

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO EXTENSIÓN LATACUNGA



CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE
CONTROL DE DISTANCIA DE SEGURIDAD PARA
CONDUCCIÓN DE VEHÍCULOS EN CARRETERA”**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**CRISTIAN IVÁN GALLO CAIZA
JAVIER SEBASTIÁN ESCOLA BRITO**

Latacunga, Enero 2011

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, CRISTIAN IVÁN GALLO CAIZA Y JAVIER SEBASTIÁN ESCOLA BRITO, declaramos que:

El proyecto de grado denominado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE DISTANCIA DE SEGURIDAD PARA CONDUCCIÓN DE VEHÍCULOS EN CARRETERA” ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, Enero del 2011.

Cristian Iván Gallo C.
CC. 050287715-2

Javier Sebastián Escola B.
CC.100288043-1

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

CERTIFICACIÓN

Se certifica que el presente trabajo titulado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE DISTANCIA DE SEGURIDAD PARA CONDUCCIÓN DE VEHÍCULOS EN CARRETERA” fue desarrollado por CRISTIAN IVÁN GALLO CAIZA Y JAVIER SEBASTIÁN ESCOLA BRITO, bajo nuestra supervisión, cumpliendo con normas estatutarias establecidas por la ESPE en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Latacunga, Enero 2011.

Ing. Euro Mena.
DIRECTOR DE PROYECTO

Ing. Wilson Trávez
CODIRECTOR DE PROYECTO

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

AUTORIZACIÓN

Nosotros, CRISTIAN IVÁN GALLO CAIZA Y JAVIER SEBASTIÁN ESCOLA BRITO, declaramos que:

Autorizamos a la Escuela Politécnica del Ejército, la publicación en la biblioteca virtual de la Institución el trabajo “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE DISTANCIA DE SEGURIDAD PARA CONDUCCIÓN DE VEHÍCULOS EN CARRETERA” cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Enero del 2011.

Cristian Gallo C.
CC. 050287715-2

Javier Escola B.
CC. 100288043-1

DEDICATORIA

Quisiera dedicar el esfuerzo de este trabajo a quienes han sido la incondicional e indispensable ayuda durante el transcurso de mi vida estudiantil.

A mis amados padres y hermanos: quienes son la razón principal de quién soy y de quien llegaré a ser en la vida tanto personal como profesionalmente.

A mis queridos profesores, en las aulas y en la vida, que han sabido transmitirme la sabiduría necesaria para poder salir a la selva de cemento a buscar un futuro el cual espero este lleno de éxitos.

A mis entrañables amigos, a todos quienes supieron brindarme su amistad y lograron hacer más llevadera la vida estudiantil, a quienes creyeron en mí y muy especial a aquellos que NO.

Cristian Iván Gallo Caiza.

DEDICATORIA

La concepción de este proyecto está dedicada a mis padres Margarita Brito y Luis Eduardo Escola, pilares fundamentales en mi vida. Sin ellos, jamás hubiese podido culminar mis sueños. Su tenacidad y lucha incansable han hecho que ellos sean, mi gran ejemplo a seguir.

Dedico a mis hermanas Anita y Belén, a mi familia quienes siempre me han apoyada moralmente con consejos sabios que me han ayudado para culminar mis metas.

Javier Sebastián Escola Brito

AGRADECIMIENTO

En primer lugar a mis queridos padres la Sra. Elsa Caiza y el Sr. Luis Gallo, quienes han tenido que sufrir muchos tropezones en sus vidas por brindarme el apoyo que requerí hasta cumplir con mi carrera universitaria.

Por sus lágrimas y sonrisas, por ofrecerme su perdón cuando cometí una falta y reprenderme cuando fue necesario un sincero DIOS LES PAGUE.

Al Ing. Euro Mena, Director de tesis, quien ha sido una incondicional ayuda ofreciéndonos su experiencia y conocimiento en la culminación del presente proyecto al igual que el Ing. Wilson Trávez, quien ha sabido guiarnos durante los momentos más difíciles.

A mis siempre recordados amigos que han estado conmigo en los buenos y malos momentos a todos ellos muchas gracias.

Cristian Iván Gallo Caiza.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios quien me ha brindado la oportunidad de vivir, para cumplir con el propósito que él me encomendó.

Como dejar pasar la oportunidad de agradecer a mis queridos padres Margarita Brito y Luis Eduardo Escola, que día a día lucharon para que este sueño tan anhelado se ve cristalizado al fin, al ver reflejado en el rostro de mis padres hermanas Anita y Belén la expresión de alegría al saber que he culminado una etapa más de mi vida siendo así el comienzo de una larga pero incansable lucha.

A mi familia Escola Sánchez y Brito Maldonado por darme valentía y confiar en mí.

Reconozco aquellos ingenieros que me apoyaron durante el recorrido por las aulas en las que me he llenado de sabios conocimientos que serán útiles.

Javier Sebastián Escola Brito

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Declaración de responsabilidad.....	ii
Certificación.....	iii
Autorización.....	iv
Índice de contenidos.....	ix
Índice de figuras.....	xiii
Índice de tablas.....	xvi
Índice de ecuaciones.....	xvii
Resumen.....	xviii
Presentación.....	xx
CAPÍTULO I.....	1
1.- GESTIÓN Y CONTROLADORES DE VELOCIDAD.....	1
1.1.- SISTEMA ADAPTATIVO DE VELOCIDAD EN MARCHA (SISTEMA ACC).....	3
1.1.1.- VEHÍCULOS QUE LO INCORPORAN.....	3
1.1.2.- FUNCIONAMIENTO.....	6
1.1.3.- COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA.....	8
1.2.- COMPONENTES DEL SISTEMA DE CONTROL DE VELOCIDAD EN MARCHA.....	10
1.3.- DESCRIPCIÓN Y OPERACIÓN DE SENSORES DE SEGURIDAD.....	20
1.3.1.- SENSORES EN EL AUTOMÓVIL.....	20
a.- Radar telemétrico (ACC, Prevención de colisión).....	22
b.- Sensor de inclinación (Regulación de los faros).....	22
c.- Sensor de alta presión (ESP).....	22
d.- Sensor de par.....	25
e.- Sensor de ángulo del volante de dirección.....	26
f.- Sensor de aceleración transversal.....	28
g.- Sensor de vuelco.....	29
h.- Sensor velocidad de giro de ruedas (ABS).....	29

1.4.- ACCIDENTABILIDAD EN LAS VÍAS.....	32
CAPÍTULO II.....	34
2.- DISEÑO MECÁNICO Y ELECTRÓNICO PARA EL CONTROL DE DISTANCIA DE SEGURIDAD DE VEHÍCULOS LIVIANOS...	34
2.1.- GENERACIÓN Y CENSADO DE SEÑALES.....	34
2.1.1.- MEDIOS ÓPTICOS.....	35
2.1.2.- MEDIOS ULTRASÓNICOS.....	36
2.3.- AMPLIFICACIÓN Y POTENCIA DE SEÑAL.....	42
2.4.- TRANSMISIÓN Y RECEPCIÓN DE SEÑALES.....	43
2.5.- MONITOREO Y MEDIOS DE PROCESAMIENTO DE SEÑAL.....	44
2.5.1.- PROCESAMIENTO DE SEÑALES EN TIEMPO DISCRETO	
2.5.2.- PROCESAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES.....	44
2.5.3.- COMPARACIÓN ENTRE DSP Y ASP.....	45
2.6.- PROTECCIÓN DE SISTEMAS ANTE RUIDOS ELÉCTRICOS.....	47
2.6.1.- FILTROS ELECTRÓNICOS.....	47
a.- Filtro pasivo.....	47
b.- Filtro digital.....	48
2.7.- DISEÑO ELECTRÓNICO DEL SISTEMA DE CONTROL DE DISTANCIA DE SEGURIDAD.....	48
2.7.1.- ELEMENTOS UTILIZADOS.....	48
a.- Microcontrolador.....	48
a.1.- PIC 16F873.....	50
a.2.- PIC 16F819.....	53
b.- Sensor de ultrasonido Maxsonar EZ1.....	57
c.- Servomotor.....	62
d.- Pantalla de cristal líquido (LCD).....	64
e.- Regulador de voltaje variable de 1,2 a 25V (LM338K).....	66
f.- Regulador de 5V (LM7805).....	67

g.- Regulador de 12V (LM7812).....	69
h.- Potenciómetro.....	70
i.- Relés.....	71
j.- Cristales.....	72
k.- Resistencias.....	73
l.- Leds.....	74
m.- Pulsadores.....	75
CAPÍTULO III.....	76
3.- CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS DEL SISTEMA.....	76
3.1.- ACCESIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN EN OTROS VEHÍCULOS.....	76
3.2.- ECONOMÍA O COSTE.....	76
3.3.- PRECAUCIONES Y NORMAS DE SEGURIDAD.....	78
3.4.- CONSTRUCCIÓN, PRUEBAS Y FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO.....	78
3.5.- DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA DE CONTROL DE DISTANCIA DE SEGURIDAD.....	84
3.6.- ELEMENTOS DE SUJECIÓN.....	85
3.7.- ELEMENTOS DE ABSORCIÓN DE VIBRACIÓN.....	89
3.7.1.- PEDAL DE ACELERADOR.....	89
3.7.2.- PEDAL DE FRENO.....	89
3.7.3.- SOPORTE PARA EL SERVOMOTOR EN EL MÚLTIPLE DE ADMISIÓN.....	91
3.7.4.- SENSORES MEDIDORES DE DISTANCIA.....	91
3.8.- PRUEBAS Y CALIBRACIÓN EN CARRETERA.....	92
3.8.1.- SENSOR MEDIDOR DE DISTANCIA.....	93
a.- Pruebas en medio cerrado.....	93
b.- Pruebas en medio abierto.....	93
3.8.2.- PRUEBAS ACELERADOR ELECTRÓNICO.....	94
3.8.3.- PRUEBAS FRENO ELECTRÓNICO.....	96

3.9.- RESULTADOS GENERALES.....	97
3.10.- PROCEDIMIENTO DE UTILIZACIÓN DEL SISTEMA.....	97
3.11.- IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.....	97
3.12.- PROCEDIMIENTO DE MAL FUNCIONAMIENTO EN CARRETERA.....	99
 CAPÍTULO IV.....	 100
4.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	100
4.1.- CONCLUSIONES.....	100
4.2.- RECOMENDACIONES.....	102
4.3.- BIBLIOGRAFÍA.....	103
Anexo A: MANUAL DE USUARIO.....	104
Anexo B: PROGRAMACIÓN DE PICS.....	105
Anexo C: DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE ELEMENTOS.....	106
Anexo D: PLANOS DE ELEMENTOS DISEÑADOS.....	107
Anexo E: ARTICULO PARA REVISTA.....	108

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Chrysler Imperial (1958).....	1
Figura 1.2 Paleta Tempomat.....	2
Figura 1.3 Mercedes Benz Clase E.....	4
Figura 1.4 Mercedes Benz Clase CLS	5
Figura 1.5 BMW 6.....	6
Figura 1.6 Regla de los tres segundos	7
Figura 1.7 Vehículo con sistema ACC.....	8
Figura 1.8 Sistema ACC en libre operación.....	8
Figura 1.9 Sistema ACC en funcionamiento.....	9
Figura 1.10 Sistema ACC acelerando el vehículo.....	10
Figura 1.11 Esquema sensor-módulo ACC.....	11
Figura 1.12 Sensor tipo radar.....	12
Figura 1.13 Generación de ondas electromagnéticas por radar.....	12
Figura 1.14 Esquema de la energía captada por un objeto cualquiera.....	13
Figura 1.15 Sistema ACC por radar.....	14
Figura 1.16 Sensores ultrasónicos.....	14
Figura 1.17 Esquema sensor ultrasonido.....	15
Figura 1.18 Funcionamiento del sensor láser.....	16
Figura 1.19 Módulo ACC.....	19
Figura 1.20 Panel de control en el volante.....	19
Figura 1.21 Sensores presentes en un vehículo inteligente.....	20
Figura 1.22 Sensores de alta presión.....	23
Figura 1.23 Esquema de dirección eléctrica de asistencia variable	25
Figura 1.24 Captador de par y ángulo del volante.....	26
Figura 1.25 Funcionamiento del captador.....	27
Figura 1.26 Sensor de aceleración transversal.....	28
Figura 1.27 Primera fase de frenado	30
Figura 1.28 Fase de mantenimiento de la presión.....	31
Figura 1.29 Fase de reducción de la presión.....	31

Figura 2.1	Funcionamiento de un sensor óptico.....	35
Figura 2.2	Radiación de un sensor ultrasónico.....	36
Figura 2.3	Sección de un sensor ultrasónico.....	37
Figura 2.4	Conjunto sensor ultrasónico.....	39
Figura 2.5	Triangulación de distancia.....	39
Figura 2.6	Área de medición del sensor ultrasónico.....	41
Figura 2.7	Disposición pines PIC16F873.....	51
Figura 2.8	Disposición pines PIC16F819.....	55
Figura 2.9	Sensor de ultrasonido.....	59
Figura 2.10	Servomotor.....	62
Figura 2.11	Servomotor desmontado.....	63
Figura 2.12	Comportamiento del servo a diferentes pulsos.....	64
Figura 2.13	Pantalla de cristal líquido.....	65
Figura 2.14	Descripción de pines LM338.....	67
Figura 2.15	Descripción de pines LM7805.....	68
Figura 2.16	Descripción de pines LM7812.....	69
Figura 2.17	Potenciómetro.....	70
Figura 2.18	Relé convencional.....	71
Figura 2.19	Oscilador de Cristal.....	73
Figura 2.20	Esquema básico de circuito con resistencia.....	73
Figura 2.21	Diodo LED.....	74
Figura 2.22	Partes de un pulsador.....	75
Figura 3.1	Sensores en la parte frontal del automóvil.....	79
Figura 3.2	Servomotor en el freno.....	80
Figura 3.3	Servomotor en la mariposa de alimentación.....	80
Figura 3.4	Pruebas al elemento LCD.....	81
Figura 3.5	Protoboard con sistema armado.....	82
Figura 3.6	Placa de circuito impreso.....	83
Figura 3.7	Ubicación del TPS; a) TPS montado en el pedal del acelerador, b) Vista de la placa montada en el	

acelerador.....	86
Figura 3.8 Servomotor acoplado al soporte y múltiple.....	87
Figura 3.9 Acople en el múltiple de admisión.....	87
Figura 3.10 Servomotor de freno; a) Placa montada en el pedal de freno, b) Pedal de freno montado en el automóvil.....	88
Figura 3.11 Soporte de sensor TPS.....	90
Figura 3.12 Soporte servomotor de freno.....	90
Figura 3.13 Acople para el servomotor de aceleración.....	91
Figura 3.14 Comportamiento del sistema en condiciones normales de funcionamiento.....	92
Figura 3.15 Ubicación del TPS en el pedal del acelerador.....	94
Figura 3.16 Servomotor colocado en la mariposa de aceleración...	95
Figura 3.17 Servomotor del acelerador electrónico montado al pedal de freno.....	96
Figura 3.18 Tablero de mando en el panel frontal.....	98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Datos técnicos Mercedes Benz Clase E.....	4
Tabla 1.2 Datos técnicos Mercedes Benz Clase CLS.....	5
Tabla 1.3 Datos técnicos BMW 6.....	6
Tabla 1.4 Ventajas y desventajas entre los tipos de sensores.....	17
Tabla 2.1 Tipo y rango de señales generadas por los sensores.....	45
Tabla 2.2 Datos técnicos para el PIC 16F873.....	51
Tabla 2.3 Pines utilizados como entradas en el PIC 16F873.....	52
Tabla 2.4 Pines utilizados como salidas en el PIC 16F873.....	52
Tabla 2.5 Descripción de pines para la conexión del PIC 16F873...	53
Tabla 2.6 Datos técnicos PIC 16F819.....	54
Tabla 2.7 Pines de entrada de señal en el PIC 16F819.....	55
Tabla 2.8 Pines de salida de señal en el PIC 16F819.....	56
Tabla 2.9 Pines utilizados en las conexiones del PIC 16F819.....	56
Tabla 2.10 Pin de entrada de señal en el PIC 16F819.....	56
Tabla 2.11 Pines de salida de señal en el PIC 16F819.....	57
Tabla 2.12 Pines utilizados en la conexión del PIC 16F819.....	57
Tabla 2.13 Dimensiones del sensor ultrasonido.....	60
Tabla 2.14 Descripción de pines sensor ultrasonido.....	60
Tabla 2.15 Voltajes de referencia del elemento LM338.....	67
Tabla 2.16 Voltajes referencia para el elemento LM7805.....	68
Tabla 2.17 Voltajes de referencia LM7812.....	70
Tabla 3.1 Costos de materiales.....	77

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1.1 Cálculo de distancia.....	15
Ecuación 2.1 Cálculo de distancia por triangulación.....	40
Ecuación 2.2 Voltaje.....	72

RESUMEN

El proyecto está desarrollado pensando en la seguridad de los conductores en la ciudad de Latacunga y a largo plazo en todo el país.

El proyecto de control de distancia de seguridad brindara al conductor de cualquier vehículo, ya sea de alta gama o vehículos convencionales, la ventaja de poder evitar colisiones que puedan ser causadas por alcance en la carretera. El sistema está desarrollado para poder ser utilizado en vehículos de transporte personal.

Con el perfeccionamiento de este sistema se espera contribuir de manera significativa a la investigación de nuevas tecnologías para la seguridad del vehículo, conductor, ocupantes y peatones.

ABSTRACT

The project is developed with the safety of drivers in the city of Latacunga and long term throughout the country.

The remote control project would provide security to the driver of any vehicle, whether high end or conventional vehicles, the advantage to avoid collisions that may be caused by reaching the road. The system is developed to be used for personal transportation.

With the development of this system is expected to contribute significantly to research new technologies for vehicle safety, the driver, passengers and pedestrians.

PRESENTACIÓN

La tendencia futurista de muchos constructores ha sido la base fundamental sobre la que se ha sustentado la búsqueda de nuevas técnicas que brinden seguridad y confort en el mundo automotriz.

Bajo esta directriz este proyecto busca contribuir en la búsqueda y aplicación de sistemas futuristas, que aunque están en el mercado no todos pueden hacer uso de estos por su elevado costo, que brinden una conducción segura para el conductor, pasajeros y peatones.

En el capítulo I se presenta la historia del sistema ACC desde sus comienzos, su evolución, hasta los sistemas actuales de hoy en día.

En el capítulo II se tratara sobre los elementos que intervienen en la construcción del sistema de control de distancia, además del montaje de los elementos del sistema. También se detallan algunos de los inconvenientes en la utilización de ciertos dispositivos y las medidas correctivas que se tomaron para solucionarlos.

El capítulo III se encargara de las comprobaciones del funcionamiento, diseño utilizado y las características que presentan cada uno de los mecanismos, además de las características que el funcionamiento del sistema brindara al usuario para una conducción más segura.

El capítulo IV recoge las conclusiones y recomendaciones que se encontraron durante y después de la conclusión del proyecto.

CAPÍTULO I

1.- GESTIÓN Y CONTROLADORES DE VELOCIDAD.

Los primeros sistemas utilizados para el control de velocidad de cruceo fueron creados en el año de 1910 por la industria constructora de autos de lujo PEERLEES¹.

Pero esta tecnología fue creada por James Watt y Matthew Boulton en 1788 para controlar un motor de vapor en el cual el governor ajustaba la posición de la mariposa a medida que la velocidad del mismo variaba bajo cargas diferentes.

Los controladores de velocidad modernos fueron inventados en 1945 por el inventor ciego e ingeniero mecánico Ralph Teetor. Así el primer vehículo con el sistema de Teetor fue el Chrysler Imperial en 1958 como muestra la siguiente figura.



Figura 1.1. Chrysler Imperial (1958).

¹Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Control_de_velocidad.

Este sistema calculaba la velocidad sobre la carretera basándose en las rotaciones del velocímetro y usaba una bobina para variar la posición de la mariposa de aceleración según fuera necesario.

Así llegamos a la segunda generación de este sistema, el Tempomat, que es un sistema adicional que se lo puede implementar y su funcionamiento consiste básicamente en que la columna electrónica de dirección registra las señales de los mandos de control del volante (incluido el Tempomat figura 1.2) para evaluarla y transmitirla a través del BUS CAN confort a la unidad de control para la red de abordaje, transmitiéndose adicionalmente a través del Gateway (incorporado en el cuadro de instrumentos) a los BUS de Información y Moto propulsor².



Figura 1.2 Paleta Tempomat.

Gracias a el módulo de conmutadores de la SMLS (módulo de conmutación para la columna de dirección) se puede instalar el Tempomat sin necesidad de cablear manualmente ninguna señal, simplemente se conecta y se recodifica por software.

² Fuente: <http://www.audisport-iberica.com/foro/index.php?showtopic=25516>

La última generación de este sistema es el Adaptive Cruise Control del cual hablaremos en el apartado 1.1 de este capítulo.

El sistema de control de velocidad está presente en los vehículos de alta gama como Audi, Mercedes Benz, Volkswagen, Honda, Citroen, Volvo, BMW, entre los constructores más innovadores e importantes del mundo.

1.1.- SISTEMA ADAPTATIVO DE VELOCIDAD EN MARCHA (SISTEMA ACC).

El sistema Adaptativo de Control de Crucero es un sistema innovador que permite realizar ajustes en el vehículo sobre la velocidad y la distancia con respecto a otros vehículos en carretera.

Este sistema permite una conducción más confortable, ya que libera al conductor de la presión de mantener manualmente una distancia segura de conducción en las vías.

Según el artículo tomado de Wikipedia: La utilización del Sistema ACC no contribuye en su totalidad a evitar accidentes, este es un sistema que se lo utiliza como forma de apoyo al conductor, evitando la fatiga en recorridos largos³.

1.1.1.- VEHÍCULOS QUE LO INCORPORAN.

Los vehículos que poseen este sistema son de alta gama. Algunos ejemplos de estos son:

³ http://es.wikipedia.org/wiki/Control_de_velocidad.

- Mercedes Benz clase E se refiere a un turismo de segmento E que puede ser Sedan, Familiar y Cupé. En la figura 1.3 se puede observar un ejemplo de este tipo de auto.



Figura 1.3 Mercedes Benz Clase E.

La siguiente tabla muestra el fabricante del vehículo, el tipo de automóvil, a qué clase de segmento pertenece y los autos similares a este género existente en el mercado.

Tabla. 1.1 Datos técnicos Mercedes Benz Clase E.

Fabricante	Mercedes Benz
Tipo	Automóvil de Turismo
Segmento	Segmento E
Similares	Audi A6 BMW Serie 5 Volvo S80

- Mercedes Benz Clase CLS se refiere a un turismo del segmento E solo del tipo Sedan. La figura 1.4 muestra un clase CLS.



Figura 1.4 Mercedes Benz Clase CLS.

A continuación en la tabla 1.2 se detallan los datos de fabricante y los autos similares a este modelo, además de indicar las medidas de largo, ancho y alto del vehículo.

Tabla 1.2 Datos técnicos Mercedes Benz Clase CLS.

Periodo	
Fabricante	Mercedes Benz
Periodo	2004 presente
Tipo	Automóvil de Turismo
Segmento	Segmento E
Carrocería	Sedan cuatro puertas
Configuración	Motor delantero longitudinal, tracción trasera
Largo/Ancho/Alto	4915/1875/1390-1430 (mm)
Similares	Mercedes Benz Clase E

- BMW 6.- este tipo de auto es un gran turismo deportivo que puede ser del tipo cupé y descapotable. La figura 1.5 muestra un BMW 6.



Figura 1.5 BMW 6.

La tabla a continuación muestra los datos del fabricante para el BMW 6.

Tabla 1.3 Datos técnicos BMW 6.

Fabricante	BMW
Período	2004-presente
Predecesor	BMW E9
Tipo	Gran Turismo
Carrocerías	Cupé dos puertas Descapotable dos puertas
Similares	Mercedes Benz Clase CL

Así podemos encontrar muchos modelos más, como: Audi (A6, A8), Volkswagen (Phaeton), Nissan (Primera), Rolls (Phantom), Lancia (Thesis), Cadillac.

1.1.2.- FUNCIONAMIENTO.

El funcionamiento se basa principalmente en la utilización de sensores que son ubicados en la parte frontal del coche. La información que pueden suministrar son: la distancia entre vehículos, la posición angular y

la velocidad relativa con respecto a diferentes objetos que se pueden encontrar en la carretera.

Mantener una distancia muy corta aumenta los riesgos de accidentes, la visibilidad hacia adelante se ve reducida, dificultando los adelantamientos, la conducción se hace irregular y antieconómica ya que al mantener una distancia tan reducida se hacen necesarias frenadas más constantes que producen pérdida de velocidad desgaste en las pastillas y zapatas de freno, además de producir pérdida de energía cinética, todo esto lleva a un mayor consumo de combustible.

Una forma de mantener la distancia segura entre vehículos es la denominada regla de los tres segundos: Para usarla, hay que fijar la mirada en un punto, por ejemplo, un árbol. Tan pronto el vehículo que circula delante pase el árbol, se debe comenzar a contar: 1001, 1002, 1003. Si el vehículo pasa el árbol antes de haber contado 1003 significa que la distancia de seguridad entre vehículos es muy corta. En la figura 1.6 se muestra el ejemplo de utilización de la regla de los tres segundos.

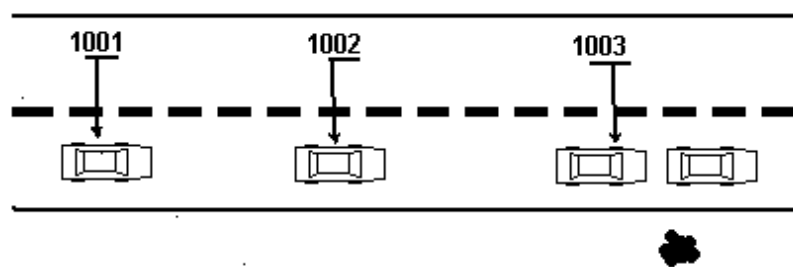


Figura 1.6 Regla de los tres segundos.

