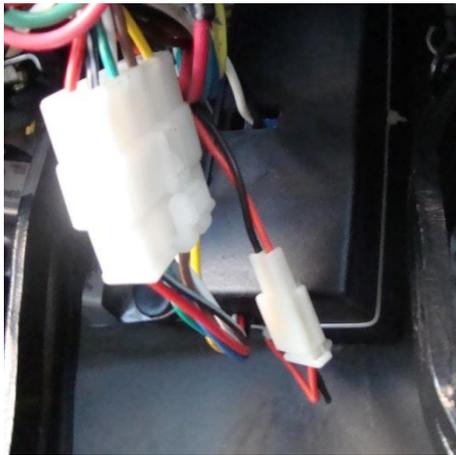


*Fig. 3- 44 Corte del cable y conexión a los cables del circuito*

#### **3.3.1.2.5. Implementación del módulo en el habitáculo.**

Previo a la fijación del circuito en el habitáculo del vehículo, es necesario alimentar al circuito en general desde el switch de encendido, mediante la utilización de un rele y un fusible de protección. Dicha conexión se debe de llevar a cabo tal como se detalla en las *Láminas # 21 y 22* adjuntadas al final de este trabajo.

Una vez realizada la conexión y ubicación de todos los elementos necesarios para la operación de esta automatización, resulta conveniente ubicar el módulo del sistema en un lugar donde pueda ir fijo y seguro, y en donde además tengan alcance todos y cada uno de los cables correspondientes a las puertas. En este caso un lugar adecuado para su fijación fue por debajo del volante, al fondo de los pedales, específicamente entre el pedal de embrague y el de freno, observando lógicamente que no afecte en nada la carrera de avance de ambos pedales.



*Fig. 3- 45 Ubicación del módulo entre los pedales del vehículo*

Una vez ubicado el módulo, no queda más que conectar cada uno de los sockets que llegan al mismo, pertenecientes a todos los cables para las señales de entrada y salida del circuito, tanto de los finales de carrera como los de los que van hacia los motores de los elevallunas eléctricos.

Cabe recalcar que debido a que se busca mejorar la seguridad en el vehículo con la implementación de este sistema, no es necesaria la colocación de un interruptor para la activación del mismo, sino que este va a estar funcionando permanentemente al apagar y cerrar el vehículo.

### 3.3.2. Activación del sistema de alimentación de combustible y arranque automático del vehículo mediante huella digital.

El sistema de seguridad, como se sabe, consiste en la implementación de un sistema de encendido mediante la lectura de una huella digital, por lo tanto la implementación consistirá en la ubicación del sensor biométrico y culminará con la elaboración y ubicación del sistema que comandará el encendido en base a la señal recibida.

#### 3.3.2.1. Construcción y diseño de la placa electrónica.

Una vez diseñado el circuito de funcionamiento procedemos al diseño de la placa electrónica, lo cual consiste en la ubicación de los elementos y sus enrutados internos.

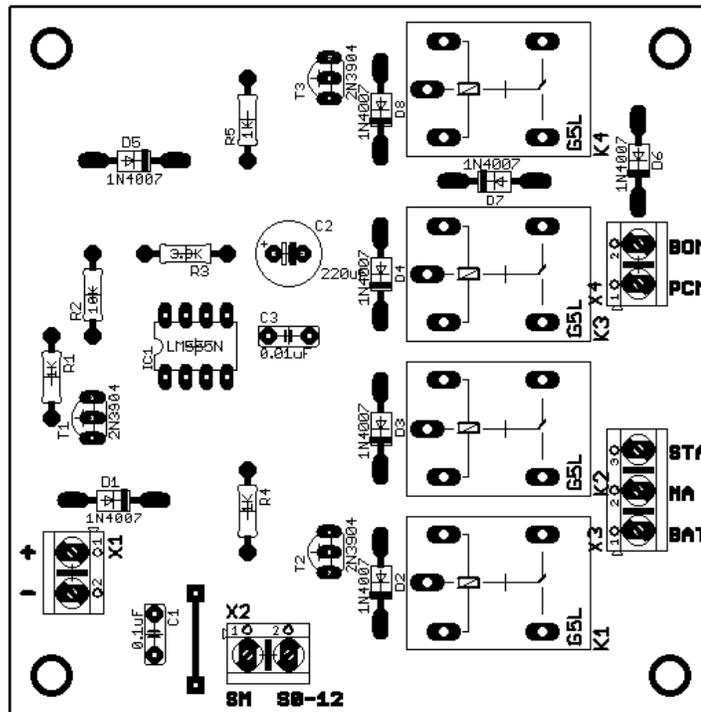
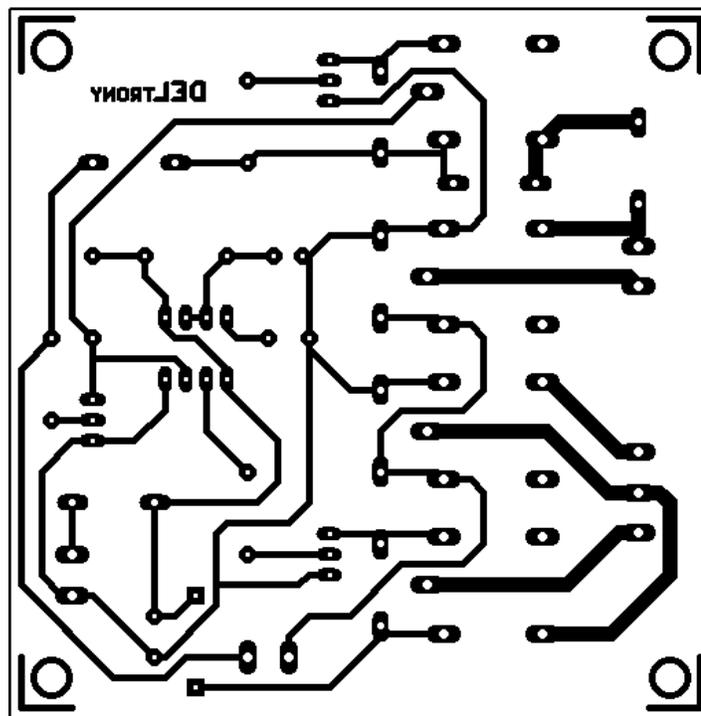


Fig. 3- 46 Diseño del circuito para encendido automático del vehículo

El diseño de la distribución de los componentes electrónicos en la placa, así como el diagrama de pistas del circuito se muestran en la *Figura 3-46* y *Figura 3-47* respectivamente.

Una vez que se poseen los diseños presentados, es posible proseguir con la construcción de la placa electrónica (las pistas y los agujeros), para luego de ello continuar con la soldada de elementos en la placa.



*Fig. 3- 47* Diseño de las pistas para el encendido automático del vehículo

El ensamblaje y aspecto final del circuito y sus componentes sobre la placa se presenta en la *Figura 3-48*.

Finalmente, ya con la placa electrónica lista y completa, se procede a colocar el circuito ensamblado en una caja para su futura protección y para facilitar ser ubicada en el interior del vehículo más adelante.



*Fig. 3- 48 Placa electrónica para encendido automático*

### **3.3.2.2. *Implementación en el vehículo.***

#### **3.3.2.2.1. *Implementación del sensor y su módulo de procesamiento.***



*Fig. 3- 49 Sensor biométrico de huella digital*

El sensor será aquel que de lectura a la huella digital ingresada, garantizando que éste sea la correcta y conste entre las huellas almacenadas en la memoria de la centralita del mismo sensor de huella, con la finalidad de entregar una señal que permita comandar el circuito de control. Por lo tanto la implementación del sensor consistirá en su

ubicación sobre el panel de instrumentos y la ubicación de su módulo de procesamiento en el interior del vehículo.

El sensor, para que cumpla su función desde una ubicación adecuada, fue colocado en el panel del vehículo (*Figura 3-50*), específicamente junto a la ubicación del switch de encendido.



*Fig. 3- 50 Ubicación del sensor junto al switch de encendido*



*Fig. 3- 51 Centralita del sensor de huella*

Al igual que uno de los circuitos anteriores, en este caso tanto la centralita del sensor de huella digital (*Figura 3-51*), como el módulo desarrollado para el encendido

automático del automóvil se ubicarán detrás de la guantera (*Figura 3-52*), en el panel de instrumentos, por delante del copiloto.



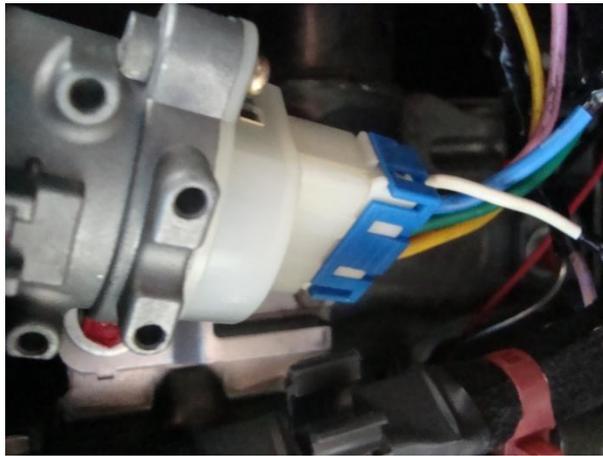
*Fig. 3- 52 Compartimiento detrás de la secreta*

#### **3.3.2.2.2. Implementación de la etapa de control.**

La etapa de control comandará el sistema de alimentación y el arranque del vehículo para garantizar la seguridad del sistema. Para esto se procede de la siguiente manera:

1. Para el cable que comandará la bomba de combustible, debe de conectarse al cable de alimentación propio de la bomba, abriendo totalmente el circuito con anterioridad, y conectando de tal manera que el circuito se cierre normalmente por el relee de la etapa de control designado para la bomba de combustible, siempre y cuando el sistema de encendido automático esté desactivado.
2. Posterior a esto se procede a ubicar el cable de START del switch de encendido, para realizarle un corte y conectar los cables responsables del arranque automático del vehículo que salen del circuito de control a los contactos de un relee normalmente cerrado, de tal manera que el encendido se pueda realizar

manualmente mientras no se encuentre habilitado el sistema de encendido automático del motor.



*Fig. 3- 53 Cables procedentes de la parte posterior del switch*

3. Luego se conectará las señales de entrada proveniente del modulo de procesamiento de la señal (señal de pulso y digital - pines 3 y 6 respectivamente), en el modulo de la etapa de control para poder comandar el circuito.
4. Y por último se ubicó el modulo para el encendido automático del vehículo en el interior del vehículo junto a la centralita del sensor de huella digital.

Para un mejor entendimiento acerca del conexiónamiento de este circuito, cabe recalcar que la conexión detallada de este sistema se debe llevar a cabo tal como se esquematiza en las *Láminas # 23 y 24* adjuntadas en la parte de anexos.



## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y COMPROBACIONES DE FUNCIONAMIENTO**

Previo al término de este trabajo investigativo y una vez implementados los sistemas de control desarrollados, resulta pertinente que se pongan a prueba cada uno de los mismos de manera individual y simultánea, con la finalidad de observar su comportamiento y eficacia en circunstancias reales, además de poder corregir cualquier anomalía que se presente y cerciorarse de que los sistemas instalados funcionen correctamente.

Es por ello que este capítulo se centrará en el análisis de resultados obtenidos en las diferentes pruebas hechas para cada uno de los sistemas, además de realizar las respectivas comprobaciones de funcionamiento, tomando valores de resistencia, voltajes y otras señales que nos permitan garantizar que los circuitos van a trabajar de manera efectiva.

En definitiva, en lo que se enfoca este capítulo es en realizar las comprobaciones necesarias, análisis de resultados, rediseño y recálculo de los sistemas de control, de acuerdo a las experiencias obtenidas a través del desarrollo del capítulo anterior, de tal manera que los sistemas no llegasen a presentar ningún problema, y cumplan su misión de mejorar el confort y seguridad para el conductor del vehículo y sus acompañantes.

#### ***4.1. Pruebas de los mandos automáticos de luces de posición, cruce y carretera.***

##### ***4.1.1. Encendido automático de las luces de posición y cruce.***

###### ***4.1.1.1. Comprobaciones de funcionamiento.***

Ya con el módulo de encendido automático de las luces instalado en el vehículo, las comprobaciones que se hicieron en primera instancia se basaron en obstruir la llegada de luz al sector en donde se encuentra ubicado el sensor de luz. Con ello se pudo evidenciar que tanto las luces de posición como las de cruce se encienden.



