



**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
SEDE LATACUNGA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

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

**TEMA:**

**SISTEMA DE CONTROL DE LA DISTANCIA DE  
SEGURIDAD EN EL ESTACIONAMIENTO POR  
FRENADO AUTOMÁTICO**

**ELABORADO POR:**

**DAVID ALEJANDRO BENAVIDES RAMOS**

**OSCAR WLADIMIR VACA ORTÍZ**

**LATACUNGA, ABRIL DEL 2008**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar agradezco a Dios por la vida y por entregarme a personas que me quieren mucho y que gracias a ellos puedo cumplir mis metas.

A mis padres por ser siempre mi apoyo, porque han inculcado en mí la responsabilidad, el respeto y valores.

A mis directores de tesis Ing. José Quiroz y Ing. Esteban López, por su apoyo para la realización de este proyecto.

David Benavides

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por darme sabiduría y la fuerza necesaria para culminar esta etapa de mi vida.

Porque tú eres mi roca y mi castillo; Por tu nombre me guiarás y me encaminarás. Salmos 31:3

A mis padres por su amor y su apoyo incondicional, desinteresado e inagotable.

A mis hermanos por ser fuente de inspiración y admiración durante todos mis años de estudio.

A la prestigiosa Facultad de Mecánica Automotriz, y todos mis maestros especialmente a los Ingenieros José Quiroz y Esteban López por su profundo y desinteresado deseo de compartir sus conocimientos.

*Oscar Vaca Ortiz*

## ***DEDICATORIA***

**Dedico todo el trabajo y esfuerzo que se hizo para la realización de este proyecto a mis padres, quienes gracias a su esfuerzo y sacrificio me han brindado todo el apoyo y facilidades para la culminación del mismo.**

***David Benavides***

## ***DEDICATORIA***

**A mis Padres;**

**Que con afán y sacrificio fue posible la culminación de esta etapa universitaria, alcanzando un título superior que pondré al servicio del bien, la verdad y la justicia.**

***Oscar Vaca Ortiz***

## **RESUMEN**

El proyecto desarrolla un sistema de control que ayuda a mantener la distancia de seguridad en el estacionamiento del vehículo, además integrada un sistema de freno automático, el cual actuará como última instancia si el conductor por una u otra razón, no presta atención a la distancia que tiene con el automóvil de atrás o de adelante.

En el capítulo I, se determina el problema que conlleva estacionarse en lugares donde el promedio de vehículos es alto, en relación al espacio del sector; además de posibles soluciones para este problema cotidiano en la mayoría de ciudades.

En el capítulo II, se conoce brevemente acerca de los sensores electrónicos utilizados para determinar distancias incluyendo sus características y funcionamiento, profundizando especialmente los sensores infrarrojos utilizados en el proyecto. Se incluye también un grupo de actuadores que podría utilizarse para el freno automático como motores, solenoides, entre otros; además, de componentes electrónicos de visualización y lógicamente el dispositivo de procesamiento cuya clave es el microcontrolador utilizado en este proyecto.

En el capítulo III, informa sobre el diseño, programación y armado del circuito electrónico utilizado para el control del sistema de frenado automático, además, las especificaciones de componentes como el microcontrolador ATMEGA16, el LCD gráfico, etc.; en su parte final se muestra la programación para el compilador Bascom, y el diagrama de flujo respectivo.

El capítulo IV, recoge información sobre componentes mecánicos utilizados en el sistema de frenado automático, así como el motor con tornillo sin fin y engrane, las especificaciones de diseño de leva, los rodamientos y los cálculos respectivos

que justifican el diseño mecánico del sistema. Además, se presenta el montaje e instalación del mecanismo en el vehículo.

Debido a que este es un proyecto de investigación y construcción, no se tiene experiencia previa con el mecanismo de freno automático, con los microcontroladores de la compañía ATMEL, ni con los sensores SHARP, por lo que en el capítulo V, se verifica mediante pruebas, el funcionamiento y la utilidad del sistema.

## **PRESENTACIÓN**

La conducción de un automóvil exige muchísimo de un conductor, debe estar constantemente concentrado en las maniobras que realiza, aún más si se encuentra el vehículo demasiado cerca de otros vehículos u obstáculos. Este problema es reiterado al momento de que el conductor desee estacionarse en espacios pequeños, con visualización parcial o nula de los otros automóviles, además de peatones y automovilistas imprudentes.

La electrónica muy importante dentro del mundo del automóvil, debido a la constante incursión en todos los sistemas, lo que nos permite presentar una solución a este problema.

Presentamos entonces el proyecto llamado “Sistema de Control de Distancia de Seguridad en el Estacionamiento por Frenado Automático”, que tiene los principios de control de distancia del vehículo, equipado con este sistema, respecto a otro; el cual permite visualizar al conductor la distancia que mantiene con el vehículo posterior o delantero, gracias a sensores infrarrojos; parecidos a los usados en nuestro sistema, incluso desacelerando al vehículo si la distancia llega ser demasiado pequeña, así se evita colisiones muy comunes hoy en día. Si el conductor pisa el pedal del freno, automáticamente este sistema se deshabilita, permitiendo tomar el control sobre el vehículo, cave recalcar que se aplica al sistema de control de crucero en vehículos modernos.

En cualquier caso el conductor tiene el control sobre el sistema debido a que será controlado por un interruptor principal.



El presente trabajo busca la aplicación expresa en la asistencia electrónica de estacionamiento con un sistema adicional de frenado de seguridad electro-mecánico, si no se respeta las restricciones establecidas; en su desarrollo se informará extensamente sobre la estructura del sistema, los componentes, el funcionamiento y forma de utilizar este interesante proyecto.

# ÍNDICE GENERAL

## I.- CAPÍTULO

<b>DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA</b>	<b>-1-</b>
1.1.- IDENTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD	-1-
1.2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	-5-
1.3.- POSIBLES SOLUCIONES	-5-
1.3.2.- SISTEMA DE CÁMARA	-5-
1.3.3.- SISTEMA DE SEÑAL VISIBLE Y/O SEÑAL AUDIBLE	-6-
1.3.4.- SISTEMA DE PARQUEO DE LASER DUAL	-7-
1.3.5.- SISTEMA DE PARQUEO A CONTROL REMOTO DE BMW	-8-
1.3.6.- AYUDA DE PARQUEO INTELIGENTE	-10-
1.4.- SOLUCIÓN PLANTEADA (FRENO AUTOMÁTICO)	-11-
1.5.- CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA	-12-

## II.- CAPÍTULO

<b>ELEMENTOS Y COMPONENTES ELECTRÓNICOS</b>	<b>-15-</b>
2.1.- SENSORES DE POSICIÓN (RECORRIDO)	-15-
2.1.1.- ULTRASÓNICOS	-16-
2.1.1.1.- Estructura:	-17-
2.1.1.2.- Funcionamiento	-18-
2.1.2.- ELECTROMAGNÉTICOS (RADAR)	-20-
2.1.2.1.- Estructura	-21-
2.1.2.2.- Funcionamiento	-22-
2.1.3.- INFRARROJOS	-23-
2.1.3.1.- Funcionamiento	-23-
2.1.3.2.- Sensores Sharp	-26-
2.1.3.2.1.- la familia GP2DXX	-26-
2.1.3.2.2.- sharp GP2Y0A02YK	-28-
2.2.- UNIDAD DE CONTROL	-33-
2.2.1.- CARACTERÍSTICAS	-33-
2.2.2.- ESTRUCTURA	-34-
2.2.2.1.- El procesador o CPU	-34-
2.2.2.2.- Memoria de programa	-35-
2.2.2.3.- Memoria de datos	-36-
2.2.2.4.- Líneas de E/S	-36-
2.2.2.5.- Recursos auxiliares	-36-
2.2.3.- Microcontroladores de la Familia ATMEL	-37-
2.2.3.1.- Microcontroladores AVR	-38-
2.2.- ACTUADORES	-40-
2.3.1.- ACTUADORES ELECTRICOS	-41-
2.3.1.1.- Motores eléctricos	-41-
2.3.1.1.1.- Motores de corriente continua	-41-
2.3.1.1.2.- Motores de corriente alterna	-42-
2.3.1.1.3.- Motores paso a paso	-44-
2.3.2.- ACTUADORES ELECTROMAGNÉTICOS	-48-
2.3.2.1.- Principio de funcionamiento	-48-
2.4.- INDICADORES	-50-
2.4.1.- INDICADORES VISUALES:	-50-
2.4.1.1.- Diodo LED	-50-
2.4.1.1.1.- barra de LED's	-51-
2.4.1.1.2.- display de siete segmentos	-51-
2.4.1.1.- Display de cristal líquido (LCD)	-53-
2.4.1.2.1.- funcionamiento del display	-54-
2.4.1.2.2.- alimentación y control de contraste	-56-
2.4.1.2.3.- caracteres	-57-
2.4.1.2.4.- memoria del display	-58-

