

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA,  
AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL**

**PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO EN  
INGENIERÍA**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS AUTOTRÓNICOS  
EN SUZUKI FORZA MODELO SA310GA**

**Luis Nivaldo Oyarzún Álava**

**SANGOLQUÍ – ECUADOR**

**2006**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente proyecto fue realizado en su totalidad por el Señor Luis Nibaldo Oyarzún Álava, egresado de la Facultad de Ingeniería Electrónica previo la obtención del título de INGENIERO ELECTRÓNICO

ING. RODOLFO GORDILLO  
**DIRECTOR**

ING. HUGO ORTIZ  
**CO-DIRECTOR**

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente a mí Dios, que me ha dado las fuerzas cuando más lo necesité, a la Escuela Politécnica del Ejército, a mis Abuelos, a mis Padres, a mi hermano, a mis profesores, y a todas las personas que con su apoyo desinteresado contribuyeron a conseguir mi formación técnico profesional.

## **DEDICATORIA**

A mis padres, a mi hermano, a mi abuela Dioselina y principalmente a alguien, que por motivos fuera de lo humano, no está en medio de nosotros y no pudo ver este logro, alguien que siempre confió en mí y siempre me apoyó incondicionalmente a lo largo de toda mi formación como hombre y como profesional, que me enseñó que una persona si lo desea puede alcanzar todas sus metas, si primero las sueña, a mi Abuelo, Eduardo Álava. Gracias Abuelito, Te Extraño...

***Luis Nivaldo Oyarzún Álava***

## PRÓLOGO

Como algo natural, el hombre siempre intenta por una u otra forma buscar la manera de vivir seguro, incrementando los niveles de su seguridad ya sea dentro de su hogar o fuera de este.

La autotrónica es la ciencia tecnológica encargada de velar por la seguridad del conductor y de las personas que se encuentran dentro y fuera de un automotor, dando mayor confianza y seguridad al viaje a través de sistemas automáticos y semiautomáticos.

Una de las mejores formas de tener un mejor control del auto es el “Ver, pero Ver Bien”, durante el día no es ningún problema, pero al llegar la noche todo cambia, para este estudio lo ideal es desarrollar un sistema que permita lograr esto. Y no solo poder VER bien en una recta, sino también en las curvas.

La manera de hacerlo es desarrollando un sistema de acople entre lo existente y nuevo dado por el uso de actuadores y sensores que permitan al sistema diferenciar entre las rectas y las curvas que tenga un camino y indicando ¿qué? y ¿cómo? lo debe realizar.

Y como resultado tener un sistema que asista al conductor ampliando su rango de visión, interactuando con él, indicando los pasos que realiza.

# ÍNDICE

## PRÓLOGO

## CAPÍTULO 1

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1. JUSTIFICACIÓN	3
1.2. OBJETIVOS	3
1.2.1. Objetivo General	3
1.2.2. Objetivos Específicos	3
1.3. ALCANCE	4
1.4. REFERENCIAS	5

## CAPÍTULO 2

<b>AUDITORÍA TÉCNICA DEL PROCESO DE CONTROL</b>	<b>6</b>
2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CONTROL	6
2.2. SISTEMA DE NAVEGACIÓN ACTUALMENTE INSTALADO	9

2.3.	PRUEBAS DEL SISTEMA ACTUALMENTE INSTALADO	11
2.4.	ANÁLISIS	13
2.5.	REFERENCIAS	14

## **CAPÍTULO 3**

	<b>ANÁLISIS DE SISTEMAS DE NAVEGACIÓN ACTUALES</b>	<b>15</b>
3.1.	CONCEPTOS BÁSICOS	15
3.2.	SISTEMAS DE CONTROL DE NAVEGACIÓN	15
3.2.1.	Iluminación Adaptativa.	16
3.2.1.1.	Alumbrado en Curva	17
3.2.1.2.	Alumbrado Lateral	17
3.2.2.	Luces de Acompañamiento	18
3.3.	NUEVAS TENDENCIAS DE NAVEGACIÓN	19
3.3.1.	Sistema DynaView	19
3.3.2.	Faros de Luz Halógenas y Luz de Xenón	20
3.3.2.1.	Luces Halógenas	20
3.3.2.2.	Luces de Xenón	20
3.3.3.	VARILIS	21
3.3.4.	Faros Delanteros LED	22
3.5.	REFERENCIAS	24

## **CAPÍTULO 4**

<b>DISEÑO DE HARDWARE Y SOFTWARE</b>	<b>25</b>
4.1. REDISEÑO DEL SISTEMA DE NAVEGACIÓN	25
4.2. SELECCIÓN DEL CONTROLADOR	26
4.3. AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE NAVEGACIÓN	27
4.4. SELECCIÓN DEL SOFTWARE	30
4.5. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROGRAMA DESARROLLADO	31
4.6. DESARROLLO DEL SOFTWARE DEL CONTROLADOR UTILIZADO	33
4.6.1. Programa # 1	34
4.6.2. Programa # 2	36
4.7. REFERENCIAS	37

## **CAPÍTULO 5**

<b>PRUEBAS Y RESULTADOS</b>	<b>38</b>
5.1. PRUEBAS AL NUEVO SISTEMA DE NAVEGACIÓN	38
5.2. ANÁLISIS	40

## **CAPÍTULO 6**

<b>ANÁLISIS DE COSTOS</b>	<b>42</b>
6.1. DESCRIPCIÓN DE LA INVERSIÓN	42
6.1.1. Factor Económico	42

6.1.2. Costo del Sistema	42
6.2. DECISIÓN FINAL	43

## **CAPÍTULO 7**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 45**

7.1 CONCLUSIONES	45
------------------	----

7.2 RECOMENDACIONES	47
---------------------	----

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

## **ANEXOS**

ANEXOS: Datasheets

ANEXOS: Esquemas Mecánicos

ANEXOS: Esquemas Electrónicos

ANEXOS: Diseño de Software

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

## **ÍNDICE DE TABLAS**

# **CAPÍTULO 1**

## **INTRODUCCIÓN**

“Ver, pero ver bien, es la norma básica que tiene que asumir todo automovilista cuando conduce su vehículo. Garantizar que esto suceda es la razón de ser de las empresas especializadas en iluminación.

Ver y ser vistos. Esa es la cuestión. Para muchos usuarios ha sido siempre más importante ser vistos que ver, un error que las empresas de iluminación intentan solucionar.

Se habla mucho de la seguridad activa y pasiva de los automóviles, pero en el primero de estos aspectos hay todavía elementos que se consideran banales y que, sin embargo, tienen una importancia vital. Los neumáticos, los amortiguadores y los faros son, con seguridad, tres de los más olvidados por los automovilistas.

Muchos de ellos, en el tema de los faros, no entienden los conductores que si estos iluminan bien, su seguridad y la de los que conviven con ellos en las ciudades y las carreteras (otros conductores y los peatones) mejorará de manera significativa.

Los faros de los automóviles tienen como función dar luz, pero esa la luz tiene que ser la necesaria para iluminar más y mejor, tanto en longitud como en anchura de su haz. Hasta hace muy pocos años eso era pura teoría, porque el hecho es que los automóviles tenían y la mayoría tienen una iluminación

pésima. Pero en la actualidad se ha adquirido conciencia de la importancia que tiene. Es precisamente esa preocupación la que está moviendo a los fabricantes especializados a investigar en nuevas tecnologías, con el resultado de que están realizando progresos, hasta ahora insospechados, que ya se están aplicando a los vehículos de serie.

«La vista es la vida». Con este lema las autoridades francesas alertaban a sus conciudadanos, a finales de los 70, de la importancia de ver y ser vistos cuando se circula por carretera. Desgraciadamente, el tiempo se ha encargado de demostrar lo bien fundado de aquella máxima.

«Casi la mitad de las 40.000 personas que cada año mueren en las carreteras europeas, lo hacen en accidentes ocurridos durante la noche, a pesar de que tan sólo el 20% del tiempo de conducción se realiza en esas horas del día», asegura Sebastian Merz, vicepresidente de la compañía alemana Hella, que desde hace más de 100 años trabaja en la iluminación del automóvil. En otras palabras, durante la noche la mortalidad en carretera crece en un 235%. Las causas, por supuesto, son muchas y variadas, pero una de las principales parece ser la deficiente iluminación.

De hecho, unos faros con lámparas halógenas iluminan una zona de 50 metros por delante del vehículo que viaje con luces de cruce, un dato preocupante si se tiene en cuenta que ese mismo automóvil necesitará 90 metros para detenerse completamente si al iniciar la frenada la velocidad del vehículo es de 100 km/h"[1] sin tomar en cuenta el hecho que al tomar una curva o al aproximarse a un cruce el conductor pierde parte de la vista del carretero o de la calle. Como se ve en la figura 1.1



*Figura. 1.1. Auto Sin Compensación[2]*

## 1.1. JUSTIFICACIÓN

En este proyecto se busca obtener una alternativa más económica de seguridad para muchos conductores que se arriesgan a manejar de noche, sin tener que actualizar a un sistema de más de 1000 USD o un automóvil más vanguardista.

## 1.2. OBJETIVOS

### 1.2.1. Objetivo General

Realizar un estudio que permita encontrar la factibilidad de realización de un sistema de apoyo para la navegación de un Suzuki Forsa y construirlo.

### 1.2.2. Objetivos Específicos

- Analizar y documentar las condiciones actuales de los sistemas de iluminación y navegación del Suzuki Forsa.
- Investigar los dispositivos electrónicos para el sensado y control de las siguientes sistemas de Iluminación y Luces Direccionales.

- Rediseñar y modificar el sistema de control de navegación para que funcione en ciudad y carreteras.
- Construir el sistema de control con la ayuda de sensores y un sistema de microcontroladores en configuración Maestro-Eslavo de la familia PIC de Microchip.
- Realizar un estudio que muestre la ventaja y desventaja de la implementación del sistema propuesto, tanto en el aspecto económico como en lo práctico.
- Ayudar a gente con impedimentos físicos a conducir de una manera más segura.



*Figura. 1.2.Auto con compensación.[2]*

### 1.3. ALCANCE

Diseñar un sistema económico que cumpla con todas las expectativas de este proyecto. Encontrar una forma más segura de viajar o circular en el vehículo a altas horas de la noche y la madrugada.

Tener un buen campo de visión durante la noche.

#### 1.4. REFERENCIAS

1. Dato tomado en el documento del 07 de Mayo de 2002 y del 26 de Mayo de 2003. de la Sección Motor del Daiari El Mundo en: <http://elmundomotor.elmundo.es/elmundomotor/tecnica/novedades.html>.
2. Imágenes tomadas del glosario, Alumbrado Lateral de la página <http://www.km77.com>.

## **CAPÍTULO 2**

### **AUDITORIA TÉCNICA DEL PROCESO DE CONTROL**

#### **2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CONTROL**

Los sistemas de control de iluminación y señalización dentro del Suzuki Forsa SA310 se encuentran formados principalmente por un juego de interruptores, pulsadores y palancas de mando multifunción. De los cuales, los usados en el sistema de control a analizar son un arreglo de 2 interruptores ubicados al costado izquierdo del panel frontal, que le permiten al usuario intercambiar entre los bombillos de la Luz Media y los bombillos de la Luz Principal los cuales constan cada uno de Luz Alta y Luz Baja, donde al activar un interruptor este automáticamente deshabilita al otro y viceversa. Mientras que el cambio de luz alta a luz baja se encuentra en la palanca de control o de mando de 5 posiciones ubicada al lado izquierdo del volante permitiendo que el usuario o conductor pueda cambiar el encendido de la luz baja por el encendido de la luz alta y volver al estado anterior. En la Figura 2.1, se muestra la ubicación exacta de donde está cada uno de los comandos de las funciones a tratar dentro de este estudio.