***Fig. 4- 1 Obstrucción de luz, sobre las LDR***

Es necesario tomar en cuenta que con la calibración inicial en los potenciómetros del circuito, se logró dar una sensibilidad prudente para que el encendido automático de las luces de posición se efectúe antes que el encendido de las luces de cruce. Lo mismo sucede al apagarse, considerando que el circuito en sí posee un sistema de retardo para el apagado de las luces, las luces de cruce son las primeras en apagarse, y luego de tres segundos aproximadamente se apagan las luces de posición. Todo esto con la finalidad de asegurar al sistema que en el entorno ya no reina la oscuridad, además que estabiliza

el circuito, en caso de circular por carreteras en las que quizás la presencia de árboles puedan afectar al sensor, evitando de esta forma que las luces se enciendan y apaguen permanentemente, lo cual resultaría absurdo e irritante para quien se encuentre en el vehículo.



*Fig. 4- 2 Encendido automático de las luces traseras de posición*

Como se explicó con anterioridad, las situaciones en las que tiene que entrar en funcionamiento este sistema son diversas, por lo que se realizaron distintas pruebas en cada una de las situaciones en las que debería ponerse en marcha la automatización.

#### **4.1.1.2. Análisis de resultados.**

Las pruebas del encendido automático de las luces de cruce y carretera se llevaron a cabo en parqueaderos subterráneos, túneles, pasos a desnivel, con la llegada de la noche, etc. y todas ellas con resultados satisfactorios.

En cuanto al circuito, la calibración de los potenciómetros (*trimmer*) a los valores calculados en el Capítulo II, demuestra un oportuno funcionamiento del circuito y una sensibilidad adecuada para las LDR. Con esto, los valores de calibración de los potenciómetros aproximadamente son:  $P_1 = 1,3 \text{ K}\Omega$  y  $P_2 = 13,1 \text{ K}\Omega$ .



*Fig. 4- 3 Ubicación de los trimmer en la placa*

De igual manera, el tiempo en el que permanecen encendidas las luces, es un tiempo prudente, del que no habría necesidad de hacer ninguna variación. En caso de que se desee variar este parámetro, se pueden recalcular las resistencias que comandan esta parte del circuito y ajustarlas al tiempo que se deseen calibrar.

A continuación se muestran imágenes que hacen referencia a las distintas pruebas que se realizaron para comprobar la efectividad y correcto funcionamiento del sistema automático de luces. En primera instancia se pudo apreciar el desempeño de la automatización al anochecer, cuando la oscuridad aparecía y las luces de los postes del sector empezaban a encenderse. Al pasar unos minutos se pudo apreciar el encendido automático de las luces, quedando así demostrado, la validez y eficiencia del circuito implementado en el vehículo.



*Fig. 4- 4 Sistema activado al caer la tarde*



*Fig. 4- 5 Encendido automático*

Además se realizaron pruebas en la ciudad para analizar resultados de comportamiento del sistema, de donde se pudo establecer que el funcionamiento del circuito se llevaba a cabo con normalidad, a más que mostraba robustez en cuanto al desempeño en las calles, ya que no le afectaba la sombra ni otras situaciones que acontecían en el entorno.

Parte de las pruebas en la ciudad, son las que se efectuaron en parqueaderos subterráneos y pasos a desnivel, en algunos sectores de la ciudad a distintas horas del día, de donde se adjuntan las siguientes imágenes.



**Fig. 4- 6** *Parqueadero Subterráneo*



**Fig. 4- 7** *Funcionamiento en la ciudad*

Todo esto en cuanto a las pruebas que se efectuaron para analizar los resultados entregados por el sistema automático de luces, su capacidad de reacción en diferentes circunstancias y la garantía de su correcto funcionamiento una vez montado en el vehículo.

#### **4.1.1.3. Rediseño y recálculo de elementos.**

Con el paso del tiempo y el uso de este circuito en la ciudad sobre todo en horario nocturno, apareció un problema no previsto anteriormente. Este problema hacía

referencia al uso de las ráfagas desde el conmutador de las luces, ya que al encontrarse activado el sistema automático de luces y al momento de accionar las ráfagas, las luces de cruce se mantienen encendidas y no se apagan bajo ninguna circunstancia. Esto provocaba a su vez que las luces de posición, cruce y carretera se encendieran a la vez al momento de activar las ráfagas.

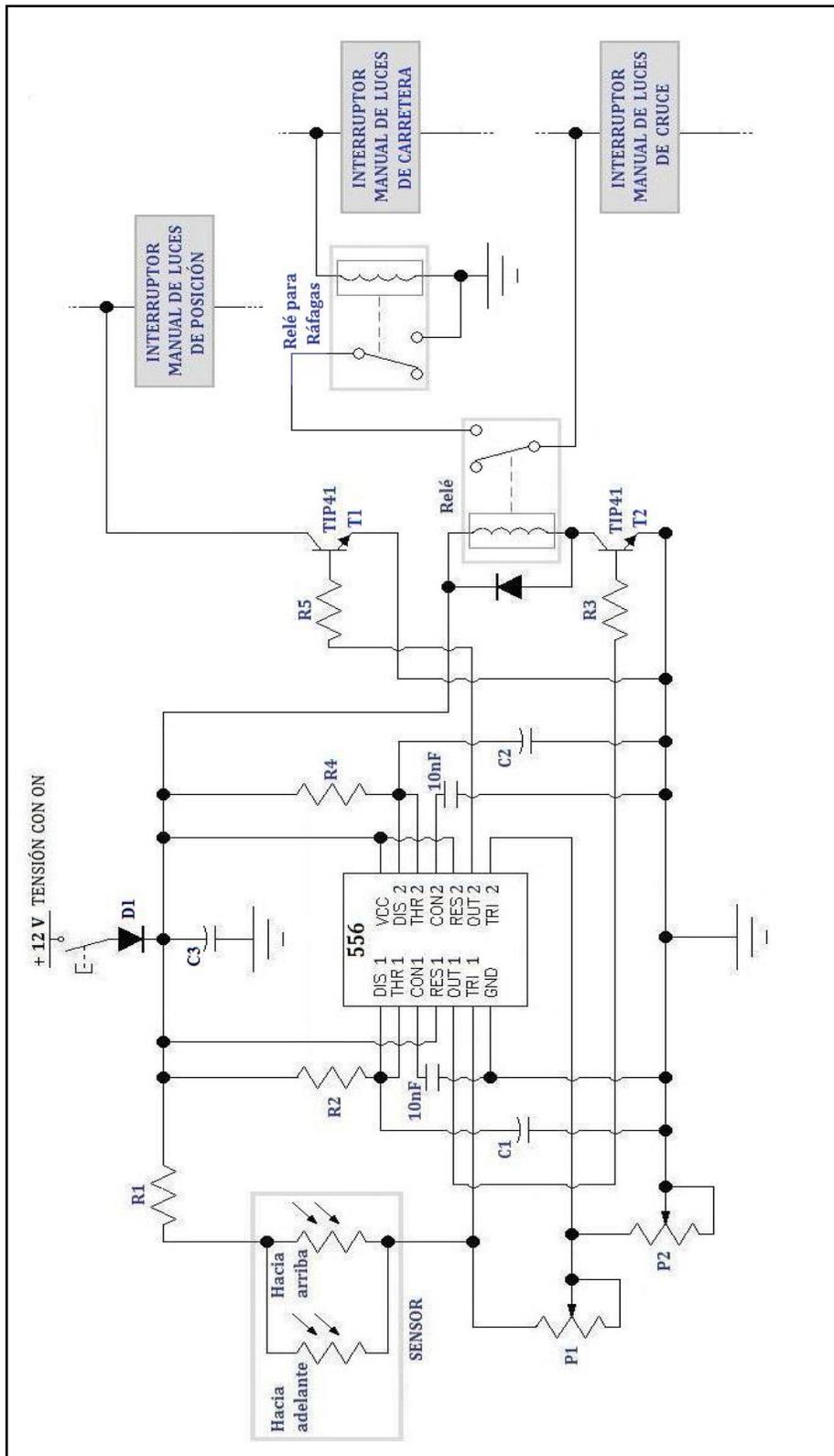
Esta operación trae consigo un mal desempeño en el uso de las ráfagas, ya que esta acción no es muy notoria si las luces de cruce se mantienen prendidas. Para corregir este inconveniente, se optó por reestructurar en parte el diseño original presentado anteriormente, implementando para ello un relee adicional al circuito, el cual se encarga de cortar el flujo de corriente hacia las luces de cruce al momento en que las luces altas, en este caso las ráfagas, se pongan en marcha.

La ubicación del relee para la activación de las ráfagas está dada debajo del volante, relativamente cerca al módulo de luces automáticas, junto a los accesorios del aire acondicionado y sujeto con ayuda de unas bridas plásticas.



*Fig. 4- 8 Relee para activación de ráfagas*

Es por ello que con la presencia del relee para la activación de las ráfagas, el circuito para el sistema de encendido automático de las luces queda de la siguiente manera.



**Fig. 4- 9** Ubicación del rele para ráfagas en el circuito automático de luces

#### **4.1.1.4.        *Recomendaciones para el correcto funcionamiento del sistema.***

Las recomendaciones para garantizar el buen desempeño del sistema automático de luces, no es más que la continua revisión del área en donde se encuentra ubicado el sensor de luz, en este caso el centro del parabrisas por la parte exterior, procurando evitar la presencia de sustancias extrañas tales como suciedad, polvo o cualquier otra sustancia que pudiere obstruir la entrada directa de la luz del entorno en donde se encontrare el vehículo.



***Fig. 4- 10 Ubicación del sensor en el interior***

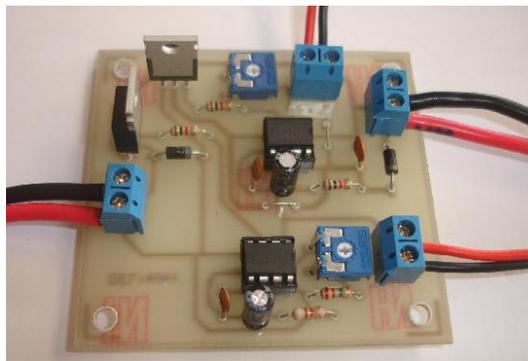
En caso de que las luces se enciendan por si solas en un ambiente con buena iluminación, favor revisar el área antes mencionada para certificar que no existe elemento alguno que esté interponiéndose entre el sensor y la luz del medio ambiente, si esto no fuere así, entonces la revisión debe de efectuarse en el cableado del sistema, en el circuito de las luces o en el mismo sensor de luz.

#### ***4.1.2. Cambio automático de luces de cruce y carretera.***

##### ***4.1.2.1. Comprobaciones de funcionamiento.***

Para llevar a cabo las comprobaciones de funcionamiento en este sistema, fue necesario ponerlo a prueba con la finalidad de observar su capacidad de reacción y las prestaciones que brinda. Para ello, el vehículo se trasladó hacia un lugar apartado de la ciudad de preferencia, con escasa iluminación, de tal forma que el sistema en sí tenga validez. Además de ello y para las primeras pruebas fue necesaria la presencia de un vehículo adicional, que provocara o simulara la iluminación proveniente de otro vehículo en frente, con el fin de calibrar la sensibilidad de las LDR por medio de los potenciómetros y, garantizar el correcto funcionamiento del sistema en general.

Una vez en este sitio las pruebas que se efectuaron fueron muchas, bajo diversas situaciones de iluminación en el entorno, unas más oscuras que otras y con los vehículos a distintas distancias. De igual forma se probó la capacidad de reacción y sensibilidad del circuito tanto para luces altas como bajas procedentes del vehículo de adelante.



***Fig. 4- 11 Ubicación de los trimmer en el circuito***

En un principio la estabilidad del circuito era incierta, puesto que activaba y desactivaba las luces altas constantemente y sin motivo, por lo que se recurrió a una

nueva calibración de los valores de resistencia del potenciómetro de la LDR que apunta hacia arriba, con ello se logró darle una mayor robustez a la primera etapa del circuito para proceder con la calibración de la segunda parte, procedente de la LDR que se centra en la luz emitida desde el frente del vehículo.