2.4.1.2.5.-	señales de control y registros internos	-58-
2.4.3.-	INDICADORES AUDIBLES	-60-
2.4.3.1.-	Características	-61-
2.4.3.2.-	Tipos de indicadores audibles	-64-
<b>III.- CAPÍTULO</b>		
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL CIRCUITO ELECTRÓNICO		-66-
3.1.-	MICROCONTROLADOR Y SISTEMA	-67-
3.1.1.-	SELECCIÓN DEL MICROCONTROLADOR PARA LA APLICACIÓN	-68-
3.1.2.-	MICROCONTROLADOR ATMEGA 16	-68-
3.1.2.1.-	Periféricos generales	-70-
3.1.2.2.-	Costos	-71-
3.1.2.3.-	Requisitos	-72-
3.2.-	DISEÑO DEL HARDWARE	-75-
3.2.1.-	DEFINICIÓN DE LAS SEÑALES DE ENTRADA, SALIDA DEL CIRCUITO	-75-
3.2.2.-	SELECCIÓN DE ELEMENTOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS	-77-
3.2.2.1.-	Adaptación / Acondicionamiento Eléctrico de Señales	-77-
3.2.3.-	REGULACIÓN DE VOLTAJE	-77-
3.2.4.-	CIRCUITO DE CONTRÓL DE POTENCIA.	-78-
3.2.4.-	CIRCUITO DE CONTRÓL DE SENSORES.	-79-
3.2.6.-	SELECCIÓN DE PROTECCIÓN DEL CIRCUITO	-80-
3.2.7.-	SELECCIÓN DE LOS MÓDULOS DEL MICROCONTROLADOR A UTILIZAR Y PINES	-81-
3.2.8.-	SELECCIÓN DE COMPONENTES	-86-
3.2.9.-	DISEÑO DE LA PLACA DE CIRCUITO IMPRESO	-87-
3.3.-	DISEÑO DEL SOFTWARE	-90-
3.3.1.-	PROGRAMACIÓN	-90-
3.3.2.-	DISEÑO DEL PROGRAMA Y ESCRITURA DEL CÓDIGO FUENTE EN COMPILADOR	-90-
3.4.-	MONTAJE Y ENSAMBLADO	-101-
<b>IV.- CAPÍTULO</b>		
DISEÑO MECÁNICO		-103-
4.1.-	FRENOS	-103-
4.1.1.-	DISTANCIA DE DETENCIÓN	-103-
4.1.1.1.-	Tiempo de reacción	-104-
4.2.-	LEVAS	-105-
4.2.1.-	CLASIFICACIÓN DE LAS LEVAS Y SEGUIDORES	-105-
4.2.3.-	DINÁMICA DE LA LEVA	-107-
4.3.-	MECANISMO DE TORNILLO SINFIN Y ENGRANE	-109-
4.4.-	RODAMIENTOS	-112-
4.4.1.-	RODAMIENTOS RADIALES	-112-
4.4.2.-	RODAMIENTOS RÍGIDOS A BOLAS	-112-
4.4.3.-	RODAMIENTOS DE UNA HILERA DE BOLAS CON CONTACTO ANGULAR	-113-
4.4.4.-	RODAMIENTOS DE AGUJAS	-113-
4.4.5.-	RODAMIENTOS DE RODILLOS CÓNICOS	-113-
4.4.6.-	RODAMIENTOS DE RODILLOS CILÍNDRICOS DE EMPUJE	-114-
4.4.7.-	RODAMIENTOS AXIALES DE RODILLOS A RÓTULA	-114-
4.4.8.-	RODAMIENTOS DE RODILLOS CILÍNDRICOS	-115-
4.4.10.-	RODAMIENTOS DE RODILLOS A RÓTULA	-115-
4.4.11.-	RODAMIENTOS AXIALES DE BOLAS DE SIMPLE EFECTO	-115-
4.4.12.-	RODAMIENTOS DE AGUJA DE EMPUJE	-116-
4.5.-	DISEÑO DEL MECANISMO	-117-
4.5.1.-	PARÁMETROS	-117-
4.5.2.-	DIMENCIONAMIENTO DE COMPONENTES	-118-
4.5.2.1.-	Diseño de ejes, chavetas y rodamientos	-118-
4.7.-	FABRICACIÓN DE PIEZAS	-132-
4.8.-	MODIFICACIONES FINALES Y AJUSTES	-133-
4.2.6.-	Montaje de elementos	-136-

4.2.7.-	Implementación del equipo en el vehículo	-141-
<b>CAPÍTULO V</b>		
<b>PRUEBAS Y FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO</b>		<b>-145-</b>
5.1.-	PRUEBAS MECÁNICAS	-145-
5.1.1.-	FUERZA DEL MECANISMO	-145-
5.1.2.-	TIEMPO DE ACCIONAMIENTO DEL MECANISMO	-146-
5.2.-	PRUEBAS ELECTRÓNICAS	-146-
5.2.1.-	FUNCIONAMIENTO DEL CIRCUITO IMPRESO	-147-
5.2.2.-	TOMA DE VOLTAJE DE SEÑAL DE LOS SENSORES INFRARROJOS	-147-
5.2.2.-	VERIFICACIÓN DEL CABLEADO	-149-
5.2.3.-	COMPROBACIÓN DE LAS SEÑALES DE ENTRADA Y DE SALIDA	-150-
5.3.-	PRUEBAS DEL PROGRAMA	-151-
5.4.-	PRUEBAS DE CAMPO	-151-
5.4.1.-	FUERZA DE FRENADO	-151-
5.4.2.-	UBICACIÓN DE LOS SENSORES EN LOS GUARDA CHOQUES DELANTERO Y POSTERIOR DEL VEHÍCULO	-152-
5.4.2.1.-	Altura	-152-
5.4.2.1.1.-	prueba 1	-153-
5.4.2.1.2.-	prueba 2	-154-
5.4.2.1.3.-	prueba 3	-155-
5.4.2.1.4.-	prueba 4	-156-
5.4.2.1.5.-	prueba 5	-157-
5.4.2.2.-	Posición	-158-
5.4.3.-	VERIFICACIÓN DEL VOLTAJE DE SEÑAL	-159-
5.5.-	FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO	-159-
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>		<b>-163-</b>
CONCLUSIONES:		-163-
RECOMENDACIONES:		-166-
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		<b>-167-</b>
<b>ANEXOS</b>		<b>-169-</b>

# INDICE DE TABLAS

## CAPÍTULO I

Tabla I.1	Vehículos matriculados por uso a nivel nacional.	1
-----------	--------------------------------------------------	---

## CAPÍTULO II

Tabla II.1	Características de los modelos de la familia GP2DXX.	27
Tabla II.2	Características máximas absolutas del sensor infrarrojo.	30
Tabla II.3	Condiciones de operación recomendadas del sensor infrarrojo.	30
Tabla II.4	Características electro-ópticas del sensor infrarrojo.	30
Tabla II.5	Familia ATMEL AVR 8 bits.	39
Tabla II.6	Descripción de puntos de conexión de un display de dos líneas	55
Tabla II.7	Caracteres más importantes.	57
Tabla II.8	Resumen las señales de control asociadas a la selección de registro.	60

## CAPÍTULO III

Tabla III.1	Descripción de los pines del LCD.	76
Tabla III.2	Pines del microcontrolador y sus periféricos.	85
Tabla III.3	Elementos utilizados en la placa.	86

## CAPÍTULO IV

Tabla IV.1	Distancias de detección.	104
Tabla IV.2.	Distancia de detención vs. Velocidad.	111
Tabla IV.3	Comparación de tipo de cojinetes.	116

## CAPÍTULO V

Tabla V.1	Tiempo de accionamiento del mecanismo.	146
Tabla V.2	Voltaje de señal de los sensores infrarrojos.	148
Tabla V.3	Señales de entrada.	150
Tabla V.4	Señales de salida.	150
Tabla V.5	Eficiencia de frenado.	152
Tabla V.6	Prueba 1: altura de los sensores infrarrojos.	153
Tabla V.7	Prueba 2: altura de los sensores infrarrojos.	154
Tabla V.8	Prueba3: altura de los sensores infrarrojos.	155
Tabla V.9	Prueba4: altura de los sensores infrarrojos.	156
Tabla V.10	Prueba 5: altura de los sensores infrarrojos.	157
Tabla V.11	Posición sensores delanteros.	158
Tabla V.12	Posición sensores posteriores.	158
Tabla V.13	Prueba luminosidad y color.	159

# INDICE DE IMÁGENES

## CAPÍTULO I

Figura 1.1	Vehículo mal estacionado. (Av. Orellana – Quito).	3
Figura 1.2	Parqueadero Público (Av. Atahualpa - Quito).	3
Figura 1.3	Vehículo estacionándose.	4
Figura 1.4	Vehículo chocado en estacionamiento.	5
Figura 1.5	Sistema de cámara.	6
Figura 1.6	Indicador visual.	7
Figura 1.7	Sistema de parqueo de láser dual.	8
Figura 1.8	Parqueo a control remoto, paso 1.	8
Figura 1.9	Parqueo a control remoto, paso 2.	9
Figura 1.10	Parqueo a control remoto, paso 3.	9
Figura 1.11	Encendido de la ayuda de parqueo inteligente.	10
Figura 1.12	Funcionamiento de la ayuda de parqueo inteligente.	10
Figura 1.13	Finalización de la ayuda de parqueo inteligente.	11

## CAPÍTULO II

Figura 2.1	Función básica de un sensor.	16
Figura 2.2	Diagrama de radiación de antena de un sensor ultrasónico.	17
Figura 2.3	Sensor ultrasónico (sección).	18
Figura 2.4	Esquema de conjunto del sensor ultrasónico.	19
Figura 2.5	Radar regulador de la distancia entre vehículos.	20
Figura 2.6	Transceptor de RADAR (diagrama de bloques).	22
Figura 2.7	Directividad del sensor.	24
Figura 2.8	Voltaje de salida análogo vs. distancia al objeto reflejado.	25

Figura 2.9	Características de señal digital.	25
Figura 2.10	Características de señal booleano.	26
Figura 2.11	Sensor SHARP (GP2Y0A02YK).	28
Figura 2.12	Dimensiones en milímetros del sensor infrarrojo.	29
Figura 2.13	Diagrama de bloques internos del sensor infrarrojo.	31
Figura 2.14	Gráfica de programa de tiempos del sensor infrarrojo.	32
Figura 2.15	Tensión analógico de salida vs. Distancia.	32
Figura 2.16	Estructura del microcontrolador.	34
Figura 2.17	Microcontrolador de la compañía ATMEL.	38
Figura 2.18	Partes de un motor de corriente continúa.	42
Figura 2.19	Esquema de un motor de corriente alterna.	43
Figura 2.20	Motor paso a paso.	44
Figura 2.21	Esquemas de un motor paso a paso.	45
Figura 2.22	Construcción del motor paso a paso de Imán Permanente.	46
Figura 2.23	Actuadores electromagnéticos.	49
Figura 2.24	Símbolo eléctrico de un diodo LED.	50
Figura 2.25	Diodos LED.	51
Figura 2.26	Barra de LED's.	51
Figura 2.27	Display de siete segmentos.	52
Figura 2.28	Esquema de un display de siete segmentos.	52
Figura 2.29	LCD (matriz de puntos).	53
Figura 2.30	LCD.	54
Figura 2.31	Esquema de un display de dos líneas.	55
Figura 2.32	Conexión de un potenciómetro de contraste.	56
Figura 2.33	Ejemplo de cronograma de las señales de control.	59
Figura 2.34	Diagrama de directividad omnidireccional.	63
Figura 2.35	Diagrama de directividad bidireccional	63
Figura 2.36	Diagrama de directividad cardioide	64