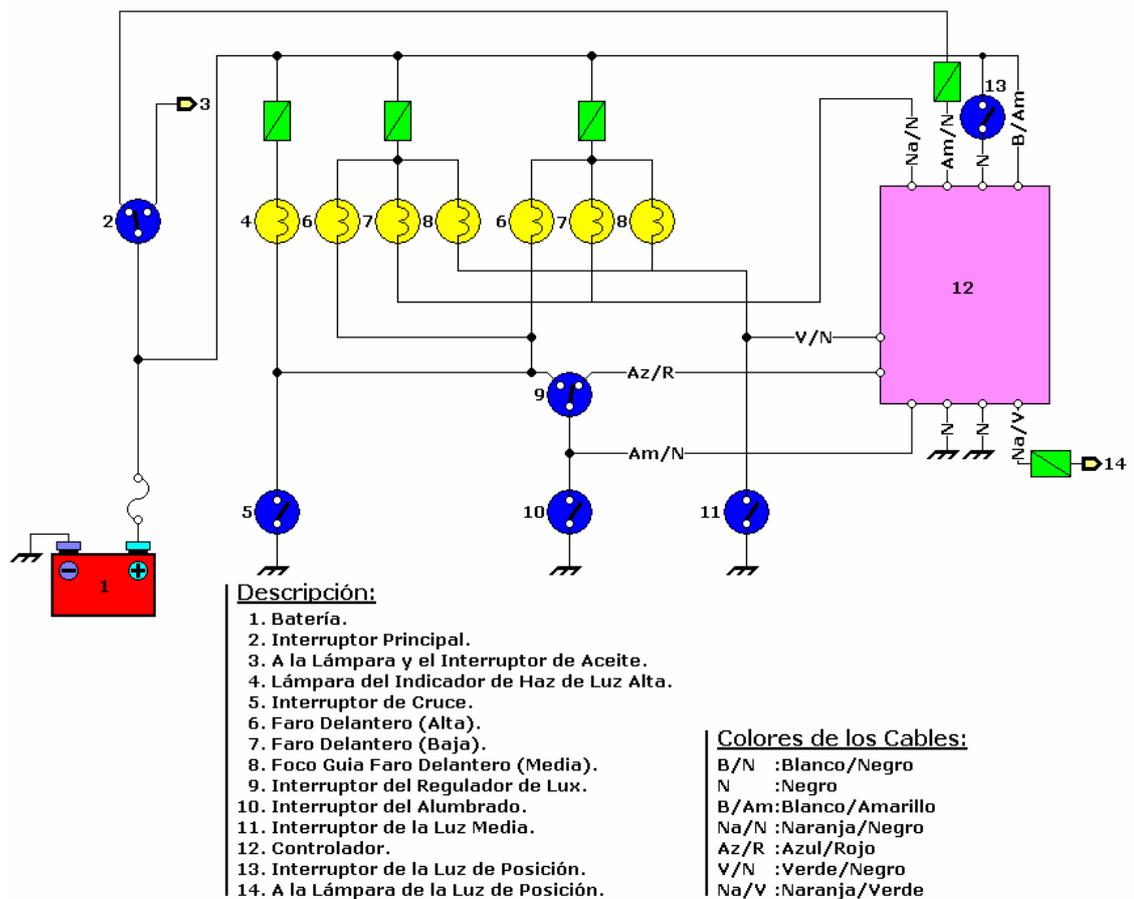
**Figura. 2.1. Panel de Control Frontal del Suzuki Forza SA310**

En la Tabla 2.1 se muestra la secuencia comúnmente usada por la mayoría de los conductores, y la más comúnmente usada en la mayoría de los vehículos.

**Tabla. 2.1. Secuencia del Encendido y Apagado de las Luces del Vehículo.**

Secuencia	Función
1	Encendido de Luz Media
2	Encendido de Luz Baja
3	Encendido de Luz Alta
4	Apagado de Luz Alta
5	Apagado de Luz Baja
6	Apagado de Luz Media

Para entender mejor el funcionamiento básico del sistema de control actualmente instalado en el vehículo, se analizó el diagrama del sistema eléctrico del vehículo, mostrado en la figura 2.2.



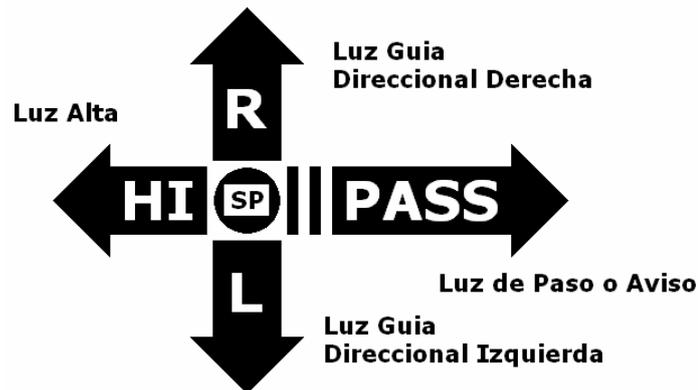
**Figura. 2.2. Sistema de Control del Encendido de la Luz Baja/Alta y Luz Media. [1]**

En este esquema se interpreta que al presionar el botón interruptor del medio según la figura 2.1, se da una orden al controlador # 12 de la Figura 2.2 para que active el encendido de la Luz Media. Pero al presionar el botón interruptor superior según la figura 2.1, se da una orden al controlador de activar la Luz Baja siempre y cuando la palanca de cambio de luz este en posición normal (esto es en el punto medio de la palanca), caso contrario tendría activada la Luz Alta.

El botón interruptor de en medio es para la Luz Media y corresponde al # 11, el botón interruptor superior es para la Luz Baja/Alta y corresponde al # 10 y la palanca de mando de 5 estados que se encuentra al lado izquierdo del volante corresponde al # 9 de la Figura 2.2.

En cuanto al uso de las direccionales, este modelo de vehículo al igual que los otros modelos tiene un sistema accionado por palanca de manos, la cual se hace

referencia en el párrafo anterior. En el momento en que el vehículo toma una curva la direccional es activada por el conductor, y se apaga automáticamente una vez que el vehículo haya realizado la curva completa y el volante haya girado retornando a su punto de partida, de referencia o para este estudio SetPoint (SP). Las posiciones de esta palanca están detalladas en el diagrama de la Figura 2.3



*Figura. 2.3. Diagrama de las Posiciones de la Palanca de Mando.*

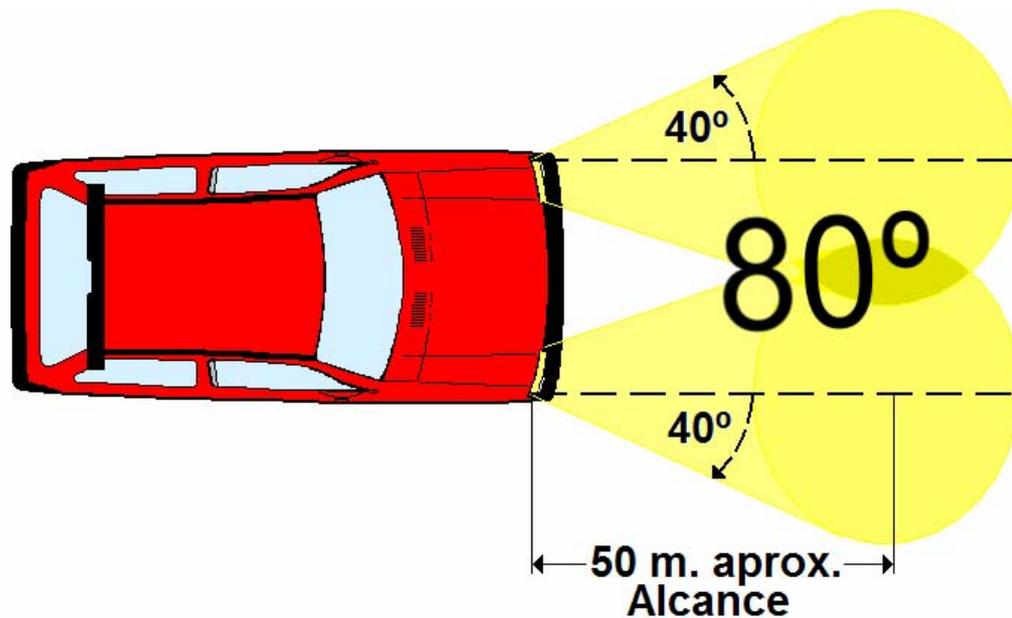
## 2.2. SISTEMA DE NAVEGACIÓN ACTUALMENTE INSTALADO

Actualmente el vehículo, tiene instalado un sistema fijo o estático de iluminación dado por dos faros ubicados en la parte frontal del vehículo los cuales tienen una separación de 109 cm. y una altura del piso de 65 cm. medidas que han sido tomadas desde el bombillo interno del faro como referencia. El mismo que es generado por lámparas halógenas las cuales permiten tener una zona de iluminación con un alcance no mayor de 50 m. y un ángulo de visión un poco mayor a 80°. Ver figura 2.4.

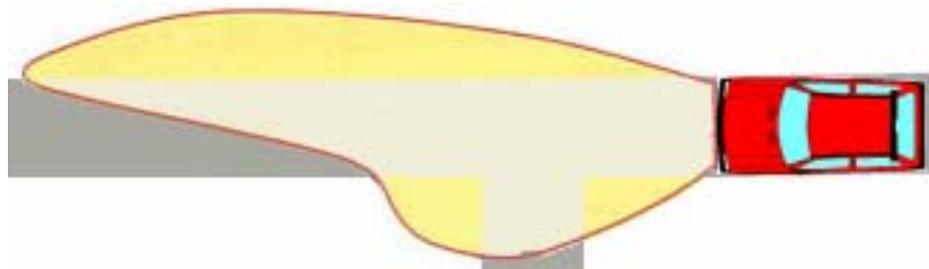


*Figura2.4. Distancia entre los Faros.*

Este sistema se rige por el sistema de iluminación tradicional instalado en la mayoría de los vehículos que se encuentran en el mercado comúnmente. Para entender esto mire las figuras 2.5 y 2.6 donde se puede explicar lo planteado.



**Figura. 2.5. Características del Sistema de Iluminación sin Modificaciones. Alcance y Ángulo del Haz del Suzuki Forsa SA310. [2]**



**Figura. 2.6. Forma del haz de Luz del Suzuki Forsa SA310. [3]**

El vehículo cuenta con:

- 2 Halógenos de 12V de 2 puntos (Luz Alta/Baja)
- 2 Bombillos pequeños de 12V de 1 punto (Luz Media)
- 10 Bombillos medianos de las guías y direccionales de 1 Punto

- 2 Bombillos medianos de la Luz de Stop y Luz posterior nocturna de 2 puntos.

Las direccionales al ser activadas tienen un pequeño parpadeo mientras este se encuentre activado.

### **2.3. PRUEBAS DEL SISTEMA ACTUALMENTE INSTALADO**

Para analizar el rendimiento de los sistemas actualmente instalados, fueron necesarias 3 tipos de pruebas acorde con la iluminación del ambiente. Para realizar las 2 primeras pruebas se trasladó el vehículo a una zona con iluminación de carretero, es decir realmente baja y luego a una zona con iluminación de ciudad, es decir iluminación media, Y para la realización de la tercera prueba, esta se la ejecuta con el atardecer entre las 6:30 p.m. y las 7:15 p.m. Estos análisis de la cantidad de iluminación fueron dados bajo criterios de algunas personas que asistieron durante las primeras pruebas. El uso de diferentes personas asistentes, se debió principalmente a la falta de instrumentos para medir la iluminación del haz de luz y del ambiente.

Un análisis básico realizado al sistema actual en la primera prueba, muestra que la visibilidad en la noche es dada por dos faros ubicados en la parte frontal del vehículo, detallados en la sección anterior. Por esta razón tuvo que realizarse el análisis en dos zonas de iluminación diferentes. En la carretera se pudo apreciar a simple vista que la iluminación fue relativamente buena, pero al acercarnos a una curva se noto que perdíamos aproximadamente un 25% del rango de visión, datos que fueron analizados y discutidos por la apreciación de cada espectador.

Al realizar el mismo análisis dentro de la ciudad, es decir la prueba número 2 se podía apreciar que el haz de luz parecía como perderse según la iluminación del sector era con luz blanca o anaranjada, por lo que en este punto la única iluminación que nos asistió fue la del ambiente.