Conforme avanzaba la prueba, la calibración otorgada a cada uno de los potenciómetros llegó a un punto en donde era bastante aceptable para que entraran en funcionamiento. De esta forma, los valores de calibración para los trimmer es de aproximadamente  $P_1= 354 \text{ K}\Omega$  y  $P_2= 971 \text{ K}\Omega$ .

Ya con las calibraciones hechas, la prueba final y la más estricta fue la de poner al sistema en marcha, probándolo en carretera ya en instancias reales y con todos los pormenores. De aquello, se comprobó que la automatización en sí tenía bastante aceptación, salvo ciertas circunstancias en donde no avanzaba a responder a tiempo el mismo sistema, debido a que las distancias eran muy largas transversalmente y en ocasiones cuando un vehículo realizaba la maniobra de rebasar, las luces piloto traseras no eran lo suficientemente radiantes como para alterar la resistencia de la LDR y con ello provocar alguna acción en el sistema de control.

#### **4.1.2.2. *Análisis de resultados.***

Ya se mencionó en el punto anterior todos los pormenores rescatados de las pruebas del sistema en carretera, de todo ello, en cuanto a análisis de resultados se puede acotar que con la calibración que se dio a los trimmer en el circuito, la funcionalidad del mismo era bastante aceptable, pero dichos valores de calibración diferían de los calculados en el *Capítulo II* para esta parte. Esto se debe primordialmente a la forma del compartimiento en donde se alojaron las LDR, lo cual lleva a alterar en parte los cálculos para los potenciómetros, es por ello que los valores referenciales de resistencia para las LDR establecidos en el segundo capítulo, no concuerdan con los de funcionamiento real, por lo que se deberá recalcular los valores marcados por cada una de las LDR para su funcionamiento.

Otro punto importante de aclarar es que para mejorar la captación de luz proveniente de los vehículos de enfrente, y sobre todo por la ubicación del sensor, se reubicó la LDR que capta la luz de adelante, haciéndola girar levemente de tal manera que le sea más fácil receptar la luz de los vehículos que vienen en contra y por delante, dicho en otras palabras se la inclinó hacia el carril contrario en la vía (*izquierda*).

Así mismo, otro dato que sobresale es el tiempo de retardo que se otorgó para la desactivación de las luces altas, el tiempo estaba calculado inicialmente para dos segundos, pero ya en la práctica se vio que este tiempo debe ampliarse, por lo que esta parte del circuito fue sometida a ciertas correcciones y recálculos, con la finalidad de conseguir un mayor tiempo de retardo para el releo de altas.

#### **4.1.2.3. Rediseño y recálculo de elementos.**

Debido a que el retardo designado anteriormente para el circuito en la segunda etapa era demasiado pequeño, existía la manera de solucionar dicho problema de dos formas, la primera que hacía énfasis en aumentar el valor de la resistencia  $R_4$  en el circuito de la *Figura 2-16* expuesto en el *Capítulo II*, tomando en consideración qué valores comerciales de resistencia existen en el mercado, mientras que la segunda alternativa era la de aumentar la capacidad del condensador  $C_2$  en el mismo circuito, teniendo en cuenta las mismas condiciones de mercado.

Quizá la forma más fácil de solucionar este detalle es la de variar el valor de la resistencia debido a que en el mercado son múltiples los valores de resistencias que podemos encontrar, mientras que por el lado de los condensadores sería un poco más complicado.

Es por ello que de acuerdo a la fórmula de retardo, la variable a encontrar es la de la resistencia, tomando el valor de  $220\mu F$  para el condensador que es el mismo que se encuentra soldado en la placa y el tiempo en este caso será de 4 segundos. Con estos datos y la ecuación (5) del *Capítulo II*, los cálculos quedan de la siguiente forma:

$$t_1 = 1.1 \cdot (R_4) \cdot C_2 \quad (5)$$

Donde las unidades son:

$$t_1 \rightarrow \text{segundos } [s]$$

$$R_4 \rightarrow \text{Ohmios } [\Omega]$$

$$C_2 \rightarrow \text{Faradios } [F]$$

Despejando de (5) el valor de  $R_4$ , queda la siguiente expresión, en la cual posteriormente reemplazaremos los datos conocidos:

$$R_4 = \frac{t_1}{1.1 \cdot C_2}$$

$$R_4 = \frac{4 \text{ s}}{1.1 \cdot (220 \times 10^{-6} F)}$$

$$R_4 = 16528.93 \Omega$$

El valor de resistencia comercial más cercano para  $R_4$  es de  $15 \text{ k}\Omega$ , con lo que recalculando el tiempo en (5) se tiene:

$$t_1 = 1.1 \cdot (15000\Omega) \cdot (220 \times 10^{-6} F)$$

$$t_1 = 3.63 \text{ s}$$

Este nuevo tiempo garantiza un mayor retardo y mejora el desempeño de la automatización de acuerdo a los fines que se pretende.

Otra variación en el circuito para mejorar su eficiencia, fue el recálculo del valor de la resistencia  $R_5$  en el circuito de la *Figura 2-16* con el afán de aumentar la sensibilidad de reacción del circuito, permitiendo así que el sistema se ponga en marcha con menor presencia de luz hacia la LDR, es decir cuando la resistencia de la fotoresistencia sea mayor.

Para ello se hará el recálculo de dicho valor de resistencia suponiendo un valor límite de la LDR de  $4 M\Omega$ , valor por debajo del cual se pretende que el sistema automático efectúe el cambio de luces.

El cálculo se realiza en base de la siguiente fórmula:

$$V_2 = \frac{R_{LDR2}}{[(R_5 + P_2) + R_{LDR2}]} (V_{ON})$$

Donde las unidades son:

$V_2$  y  $V_{ON} \rightarrow$  Voltios [V]

$P_2, R_5$  y  $R_{LDR2}, \rightarrow$  Ohmios [ $\Omega$ ]

Reemplazando los valores conocidos y suponiendo que el potenciómetro se encuentra en su estado más bajo ( $0 \Omega$ ), se obtiene:

$$4,66V = \frac{4 \times 10^6 \Omega}{[(R_5 + 0 \Omega) + 4 \times 10^6 \Omega]} (14V)$$

Despejando de la expresión anterior  $R_5$ :

$$R_5 = (3)(4 \times 10^6 \Omega) - (4 \times 10^6 \Omega)$$

$$R_5 = (2)(4 \times 10^6 \Omega)$$

$$R_5 = 8 \times 10^6 \Omega = 9 M\Omega$$

El valor comercial más cercano a  $9 M\Omega$  es  $8.2 M\Omega$ , por lo que se opta por reemplazar la resistencia anterior de  $2.2 M\Omega$  por una con el nuevo valor calculado, tomando en cuenta que aún se puede sensibilizar más con ayuda del segundo trimmer en el circuito. Esto permite que el circuito reaccione con la mínima luz producida por los vehículos de enfrente.

### ***Nuevos recálculos para mayor sensibilidad en el sistema.***

Pese a los recálculos mencionados, una vez soldados los nuevos valores de resistencias, se puso a prueba el sistema para poder presenciar sus reacciones en carretera. Dichas pruebas tuvieron mejores resultados que los brindados por el circuito en instancias anteriores, pero parecía necesitar un poco más de sensibilidad, así como un tiempo levemente mayor para el retardo en el encendido de las luces altas.

Por todo ello, se establecieron nuevos cálculos para las resistencias  $R_4$  y  $R_5$  que se encargarán de mejorar aún más el funcionamiento del sistema automático.

De la misma manera en que se efectuaron los cálculos anteriores, se toma el valor de  $220 \mu F$  para el condensador ya que éste se encuentra soldado en la placa pero el tiempo hora será de 4.5 segundos. Con estos datos y la siguiente ecuación, los cálculos son los siguientes y se utilizan para ello las mismas unidades de trabajo empleadas durante todo este trabajo para los cálculos.

$$t_1 = 1.1 \cdot (R_4) \cdot C_2$$

Despejando el valor de  $R_4$ , queda la siguiente expresión, en la cual posteriormente reemplazaremos los datos conocidos:

$$R_4 = \frac{t_1}{1.1 \cdot C_2}$$

$$R_4 = \frac{4.5 \text{ s}}{1.1 \cdot (220 \times 10^{-6} F)}$$

$$R_4 = 18595.04 \Omega$$

El valor de resistencia comercial más cercano para  $R_4$  es de  $18 \text{ k}\Omega$ , con lo que recalculando el tiempo en se obtiene:

$$t_1 = 1.1 \cdot (18000\Omega) \cdot (220 \times 10^{-6} F)$$

$$t_1 = 4.35 \text{ s}$$

Este nuevo tiempo garantiza un mayor retardo y mejora el desempeño de la automatización de acuerdo a los fines que se pretende.

En el caso del recálculo del valor de la resistencia  $R_5$  en el circuito de la *Figura 2-16*, éste se lleva a cabo de la siguiente manera.

Primero, se hará el recálculo de dicho valor de resistencia suponiendo un valor límite de la LDR superior al de  $4 \text{ M}\Omega$  que fue el utilizado para el recálculo anterior, en este caso ese valor límite será de  $5 \text{ M}\Omega$ , valor por debajo del cual el sistema automático efectuará el cambio de luces por sí solo.

El cálculo se realiza con la siguiente fórmula y las mismas unidades de trabajo.

$$V_2 = \frac{R_{LDR2}}{[(R_5 + P_2) + R_{LDR2}]} (V_{ON})$$

Reemplazando los valores conocidos y suponiendo que el potenciómetro se encuentra en su estado más bajo ( $0 \Omega$ ), se obtiene:

$$4,66V = \frac{5 \times 10^6 \Omega}{[(R_5 + 0 \Omega) + 5 \times 10^6 \Omega]} (14V)$$

Despejando de la expresión anterior  $R_5$ :

$$R_5 = (3)(5 \times 10^6 \Omega) - (5 \times 10^6 \Omega)$$

$$R_5 = (2)(5 \times 10^6 \Omega)$$

$$R_5 = 10 \times 10^6 \Omega = 10 M\Omega$$

El valor comercial en el mercado es precisamente de  $10 M\Omega$ , por lo que esta resistencia va a sustituir la resistencia antes calculada de  $8.2 M\Omega$ . Esto permitirá que el circuito reaccione con la mínima luz proveniente de los vehículos de enfrente.

Con este nuevo reajuste, los valores de calibración para los trimmer con los que se aprecia un respetable comportamiento del sistema están alrededor de  $P_1 = 226 K\Omega$  y  $P_2 = 660 K\Omega$ .

Con la reubicación de la LDR de la segunda etapa del sistema y esta variación matemática, el circuito en sí no posee variación física alguna, salvo el cambio de las resistencias en la placa, que según el diseño de la misma, las resistencias  $R_4$  y  $R_5$  corresponden a las resistencias  $R_5$  y  $R_7$  respectivamente, por lo que el nuevo diseño de la placa con los nuevos valores reemplazados queda como se ilustra a continuación en la *Figura 4-12*.