Según el artículo tomado de la página www.fortunecity.es:

Si existen condiciones adversas en el clima se debe aumentar el lapso de tiempo que se está contando. Desde el

momento en el que el vehículo empieza a frenar recorrerá alrededor de 15 metros si va a 50 km/h, 20 metros si va a 70 km/h y 25 metros si va a 90 km/h⁴.

Tal como se muestra en la figura 1.7 el vehículo color café posee un sensor, tipo laser que, constantemente se encuentra enviando información hacia la ECU sobre la distancia del auto que se encuentra delante del mismo.



Figura 1.7 Vehículo con sistema ACC.

1.1.3.- COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA.

Si no se detecta ningún obstáculo, el coche acelera hasta alcanzar la velocidad seleccionada como en un control de crucero convencional.

No existen obstáculos por delante: El Sistema ACC mantiene la velocidad prefijada, esta velocidad se puede controlar desde el panel de control. La figura 1.8 muestra el comportamiento del vehículo cuando no existe ningún obstáculo en la vía.

⁴ Velocidad Vs. Distancia de Recorrido:
<http://www.fortunecity.es/sopa/serpiente/165/cap3/ubicac.html#la%20distancia%20segura%20entre%20dos%20vehiculos>



Figura 1.8 Sistema ACC en libre operación.

En caso de encontrarse con otro vehículo en su trayectoria, el sistema ACC detecta su presencia y mantiene una distancia segura en función de la velocidad, actuando sobre el freno si es necesario. En la figura 1.9 se muestra como el sistema ACC frena el vehículo para mantenerlo a la distancia de seguridad prefijada.



Figura 1.9 Sistema ACC en funcionamiento.

Si el vehículo precedente desaparece de la trayectoria, el sistema ACC deja de actuar sobre los frenos y permite al conductor volver a acelerar el vehículo hasta volver a alcanzar la velocidad inicialmente seleccionada.

Como se puede observar en la figura 1.10 el cambio de carril del automóvil rojo permite al Sistema ACC actuar, liberando los frenos, permitiendo al auto y al conductor acelerar y recuperar la velocidad de conducción

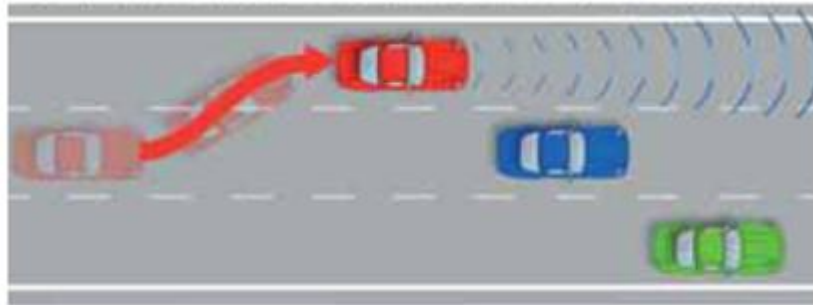


Figura 1.10 Sistema ACC acelerando el vehículo.

Ha de quedar claro que el sistema ACC nunca sustituye al conductor, siendo precisa la intervención de éste cuando sea necesario.

El funcionamiento del sistema ACC puede ser desconectado bien por el conductor o bien automáticamente.

Las siguientes acciones desactivarán el funcionamiento del sistema ACC:

- Cuando el pedal de freno sea pisado.
- Pulsando el botón 'Off' del panel de instrumentos.
- Cuando el vehículo circule a baja velocidad.

Tanto los modos de funcionamiento como la detección de vehículos por delante, se avisan al conductor mediante señales acústicas y visuales en el panel de instrumentos.

1.2.- COMPONENTES DEL SISTEMA DE CONTROL DE VELOCIDAD EN MARCHA.

El sistema ACC consta de una serie de componentes y sistemas que se encuentran comunicados entre sí, estos son: el módulo ACC, el sensor medidor de distancia, módulo de control del motor

- El módulo ACC es un instrumento que procesa la información procedente del radar, el cual está constantemente verificando la presencia de obstáculos en el camino. La figura 1.11 muestra la conexión que se debe realizar al conectar el sensor con su respectivo módulo.

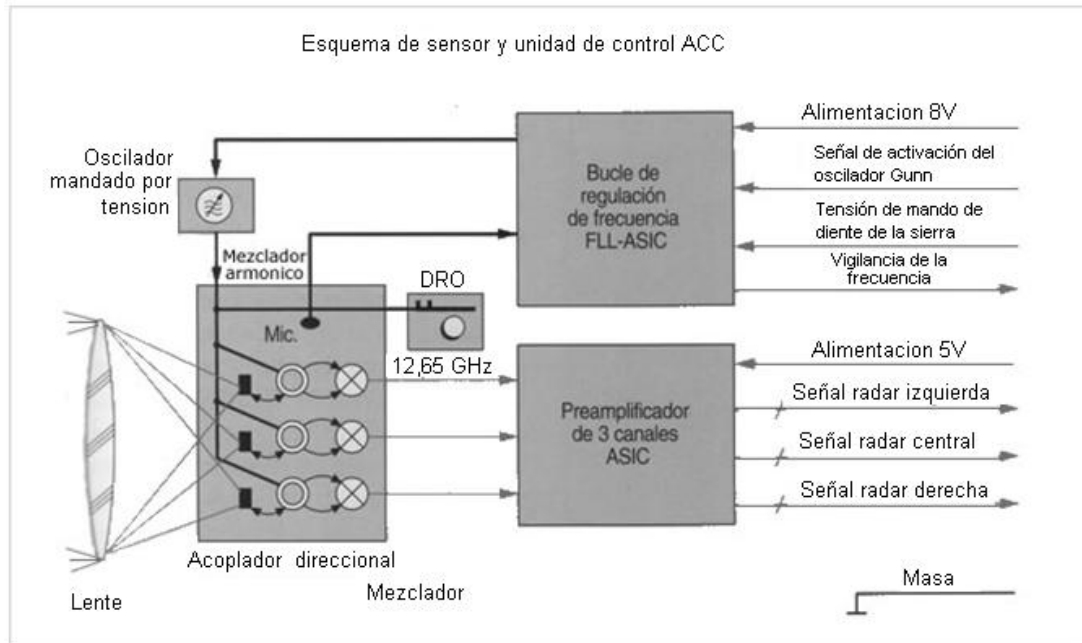


Figura 1.11 Esquema sensor-módulo ACC.

La información que el radar entrega es utilizada por los demás módulos para mantener la distancia de seguridad actuando sobre el motor o directamente en el sistema de frenos con el fin de mantener esta distancia.

- El sensor medidor de distancia es otro de los componentes del sistema ACC encargado de verificar los obstáculos en el camino y pueden existir de tres tipos: radar, ultrasónicos y láser.

Los sensores tipo radar detectan la distancia mediante la utilización de ondas de radio proyectadas sobre el objeto que se quiere censar, como

muestra la figura 1.12, esta medida se la realiza en función del tiempo que tarda en ir y volver la señal de radio.



Figura 1.12 Sensor tipo radar⁵.

Su funcionamiento se basa en el uso de una antena que genera pulsos electromagnéticos de duración t (milisegundos) y longitud de onda λ (centímetros). En la figura 1.13 se observa la generación de ondas producida por un sensor radar (antena).

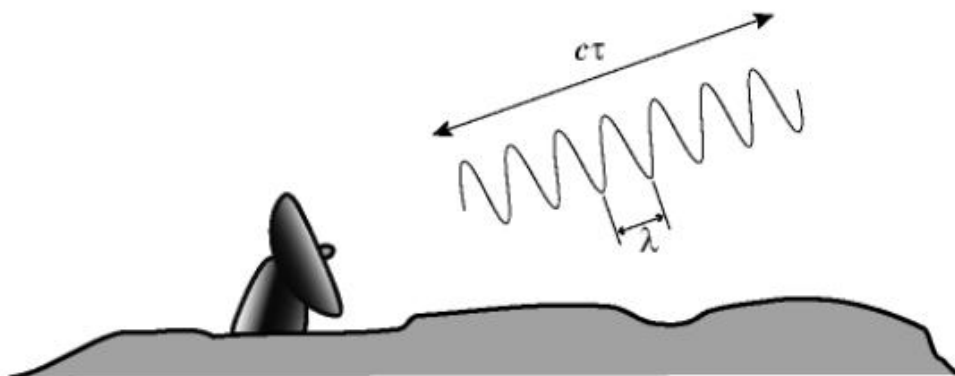


Figura 1.13 Generación de ondas electromagnéticas por radar.

El haz de onda electromagnética sigue abriendo el rango de medición como en un abanico, así se obtienen las mediciones.

⁵ Sensor radar Audi: <http://mecanicavirtual.org/sensores1-ultrasonidos.htm>

Cuando un objeto es alcanzado por la onda electromagnética, este hace rebotar una fracción de vuelta hacia el receptor del radar. La distancia al blanco es medida en función del tiempo que tarda en ir, chocar y volver la onda desde el emisor hasta el receptor del radar.

La figura 1.14 muestra el recorrido que hace la onda electromagnética para dar los datos de objeto y distancia.

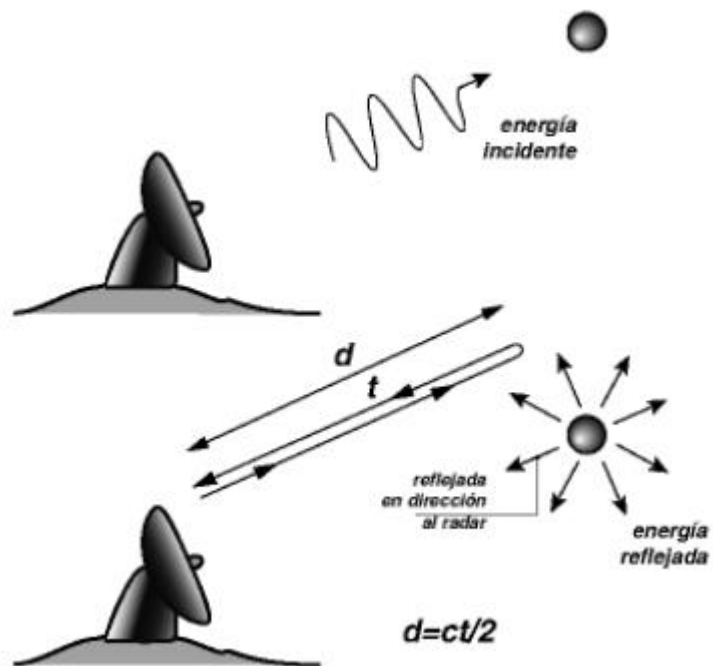


Figura 1.14 Esquema de la energía captada por un objeto cualquiera.

Este tipo de sensor es muy utilizado en los sistemas de asistencia a la conducción ACC (Assistant Cruise Control). La figura 1.15 muestra el esquema básico del sistema ACC.

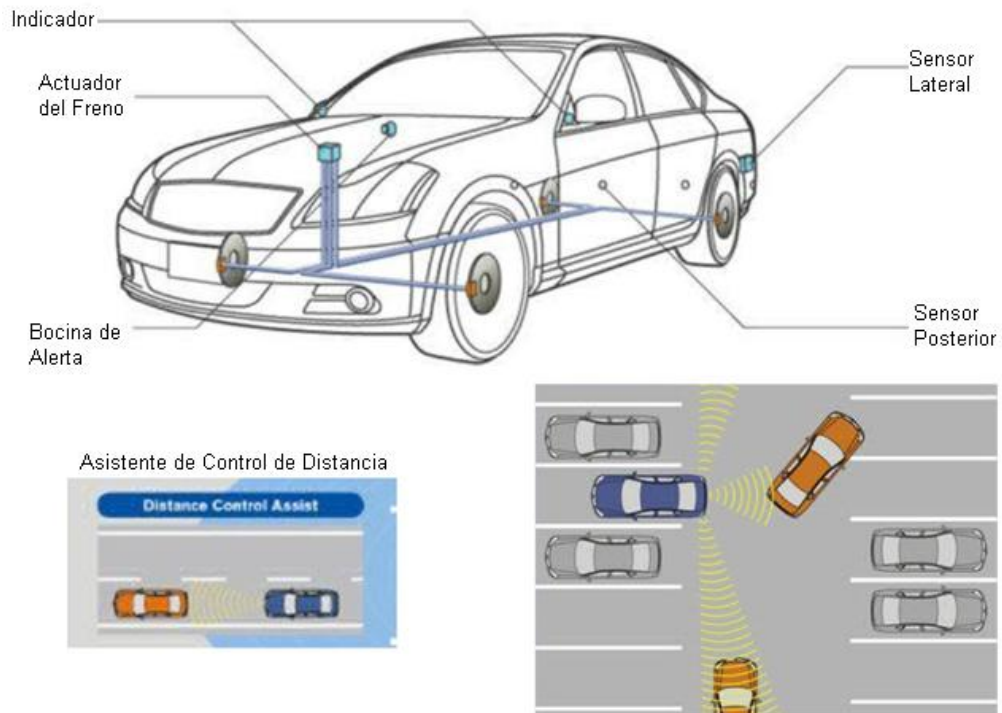


Figura 1.15 Sistema ACC por radar⁶.

El sensor ultrasónico emite señales del tipo sonido con una frecuencia mayor, inaudibles para el oído humano, empiezan a 16 Hz con un límite de 20 KHz. La figura 1.16 muestra los sensores ultrasónicos utilizados en este sistema.



Figura 1.16 Sensores ultrasónicos.

⁶ <http://www.hitcarsearch.co.uk/news/>

En la figura 1.17 se puede observar el principio de funcionamiento de los sensores que utilizan el sonido como base fundamental de funcionamiento.

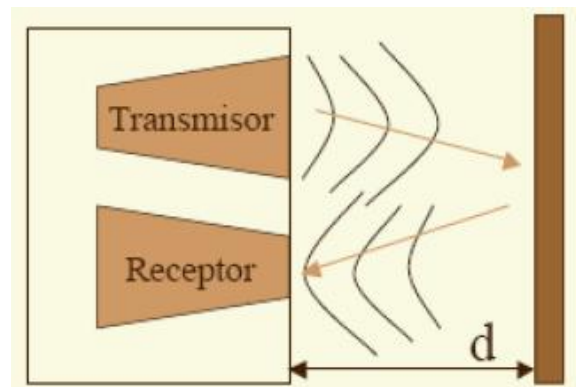


Figura 1.17 Esquema sensor ultrasonido.

Los sensores de ultrasonido basan su funcionamiento en la emisión de un pulso de ultrasonido cuyo lóbulo principal o campo de acción es en forma cónica. Este al igual que un radar mide el tiempo que transcurre en generar la onda de ultrasonido y ser nuevamente recibida por el receptor del sensor. La distancia se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$d = \frac{1}{2} V \cdot t$$

Ecuación 1.1

Donde: V es la velocidad del sonido en el aire y t el tiempo entre la emisión y la recepción del pulso.

Por último, el sensor láser funciona a través de un pulso eléctrico corto que impulsa a un diodo láser semiconductor para que emita un pulso de luz. Esta es colimada⁷ a través de una lente que produce un rayo láser

⁷ Colimada: Se denomina luz colimada a la luz cuyos rayos son paralelos entre sí, lo que se puede lograr de diferentes formas, siendo la más sencilla hacerla incidir en un espejo cóncavo desde una fuente situada en el foco. Se suele decir que la luz colimada está enfocada en el infinito. es.wikipedia.org/wiki/Colimado

muy angosto. El rayo láser rebota fuera del objetivo, dispersando parte de su luz a través de las lentes receptoras del sensor a un fotodiodo, que crea un pulso eléctrico. El intervalo de tiempo entre los dos pulsos eléctricos (transmisión y recepción del haz) se utiliza para calcular la distancia al objetivo, utilizando la velocidad de la luz como constante. En la figura 1.18 se muestra el funcionamiento básico del sensor laser.

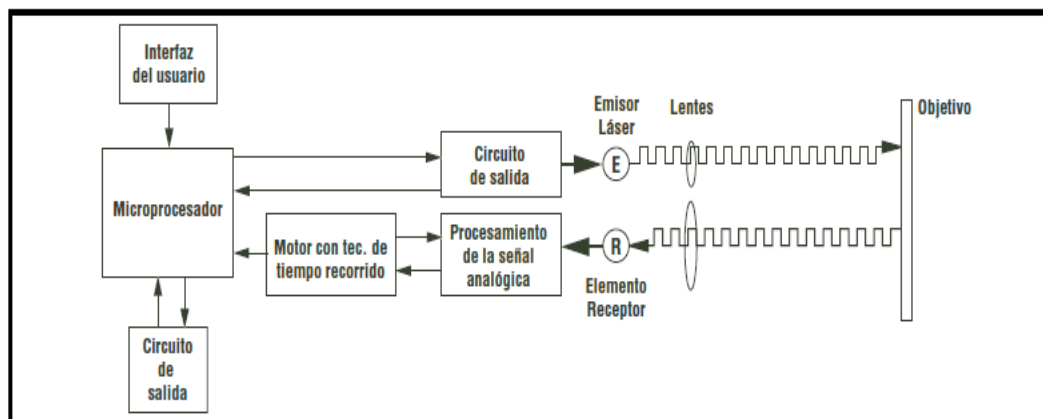


Figura 1.18 Funcionamiento del sensor láser.

El microprocesador del sensor evalúa múltiples pulsos y calcula el valor de posición apropiado. La salida discreta (seleccionable) se activa siempre que el objetivo se ubique entre los límites discretos de ventana programados por el usuario. Los límites de ventana para ambas salidas discretas pueden ser los mismos o programarse en forma independiente.

La tabla 1.4 muestra las ventajas y desventajas del uso del sensor ultrasónico en comparación con otros tipos de sensores encargados de medir distancias.

Tabla 1.4 Ventajas y desventajas entre los tipos de sensores.

Sensores	Ventajas	Desventajas
Sensor Radar	<p>Producen su propia fuente ondas electromagnéticas para censar el objeto.</p> <p>La onda electromagnética puede realizar mediciones bajo cualquier condición climática.</p> <p>El campo de visión es más amplio.</p> <p>La medición se realiza sobre cualquier superficie.</p>	<p>El acceso a este tipo de sensor es limitada.</p> <p>Su instalación es medianamente complicada como su mantenimiento.</p>
Sensor Ultrasonico	<p>La medición es continua y puntual.</p> <p>No posee partes móviles, el mantenimiento es escaso.</p> <p>Existe un mayor rango de medición.</p> <p>Es utilizado para la medición de distancias medianas.</p>	<p>Su disponibilidad es mediana.</p> <p>Al estar expuesto al clima su carcasa puede verse afectada.</p> <p>La medición de los datos puede verse afectada por el movimiento del auto.</p> <p>La utilización para distancias largas está descartada.</p>
Sensor Láser.	<p>Se utiliza para mediciones de distancias largas.</p> <p>La detección de distancia en</p>	<p>El rango de medición es en forma lineal.</p> <p>Su funcionamiento</p>

	objetos en movimiento se hace dificultoso.	mejora notablemente mientras el sensor se mantiene inmóvil.
--	--	---

- El módulo de control del motor recibe la información proveniente desde el módulo ACC y desde el panel de instrumentos cuando el conductor activa el sistema, utilizando esta información se controla la velocidad del vehículo actuando sobre el control del acelerador y el sistema de frenos.

- El módulo de control de frenos permite que el vehículo cumpla con las exigencias de velocidad ya sea para frenar el automóvil y mantener la distancia de seguridad o permitir que el vehículo pueda cumplir una aceleración cuando está en condiciones de aumentar la velocidad.

La figura 1.19 muestra el módulo utilizado para controlar las diferentes condiciones que debe presentar el motor y el sistema de frenos para cumplir con las condiciones que el conductor haya establecido. Este módulo se encuentra normalmente debajo del tablero aunque en otros modelos de automóviles este pueda estar expuesto en al igual que el motor del vehículo.



Figura 1.19 Módulo ACC⁸.

- El panel de instrumentos muestra información al conductor sobre el estado en el que se encuentra el sistema ACC. La figura 1.20 muestra el esquema y la disposición de los botones principales que gobiernan el sistema.

Todos los vehículos poseen el centro de mando en el volante, sin embargo, algunos vehículos poseen ciertos botones en el panel frontal del coche.



Figura 1.20 Panel de control en el volante.

⁸ Fotografía de la siguiente dirección:
<http://www.bimmerfest.com/forums/showthread.php?t=125876>

1.3.- DESCRIPCIÓN Y OPERACIÓN DE SENSORES DE SEGURIDAD.

El uso de sensores de seguridad da al conductor de un vehículo la tranquilidad de un viaje seguro y confortable, mediante estos se puede conocer el comportamiento del automóvil en cualquier instante dándole seguridad.

La figura 1.21 muestra los sensores principales, detallando su categoría, estos sensores ponen en funcionamiento el vehículo. En otras palabras el funcionamiento en conjunto de todos estos sensores hace que el auto pueda brindar el servicio para el que está diseñado, el transporte de pasajeros.

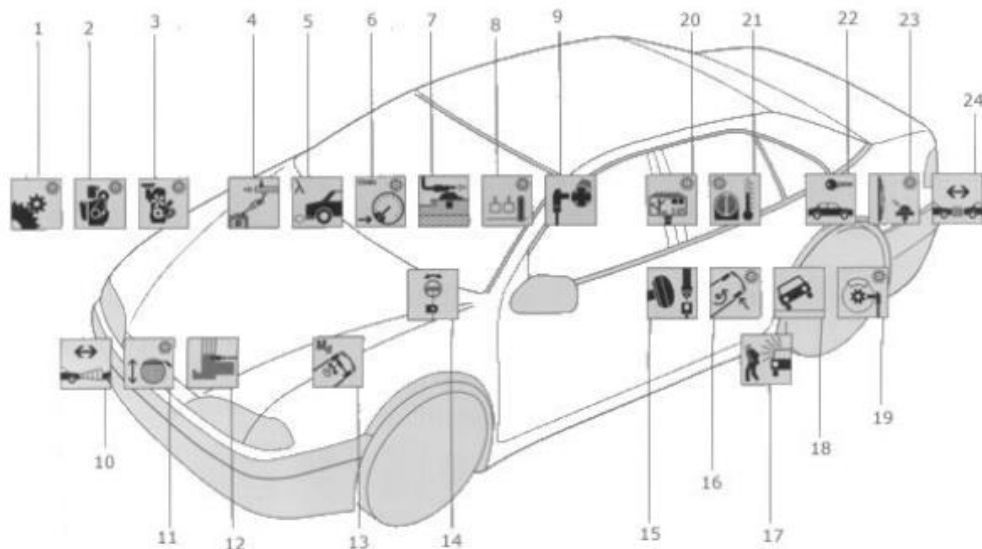


Figura 1.21 Sensores presentes en un vehículo inteligente.

1.3.1.- SENSORES EN EL AUTOMÓVIL.

A continuación se enlistan los sensores de motor y transmisión instalados en vehículos de alta gama.

1. Sensor de presión (Mando de cambio Motronic).
2. Sensor de presión de sobrealimentación (Regulación electrónica diesel, Motronic).
3. Sensor de masa de Aire (Motronic).
4. Sensor de picado (Motronic).
5. Sensor de presión ambiente (Motronic).
6. Sensor de alta presión (Inyección directa de gasolina Common Rail).
7. Sonda lambda.
8. Sensor de velocidad de rotación (Mando de cambio Motronic).
9. Sensor de presión del depósito (Diagnóstico de a bordo).
10. Transmisor de posición del pedal (Acelerador electrónico, Freno electrohidráulico).
11. Sensor de posición del ángulo de levas (Motronic).

Existen sensores de seguridad que previenen o minimizan los accidentes provocados por una conducta inapropiada al conducir, estos son:

12. Radar telemétrico (ACC, Prevención de colisión).
13. Sensor de inclinación (Regulación de los faros).
14. Sensor de alta presión.
15. Sensor de par (Servodirección).
16. Sensor de ángulo de volante de dirección.
17. Sensor de aceleración.
18. Sensor de ocupación de asiento.
19. Sensor de magnitud de giro o viraje.
20. Sensor de aceleración transversal.
21. Sensor de inclinación.
22. Sensor de vuelco.
23. Sensor de velocidad de giro de ruedas (ABS).

Los sensores de seguridad son una parte muy importante en la electrónica de los automóviles modernos, aquí una breve explicación de su funcionamiento:

a.- Radar telemétrico (ACC, Prevención de colisión).

Funciona mediante señales procedentes de un radar colocado en el frente del automóvil, como muestra la figura 1.15, el cual esta censando constantemente la presencia de obstáculos que puedan evitar la trayectoria del vehículo.

b.- Sensor de inclinación (Regulación de los faros).

Este sensor se encuentra normalmente abierto pero cuando existe una inclinación de 30 grados o más se cierra y emite la señal de que existe un desnivel.

c.- Sensor de alta presión (ESP).

Las presiones se miden directamente, por deformación de una membrana o por un sensor de fuerza. La figura 1.22 muestra los distintos tipos de sensores que son medidores de alta presión:

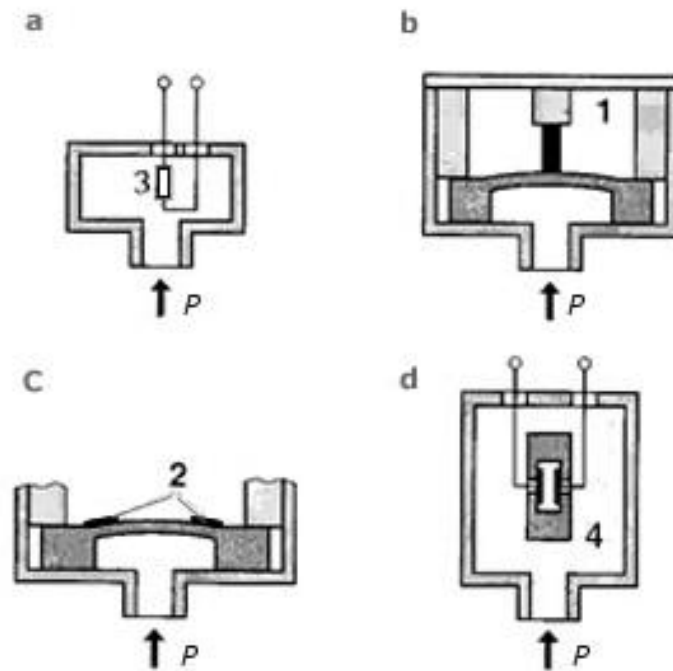


Fig.1.22 Sensores de alta presión.