Al realizar la tercera y última prueba se pudo ver que la iluminación entre las 6:30 p.m. y las 7:15 p.m. no servía en lo absoluto, porque no se podía apreciar el haz luminoso.

Cuando el carretero está parcialmente iluminado con el alumbrado público, no presenta mayores complicaciones, y este permite en un 60% tener un mejor control incluso dentro de las curvas.

El problema principal de la deficiencia en la visibilidad nocturna ocurre en ausencia del alumbrado público. En estas condiciones el haz luminoso no refracta correctamente sobre un asfalto oscuro, el cual, produce una absorción de la luz emitida por los halógenos y provoca que alcance que del haz luminoso decrezca. Otro factor que afecta a la visibilidad nocturna es el alcance que tiene el haz luminoso, que en la mayoría de vehículos al igual que en este caso es de 50 m.

Este vehículo al igual que muchos otros modelos, no cuenta con un sistema que le permita acercarse a un cruce de vía o tomar una curva a alta velocidad de una forma segura. Dificultando la detección de objetos móviles o estáticos en estos tramos pudiendo provocar accidentes. Como se aprecia en las figuras 2.7 y 2.8.

En la mayoría de las veces el conductor de un vehículo está sujeto a cualquier tipo de inconvenientes o eventos dentro de su trayectoria. Teniendo en cuenta de que los autos normalmente no traen un sistema de apoyo en la navegación. Los conductores dependen de factores tales como la calidad de los faros de luz instalados, los buenos reflejos que pueda tener, otro factor es la calidad de vista que posee el conductor, por lo general se recomienda tener muy buena vista, y en el caso de no tenerla que usen un buen par de anteojos. Pero aún así todas las precauciones necesarias no son suficientes.



*Figura. 2.7. Sistema SIN compensación en una Curva. [4]*



*Figura. 2.8. Sistema SIN Compensación en un Cruce. [4]*

## 2.4. ANÁLISIS

El sistema de iluminación necesita una reestructuración, y por lo tanto un rediseño, que debe ser realizado en la parte mecánica y en la electrónica, también el reemplazo de halógenos comunes a lámparas con mejor alcance en el haz de iluminación, para aumentar el alcance del haz luminoso en las curvas y en las rectas, y puedan también corregir el ángulo de visibilidad del haz automáticamente, también que puedan estos ser activados por la palanca de la direccional y así estos faros giren a la derecha o a la izquierda respectivamente

para tener visibilidad en los cruces. Permitiendo al usuario alcanzar a tomar las medidas correctivas con suficiente tiempo para impedir accidentes.

Un ejemplo de un problema que se puede evitar al hacer unas correcciones mínimas es: Al momento de frenar, normalmente un vehículo necesita para detenerse completamente 90 m si al iniciar su frenada la velocidad del vehículo es de 100 Km/h

## 2.5. REFERENCIAS

1. Imagen tomada del SUZUKI GA310 (Manual Suplementario de Servicios) página 6, sección 8.
2. Imagen tomada de la “Ivo's Automotive Audio Page” <http://www.suzuki.cybercomm.nl/inside.html> y modificada por Luis Oyarzún
3. Imagen Tomada de <http://www.sicurauto.it> bajo el tema “Luci di svolta “adaptive light” y modificada por Luis Oyarzún
4. Imagen Tomada de <http://www.germanfancars.com>.

## CAPÍTULO 3

### ANALISIS DE SISTEMAS DE NAVEGACIÓN ACTUALES

#### 3.1. CONCEPTOS BÁSICOS

Para poder realizar un rediseño del Sistema de Navegación, se deben conocer cuales son los elementos y partes que lo conforman, a fin de tener una noción clara de lo que se va a realizar.

Los nombres con los que comúnmente se conocen a este tipo de mejoras son: **“Sistema de Luz Adaptativa”**, **“Sistema de Iluminación Inteligente”** o en inglés **“Adaptative Lighting Technology System”** el cual a lo largo del estudio se lo va a denominar **“ALTS”** por sus siglas en inglés.

La ALTS es un sistema que acondiciona según ciertos factores tanto la dirección del haz de luz, como su intensidad.

Para esto el sistema utiliza un sistema de sensores y actuadores los cuales pueden ser mecánicos, eléctricos y/o electrónicos.

#### 3.2. SISTEMAS DE CONTROL DE NAVEGACIÓN

Hoy en día han surgido muchas ideas en lo concerniente a Iluminación adaptativa, luces de acompañamiento.

A lo largo de esta sección se van a explicar varios de estos modelos.

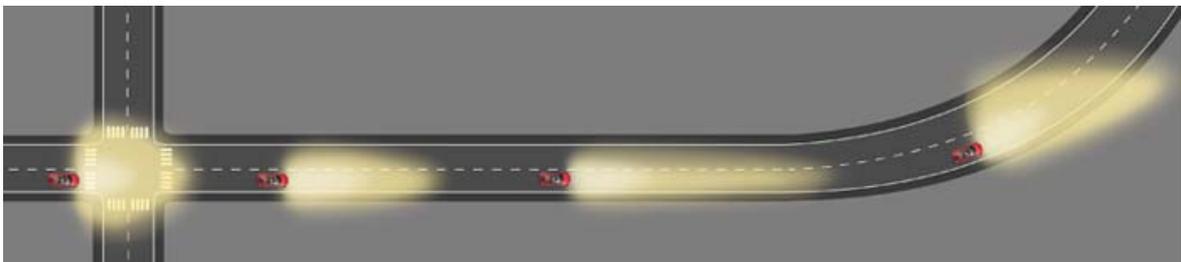
### 3.2.1. Iluminación Adaptativa[1]

Sistema que permite una mejor adaptación de la zona iluminada por los faros del vehículo a las necesidades del conductor. Normalmente se modifica la distribución transversal de la luz en curvas o en cruces. Existen en la actualidad dos tipos de iluminación adaptativa: alumbrado en curva y alumbrado lateral. El primero tiene proyectores giratorios y el segundo, módulos de iluminación fijos.

Algunos precedentes de los sistemas de iluminación adaptativos son el Tucker Torpedo de 1948 y el Citroën DS de 1955. Desde entonces y hasta 2002, una normativa europea prohibía los sistemas de iluminación adaptativa.

Desde 2006, la Comisión Europea ha permitido el uso de sistemas que controlan dinámicamente la anchura y profundidad del haz de luz. Esto permitirá poder disponer de sistemas de iluminación que se adapten mejor a las circunstancias puntuales de circulación (iluminación ancha y corta en ciudad, estrecha y larga en autopistas, por ejemplo).

En el futuro, los sistemas de iluminación en curva serán predictivos: en combinación con el sistema GPS, determinarán cuándo se va a abordar un viraje y el ángulo del mismo, adecuando la iluminación a tales circunstancias incluso antes de que el conductor gire el volante. En la figura 3.1 se muestra como se realizan estos cambios por el haz de luz.



**Figura. 3.1 Iluminación Adaptativa**

### 3.2.1.1. Alumbrado en Curva

Sistema de iluminación adaptativa que consiste en que un proyector gira dentro del faro para según los cambios de dirección del vehículo.

El módulo elíptico que hace el alumbrado en cortas y en largas gira en el propio faro, movido por un motor eléctrico. Normalmente, el giro está limitado a unos 15 grados.

Una central de control tiene en cuenta el ángulo de giro de la dirección, la velocidad a la que se circula o la activación de los intermitentes. Con esos datos, calcula el ángulo que debe tener el proyector para que el haz de luz siga el trazado de la carretera en curvas. En la figura 3.2 se muestra como se realizan este intercambio en el sentido del haz de luz.

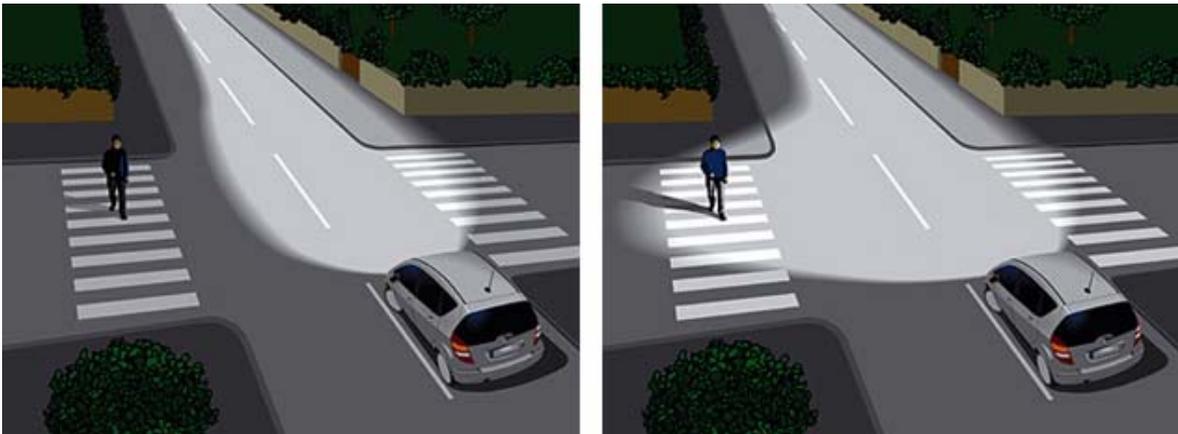


*Figura. 3.2. Alumbrado en Curvas.*

### 3.2.1.2. Alumbrado Lateral

Sistema de iluminación adaptativa con el que se proyecta un haz de luz fijo de forma oblicua, para alumbrar las zonas que quedan a los lados del vehículo cuando va a realizar un giro cerrado a poca velocidad. Se logra así un alumbrado adicional estático en cruces y en curvas lentas. Para esa función, en unos casos existe un módulo de iluminación adicional orientado hacia la esquina del vehículo, en otros se utiliza el proyector antiniebla.

Una central determina cuándo se ha de activar el módulo de iluminación suplementario en función del giro del volante, la velocidad del vehículo y la conexión e los intermitentes. En la figura 3.3 se muestra como se realiza el cambio en el haz de luz al momento de querer tomar una curva.



*Figura. 3.3. Alumbrado Lateral.*

### 3.2.2. Luces de Acompañamiento

Sistema que deja las luces encendidas después de abandonar el vehículo, durante un tiempo limitado. El objeto de este sistema es que las luces faciliten la salida del vehículo cuando es de noche o en un aparcamiento oscuro.

Hay varios tipos de luces de acompañamiento. En uno de ellos el conductor las conecta si, después de quitar la llave de la cerradura del contacto, da una ráfaga con las largas. Normalmente es posible ajustar el tiempo que están las luces encendidas, entre varios segundos y varios minutos.

Hay modelos que tienen este sistema automatizado, si los sensores de luz de la conexión automática de luces indican que hay poca, encienden automáticamente las luces de acompañamiento al abandonar el vehículo. En todo caso hay sistemas de protección de la batería, que interrumpe la conexión de las luces si la intensidad de la batería baja de cierto límite.

Algunos modelos tienen también un dispositivo que conecta las luces cuando se acciona el mando a distancia, antes de entrar en el vehículo, con objeto de ayudar a encontrarlo dentro de un aparcamiento oscuro o facilitar la llegada hasta el vehículo. [1]

### 3.3. NUEVAS TENDENCIAS DE NAVEGACIÓN

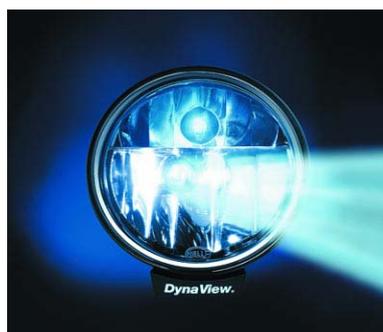
Hella KGaA Hueck & Co. Es una de las compañías más esforzadas en el área de la iluminación automática. Hella brinda los productos mas vanguardista en lo que a iluminación Inteligente se refiere. De ahí es que se tiene un listado de los siguientes productos que esta compañía fabrica. [2]

#### 3.3.1. Sistema DynaView®

Un sensor monitoriza constantemente la aceleración transversal del vehículo y cambia automáticamente a los faros apropiados justo al principio de la curva.