### **CAPÍTULO III**

Figura 3.1	Diagrama de bloque de entradas y salidas.	67
------------	-------------------------------------------	----



Figura 3.2	Microcontrolador ATMEGA16.	71
Figura 3.3	Memoria del microcontrolador ATmega16.	73
Figura 3.4	Dimensiones del microcontrolador ATmega16.	74
Figura 3.5	LCD 128x64.	77
Figura 3.6	Circuito de regulación de voltaje dibujado en Proteus.	78
Figura 3.7	Circuito de control de potencia dibujado en Proteus.	79
Figura 3.8	Circuito de control de sensores dibujado en Proteus.	80
Figura 3.9	Pines del microcontrolador ATmega16.	81
Figura 3.10	Pines del microcontrolador y sus respectivos periféricos.	83
Figura 3.11	Diagrama circuito electrónico diseñado en Proteus.	84
Figura 3.12	Ventana del software Ares.	87
Figura 3.13	Diseño de placa en Ares.	88
Figura 3.14	Visualización de la placa en 3D.	89
Figura 3.15	Circuito impreso en la placa.	89
Figura 3.16	Diagrama de flujo.	91
Figura 3.17	Ventana de Software Bascom AVR.	92
Figura 3.18	Placa del circuito	101
Figura 3.19	Ubicación del display.	101
Figura 3.20	Ubicación de los sensores	102
Figura 3.21	Cable apantallado.	102

## **CAPÍTULO IV**

Figura 4.1.	Tipos de levas.	106
Figura 4.2.	Levas de placa.	107
Figura 4.3.	Curva base de línea recta modificada.	108
Figura 4.4.	Curva base armónica.	108
Figura 4.5.	Curva base parabólica.	108
Figura 4.6	Mecanismos de tornillo sinfin.	109
Figura 4.7.	Tipos de tornillos sinfin y coronas.	109
Figura 4.8	Nomenclatura de una combinación de engranaje de gusano de envolvente simple.	110

Figura 4.9.	Fuerzas en un gusano y tornillo sinfin.	111
Figura 4.10.	Rodamientos radiales.	112
Figura 4.11.	Rodamiento rígido a bolas.	113
Figura 4.12	Rodamiento axial de rodillos a rótula.	114
Figura 4.13.	Rodamiento de rodillos cilíndricos.	115
Figura 4.14	Espacio disponible para ser ocupado por el mecanismo.	118
Figura 4.15	Fuerzas en el Eje, Engrane y Leva.	123
Figura 4.16	Fuerzas en el plano XZ.	124
Figura 4.17	Gráficas de Carga, Corte y Momento para el plano XZ.	125
Figura 4.18	Fuerzas en el plano YZ.	125
Figura 4.19	Gráficas de Carga, Corte y Momento del plano YZ.	126
Figura 4.20	Eje del seguidor.	131
Figura 4.21	Cilindro de aluminio fundido.	133
Figura 4.22	Leva y buje sin trabajos finales.	133
Figura 4.23	Realización del perfil de leva.	134
Figura. 4.24	Leva terminada.	134
Figura 4.25	Buje terminado.	135
Figura 4.26	Conjunto motor – tornillo sinfin – corona original.	135
Figura 4.27	Conjunto motor – tornillo sinfin – corona cortado.	136
Figura 4.28	Elementos que componen el mecanismo.	136
Figura. 4.29	Montaje del rodamiento en el eje del seguidor.	137
Figura. 4.30	Montaje de los rodamientos en las tapas 1 y 2.	137
Figura 4.31	Montaje de la leva en el eje.	138
Figura 4.32	Montaje de la leva y eje en la tapa 2.	138
Figura 4.33	Anillo de retención.	138
Figura 4.34	Montaje del elemento jalador con el eje del seguidor.	139
Figura 4.35	Montaje de la tapa 2.	139
Figura 4.36	Conjunto armado.	140
Figura 4.37	Realización de agujeros para rosca.	140
Figura 4.38	Trabajo de roscado.	141
Figura 4.39	Pernos en el compacto.	141
Figura 4.40	Ubicación del mecanismo.	142

Figura 4.41	Disposición de los cables en el mecanismo.	142
Figura 4.42	Cables sujetados.	143
Figura 4.43	Ubicación de los grilletes.	143
Figura 4.44	Acoplamiento del cable del mecanismo al cable del freno de mano.	144
Figura 4.45	Sistema completo instalado el vehículo Fiat Mille 95.	144

## **CAPÍTULO V**

Figura 5.1	Prueba de fuerza del mecanismo.	145
Figura 5.2	Funcionamiento del circuito impreso.	147
Figura 5.3	Prueba sensores infrarrojos.	147
Figura 5.4	Toma datos del voltaje de señal con respecto a la distancia.	149
Figura 5.5	Verificación del cableado.	149
Figura 5.6	Prueba del programa del microcontrolador.	151
Figura 5.7	Prueba 1 con vehículo Chevrolet Gran Vitara.	153
Figura 5.8	Prueba 2 con vehículo Mitsubishi Montero Sport.	154
Figura 5.9	Prueba 3 con vehículo Suzuki Forsa.	155
Figura 5.10	Prueba 4 con vehículo Nissan Sentra.	156
Figura 5.11	Prueba 5 con Cono de advertencia.	157
Figura 5.12	Interruptor de encendido.	160
Figura 5.13	Mensaje de freno activado en la pantalla LCD.	161
Figura 5.14	Luz de freno de parqueo encendido.	161
Figura 5.15	Mensaje de freno desactivado en el LCD.	162

# I.- CAPÍTULO

## DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

### 1.1.- IDENTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD

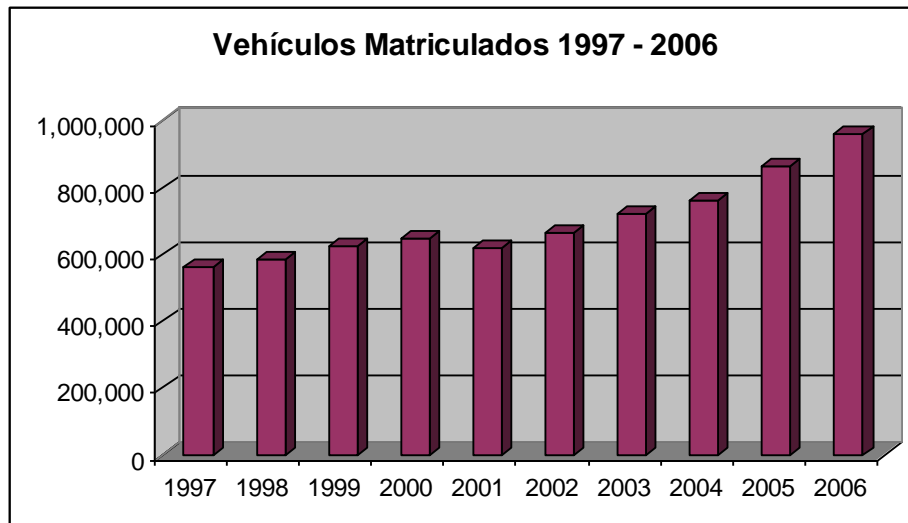
En la actualidad el parque automotor se ha incrementado en gran medida, según el INEC, Cotopaxi ha tenido un incremento del 8% anual, con 18 mil autos matriculados en el 2007.

**Tabla I.1 Vehículos Matriculados por Uso a Nivel Nacional (Años 1997 – 2006).**

AÑOS	USO DEL VEHÍCULO				
	TOTAL	PARTICULAR	ALQUILER	ESTADO	MUNICIPAL
1997	561.864	531.189	22.842	6.184	1.649
1998	587.350	554.040	25.611	5.959	1.740
1999	624.924	592.252	25.700	5.284	1.688
2000	646.040	617.116	23.047	4.481	1.396
2001	621.181	594.206	20.503	4.882	1.590
2002	663.231	624.466	32.176	4.786	1.803
2003	723.173	679.584	34.949	6.712	1.967
2004	764.086	726.867	29.691	5.225	2.303
2005	867.666	827.166	30.504	7.530	2.466
2006	961.556	915.089	38.644	5.613	2.210

Fuente: INEC.

**Gráfico 1.1 Vehículos Matriculados 1997 – 2006.**



Podemos observar en la tabla I.1 que en el último año. El total de vehículos que circulan en el país, el 95.1% son vehículos de uso particular, los de alquiler representan el 4%, del estado el 0.6% y los del uso municipal 0.3%.

El irrespeto de las señales de parqueo, calles angostas dentro de ciudades densamente pobladas y sin una circulación vehicular ordenada, la ubicación de vendedores ambulantes que hacen aún más estrecho las vías de la ciudad, además se suman la circulación de motocicletas, triciclos, peatones, y buses de transporte urbano que generalmente no respetan paradas, entre otros; lleva a que tengamos espacios reducidos de estacionamiento, podemos concluir que en estos lugares existen varios inconvenientes para estacionarse. En la figura 1.1, se muestra un vehículo parqueado en una forma no adecuada para la acción, observándose problemas de estacionamiento.

Cuando se carece de sistemas de asistencia se opta por acudir a las indicaciones de los ocupantes que generalmente van a depender de la experiencia que ellos tengan, además la presión que ejercen los conductores que van detrás de quién se desea estacionarse, da como resultado un estrés que hace que la persona al estacionarse se distraiga y por consiguiente choque con algún vehículo.