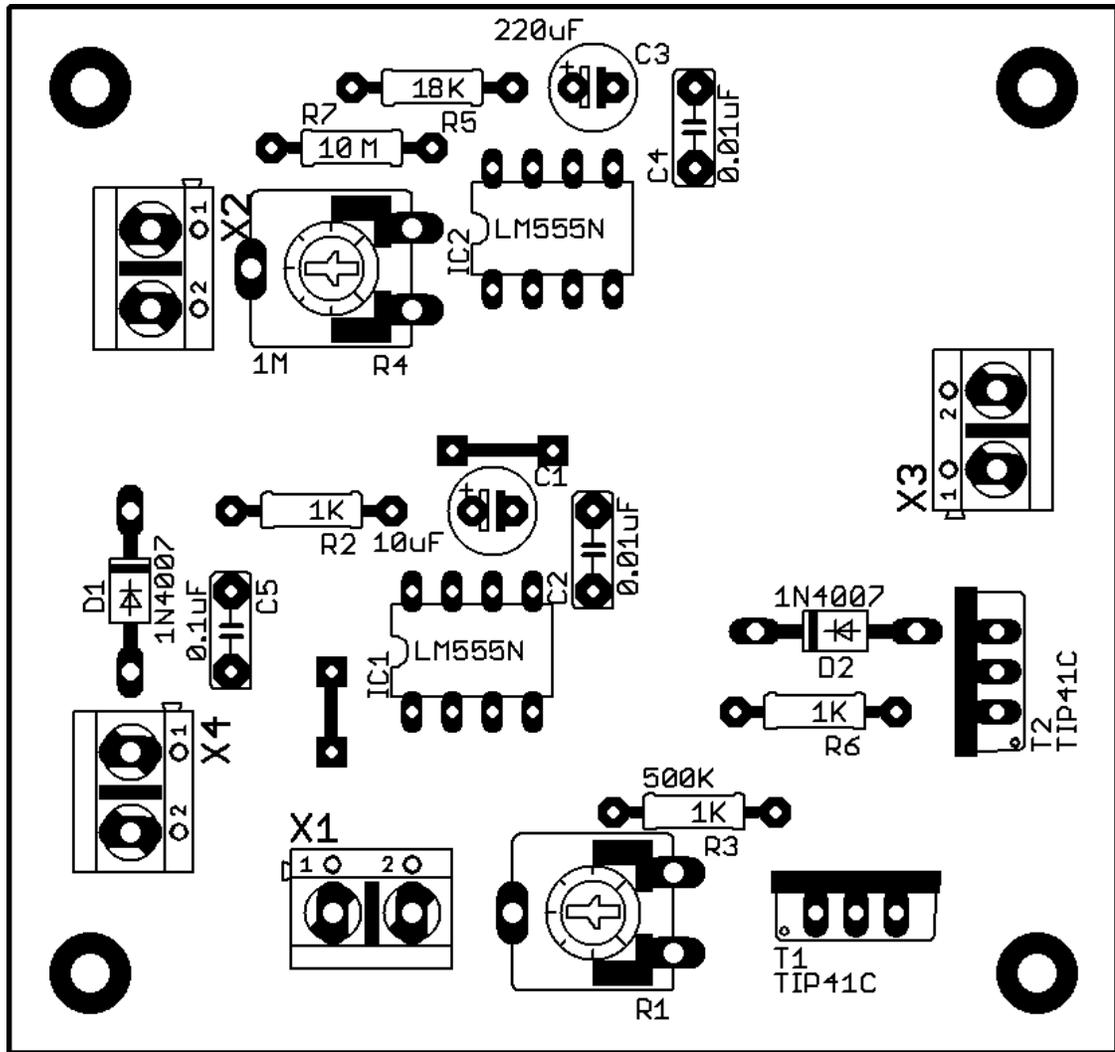


Fig. 4- 12 Diseño de la placa con los nuevos valores de resistencia

#### 4.1.2.4. Recomendaciones para el correcto funcionamiento del sistema.

Por motivo de presentar similares características de este circuito con respecto del anterior, tanto en su estructura electrónica como en la estructura interna del sensor a base de LDR, las recomendaciones pertinentes para este sistema de luces en carretera son las mismas que se expusieron para el sistema de luces inteligentes presentadas en la *pág.* 142.

Un detalle adicional que más que recomendación sería algo a tomar en cuenta y que no se debe olvidar, es que para que el sistema funcione se debe de accionar el mismo interruptor designado para las luces automáticas, colocado al lado izquierdo del volante y que además el conmutador de las luces debe de estar en la posición de *luces altas*.



*Fig. 4- 13 Interruptor de encendido*

## ***4.2. Pruebas de los mandos automáticos para limpiaparabrisas.***

### ***4.2.1. Comprobaciones de funcionamiento.***

Para poder realizar las respectivas comprobaciones del mando automático de limpiaparabrisas, en primera instancia se activó el sistema mediante el interruptor general de alimentación de todo el circuito, para luego simular una ligera lluvia esparciendo por encima del parabrisas pequeñas cantidades de agua.

Al efectuar esta operación, fue notoria la puesta en marcha de las plumas, de forma automática y sin intervención del conductor. Conforme avanzaba el ensayo, se procedió a incrementar el caudal de agua derramado sobre el parabrisas, simulando una lluvia mucho más fuerte, incrementándose con ello, la velocidad de las plumas y cumpliendo así con la misión impuesta para el sistema de limpiaparabrisas.



***Fig. 4- 14 Derrame de agua sobre el parabrisas***

De este modo se logró establecer un lógico y eficiente funcionamiento del sistema automático de limpiaparabrisas, tomando en consideración de que la prueba más fuerte y decisiva debía de llevarse a cabo en circunstancias reales de lluvia y durante el manejo del vehículo.

Al momento en que se presentó en el entorno la oportunidad de lluvia, pudo verse que tan efectivo en verdad era la automatización.



*Fig. 4- 15 Funcionamiento en la ciudad*

Con el desarrollo de esta prueba, se verificó que el sistema funcionaba tal como estaba planteado, no presentaba problema alguno ni interfería en el accionamiento normal o manual de las plumas mediante el conmutador.

#### ***4.2.2. Análisis de resultados.***

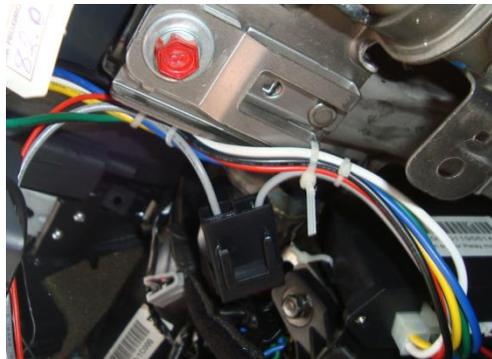
Una vez realizadas las pruebas para observar el desempeño de los limpiaparabrisas automáticos, se pudo concluir que el sistema en sí posee un funcionamiento satisfactorio, tomando en consideración a su vez que el mismo tiene bastante inercia, lo cual se traduce a que en ciertas circunstancias le cuesta al sistema empezar a funcionar a pesar de haber algunas gotitas de agua ya en el parabrisas, esto se da también al reencontrarse con la lluvia al salir de un túnel. De igual manera ocurre para detenerse, la inercia del circuito obliga a los limpiaparabrisas a seguir funcionando y dar unas tres o cuatro barridas aún después de que la lluvia ha cesado, o al momento de entrar en un túnel durante la lluvia.

### **4.2.3. Rediseño y recálculo de elementos.**

Con respecto al diseño presentado en capítulos anteriores, no se hizo variación alguna en cuanto a elementos electrónicos, menos aún recálculos en el circuito, todo esto debido a que la etapa de control del sistema resulta bastante sencilla, los elementos empleados son bastante básicos y fáciles de conseguir.

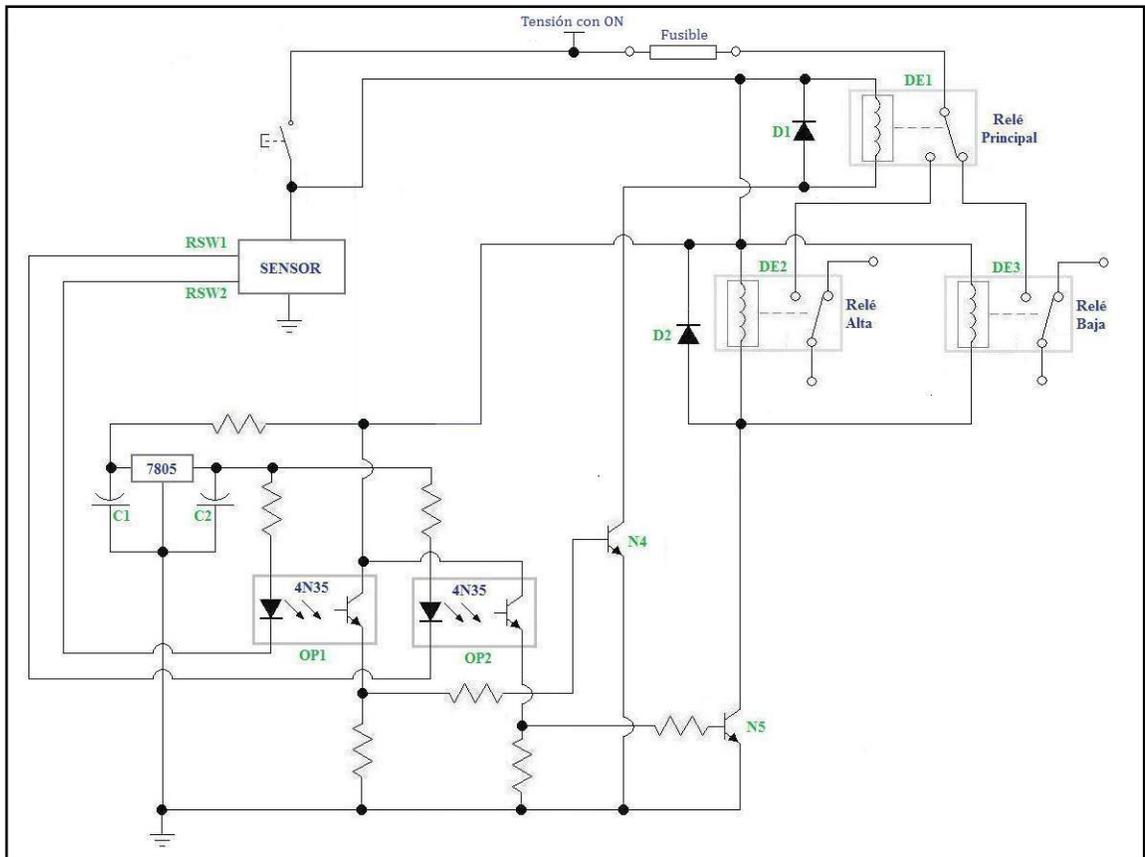
La parte más complicada de este sistema en sí, resulta la realizada por el sensor óptico, el cual al captar la presencia de alguna sustancia frente a él, nos entrega una variación de voltaje la cual es utilizada y comparada dentro del mismo sensor para poder cerrar el circuito de los limpiaparabrisas en sus distintas velocidades, recalcando que para ello los optoacopladores 4N35 cierran a tierra por medio del mismo sensor.

Al igual que en otros circuitos, se colocó antes de la entrada de alimentación general, un fusible de 20A con su respectivo porta fusible como protección para todo el sistema de control, tomando en cuenta de que la corriente que circula por el sistema de limpiaparabrisas se encuentra por este rango.



**Fig. 4- 16** Ubicación del fusible en el habitáculo

El diagrama representativo de la ubicación del fusible para este sistema es como se ilustra en la siguiente imagen.



**Fig. 4- 17** Ubicación del fusible de protección del circuito en el diagrama

Con la presencia del fusible en el circuito, se garantiza que los elementos empleados tanto en la placa como el motor que acciona los limpiaparabrisas, no sufran de alguna sobrecarga, lo cual podría llevar a la quema de los mismos.

#### **4.2.4. Recomendaciones para el correcto funcionamiento del sistema.**

En lo que se refiere a recomendaciones para el correcto funcionamiento de los limpiaparabrisas automáticos, básicamente es la misma que se expuso para el caso del encendido de luces automáticas, se debe de revisar el área exterior del parabrisas en donde se encuentra localizado el sensor óptico o de lluvia, inspeccionando que ninguna sustancia ajena al parabrisas se encuentre adherida al mismo en ese sector, más aún si

los limpiaparabrisas no la pueden quitar. Esto traería consigo a que las plumas estén en funcionamiento permanente.



*Fig. 4- 18 Ubicación del sensor de lluvia*

Un caso similar pudiere ocurrir en caso de que el parabrisas presentara algún rayón en el área en donde funciona el sensor de lluvia, lo cual conllevaría a un mal funcionamiento del sistema debido a una falsa apreciación del sensor con respecto a lo que se le presenta en frente.

Algo muy importante de tomar en cuenta también es que los limpiaparabrisas en el vehículo deben de cumplir su trabajo de manera adecuada, ya que de no ser así, al efectuarse la acción de barrido en una u otra dirección, sin eliminar del todo la presencia de agua en el parabrisas, los mismos van a continuar funcionando hasta que el sector en donde se encuentra el sensor esté totalmente seco, lo que traerá como consecuencia el rápido desgaste de los limpiaparabrisas además de un chillido repentino en su funcionamiento, generando así molestias en los ocupantes del vehículo, distracción en el conductor y rayones sobre la superficie del parabrisas.