Con este tipo de sistemas la "Conducción a ciegas" hacia lo desconocido no es algo que debe preocupar. Las carreteras se iluminan exactamente donde el conductor quiere ver - alrededor de la curva siguiente. Este es el paso decisivo hacia una mayor seguridad en la conducción nocturna por carreteras con curvas.

Los faros DynaView® son un ejemplo impresionante de tecnología moderna IntelliBeam®



*Figura. 3.4. Faro DinaView*

### **3.3.2. Faros de Luz Halógena y Luz de Xenón**

#### **3.3.2.1. Luces Halógenas**

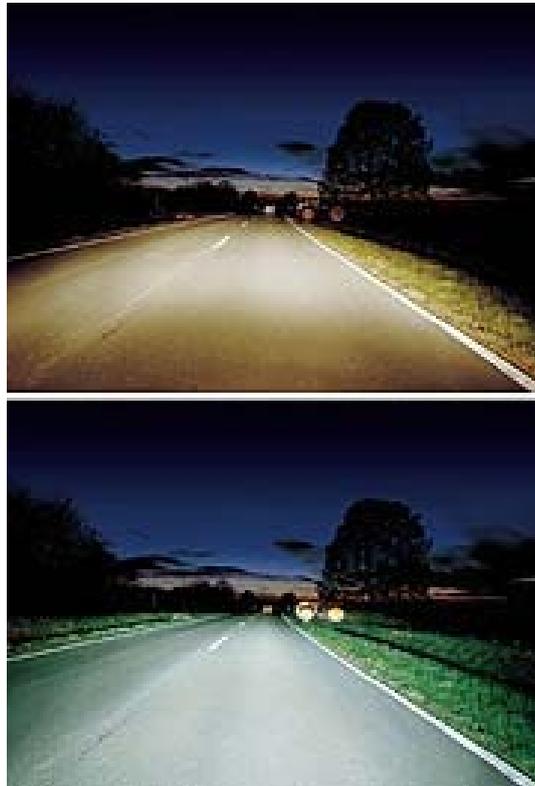
Los faros de luz halógena son los sistemas más ampliamente utilizados en la industria del automóvil hoy en día. Las lámparas halógenas contienen una mezcla de gas que incluye sólidos de halógeno (habitualmente son sólidos de yodo o bromo). Esto asegura que los filamentos se regeneran, hasta cierto punto, por medio de procesos complejos de transporte. Gracias a estos procesos, la luz generada por las lámparas halógenas es casi constante durante toda su vida útil. A pesar del transporte químico descrito en la lámpara, el cable se va desgastando lentamente y, por lo tanto, va reduciendo la vida útil de la lámpara. Mientras tanto, los sistemas halógenos han ido desarrollándose, como:

1. Tecnología FF - FF quiere decir tecnología Sin Forma (o de superficie libre) y es el resultado de una adaptación óptima entre la superficie reflectante y la lámpara, calculado por ordenadores medidores de alto rendimiento, para una alta generación de luz. Ciertos tramos en la carretera se iluminan por ciertas áreas del reflector que se calculan punto por punto. Esta tecnología de iluminación se distingue claramente por el protector claro de cristal que da un carácter inconfundible al faro.
2. Lámparas avanzadas avanzadas (tipos en la gama marcada por el sufijo "+30"), ofrecen una mejora asegurada de luz.

#### **3.3.2.2. Luces de Xenón**

Actualmente, la luz con tecnología xenón es el desarrollo más avanzado en el campo de sistemas de faros de vehículos. Xenón ofrece dos ventajas principales sobre la luz de lámparas convencionales: una fuente de luz de xenón suministra el doble de luz de una lámpara moderna H7, mientras que solo consume 2/3 de la energía. La mejora en la luz hace que la carretera esté más iluminada e ilumine un área más amplia. El ojo humano se esfuerza menos con la calidad como de

día de la luz de xenón. Los conductores tardan más en cansarse y conducir es más relajado. Esto implica una ganancia enorme en seguridad y confort en la conducción.



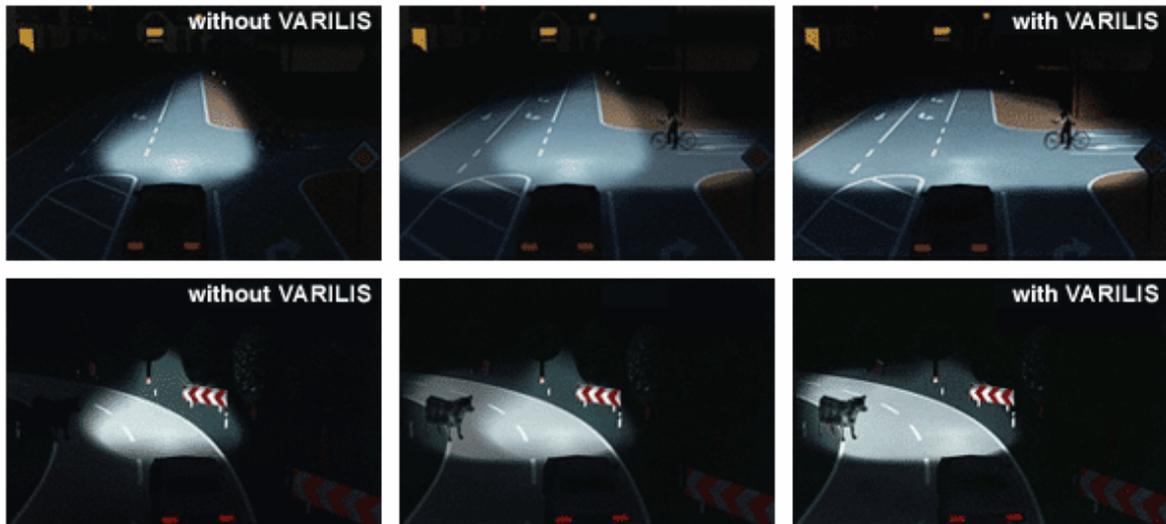
*Figura. 3.5. Comparativa entre la Luz Blanca de los Faros de Xenón y la Luz Amarilla de los faros Halógenos comunes*

### 3.3.3. VARILIS

El sistema de iluminación inteligente del futuro. Así es llamado el último hito de los laboratorios de investigación y desarrollo de Hella se llama VARILIS, el sistema de iluminación inteligente que va a aumentar el confort y la seguridad de la conducción nocturna. Según lo expresa la fábrica en su página web.

VARILIS se ajusta de manera automática a situaciones y condiciones lumínicas distintas. Tiene en cuenta factores como la velocidad, condiciones desfavorables, curvas, así como la conducción por autopistas o carretera. VARILIS aporta más seguridad en la carretera y a su vez descarga al conductor de tareas adicionales.

La tecnología de VARILIS se basa en el innovador sistema Hella VARIOX. Sistema de iluminación inteligente que Hella ha desarrollado en colaboración con los principales fabricantes de automóviles.



*Figura. 3.6. Diferencias entre no usar VARILIS y el usar VARILIS*

#### 3.3.4. Faros Delanteros LED

Los faros con tecnología LED ocupan menos espacio que los faros convencionales, lo que ofrece más libertad a la hora de diseñar su forma. Las 18 unidades de iluminación refrigeradas de cada faro se encuentran mucho más cerca de la superficie de la cubierta, también de tamaño más reducido, lo que da a todo el frontal un claro efecto de homogeneidad. [3]

Pero estas tres iniciales (LED) no suponen sólo un adelanto para los diseñadores, sino que implican también ventajas, como por ejemplo un consumo de energía 10 veces menor que el de las bombillas convencionales y una vida útil mucho más larga.

La tecnología LED tiene más potencial reservado para el futuro. Los faros con tecnología LED posibilitan en su próximo estado en el futuro una curva de luz dinámica integrada en el sistema sin ningún tipo de pieza móvil. El haz de luz se

puede adaptar tanto en la anchura como en la dirección, gracias a una conexión adicional electrónicamente controlada.



**Figura. 3.7. Versión de un auto marca AUDI con Faros LED**

Aunque la Compañía Hella en sociedad con Stanley de Japón, aseguran ya haber desarrollado una luz de curvas dinámica con tecnología LED que funciona sin componentes mecánicos sino todo controlado electrónicamente. Como se lo indica en la su pagina de prensa [4]



**Figura. 3.8. Un Faro realizado con un Arreglo de LEDs**

### 3.4. REFERENCIAS

1. <http://www.km77.com/glosario/glosa.asp>. Iluminación Adaptativa, Alumbrado Lateral y en Curvas, y Luces de Acompañamiento
2. DynaView e IntelliBeam son productos con marcas registradas de Hella KGaA Hueck & Co. Información adicional tomada también de [http://www.hella.com/produktion/HellaPortal/WebSite/Internet\\_es/Products/Productos.jsp](http://www.hella.com/produktion/HellaPortal/WebSite/Internet_es/Products/Productos.jsp).
3. Dato adquirido de la página <http://www.autoglobal.com/concepts/c149.html>.
4. Pagina de prensa de Hella Corp. [http://www.hella-press.de/search\\_detail.php?text\\_id=457&archiv=0&language=s&newdir=spa](http://www.hella-press.de/search_detail.php?text_id=457&archiv=0&language=s&newdir=spa).

## **CAPÍTULO 4**

### **DISEÑO DE HARDWARE Y SOFTWARE**

#### **4.1. REDISEÑO DEL SISTEMA DE NAVEGACIÓN**

A lo largo del capítulo anterior se investigó sobre algunas tendencias en sistemas de iluminación para vehículos modernos, de las cuales se extrajeron ciertas ideas con la finalidad de diseñar un sistema nuevo para este proyecto como una alternativa que podrían ser adecuadas.

- Primero mejorar el ángulo de visión cuando se presente una curva y así poder verla completamente.
- Segundo, mejorar el haz de luz para que este refracte mejor sobre un asfalto oscuro.
- Tercero, alumbrar a un cruce momentos antes que el vehículo pueda entrar en el.
- Cuarto, automatizar el cambio entre las luces alta, baja y media.

Para el primer problema se requiere diseñar un sistema que permita girar al menos un faro en el sentido de la curva o tener 2 faros en ángulos fijos los cuales se activen independientemente al momento de tomar la curva. Para cualquiera de estas alternativas se requiere algún medio que permita sensar el momento que el vehículo entra en una curva.

Para el segundo problema se necesita buscar una alternativa que reemplace la iluminación tradicional del vehículo por una que permita tener un mayor alcance.

Para encontrar una solución al tercer problema, lo más indicado es solucionar bien los problemas anteriores, porque se requiere dirigir las luces al lugar específico que se desea girar, limitando la solución primera a desarrollar un sistema que permita girar a la derecha o a la izquierda uno o dos faros. Y a la vez ampliar la zona de visibilidad con el movimiento de los faros.

Para construir un sistema como el planteado se requiere sensor principalmente la posibilidad de entrar a una curva, segundo si se va a trabajar con faros que giren, se debe sensor su posición inicial y final, y por ultimo para automatizar el intercambio de luces se debe sensor los cambios de luz que presente el ambiente. Para sensor la posibilidad de entrar en una curva se debe analizar 3 posibilidades, primero el ángulo de inclinación que tome el auto al momento de girar el cual puede ser realizado a través de un sistema giroscopio, segundo el desplazamiento que realice la cremallera el cual se lo puede hacer con un sensor de distancia o desplazamiento, o tercero el ángulo que se desplace el neumático el cual puede ser detectado a través de un sensor angular. De igual manera el sensado de los faros debe ser realizado a través de un sensor angular o también por sensores de posición. Y para analizar la iluminación del ambiente se lo puede hacer por medio de foto-resistores.

A demás se necesita un sistema que interprete, valide y discrimine que datos deben ser usados y cuales no a su respectivo tiempo. Este sistema debe depender de una interfase hombre maquina (HMI por sus siglas en inglés), por lo cual, se propuso el uso de un microcontrolador.