**Figura 1.1** Vehículo mal estacionado. (Av. Orellana – Quito).

Generalmente en lugares donde existen sitios de gran concurrencia de personas en grandes ciudades, es donde existe mayor vehículos y por lo tanto menores lugares donde estacionarse, y si los hay son lugares estrechos, donde vehículos de un largo mayor a vehículos compactos, tienen gran desventaja. En la figura 1.2, se encuentra una construcción de parqueo dedicada a vehículos pequeños.



**Figura 1.2** Parqueadero Público (Av. Atahualpa - Quito).

La conducción del automóvil exige muchísimo de un conductor, así por ejemplo debe estar constantemente concentrado para calcular la velocidad y la distancia respecto a otros vehículos u obstáculos, al momento de estacionarse La figura

1.3, muestra a un conductor tratando de estacionarse, denota claramente que necesita algún tipo de asistencia, en este caso del ocupante.



**Figura 1.3 Vehículo estacionándose.**

La evolución tecnológica dentro del mundo del automóvil, da condiciones para que se proponga una solución al problema de estacionamiento, para así evitar faros rotos, guarda choques doblados, etc. Se aspira entonces a desarrollar sistemas electrónicos y mecánicos, que hagan que el conductor tenga más confort con su vehículo. La facilidad para el manejo de componentes dentro del habitáculo como por ejemplo, elevalunas eléctricos, retrovisores eléctricos, cierre centralizado, limpiaparabrisas automático, etc. Nos posiciona a estar más seguros que el uso del sistema de parqueo sea muy confortable para el conductor. La figura 1.4, muestra un ejemplo de avería en la carrocería por falta de un sistema de asistencia.

Todas las razones anteriores nos han llevado a agrupar el diseño del sistema bajo el concepto genérico de sistema de confort. Con la ayuda de sistemas electrónicos y mecánicos miniaturizados ha hecho posible optimizar y simplificar el sistema de ayuda de parqueo por freno automático.



**Figura 1.4 Vehículo chocado en estacionamiento (Parque, La Carolina - Quito).**

## **1.2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La definición del problema, es que el conductor, al momento de estacionarse, posee varios inconvenientes comunes, como los ya descritos. Por lo que este proyecto tratará de tomar una solución inteligente a este problema que se quiere resolver.

Se trata entonces de dar una solución a la mayoría de necesidades encontradas al momento de estacionarse, en resumen, trata de construir un sistema de ayuda de parqueo que se enfocará a señales de indicación de distancia, freno de emergencia, acción del conductor, etc.

## **1.3.- POSIBLES SOLUCIONES**

### **1.3.2.- SISTEMA DE CÁMARA**

Este sistema funciona mediante una cámara integrada en la parte posterior del vehículo, la cual envía la imagen a una pantalla ubicada en el espejo retrovisor,



así el conductor puede observar los objetos que se encuentran por detrás del vehículo, evitando accidentes.

Sin embargo este sistema, es elevado en costo debido a la cámara de video, y el evitar el accidente queda en manos del conductor. La figura 1.5, muestra los componentes básicos de estos sistemas.



**Figura 1.5 Sistema de cámara.**

(Fuente: electroindustrial.com)

### **1.3.3.- SISTEMA DE SEÑAL VISIBLE Y/O SEÑAL AUDIBLE**

Generalmente estos sistemas están compuestos por 4 sensores ubicados en el guarda choques trasero, una caja de control y un indicador audible / visual de distancia. Los sensores emiten ondas que detectan la distancia de obstáculos en la parte de atrás cuando se aplica reversa en el auto.

Los datos detectados son transformados por la caja de control en señales acústicas/visuales que se liberan en el marcador instalado en el compartimiento del conductor. La figura 1.6, muestra un indicador visual.



**Figura 1.6 Indicador visual.**

La descripción de su funcionamiento es la siguiente, cada vez que se aplica la reversa, usted escuchará una señal "Bip" indicando que el sistema esta activado y que los sensores empiezan a escanear por objetos en la zona predefinida atrás del vehículo. El marcador le indica tanto señal acústica y lectura de cambio de color / numérico.

Cuando al aplicar reversa el auto se acerca a un objeto plano tal como una pared, a una distancia aproximada de 2 m, la señal acústica empieza a hacer "BIP" cerca de 4 veces por segundo. A una distancia aproximada de 0.8 m, sonará un "BIP" más rápido. Cuando la distancia sea menor a 0.4m, el sonar se hace continuo indicando que ha entrado a una zona peligrosa y debe detener el vehículo.

#### **1.3.4.- SISTEMA DE PARQUEO DE LASER DUAL**

Este sistema advierte al conductor, mediante una señal auditiva, cuando llega hasta la distancia máxima de acercamiento al fondo del garaje. Este sistema se instala en el techo del garaje y sirve para dos vehículos a la vez. El láser en el techo emite la señal, que al momento de tocar al vehículo que se está estacionando, envían una señal de advertencia para indicar que se ha llegado al límite del garaje. La figura 1.7, indica la posición del generador de láser, en relación a los vehículos a estacionarse.



**Figura 1.7 Sistema de parqueo de láser dual.**

### **1.3.5.- SISTEMA DE PARQUEO A CONTROL REMOTO DE BMW**

Este sistema de parqueo sirve para lugares estrechos, o en donde al conductor se le haga muy difícil bajar del vehículo una vez estacionado. Cabe recalcar que este sistema sirve solo para parqueos en paralelo. La figura 1.8, muestra el primer paso en este sistema.



**Figura 1.8 Parqueo a control remoto, paso 1.**

El conductor tiene que colocarse al frente del lugar en donde se va a estacionar y bajarse del vehículo, una vez afuera solo tiene que presionar un botón del control

remoto del vehículo para que este realice el resto de trabajo por si solo. La figura 1.9, muestra al conductor monitoreando el parqueo del vehículo.



**Figura 1.9** Parqueo a control remoto, paso 2.

Su funcionamiento es el siguiente: al momento de poner en funcionamiento el sistema, los espejos retrovisores se contraen hacia el vehículo y se alzan, luego el vehículo avanza para el garaje, corrigiendo su dirección y velocidad en base a sensores ubicados en el mismo, para posteriormente detenerse y posteriormente apagarse cuando a alcanzado la posición para la que a sido programado. En la figura 1.10, se observa ya el vehículo estacionado en el garaje.



**Figura 1.10** Parqueo a control remoto, paso 3.

### 1.3.6.- AYUDA DE PARQUEO INTELIGENTE

Para la utilización de este sistema, el conductor solo tiene que iniciar el mismo pulsando un botón (Fig. 1.11) y luego realizar las indicaciones que por medio de un visualizador y un indicador sonoro se van indicando. Este sistema monitorea el espacio, y conociendo el largo del vehículo, indica si es factible o no estacionarse.



**Figura 1.11 Encendido de la ayuda de parqueo inteligente.**

(Fuente: [www.xpark.com](http://www.xpark.com))

Posteriormente se le indica al conductor que ponga la marcha en reversa, entonces el vehículo de una manera autónoma controla la velocidad y el giro del volante, deteniéndose cuando se encuentra a una distancia prudente del vehículo que se encuentra en la parte posterior, como se muestra en la figura 1.12.



**Figura 1.12 Funcionamiento de la ayuda de parqueo inteligente.**

Finalmente el sistema indica al conductor que ponga en la marca “Drive”, para terminar de estacionarse correctamente, si es necesario, el sistema indica al conductor que ajuste la posición del vehículo. Terminando de estacionarse en 31s. (Fig. 1.13)



**Figura 1.13 Finalización de la ayuda de parqueo inteligente.**

(Fuente: [www.xpark.com](http://www.xpark.com))

#### **1.4.- SOLUCIÓN PLANTEADA (FRENO AUTOMÁTICO)**

En base a estos problemas hemos visto la necesidad de implementar un sistema en el vehículo, que indique al conductor la presencia de obstáculos en la parte frontal o posterior que se encuentren cercanos al vehículo y en caso necesario realizar la detención automática del vehículo evitando una posible colisión y/o accidente.

Este sistema sirve para prevenir choques que, a través de sensores, radares o cámaras miden la distancia hasta los objetos que están en el camino. Con estos datos, una computadora va midiendo los movimientos del tránsito alrededor del auto y si la distancia con el vehículo de adelante se acorta considerablemente, el dispositivo alerta al conductor con un sonido. Pero si éste no responde inmediatamente, el sistema acciona los frenos para evitar el impacto.

El sistema de asistencia sensor de parqueo le permite parquear con seguridad incluso en sitios de difícil acceso, de la misma forma como le avisa de otros automóviles parqueados el sistema detecta personas y lo mas importante niños, así como paredes bajas y bolardos, los cuales siempre están por fuera de a visión normal del conductor.

## **1.5.- CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA**

El sistema que se pretende diseñar e instalar tiene que monitorear la distancia, entre el vehículo y cualquier objeto cercano que se encuentre detrás o delante del mismo, incluyendo objetos en movimiento, mediante la utilización de sensores infrarrojos colocados en los guarda choques delantero y posterior del vehículo dispuestos de tal forma que cubran el mayor campo posible. Por medio de un display, ubicado en una posición de fácil visualización para el conductor en el tablero de instrumentos, se le mostrará al mismo toda al información útil obtenida por los sensores mencionados, para que con esta ayuda pueda estacionarse de una manera mas cómoda, rápida y segura.

En el caso de que el conductor haga caso omiso a las distancias y otros avisos mostrados en el display, de forma automática se activará un mecanismo de frenado que detenga al vehículo a una distancia prudente de cualquier obstáculo, este freno automático se desactivará en el momento que el conductor pise el pedal del freno, regresando el control del sistema de frenos al conductor.