### **4.3. Pruebas de los mandos para la seguridad del vehículo.**

#### **4.3.1. Cierre automático de los elevalunas eléctricos.**

##### **4.3.1.1. Comprobaciones de funcionamiento.**

Un problema en primera instancia se presentó en el mecanismo de la toma de señal del cierre de la puerta del conductor, el cual fue colocado y puesto en funcionamiento durante dos meses aproximadamente para comprobar su correcto funcionamiento, pero fue dado de baja debido a que se deterioró hasta romperse por el exceso roce entre el optoacoplador y la lámina de corte de señal colocada en el sistema de varillaje de la puerta. Por todo este suceso se propuso una nueva tentativa la cual entregó mejores resultados desde la primera prueba en adelante. Esta idea consistió en colocar un final de carrera para que el varillaje del seguro de la puerta del conductor lo activara directamente. Para este propósito se consideró colocar el final de carrera como se muestra a continuación (*Figura 4-19*), tomando en cuenta que como el seguro de la puerta pasa la mayor parte del tiempo cerrado, nuestro fin de carrera deberá permanecer en esta instancia sin activar para evitar el elevado desgaste y fatiga del elemento por lo que la señal se la obtiene del contacto NC del fin de carrera.



**Fig. 4- 19** Final de carrera para cierre de puerta



*Fig. 4- 20 Seguro activado*



*Fig. 4- 21 Seguro desactivado*

Por otro lado, en la puerta del conductor, los cables que se colocaron en dicha puerta para la alimentación del motor de esta ventana interferían en la última parte de la carrera de descenso de la ventanilla, por lo que fue necesaria la reubicación de dichos cables.

En cuanto a las comprobaciones de este sistema, una vez instalado el módulo de cierre automático de ventanillas en el vehículo, fue necesario poner a prueba una y otra vez dicho sistema con la finalidad de presenciar anomalías que puedan alterar el funcionamiento ordinario del vehículo en sí.

Posteriormente a esto, y una vez probado el circuito, el funcionamiento del mismo se efectuó tal y como estaba previsto pero con la peculiaridad de que el diodo principal de entrada al circuito, se sobrecalentaba de manera exagerada y no se enfriaba por más que todas las ventanillas se encontraban cerradas. Esta anomalía hacía pensar que uno o algunos de los finales de carrera colocados en las ventanillas no estaban abriendo del todo el circuito de alimentación por lo que se producía el recalentamiento del diodo, lo cual significaba además de que el circuito quedaba consumiendo y esto provocaría un rápido consumo de la batería a tal punto de no poder dar arranque al tratar de reiniciar el motor del vehículo nuevamente.

El final de carrera colocado para la señal de cierre del seguro de la puerta del conductor no intervenía en este problema, ya que al abrir el seguro el diodo empezaba a enfriarse, lo que afirmaba la hipótesis de que este elemento funcionaba perfectamente.

Debido a la aparición inoportuna de esta falla, se hizo necesaria la localización del final o de los finales de carrera que contribuían a la presencia de dicho problema, por lo que al realizar algunas pruebas individuales y en conjunto a cada una de las ventanillas, además de medir continuidad con ayuda de un multímetro, se logró descifrar de que la falla provenía de las puertas traseras, por lo que se recurrió a desmontar los cobertores de las puertas y revisar de que los topes colocados en las articulaciones de las ventanillas ataquen del todo el final de carrera al culminar su ascenso.

Con ello se puso al descubierto que el final de carrera de la puerta trasera izquierda había cedido un poco y se había aflojado, siendo esta la razón por la que en algunas ocasiones el fin de carrera no se lograba abrir y el circuito quedaba cerrado y enviando corriente al motor eléctrico de dicha ventanilla.

Una vez corregido este error, se puso nuevamente en marcha la unidad de cierre automático de las ventanillas, entregando esta vez buenos resultados y eliminando sobre todo el calentamiento del diodo en el circuito, con lo cual se pudo pasar con el análisis de resultados ofrecidos por este sistema.

#### **4.3.1.2.        *Análisis de resultados.***

Ya hechas las correcciones necesarias, se instaló el sistema por completo en el vehículo, colocando el módulo en un lugar oportuno dentro del habitáculo, por debajo del volante. Se puso a prueba durante unos meses sin presentar problema alguno, con lo cual se certificó que el sistema funciona a la perfección y de forma eficaz.

Los resultados analizados para esta parte, vinieron de un sin número de pruebas y situaciones realizadas en cada una de las ventanillas de manera individual, apagando el vehículo y accionando el cierre centralizado del mismo mediante el control de mando a distancia. Este ensayo se realizó varias veces para una misma ventanilla para luego pasar a combinarlas entre sí con el propósito de que se cierren de manera simultánea a distintas alturas. Por último se probó el ascenso automático de todas las ventanas a la

vez, probándolo a distintas alturas hasta que se puso a prueba el sistema con todas las ventanas completamente abajo.

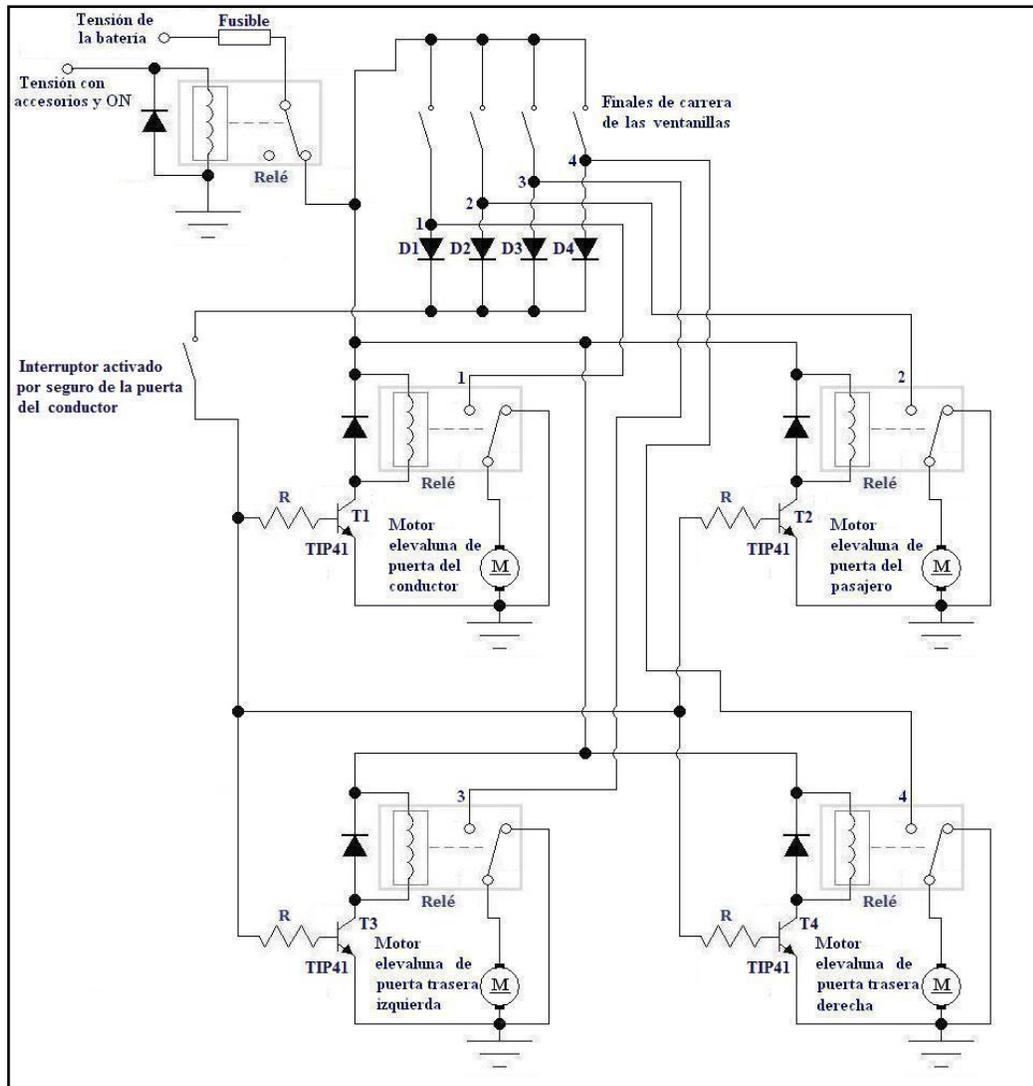
De todas estas pruebas ninguna presentó problema alguno, además que desde el habitáculo se puede escuchar abrirse todos los relees de las ventanas a la vez, lo que garantiza entonces de que el sistema se ha abierto por completo y ninguno de los motores de los elevavinas está siendo forzado.

#### **4.3.1.3. Rediseño y recálculo de elementos.**

Al tratarse de un circuito sencillo, no fue necesario recalcular ningún parámetro en cuanto a los elementos ni al diseño de la placa en sí. Los elementos electrónicos detallados en el Capítulo II para este circuito son exactamente los mismos que se emplearon a excepción de que para mayor seguridad, y sobre todo por la elevada corriente que debe circular por el mismo en el caso de que se cierren las cuatro ventanillas por completo simultáneamente, que sería la prueba más drástica que debe enfrentar este sistema, se optó por sustituir el diodo común de la entrada del circuito, por uno de gran amperaje, el cual soporta hasta 6 amperios y su voluminosidad también es notoria.

En cuanto al circuito y cableados exteriores, ajenos a la placa electrónica, se destacan el cambio de la toma de señal del seguro de la puerta del conductor, que inicialmente se la obtuvo por medio de un fototransistor y una placa de latón colocada en el varillaje del seguro de la puerta, la cual era la encargada de cortar la señal generada por dicho sensor. Como se indicó anteriormente, un final de carrera con un rodillo en su extremo de activación (*Figura 4-19*), fue el encargado de sustituir al fototransistor para cumplir la misma función y entregar mayor confianza en cuanto a la toma de esta señal.

Paralelamente a ello, y con la finalidad de brindar protección al sistema, se colocó un fusible de 20A antes del relee de alimentación principal del circuito, con lo que el esquema final de este sistema queda expuesto de la siguiente manera.



**Fig. 4- 22** Circuito automático de elevallas eléctrico

**4.3.1.4. Recomendaciones para el correcto funcionamiento del sistema.**

Antes de poner a prueba este sistema de vidrios automáticos, es necesario que previo al bajar del vehículo, se revise que el interruptor de bloqueo de los vidrios ubicado en la puerta del conductor no esté activado, ya que de ser así, ningún vidrio se cerrará a excepción del de la puerta del conductor. Si esto se llegara a dar, simplemente desactive esta opción en la puerta del conductor, ya que ello permite que el circuito de los motores eléctricos de los vidrios se cierre a tierra y funcione con normalidad.



*Fig. 4- 23 Interruptor de bloqueo de ventanillas*

En caso de que sólo algunas de las ventanillas presentaren este problema de no cerrarse y las restantes no presenten ninguna dificultad, el inconveniente puede radicar en los conectores, un mal contacto en estos o una desconexión de los mismos en el conector referente a los motores de los elevalunas. Algo adicional a esto puede ser la inspección de los finales de carrera colocados en cada una de las puertas, en los cuales con ayuda de un multímetro en la opción de continuidad se puede comprobar su correcto funcionamiento.

Si el problema no aparece al revisar las pautas expuestas anteriormente, el problema podría provenir directamente del módulo, por lo que se haría necesario el desmontaje del mismo para sus respectivas pruebas de inspección.

Otro caso puede ser el que quizá el mando manual de las ventanillas no funcione, esto puede deberse a que el conector ubicado en la misma puerta se encuentra desconectado; el conector con los cables de los motores que van al módulo se encuentra desconectado o está haciendo falso contacto, o simplemente el interruptor de bloqueo de los vidrios en la puerta principal se encuentra activado.

Por otra parte, es recomendable tener mucha precaución al momento en que se ponga en marcha el sistema, ya que se debe de evitar que se interpongan entre las ventanillas objetos y menos aún ingresar las manos o la cabeza dentro del vehículo.



*Fig. 4- 24 Vidrios abiertos antes de activar el cierre centralizado*

#### ***4.3.2. Activación del sistema de alimentación de combustible y arranque automático del vehículo mediante huella digital.***

##### ***4.3.2.1. Comprobaciones de funcionamiento.***

Como todos los circuitos implementados anteriormente y al igual que este, fue necesaria la demostración inicial de su funcionamiento para su respectiva aprobación, mediante la demostración práctica sobre un project-board con el fin de garantizar su correcto funcionamiento.