## **4.2. SELECCIÓN DEL CONTROLADOR**

Para realizar este proyecto se propuso el uso de un microcontrolador. En el mercado hay muchas alternativas de microcontroladores de las cuales las fabricas

más destacadas en propósitos de uso general son Microchip Technology Inc., ATMEL Corp, Basic X de NetMedia, Inc y BASIC Stamps de Parallax, Inc entre otros. De los cuales por su facilidad de adquisición y de uso, en este proyecto se decidió trabajar con la gama media de la familia de microcontroladores PIC de Microchip Technology Inc.

Por tener un alto número de prestaciones, desempeños y la mayoría de los recursos dentro de toda la variedad de la gama media se decidió utilizar la familia PIC16F87XA. Para referencias ver la siguiente tabla.

**Tabla. 4.1. Tabla de características de la serie PIC16F87XA**

Dispositivo	Memoria de Programa		Datos en SRAM (Bytes)	EEPROM (Bytes)	E/S	A/D de 10-Bits (Canal)	CCP (PWM)	MSSP		USART	Temporizadores 8/16-bit	Comparadores
	Bytes	# de Instrucciones de Palabras Simples						SPI	Master I2C			
PIC16F873A	7.2 K	4096	192	128	22	5	2	Sí	Sí	Sí	2/1	2
PIC16F874A	7.2 K	4096	192	128	33	8	2	Sí	Sí	Sí	2/1	2
PIC16F876A	14.3 K	8192	368	256	22	5	2	Sí	Sí	Sí	2/1	2
PIC16F877A	14.3 K	8192	368	256	33	8	2	Sí	Sí	Sí	2/1	2

© 2003 Microchip technology Inc.

De toda la serie mostrada en la tabla 4.1 se optó por el PIC16F877A por contar con la mayoría de los recursos de esta rama de la familia PIC, y por contar con la mayor capacidad de memoria de programa.

### 4.3. AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE NAVEGACIÓN

Como se pudo analizar en la sección 4.1, para realizar este proyecto se ha propuesto la automatización de 4 puntos los cuales se analizarán en dos etapas.

En la primera etapa se propone controlar el movimiento de dos halógenos ubicados en la mascarilla del carro. Los cuales deben girar un rango no mayor de 30 grados para compensar la falta de luz en una curva al momento de realizar el giro del vehículo tanto a la derecha como a la izquierda, según lo indique un sensor.

Tomadas las tres alternativas para sensar el giro, se toma en cuenta los siguientes factores:

- En el lugar donde se encuentra la cremallera, el espacio dentro del vehiculo no es suficiente, este lugar también es muy afectado por las vibraciones que genera el vehículo, a demás el área es muy propensa a enlodarse y es de fácil acceso para cualquier objeto que pueda golpear el sistema. Por esta razón no sería bueno usar un sensor de distancia.
- Por la complejidad de conseguir un sensor giroscópico esta alternativa tampoco es viable.
- Por lo tanto para evitar las complicaciones anteriores la mejor alternativa es instalar un sensor en el área de acople entre el codo de la cremallera y el soporte del neumático. En este espacio tenemos más seguridad, pues la rueda protege al sistema de una lesión, expulsando al girar todas las cosas que se hallen en el carretero hacia fuera de ella. Para detectar este movimiento se debe instalar un sensor angular, el cual muestre cuantos grados ha girado el neumático.

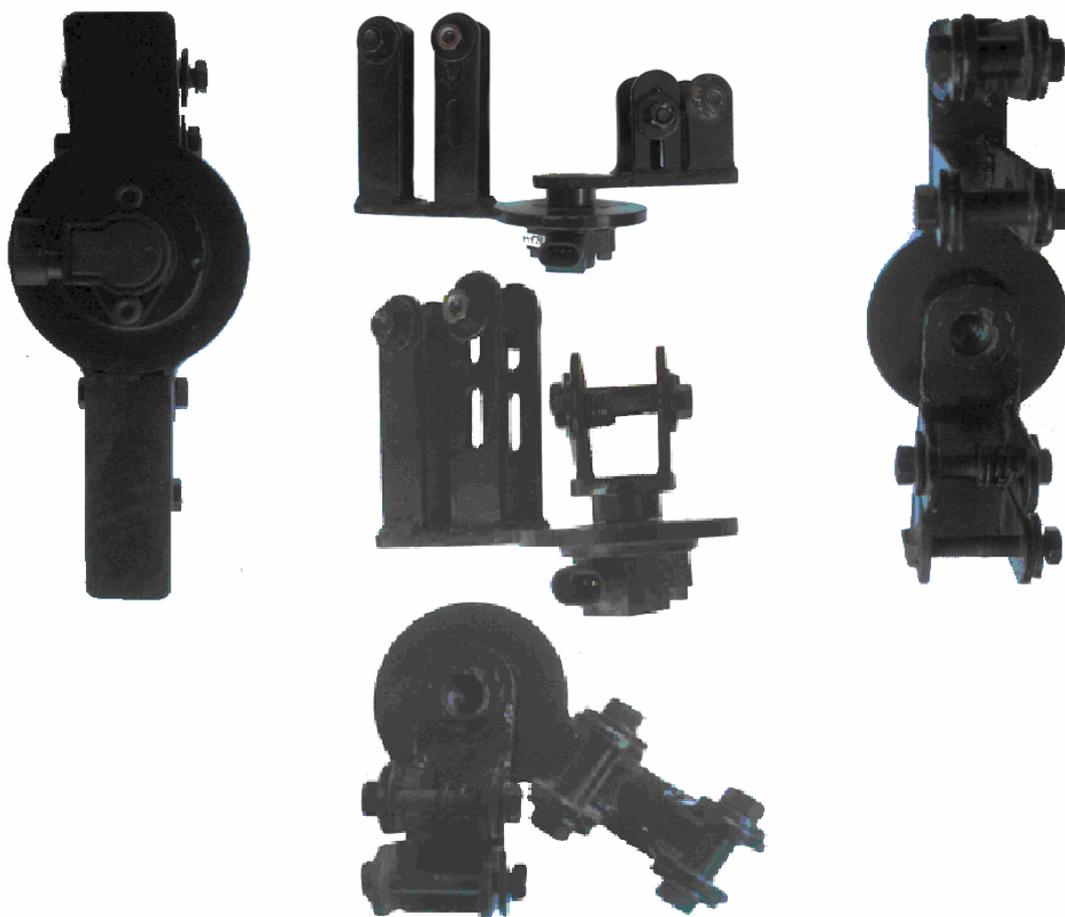
Para evitar problemas con el ruido que se pueda meter en el sistema, estos sensores deben ser con salida analógica de 0-5V.

Para sensar el giro de los faros se recomendaría usar estos mismos sensores angulares para que el sistema tenga la misma referencia. Y debe ser puesto uno por faro. Entonces este sensado se lo propone realizar mediante tres sensores angulares, uno ubicado en cada faro y otro ubicado en la unión de la cremallera con la llanta. Con esto se tiene analizados los factores de la primera etapa.

Para la segunda etapa del sistema se necesita poder realizar el sensado de la iluminación ambiental y para esto hay que tener en cuenta tres factores que afectan al ambiente. Primero, la iluminación proporcionada por la luz emitida por

el sol, la cual está presente durante el día y que por factores ambientales como la neblina o la acumulación de nubes, puede disminuir su intensidad luminosa. Segundo, cuando no hay luz de sol, es decir por las noches tenemos 2 posibilidades, la primera es cuando hay la iluminación pública, y la segunda cuando la iluminación pública es menor o escasa. Por último cuando no hay presencia de estas fuentes luminosas, hay tener en cuenta la presencia de los vehículos que se acercan. Por estas razones en esta etapa se necesita al menos 2 sensores que permitan detectar la iluminación del ambiente y la iluminación emitida por otro vehículo.

Para la primera etapa se requiere construir sistemas móviles adaptables a las formas del vehículo. Ver las 2 propuestas tanto para la unión cremallera-base y para los faros en las Figuras 4.1 y 4.2.



**Figura 4.1. Base del Sensor Primario**



*Figura 4.2. Base para los Sensores de las Halógenas.*

Como en la segunda etapa solo se propone sensor la variable de la iluminación externa por medio de dos fotoresistores y así controlar el encendido de las luces principales del automóvil. No se diseñó ningún soporte salvo la adaptación de estas a la mascarilla y al alerón posterior del vehículo.

#### **4.4. SELECCIÓN DEL SOFTWARE**

En cuanto a software de desarrollo se tiene una gran variedad de aplicaciones para PICs, pero, por su facilidad de lenguaje, simulación del sistema y bajo costo

el software más utilizado es el PIC Simulator IDE de Oshon Software, el cual puede ser descargado y comprado desde su página Web. [1]

Con la utilización de este programa se desarrolló una interfase HMI para cada una de las dos partes del sistema.

## 4.5. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROGRAMA DESARROLLADO

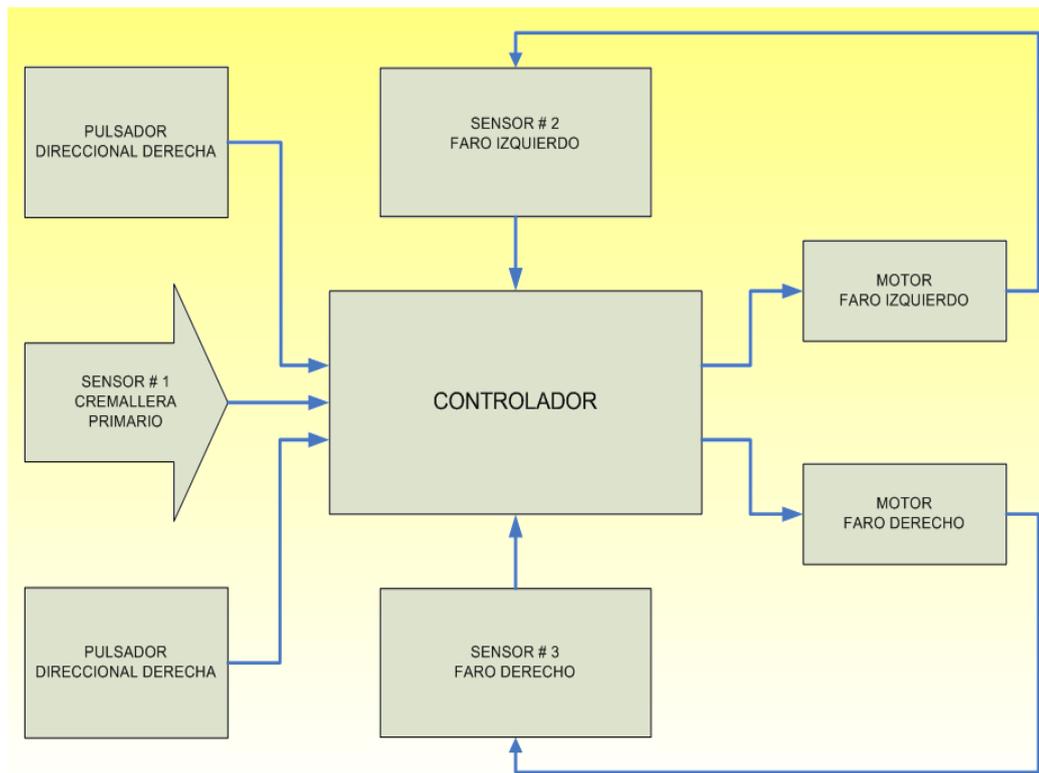
Al ser dos etapas se desarrollaron dos programas de baja complejidad.

El primero es un programa que usa una pantalla LCD de 4x20 para mostrar los menús de configuración y los resultados de las diferentes actividades que realiza el sistema.