El mecanismo de frenado automático, es independiente del sistema de frenos del vehículo, ya que actúa sobre el mando del freno de mano y no en el sistema hidráulico o en el pedal de freno. El sistema contará con un interruptor principal para encendido o apagado, que funcionará solamente si el swich esta en contacto, en el caso de situaciones particulares como: ser remolcado, llevar un remolque, dentro de talleres de servicio, conductores que no requieran de la ayuda, etc., de tal forma que siempre prevalezca las dediciones del conductor

sobre el sistema. Los elementos más relevantes que conformarán este sistema, serán los siguientes:

- Los sensores infrarrojos, en un número de cinco. Para determinar la distancia del obstáculo.
- El módulo de control, encargado de recibir los datos de periféricos, y fiscalizar los actuadores.
- El interruptor principal, que encenderá el sistema si el conductor cree necesario utilizarlo.
- Un display gráfico, que informará al conductor sobre las distancias de los objetos.
- Un indicador sonoro, que alerta al conductor de cuan cerca está del obstáculo.
- El mecanismo de frenado, que actuará sólo si se lo requiere.

El sistema de control de distancia de seguridad en el estacionamiento por frenado automático debe ajustarse a parámetros de aplicación y funcionalidad, entre los que se citan a continuación los más relevantes:

- Mostrar variabilidad en la conexión e instalación del sistema, para que se lo pueda instalar en la mayoría de automóviles muy comunes dentro de las grandes ciudades.
- Poseer un interfaz gráfico y amigable con el conductor.



- Exhibir una confiabilidad, para así evitar las colisiones al momento de estacionarse.
- La aplicación de microcontroladores en el diseño del sistema, convierte a este en una solución tecnológica, frente a las elevadas exigencias de calidad de los sistemas del vehículo actuales.
- Disponer de un circuito de control a través del microcontrolador, el cual tiene la particularidad de realizar nuevas programaciones para nuevas aplicaciones a este sistema de frenado automático.

## **II.- CAPÍTULO**

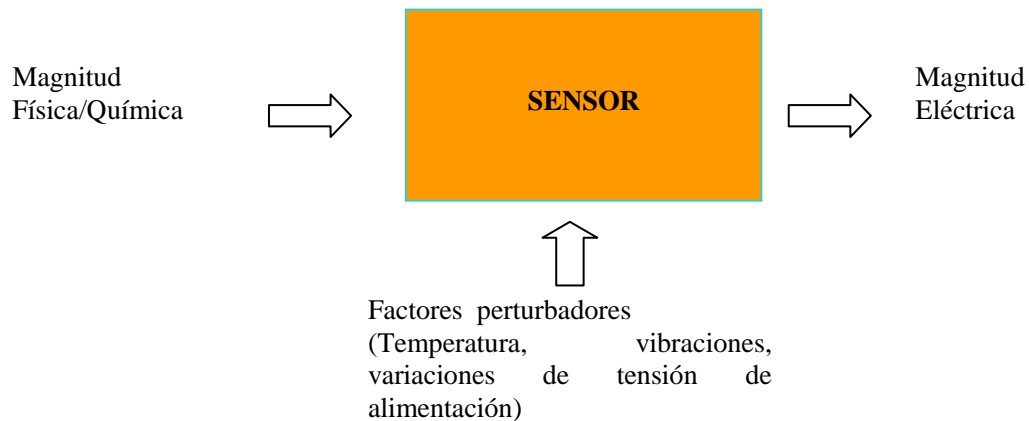
### **ELEMENTOS Y COMPONENTES ELECTRÓNICOS**

La evolución de la electrónica, gana importancia en el automóvil moderno, ya que favorece enormemente el desempeño del vehículo, con sistemas asistidos como: la inyección electrónica, control de potencia, control de frenado, control de carrocería, confort y seguridad; donde el factor preponderante es la precisión y depende del número de sensores y actuadores que tenga el vehículo.

Los elementos periféricos, sensores y actuadores, constituyen los interfaces entre el vehículo con sus funciones de transmisión, frenado, tren de rodaje, carrocería, conducción y navegación, y la unidad electrónica de control como unidad de tratamiento. Generalmente sumando a los sensores se encuentra un circuito de adaptación de señales para la unidad de control.

#### **2.1.- SENSORES DE POSICIÓN (recorrido)**

Habíamos mencionado que los automóviles actuales tienen un sinnúmero de sensores, que funcionan como órganos de percepción que convierten una magnitud física (temperatura, posición, flujo, revoluciones del motor, etc.) o química (gases de escape, calidad de aire, etc.) que generalmente no son señales eléctricas, en una magnitud eléctrica que pueda ser entendida por la unidad de control de los sistemas de gestión del motor, de seguridad y de confort para la realización de funciones de mando y regulación; en la figura 2.1, podemos observar a manera de diagrama el funcionamiento básico de un sensor.



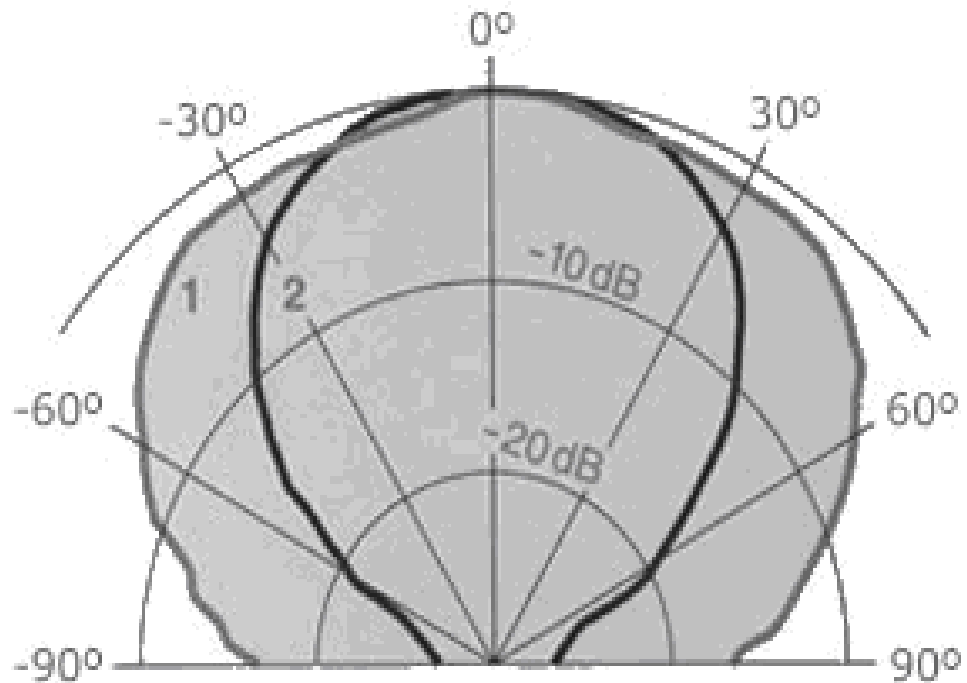
**Figura 2.1 Función básica de un sensor.**

Para la medición de distancias en el automóvil; son a propósito procedimientos ultrasónicos de medición del tiempo de propagación (zona de acción inmediata de 0,5 a 5 m), procedimientos ópticos de triangulación o medición del tiempo de propagación mediante la luz del campo infrarrojo inmediato (zona de alcance medio de hasta 50 m) y la detección por radar electromagnético (zona de acción lejana de hasta 150 m).

### **2.1.1.- ULTRASÓNICOS**

Los sensores ultrasónicos típicos censan distancias de un objeto con respecto al sensor hasta una distancia de 1,5m dependiendo del modelo del sensor. Con la combinación de varios sensores ultrasónicos, se puede lograr un gran ángulo de sensado. El sensor ultrasónico emite impulsos ultrasónicos de una frecuencia de aproximadamente 40 kHz (Fig. 2.2) y detecta el tiempo que demora en llegar los impulsos de eco reflejados por algún objeto.

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.



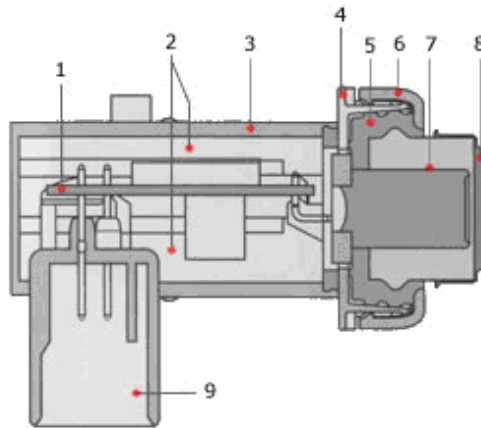
**Figura 2.2 Diagrama de radiación de antena de un sensor ultrasónico.**

(Fuente: “Los Sensores en el Automóvil”, BOSCH).

- 1.- Vertical
- 2.- Horizontal

#### **2.1.1.1.- Estructura:**

Un 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 piezocerámica) y una placa de circuitos impresos con electrónica de emisión y evaluación (Fig. 2.3). Existen tres líneas eléctricas, donde dos son de alimentación, y la tercera es bidireccional, que se conecta la función emisora y se trasmite la señal de recepción evaluada de vuelta a la unidad de control (conexión de colector abierto de alto potencial de reposo).