Donde:

- a. Medición directa, por resistencia dependiente de la presión (3).
- b. Medición por sensor de fuerza (1).
- c. Medición por deformación de una membrana/calibres extensiométricos (2).
- d. Medición capacitiva, por deformación de una cápsula de membrana (4).

En la figura 1.22 se indican algunos ejemplos de sensores, estos pueden medir presiones que varían entre 1 Bar, 14.50 PSI o 0.9869 Atm hasta 1800 Bar (Presión en bombas diesel-Common Rail).

La siguiente es una lista de actuadores con sus valores de presión en Bar, PSI y Atm de trabajo:

- Presión de admisión o de sobrealimentación (1...5 bares, 14,5038... 72,5189 PSI, 0,986923... 4,93462 Atm), inyección de gasolina.
- Presión de frenado (10 bares, 145,038 PSI, 9,86923 Atm), frenos electro neumáticos.
- Presión de resorte neumático (16 bares, 232,06 PSI, 15,7908 Atm), vehículos de suspensión neumática.
- Presión de neumáticos (5 bares, 72,5189 PSI, 4,93462 Atm), sistema de control o de regulación de la presión de inflado.
- Presión de alimentación hidráulica (aprox. 200 bares, 2900,75 PSI, 197,385 Atm), ABS, servodirección.
- Presión de amortiguadores (+200 bares, 2900,75 PSI, 197,385 Atm), sistemas de regulación de la suspensión.
- Presión del agente frigorífico (35 bares, 507,632 PSI, 34,5423 Atm), sistemas de aire acondicionado.
- Presión de modulación (35 bares, 507,632 PSI, 34,5423 Atm), cambios automáticos.
- Presión de frenado en el cilindro principal y en los cilindros de freno de rueda (200 bares, 2900,75 PSI, 197,385 Atm), compensación automática del momento de convulsión, freno de mando electrónico.
- Sobrepresión/depresión dentro del depósito de combustible (0,5 bares, 7,25189 PSI, 0,493462 Atm).
- Presión en la cámara de combustión (100 bares, 1450,38 PSI, 98,6923 Atm, dinámica), detección de fallos del encendido y de picado.
- Presión dentro de un elemento de bomba de inyección diesel (1000 bares, 14503,8 PSI, 986,923 Atm, dinámica), regulación electrónica diesel.
- Presión del combustible en sistemas "Common Rail" diesel (1800 bares, 26106,8 PSI, 1776,46 Atm).
- Presión del combustible en sistemas "Common Rail" gasolina (100 bares, 1450,38 PSI, 98,6923 Atm).

d.- Sensor de par.

El sensor de par presta su servicio al sistema de dirección eléctrica, el cual funciona mediante un motor eléctrico y un captador óptico (Sensor de Par), este mide la desviación que existe en la barra de torsión entre la parte superior y su parte inferior. La figura 1.23 muestra el esquema de conexión del sensor de par en conjunto con todo el sistema de dirección. Se puede observar el funcionamiento del sistema y las ventajas que podría prestar la utilización de un motor eléctrico asistiendo a la dirección.

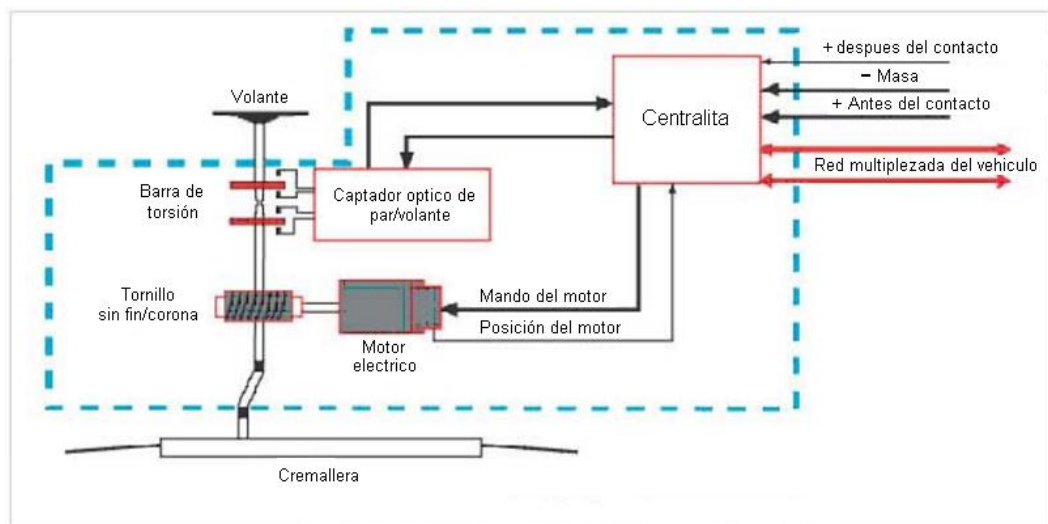


Figura 1.23 Esquema de dirección eléctrica de asistencia variable.

Este valor compara la fuerza que necesita el conductor para mover el volante y la asistencia que brinda el motor eléctrico. Obtenida esta información es enviada en conjunto con los datos procedentes de la memoria interna y hacia la ECU, una vez aquí la ECU utiliza esta información y la transforma en pulsos eléctricos, esta es la encargada de gobernar el motor eléctrico.

e.- Sensor de ángulo del volante de dirección.

Este sensor es el mismo que el sensor de par y, como muestra la figura 1.24, utiliza dos discos unidos entre sí mediante una barra de torsión que está debilitada en su centro, este debilitamiento es utilizado para que exista cierto grado de retorcimiento cuando existen fuerzas distintas en sus extremos.

Los discos utilizados tienen ciertas ventanas por las cuales pasa el haz de luz permitiendo saber la posición angular del volante, es decir, cuanto se ha girado el volante.

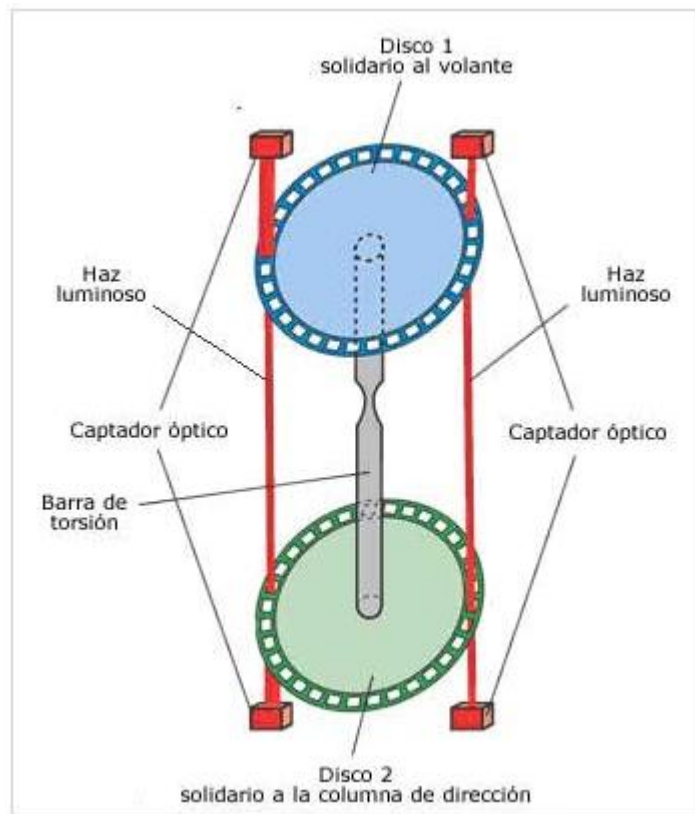


Figura 1.24 Captador de par y ángulo del volante.

Cuando no se aplica ninguna fuerza sobre el volante el haz de luz puede llegar en su totalidad desde el emisor hasta el captador, pero si existe

alguna variación de fuerza sobre el volante el haz refractado desde el emisor no puede llegar hasta el captador.

La figura 1.25 muestra el principio de funcionamiento del captador para la medida del par y el ángulo.

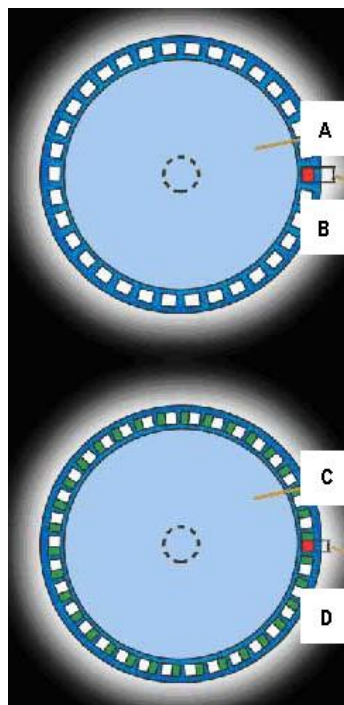


Figura 1.25. Funcionamiento del captador.

Así:

- A. Vista desde arriba del disco cuando no existe esfuerzo sobre el volante.
- B. Ventana coincidente con la ventana del segundo disco.
- C. Vista desde arriba de los discos cuando existe esfuerzo sobre el volante.
- D. Ventana coincidente solamente en parte con la del otro disco (La coincidencia se ve reducida cuando existe esfuerzo sobre el volante).

El sensor toma la cantidad de luz que pudo llegar y la transforma en señal eléctrica que puede ser trabajada por la ECU y de esta manera saber el par y el ángulo de giro del volante de la dirección.

f.- Sensor de aceleración transversal.

El sensor de aceleración transversal se encuentra ubicado lo más cerca posible del centro de gravedad del vehículo. El objetivo de este elemento es detectar las fuerzas laterales del vehículo y la intensidad de las mismas, siendo estas las que empujan al vehículo fuera de su trayectoria prevista. La figura 1.26 muestra la posición de este sensor en el vehículo.

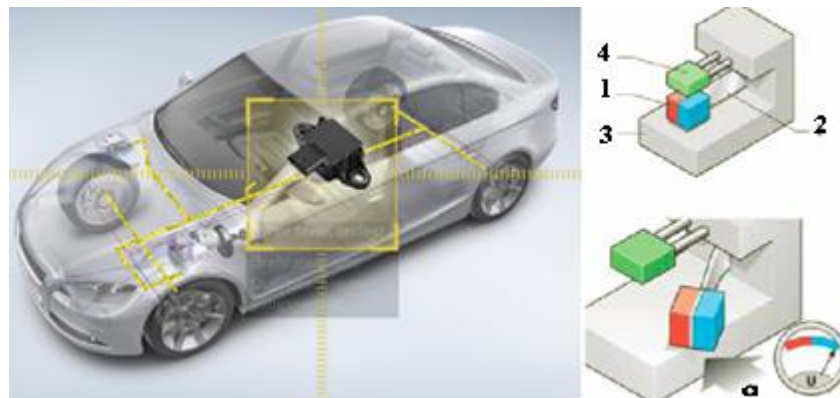


Figura 1.26. Sensor de aceleración transversal⁹.

Este sensor dispone de un imán permanente (1), un muelle (2), una placa de amortiguación (3) y un sensor Hall (4). La placa amortiguadora permite al imán un movimiento lateral, siendo oscilante debido al muelle.

El vehículo sufre una aceleración transversal y por la inercia del propio imán se desplaza y posteriormente según cesa la inercia vuelve a su posición. Este movimiento aleja el imán del sensor hall produciendo una tensión proporcional al desplazamiento.

⁹http://www.centrozaragoza.com:8080/web/sala_prensa/revista_tecnica/hemeroteca/articulos/R33_A6.pdf

g.- Sensor de vuelco.

El núcleo del sistema de sensores registra los movimientos de rotación del vehículo. Este sensor es tan pequeño que se puede integrar directamente en el módulo de control central del airbag y es omnidireccional, es decir: abre el contacto si está en posición vertical y lo cierra al volcarse o al inclinarse más de 60°. Se complementa con un sensor de aceleración que revisa si las señales del sensor de relación de giro son razonables o no.

h.- Sensor de velocidad de giro de las ruedas (ABS).

Llamado también sistema anti bloqueo, está diseñado para ayudar al conductor a mantener el control de su vehículo durante un frenado brusco, especialmente cuando se conduce bajo climas adversos o con la superficie de conducción resbaladiza.

Los componentes del sistema ABS típico son los siguientes:

1. Un sensor para cada rueda.
2. Unidad de control electrónico (U.C.E.).
3. Unidad de control hidráulico.

El funcionamiento se divide en tres fases para lograr el objetivo.

Primero la fase de frenado normal donde el cilindro maestro actúa directamente sobre la pinza de frenado, produciendo una frenada convencional. Los sensores de velocidad ubicados para cada rueda informan a la UCE el descenso de velocidad. La figura 1.27 muestra el comportamiento del sistema en la primera fase.

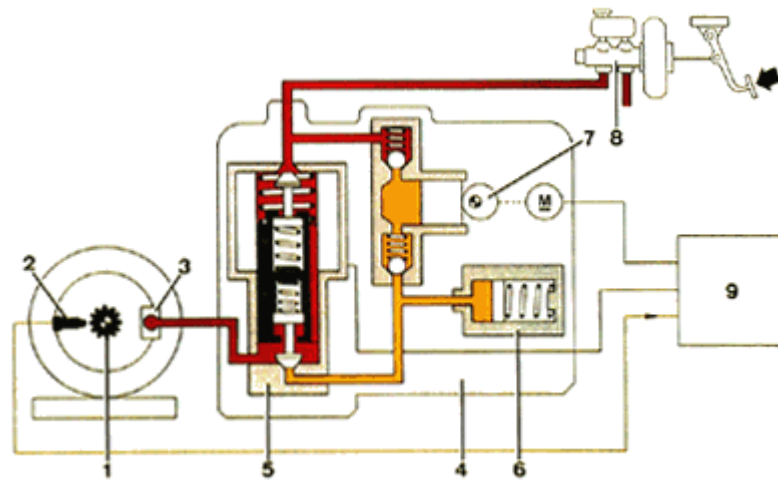


Figura 1.27 Primera fase de frenado.

Donde:

1. Corona dentada.
2. Captador de velocidad.
3. Pinza de freno.
4. Grupo hidráulico.
5. Electroválvula.
6. Acumulador.
7. Bomba de presión.
8. Cilindro maestro.
9. Unidad de control electrónico (UCE).

Segunda la fase de mantenimiento de la presión, aquí, los captadores de velocidad detectan cualquier posible bloqueo en las ruedas y envían esta información hacia la UCE y esta a su vez envía una señal a la electroválvula para cortar el suministro de líquido de frenos procedente del cilindro maestro, manteniendo la presión en la pinza de frenado si esta situación de bloqueo persiste se pasa a la última fase. La figura 1.28 muestra la segunda fase de frenado.

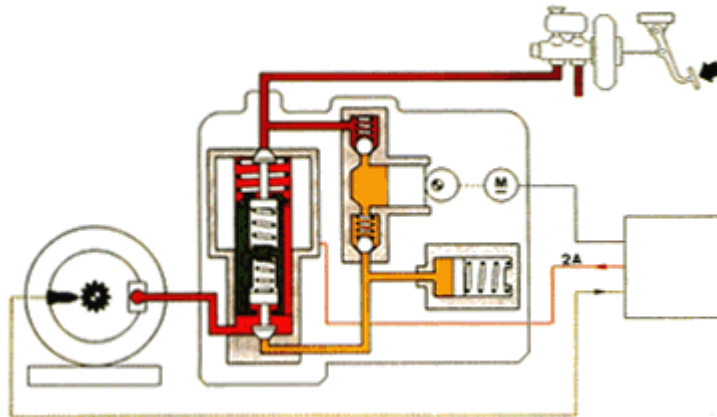


Figura 1.28 Fase de mantenimiento de la presión.

La tercera fase es de reducción de presión en donde la U.C.E permite el paso del líquido de frenos a la bomba de presión, la cual succiona líquido y lo envía al cilindro maestro, por lo que la presión en la pinza de freno se reduce y la rueda se acelera como indica la figura 1.29.

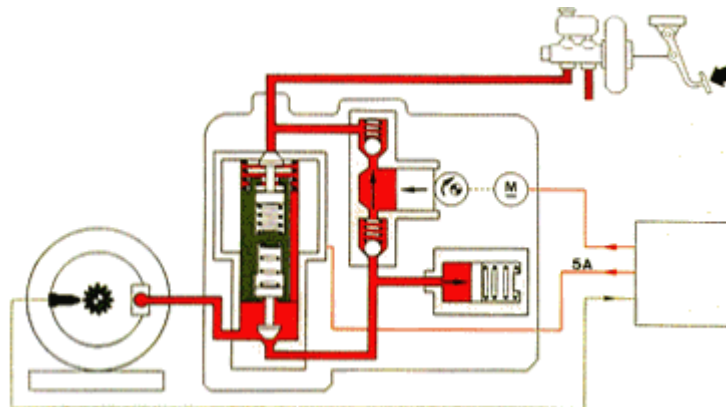


Figura 1.29 Fase de reducción de la presión.

El ciclo de regulación de frenada viene determinado por la consecución de las tres fases anteriormente señaladas, pasando de una fase a otra cuando el sistema lo requiere con el fin de disponer en todo momento de dirigibilidad en el vehículo. Este ciclo se repite de 4 a 10 veces por segundo dependiendo de las condiciones de la calzada. Una vez el vehículo a descendido su velocidad a 8 km/h el sistema abandona la regulación dejando actuar libremente a los frenos.

Los sensores de confort utilizados para brindar la mayor ergonomía y comodidad en la conducción al usuario del vehículo

1. Sensor de viraje (Navegación).
2. Sensor de calidad de aire (Regulación calefacción y climatización).
3. Sensor de presión (Cierre centralizado).
4. Sensor de lluvia.
5. Sensor telemétrico de ultrasonido (Vigilancia zona trasera, aparcamiento).

1.4.- ACCIDENTABILIDAD EN LAS VÍAS.

Según estudios realizados por el Servicio de Investigación de Accidentes de Tránsito (SIAT):

Entre los años 2000 y 2009 en todo el país el 90% de accidentes en la vía se da por fallas humanas, el 5% es por el mal estado en las vías y el resto por diferentes factores¹⁰.

La falla humana se entiende por el comportamiento inapropiado del conductor y en muchos casos del peatón. Así existen diferentes factores que pueden intervenir en ocasionar accidentes de tránsito, entre estas se puede mencionar:

Si los sentidos del conductor son pobres, su noción de riesgo es escasa y sus tiempos de reacción son extensos, por ende tendrá una errónea aptitud para evitar accidentes, así mismo un mal conductor es un sujeto proclive a participar en incidentes de tránsito con el vehículo que conduce, reglas similares se pueden aplicar a un mal peatón.

¹⁰ Artículo tomado de:
http://www.ecuadorinmediato.com/Noticias/news_user_view/el_telegrafo_guayaquil_el_9_0_de_accidentes_es_por_falla_humana--125089

La falla mecánica está dada por el desajuste de los sistemas de frenos, suspensión, dirección, neumáticos, etc. La concurrencia de cualquiera de estas será causa de un posible accidente.

Según datos tomados del departamento de estudios de accidentes de tránsito de la Policía Nacional:

Los accidentes registrados entre enero y noviembre del 2009 provocaron la muerte de 1.290 personas frente a 1.218 en el mismo período de 2008. Desde enero hasta noviembre del 2009 se contabilizaron 10.744 heridos (contra 9.240 de igual período del 2008), según un balance policial¹¹.

En los últimos 7 años la Policía reportó unos 80.000 accidentes de tránsito, una de las principales causas de mortalidad en Ecuador con unos 8.000 fallecidos en ese lapso.

¹¹ Fuente: Policía Nacional de Tránsito 2009

CAPÍTULO II

2.- DISEÑO MECÁNICO Y ELECTRÓNICO PARA EL CONTROL DE DISTANCIA DE SEGURIDAD DE VEHÍCULOS LIVIANOS.

El diseño de sistemas innovadores en la industria de la ingeniería automotriz ha avanzado mucho en los últimos años, grandes industrias constructoras de automóviles de alta gama viven una lucha constante por lograr que sus productos tengan tecnología que hagan que este sea atractivo para los compradores. El diseño y construcción del sistema depende en gran medida de los modelos de autos de cada constructor.

2.1.- GENERACIÓN Y SENSADO DE SEÑALES.

La generación de señales y el tratamiento de la información que estas brinden son un factor importante en la elaboración de cualquier sistema electrónico. Para la generación de estas señales será necesaria la utilización de ciertos medios con sus características independientes.

Cada generador de señal es independiente y tiene su utilización en diferentes ramas por ejemplo: la utilización de antenas en la telefonía, que pueden ser útiles para la generación de señales, que serán utilizadas por las televisiones y radios que se encuentran en cada hogar del mundo.

En nuestro caso se utiliza sensores de distancia con los cuales mediremos la distancia de vehículo a vehículo.

2.1.1.- MEDIOS ÓPTICOS.

Son aquellos que se basan en propiedades generalmente relacionadas con la reflexión de la luz. En la actualidad se están utilizando como elementos reconocedores de estas propiedades.

La luz como medio detector se emplea en muchos sectores de la técnica y de la vida cotidiana en sistemas de control y regulación. Para ello se evalúa una variación de la intensidad de luz en un segmento óptico (entre emisor y receptor) que es producida por un objeto a detectar. En función de las características de este objeto y de la estructura del segmento óptico se interrumpe el haz luminoso o se refleja, o bien, se dispersa el mismo. La figura 2.1 muestra el funcionamiento del sensor con su emisor y receptor de haz de luz.

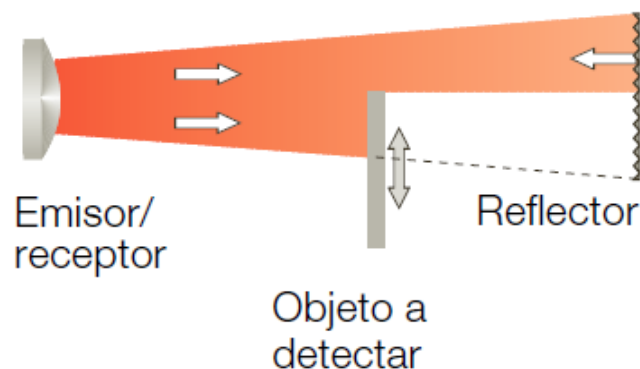


Figura 2.1 Funcionamiento de un sensor óptico.

Mayoritariamente se utilizan como emisores LEDs de luz infrarroja a impulsos controlados por reloj y como receptores se utilizan fototransistores. La señal de salida es en gran medida independiente de la iluminación ambiental, ya que la luz visible puede eliminarse fácilmente por filtración.

En operaciones de detección vitales se emplean preferiblemente detectores fotoeléctricos, o bien, barreras fotoeléctricas con LEDs de luz roja, porque el haz luminoso y el punto de detección pueden captarse visualmente y ajustarse con mayor facilidad.

2.1.2.- MEDIOS ULTRASÓNICOS.

Los sensores ultrasónicos se utilizan para averiguar las distancias a que se encuentran posibles obstáculos y para vigilar un espacio; están integrados en los parachoques de vehículos para facilitar entrada y salida de aparcamientos y las maniobras de estacionamiento. El gran ángulo de abertura que se obtiene con el empleo de varios sensores (cuatro en la parte trasera y de cuatro a seis en la parte delantera) permite determinar con ayuda de la "triangulación" la distancia y el ángulo en relación con un obstáculo. El alcance de detección de un sistema de tal clase cubre una distancia de aprox. 0,25 a 1,5 m.

La figura 2.2 muestra el ángulo y la onda de sonido que puede generar un solo sensor ultrasónico.

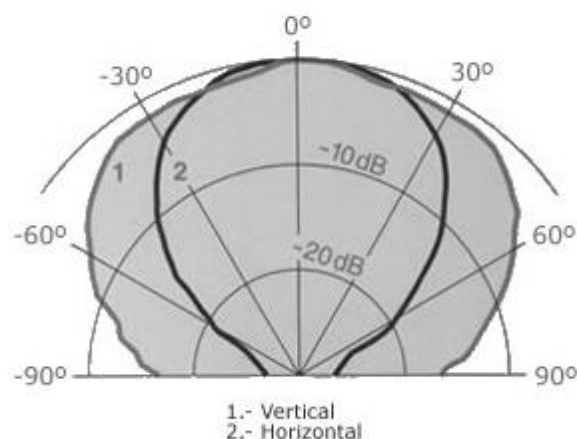


Figura 2.2 Radiación de un sensor ultrasónico.

Este tipo de sensor se compone de una caja de plástico con conexión por enchufe integrada, un convertidor de ultrasonidos (membrana de aluminio en cuyo lado interior hay pegada una pastilla piezoceramica) y una placa de circuitos impresos con electrónica de emisión y evaluación (figura 2.3).

Dos de las tres líneas eléctricas de conexión a la unidad de control sirven para la alimentación de tensión. Por la tercera línea, bidireccional, se conecta la función emisora y se transmite la señal de recepción evaluada de vuelta a la unidad de control (conexión de colector abierto de alto potencial de reposo).