**Figura 4.3. LCD usado en el panel de Control del Sistema del Módulo 1**

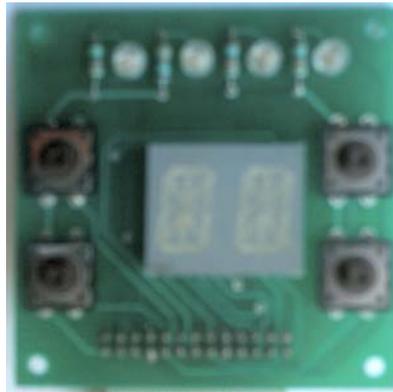
Entre las actividades que realiza el sistema se encuentran: detectar cuando el vehículo está girando, y detectar la posición de los faros (analizando la posición, se encuentran cuando y donde están desplazados). Esto lo realiza a través de los tres sensores angulares que se plantearon anteriormente en la sección 4.3. Los datos que recibe el controlador son interpretados por el software: Primero la detección del giro del auto a través del sensor primario, los otros dos determinan en qué posición está cada uno de los faros e indican al controlador si los faros necesitan girar o no, y en qué sentido deben hacerlo. Este último sentido lo hace en relación al sentido principal, llevando los faros a una de 5 posiciones fijas, la primera posición fija es cuando el sistema se encuentra centrado, la segunda y tercera posición fija es a  $20^\circ$  a la derecha y a la izquierda respectivamente para así poder tomar una curva libremente, la cuarta y quinta posición se la realiza a  $60^\circ$  tanto a la derecha como a la izquierda respectivamente, para que el sistema ocupe esta posición debe ser activado por los interruptores de las direccionales. Donde el funcionamiento de este programa, se debe analizar en el diagrama de bloques de la figura 4.4.



**Figura 4.4. Diagrama de bloques para el programa # 1**

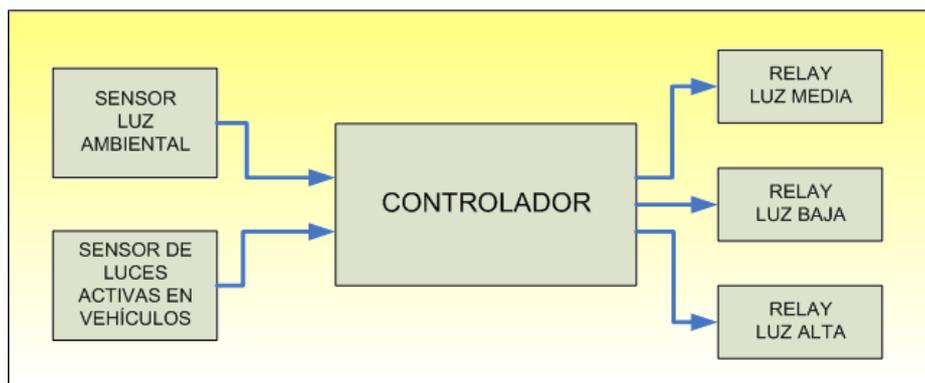
Donde el sistema tiene 5 entradas que son: 3 analógicas y 2 digitales. Las entradas analógicas son 3 sensores angulares los cuales actúan en 2 grupos: el principal o primario sensa la acción realizada por el piloto al mover el volante sobre la cremallera y los otros 2 sensan a cada uno de los motores de los faros para determinar su posición inicial y luego su posición final, sirviendo así como un sistema de **feedback** o de retroalimentación. Las entradas digitales, sirven para activar el sistema de direccionales y a su vez el giro de los faros en la dirección tomada. Como se puede analizar la caja negra (controlador) es responsable de interpretar todos los datos entrantes al sistema y de activar sus salidas.

El segundo programas usa dos displays para mostrar los resultados de la variable sensada el cual es la luz externa o luz ambiental que permite los cambios entre la Luz Media, Baja y Alta, seguido del detector de presencia de otro vehículo con luces encendidas en dirección contraria, determinando la activación de la luz baja. En la interfase de control HMI se pueden visualizar las funciones realizadas por el sistema. Ver figura 4.5



**Figura 4.5. Interfase HMI usado en el Módulo 2.**

Donde el funcionamiento de este programa, se puede interpretar en el diagrama de bloques de la figura 4.6.



**Figura 4.6. Diagrama a de bloques para el programa # 2**

Donde según el diagrama, este sistema a diferencia del anterior no cuenta con un sistema de **feedback** o retroalimentación, sino que tiene 2 entradas analógicas que son unas fotorresistencias que permiten al sistema determinar a través de la caja negra (controlador) cual de las 3 acciones posibles debe realizar según la iluminación que se halle en el ambiente.

#### **4.6. DESARROLLO DEL SOFTWARE DEL CONTROLADOR UTILIZADO.**

Para el desarrollo del software de cada controlador hay que analizar que funciones debe hacer cada programa y analizar que entradas y salidas debe haber dentro de cada uno de ellos. Para realizar estas aplicaciones hay que desarrollar primero diagramas de flujo para cada aplicación.

### 4.6.1. Programa # 1

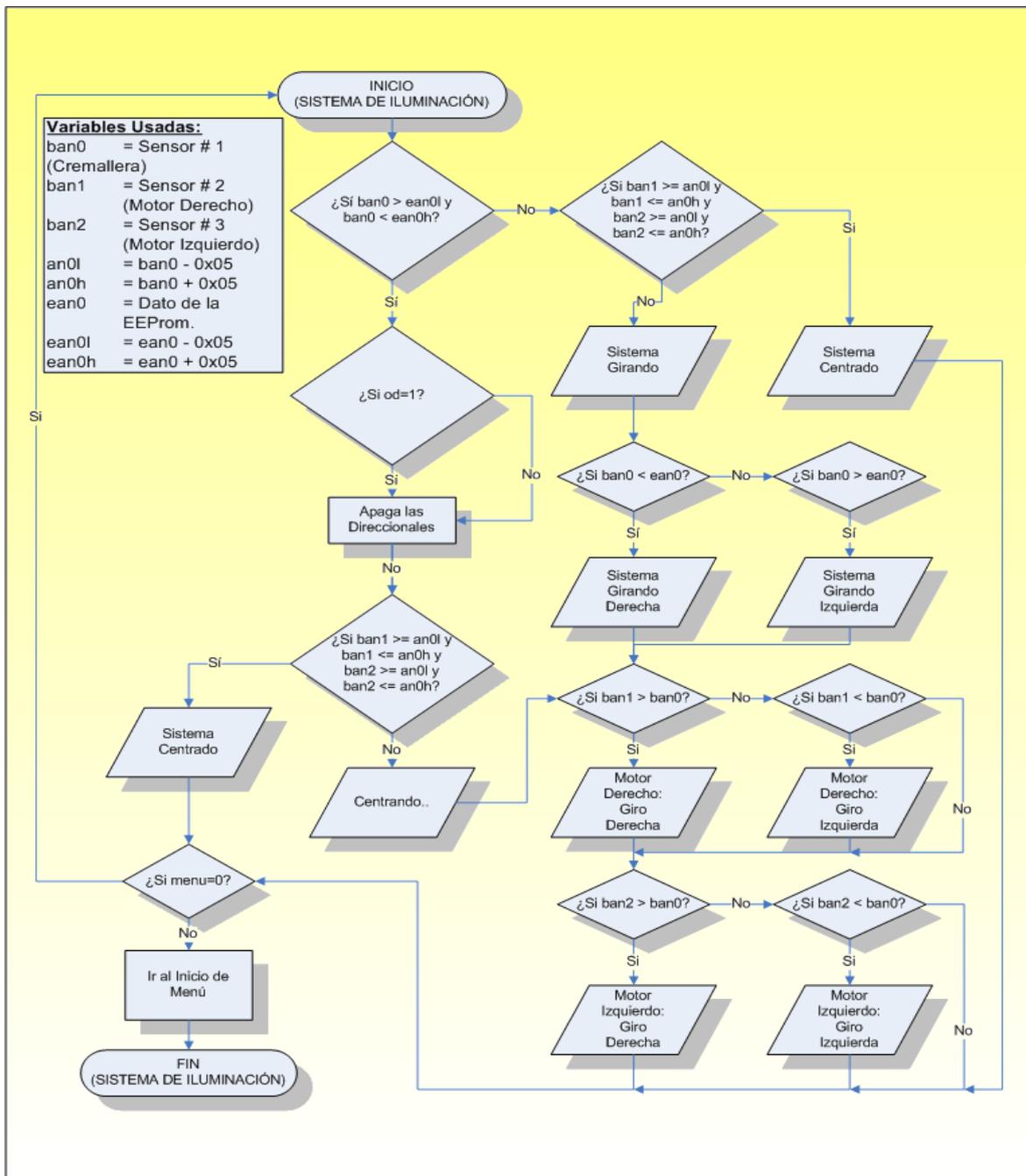
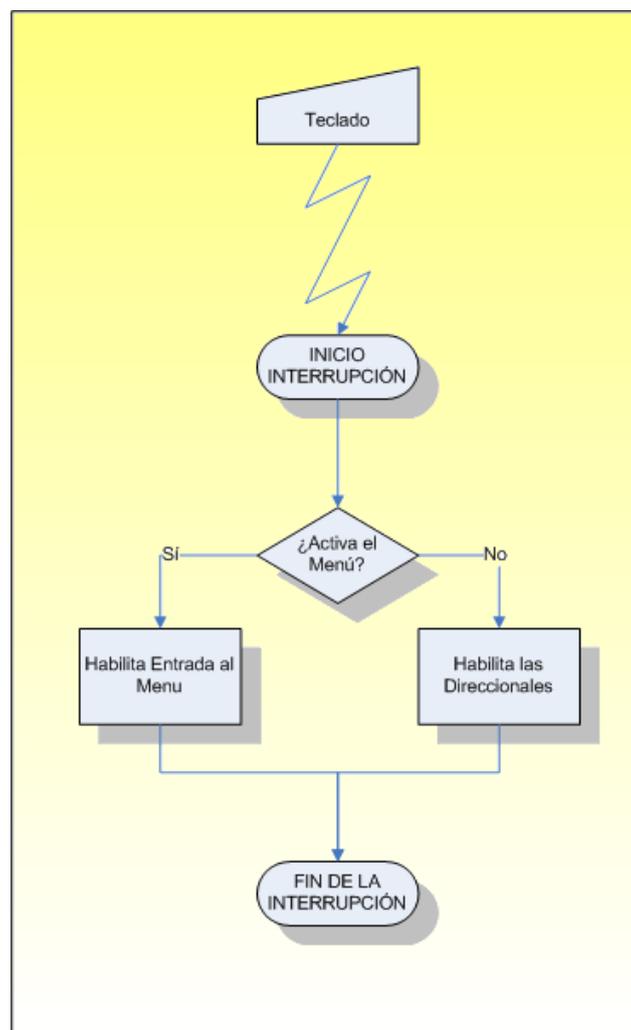


Figura 4.7. Flujo-grama del programa # 1

En el flujo-grama de flujos se puede analizar que la sección encargada de tomar las decisiones es un bucle sin fin que hace un reconocimiento del sensor primario continuamente analizándolo con datos previamente configurados por software dentro de la EEPROM, “EEPROM 0, 128, 128, 128, 128” y así determina

si debe girar o no el sistema, es decir el programa toma la decisión a través de un pequeño proceso que determina lo que debe o no hacer el controlador.