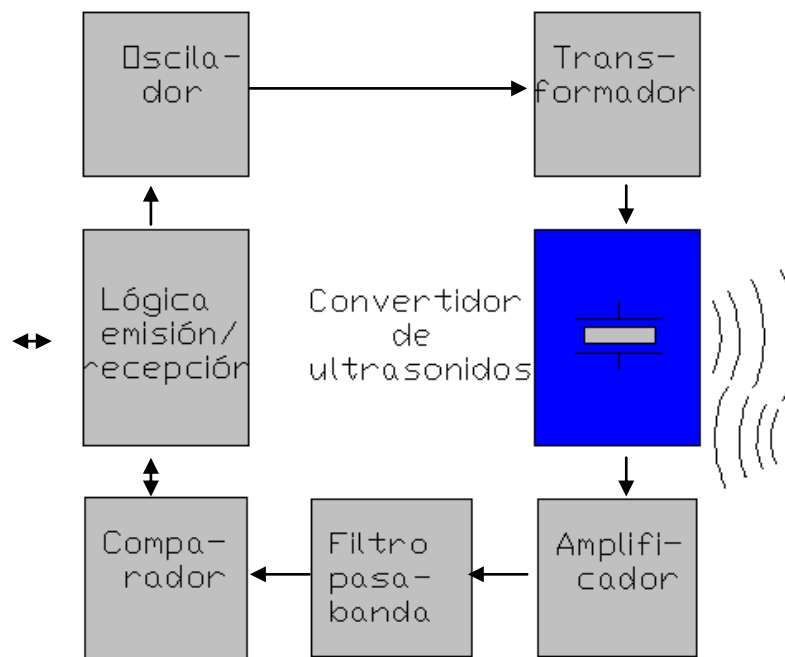
**Figura 2.3 Sensor ultrasónico (sección).**

(Fuente: “Los Sensores en el Automóvil”, BOSCH)

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

#### **2.1.1.2.- Funcionamiento**

Como se explicó anteriormente el sensor ultrasónico funciona con “impulso – eco” y con la triangulación. Cuando el sensor recibe 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 aproximadamente 300  $\mu$ 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 aproximadamente 900  $\mu$ s no es posible ninguna recepción).



**Figura 2.4 Esquema de conjunto del sensor ultrasónico.**

(Fuente: “Los Sensores en el Automóvil”, BOSCH)

La piezocerámica convierte estas vibraciones en una señal eléctrica analógica, que la electrónica del sensor amplifica y transforma en una señal digital (Fig. 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.

La distancia ( $a$ ) que hay hasta el obstáculo más cercano se calcula a partir del tiempo de propagación del primer impulso de eco llegado ( $t_e$ ) y de la velocidad del sonido ( $c$ ) en el aire de aproximadamente 340 m/s.

$$a = 0,5 t_e c$$

### 2.1.2.- ELECTROMAGNÉTICOS (RADAR)

El Radar (**R**adiation **D**etecting **a**nd **R**anging) emite una onda electromagnética a través de una antena. Esta onda se refleja en un objeto dentro del haz del Radar y es recibida de nuevo, por lo que mide la distancia, la velocidad relativa y la posición lateral de los objetos que se encuentran delante del sensor, como por ejemplo vehículos.



**Figura 2.5 Radar regulador de la distancia entre vehículos.**

(Fuente: “Regulación Adaptiva de la Velocidad de Marcha ACC”, BOSCH.)

Por ejemplo el sensor del sistema ACC (Regulación adaptiva de la velocidad de marcha) de BOSCH (Fig 2.5), utiliza una frecuencia de 76 GHz (longitud de onda aprox. = 3,8 mm). En el cual los paquetes de ondas emitidos son reflejados por las superficies de material de alta dielectricidad y son detectados por el módulo receptor, el cual compara la frecuencia de las señales recibidas con las señales emitidas. Las ondas emitidas están conformadas por modulación de impulsos de una dimensión de 10 a 30 ns (lo que corresponde a una longitud de 3 a 10 m), y en el momento de la emisión varía la frecuencia de las ondas en función del tiempo.

La señal de modulación de impulsos que es recibida por el sensor, es demodulada mediante la siguiente ecuación:

$$d = \frac{\tau \cdot c}{2}$$

Donde:

$\tau$  = tiempo transcurrido entre la emisión y la recepción.

$d$  = la distancia del objeto

$c$  = la velocidad de la luz (300 000 km/s)

El divisor 2 tiene en cuenta el recorrido de ida y vuelta de la señal. Para un objeto que se mueve relativamente respecto al sensor de RADAR a una velocidad relativa  $v_{rel}$ , el eco de la señal experimenta un desplazamiento de frecuencia  $f_D$  en comparación con la señal irradiada. Con las velocidades diferenciales aquí existentes, este desplazamiento es:

$$f_D = -2f_c \cdot v_{rel} / c$$

Donde:

$f_c$  = frecuencia portadora de la señal.

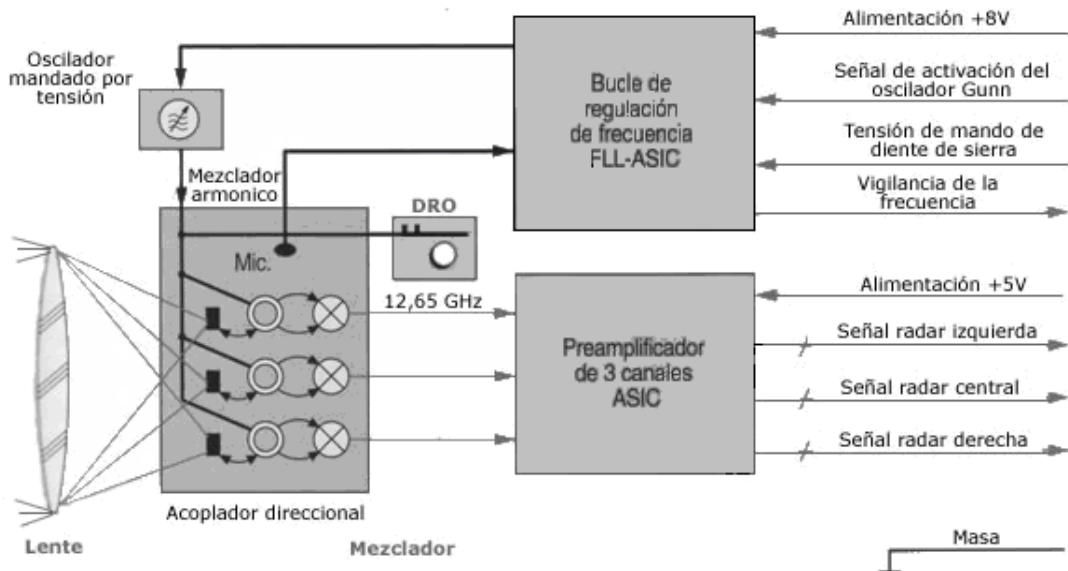
#### **2.1.2.1.- Estructura**

Los componentes básicos del trasceptor de RADAR RTC son; el Oscilador de alta frecuencia (oscilador Gunn) para generar la radiación radárica, la red de distribución para la alimentación de antenas y mezcla de recepción, electrónica de regulación de frecuencia con oscilador de referencia y preamplificación de la señal.



### 2.1.2.2.- Funcionamiento

El oscilador Gunn alimenta en paralelo tres antenas match dispuestas en yuxtaposición, que sirven al mismo tiempo para la recepción de las señales reflejadas (Fig. 2.6). El lente de Fresnel concentra el haz de rayos de emisión dentro de una ventana angular de  $\pm 5^\circ$  en el plano horizontal y de  $\pm 1,5^\circ$  en el vertical. Debido a que las antenas tienen un desplazamiento lateral, este sensor puede averiguar la dirección de los objetos además de la distancia y velocidad relativa. Unos acopladores direccionales separan las señales emitidas de las señales recibidas.



**Figura 2.6 Transceptor de RADAR (diagrama de bloques).**

(Fuente: “Regulación Adaptiva de la Velocidad de Marcha ACC”, BOSCH.)

Tres mezcladores posconectados transponen la frecuencia de recepción en bajas frecuencias casi hasta el cero (0...300 kHz), mediante su mezcla con la frecuencia de emisión. Las señales de baja frecuencia son digitalizadas para su ulterior evaluación y sometidas a un rápido análisis de Fourier para determinar la frecuencia. La frecuencia del oscilador Gunn se compara continuamente con la de

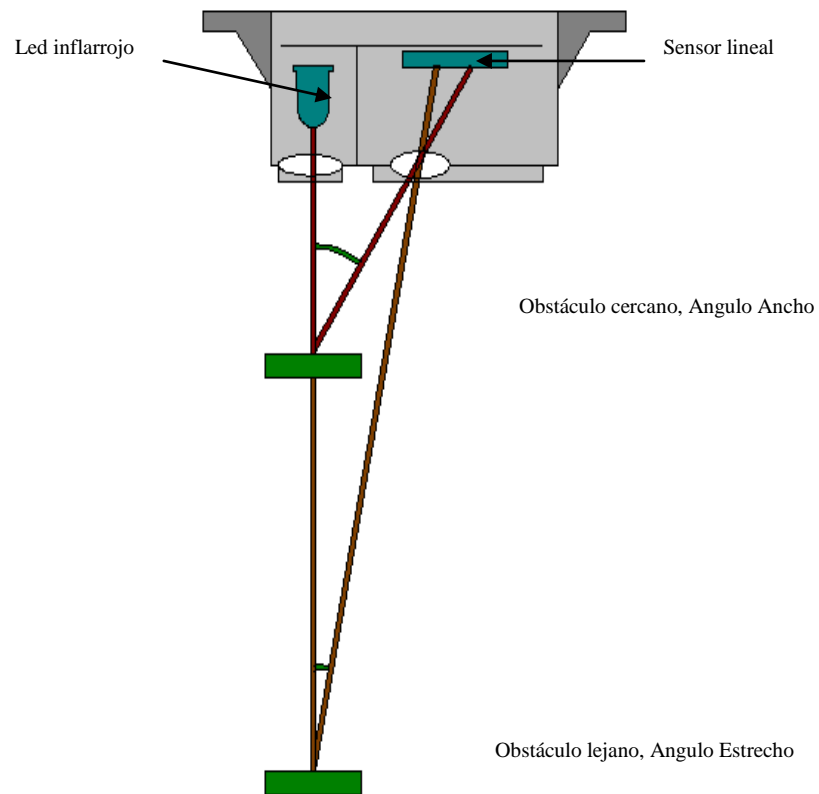
un oscilador estable de referencia. A la vez, se varía la tensión de alimentación del diodo Gunn, hasta que corresponde de nuevo al valor teórico. Para la medición, a través de este bucle de regulación se aumenta y reduce brevemente la frecuencia del oscilador Gunn cada 100 ms alrededor de 300 MHz. La señal reflejada sufre un retardo relacionado con el tiempo de propagación de la onda, la diferencia de frecuencia es directamente proporcional a la distancia.