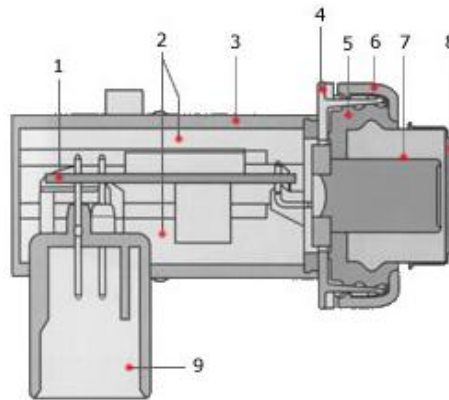


Figura 2.3. Sección de un sensor ultrasónico.

Donde:

1. Placa de circuitos impresos.
2. Masa de relleno.
3. Caja de plástico.
4. Soporte del sistema.
5. Anillos de desacoplamiento.
6. Manguito.
7. Convertidor de ultrasonidos.
8. Carcasa.
9. Conexión eléctrica (enchufe).

El sensor ultrasónico funciona según el principio "impulso-eco" en combinación con la "triangulación". Cuando recibe de la unidad de control un impulso digital de emisión, el circuito electrónico excita la membrana de aluminio mediante impulsos rectangulares dentro de la frecuencia de resonancia para generar vibraciones típicas de aprox. 300 μ s, emitiéndose entonces ondas ultrasónicas: la onda sonora reflejada por el obstáculo hace vibrar a su vez la membrana, que entretanto se había estabilizado (durante el período de extinción de aprox. 900 μ s no es posible ninguna recepción). La piezocerámica convierte estas vibraciones en una señal eléctrica analógica, que la electrónica del sensor amplifica y transforma en una señal digital, como indica la figura 2.4. El sensor tiene prioridad frente a la unidad de control y, al detectar una señal de eco, conmuta la conexión de la señal a "bajo potencial" (<0,5 V). Si se encuentra una señal de eco en la línea, no se puede procesar la señal de emisión. Cuando la tensión se vuelve inferior al umbral de conmutación de 1,5 V en la línea de señales, la unidad de control incita al sensor a que realice la emisión.

A fin de poder cubrir una zona lo más extensa posible, el ángulo de detección es grande en el plano horizontal. En el plano vertical, por el contrario, es necesario que el ángulo sea pequeño, para evitar reflexiones perturbadoras procedentes del suelo.

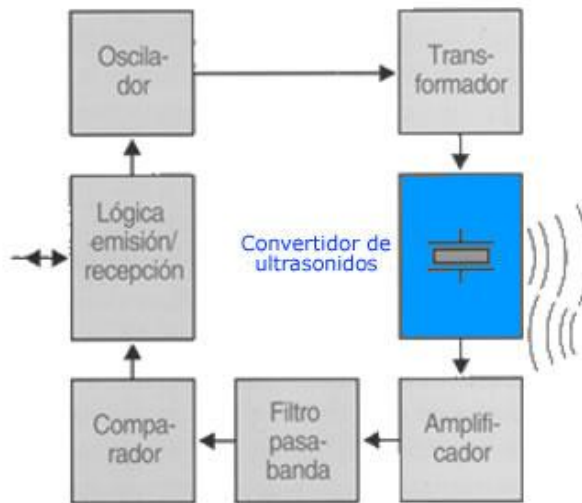


Figura 2.4 Conjunto sensor ultrasónico.

La distancia "a" que hay hasta el primer obstáculo más cercano se calcula a partir del tiempo de propagación del primer impulso de eco llegado y de la velocidad del sonido. En la figura 2.5 se puede ver las aéreas de trabajo cuando el sensor ultrasónico está en funcionamiento.

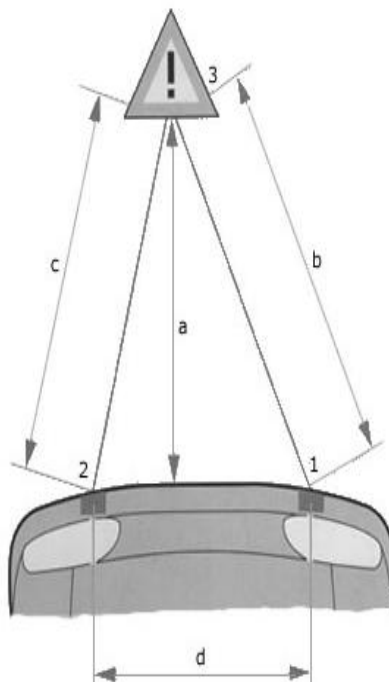


Figura 2.5 Triangulación de distancia.

La siguiente es la fórmula matemática utilizada por el sensor de ultrasonido para calcular la distancia desde el origen de la señal (sensor) hasta cualquier obstáculo ubicado a una distancia "a".

$$a = \sqrt{c^2 - \frac{(d^2 + c^2 - b^2)^2}{4d^2}}$$

Ecuación 2.1

Donde:

- a. Distancia parachoques/obstáculo.
- b. Distancia sensor 1/obstáculo.
- c. Distancia sensor 2/obstáculo.
- d. Distancia sensor 1/sensor 2.

- 1. Sensor emisor y receptor.
- 2. Sensor receptor.
- 3. Obstáculo.

En la actualidad se utilizan sensores de 19mm de diámetro para la implementación de sistemas de aparcamiento en los vehículos. Los sensores de tercera generación utilizan la más avanzada tecnología de sensibilidad asimétrica. El micro sensor tiene una capacidad de detección muy amplia, abarcando un ángulo de 160° horizontalmente y 60° verticalmente. Esta avanzada tecnología aumenta la capacidad de detección en un 100% comparado con otros sistemas convencionales.

El minúsculo tamaño de los sensores, permite la instalación en todos los coches, ya que pueden ser pintados con spray para conservar la imagen original del vehículo.

Este dispositivo consta, de dos o cuatro sensores de ultrasonidos, a elección del cliente, que son instalados en el parachoques trasero. El sistema únicamente se activará cuando este activada la marcha atrás, indicado por un suave sonido.

La frecuencia del tono indicara al conductor de la cercanía de algún objeto, y la distancia hasta el vehículo tal como se observa en la figura 2.6.

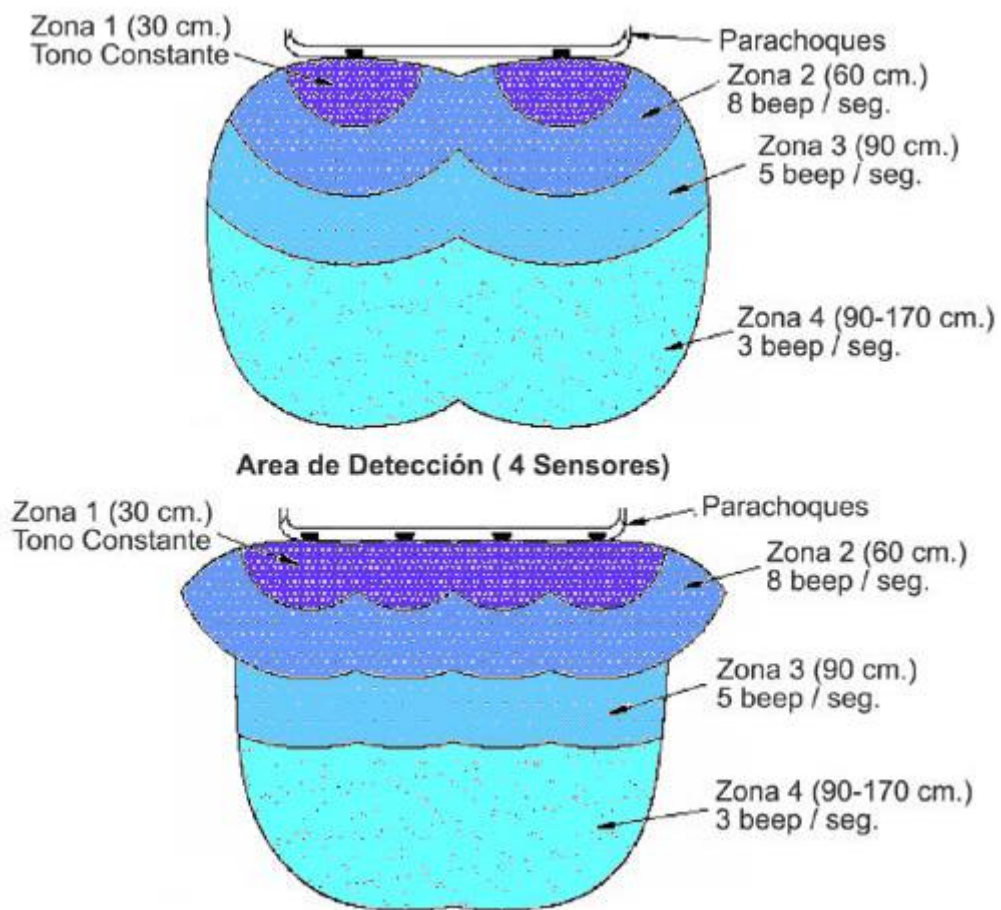


Figura 2.6 Área de medición del sensor ultrasónico.

2.3.- AMPLIFICACIÓN Y POTENCIA DE SEÑAL.

Las señales procedentes de los sensores ultrasónicos son generalmente de baja potencia y están afectadas de ruido procedente de diversas fuentes: la electrónica del sistema, interferencias electromagnéticas, red eléctrica, etc.

Esto hace necesario un acondicionamiento previo de las mismas antes de poder extraer información. Básicamente en la mayoría de los casos, el acondicionamiento hardware consiste en la amplificación con el fin de aumentar el nivel de la señal, y el filtrado para disminuir el ruido presente en la misma y limitar el ancho de banda de la señal (antialiasing¹²), aunque también se pueden realizar otras operaciones como la extracción de la envolvente.

La mayoría de estas operaciones se pueden realizar también por software sobre la señal muestreada y digitalizada. La digitalización de las señales continuas se realiza mediante los convertidores Analógico-Digital (A/D). El proceso inverso, es decir, la conversión de una señal digital a una señal continua se realiza con los convertidores Digital-Analógico (D/A). La digitalización de una señal analógica consiste en la toma periódica de muestras de la misma mediante un circuito de muestreo y retención (SH), y la transformación de dichas muestras en un valor binario mediante un convertidor A/D. El intervalo de tiempo entre dos muestras consecutivas es el periodo de muestreo, y su inversa la frecuencia de muestreo. Cuanto mayor sean la frecuencia de muestreo y el número de bits del convertidor A/D, más se parecerá la señal discreta a la señal continua original.

¹²Antialiasing: consiste en la eliminación de la información de frecuencia demasiado elevada para poder ser representada.

El procesamiento hardware de señales analógicas tiene la ventaja de realizarse en tiempo real, ya que se utilizan circuitos electrónicos analógicos basados en amplificadores operacionales. Sin embargo, el procesado digital de señales discretas es mucho más versátil, permitiendo realizar operaciones muy complejas sobre las señales, que requerirían de equipos analógicos muy sofisticados. Además, los computadores modernos dotados de potentes procesadores, y más aun los procesadores digitales de señales (DSP) permiten hoy en día el tratamiento digital a elevadas velocidades de las señales discretas, prácticamente en tiempo real.

2.4.- TRANSMISIÓN Y RECEPCIÓN DE SEÑALES.

La transmisión y recepción de señales se refiere a los pulsos eléctricos, ondas sonoras u ópticas emitidas por un sensor o actuador que son enviadas hacia un modulo de trabajo en donde serán tratadas y transformadas en un cierto código que pueda ser leído por un actuador para realizar trabajo físico mecánico o por una PC para poder tratar estas señales y puedan ser modificadas o leídas de forma física y entendible por el usuario.

Para la transmisión de señales producidas por un determinado sensor, la señal necesita ser adaptada al medio de transmisión (codificación de la señal¹³). De este proceso se encargan los microcontroladores, los cuales reciben las señales y las transforman en señales de voltaje que pueden ser leídas por los actuadores, en este caso los servomotores encargados de acelerar y frenar el automóvil según sea necesario.

¹³ Codificación: es la transformación de la información de cierto alfabeto fuente a otro alfabeto destino.

2.5.- MONITOREO Y MEDIOS DE PROCESAMIENTO DE SEÑAL.

Esta es un área de la Ingeniería Electrónica que se concentra en la representación, transformación y manipulación de señales, y de la información que ellas contienen. El primer tipo de procesamiento electrónico que se desarrolló y se aplicó extensivamente fue el procesamiento análogo, el cual se lleva a cabo mediante circuitos compuestos por resistores, capacitores, inductores, amplificadores operacionales, etc.

2.5.1.- PROCESAMIENTO DE SEÑALES EN TIEMPO DISCRETO.

Conocido con el nombre de Discrete-Time Signal Processing, se refiere al procesamiento de señales discretas en el tiempo o en el espacio. Esto implica que sólo se conoce el valor de la señal en instantes o en puntos específicos. Sin embargo, la amplitud de la señal es continua, es decir, puede tomar infinitos valores diferentes.

2.5.2.- PROCESAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES.

Conocido por su nombre en inglés: Digital Signal Processing (DSP), añade a la característica anterior la de manejar la amplitud en forma discreta, la cual es una condición necesaria para que la señal pueda ser procesada en un computador digital. La amplitud de la señal sólo puede tener un número finito de valores diferentes.

En nuestro caso todo el procesamiento digital de las señales es realizado por los microcontroladores utilizados. La siguiente tabla indica el tipo de señales que generan los dos sensores utilizados en el proyecto tanto el

sensor de distancia como el sensor (TPS) encargado de controlar la posición del pedal del acelerador.

Las señales a procesarse son:

Tabla 2.1 Tipo y rango de señales generadas por los sensores.

Elemento	Tipo	Rango
Sensor de Ultrasonido	Analógica	0-2.5v
Sensor TPS	Analógica	0-2.5v

Es necesario el procesamiento digital debido a que los sensores emiten señales analógicas, como se indico en la tabla 2.1, y todo el proceso dentro de los microcontroladores es digital.

2.5.3.- COMPARACIÓN ENTRE DSP Y ASP.

El Procesamiento Análogo de Señales (ASP) es generalmente más simple que el procesamiento digital, el cual requiere típicamente de un filtro análogo antialiasing, un conversor A/D, un procesador DSP, un conversor D/A y un filtro análogo para suavizar la salida. Sin embargo, el procesamiento análogo es incapaz de realizar muchas funciones que el procesamiento digital sí puede realizar:

Algunas de las ventajas del procesamiento digital con respecto al análogo son:

- El envejecimiento de los componentes y las derivas térmicas no afectan al resultado del proceso.
- Todos los dispositivos fabricados se comportan en forma idéntica, ya que la tolerancia de los componentes no influye en el procesamiento.

- Se puede reconfigurar un dispositivo modificando los valores de algunos coeficientes; no es necesario ajustar potenciómetros, o reemplazar componentes.
- El procesamiento análogo de señales de muy baja frecuencia se dificulta debido al requerimiento de capacitores de gran capacidad y muy baja corriente de fuga. En el caso del procesamiento digital no existen limitaciones; se pueden procesar señales con períodos de horas (tales como las mareas) e incluso de años (manchas solares).
- El procesamiento digital es capaz de realizar tareas muy complejas, como:
 1. Verificación de la calidad del suministro eléctrico: detección de transientes¹⁴, medición de valor efectivo, potencia, factor de potencia, contenido armónico.
 2. Radar: medición de la distancia y de la velocidad de los contactos. Compresión del pulso, lo que permite incrementar la longitud de los pulsos para aumentar el alcance, manteniendo la resolución en distancia.
 3. Análisis de vibraciones, en máquinas pueden detectar tempranamente el desgaste de rodamientos o engranajes, comparando el análisis espectral de las vibraciones con un espectro de referencia obtenido cuando la máquina no tiene defectos.
 4. Voz: compresión de la información, identificación de personas, y reconocimiento de voz.
 5. Industria automotriz: control de la inyección y del encendido del motor para maximizar el rendimiento y minimizar las emisiones; control de la transmisión automática para maximizar la economía de combustible o la aceleración del vehículo; control del flujo de energía en los vehículos híbridos.

¹⁴ Transiente: es una señal o forma de onda que empieza en una amplitud cero.

Es por eso que para la implementación del sistema de control de distancia de seguridad se utilizaron microcontroladores capaces de transformar las señales analógicas en señales digitales automáticamente.

Por todas las ventajas que ofrece el tratamiento de este tipo de señales esta vía es la más factible para el estudio de las señales que producirán los sensores de distancia.

2.6.- PROTECCIÓN DE SISTEMAS ANTE RUIDOS ELÉCTRICOS.

La siguiente sección trata sobre las alternativas que se pueden utilizar para poder extraer la señal limpia que generan los sensores de ultrasonido, evitando, cualquier sonido que se pueda filtrar hacia el sistema ya sea por vibraciones provenientes del mismo auto o los sonidos que se producen normalmente en el medio ambiente.

2.6.1.- FILTROS ELECTRÓNICOS.

Los filtros son sistemas físicos que al ser aplicados a una señal, atenúan ciertas bandas de frecuencia de la misma, y permiten el paso del resto sin atenuar.

- a.- Filtro pasivo: Es el constituido únicamente por componentes pasivos como condensadores, bobinas y resistencias.

Estos filtros fueron aplicados para eliminar el ruido creado por el funcionamiento mismo del vehículo y elementos que por su composición interfieren con las señales que van a ser procesadas.

b.- Filtro digital: Un chip o microprocesador se encarga del cálculo de la señal de salida en función de parámetros programados en el interior de la electrónica del micro controlador.

Este filtro es utilizado en la programación del sistema para que la captación de las señales enviadas por el sensor de distancia sean las mas exactas posibles logrando la mayor efectividad en el sistema.

2.7.- DISEÑO ELECTRÓNICO DEL SISTEMA DE CONTROL DE DISTANCIA DE SEGURIDAD.

En esta sección se tratara sobre los elementos utilizados en el diseño y construcción de la placa electrónica para el sistema de control de seguridad. Después se hablara sobre el funcionamiento que cumple cada elemento dentro del diseño del sistema.

2.7.1.- ELEMENTOS UTILIZADOS.

Para los PIC utilizados en el proyecto es necesario dar una pequeña introducción sobre los microcontroladores en general. Comúnmente se habla de:

a.- Microcontrolador.

Al estar dispuestos dentro de una capsula todos los Microcontroladores son muy parecidos en su estructura. Es decir, todos tienen: procesador, memoria de datos e instrucciones, líneas de entrada y salida E/S, oscilador de reloj (Timer) y módulos controladores de periféricos.

En la actualidad se utiliza la arquitectura Harvard que posee dos memorias independientes una que se encarga del almacenamiento de los

datos y la otra de las instrucciones, ambas memoria poseen sistemas de acceso únicos pudiendo tener acceso directo sobre ellas (lectura y escritura) simultáneamente.

En los Micros la memoria de instrucciones y datos están integrados en el propio chip. Una parte debe ser no volátil o imborrable (ROM) y se encarga de guardar el programa de instrucciones que comanda toda la aplicación. Por otra parte es necesaria también una memoria volátil o reseteable (RAM) encargada en guardar los datos y variables que se van generando en el programa.

Según la memoria ROM que posean los microcontroladores se pueden distinguir cinco tipos de memorias ROM:

- ROM con mascara: memoria de solo lectura donde su contenido se graba durante la fabricación del chip, utilizada mayormente en la producción en masa por su gran costo.
- OTP: contiene una memoria no volátil que puede ser grabada una sola vez por el usuario mediante la utilización de un grabador controlado desde una PC. Se utiliza la encriptación¹⁵ mediante fusibles para proteger el código contenido.
- EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory): este tipo de memoria tiene la capacidad de ser grabada y borrada muchas veces mediante la utilización de un grabador controlado desde la PC. Posee una ventana de cristal en la que se hace actuar rayos ultravioletas durante varios minutos si se desea borrar el contenido.
- EEPROM (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory): son memorias tan solo de lectura en las que se puede grabar y borrar eléctricamente tantas veces como se desee, este tipo de

¹⁵ Encriptar: es la utilización de un código impreso directamente en la información para poder leerla mediante la utilización previa de una clave.

memoria no tiene ventana de cristal en la parte superior. Puede ser programada y borrada en el propio circuito.

- FLASH: es una memoria de bajo consumo que puede funcionar como una ROM y una RAM, puede ser programada en el circuito, mayor capacidad que la EEPROM, es más veloz pero no soporta demasiados ciclos de escritura.

Para llegar al programa final se recurrió a la utilización de la memoria FLASH que es en la que se almacena toda la programación de la aplicación, además ofrece una gran ventaja que es la de facilitar el guardado y borrado de la programación varias veces.

Esta ventaja es de mucha importancia ya que en el transcurso de la programación o creación del programa que comandará el sistema se pueden llegar a cometer errores de cálculo y es necesario modificar el programa base hasta llegar al programa final.

a.1.- PIC 16F873.

Este microcontrolador fue utilizado para la captación de la señal de los sensores de ultrasonido, este procesa la señal analógica en señal digital, además se lo utiliza para el manejo del LCD y de los pulsadores y comanda a los micros del acelerador y el freno.

El procesamiento de señales de analógico a digital es la característica más importante que se tomo en cuenta en el momento de utilizar este PIC, ya que, facilito el uso de las señales generadas por los sensores medidores de distancia y el TPS.

Este PIC posee las siguientes características de trabajo, en la tabla 2.2 se indican las más importantes.

Tabla 2.2 Datos técnicos para el PIC 16F873.

CARACTERÍSTICAS.	DESCRIPCIÓN.
Frecuencia de Operación	20 MHz
Memoria FLASH	4k
Memoria de Datos (bytes)	192
Memoria de Datos EEPROM (bytes)	128
Interrupciones	13
Puertos E/S	Puertos A, B, C
Temporizadores	3
Módulos de Captura/Comparación/PWM	2
Comunicación serial tipo	MSSP, USART
Módulo Análogo-Digital (10 bits)	5 Canales de Entrada
Conjunto de Instrucciones	35

Es importante conocer el esquema y forma básica que tiene este PIC para ello se expone la figura 2.7 para indicar el sentido correcto en el que se debe comenzar a contar los pines para su posterior conexión.

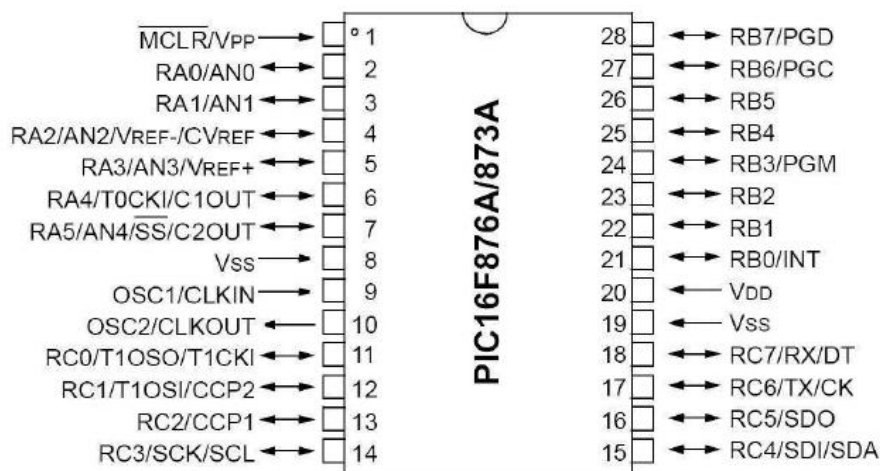


Figura 2.7 Disposición pines PIC16F873.

Así mismo el microcontrolador al tener 28 pines es necesario indicar los utilizados como entrada de señales, provenientes de los sensores, y los

utilizados como salidas los cuales gobernarán a los actuadores. En la tabla 2.3 se indica los pines que sirven como entrada de señales.

Tabla 2.3 Pines utilizados como entradas en el PIC 16F873.

Nombre	PIN #	Designación	Tipo	Función
RA0	2	Entrada	Analógico	Entrada del sensor ultrasónico izquierdo
RA1	3	Entrada	Analógico	Entrada del sensor ultrasónico derecho
RB0	21	Entrada	Digital	Pulsador, elección del set point de la distancia
RB1	22	Entrada	Digital	Pulsador, activación o desactivación del sistema
RB2	23	Entrada	Digital	Final de carrera en la palanca de las direccionales
RB3	24	Entrada	Digital	Final de carrera en la palanca de las direccionales

En la siguiente tabla se indica los pines que enviarán las señales hacia los actuadores una vez procesada la señal dentro del PIC.

Tabla 2.4 Pines utilizados como salidas en el PIC 16F873.

Nombre	PIN #	Designación	Tipo	Función
RB4	25	Salida	Digital	Activa la fuentes de potencia para los servos
RB5	26	Salida	Digital	Activa la carga de la batería para el control
RB6	27	Salida	Digital	Buzzer de aviso de corta

				distancia
RB7	28	Salida	Digital	LED de aviso de activación del sistema
RC0	11	Salida	Digital	Pin de Control de activación del Freno
RC1	12	Salida	Digital	Pin de Control de Bloqueo del acelerador
RC2	13	Salida	Digital	Pin ENABLE LCD
RC3	14	Salida	Digital	Pin RS LCD
RC4	15	Salida	Digital	Pin de datos LCD
RC5	16	Salida	Digital	Pin de datos LCD
RC6	17	Salida	Digital	Pin de datos LCD
RC7	18	Salida	Digital	Pin de datos LCD

Es importante conocer las conexiones para el correcto funcionamiento del PIC, así la tabla 2.5 detalla el número de pin en el cual va conectada la señal de voltaje de señal, el voltaje de referencia y la señal manual de reset del sistema.

Tabla 2.5 Descripción de pines para la conexión del PIC 16F873.

Nombre	PIN #	Designación	Tipo	Función
MCLR	1	Entrada	Digital	Reset del Microcontrolador
VDD	20	Alimentación	-----	Alimentación Positiva 5v
VSS	19,8	Alimentación	-----	Referencia o Tierra
OSC1	9	Entrada	-----	Oscilador
OSC2	10	Entrada	-----	Oscilador

a.2.- PIC 16F819

Este microcontrolador es utilizado en dos ocasiones, la primera para captar la señal del TPS y generar el pulso que va desde los 900ms a

2100ms para controlar al servomotor del acelerador y la segunda en generar un pulso de 900ms para el servomotor del freno.