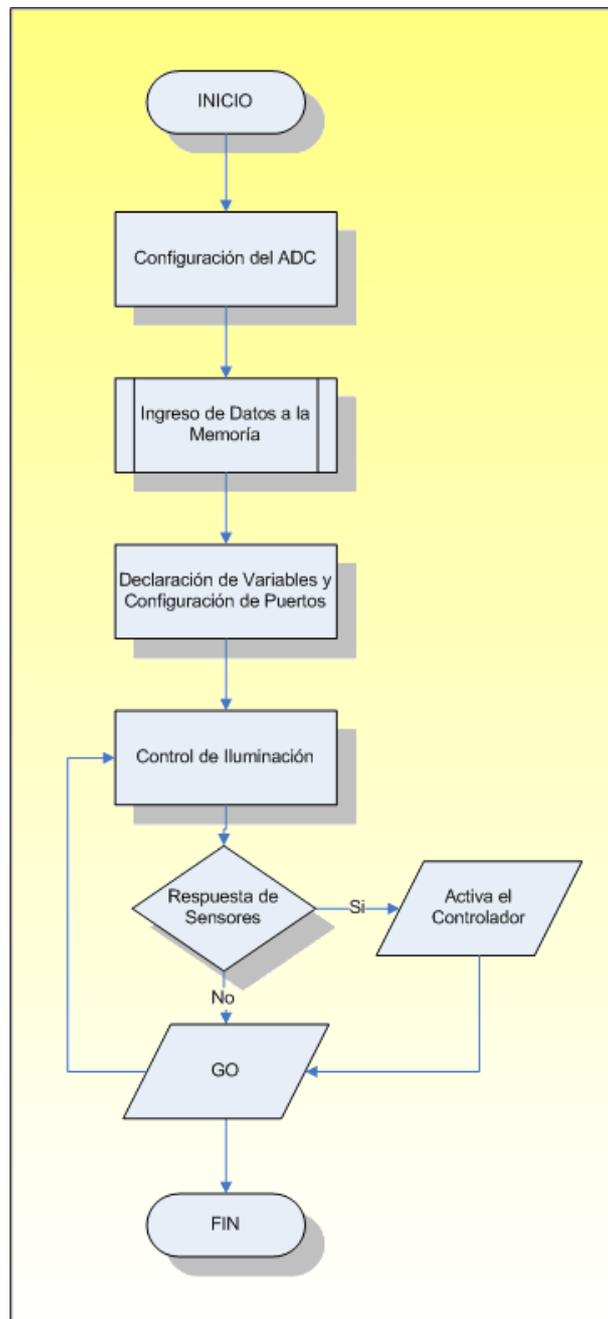
De igual manera cuando se activan las direccionales el programa activa una interrupción la cual indica al sistema que debe mover los faros a otro estado, apuntando en el sentido de la direccional activada. De igual manera la entrada al menú de configuración lo hace a través de la misma interrupción. Ver figura 4.8



**Figura 4.8. Flujo-grama del Proceso de Interrupción del Programa # 1**

Como se puede entender las entradas son el Puerto A y las Salidas son el Puerto D LSB. Para el Caso de las direccionales las Entradas son el Puerto A por los Sensores y Puerto B por las interrupciones, y las salidas son los pines del Puerto D LSB, que controla los motores.

### 4.6.2. Programa # 2



**Figura 4.9. Flujo-grama del Programa # 2**

En este programa las entradas están conectadas al Puerto B MSB y el Puerto B 0 que habilita las interrupciones que permiten al usuario configurar el sistema. El sistema solo cuenta con la entrada analógica de 2 sensores fotorresistencias conectadas en el puerto A, que determinan cuando y que tipo de luz debe activarse.

Para el caso de las salidas usa los Puertos C, D y e para mostraren los displays los siguientes datos:

**Tabla. 4.2. Nomenclatura de los datos mostrados por los Displays del Módulo # 2**

<b>Nomenclatura</b>	
<b>N</b>	Forma la palabra "ON" cuando el sistema está operativo junto con la letra "O"
<b>O</b>	Forma la palabra "ON" cuando el sistema está operativo junto con la letra "N"
<b>A</b>	Forma las palabras "CA" que da acceso a la Configuración del SP del encendido de la "Luz Alta" junto con la letra "C" y la palabra "AB" que da acceso a la Configuración del SP del "Cambio de Luz Alta a Baja Automático" Junto con la Letra "B"
<b>B</b>	Forma las palabras "CB" que da acceso a la Configuración del SP del encendido de la "Luz Baja" junto con la letra "C" y la palabra "AB" que da acceso a la Configuración del SP del "Cambio de Luz Alta a Baja Automático" Junto con la Letra "A"
<b>M</b>	Forma la palabra "CM" que da acceso a la Configuración del SP del encendido de la "Luz Media" junto con la letra "C"
<b>C</b>	Forma las palabras "CA" que da acceso a la Configuración del SP del encendido de la "Luz Alta" junto con la letra "A", la palabra "CB" que da acceso a la Configuración del SP del encendido de la "Luz Baja" junto con la letra "B" y la palabra "CM" que da acceso a la Configuración del SP del encendido de la "Luz Media" junto con la letra "M"
<b>R</b>	Forma la palabra "RT" que permite el acceso a la restauración de la memoria del sistema a condiciones iniciales junto con la letra "T"
<b>T</b>	Forma la palabra "RT" que permite el acceso a la restauración de la memoria del sistema a condiciones iniciales junto con la letra "R"

Para la activación de las luces el sistema usa como salidas el Puerto B [1-3], y los led de configuración auxiliar son activados por el puerto A del [2-5].

#### 4.7. REFERENCIAS

1. [www.oshonsoft.com](http://www.oshonsoft.com), página oficial del PIC Simulator IDE

## CAPÍTULO 5

### PRUEBAS Y RESULTADOS

#### 5.1. PRUEBAS AL NUEVO SISTEMA DE NAVEGACIÓN

Las pruebas al nuevo sistema de navegación fueron realizadas en condiciones similares a las usadas en el sistema antiguo. Ya que sólo se aplicó el sistema dentro de la ciudad en condiciones medias de claridad como se puede ver en las fotografías. Para comenzar se reunió a un grupo asistente que analizaba variaba el sistema y ayudar a determinar un aproximado del nivel de iluminación, que mejoras encuentran, y cuales no. Se optó por realizar comparativas con el sistema encendidos y luego apagado. Los instrumentos utilizados en las mediciones fueron un metro y un graduador.



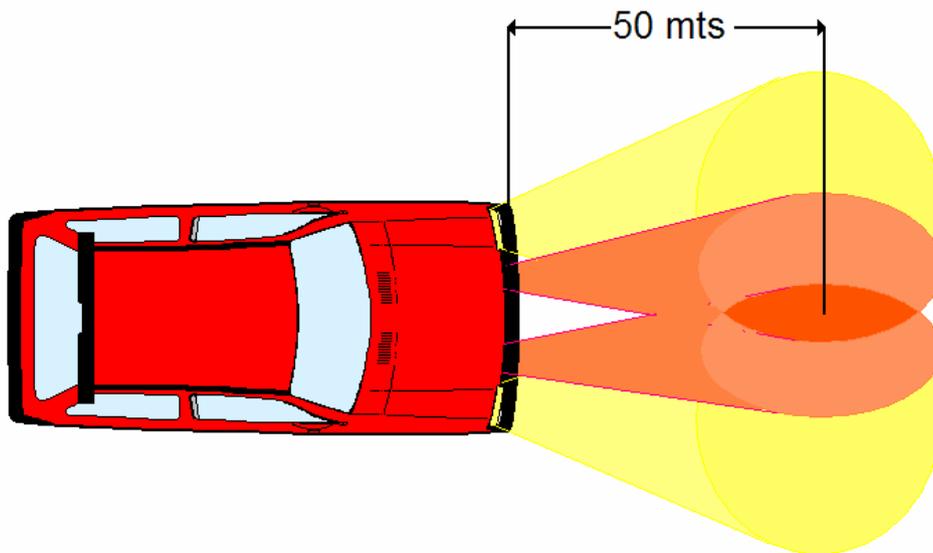
*Figura 5.1. Ubicación de las Lámparas Auxiliares*

Para probar el sistema del módulo 1 se coloca el vehículo en línea recta. Con las lámparas principales y secundarias apuntando en esa dirección siempre y cuando el volante y las ruedas delanteras se encuentren centradas con el resto del vehículo. Tal cual como se ve en las fotos de la Figura 5.2a. en la figura 5.2b se muestra solo encendido el sistema de apoyo implementado en la misma dirección, para corroborar los alcances de iluminación y el ángulo de visión.



**Figura 5.2. Sistema apuntando al frente**

Continuando con la prueba se realiza una medición del alcance máximo que tiene todo el sistema. Dando un aproximado de 50 m.



**Figura 5.3. Esquema del Alcance del sistema**

Este sistema actúa en modo normal igual que los faros comunes del carro, cuando se encuentra en una carretera recta, sin curvas.

Para probar la fiabilidad y fidelidad del sistema se hace girar las ruedas del auto primero un aproximado de  $10^\circ$  y luego todo su recorrido verificando que las lámparas realizan correctamente el giro que se considero, es decir un ángulo de  $20^\circ$  aproximadamente tanto a la derecha como a la izquierda, con lo cual quedaría

totalmente compensada la deficiencia en la iluminación según los estudios realizados. Esta compensación es realizada indistintamente de la inclinación de los neumáticos o del volante es decir si el giro es mayor o menor a 20°, no afecta al sistema porque tiene un valor predefinido en memoria. Como se puede apreciar en las fotos siguientes: Figura 5.4



*Figura 5.4. Sistema Apuntando a la Izquierda y a la Derecha.*

Una ventaja en el nuevo sistema que se pudo apreciar, fue el hecho de tener luces amarillas en los nuevos reflectores, permitiendo mejorar la iluminación en el ambiente, porque las luces de ese color brillan mejor en la oscuridad. Esto se puede apreciar en las fotografías de la figura 5.4.

Para el módulo 2, el sistema realizó un cambio de luz según la iluminación ambiental, haciendo los cambios que tenía que realizar. Aunque la utilización no fue favorable.

## **5.2. ANALISIS.**

Las pruebas revelaron que las mejoras de iluminación por parte del nuevo sistema revelan una compensación de aproximadamente un 20%, según la apreciación de los espectadores, como se puede apreciar en las fotos anteriores. Lo más relevante de la prueba fue que al utilizar el alumbrado principal del vehículo estando activada la luz baja, no hacía ninguna tarea, porque el sistema sólo debe funcionar estando activada la potencia máxima de los faros principales.

---

Para el módulo 2 el sistema mostró que las intensidades de iluminación exterior eran muy variadas, lo cual no permitía un cambio rápido y apropiado de las luces por parte del sistema y realizaba cambios cuando no tenía que hacerlo.

Por lo cual se suprimió durante las pruebas, determinando que es más confiable el sistema manual que el automático.

## CAPÍTULO 6

### ANÁLISIS DE COSTOS

#### 6.1. DESCRIPCIÓN DE LA INVERSIÓN.

##### 6.1.1. Factor Económico.

El factor económico es muy importante en la implementación de un proyecto, este da una referencia real del ahorro y eficacia, que presentará el sistema general una vez puesto en marcha.

##### 6.1.2. Costo del sistema.

Para el Modulo # 1 se invirtió \$700,00 el cual es detallado a continuación.

*Tabla 6.1. Costo de la Inversión para el Modulo # 1*

Elementos	Cantidad	P. Unitario	P. Total
PIC 16F877A	1,00	\$ 10,30	\$ 10,30
Sensor Cherry AN101101	3,00	\$ 65,00	\$ 195,00
LCD 4x20	1,00	\$ 35,00	\$ 35,00
Pulsador	7,00	\$ 0,50	\$ 3,50
LED (Azul)	2,00	\$ 0,30	\$ 0,60
MM74C922N	1,00	\$ 11,00	\$ 11,00
HD74LS04	1,00	\$ 0,80	\$ 0,80
L293B	1,00	\$ 3,50	\$ 3,50
1N4001	10,00	\$ 0,25	\$ 2,50
LM7805 Regulador +5V	1,00	\$ 1,50	\$ 1,50
Cristal 12MHZ	1,00	\$ 0,75	\$ 0,75
Capacitor 22pF	2,00	\$ 0,30	\$ 0,60
Capacitor 1uF / 16V	1,00	\$ 0,50	\$ 0,50
Capacitor 10uF / 16V	1,00	\$ 0,50	\$ 0,50
Capacitor 220uF / 25V	1,00	\$ 1,00	\$ 1,00
transistor 123AP	2,00	\$ 0,75	\$ 1,50
Resistencias	5,00	\$ 0,15	\$ 0,75
Bus de Datos (Metros)	0,25	\$ 5,00	\$ 1,25
Cable de 3 alambres	10,00	\$ 0,50	\$ 5,00

Cable de Parlante	10,00	\$ 0,20	\$ 2,00
Halógenas (1Par)	1,00	\$ 30,00	\$ 30,00
Soporte para los Sensores	1,00	\$ 200,00	\$ 200,00
Conectores Dobles	6,00	\$ 1,00	\$ 6,00
Conectores Triples	6,00	\$ 1,15	\$ 6,90
Placas en PCB (Pareja)	1,00	\$ 70,00	\$ 70,00
Varios e Imprevistos	1,00	\$ 109,55	\$ 109,55
<b>TOTAL ==&gt;</b>			\$ 700,00

Para el Modulo # 2 la inversión fue \$300,00 y es detallada a continuación.