### **2.1.3.- INFRARROJOS**

Estos sensores tienen un emisor de luz y un detector muy próximos y deducen la distancia a la que está un objeto dependiendo del ángulo que forma la luz al rebotar sobre este. Esto hace que su rango sea bastante limitado.

#### **2.1.3.1.- Funcionamiento**

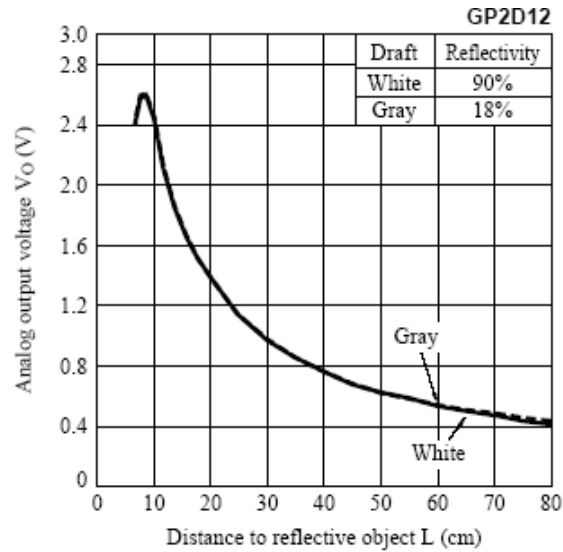
El dispositivo emite luz infrarroja por medio de un LED emisor de infrarrojos, esta luz pasa a través de una lente que concentra los rayos de luz formando un único rayo lo más concentrado posible para mejorar la directividad del sensor, la luz va recta hacia delante y cuando encuentra un obstáculo reflectante rebota y retorna con cierto ángulo de inclinación dependiendo de la distancia. La luz que retorna es concentrada por otra lente y así todos los rayos de luz inciden en un único punto del sensor de luz infrarroja que contiene en la parte receptora del dispositivo (Fig. 2.7). Estos sensores constan de un CCD (charge-coupled device “dispositivo de cargas eléctricas interconectadas”) lineal que, dependiendo del ángulo de recepción de la luz, incidirá ésta en un punto u otro del sensor pudiendo de esta manera obtener un valor lineal y proporcional al ángulo de recepción del haz de luz.



**Figura 2.7 Directividad del sensor.**

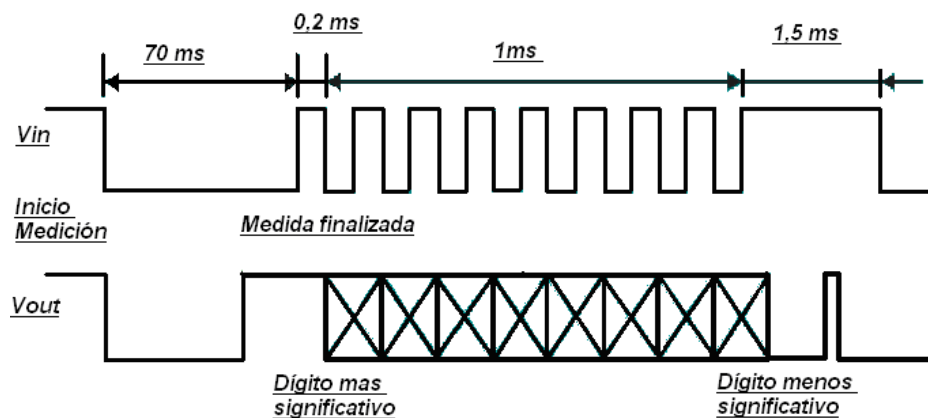
Dependiendo de la marca y el modelo elegido leeremos de una manera u otra la salida de éste con lo cuál tendríamos que analizar las hojas de datos de cada modelo para ver su funcionamiento interno.

En los modelos analógicos la salida es un voltaje proporcional a la distancia medida. En la figura 2.8, se muestra la curva del voltaje de salida del sensor Sharp infrarrojo GP2D12.



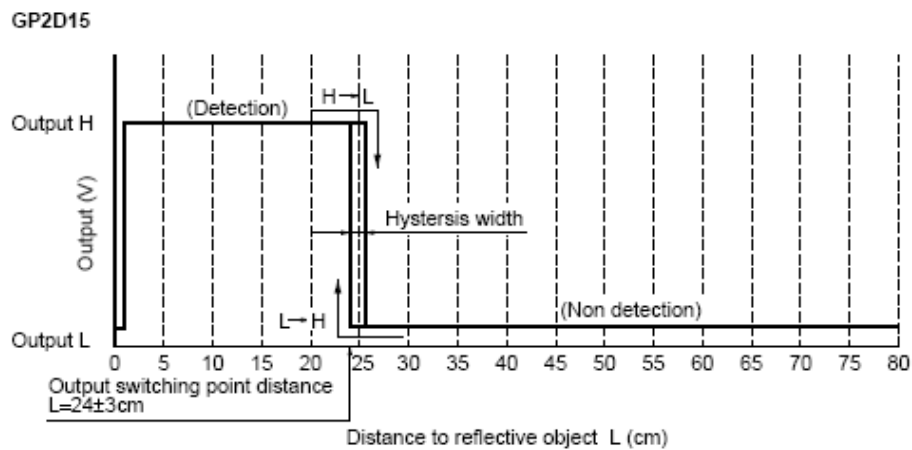
**Figura 2.8 Voltaje de Salida Análogo vs. Distancia al Objeto Reflejado.  
(Sensor Sharp Infrarrojo GP2D12)**

En los modelos digitales la lectura será de 8 bits serie con reloj externo. En la figura 2.9, se muestra como se controla mediante la señal de entrada del sensor infrarrojo Sharp GP2D021 y su respectiva salida.



**Figura 2.9 Características de Señal Digital.  
(Sensor Sharp Infrarrojo GP2D021)**

En los modelos booleanos la salida será de 1 bit, éste marca el paso por la zona de histéresis del sensor con lo cual solo tendremos medición de una distancia fija. En la figura 2.10, se muestra la característica de señal de un sensor infrarrojo de un bit.



**Figura 2.10 Características de Señal Booleano.**  
**(Sensor Sharp Infrarrojo GP2D15)**

### 2.1.3.2.- Sensores Sharp

Aquí explicaremos los sensores que utilizamos en nuestro proyecto, centrándonos en el GP2Y0A02YK, que es un sensor infrarrojo de marca SHARP, de la familia GP2DXX, utilizados en el ámbito de la investigación debido principalmente a su facilidad de integración y bajo costo.

#### 2.1.3.2.1.- la familia GP2DXX

Los sensores infrarrojos Sharp GP2DXX son una familia de sensores infrarrojos para la detección y medida de distancia a los objetos. En la página Web de Sharp encontramos los modelos que se muestran en la siguiente tabla refiriéndonos a ésta familia.

**Tabla II.1 Características de los modelos de la familia GP2DXX.**

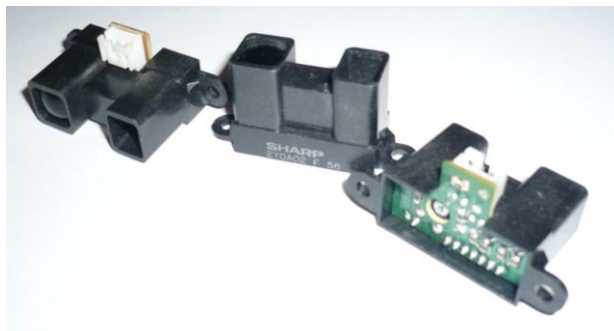
Modelo	Características	Rangos Absolutos Máximos		Características Electro – Ópticas			
		VCC (V)	Topr (°C)	Rango de distancia medida (mm)	V <sub>OH</sub> (V) MIN	V <sub>OL</sub> (V) MAX	Operativo (mA) MAX
GP2D02	Sensor que mide distancias con PSD (Detector Sensible a la Posición), LED infrarrojo y circuito	-0.3 a +10	-10 a +60	100 a 800	V <sub>cc</sub> -0.3	0.3	17
GP2D02 1	Sensor que mide distancias con PSD (Detector Sensible a la Posición), LED infrarrojo y circuito de procesado de señal, 8 bits.	-0.3 a +10	-10 a +60	40 a 300	V <sub>cc</sub> -0.3	0.3	35
GP2D05	Sensor que mide distancias con PSD (Detector Sensible a la Posición), LED infrarrojo y circuito de procesado de señal, 1 bits.	-0.3 a +10	-10 a +60	100 a 800	V <sub>cc</sub> -0.3	0.3	22
GPD12	Sensor que mide distancias con PSD (Detector Sensible a la Posición), LED infrarrojo y circuito de procesado de señal, valor analógico entre 0 – 3 V dependiendo de la distancia.	-0.3 a 7	-10 a +60	100 a 800	V <sub>0</sub> (TYP) = 0.4V a 80 cm		MAX 50
GP2D12 0	Sensor que mide distancias con PSD (Detector Sensible a la Posición), LED infrarrojo y circuito de procesado de señal, valor analógico entre 0 – 3V dependiendo de la distancia.	-0.3 a 7	-10 a +60	40 a 300	V <sub>0</sub> (TYP) = 0.4V a 80 cm		MAX 50
GP2D15 0A	Sensor que mide distancias con PSD (Detector Sensible a la Posición), LED infrarrojo y circuito de procesado de señal, valor digital (0 o 1)	-0.3 a 7	-10 a +60	30 a 300 (detección distancia typ. 15 cm)	V <sub>cc</sub> -0.3	0.6	
GP2D15 0T	Sensor que mide distancias con PSD (Detector Sensible a la Posición), LED infrarrojo y circuito de procesado de señal, (0 o 1)	-0.3 a 7	-10 a +60	30 a 300 (detección distancia typ. 22 cm)	V <sub>cc</sub> -0.3	0.6	
GP2Y0D 02KY	Sensor que mide distancias con PSD (Detector Sensible a la Posición), LED infrarrojo y circuito de procesado de señal, valor digital (a 80 cm)	-0.3 a 7	-10 a +60	200 a 1500	V <sub>cc</sub> -0.3	0.6	

(Fuente: <http://sharp-world.com>)

Como ya hemos dicho los sensores GP2DXX de Sharp son dispositivos de reflexión por infrarrojos con medidor de distancia proporcional al ángulo de recepción del haz de luz que incide en un sensor lineal integrado, dependiendo del modelo utilizado, la salida puede ser analógica, digital o booleana.