La utilización de este PIC se hizo necesario por la facilidad que posee en enviar grandes pulsos necesarios para poner en funcionamiento los servomotores que gobiernan el acelerador y el freno del automóvil en el que se está implementando el sistema, además de ofrecer gran velocidad en el procesamiento de las señales, lo que logra que el sistema actúe de manera rápida y eficaz. La siguiente tabla muestra los datos técnicos del PIC.

Tabla 2.6 Datos técnicos PIC 16F819.

CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN
Consumo encendido/reposo	Primario: XT, Oscilador RC, 87 μ A, 1MHz, 2v INTRC: 7 μ A, 31.25 KHz, 2v Descanso: 0.2 μ A, 2v
Memoria FLASH	4 MHz
Voltaje de operación	2.0v a 5.5v
Cristales	LP, XT, HS arriba de 20 MHz
Reloj Externo Oscilaciones Reloj 1	ECIO arriba de 20 MHz 1.8 μ A, 32 KHz, 2v
Bloque interno de oscilaciones	8 Frecuencias seleccionables por el usuario: (31, 125, 250 ,500) KHz y (1, 2, 4, 8) MHz
Puertos de E/S	A, B
Numero de pines	16
Amperaje máximo	25 mA
Datos en la memoria	256 en EEPROM y RAM

Como en el PIC anteriormente ya descrito se da a conocer la forma común del elemento y la disposición de pines alrededor de su estructura. A continuación se muestra la descripción para su conexión.

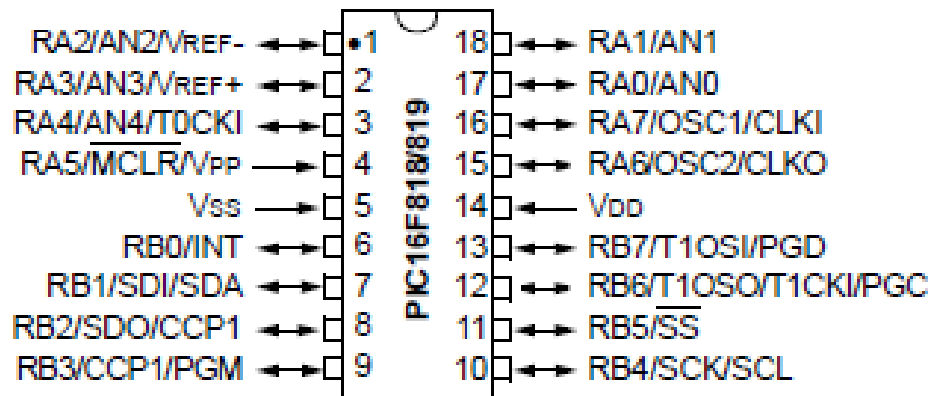


Figura 2.8. Disposición pines PIC 16F819.

1. Para poner en funcionamiento el servomotor del acelerador se manejan dos pines de entrada y uno solo de salida, en la siguiente tabla se muestra el número y el nombre del PIN utilizado para la captación de señales.

Tabla 2.7 Pines de entrada de señal en el PIC 16F819.

Nombre	PIN #	Designación	Tipo	Función
RA0	17	Entrada	Analógico	Entrada TPS del acelerador
RB0	6	Entrada	Digital	Pin de Control de Bloqueo del acelerador

La pines empleados que enviaran las señales hacia los actuadores son los siguientes:

Tabla 2.8 Pines de salida de señal en el PIC 16F819.

Nombre	PIN #	Designación	Tipo	Función
RB2	8	Salida	Digital	Pin de Señal de control para el servomotor

Las conexiones en un PIC son muy importantes para evitar el funcionamiento defectuoso del elemento o pueda dejar de funcionar. En la siguiente tabla se indican los pines utilizados para la alimentación del PIC.

Tabla 2.9 Pines utilizados en las conexiones del PIC 16F819.

Nombre	PIN #	Designación	Tipo	Función
VDD	14	Alimentación	-----	Alimentación Positiva 5v
VSS	5	Alimentación	-----	Referencia o Tierra
OSC1	15	Entrada	-----	Oscilador
OSC2	16	Entrada	-----	Oscilador

2. Para el funcionamiento del servomotor del freno se utilizo el PIC 16F819; así en la tabla 2.10 Se indican los pines utilizados para la entrada de la señal que pondrá en funcionamiento el servomotor.

Tabla 2.10 Pin de entrada de señal en el PIC 16F819.

Nombre	PIN #	Designación	Tipo	Función
RB0	6	Entrada	Digital	Pin de Control de Activación del Freno

El pin utilizado para el envío de la señal que controlara el servomotor se muestra en la siguiente tabla, indicando, el número y nombre de la entrada utilizada:

Tabla 2.11. Pines de salida de señal en el PIC 16F819.

Nombre	PIN #	Designación	Tipo	Función
RB2	8	Salida	Digital	Pin de Señal de control para el servomotor

Los pines número 14 y 5 del PIC fueron utilizados como entradas para las conexiones del voltaje de alimentación y voltaje de señal respectivamente.

A continuación se muestra la tabla 2.12 donde se indican los pines utilizados y la función que ellos desempeñan.

Tabla 2.12. Pines utilizados en la conexión del PIC 16F819.

Nombre	PIN #	Designación	Tipo	Función
VDD	14	Alimentación	-----	Alimentación Positiva 5v
VSS	5	Alimentación	-----	Referencia o Tierra
OSC1	15	Entrada	-----	Oscilador
OSC2	16	Entrada	-----	Oscilador

b.- Sensor de ultrasonido Maxsonar EZ1.

Los sensores Maxsonar serán los encargados de la constante medición y detección de obstáculos en el camino y es capaz de medir distancias de 0 a 254 in (0 a 6.45 m) la distancia que censa este instrumento es presentada en tres formatos: anchura de pulso, tensión analógica y salida digital en serie.

A continuación se detallan las ventajas de funcionamiento para la utilización de este tipo de sensor de distancia, entre las más importantes se menciona las siguientes:

- Permite mayor control del haz luminoso y supresión de la dispersión.
- Permite la detección de objetos a distancias menores a 6 pulgadas (15.24 cm).
- La alimentación es única, +5Vcc con un consumo de 2mA.
- Se pueden realizar hasta 20 medidas por segundo (50mS por cada medida).
- Las medidas y salida de información se puede realizar de forma continua.
- El formato de salida de señal es de forma analógica (10mV/pulgada) y anchura de pulso (147 μ S/pulgada).
- Diseñado para trabajar en interiores y exteriores.
- Precio muy cómodo.
- Ocupa la mitad de espacio que otros dispositivos de esta categoría.
- Virtualmente no presenta zonas muertas.
- Haz ultrasónico de alta calidad.
- Consumo muy reducido ideal para aplicaciones y sistemas alimentados con baterías.
- Los formatos de salida son de lectura directa y no es necesario circuitería auxiliar.
- Ciclos son rápidos en cada medida.

El sensor funciona de la siguiente manera: a los 250mS después de conectar la alimentación el sensor comienza a ofrecer las primeras mediciones.

Si ésta está a nivel “1” se ejecuta un ciclo de calibración que dura 49mS y seguidamente comienzan los ciclos de trabajo. Estos consisten en realizar una medida y transmitir la distancia por los tres métodos disponibles: salida serie por TX, salida analógica por AN y salida de pulso por PW. Cada ciclo de trabajo consume 49mS, por lo que el primer ciclo válido tras conectar la alimentación se produce a los 100mS.

Cada ciclo de trabajo de 49mS comienza chequeando el estado de RX. Si está a “0” se da por finalizado ese ciclo, a continuación se transmite una señal ultrasónica de 42KHz y la señal PW se pone a “1”, cuando se detecta un obstáculo PW se pone a “0”.

Si el tiempo en que esta señal permanece a “1” es superior a 37.5 mS significa que no se ha detectado obstáculo alguno. Durante los siguientes 4.7mS se transmite en serie el valor de la medida realizada, el resto del tiempo hasta llegar a los 49mS que dura el ciclo se emplea para ajustar la tensión analógica en AN a su nivel apropiado.

La figura 2.9 muestra el sensor en forma física y se han descrito letras para especificar su valor.

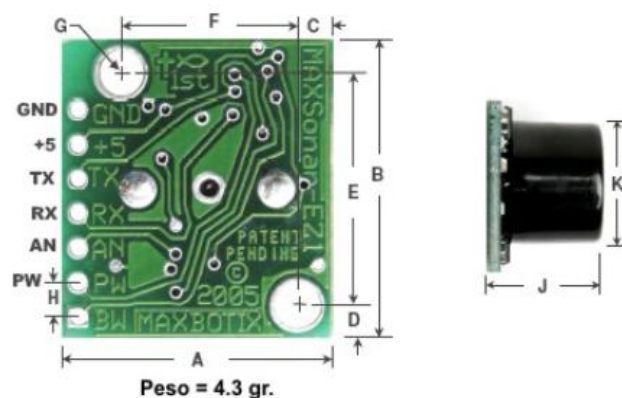


Figura 2.9 Sensor de ultrasonido.

A continuación en la tabla 2.13 se detallan las medidas del sensor de distancia, que es una de las ventajas más importantes, en la utilización de este elemento para la implementación de este dentro del sistema de control de distancia de seguridad, teniendo un peso aproximado de 4.3 Kg.

Tabla 2.13 Dimensiones del sensor ultrasonido.

	Pulgadas	Milímetros
A	0.785	19.9
B	0.870	22.1
C	0.100	2.54
D	0.100	2.54
E	0.670	17.0
F	0.510	12.6
G	0.124	3.10
H	0.100	2.54
J	0.645	16.4
K	0.610	15.5

Como se indico en la utilización de PIC, este sensor también posee pines de conexión específicos para las entrada de voltajes de alimentación, la señal de tierra y el envío de la señal que interpreta la distancia entre vehículos. Es por eso que en la tabla 2.14 se detallan los pines del sensor de distancia para su conexión.

Tabla 2.14. Descripción de pines sensor ultrasonido.

SEÑAL	DESCRIPCIÓN
GND	Señal tierra de alimentación.
+5V	Señal positiva de alimentación de +5v y 3mA de intensidad.

TX	Transmite vía serie el resultado de la distancia medida. La transmisión se realiza en formato RS232 excepto que los voltajes de salida son de 0-5V. Se transmiten 5 bytes por cada medida realizada. Empieza con el carácter ASCII "R", continua con tres caracteres ASCII con los dígitos de la medida propiamente dicha y comprendido entre 006 y 254 y finaliza con el código de retorno de carro (0x0D). La velocidad es de 9600 ¹⁶ baudios, con 8 bits de datos, sin paridad y un bit de stop. Si se desea una comunicación RS232 estándar esta señal debe ser invertida y aplicada a un convertidor de niveles como puede ser el MAX232. En este caso podemos conectar directamente el s3nar con el canal serie de un PC. Mediante un software de comunicaciones como puede ser el "Hyperterminal" de Windows, podemos visualizar de forma r3pida y sencilla las distancias medidas (siempre en pulgadas).
RX	Este pin est3 permanentemente a nivel "1" mediante una resistencia "pull-Up" interna. En estas condiciones el s3nar est3 realizando medidas de forma continua y transmitiendo la distancia. Sin embargo esta se3al se puede emplear para controlar externamente el inicio de una nueva medida. Efectivamente, cuando se pone a "0" el sistema est3 detenido. Poni3ndola a nivel "1" o simplemente si conectar, se inicia una nueva medida.
AN	Salida anal3gica de tensi3n comprendida entre 0 y 2.55 V que representa el valor de la distancia medida. El factor empleado es de 10mV/pulgada.
PW	Este pin proporciona un pulso de salida cuya duraci3n determina la distancia medida. La distancia se puede calcular usando el factor de 147μS/pulgada.
BW	N.C Reservada, no se debe conectar.

¹⁶ Baudios: unidad de medida utilizada en las telecomunicaciones.

Para lograr una medida y el funcionamiento correcto del sensor se utilizan los pines de alimentación +5v y GND para cerrar el circuito, y el pin de generación de la señal analógica AN que enviara las señales de distancia. Los pines utilizados vienen detallados en la misma placa del sensor de distancia tal como se ve en la figura 2.9.

c.- Servomotor.

Los servomotores son utilizados para controlar la aceleración y el frenado del vehículo, los servomotores se caracterizan por su torque, tiempo de respuesta, fácil manipulación, tamaño, costo. En el capítulo 3 se tratara con mayor profundidad la utilización de estos elementos dentro del sistema de control de distancia.

Un servo (figura 2.10) es un dispositivo pequeño que tiene un eje de rendimiento controlado. Este puede ser llevado a posiciones angulares específicas al enviar una señal codificada. Cuando la señal codificada cambia, la posición angular de los piñones cambia.



Figura 2.10 Servomotor.

Los servos tienen un amplificador, servo motor, piñonearía de reducción y un potenciómetro de realimentación; todo incorporado en el mismo conjunto.

Esto es un servo de posición (lo cual significa que uno le indica a qué posición debe ir), con un rango de aproximadamente 180 grados. Poseen tres cables de conexión eléctrica; Vcc, GND, y entrada de control.

La figura 2.11 muestra un servomotor desmontado.



Figura 2.11 Servo desmontado.

El motor del servo tiene algunos circuitos de control y un potenciómetro o resistencia variable (lado derecho figura 2.12) esta es conectada al eje central del servo motor. Este potenciómetro permite a la circuitería de control, supervisar el ángulo actual del servo motor.

La cantidad de voltaje aplicado al motor es proporcional a la distancia que éste necesita viajar. Así, si el eje necesita regresar una distancia grande, el motor regresará a toda velocidad. Si este necesita regresar sólo una pequeña cantidad, el motor correrá a una velocidad más lenta. A esto se le llama control proporcional.

El ángulo está determinado por la duración de un pulso que se aplica al alambre de control, a esto se le llama modulación codificada de pulsos (PCM). El servo espera ver un pulso cada 20 milisegundos (0.02 segundos). La longitud del pulso determinará los giros de motor. Un pulso

de 1.5 ms., por ejemplo, hará que el motor se torne a la posición de 90 grados (llamado la posición neutra). Si el pulso es menor de 1.5 ms., entonces el motor se acercará a los 0 grados. Si el pulso es mayor de 1.5ms, el eje se acercará a los 180 grados como muestra la siguiente figura.

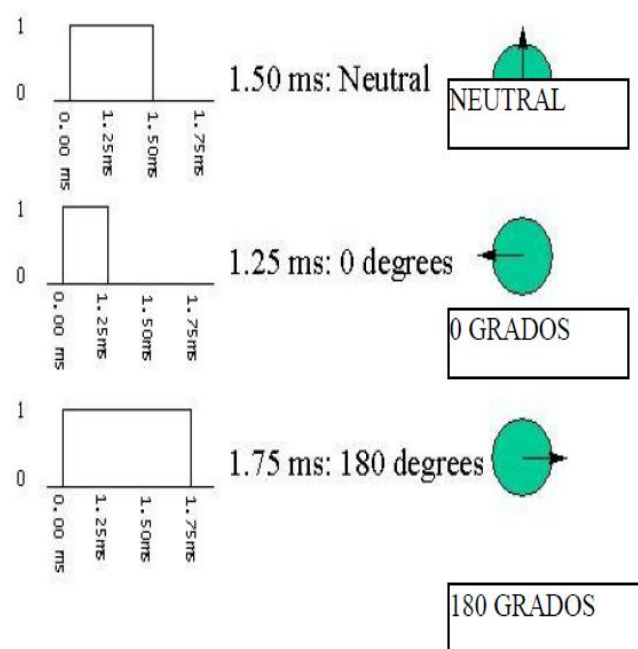


Figura 2.12 Comportamiento del servo a diferentes pulsos.

Cabe recalcar que los tiempos de reacción de los servomotores dependen en gran medida de cada uno de los fabricantes. Un servo normal no es mecánicamente capaz de retornar a su lugar, si hay un mayor peso que el sugerido por las especificaciones del fabricante.

d.- Pantalla de cristal líquido (LCD).

La pantalla de cristal liquido es utilizada para la visualización de los parámetros de lectura medida por los sensores de ultrasonido y el set point de distancia para la activación del sistema además de ofrecer el control del usuario sobre cuando y como desea usar el sistema de control

de distancia a través de los diferentes botones, que complementan la visualización, que ofrece el panel de control (LCD y botones de mando). Un LCD está formada por un número de pixeles de color o monocromos colocados frente a una luz reflectora (figura 2.13).

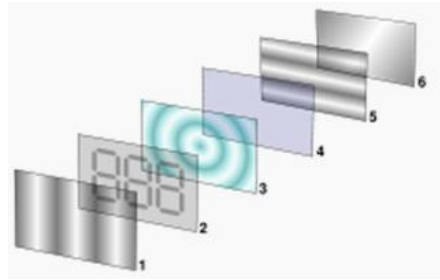


Figura 2.13. Pantalla de cristal líquido.

Donde:

1. Film de filtro vertical para polarizar la luz que entra.
2. Sustrato de vidrio con electrodos de Óxido de Indio ITO. Las formas de los electrodos determinan las formas negras que aparecen cuando la pantalla se enciende y apaga. Los cantos verticales de la superficie son suaves.
3. Cristales líquidos "Twisted Nematic" (TN).
4. Sustrato de vidrio con film electrodo común (ITO) con los cantos horizontales para alinearse con el filtro horizontal.
5. Film de filtro horizontal para bloquear/permitir el paso de luz.
6. Superficie reflectante para enviar/devolver la luz al espectador. En un LCD retro iluminado, esta capa es reemplazada por una fuente luminosa.

Cuando se aplica un voltaje a través de los electrodos, una fuerza de giro orienta las moléculas de cristal líquido paralelas al campo eléctrico, que distorsiona la estructura helicoidal (esto se puede resistir gracias a las fuerzas elásticas desde que las moléculas están limitadas a las

superficies). Esto reduce la rotación de la polarización de la luz incidente, y el dispositivo aparece gris. Si la tensión aplicada es lo suficientemente grande, las moléculas de cristal líquido en el centro de la capa son casi completamente desenrolladas y la polarización de la luz incidente no es rotada ya que pasa a través de la capa de cristal líquido. Esta luz será principalmente polarizada perpendicular al segundo filtro, y por eso será bloqueada y el pixel aparecerá negro. Por el control de la tensión aplicada a través de la capa de cristal líquido en cada píxel, la luz se puede permitir pasar a través de distintas cantidades, constituyéndose los diferentes tonos de gris.

e.- Regulador de voltaje variable de 1,2 a 25V (LM338K).

El regulador de voltaje variable es utilizado para la alimentación de los servomotores. El servomotor utilizado para el funcionamiento del acelerador funciona con 5v y el servomotor del freno funciona con 6v.

Esta característica de consumo de voltaje entre el servo del acelerador con respecto al del freno es porque este último, es de mayor torque que el del acelerador.

El LM338 es un dispositivo electrónico regulador de corriente ajustable, capaz de proporcionar hasta 5 A de corriente con un rendimiento de voltaje de 1.2 V hasta los 32 V.

Estos elementos son muy fáciles de usar y tan solo exigen dos resistencias como protección en el voltaje de rendimiento. Una característica especial de estos elementos es su dependencia de tiempo, ya que a mayor tiempo de funcionamiento pueden generar crestas de voltaje de hasta 7 A.

La siguiente figura muestra los pines del elemento electrónico y la descripción de los mismos para la conexión.

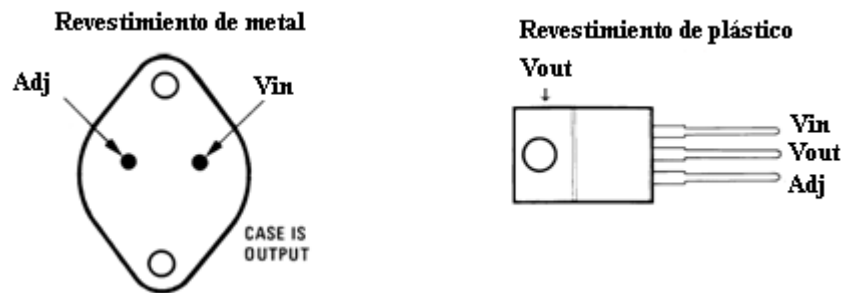


Figura 2.14 Descripción de pines LM338.

Como en todo elemento electrónico es necesario identificar para que sirve determinado pin y el uso que tiene dentro del sistema implementado. La tabla 2.15 muestra los valores de voltaje que genera elemento LM338.

Tabla 2.15 Voltajes de referencia del elemento LM338.

Símbol	Designación	LM338			Unid.
		Min	Normal	Max	
V_{REF}	Voltaje de referencia	1.19	1.24	1.29	V
V_{RLINE}	Regulación de la Línea		0.005	0.03	%/V
V_{RLOAD}	Regulación de Carga		0.02	0.06	%/V
	Regulación Termal		0.002	0.02	%/W
I_{ADJ}	Pin de ajuste de Corriente		45	100	μA

f.- Regulador de 5V (LM7805).

Este regulador fue utilizado para la alimentación de los microcontroladores que controlan el funcionamiento del acelerador, del freno y el micro que trata las señales provenientes de cada sub sistema y los reúne en uno solo para que pueda ser visualizado por el conductor en el panel de operación del sistema.

Este elemento electrónico ocupa un nivel ínfimo de corriente, compuesto por un cierre termal, además de poseer una caja de seguridad de protección de áreas críticas que hacen de este elemento casi indestructible.

Si se proporciona el calor adecuado para el funcionamiento del elemento este es capaz de entregar hasta 1 amperio de corriente. Aunque al principio el LM7805 fue diseñado principalmente como regulador de voltaje fijo hoy en día puede usarse con componentes externos para conseguir voltajes y corrientes ajustables.

La siguiente figura muestra la descripción de pines para el elemento LM7805.

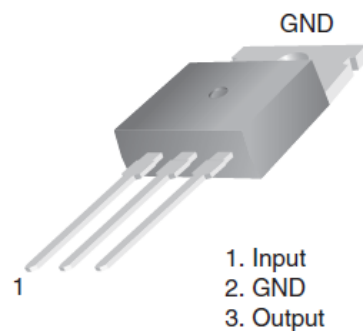


Figura 2.15 Descripción de pines LM7805.

La tabla 2.16 muestra los valores de voltaje con los cuales trabaja el elemento LM7805.

Tabla 2.16 Voltajes referencia para el elemento LM7805.

Símbol	Designación	LM7805			Unid.
		Min	Normal	Max	
V_O	Voltaje de Salida	4.8	5.0	5.2[0]	V
V_{RLINE}	Regulación de la Línea		4	100	mV

V_{RLOAD}	Regulación de Carga		9	100	mV
	Regulación Termal		0.002	0.02	%/W

Fuente: Datasheet.

g.- Regulador de 12V (LM7812).

Este es un regulador que se encarga de transformar 12 voltios fluctuantes que provienen de la batería a 5 voltios constantes que pueden ser utilizados de manera segura por los diferentes micros en el sistema.

A continuación en la figura 2.16 se detallan los pines de conexión del elemento.

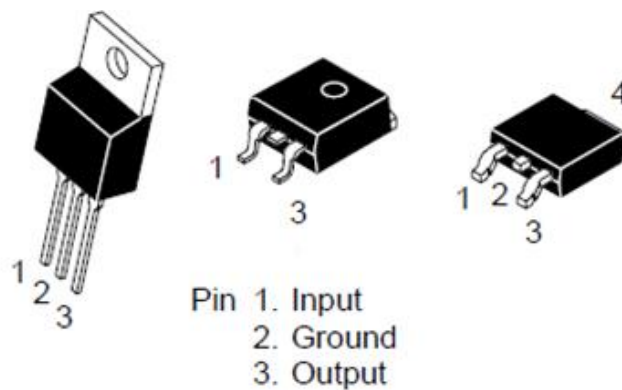


Figura 2.16 Descripción de pines LM7812.

La tabla 2.17 muestra los valores de voltaje de referencia del elemento, para la alimentación y este pueda entregar valores óptimos para el funcionamiento.

Tabla 2.17 Voltajes de referencia LM7812.

Descripción	Símbolo	Valores			Unidades
		369C	221A	936	
Voltaje de Entrada (5-18 v) (24 v)	V_I	53 40			V_{dc}
Disipación de Poder	P_D	Limitada Internamente			W
Resistencia Termal En el ambiente.	R	92	65		$^{\circ}C$
Temperatura de funcionamiento.	T	150+			$^{\circ}C$

Fuente: Datasheet.

h.- Potenciómetro.

El potenciómetro es utilizado principalmente en el control de luminosidad del LCD, es decir; funciona como un resistor que controla el contraste de la visualización proporcionada por el panel de control.

Para ello el potenciómetro posee valor de resistencia que puede ser modificado, de esta manera se puede controlar el flujo de corriente que pasa por un circuito si se conecta el potenciómetro en paralelo, o la diferencia de potencial si se conecta en serie con el circuito. La siguiente figura muestra un modelo de potenciómetro.



Figura 2.17 Potenciómetro.

Normalmente los potenciómetros se utilizan en circuitos que consumen poca corriente, para circuitos que requieren mayor flujo de corriente se utilizan los reóstatos.

i.- Relés.

En la implementación del sistema de control de distancia de seguridad se utilizaron dos relés: uno se encargara de la conexión de las fuentes de alimentación para los servomotores y otro es utilizado para la carga de una batería adicional del sistema encargada de dar la luminosidad requerida al LCD.

Así un relé es un interruptor accionado por un electroimán. Un electroimán está formado por una barra de hierro dulce, llamada núcleo, rodeada por una bobina de hilo de cobre, figura 2.18.