Una vez instalado en el vehículo con todo en claro, la prueba a superar era la de ponerlo en marcha. Teniendo en cuenta cómo debe desenvolverse el sistema fue necesaria la grabación de unas cuantas huellas en la memoria para luego de esto proseguir con la activación del sistema de combustible y el arranque automático del vehículo.



*Fig. 4- 25 Sensor de huella junto a la llave de contacto*

Con la llave de encendido en la posición de ON, y con el led azul iluminado, se ingresó la huella colocando el dedo sobre la superficie del sensor, pasado un segundo los resultados se vieron reflejados con el encendido automático y puesta en marcha del motor del vehículo.

El sistema fue probado una y otra vez con la finalidad de poder afirmar que su funcionamiento respondía tal y como estaba previsto, además de que no afecte en el desempeño manual mediante el arranque con la llave de encendido.

Mediante las constantes pruebas de funcionamiento que se pudieron realizar, se logró demostrar que el sistema cumplía con todos los parámetros designados para esta automatización. De igual manera se comprobó las diferentes opciones que presenta el módulo de huella digital a través del control remoto incluido en el kit, de donde se pudo apreciar su correcto desempeño.

#### **4.3.2.2. *Análisis de resultados.***

En cuanto a resultados, estos se recogieron de diversos ensayos realizados a raíz que el sistema estaba instalado y funcionando en el vehículo, todos estos con secuelas positivas que brindan confianza y seguridad al vehículo que es lo que justamente se pretende alcanzar.

Por otro lado, se evidenció una notable aceptación por parte de ciertas personas al efectuar un pequeño sondeo, de donde se logró recoger excelentes criterios que afianzaban de manera positiva los trabajos realizados para la automatización del encendido del vehículo, además de que se trata de un sistema novedoso que incrementa la seguridad del automóvil, impidiendo así que éste sea robado.

#### **4.3.2.3. *Rediseño y recálculo de elementos.***

La estructura principal del sistema automático para el encendido del vehículo mediante la decodificación de huellas digitales, basaba su dificultad principalmente en el reconocimiento de dichas huellas, lo que llevó a la búsqueda de un dispositivo en el mercado que realizara ciertas funciones específicas, y que cumpla con ciertos requisitos para el perfecto desarrollo del sistema en general.

Por esto y otras razones, diversas fueron las circunstancias para inclinarse por el sensor adoptado, ya que entrega señales que favorecen y facilitan en gran parte la elaboración del sistema de control.

Es por ello que en cuanto al diseño y cálculos en el circuito, las características iniciales del mismo se mantuvieron, basándose en que la etapa de control en este sistema posee circuitos y elementos electrónicos bastante básicos, y, teniendo en cuenta sobre todo que el trabajo más complicado en sí, es el llevado a cabo por el sensor de huella digital que en conjunto con las señales de salida que posee el módulo de huella, otorgan como resultado un circuito bastante simple.

#### **4.3.2.4. *Recomendaciones para el correcto funcionamiento del sistema.***

En cuanto a recomendaciones para el uso adecuado de este sistema, algo importantísimo de hacer caer en cuenta es que al momento de su uso, específicamente en la puesta en marcha del motor, la persona que vaya a conducir se debe de cerciorar de

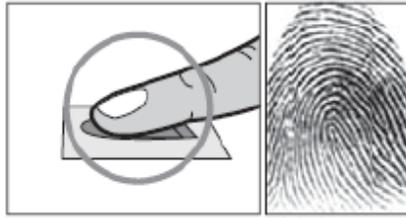
que la palanca de cambios se encuentre en la posición de neutro, o bien se debe de tener presionado el pedal del embrague, todo esto con la finalidad de que al momento en que el sistema acepte o reconozca la huella digital del conductor, y por ende el arranque automático del motor se lleve a cabo, no exista el peligro de que el vehículo se mueva bruscamente hacia adelante ocasionando algún problema a su alrededor, así como un accidente de tránsito.

Por otra parte, en lo que respecta al sensor de huella digital, es recomendable que al momento de ingresar una nueva huella a la memoria del sensor, el dedo a registrarse deberá encontrarse totalmente limpio, caso contrario una vez almacenada la huella y al instante de su reconocimiento, el sistema no hallará concordancia entre ésta y la anteriormente guardada por lo que no se pondrá en marcha la ejecución del sistema automático implementado en el vehículo.

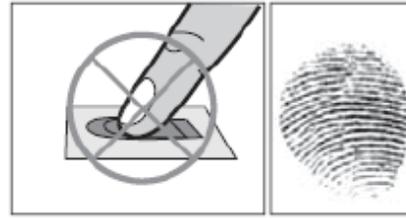
Lo mismo ocurre si de pronto la huella ya fue almacenada con anterioridad y al instante de colocar el dedo sucio sobre el sensor para poner a funcionar el sistema, el sensor no reconocerá con claridad la huella a ingresarse por las nuevas características físicas o diminutas alteraciones producidas por la suciedad. En definitiva es recomendable que los dedos de las manos estén lo más limpios posibles ya sea al momento de almacenar una huella digital, así como para su reconocimiento. Las circunstancias más comunes que pueden generar errores en el reconocimiento de huellas dactilares son el polvo, impurezas, agua, miel, dedos demasiado secos, entre otras.

Otra consideración a tener en cuenta es que la orientación del dedo debe de ser la adecuada tanto para el registro como para la aceptación de la huella. Es recomendable usar los dedos índice o medio para el registro de huellas digitales ya que el empleo del resto de dedos es relativamente más difícil de colocar en una posición correcta. Esta posición debe de garantizar que el dedo recubra en su mayor parte el área del sensor.

Si se coloca el dedo como en la imagen de la derecha, sólo una pequeña área del dedo será capturada. Por lo tanto, se recomienda colocar el dedo como se muestra en la imagen de la izquierda.



**Fig. 4- 26** *Forma correcta*



**Fig. 4- 27** *Forma incorrecta*

Una vez que se encienda el led azul del sensor, el ingreso de la huella podrá efectuarse. El dedo deberá de hacer una presión leve sobre el sensor aproximadamente 1 segundo hasta observar que el led se apague, esto nos indicará que la huella fue aceptada.



## Conclusiones

- Los sistemas desarrollados en esta tesis e implementados en el vehículo Hyundai Getz 1.6 del año 2007 tienen la facilidad de poder ser adaptados a cualquier tipo de vehículo, siendo tal vez en algunas marcas o modelos mucho más complejo que en otros, con alguna pequeña modificación si así lo amerita; en el caso del vehículo de la presente tesis no hubo mayor problema, ya que los sistemas eléctricos de la carrocería que se automatizó eran convencionales, presentando muchas facilidades para trabajar.
- El diseño y construcción de los mandos automáticos de los sistemas eléctricos de la carrocería, al ser construidos con elementos de electrónica analógica y elementos robustos, no se tuvo inconvenientes con el ruido electrónico que se presenta en muchos casos y le afecta mucho más a los microprocesadores y a los elementos de la electrónica digital.
- La construcción individual de cada mando automático para cada sistema fue una idea acertada, ya que se pudo comprobar el funcionamiento de cada uno, por separado, pudiendo así encontrar alguna falla de manera más rápida y efectiva, realizando el recálculo y rediseño en los mandos que lo necesitaron, cosa que hubiera sido mucho más compleja con una sola central que comande todos los sistemas, como también en el caso de que el conductor quiera desactivar los sistemas, se colocó interruptores para las luces automáticas y limpia-parabrisas automático, con lo cual al desactivar los interruptores quedan como sistemas convencionales, en lo que concierne a los vidrios automáticos, este no posee interruptor de accionamiento, ya que es un sistema que se quiere que funcione en todo momento y en el caso que no se llegue a desear que funcione, se debe

desconectar el conector de alimentación del mando automático, y para el sistema de encendido por huella digital, el control que se usa para almacenar las huellas, ofrece también la opción para desactivar el sistema, quedando así con sistema de arranque convencional.

- Como se puede observar en esta época la mecánica y la electrónica avanzan de la mano, siendo así que un vehículo innovador, más seguro, con sistemas antirrobo, más confortable, más llamativo es aquel que tiene una mayor asistencia electrónica, la cual ayuda a conducir de manera ergonómica y confiable, sintiéndose así seguro el conductor hacia el destino que se traslade, por eso los sistemas desarrollados en esta tesis han tenido muy buena acogida por todas las personas que han tenido la oportunidad de conducir o trasladarse en el vehículo Hyundai Getz 1.6 del año 2007, ya que al ser sistemas innovadores y funcionales le dan un valor agregado y atractivo al vehículo.
- Al ser sistemas que no son producidos en serie o para el comercio, todavía su costo es un poco elevado, pero si se los pudiera comercializar, produciéndose en serie, los costos bajarían, y tendrían así un precio más accesible para todo tipo de personas que quieran automatizar algún elemento de su vehículo.

# Estudio de Mercado

## Definición del Producto

El proyecto pretende inicialmente demostrar la viabilidad de fabricar equipos electrónicos que sean capaces de realizar: el cambio automático de las luces de carretera cuando detecte la proximidad de un vehículo que circule en sentido contrario, el encendido automático de las luces de cruce dependiendo del nivel de oscuridad del ambiente, el accionamiento automático de los limpiaparabrisas cuando este lloviendo, el encendido del vehículo mediante la lectura de la huella digital del conductor y la elevación automática de los vidrios cuando se accione el cierre centralizado del vehículo con el mismo apagado.

La finalidad de estos sistemas es evitar distracciones por parte del conductor al momento de realizar el accionamiento de los sistemas a modificarse, y en otros casos dar seguridad con la implementación de nuevos sistemas.

Los sistemas de manera general estarían conformados por los siguientes elementos:

- Sensores capaces de detectar las condiciones necesarias para el accionamiento de los sistemas.
- Una computadora o microprocesador, es decir una etapa de control, que actúa como el cerebro humano, que dependiendo de las señales recibidas provenientes de los sensores o de señales propias del vehículo, active los sistemas.
- Y finalmente las conexiones internas necesarias para realizar las acciones deseadas en los distintos elementos a automatizarse.

El resultado de esta combinación de componentes es un sistema inteligente de control que mejora considerablemente la seguridad activa del vehículo, permitiéndole al conductor un mayor tiempo de maniobra.

Actualmente estos sistemas, o similares, solo los poseen vehículos de marcas prestigiosas como: BMW, AUDI, Mercedes Benz, etc. Por lo tanto como se puede observar estos vehículos tienen un precio muy elevado y no tienen un acceso económico muy comercial ya que la mayoría de habitantes de nuestro país son de clase media y baja, y no poseen estas marcas de vehículo. De igual manera los sistemas pretenden incorporarse preferencialmente a vehículos livianos.

Es por esto, que se pretende fabricar sistemas de fácil acceso a un consumidor de clase media para la ciudad de Cuenca, que se lo puede adaptar a cualquier marca de vehículo, ya que tendrá un sistema independiente.

## **Análisis de la Demanda**

### **Análisis de datos de fuentes primarias**

Junto con los promotores del proyecto, se determinó que el nivel de confianza que se requería era de 95% con un error de 5% en los resultados de las encuestas. Para el cálculo del tamaño de la muestra que proporciones estos parámetros es necesaria la desviación estándar del consumo. Para obtenerla se aplicó un muestreo piloto de 30 encuestas, a conductores de vehículos livianos y de marcas comerciales, preguntando exclusivamente cuantos vehículos posee su grupo familiar. El resultado obtenido fue una desviación estándar de 0.49. Con estos datos se calcula el tamaño de la muestra para aplicar la encuesta:

$$n = \frac{z^2 \sigma^2}{e^2} = \frac{(1.95)^2 (0.49)^2}{0.05^2} = 365$$

## Encuestas para cuantificar la demanda del producto

Mencionando los sistemas a implementarse y su funcionamiento se realizaron las siguientes preguntas.

1. Que marca de vehículo usted posee:

Renault:	4%	Mitsubishi:	1%
Hyundai:	5%	Ford:	3%
Daihatsu:	1%	Nissan:	1%
Fiat:	1%	Datsun:	4%
Volkswagen:	9%	Honda:	1%
Peugeot:	1%	Suzuki:	8%
Chevrolet:	49%	Mazda:	4%
Kia:	1%	Lada:	1%
Toyota:	6%		

2. ¿Le ocasiona problemas al manejar en carretera el cambio de luces?