**Tabla 6.1. Costo de la Inversión para el Modulo # 2**

Elementos	Cantidad	P. Unitario	P. Total
PIC 16F877A	1,00	\$ 10,30	\$ 10,30
Fotoresistores	2,00	\$ 0,70	\$ 1,40
Display 15 Segmentos (1 Par)	2,00	\$ 35,00	\$ 70,00
Pulsador	4,00	\$ 0,50	\$ 2,00
LED (Azul)	4,00	\$ 0,30	\$ 1,20
NTE7432	1,00	\$ 0,80	\$ 0,80
L293B	1,00	\$ 3,50	\$ 3,50
1N4001	3,00	\$ 0,25	\$ 0,75
LM7805 Regulador +5V	1,00	\$ 1,50	\$ 1,50
Cristal 4MHZ	1,00	\$ 0,75	\$ 0,75
Capacitor 22pF	2,00	\$ 0,30	\$ 0,60
transistor 123AP	5,00	\$ 0,75	\$ 3,75
Resistencias	32,00	\$ 0,15	\$ 4,80
Bus de Datos (Metros)	0,25	\$ 5,00	\$ 1,25
Cable # 9	15,00	\$ 0,50	\$ 7,50
Cable de Parlante	10,00	\$ 0,20	\$ 2,00
Relays 12V	4,00	\$ 12,00	\$ 48,00
Soporte para los Sensores	1,00	\$ 15,00	\$ 15,00
Conectores Dobles	1,00	\$ 1,00	\$ 1,00
Borneras Dobles	7,00	\$ 0,30	\$ 2,10
Placas en PCB (Pareja)	1,00	\$ 35,00	\$ 35,00
Varios e Imprevistos	1,00	\$ 86,80	\$ 86,80
<b>TOTAL ==&gt;</b>			\$ 300,00

Dando un total de inversión de \$1000,00.

## 6.2. DECISIÓN FINAL

El costo del sistema fue muy elevado para la compañía patrocinadora del proyecto.

Tomando como una variable de referencia los datos expuestos en el capítulo anterior y en el elevado costo del proyecto, no se recomienda la construcción de este tipo de sistemas con este particular tipo de técnicas.

Puesto que este sistema es muy susceptible a las mínimas variaciones tanto en la parte electrónica como en la mecánica.

En la parte electrónica el sistema se encuentra sometido a vibraciones constantes producidas por el vehiculo, las cuales son ejercidas sobre las partes móviles del equipo instalado, afectando así a la parte mecánica del sistema.

En el caso de querer tratar de compensar este error y por ende corregirlo, el sistema incrementaría su costo porque al intentar encontrar una solución óptima habría que hacer otro estudio, el cual sería sobre el movimiento y las fuerzas que ejercen sobre este sistema.

Por lo tanto mientras no se haga el estudio adecuado para corregir estos errores, **el sistema fue catalogado como no apropiado** puesto que es más costoso que las prestaciones que nos va a brindar.

Si revisamos el capítulo 3, el Sistema DynaView® es el más optado para reemplazar este sistema aunque su costo de inversión es elevado, es más económico con relación al desarrollado e implementado en este proyecto, el sistema de 2 faros resulta una inversión de 500,00 USD, y el costo de instalación depende del técnico, otra alternativa aunque de mayor costo es el sistema Hella VARIOX con la tecnología Varilis que tiene un costo de 850,00 USD más los gastos de instalación.

## **CAPÍTULO 7**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Después de realizar todas las pruebas al sistema, y observar los resultados analizados, es posible plantear las siguientes conclusiones y recomendaciones.

#### **7.1. CONCLUSIONES.**

- Como se pudo apreciar, la realización de un estudio que permitiera la construcción y hallar la factibilidad técnica de realización de un sistema de apoyo, fue positiva.
- La automatización de estos sistemas no solo implican tener un sistema que permita al usuario disminuir los movimientos realizados, sino que a través de el sistema pueda confiar de lo que hace, evitando distracciones y por consiguiente los accidentes.
- El conocimiento de la ubicación, altura, distancia de los faros, es primordial para poder seleccionar que tipo de halógenos, pues de ellos depende la calidad de la luz que se debe tener.
- Las necesidades del sistema y los actuadores que van a ser utilizados en este sistema, son los factores que definen las características que debe tener el control principal (microcontrolador).
- En cuanto al sistema, este no es muy confiable y estable por esta técnica de análisis usado.

- Por motivos de actualización y expansión futura del sistema, sus partes fueron tratadas como módulos, pues un solo microcontrolador no puede almacenar programas muy extensos y mostrarlos en una interfase HMI.
- La determinación de un sistema es parte fundamental para el diseño de hardware y software. Este sistema se lo realiza de manera conjunta con el cliente o los interesados. En el caso de que ya esté en funcionamiento un sistema, se debe analizar este y tratar de mejorarlo dentro de lo posible. De ser preferible es bueno contar con la ayuda de al menos un experto.
- La falta del análisis de fuerzas ejercidas sobre cada uno de los sistemas, fue la principal causante de los errores que se presentaron en los sistemas.
- El exceso de ruidos proporcionaron errores dentro del sistema, pues generaba resultados que activaban al sistema fuera de su tiempo, y dentro de su tiempo no lo activaban.
- Los beneficios de la visibilidad no fueron los esperados, realmente fueron cambios muy mínimos.
- El sistema no aportó ningún tipo de ahorro económico, ni la ayuda deseada para los usuarios.
- El uso de halógenos de Xenón no es viable dentro de calles con pavimento a base de brea, pues la luz no refleja suficientemente, pero en calles con pavimento a base de cemento o en caminos de tierra, la luz es realmente estupenda.

## 7.2. RECOMENDACIONES

- El rediseño y la modificación de este sistema no solo debe apreciarse dentro del ámbito electrónico sino también el mecánico.
- Para fines educativos, este campo puede ser muy útil al momento de analizar y desarrollar.
- Se recomienda comprar equipos que estén actualmente en el mercado.
- Para calles con pavimento a base de brea se recomienda usar halógenos con luz blanca, esta refleja mejor en cualquier superficie.
- Debe realizarse estudios sobre las vibraciones que afectan al vehículo y como poder corregir la mayoría de ellas. Estas muchas veces pueden ser resueltas al calibrar el motor, cambiar algún caucho de la base del motor que esté gastado, o reemplazando la suspensión.
- Si las soluciones mecánicas no son suficientes para reducir el número de vibraciones, se recomienda realizar un estudio de cómo evitar que estas afecten al sistema introduciendo ruidos que entreguen resultados erróneos al sistema.
- El sistema de control debe ser realizado para que cada faro trabaje en forma independiente del otro, de esta manera se puede visualizar una curva sin perder la vista del camino ni lo que pueda venir de enfrente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### LIBROS:

SUZUKI, **SUZUKI GA310 (Manual Suplementario de servicios)**, Japón 1987, 232p.

REYES, Carlos A., ***Aprenda Rápidamente a programar Microcontroladores PIC***, Primera edición, Quito, 2004

JOHNSON, Curtis, ***Process control instrumentation technology***, Cuarta edición, New Delhi, Prentice Hall of India, 1998, 592p

MIMS Forrest M. III, ***Engineer's Mini-notebook: Sensor Projects***, Radio Shack 1996, 26p.

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL, ***Anales de las XVI Jornadas de Ingeniería Eléctrica y Electrónica***, Escuela Politécnica Nacional, Quito Noviembre, 1995, 115p.

### INTERNET:

[www.worldcarfans.com](http://www.worldcarfans.com), Página Alemana acerca de Vehículos (Buenas ilustraciones).

[www.audi.com.tw](http://www.audi.com.tw), Página de las Automotores AUDI.

<http://www.sicurauto.it/index.php> Página Italiana acerca de Vehículos  
(Buenas Imágenes del tema)

<http://www.hella-press.com/index.htm>, Página Española de prensa de Hella,  
Pionera en sistemas de iluminación modernos.

<http://elmundomotor.elmundo.es/elmundomotor/>, Página de prensa Española  
referente a tecnologías de los Autos.

# ÍNDICE DE FIGURAS

## CAPÍTULO 1

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1. Auto Sin Compensación	3
1.2. Auto Con Compensación	4

## CAPÍTULO 2

<b>AUDITORÍA TÉCNICA DEL PROCESO DE CONTROL</b>	<b>6</b>
2.1. Panel Frontal del Suzuki Forsa SA310	7
2.2. Sistema de Control del Encendido de la Luz Baja/Alta y Luz Media	8
2.3. Diagrama de las Posiciones de la Palanca de Mando	9
2.4. Distancia entre Faros	9
2.5. Características del sistema de Iluminación sin Modificaciones. Alcance y Ángulo del Haz del Suzuki SA310	10
2.6. Forma del Haz de luz del Suzuki SA319	10
2.7. Sistema SIN compensación en una Curva	13

2.8. Sistema SIN compensación en un Cruce	13
---	----

### **CAPÍTULO 3**

#### **ANÁLISIS DE SISTEMAS DE NAVEGACIÓN ACTUALES** 15

3.1. Iluminación Adaptativa	16
-----------------------------	----

3.2. Alumbrado en Curvas	17
--------------------------	----

3.3. Alumbrado Lateral	18
------------------------	----

3.4. Faro DinaView	19
--------------------	----

3.5. Comparativa entre la Luz Blanca de los Faros de Xenón y la Luz Amarilla de los Faros Halógenos Comunes	21
---	----

3.6. Diferencias entre no usar VARILIS y el usar VARILIS	22
--	----

3.7. Versión de un Auto marca AUDI con Faros LED	23
--	----

3.8. Un Faro con un Arreglo de LEDs	23
-------------------------------------	----

### **CAPÍTULO 4**

#### **DISEÑO DE HARDWARE Y SOFTWARE** 25

4.1. Base del Sensor Primario	29
-------------------------------	----

4.2. Base para los Sensores de las Halógenas	30
--	----

4.3. LCD usado en el panel de Control del Sistema del Módulo 1	31
--	----

4.4. Diagrama de bloques para el programa # 1	32
---	----

4.5. Interfase HMI usado en el Módulo 2.	33
--	----

4.6. Diagrama de bloques para el programa # 2	33
---	----

4.7. Flujo-grama del programa # 1	34
4.8. Flujo-grama del Proceso de Interrupción del programa # 1	35
4.9. Flujo-grama del programa # 2	36

## **CAPÍTULO 5**

### **PRUEBAS Y RESULTADOS 38**

5.1. Ubicación de las Lámparas Auxiliares	38
5.2. Sistema apuntando al frente	39
5.3. Esquema del Alcance del Sistema	39
5.4. Sistema apuntando a la Izquierda y a la Derecha	40

## ÍNDICE DE TABLAS

### **CAPÍTULO 2**

<b>AUDITORÍA TÉCNICA DEL PROCESO DE CONTROL</b>	<b>6</b>
2.1. Secuencia de Encendido y Apagado de las Luces del Vehículo	7

### **CAPÍTULO 4**

<b>DISEÑO DE HARDWARE Y SOFTWARE</b>	<b>25</b>
4.1. Tabla de características de la serie PIC16F87XA	27
4.2. Nomenclatura de los datos mostrados por los Displays del Módulo # 2	37

### **CAPÍTULO 6**

<b>ANÁLISIS DE COSTOS</b>	<b>42</b>
6.1. Costo de la Inversión para el Modulo # 1	42
6.2. Costo de la Inversión para el Modulo # 2	43

**ANEXOS**

## **ANEXOS: Datasheets**

## **ANEXOS: Esquemas Mecánicos**

## **ANEXOS: Esquemas Electrónicos**

## **ANEXOS: Diseño de Software**

**Elaborado por:**

**Luis Oyarzún Álava**

**Coordinador de Carrera**

**Ing. Víctor Proaño Rosero**

**Secretario Académico**

**Dr. Jorge Carvajal**