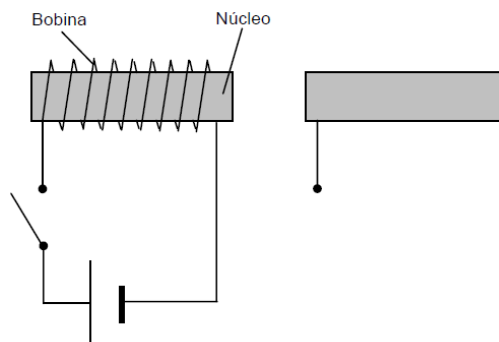


Figura 2.18 Relé convencional.

Al pasar una corriente eléctrica por la bobina el núcleo de hierro se magnetiza por efecto del campo magnético producido por la bobina, convirtiéndose en un imán tanto más potente cuanto mayor sea la intensidad de la corriente y el número de vueltas de la bobina. Al abrir de nuevo el interruptor y dejar de pasar corriente por la bobina, desaparece el campo magnético y el núcleo deja de ser un imán, como se muestra en la figura anterior.

j.- Cristales.

Los cristales utilizados se los ocupa en la generación de frecuencia para dar la velocidad de trabajo de los microcontroladores este proceso hace del elemento una pieza veloz para el tratamiento de las señales procedentes de los diferentes sensores y que se están generando continuamente.

Cada cristal vibrará con una frecuencia fija determinada por el espesor de la placa del cristal. Los cristales gruesos vibrarán más despacio que los cristales delgados. El cristal producido por el corte "Y" vibrará a una frecuencia diferente que el del corte "X", aunque ambos sean del mismo grueso.

Un cristal que oscila a 1,800 Khz. por segundo tiene un tamaño como de media pulgada de diámetro y un espesor de un dieciseisavo (1/16) de pulgada.

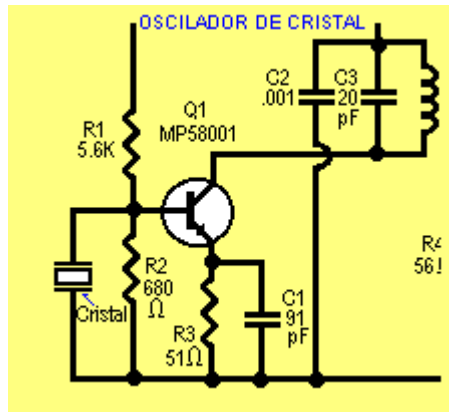


Figura 2.19 Oscilador de Cristal.

k.- Resistencias.

Una resistencia ideal es un elemento pasivo que disipa energía en forma de calor según la ley de Joule. También establece una relación de proporcionalidad entre la intensidad de corriente que la atraviesa y la tensión medida entre sus extremos, relación conocida como ley de Ohm:

$$Vol = Int \times Res$$

Ecuación 2.2

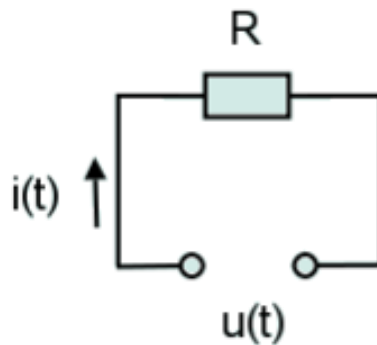


Figura 2.20 Esquema básico de circuito con resistencia.

En general, una resistencia real podrá tener diferente comportamiento en función del tipo de corriente que circule por ella.

I.- Leds.

La utilización de los leds es de manera estética, en la implementación del sistema de control de distancia se los utilizo como indicadores de encendido del sistema y como advertencia visual de que la distancia entre los vehículos esta sobrepasando el limite determinado por el conductor al momento de la conducción.

El nombre español proviene del acrónimo en inglés: LED o (*Light-Emitting Diode*: 'diodo emisor de luz').

Un led o diodo emisor de luz como se observa en la figura 2.21, es un dispositivo semiconductor que emite luz incoherente de espectro reducido cuando se polariza de forma directa la unión PN del mismo y circula por él una corriente eléctrica.

Este fenómeno es una forma de electroluminiscencia. El color, depende del material semiconductor empleado en la construcción del diodo y puede variar desde el ultravioleta, pasando por el visible, hasta el infrarrojo. Los diodos emisores de luz que emiten luz ultravioleta también reciben el nombre de led UV (*ultraviolet light*: 'luz ultravioleta') y los que emiten luz infrarroja se llaman IRED (*InfraRed Emitting Diode*).



Figura 2.21. Diodo LED.

m.- Pulsadores.

Es un elemento que permite o interrumpe el paso de corriente mientras esta accionado, cuando ya no actúa sobre el circuito regresa a su posición de reposo. Se los utilizó en el panel de mando para el encendido general de todo el sistema, ventiladores del servo de aceleración y fuente de alimentación, además de los botones que controlaran el encendido del sistema de control de distancia y uno que controlara la distancia desde que el sistema comenzara a frenar automáticamente.

Como se ve en la figura 2.22, un pulsador consta de un botón pulsador, una lámina conductora que establece el contacto entre los terminales y un muelle que hace recobrar la posición primaria del botón pulsador.

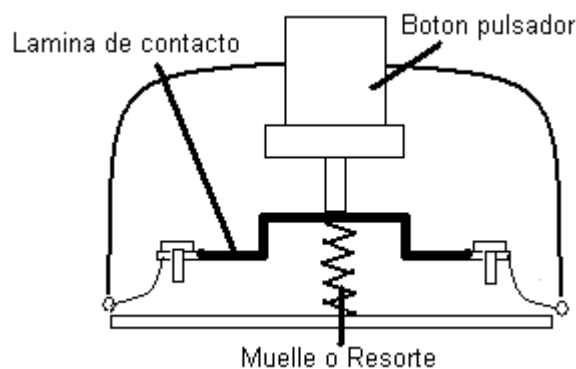


Figura 2.22 Partes de un pulsador.

CAPÍTULO III

3.- CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS DEL SISTEMA.

Las características operativas o de funcionamiento del sistema de control de distancia de seguridad dependen en gran medida de los elementos utilizados por cada fabricante para su construcción. Los constructores que utilizan materiales de buena calidad conseguirán mejor desempeño de quienes elijan economía a eficacia.

3.1.- ACCESIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN EN OTROS VEHÍCULOS.

La investigación está desarrollada para que pueda ser empleada en cualquier clase de vehículo. Con este estudio hemos logrado realizar un proyecto que no esté atado a un solo tipo de automotor, si no que pueda ser empleado en cualquiera sin importar modelo ni año. Se logra tener esta ventaja ya que el presente proyecto no está ligado a variantes propias del funcionamiento del vehículo, si no que funciona como un sistema independiente de apoyo a la conducción.

3.2.- ECONOMÍA O COSTE.

En cuanto al gasto, tomado, en completar el presente proyecto es considerablemente bajo en comparación a grandes sistemas que implementan marcas de gran performance, sin dejar de prestar las mismas ventajas de conducción segura en carretera.

La siguiente tabla muestra los elementos utilizados en la implementación del sistema de control de distancia de seguridad y el costo unitario y total de los mismos.

Tabla 3.1 Costo de materiales.

Elemento	Cant.	Precio unitario (\$).	Precio total (\$).
Microcontrolador	3	8.75	26.25
Sensor de ultrasonido Maxsonar	2	56.43	112.86
Servomotor acelerador/ freno	2	120/400	520
Pantalla de cristal líquido	1	8.50	8.50
Regulador de voltaje LM338	2	8.99	17.98
Regulador de voltaje LM7805	3	1.50	4.50
Regulador de voltaje LM7812	2	2.30	4.60
LEDs	2	0.50	1.00
Resistencias	4	0.25	1.00
Potenciómetro	1	2.50	2.50
Cables	10 m.	0.60	6.00
Cinta taipe	3	0.40	1.20
Caja contenedora de circuito	1	10.00	10.00
Contenedores de sensores de distancia	2	3.00	6.00
Malla	1m	6.40	6.40
Silicona	1	1.50	1.50
Pintura	1	2.50	2.50
		Total=	732.79

3.3.- PRECAUCIONES Y NORMAS DE SEGURIDAD.

El funcionamiento del sistema es sumamente sencillo. Pero para la correcta utilización de este se hacen necesarias tomar ciertas medidas de seguridad tales como:

1. Apagado del sistema en carretera: lo más aconsejable es detener el vehículo, ya que el sistema de aceleración está ligado directamente al funcionamiento electrónico del sistema.
2. Aceleración excesiva del acelerador electrónico: lo más aconsejable en este caso es poner el automóvil en neutro parquearse lo más pronto posible y apagar el motor.
3. Frenado intempestivo del automóvil: en el caso de que el sistema se frene de forma imprevista, se debe de buscar parqueadero de la forma más rápida posible.

Para un mayor análisis de esta sección consultar en el Anexo A.

3.4.- CONSTRUCCIÓN, PRUEBAS, Y FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO.

Para la construcción del sistema de control de distancia es necesario tener la ayuda de un programa que permita realizar pruebas necesarias de funcionamiento de los sensores y actuadores antes de empezar a construir el circuito físico en el protoboard para finalmente pasarlo a una placa de circuito impreso.

La programación del sistema de control de distancia de seguridad se lo detalla en el **Anexo B**.

En la parte física, el sistema para control de distancia entre vehículos, está conformado por dos sensores ultrasónicos ubicados en la parte frontal del automóvil como muestra la figura 3.1.



Figura 3.1 Sensores en la parte frontal del automóvil.

La señal, generada por estos, es enviada hacia un módulo de control ubicado en el interior del coche donde será procesada para trabajar bajo ciertas condiciones previamente configuradas.

Los servomotores ubicados uno en el pedal del freno (figura 3.2) y otro en la mariposa del sistema de alimentación (figura 3.3) trabajaran bajo las condiciones de funcionamiento del sistema.



Figura 3.2 Servomotor en el freno

La siguiente figura muestra la ubicación del servomotor que controlara la aceleración del automóvil una vez terminada la implementación del sistema.

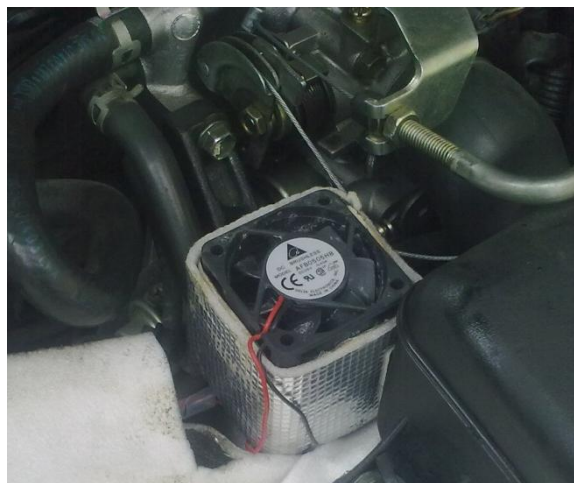


Figura 3.3 Servomotor en la mariposa de alimentación.

Una vez que el módulo haya tratado las señales enviadas por los sensores existen tres condiciones para el trabajo:

1. Cuando el sistema está en modo de apagado, el servomotor que controla la aceleración deja de funcionar.

2. Una vez que se haya encendido el sistema los sensores medidores de distancia enviaran las señales hacia el módulo de control principal que harán que funcione el servomotor de aceleración, en el caso de que no exista obstáculos en el camino. Por el contrario si existe algún factor que indique la presencia de algún obstáculo en el camino el servomotor de aceleración dejara de funcionar y se pondrá en funcionamiento el servomotor del freno.
3. Este proceso se repetirá cada vez que los sensores de distancia interpreten la cercanía de otro automóvil. Para el caso de que el conductor desee rebasar a otro vehículo delante de él se ha implementado dos interruptores en la palanca de las direccionales que desactiven el servomotor del freno permitiendo que el conductor pueda rebasar de manera normal.

En el diseño de la parte electrónica del sistema de control de distancia se necesitan una serie de elementos que en conjunto trabajaran para hacer que el sistema funcione de forma eficiente. Para ello es necesario realizar pruebas de funcionamiento de estos para saber si serán de utilidad dentro del sistema; así se realizaron pruebas sobre el LCD tal como muestra la figura 3.4.

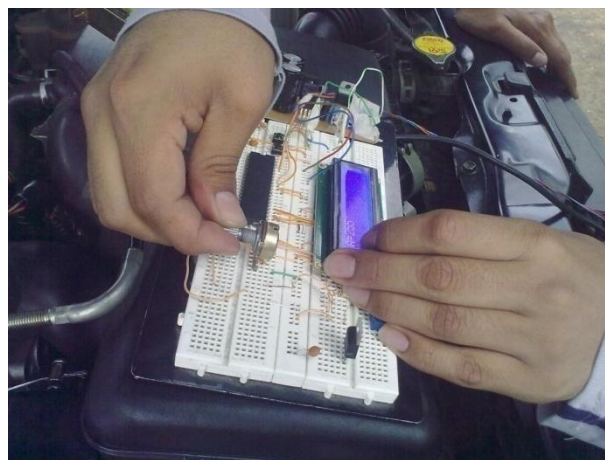


Figura 3.4 Pruebas al elemento LCD.

La siguiente figura muestra los elementos utilizados en la implementación del sistema antes de ser transportados a la placa de circuito impreso.

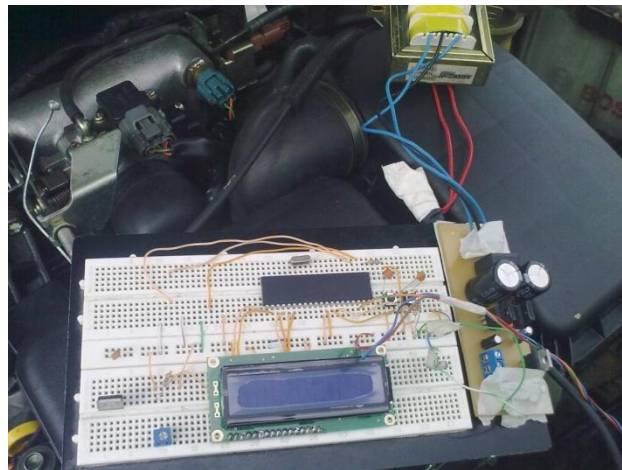


Figura 3.5 Protoboard con sistema armado.

Para el diseño de las placas de circuito impreso se realizaron los siguientes pasos:

- El diseño de las pistas en un programa especializado para realizar las conexiones necesarias entre elementos electrónicos. Anteriormente este diseño de pistas se realizaba a mano, utilizando rotuladores especiales que eran indelebles al ácido, pero actualmente se realizan mediante programas informáticos, obteniendo el esquema teórico y el diseño de pistas con gran facilidad.
- El siguiente paso tiene como misión transferir el diseño del circuito que tenemos sobre acetato a una placa de cobre.
- El producto revelador es “Metasilicato de sodio” disuelto en agua, este producto hay que manipularlo con mucho cuidado ya que es cáustico y produce quemaduras en la piel, además del alto grado de toxicidad que tiene. Se vierte una cantidad suficiente de revelador en

una cubeta de plástico y se introduce la placa, es conveniente agitar suavemente la placa dentro del revelador para que la resina fotosensible que se desprende no quede depositada en cima de esta y se vea con claridad la aparición del dibujo de pistas.

El proceso total suele durar un máximo de dos minutos, es más rápido cuanto más alta es la temperatura del revelador. El valor óptimo de temperatura está entre 20 y 25 grados.

Una vez concluidos estos pasos la placa de circuito impreso esta lista para que en ella puedan ser soldados los elementos que harán que el sistema de control de distancia pueda entrar en funcionamiento.

La figura 3.6 muestra el proceso de soldado de los elementos electrónicos.

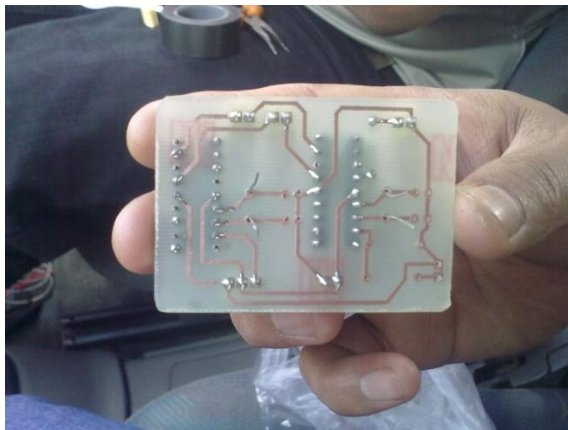
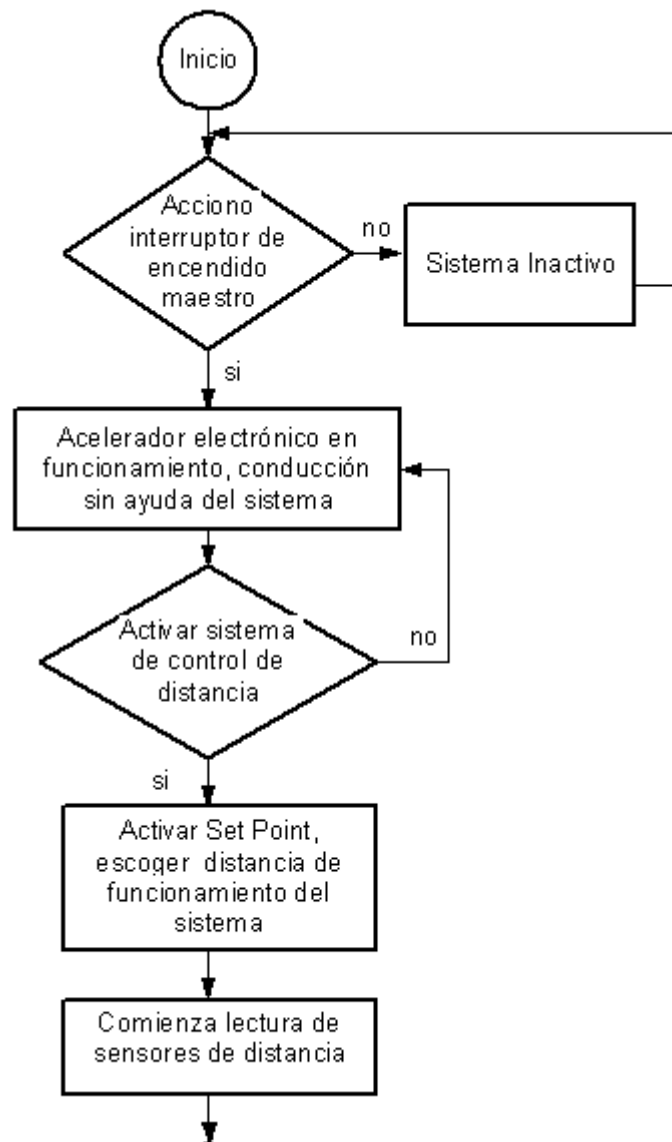
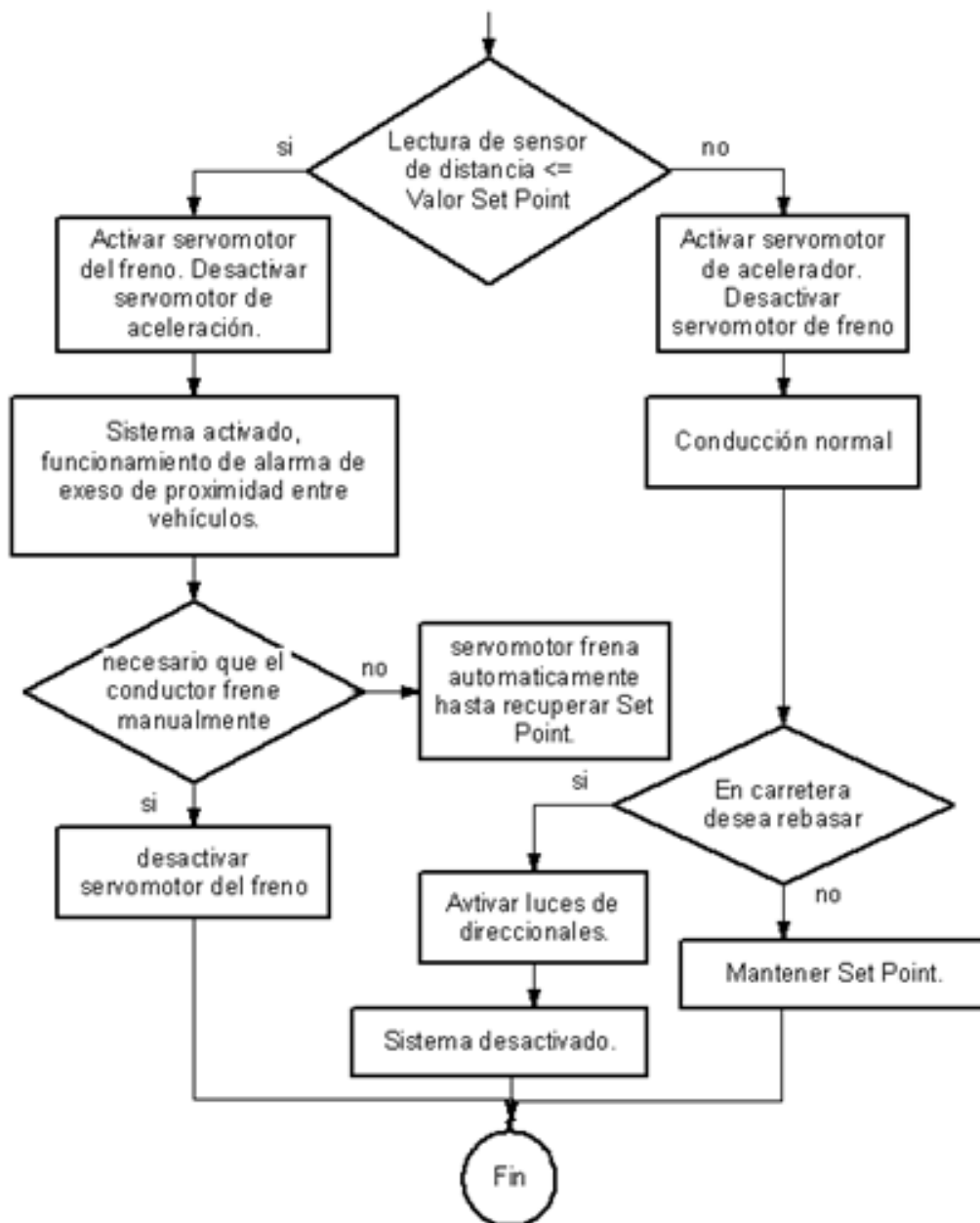


Figura 3.6 Placa de circuito impreso.

A continuación se presenta el diagrama de flujo del sistema para conocer de manera más específica el comportamiento del sistema desde que entra en funcionamiento.

3.5.- DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA DE CONTROL DE DISTANCIA DE SEGURIDAD.





3.6.- ELEMENTOS DE SUJECCIÓN.

Para la implementación del sistema de control de velocidad se manejaron diferentes piezas metálicas que fueron construidas y adaptadas manualmente, estas fueron diseñadas para ser soporte de los

servomotores y el TPS en el pedal del acelerador. El material utilizado para la construcción de estos soportes es acero.

El diseño y el posterior montaje del soporte del TPS unido al pedal del acelerador fue hecho específicamente para emular el eje que se encuentra en el múltiple de admisión. Para el caso del sistema de control de distancia el TPS se moverá de acuerdo al movimiento del pedal de aceleración cortando la aceleración cuando el módulo así lo requiera.

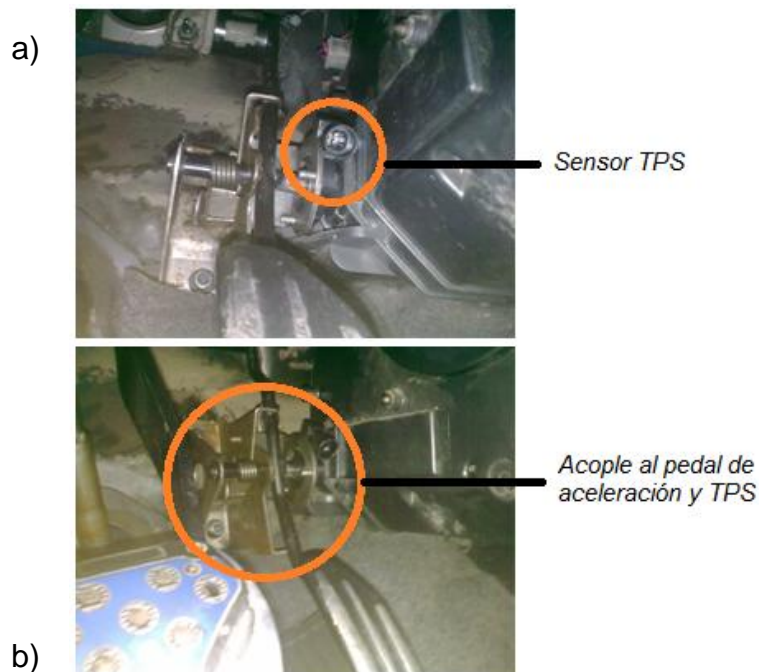


Figura 3.7 Ubicación del TPS; a) TPS montado en el pedal del acelerador, b) Vista de la placa montada en el acelerador.

El sensor TPS en la figura 3.7 estará a cargo de enviar la señal de posicionamiento del pedal de aceleración. Este acople simula el funcionamiento de un acelerador electrónico que se mueve mediante pulsos, y son enviados hacia el servomotor ubicado en el múltiple de admisión del automóvil, consiguiendo mover la mariposa de admisión y permitiendo una aceleración normal.

El acople del servomotor en el múltiple de admisión se puede observar en la siguiente figura.