Si: 258 (70.68%) No: 107 (29.32%)

3. ¿Le molesta encender las luces de su vehículo cada vez que se ingresa a un túnel o se oscurece el ambiente?

Si: 196 (53.69%) No: 169 (46.31%)

4. ¿Le ocasiona problemas el hecho de tener que activar y desactivar los limpiaparabrisas cuando llueve?

Si: 284 (77.80%) No: 81 (22.20%)

5. ¿Desearía que su vehículo posea un sistema de encendido que únicamente se active con su huella digital y que adicionalmente le cierre sus vidrios automáticamente al activar los seguros de las puertas con el vehículo apagado?

Si: 308 (84.38%) No: 57 (15.62%)

6. ¿Compraría un equipo electrónico que le automatice todas las funciones antes mencionadas?

Si: 198 (54.25%) No: 167 (45.75%)

A las 198 personas que contestaron afirmativamente:

7. ¿Cuánto pagaría por ese producto?

Respuestas:

Entre 1500 y 2000 dólares: 167 (84.11%)

Entre 2000 y 2500 dólares: 26 (12.88%)

Más de 2500 dólares: 5 (3.01%)

### **Análisis de los resultados de las encuestas**

Las preguntas iban encaminadas a cuantificar cual sería la posible demanda que tendría nuestro producto al introducirlo al mercado.

De los encuestados el 54.25% respondió que estaría dispuesto a adquirir un equipo electrónico que automatice las funciones antes mencionadas.

El último censo poblacional determinó que Cuenca posee 417632 habitantes, y promedio de miembros por grupo familiar es de 4. Lo que quiere decir que existe un promedio de 104408 familias.

Según datos de la UMT, el parque automotor de Cuenca es de aproximadamente 70000 vehículos, de los cuales el 45% corresponde a vehículos livianos, que corresponden a 45500 vehículos livianos.

### **Determinación de la demanda**

Por lo tanto nuestra posible demanda sería:

$$45500(0.5425) = 24683.75 \text{ veh\u00edculos}$$

### **An\u00e1lisis de la oferta**

Al analizar la oferta que existe actualmente encontramos que es nula, ya que este es un producto que no se comercializa ni en la ciudad ni en el pa\u00eds, es decir como producto para implementarse a cualquier veh\u00edculo, ya que los veh\u00edculos que los poseen, y solamente algunos de ellos, los traen de f\u00e1brica y no se los comercializa individualmente. Actualmente, solo se encuentra en este producto instalado de f\u00e1brica en veh\u00edculos de alto costo comercial, pero como producto individual y para ser instalado en cualquier veh\u00edculo, que es lo que pretende nuestro producto, no se encuentra en el mercado.

### **Demanda Potencial Insatisfecha**

Al ser la oferta nula actualmente, resulta ser que toda la demanda, es una demanda potencial insatisfecha, pero el estudio t\u00e9cnico y econ\u00f3mico determinar\u00e1, mediante los factores productivos existentes que cantidad de productos que se ofertar\u00e1n.

## **Análisis de los precios**

Por ser un producto nuevo en el mercado, considerando los costos de producción, se establecieron intervalos de distintos posibles precios del producto, de los cuales se obtuvieron los resultados obtenidos en la pregunta 4 de la encuesta.

Como se pudo evidenciar el 84.11 % de los encuestados respondió que estaría dispuesto a pagar entre 1500 y 2000 dólares por lo tanto el valor de venta que se determine debe estar entre estos valores.

Para determinar el precio del producto es necesario realizar un análisis de los precios de los factores de producción del producto. Lo cual lo realizaremos individualmente para cada sistema:

### **1. Sistema de encendido automático de luces**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR TOTAL (USD)</b>
Sensor	10	1	10
Circuito de control	50	1	50
Cableado	10	1	10
<b>TOTAL</b>			<b>70</b>

### **2. Sistema de limpiaparabrisas automático**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR TOTAL (USD)</b>
Sensor	300	1	300
Circuito de control	60	1	60
Cableado	10	1	10
<b>TOTAL</b>			<b>370</b>

### 3. Sistema de elevación automático.

DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO	CANTIDAD	VALOR TOTAL (USD)
Sensor	10	5	50
Circuito de control	110	1	110
Cableado	50	1	50
<b>TOTAL</b>			210

### 4. Sistema de encendido por huella digital

DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO	CANTIDAD	VALOR TOTAL (USD)
Sensor	500	1	500
Circuito de control	70	1	70
Cableado	10	1	10
<b>TOTAL</b>			580

### 5. Sistema de cambio de luces automático

DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO	CANTIDAD	VALOR TOTAL (USD)
Sensor	30	1	30
Circuito de control	70	1	70
Cableado	10	1	10
<b>TOTAL</b>			110

Tomando en cuenta estos análisis de costos individuales de cada sistema, se puede valer de ellos para plantear un análisis financiero global, que cubra todas las labores pertinentes para la implementación de este trabajo a cualquier vehículo.

<b>DATOS TOTALES</b>	
<b>DESCRIPCION</b>	<b>VALOR (USD)</b>
Sistema de encendido automático de luces	70
Sistema de limpiaparabrisas automático	370
Sistema de elevalunas automático	210
Sistema de encendido por huella digital	580
Sistema de cambio de luces automático	110
Mano de Obra de la implementación de todos los sistemas	500
<b>TOTAL</b>	<b>1840</b>

### **Conclusiones del Estudio de Mercado**

El estudio de mercado reveló que el 54.25% de los dueños de vehículos livianos que circulan en la ciudad de Cuenca estarían dispuestos a adquirir nuestro producto que automatice la función del cambio de luces, esto bajo el precepto, de que el 84.11% de estos dueños lo adquirirían bajo un precio que se encuentre entre 1500 y 2000 dólares.

Al realizar el análisis de los precios se determinó que el precio total de la implementación de los sistemas sería del valor de 1840 dólares lo cual estaría dentro de los márgenes previstos en la encuesta.

Así mismo evidenciamos que no existe actualmente la comercialización de nuestro producto en el mercado, por lo que toda la demanda existente se convierte en demanda potencial insatisfecha, que tendrá que ser suplida mediante un proceso de introducción al mercado.

# **ANEXOS**

# Anexos

## PRIMERA PARTE:           DIAGRAMAS DE SISTEMAS CONVENCIONALES

- Lámina # 1: DIAGRAMA ELÉCTRICO DE LUCES DE POSICIÓN Y MATRÍCULA, Hyundai Getz 2007.
- Lámina # 2: DIAGRAMA DE PINES PARA LUCES DE POSICIÓN Y MATRÍCULA, Hyundai Getz 2007.
- Lámina # 3: DIAGRAMA ELÉCTRICO DE LUCES DE CRUCE Y CARRETERA, Hyundai Getz 2007.
- Lámina # 4: DIAGRAMA DE PINES PARA LUCES DE CRUCE Y CARRETERA, Hyundai Getz 2007.
- Lámina # 5: DIAGRAMA ELÉCTRICO DE LIMPIAPARABRISAS, Hyundai Getz 2007.
- Lámina # 6: DIAGRAMA DE PINES PARA LIMPIAPARABRISAS, Hyundai Getz 2007.
- Lámina # 7: DIAGRAMA ELÉCTRICO DE CIERRE CENTRALIZADO, Hyundai Getz 2007.
- Lámina # 8: DIAGRAMA DE PINES PARA CIERRE CENTRALIZADO, Hyundai Getz 2007.
- Lámina # 9: DIAGRAMA ELÉCTRICO DE ELEVACIONES ELÉCTRICAS, Hyundai Getz 2007.
- Lámina # 10: DIAGRAMA DE PINES PARA ELEVACIONES ELÉCTRICAS, Hyundai Getz 2007.

- Lámina # 11: DIAGRAMA ELÉCTRICO DE SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE, Hyundai Getz 2007.
- Lámina # 12: DIAGRAMA DE PINES PARA SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE, Hyundai Getz 2007.
- Lámina # 13: DIAGRAMA ELÉCTRICO DEL SISTEMA DE ARRANQUE, Hyundai Getz 2007.
- Lámina # 14: DIAGRAMA DE PINES PARA SISTEMA DE ARRANQUE, Hyundai Getz 2007.

## **SEGUNDA PARTE:           DIAGRAMAS DE INSTALACIÓN DE MÓDULOS**

- Lámina # 15: DIAGRAMA DE INSTALACIÓN DEL MÓDULO PARA AUTOMÁTIZACIÓN DE LUCES DE POSICIÓN Y MATRÍCULA, Hyundai Getz 2007.
- Lámina # 16: DIAGRAMA DE PINES PARA LUCES AUTOMÁTICAS DE POSICIÓN Y MATRÍCULA, Hyundai Getz 2007.
- Lámina # 17: DIAGRAMA DE INSTALACIÓN DEL MÓDULO PARA AUTOMÁTIZACIÓN DE LUCES DE CRUCE Y CARRETERA, Hyundai Getz 2007.
- Lámina # 18: DIAGRAMA DE PINES PARA LUCES AUTOMÁTICAS DE CRUCE Y CARRETERA, Hyundai Getz 2007.
- Lámina # 19: DIAGRAMA DE INSTALACIÓN DEL MÓDULO PARA AUTOMÁTIZACIÓN DE LIMPIAPARABRISAS, Hyundai Getz 2007.
- Lámina # 20: DIAGRAMA DE PINES PARA LIMPIAPARABRISAS AUTOMÁTICOS, Hyundai Getz 2007.
- Lámina # 21: DIAGRAMA DE INSTALACIÓN DEL MÓDULO PARA AUTOMÁTIZACIÓN DE ELEVALUNAS ELÉCTRICOS, Hyundai Getz 2007.

- Lámina # 22: DIAGRAMA DE PINES PARA AUTOMÁTIZACIÓN DE ELEVALUNAS ELÉCTRICOS, Hyundai Getz 2007.
- Lámina # 23: DIAGRAMA DE INSTALACIÓN DEL MÓDULO PARA ACTIVACIÓN DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE Y ARRANQUE AUTOMÁTICO MEDIANTE HUELLA DIGITAL, Hyundai Getz 2007.
- Lámina # 24: DIAGRAMA DE PINES PARA AUTOMATIZACIÓN DEL ENCENDIDO DEL VEHÍCULO MEDIANTE HUELLA DIGITAL, Hyundai Getz 2007.

# **BIBLIOGRAFÍA**

# Bibliografía

## LIBROS.

- [1] HYUNDAI, Manual de Fallos Eléctricos, HYUNDAI GETZ 2006.
- [2] ANGULO, JOSÉ MARÍA. Microcontroladores PIC. Madrid, 2003.
- [3] AREVALO, JULIO; PINOS, PABLO. Compendio del Sistema de Transmisión de Datos CAN – BUS. Tesis de Ingeniero Mecánico Automotriz. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA. Cuenca, 2007.
- [4] BOLTON, W. Mecatrónica Sistemas de Control Electrónico en Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Marcombo. Segunda Edición, México, 2001.
- [5] HERMOGENES, GIL; Circuitos Electrónicos en el Automóvil. CEAC, Barcelona, 2002.
- [6] HERMOGENES, GIL; Electrónica en el Automóvil. CEAC, Barcelona, 2002.
- [7] HINLOPEN, H.; Electrónica aplicada al automóvil. Madrid, 1981.
- [8] JESUS, RODRÍGUEZ. Introducción a la Ingeniería de Control Automático. México, 1998.
- [9] KUO, BENJAMIN. Sistema de Control Digital. México, 1999.
- [10] KUO, BENJAMIN. Sistemas Automáticos de Control. México, 1996.
- [11] MANDADO, ENRIQUE; ACEVEDO, JORGE; PÉREZ, SERAFÍN. Autómatas Programables. Madrid, 2005.
- [12] NETUSHIL, A.V. Teoría del Mando Automático. Moscú 1987.

- [13] OGATA, KATSUHIKO. Ingeniería de Control Moderna. Madrid, 2003.
- [14] QUERO, ENRIQUE; LÓPEZ, JOSÉ. Programación en Lenguajes Estructurados. Madrid 1997.
- [15] TOCCI, Ronald J. & WIDMER, Neal S., Sistemas Digitales: Principios y Aplicaciones, Octava Edición, PEARSON EDUCACIÓN, México, 2003.