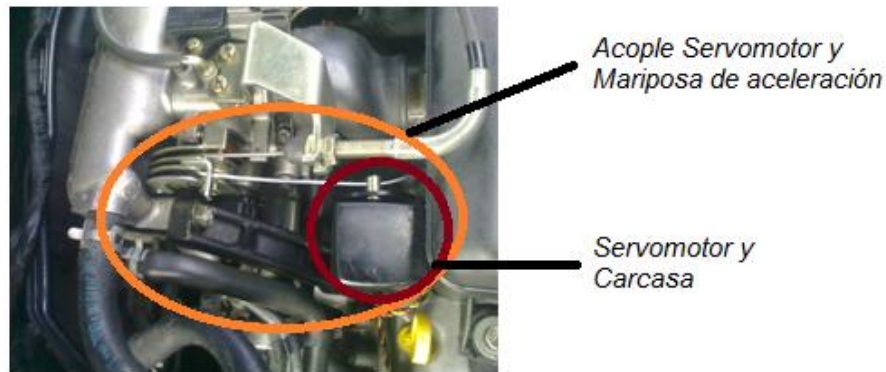


Figura 3.8 Servomotor acoplado al soporte y múltiple.

El soporte, que sujeta al servomotor encargado de halar la mariposa para acelerar electrónicamente, fue diseñado para ser acoplado cerca de la admisión del vehículo y así consiga hacer la función de aceleración cuando el conductor lo requiera.



Figura 3.9 Acople en el múltiple de admisión.

La figura anterior muestra la ubicación en la que quedara el servomotor con respecto a la mariposa de aceleración para que pueda ser manipulada bajo el mando del módulo electrónico que se está diseñando.

El soporte que sostiene al servomotor con mayor exigencia de torque está soldado directamente en el pedal del freno.



Figura 3.10 Servomotor de freno; a) Placa montada en el pedal de freno, b) Pedal de freno montado en el automóvil.

La placa que sostiene el servomotor del freno se encuentra soldada directamente al pedal, este motor es de gran potencia y necesita de un lugar fijo para que ejerza el torque necesario y pueda halar el pedal consiguiendo el frenado que controlara la distancia.

Para la paleta del servomotor encargada de la aceleración se construyeron refuerzos metálicos hechos de metal de platina que recubre la paleta plástica. Para la paleta del servomotor encargado del frenado del automóvil se construyó una paleta de aleación de aluminio lo suficientemente fuerte para soportar el esfuerzo que ejerce el funcionamiento propio del servomotor y la ejercida por el pedal del freno.

La carcasa para el servo de aceleración esta forjado de acero de platina, una de las opciones que se debió tomar en cuenta es la utilización de una lámina protectora de calor que será utilizada en el lugar donde se encuentra el servo.

El módulo principal se encuentra en el interior y en la parte frontal (panel de control) del vehículo para que el usuario tenga total control sobre el comportamiento y uso del sistema.

Todos estos elementos y el diseño de las carcasas estarán unidos a la carrocería del automóvil mediante el uso de tornillos que aseguran los elementos fijamente a la carrocería del auto.

3.7.- ELEMENTOS DE ABSORCIÓN DE VIBRACIÓN.

Con la implementación de este sistema en el vehículo se ve la necesidad de asegurar todas las partes móviles. Se utilizarán tornillos y se soldarán las piezas para asegurar mejor estabilidad y evitar rupturas.

3.7.1.- PEDAL DE ACELERADOR.

Se colocó el soporte del sensor TPS directamente unido al pedal mediante tornillos y tuercas para evitar que el soporte y el sensor de posición se aflojen. Estos dos elementos están ubicados a un lado del pedal del acelerador, este se encuentra unido al mismo mediante una placa independiente que lo asegura de forma permanente al mecanismo acelerador, tal como muestra la figura 3.11.



Figura 3.11 Soporte de sensor TPS

3.7.2.- PEDAL DE FRENO.

El soporte fue soldado directamente al pedal de freno, evitando la utilización de cualquier otro elemento antivibración ya que el pedal del freno tiene que asegurar un completo agarre a la carrocería para evitar cualquier mal funcionamiento del mismo.



Figura 3.12 Soporte servomotor de freno.

3.7.3.- SOPORTE PARA EL SERVOMOTOR EN EL MÚLTIPLE DE ADMISIÓN.

En la ubicación de este elemento no se vio la necesidad de utilizar otros sistemas antivibración ya que su unión al múltiple de admisión se logro aprovechando las barras de seguridad que posee el vehículo.



Figura 3.13 Acople para el servomotor de aceleración.

3.7.4.- SENSORES MEDIDORES DE DISTANCIA.

Los sensores medidores de distancia están ubicados en la parte delantera del automóvil, para ello se construyo dos contenedores plásticos que guardaran estos dispositivos protegiéndolos de la lluvia y asegurándolos a la carrocería del vehículo.

Los sensores y sus contenedores estarán unidos al auto mediante el uso de silicona y tornillos que aseguren inmovilidad de los elementos en el momento de la conducción. La forma y unión de estos elementos se aprecia en la figura 3.1.

3.8.- PRUEBAS Y CALIBRACIÓN EN CARRETERA.

Para la realización de las pruebas del funcionamiento, de los diferentes sensores y materiales que van a entrar en el diseño del sistema de control de distancia de seguridad, se tomo como primer ambiente una habitación cerrada libre de factores externos, como el viento, que puedan afectar en el desempeño en condiciones ideales de los elementos que conformaran el sistema.



Figura 3.14 Comportamiento del sistema en condiciones normales de funcionamiento.

Como segundo ambiente se traslado los materiales al lugar donde, una vez terminado el proyecto; estarán funcionando continuamente, es decir; la carretera donde se observará el comportamiento de cada uno de ellos bajo las condiciones en los que normalmente trabajarán.

3.8.1.- SENSOR MEDIDOR DE DISTANCIA.

Para verificar el funcionamiento del sensor se tuvieron que realizar varias pruebas de comportamiento del sensor ante diferentes circunstancias de medio, así se realizaron dos pruebas:

a.- Pruebas en medio cerrado.

Como primer resultado se obtuvo que la distancia medida físicamente por el sensor diferenciaba en un porcentaje del 15% de la medida real, es decir; realizando pruebas se colocó un objeto a 6 metros (medidos manualmente), pero la señal que detectó el sensor en conjunto con el programa diseñado para el estudio de la señal generada detectó un valor de 5.30 metros, lejos de la medida real.

Como segundo resultado, se logró comprobar que el sensor podía llegar a medir distancias de hasta 7.5 metros pero al producirse movimientos del objeto censado o del sensor mismo se producían errores significativos en el tiempo de respuesta se determinó fluctuaciones en las lecturas correspondientes al sensor.

b.- Pruebas en medio abierto.

El segundo ambiente de pruebas se lo realizó en la carretera donde las condiciones ambientales cambian radicalmente, ya sea por las ráfagas de viento que se pueden producir en cualquier dirección, lluvia, neblina, etc. Además de los demás autos que puedan circular provocando ruido en el ambiente sin dejar de mencionar los ruidos y las vibraciones propias del funcionamiento del motor (CHEVROLET ALTO).

3.8.2.- PRUEBAS ACELERADOR ELECTRÓNICO.

Para conseguir el funcionamiento óptimo del servomotor en el sistema de admisión y este logre acelerar el vehículo de modo inteligente se realizaron las siguientes pruebas.

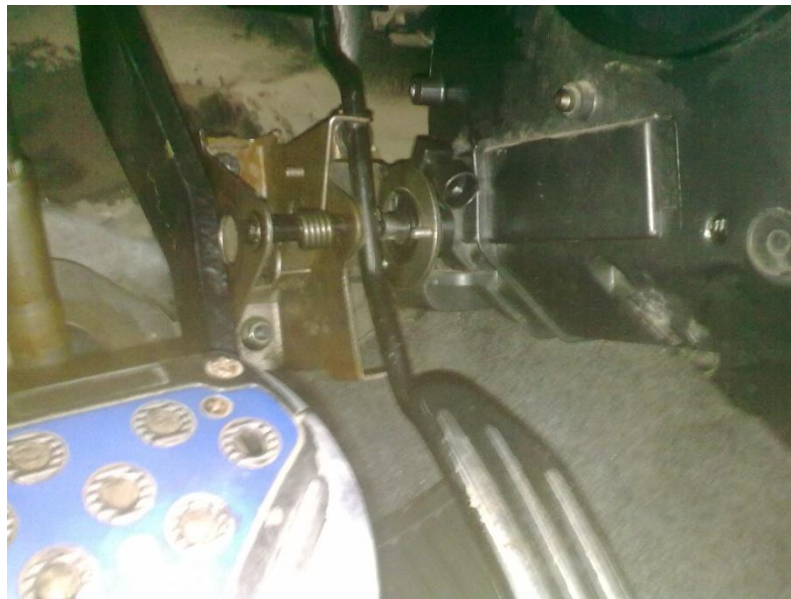


Figura 3.15 Ubicación del TPS en el pedal del acelerador.

La figura 3.15 muestra la utilización de un TPS para la obtención de la señal de posición del pedal del acelerador, está a su vez, comandara las acciones que tome el servomotor en la mariposa de aceleración como muestra la siguiente figura.



Figura 3.16 Servomotor colocado en la mariposa de aceleración.

Para el funcionamiento del servomotor se pensó en primera instancia el uso de un sistema de varillas que funcionen como un brazo mecánico para tirar de la mariposa, este sistema fue desechado ya que el servomotor es pequeño y la utilización de más piezas sueltas reduciría considerablemente el torque útil que genera el servo.

Con este antecedente se optó, por utilizar el mismo cable del acelerador, la utilización de este ayudo a aprovechar de manera efectiva el torque generado por el servo ya que se evita la utilización de piezas adicionales y por ende la utilización de fuerza innecesaria para mover dichos elementos.

Una vez hecho el acople con el mismo cable del acelerador se comprobó de manera práctica que el funcionamiento con este sistema mejoro notablemente el rendimiento. Cabe recalcar que el uso del cable evita cualquier atascamiento que hubiera podido producirse por la utilización de un sistema de varillas.

3.8.3.- PRUEBAS FRENO ELECTRÓNICO.

Para la ubicación del freno electrónico se tomo en cuenta la facilidad de manipular el sistema de manera manual en caso de emergencia, es así que, se opto por realizar acoples para sujetar el servomotor en el mismo pedal de freno.



Figura 3.17 Servomotor del acelerador electrónico montado al pedal de freno.

La ubicación del servo en el mismo pedal logro obtener varias ventajas pero con iguales desventajas.

- La ventaja más importante de poner el servo en el mismo pedal fue que: mediante el sonido de la activación del servo cuando este está en funcionamiento podía servir a manera de alarma del sistema.
- La desventaja más considerable para este ítem fue la adquisición del servomotor, ya que este al ser de un gran torque (para poder accionar directamente el pedal de freno) no se lo pudo encontrar fácilmente.

3.9.- RESULTADOS GENERALES.

Tanto los sensores, actuadores y la unidad de proceso del sistema funcionan de manera coordinada y secuencial.

Es decir que el funcionamiento del sistema puede resumirse en:

1. Procesamiento de la señal de los sensores de distancia.
2. Tratamiento de la señal proveniente de los sensores de distancia.
3. Envío de la señal proveniente de la unidad de procesamiento hacia los actuadores.

Se ve la necesidad de sensores que soporten vibraciones especialmente en el sensor de distancia, que en este proyecto, presento la mayor parte de deficiencia en el momento de entregar los valores cuando está en funcionamiento.

3.10.- PROCEDIMIENTOS DE UTILIZACIÓN DEL SISTEMA.

Para la utilización del sistema de Control de Distancia de Seguridad se hará accesible un MANUAL DE USUARIO en el cual se detallaran los procedimientos de utilización del sistema. Ver **Anexo A**.

3.11.- IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.

El sistema fue diseñado pensando en la comodidad del conductor y conseguir una conducción más relajada y segura.

El sistema implementado es pequeño para ocupar el menor espacio posible en el vehículo, y se logro mayor eficiencia en utilización de espacio. Los servomotores utilizados para el control electrónico del freno y acelerador prestan los beneficios necesarios para el correcto

funcionamiento del sistema, sin embargo, se hizo necesaria la utilización de una fuente adicional para el funcionamiento de los dos sistemas. La fuente adicional funciona como parte integral del sistema de sistema de control de velocidad.

Se ha desarrollado una interfaz de usuario (DISPLAY Y BOTONES DE MANDO): ubicados en la parte delantera del tablero del vehículo, esta permite, que las ordenes y los parámetros de funcionamiento del sistema estén a la disposición del usuario.

La interfaz de usuario contiene un botón de encendido/apagado y otro que le permite al conductor elegir la distancia a la cual desea mantenerse de otros vehículos delante de él.

La figura 3.1 muestra el tablero de mando ubicado en el tablero del automóvil.



Figura 3.18. Tablero de mando en el panel frontal.

3.12.- PROCEDIMIENTO DE MAL FUNCIONAMIENTO EN CARRETERA.

Las medidas que se tomaron como forma de precaución en caso de mal funcionamiento del sistema de Control de distancia de seguridad son los siguientes:

1. El proyecto cuenta con una base de respaldo para la implementación de los programas que se utilizaron para el diseño del acelerador y el freno electrónico. Por lo que es importante aclarar que si en algún momento el sistema deja de funcionar en forma óptima se debe verificar el sistema electrónico (Microchips), en busca de fallas en la implementación del programa que comanda el funcionamiento.
2. Con esta base, el proyecto, está diseñado como complemento del acelerador y del freno respectivamente; es decir, la implementación de este sistema no afecta a la forma original de los sistemas antes mencionados.

Para el caso de que el sistema deje de acelerar electrónicamente el automóvil cuenta con el cable original del acelerador mecánico. Esto permite en caso de emergencia volver a conectarlo y acelerar de manera manual (forma convencional.)

En el caso de que el sistema deje de frenar electrónicamente, el sistema está integrado directamente al pedal del acelerador, el usuario podrá frenar el vehículo de manera normal, sin afectar el desempeño del sistema convencional ni el sistema complementario integrado al vehículo.

CAPÍTULO IV

4.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1.- CONCLUSIONES.

El sistema de control de distancia de seguridad fue desarrollado para reducir y evitar accidentes de tránsito producidos por conductas inadecuadas del conductor en el momento de ir al volante: tales como distracciones o imprevistos del viaje.

La implementación de sensores de distancia y el servomotor que controla el freno del automóvil contribuye a mantener una distancia segura entre vehículos en el momento de la conducción.

El sistema de control de distancia de seguridad mantiene cierta velocidad dependiendo de la distancia a la cual se requiera permanecer de otros vehículos.

Se realizó una guía para el usuario con el cual cualquier conductor o técnico pueda conocer el funcionamiento y el mantenimiento básico del sistema.

La elección de los elementos y materiales utilizados fueron los que mejor se adaptaron a los requerimientos de funcionamiento y cumplimiento de los objetivos previamente planteados. Además de ser los elementos de mayor accesibilidad en el mercado, como es el caso de los PIC's utilizados y todos los materiales que en la electrónica del sistema intervinieron.

Las mediciones de los sensores de distancia varían bajo diferentes condiciones climáticas y de acuerdo al tráfico existente, se reduce significativamente. Es decir; el sensor en estado inmóvil puede llegar a medir hasta 6.5 metros, bajo condiciones de funcionamiento la medición se redujo a 6 metros con tendencia a disminuir.

De acuerdo a estas pruebas se llegó a la conclusión que el sensor no puede operar bajo cambios excesivos del ambiente en el que esté trabajando, los ruidos que provienen del mismo ambiente y los producidos por el funcionamiento del motor, además de las vibraciones por la conducción en carretera interfieren en la medición.

Al inicio en la programación, construcción y funcionamiento, existieron pequeños inconvenientes ya que no se sabía cómo poder poner a trabajar en conjunto todos los sensores y actuadores. Después del análisis y previos estudios se llegó a la conclusión de realizar simulaciones del sistema en un programa electrónico para verificar su funcionamiento.

Se presentaron retrasos en el tratamiento de las señales provenientes de los sensores para ser estudiadas y enviadas hacia los actuadores para que los dos sistemas funcionen en armonía dando cumplimiento a los objetivos previamente planteados. Se implementó filtros de ruido que permitan tener una onda limpia con la cual trabajar.

El sistema fue creado como un sistema adicional de seguridad, y en caso de mal funcionamiento el usuario puede hacer uso de los sistemas en forma normal como si no existiera el sistema.

La relación coste beneficio es muy importante: se debe tener en cuenta que la utilización de este sistema ayudara de manera importante en la disminución de accidentes de tránsito que tanto gasto causan al

conductor que provoca el accidente como a la víctima del mismo. La implementación de este sistema ayudara a disminuir costo a cambio de una pequeña inversión que mantendrá seguro el vehículo en la carretera.

El servomotor aplicado en el freno electrónico es de difícil adquisición en el país, ya que el torque con el que funciona es mucho mayor que un servomotor convencional. El servomotor utilizado para el freno electrónico fue traído desde EEUU.

4.2.- RECOMENDACIONES.

Se recomienda conocer el funcionamiento y comportamiento de los elementos que se utilizaran para el posterior montaje, diseño, y si es necesario la programación del sistema electrónico.

El presente proyecto ofrecerá a la comunidad Politécnica la oportunidad de investigar en otros sistemas inteligentes aplicados al transporte tales como¹⁷:

1. Comunicación entre vehículos en carretera.
2. Software de reconocimiento del conductor (mediante iris ocular o facial).
3. Sistema de puertas inteligentes (Keyless-Go).

Entre muchos otros que pueden dar mayor seguridad y comodidad al conductor en el momento del manejo.

Se recomienda este proyecto como base para futuras investigaciones en el ámbito de sistemas inteligentes económicos que permitan ergonomía en el momento de conducir.

¹⁷ <http://www.portalcinciayficción.com/component/content/article/35-ia/296-coches-inteligentes.html>

Antes de poner en funcionamiento el sistema verificar que todas las conexiones e instrumentos actuadores funciones de manera correcta.

4.3.- BIBLIOGRAFÍA.

- JM ALONSO, “*Técnicas del Automóvil*”, (1998). Séptima Edición, Paraninfo, España.
- ROBERT L. NORTON, “*Diseño de Máquinas*”, (1999). Primera Edición, Prentice Hall Hispanoamérica SA, México.
- KATSUIKO OGATA, “*Sistemas de Control Electrónico*”, (1996). Segunda Edición, Prentice Hall Hispanoamérica SA, México.
- ALFRED ROCA CUSIDÓ, “*Control de Procesos*”, (2006). Segunda Edición, Algaomega Grupo Editor, México.
- ROBERT L. MOTT, “*Diseño de Elementos de Máquinas*”, (2006). Cuarta Edición, Pearson Educación de México, México.

Biblioteca Virtual.

- http://www.motorintro.com/reportajes/16_reportajes.htm
- <http://www.tallervirtual.com/2010/01/30/funcionamiento-del-sistema-acc/>
- <http://www.datasheetcatalog.com/>
- <http://www.mecanicavirtual.org/sensores.htm>

ANEXO A: MANUAL DE USUARIO.

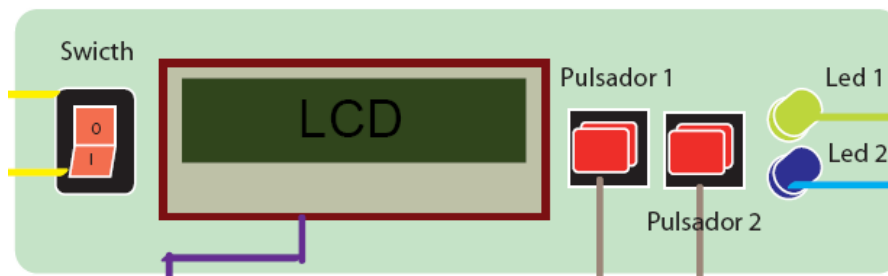
MANUAL DE USUARIO

Lea atentamente este manual de instrucciones antes de usar este aparato. Solo así, podrá obtener las máximas prestaciones y la máxima seguridad durante su uso.

Advertencias de Seguridad

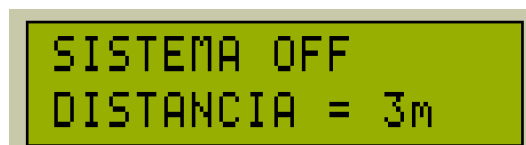
- Antes de encender el vehículo comprobar que el sistema este encendido.
- Mantenga a mano este manual para consultas posteriores.

Partes del Panel Frontal



Funcionamiento

Encienda el dispositivo mediante el interruptor situado en la parte frontal. Podrá observar que el LCD se enciende y aparece una pantalla de bienvenida, luego de la cual podrá observar en el LCD una pantalla similar a la siguiente:



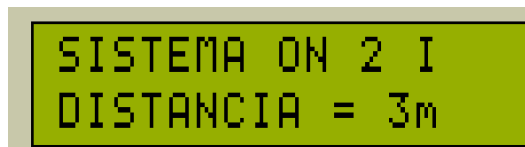
La línea superior de la pantalla muestra que el sistema esta desactivado "OFF"

La línea inferior de la pantalla muestra el set point de distancia a la cual el sistema va a trabajar, el dispositivo viene programado para que el set point empiece desde 3 metros

Puesta en marcha

El set point de distancia varia accionando el pulsador 1 en el panel frontal los valores ha escoger son 3m, 4m, 5m y 6m.

Para activar el sistema debemos accionar el pulsador 2 del panel frontal luego de lo cual podrá observar en el LCD una pantalla similar a la siguiente:



SISTEMA ON 2 I
DISTANCIA = 3m

A partir de este momento el sistema empezará a medir la distancia a la que cualquier objeto se encuentre enfrente de el y se activara el LED 1.

El usuario podrá ver en LCD en la parte superior como se va midiendo tal distancia

Una vez el sistema detecte un objeto a igual o menor distancia que la del set point se activara el LED 2 indicando que el freno es activado y el acelerador es bloqueado, además de mostrar en LCD que sensor es el que mide dicha distancia indicado con la letra "I" si es el sensor izquierdo o la letra "D" si es el sensor derecho.

Una vez activado el sistema el usuario puede desactivarlo con el pulsador 2 del panel frontal o activando la palanca de direccionales.

Por ningún motivo se debe desactivar el interruptor de encendido mientras el vehículo este en marcha, ya que esto provocara que el sistema se apague totalmente haciendo que el acelerador no funcione.

Errores frecuentes

- Los sensores no miden correctamente, se puede dar el caso cuando los sensores no estén colocados en forma tal que midan el objeto enfrente del vehículo, por lo cual es recomendable colocar los sensores de manera perpendicular a la parte frontal del vehículo y que ningún objeto por pequeño que fuere este interrumpiendo el rango de vista del sensor.
- El sistema no se enciende, puede darse por la provocación de un cortocircuito o por una variación exagerada en el voltaje de la batería de alimentación, para lo cual el sistema posee un fusible el cual debe ser revisado para de ser el caso reemplazarlo este fusible es de 5 amperios.
- No se observa correctamente la pantalla del LCD, en la parte interna del panel frontal existe un potenciómetro el cual maneja el contraste del LCD su manipulación varia la intensidad del texto y corregirá el problema.
- El freno o el acelerador no son activados, esto puede suceder por recalentamiento, por lo cual es necesario revisar que el ventilador de caja en la que se encuentran las fuentes de alimentación para los servomotores, ubicada debajo del asiento del pasajero, esté funcionando de igual manera el ventilador que se encuentra junto al servomotor del acelerador.
- Para cualquier otro inconveniente no contemplado o reparaciones pónganse en contacto con los creadores del sistema.

Características Técnicas

Tensión de alimentación

12 VDC “batería del vehículo”

12 VDC “batería adicional para la parte de control”

Servo Motores:

- Acelerador:
 - Alimentación: 5 VDC
 - Torque: 8kgf/cm²

- Freno:
 - Alimentación: 7.2 VDC
 - Torque: 43kgf/cm²

Interfase usuario

- LCD 2x16.
- Pulsadores.
- Interruptor de encendido.
- LED's.

ANEXO B: PROGRAMACIÓN DE PICS.

El anexo B trata sobre la programación que se realizó en los diferentes PIC que intervienen en el funcionamiento del sistema de control de distancia de seguridad.

PROGRAMA DEL MICRO PRINCIPAL PIC16F873A

```
DEFINE OSC 4 ' frecuencia de oscilador 4 Mhz
define LCD_DREG portc ' configuración del puerto para el LCD
define LCD_DBIT 4 ' 4 bits para el LCD
define LCD_RSREG portc ' PIn RS del LCD
define LCD_RSBIT 3
DEFINE LCD_EREG portc ' PIn EN del LCD
DEFINE LCD_EBIT 2
DEFINE LCD_BITS 4
DEFINE LCD_LINES 2 '
DEFINE LCD_COMMANDUS 2000
DEFINE LCD_DATAUS 50

DEFINE ADC_BITS 8 ' Configuración del puerto análogo del micro
DEFINE ADC_CLOCK 3 '
DEFINE ADC_SAMPLEUS 50 ' Muestras por segundo del ADC
DEFINE CHAR_PACING 1000

OPTION_REG.7=0 ' Habilito resistencias Pull/Up del PORTB
ADCON1 =%00000000 ' configuración del PORTA analógico
TRISA=%11111111 ' PORTA=entradas
TRISC.0 =0 ' PORTC.0 salida
TRISC.1 =0 ' PORTC.1 salida
TRISB = %00001111 ' PORTB entradas=1 salidas=0
PORTB = 0 ' inicializado PORTB
PORTA = 0 ' inicializado PORTA
```

TOG VAR BIT ' Declaración de variables a usarse

S1 VAR BYTE

S2 VAR BYTE

aux var byte

SET VAR BYTE

m1 var word

m2 var word

N1 var word

N2 var word

aux1 var word

BAT VAR Bit

BAT=0

TOG=0

Lcdout \$fe,1,"PRUEBA " ' Pantalla de Inicio

Lcdout \$fe,\$c0,"FIN"

PAUSE 1000

PORTB.4=1 'Enciendo la fuente de potencia

PORTB.5=1 ' Enciendo carga de la batería

SET=3 ' set point de distancia

Inicio:

PORTB.6=0 'apago Pin de la sirena

ADCIN 0, S1 ' lectura de la señal de sensor S1 y almaceno

ADCIN 1, S2 ' lectura de la señal de sensor S2 y almaceno

m1=s1

m2=s2

N1=(M1*508)/10000 ' transformo las señales a metros

N2=(M2*508)/10000

```
if PORTB.0=0 THEN SET=SET+1 : gosub AR ' pin del pulsador del set
point de distancia
IF SET>6 THEN SET=3
IF SET=3 THEN AUX= 59 '3 metros
IF SET=4 THEN AUX= 75 '4 metros
IF SET=5 THEN AUX= 100 '5 metros
IF SET=6 THEN AUX= 124 '6 metros
```

```
IF PORTB.2 = 0 OR PORTB.3 = 0 THEN GOTO SALTO ' pines de la
palanca de dirección
IF PORTB.1 = 0 THEN TOGGLE tog : gosub AR ' pin de sistema
encendido
IF TOG=1 THEN goto LAZO1
```

SALTO:

```
PORTB.5=1
```

```
PORTB.7=0
```

```
PORTC.0=0
```

```
PORTC.1=0
```

```
Lcdout $fe, 1,"SISTEMA OFF ",DEC m1 ' sistema apagado
```

```
Lcdout $fe,$c0,"DISTANCIA = ",DEC SET,"m",DEC m2
```

```
PAUSE 30
```

```
GOTO INICIO
```

LAZO1:

```
PORTB.7=1
```

```
PORTB.5=0
```

```
IF M1<M2 THEN ' Sistema encendido
```

```
lcdout $fe, 1, "SISTEMA ON ", DEC N1, " I"  
ELSE  
lcdout $fe, 1, "SISTEMA ON ", DEC N2, " D"  
END IF
```

```
lcdout $fe,$c0, "DISTANCIA = ", DEC SET, "m"  
PAUSE 30
```

```
if m1<20 then m1 = 20 ' comparo las señales de los sensores con el set  
point
```

```
if m1>124 then m1 = 127
```

```
if m2<20 then m2 = 20
```

```
if m2>124 then m2 = 127
```

```
IF m1<=AUX OR m2<=AUX THEN ' activo los pines de control para los  
micros de los servos
```

```
PORTC.0=1
```

```
PORTC.1=1
```

```
PORTB.6=1
```

```
PAUSE 120
```

```
PORTB.6=0
```

```
BAT = 1
```

```
ELSE
```

```
PORTC.0=0
```

```
PORTC.1=0
```

```
if BAT=1 THEN ' desactivo el freno
```

```
PORTB.4=0
```

```
PAUSE 300
```

```
PORTB.4=1
```

```
BAT=0
```

END IF

END IF

goto inicio

AR: ' Subrutina de antirebote

if PORTB.0=0 then goto AR

if PORTB.1=0 then goto AR

if PORTB.2=0 then goto AR

if PORTB.3=0 then goto AR

return

END

PROGRAMA DEL MICRO DEL ACELERADOR PIC16F819

DEFINE OSC 4 ' frecuencia de oscilador 4 Mhz

DEFINE ADC_BITS 8 ' Configuración del puerto análogo del micro

DEFINE ADC_CLOCK 3 '

DEFINE ADC_SAMPLEUS 50 ' Muestras por segundo del ADC

DEFINE CHAR_PACING 1000

OSCCON=%01100100 ' Configuración de velocidad de oscilación

ADCON1 = 2 ' PORTA analógico

TRISA = 255 'PORTA entradas

TRISB.2 = 0 ' salida

TRISB.0 = 1 ' entrada

TRISB.1 = 0 ' salida

ACELERADOR var byte ' declaración de variables a usarse

AUXILIAR var byte

AUXILIAR =210

AUX2 VAR WORD

PORTB.2=0 ' Inicializo el pinB.2

Inicio:

IF PORTB.0 = 1 THEN ' leo el pin de entrada de control

AUXILIAR = 210 ' ancho de pulso para bloquear al servo

GOSUB PULSO ' envio al subrutina de control del servo

GOTO INICIO

ELSE

ADCIN 0, ACELERADOR ' leo la senal del TPS del acelerador

```
IF ACELERADOR>120 THEN ACELERADOR =120 'conversión para la  
señal para el servo
```

```
AUXILIAR=210-(ACELERADOR+15)
```

```
GOSUB PULSO
```

```
END IF
```

```
GOTO INICIO ' vuelvo al inicio
```

```
PULSO: ' Subrutina de envío del ancho de pulso para el servomotor
```

```
AUX2=AUXILIAR
```

```
PULSOUT PORTB.2,AUX2 ' envió pulso
```

```
PAUSEUS 15000 ' envió pausa
```

```
RETURN
```


PROGRAMA DEL MICRO DEL FRENO PIC16F819

DEFINE OSC 4 ' frecuencia de oscilador 4 Mhz

trisb.2=0 ' salida

TRISB.7=0 ' salida

TRISB.6=0 ' salida

TRISB.0=1 'entrada

TRISA=255 'entradas

portb=0 'inicializado el pinB.0

AUXILIAR var byte ' Declaración de variables a usarse

AUXILIAR =210

AUX2 VAR WORD

TEMP VAR word

CONT VAR BYTE

I VAR BYTE

CONT=1

Inicio:

IF PORTB.0 = 0 THEN ' leo el pin de entrada de control

PORTB.7=0

aux2=0 ' ancho de pulso para la desactivación del servomotor

gosub pulso

GOTO INICIO

ELSE

aux2=90 ' ancho de pulso para la activación del servomotor

GOSUB PULSO

PORTB.7=1 ' enciendo el LED de FRENO

END IF

GOTO INICIO

PULSO: ' Subrutina de envio del ancho de pulso para el servomotor

PORTB.2=0

PULSOUT PORTB.2,AUX2 ' envio pulso

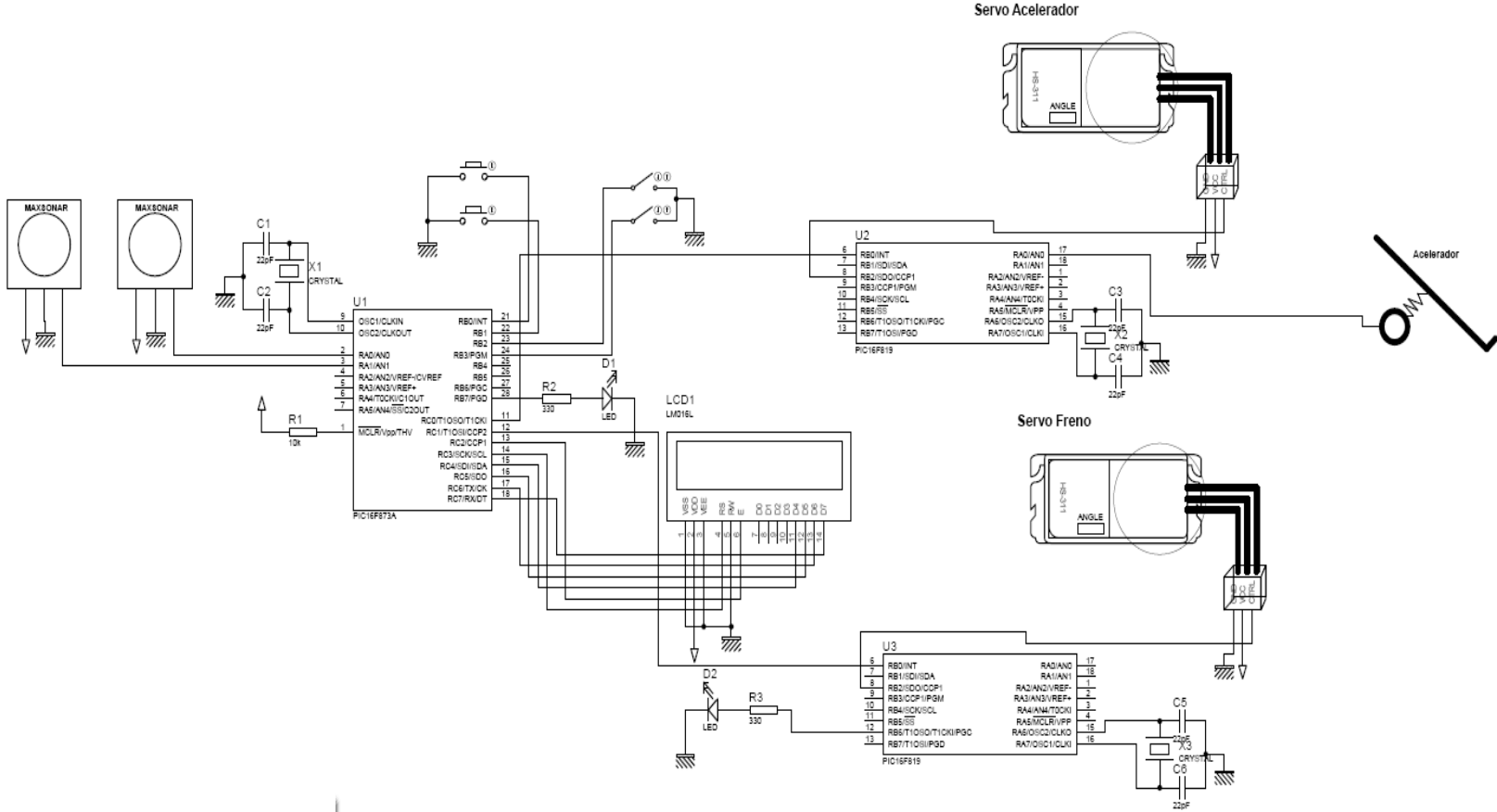
PAUSEUS 15000 ' envio pausa

RETURN

END

ANEXO C: DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE ELEMENTOS.

El siguiente es el esquema de las conexiones realizadas en la implementación del sistema de control de distancia de seguridad.



ANEXO D: PLANOS DE ELEMENTOS DISEÑADOS.

ANEXO E: ARTÍCULO PARA REVISTA.

Diseño e implementación de un sistema de control de distancia de seguridad para conducción de vehículos en carretera

Autores:

Javier Escola,
Cristian Gallo,
Ing. Euro Mena,
Ing. Wilson Trávez

Dept. de Energía y Mecánica. Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga,
Quijano y Ordóñez y Márquez de Maenza S/N Latacunga, Ecuador,
Email : jsebaseb_45@hotmail.com
ermena@espe.edu.ec

Resumen. – El proyecto de control de distancia está desarrollado pensando en la seguridad de los conductores y en la ayuda para personas minusválidas.

Este proyecto de control de distancia de seguridad brindara al conductor de cualquier vehículo, ya sea de alta gama o vehículos convencionales, la ventaja de poder evitar colisiones que puedan ser causadas por alcance en la carretera. El sistema está desarrollado para poder ser utilizado en vehículos de transporte personal.

Con el perfeccionamiento de este sistema se espera contribuir de manera significativa a la investigación de nuevas tecnologías para la seguridad del vehículo, conductor, ocupantes y peatones.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad los accidentes de tránsito por alcance son comunes en nuestro medio, alguna vez nos han chocado o hemos chocado, esto representa pérdidas económicas, emocionales incluso hasta la perdida humanas.

Según datos tomados del departamento de estudios de accidentes de tránsito de la Policía Nacional:

Los accidentes registrados entre enero y noviembre del 2009 provocaron la muerte

de 1.290 personas frente a 1.218 en el mismo período de 2008. Desde enero hasta noviembre del 2009 se contabilizaron 10.744 heridos (contra 9.240 de igual período del 2008), según un balance policial.

En los últimos 7 años la Policía reportó unos 80.000 accidentes de tránsito, una de las principales causas de mortalidad en Ecuador con unos 8.000 fallecidos en ese lapso.

De acuerdo con la Comisión para la Iniciativa en Vehículos Inteligentes (Commission on the Intelligent Car Initiative), al menos hasta 4.000 accidentes en Europa podrían evitarse si tan solo el 3% de los vehículos europeos viniesen equipados con el sistema ACC.

El proyecto de sistema de control de distancia es creado para ser un sistema versátil y económico que permita disminuir los accidentes de tránsito por alcance o atenuar los efectos por el impacto eminente, reducir las pérdidas humanas y económicas, discapacidades y alteraciones emocionales que conllevan un accidente.

La investigación es de la modalidad de proyecto factible ya que permite solucionar la accidentabilidad en la vías y porque se puede implementar en toda clase de vehículo, en virtud de que solucionara los accidentes de tránsito causados por alcance, detectado luego del diagnóstico y sustentado

en una fase teórica recaudada por parte de las empresas como Mercedes, Audi, Volvo, etc., proyectos similares han ayudado con la investigación del sistema de control.

La investigación de este proyecto también está enfocado hacia las para personas minusválidas, por cuanto el acelerador y el frenado es accionado electrónicamente.

El estudio de este sistema abre las puertas para incentivar a la investigación aplicada ya que en el área de la seguridad existen algunas ideas para reducir las pérdidas humanas como materiales

El tema de Proyecto responde al deseo de realizar una investigación en el área de Seguridad en conducción, Sistemas de Velocidad Crucero, Sistemas de Control de Frenado, así como una correcta selección, instalación y utilización de componentes semiconductores, circuitos integrados y micro controladores que son aplicados en circuitos del automóvil.

En nuestro país en esta última década, muchos de los vehículos que han ingresado al mercado nacional son controlados en la gestión electrónica de la inyección a través de varias computadoras, pero normalmente carecen de controladores de velocidad de acercamiento en carretera para condiciones de velocidad crucero, haciéndolos más vulnerables a colisiones por no considerar la distancia de seguridad entre vehículos principalmente en autopistas y carreteras de alta velocidad que ya se encuentran en construcción en todo el país.

II. Desarrollo



Fig.1 Funcionamiento del sistema de control.

El sistema de control de distancia visualiza el entorno por delante de nuestro vehículo y si, en un momento dado detecta la presencia de otro vehículo, automáticamente alerta al conductor del peligro por una aproximación excesiva y reduce la velocidad de nuestro vehículo actuando sobre el sistema de frenos y de aceleración, de forma que se mantiene la distancia de seguridad que haya sido predeterminada. Una vez que el carril por el que circulamos queda libre, el sistema acelera el vehículo.

El funcionamiento del sistema de control de distancia puede ser desconectado bien por el conductor o bien automáticamente. Las siguientes acciones desactivarán el funcionamiento del sistema:

- Cuando el pedal de freno sea pisado.
- Pulsando el botón "Off" del panel de instrumentos del sistema.
- Cuando el conductor acciona las direccionales.

Tanto los modos de funcionamiento como la detección de vehículos por delante, se avisan al conductor mediante señales acústicas y visuales en el panel de instrumentos.

Componentes

El sistema de control de distancia consta de una serie de componentes y sistemas que se encuentran comunicados entre sí:

- **Sensores de ultra sonido:** Este sensor determina si existe algún vehículo circulando por delante dentro de la distancia prefijada, enviando esta información a los módulos de control de aceleración y del freno, para mantener la distancia de seguridad asignada.

- **Módulo de aceleración del Motor:** Recibe la información emitida por los sensores de ultra sonido, controlando la velocidad del vehículo en función de esta información a través del control del acelerador, el cual desactiva el acelerador electrónico.

- **Módulo de Control de Frenado:** recibe la información emitida por el sensor de medición el cual detiene el vehículo activando el pedal de freno hasta que el vehículo conserve la distancia previamente señalada.

- **Modulo de control:** Procesa la información procedente de los sensores de ultrasonido y de sensor TPC. Además muestra información al conductor sobre el estado en el que se encuentra el sistema de control de distancia.

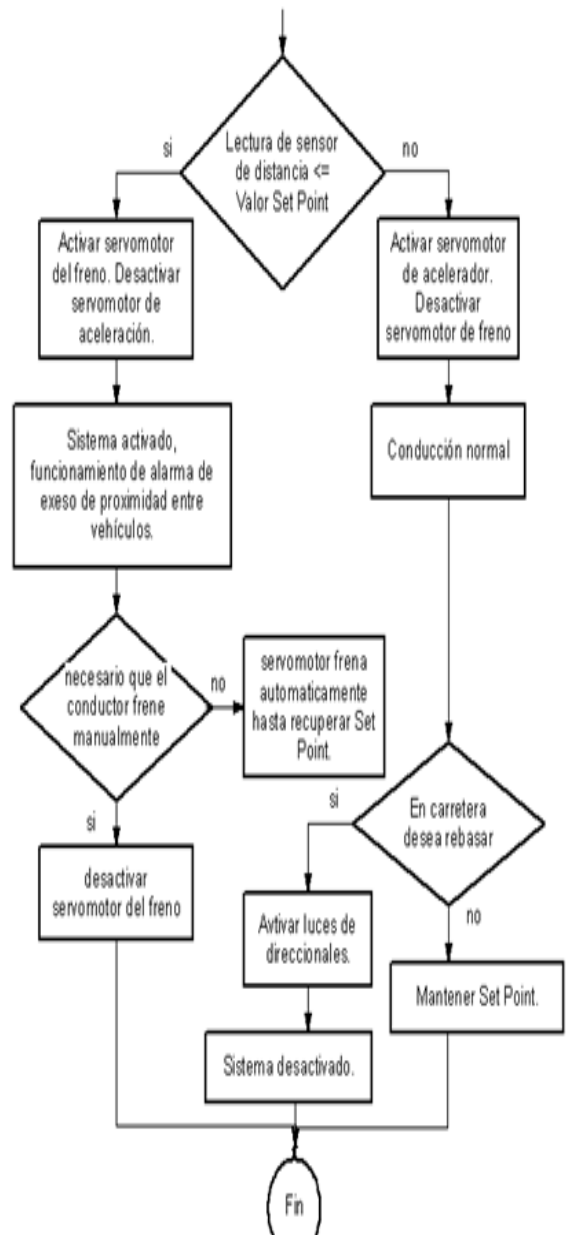
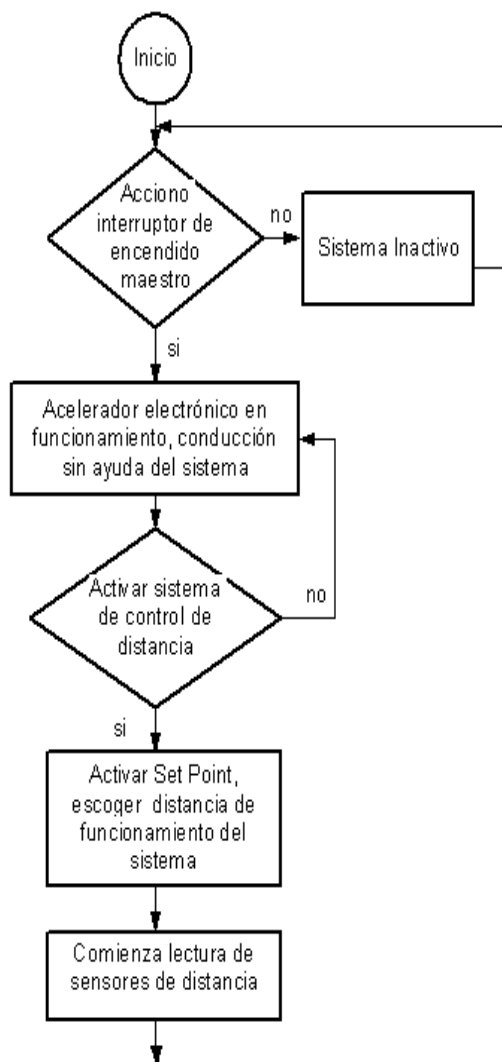


Fig.2 Diagrama de operación del sistema de control.

Limitaciones

El sistema de control de distancia es un sistema que permite mantener una distancia de seguridad determinada con el vehículo precedente, por lo tanto, no se trata de un

sistema que evite colisiones en caso de que sea necesario efectuar una frenada de emergencia.

El sistema de control de distancia **no funciona a bajas velocidades** (normalmente por debajo de 25-30 km/h) en vehículos de caja manual ya que si detenemos al vehículo totalmente este podría apagarse, en los vehículos de caja automática podemos frenarlo totalmente pero en nuestro caso no detiene al vehículo completamente ya está diseñado para la circulación en carretera. Además, el sistema no avisa al conductor de aquellos vehículos que se encuentren circulando a velocidades muy bajas o de vehículos aparcados.

Condiciones especiales a tener en cuenta

Aunque el vehículo disponga de sistema de control de distancia, utilice siempre que sea necesario el pedal de freno y mantenga siempre la distancia de seguridad suficiente con los vehículos precedentes.

El sistema no debería ser utilizado en los siguientes casos:

- En condiciones de baja visibilidad.
- En situaciones de alta congestión en el tráfico (atascos).
- En carreteras con numerosas curvas.
- En condiciones de lluvia.
- En carreteras de fuerte pendiente.

El mejor funcionamiento del sistema de control de distancia se consigue en autopistas y autovías, debido a que en carreteras convencionales con numerosas curvas es posible que el sensor de ultrasonido llegue a perder contacto con el vehículo precedente.

El sistema ACC y la seguridad vial

Desde el punto de vista de la seguridad vial el sistema de control de distancia resulta especialmente útil en aquellas colisiones por

alcance debidas a la falta de atención del conductor. En particular, el sistema de control de distancia:

- Ayuda a la conducción en situaciones de tráfico denso.
- Ayuda al conductor en las funciones elementales de aceleración y frenada durante la conducción.
- Mantiene la distancia de seguridad asignada de forma manual.
- Constituye una piedra angular en los sistemas avanzados de seguridad en los vehículos.

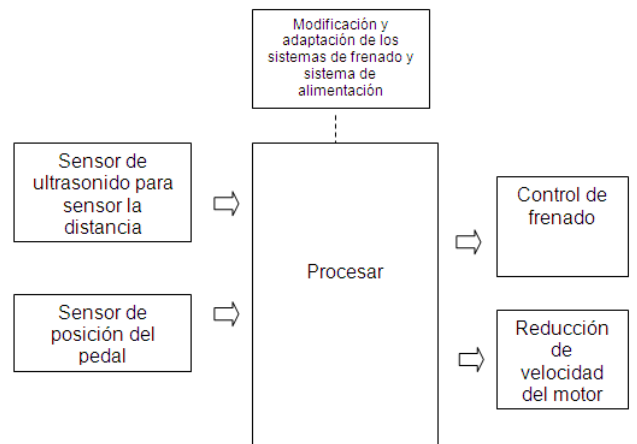


Fig.3 Diagrama de proceso del sistema de control.

III. PROCEDIMIENTO

Para el diseño en implementación del sistema de control se realizó una investigación a los cuales se podrían modificar para obtener excelentes resultados.

Sensores de ultra sonido: Este sensor determina si existe algún vehículo

circulando por delante dentro de la distancia prefijada, los sensores utilizados son sensores que miden una distancia de 6m los cuales pueden funcionar analógicamente y digitalmente. El sistema de operación de sensor es analógicamente ya que digitalmente existen muchas filtraciones de ruido



Fig.3 Sensor de ultrasonido

Sensor TPC: El sensor TPC utilizamos para sensar la posición de pedal, enviando la señal a microcontrolador y este a su vez moviéndole a acelerador electrónico, este sensor es un sensor TPC de un Corsa Wind



Fig.4 Sensor TPC

- **Acelerador Electrónico:** para implementar este actuador fue necesario utilizar un servomotor HITEC de 9 kgf para vencer la fuerza del resorte de la mariposa de estrangulación este servomotor es de engranajes metálico, trabaja con un voltaje de 4.5v., con respecto al diseño se hizo una adaptación en el motor para la ubicación del servomotor.



Fig.5 Servomotor acelerador electrónico

Freno electrónico: para el freno electrónico se utilizo un servomotor HITEC de 44 kgf., ya que el servofreno tiene una fuerza para empujarle de 37 kgf. Esta fuerza se mide con la utilización de un newton metro y colocándole en el pedal del freno, este servomotor trabaja con 9.5v y son de engranajes metálicos, el diseño para la adaptación del actuador se realizo un soporte en el pedal del freno y el brazo del servomotor es de aluminio.



Fig.5 Servomotor freno electrónico

Modulo de control: para el modulo de control se utilizo tres micros controladores:

Acelerador electrónico: se utilizo un pic 16F819 este pic genera pulso eléctrico para que funcione el servomotor también procesa la señal del sensor TPC.

Freno electrónico: se utilizo el mismo pic del acelerador electrónico pero este no procesa alguna señal

Micro controlador principal: este es un pic 16F873 este recibe la señal de los sensores de ultrasonido y transforma a señales digitales, también controla la activación del acelerador y freno electrónico.

IV. ANÁLISIS OBTENIDOS

Con la investigación realizada para la elaboración del sistema de control de

distancia se obtuvo resultados favorables para las personas con capacidades especiales y público en general, este sistema se puede implementar en cualquier vehículo, es económico y sencillo de instalar.

Este sistema tiene una capacidad de negociación y de comercialización reflejada en un modelo de negocios, se iniciará el proceso de patentado, previa autorización del Coordinador de Patentes de la Institución.

V. CONCLUSIONES

- ✓ El sistema de control de distancia de seguridad fue desarrollado para reducir y evitar accidentes de tránsito producidos por conductas inadecuadas del conductor en el momento de ir al volante: tales como distracciones o imprevistos del viaje.
- ✓ La implementación de sensores de distancia y el servomotor que controla

el freno del automóvil contribuye a mantener una distancia segura entre vehículos en el momento de la conducción.

- ✓ Se presentaron retrasos en el tratamiento de las señales provenientes de los sensores para ser estudiadas y enviadas hacia los actuadores para que los dos sistemas funcionen en armonía dando cumplimiento a los objetivos previamente planteados. Se implemento filtros de ruido que permitan tener una onda limpia con la cual trabajar.

VI. REFERENCIAS

http://www.motorintro.com/reportajes/17_reportajes.htm

www.tallervirtual.com/.../funcionamiento-del-sistema-acc-primera-parte/

Latacunga, Enero 2011

Realizado por:

CRISTIAN IVÁN GALLO CAIZA

JAVIER SEBASTIÁN ESCOLA BRITO

ING. JUAN CASTRO C.
DIRECTOR DE CARRERA
INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DR. EDUARDO VÁSQUEZ A.
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE
ADMISIÓN Y REGISTRO