### **INTERNET.**

- [1] [http://www.autozulia.com/nuevtecn\\_julio052.asp](http://www.autozulia.com/nuevtecn_julio052.asp)
- [2] <http://bricomotor.blogspot.com/>
- [3] [http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/philips/NE\\_SA\\_SE555\\_C\\_2.pdf](http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/philips/NE_SA_SE555_C_2.pdf)
- [4] <http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/texasinstruments/ne556.pdf>
- [5] <http://www.mecanicavirtual.com>
- [6] <http://motor.es.msn.com/reportajes/articulo.aspx?cp-documentid=7507351>
- [7] <http://motor.es.msn.com/reportajes/articulo.aspx?cp-documentid=7507350>
- [8] <http://motor.es.msn.com/reportajes/articulo.aspx?cp-documentid=7507340>
- [9] <http://www.osram-os.com/>
- [10] <http://www.psicofxp.com/forums/autos.87/66064-limpiaparabrisas-automatico.html>
- [11] <http://raulitoblo.blogspot.com/2007/12/el-sensor-de-lluvia-del-coche.html>
- [12] <http://www.ucontrol.com.ar/wiki/index.php/NE555>

# Índice de figuras

## CAPITULO I

### **SISTEMAS ELÉCTRICOS PRESENTES EN LA CARROCERÍA DEL HYUNDAI GETZ 1.6 AÑO 2007**

Fig. 1- 1 Luces de Posición .....	3
Fig. 1- 2 Luces Piloto y Matrícula .....	3
Fig. 1- 3 Faros Delanteros .....	4
Fig. 1- 4 Conmutador de Luces.....	4
Fig. 1- 5 Pines del Conmutador .....	4
Fig. 1- 6 Conector del Conmutador.....	4
Fig. 1- 7 Interruptor de Limpiaparabrisas .....	9
Fig. 1- 8 Limpiaparabrisas Delantero .....	9
Fig. 1- 9 Pines del Conmutador .....	9
Fig. 1- 10 Conector del Conmutador.....	9
Fig. 1- 11 Seguro de Puerta .....	11
Fig. 1- 12 Mecanismo de Apertura de Puerta .....	11
Fig. 1- 13 Interruptor de Elevelunas .....	12
Fig. 1- 14 Motor de Elevelunas .....	12
Fig. 1- 15 Conector de Elevelunas .....	13
Fig. 1- 16 Conector de alimentación de la Bomba.....	17
Fig. 1- 17 Conector macho sobre el tanque de combustible .....	17

Fig. 1- 18 Switch de encendido.....	21
Fig. 1- 19 Parte posterior del switch .....	21

## **CAPITULO II**

### **DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE CONTROL**

Fig. 2- 1 LDR .....	24
Fig. 2- 2 Curva característica de una LDR común .....	25
Fig. 2- 3 Ubicación del sensor de Luz.....	25
Fig. 2- 4 LDR conectadas en paralelo.....	26
Fig. 2- 5 Esquema de procesamiento de la señal .....	26
Fig. 2- 6 NE555 .....	30
Fig. 2- 7 Conexión interna de un NE555 .....	30
Fig. 2- 8 NE555 monoestable .....	31
Fig. 2- 9 NE556 .....	32
Fig. 2- 10 Relee normalmente abierto.....	33
Fig. 2- 11 Componentes y simbología de los relees .....	33
Fig. 2- 12 Circuito automático del mando de luces de posición, matrícula y cruce .....	34
Fig. 2- 13 Sensor para cambio de luces automáticas .....	43
Fig. 2- 14 Ubicación del sensor .....	44
Fig. 2- 15 Esquema de procesamiento de la señal para cambio de luces.....	45
Fig. 2- 16 Circuito para cambio de luces automático en carretera.....	48
Fig. 2- 17 Sensor Óptico (Sensor de Lluvia).....	58
Fig. 2- 18 Funcionamiento Interno del Sensor de Lluvia .....	59

Fig. 2- 19 Ubicación del sensor de lluvia.....	60
Fig. 2- 20 Esquema de procesamiento de la señal .....	61
Fig. 2- 21 Forma Física y Esquema de Conexión 78L05.....	62
Fig. 2- 22 Forma Física y Conexión Eléctrica del Optoacoplador 4N35.....	62
Fig. 2- 23 Circuito automático de limpiaparabrisas .....	63
Fig. 2- 24 Kit Cierre Centralizado .....	70
Fig. 2- 25 Motores Eléctricos para Cierre Centralizado .....	71
Fig. 2- 26 Procesamiento de la señal Cierre Centralizado .....	72
Fig. 2- 27 Optoacoplador de fototransistor .....	73
Fig. 2- 28 Ubicación del sensor .....	74
Fig. 2- 29 Final de carrera normalmente cerrado .....	75
Fig. 2- 30 Ubicación del fin de carrera por detrás de la puerta.....	76
Fig. 2- 31 Esquema de procesamiento de señales .....	76
Fig. 2- 32 Simbología diodo pn .....	77
Fig. 2- 33 Circuito electrónico para el cierre automático de las ventanillas .....	78
Fig. 2- 34 Sensor Biométrico de Huella Dactilar .....	84
Fig. 2- 35 Ubicación en el panel de instrumentos .....	85
Fig. 2- 36 Procesamiento de la señal de Huella Digital .....	86
Fig. 2- 37 Pines de conexión de la centralita .....	87
Fig. 2- 38 Control para almacenamiento de huellas.....	88
Fig. 2- 39 Circuito para el arranque automático y alimentación de combustible .....	89

### **CAPITULO III**

#### **CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN EN EL VEHÍCULO**

Fig. 3- 1 Diseño de la placa para encendido automático de luces.....	96
Fig. 3- 2 Diseño de las pistas para encendido automático de luces .....	97
Fig. 3- 3 Vista real de las pistas en la placa .....	97
Fig. 3- 4 Circuito final de luces automáticas.....	98
Fig. 3- 5 Forma física del sensor para luces automáticas.....	99
Fig. 3- 6 Caja de protección para el circuito de luces automáticas .....	99
Fig. 3- 7 Ubicación de la placa sobre la base de la caja de protección .....	100
Fig. 3- 8 Placa y Caja de protección del circuito .....	101
Fig. 3- 9 Módulo de encendido automático de luces de posición y de cruce.....	101
Fig. 3- 10 Ubicación del sensor en la parte superior del parabrisas.....	102
Fig. 3- 11 Ubicación del interruptor de luces automáticas.....	102
Fig. 3- 12 Diseño de la placa para cambio de luces automático .....	104
Fig. 3- 13 Diseño de las pistas para el cambio de luces automático .....	105
Fig. 3- 14 Placa electrónica para cambio de luces automático .....	106
Fig. 3- 15 Circuito sobre base de caja de protección .....	106
Fig. 3- 16 Sensor de luz para cambio de luces automático .....	107
Fig. 3- 17 Módulo para cambio automático de luces en carretera .....	107
Fig. 3- 18 Ubicación del sensor sobre el parabrisas.....	108
Fig. 3- 19 Vista del sensor desde el exterior .....	108
Fig. 3- 20 Relee para el circuito de cambio de luces .....	109
Fig. 3- 21 Fijación del módulo de cambio de luces automático.....	110

Fig. 3- 22 Diseño de la placa para encendido automático de limpiaparabrisas .....	111
Fig. 3- 23 Diseño de las pistas para encendido automático de limpiaparabrisas .....	112
Fig. 3- 24 Circuito final de limpiaparabrisas automático.....	112
Fig. 3- 25 Caja de protección para el circuito de limpiaparabrisas automático .....	113
Fig. 3- 26 Sensor óptico antes de su instalación .....	114
Fig. 3- 27 Ubicación del sensor por debajo del retrovisor .....	114
Fig. 3- 28 Ubicación del interruptor en el panel de instrumentos.....	115
Fig. 3- 29 Conmutador limpiaparabrisas .....	116
Fig. 3- 30 Conector de limpiaparabrisas .....	116
Fig. 3- 31 Ubicación del módulo de limpiaparabrisas .....	117
Fig. 3- 32 Diseño del circuito para cierre automático de ventanillas.....	118
Fig. 3- 33 Diseño de las pistas para el cierre automático de ventanillas.....	119
Fig. 3- 34 Forma física del circuito para elevavinas automático .....	120
Fig. 3- 35 Módulo para activación de ventanillas automáticas.....	120
Fig. 3- 36 Optoacoplador con conector para instalar .....	121
Fig. 3- 37 Ubicación en la puerta .....	122
Fig. 3- 38 Optoacoplador ubicado .....	122
Fig. 3- 39 Actuador puerta delantera .....	123
Fig. 3- 40 Actuador puerta trasera .....	123
Fig. 3- 41 Cables para puertas traseras atravesados a través la carrocería.....	124
Fig. 3- 42 Socket para conexión de los finales de carrera.....	125
Fig. 3- 43 Conector del interruptor de elevavinas eléctrico .....	125
Fig. 3- 44 Corte del cable y conexión a los cables del circuito.....	126
Fig. 3- 45 Ubicación del módulo entre los pedales del vehículo .....	127

Fig. 3- 46 Diseño del circuito para encendido automático del vehículo.....	128
Fig. 3- 47 Diseño de las pistas para el encendido automático del vehículo.....	129
Fig. 3- 48 Placa electrónica para encendido automático.....	130
Fig. 3- 49 Sensor biométrico de huella digital .....	130
Fig. 3- 50 Ubicación del sensor junto al switch de encendido.....	131
Fig. 3- 51 Centralita del sensor de huella.....	131
Fig. 3- 52 Compartimiento detrás de la secreta.....	132
Fig. 3- 53 Cables procedentes de la parte posterior del switch.....	133

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y COMPROBACIONES DE FUNCIONAMIENTO**

Fig. 4- 1 Obstrucción de luz sobre las LDR.....	136
Fig. 4- 2 Encendido automático de las luces traseras de posición .....	137
Fig. 4- 3 Ubicación de los trimmer en la placa .....	138
Fig. 4- 4 Sistema activado al caer la tarde .....	138
Fig. 4- 5 Encendido automático .....	138
Fig. 4- 6 Parqueadero Subterráneo .....	139
Fig. 4- 7 Funcionamiento en la ciudad.....	139
Fig. 4- 8 Relee para activación de ráfagas .....	140
Fig. 4- 9 Ubicación del relee para ráfagas en el circuito automático de luces .....	141
Fig. 4- 10 Ubicación del sensor en el interior .....	142
Fig. 4- 11 Ubicación de los trimmer en el circuito .....	143
Fig. 4- 12 Diseño de la placa con los nuevos valores de resistencia.....	151

Fig. 4- 13 Interruptor de encendido.....	152
Fig. 4- 14 Derrame de agua sobre el parabrisas .....	153
Fig. 4- 15 Funcionamiento en la ciudad.....	154
Fig. 4- 16 Ubicación del fusible en el habitáculo.....	155
Fig. 4- 17 Ubicación del fusible de protección del circuito en el diagrama.....	156
Fig. 4- 18 Ubicación del sensor de lluvia.....	157
Fig. 4- 19 Final de carrera para cierre de puerta .....	158
Fig. 4- 20 Seguro activado .....	159
Fig. 4- 21 Seguro desactivado.....	159
Fig. 4- 22 Circuito automático de elevalunas eléctrico.....	162
Fig. 4- 23 Interruptor de bloqueo de ventanillas .....	163
Fig. 4- 24 Vidrios abiertos antes de activar el cierre centralizado .....	164
Fig. 4- 25 Sensor de huella junto a la llave de contacto.....	165
Fig. 4- 26 Forma correcta .....	168
Fig. 4- 27 Forma incorrecta .....	168

## Índice de tablas

Tabla 2- 1 Valores de resistencia para cielo despejado.....	27
Tabla 2- 2 Valores de resistencia para cielo nublado.....	28
Tabla 2- 3 Valores de resistencia para día lluvioso.....	29
Tabla 2- 4 Valores de resistencia para encender las luces de posición y matrícula.....	29
Tabla 2- 5 Valores de resistencia para encender las luces de cruce.....	29
Tabla 2- 6 Valores de resistencia LDR hacia arriba .....	46
Tabla 2- 7 Valores de resistencia LDR hacia adelante .....	47
Tabla 2- 8 Valores correspondientes a cada LDR.....	47