#### **2.1.3.2.2.- *sharp GP2Y0A02YK***

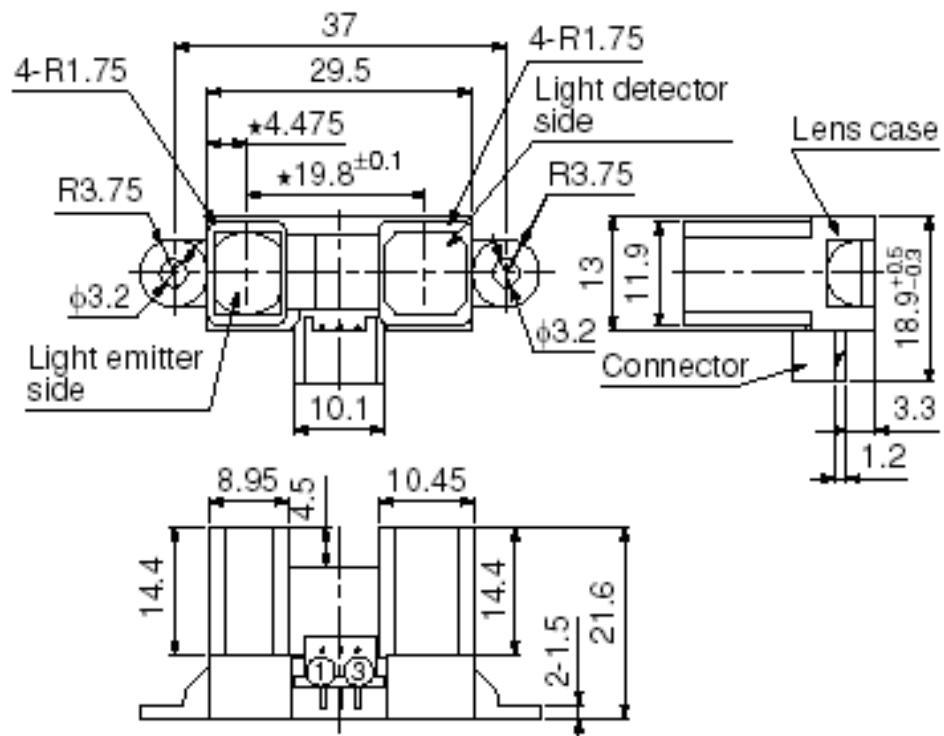
Es un sensor de infrarrojos que proporciona una lectura continua de la distancia medida como una tensión analógica dentro de un rango de 20 a 150 cm. La tensión de alimentación es de 5V y la tensión de salida varía unos 2 voltios de diferencia entre el margen mínimo y el máximo de la distancia medida. Tiene un encapsulado similar a otros sensores Sharp (Fig. 2.11), pero presenta una mayor distancia entre la lente y el sensor con el fin de aumentar el rango de trabajo.



**Figura 2.11** Sensor Sharp (GP2Y0A02YK).

La conexión se realiza mediante un conector JST (Japan Solderless Terminal "Terminal Japonés sin Soldaduras") de 3 vías, 2 para alimentación y una para la salida. La salida está disponible de forma continua y su valor es actualizado cada 39 ms. Normalmente se conecta esta salida a la entrada de un convertidor analógico a digital el cual convierte la distancia en un número que puede ser usado por el microprocesador. Este modelo de sensor, tiene menor influencia sobre el color del objeto reflejado y su reflectividad debido al método de medición de triángulo óptico; un circuito de control externo no es necesario, por lo que se lo

puede conectar directamente al microprocesador. En la figura 2.12, se muestra las dimensiones de este sensor.



**Figura 2.12 Dimensiones en milímetros del sensor infrarrojo GP2Y0A02YK**

(Fuente: <http://sharp-world.com>)

- ❖ Las dimensiones marcadas \* están medidas desde el centro del lente
- ❖ Tolerancia  $\pm 0.3$  mm

Pines de los Terminales:

- ①  $V_o$
- ② GND
- ③  $V_{cc}$

En las siguientes tablas, se presenta las calificaciones máximas absolutas.



**Tabla II.2 Características Máximas Absolutas del sensor infrarrojo GP2Y0A02YK.**

Parámetros	Símbolo	Rango	Unidad
Tensión de alimentación	V <sub>cc</sub>	-0.3 a +7	V
Tensión en el Terminal de salida	V <sub>o</sub>	-0.3 a V <sub>cc</sub> +0.3	V
Temperatura de trabajo	T <sub>opr</sub>	-10 a +60	°C
Temperatura de almacenamiento	T <sub>stg</sub>	-40 a +70	°C

(Fuente: <http://sharp-world.com>)

**Tabla II.3 Condiciones de Operación Recomendadas del sensor infrarrojo GP2Y0A02YK.**

Parámetro	Símbolo	Rangos	Unidades
Tensión de alimentación de trabajo	V <sub>cc</sub>	4.5 a 5.5	V

(Fuente: <http://sharp-world.com>)

**Tabla II.4 Características electro-ópticas del sensor infrarrojo GP2Y0A02YK.**

Parámetros	Símbolo	Condiciones	MIN.	TIP.	MAX.	Unidad
Rango de medida de distancia	$\Delta L$	(*2) (*3)	20	-	150	cm
Tensión del Terminal de salida	V <sub>o</sub>	(*2) L= 150 cm.	0.25	0.4	0.55	V
Diferencia en tensión de salida	$\Delta V_o$	*2 Cambio de salida L=150cm a 20cm	1.8	2.05	2.3	V

Corriente media de dispersión	$I_{CC}$	--	--	33	50	mA
-------------------------------	----------	----	----	----	----	----

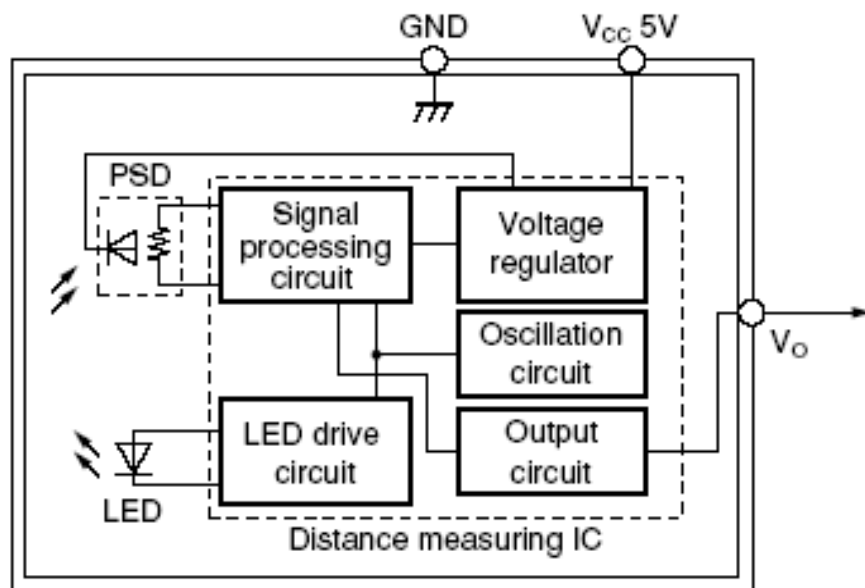
(Fuente: <http://sharp-world.com>)

Nota: L: Distancia al objeto reflexivo.

\*2. Objeto reflexivo usando: Papel blanco (Hecho por Kodak Co. Ltd. Tarjetas gris R-27 · la cara blanca, la proporción reflexiva; 90%).

\*3. Rango de medida de distancia del sistema del sensor óptico.

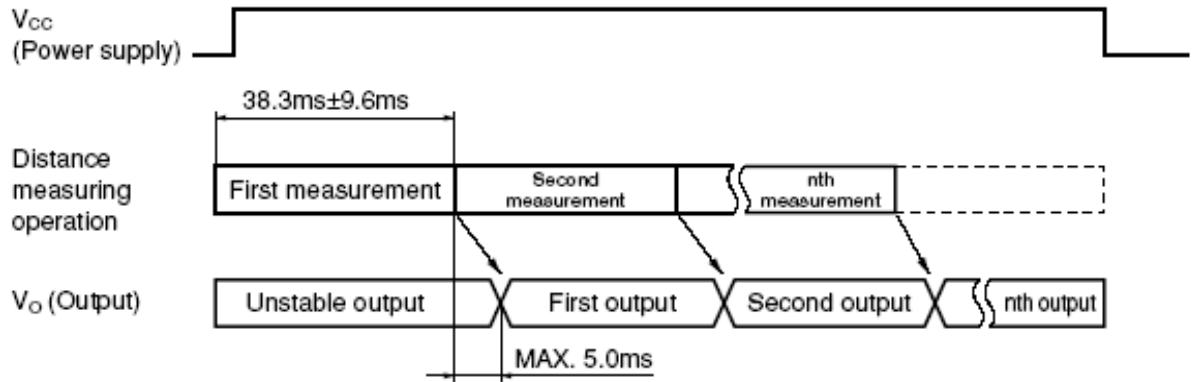
En la figura 2.13, se representa el esquema interno de bloque del sensor Sharp GP2Y0A02YK.



**Figura 2.13 Diagrama de bloques internos del sensor infrarrojo GP2Y0A02YK.**

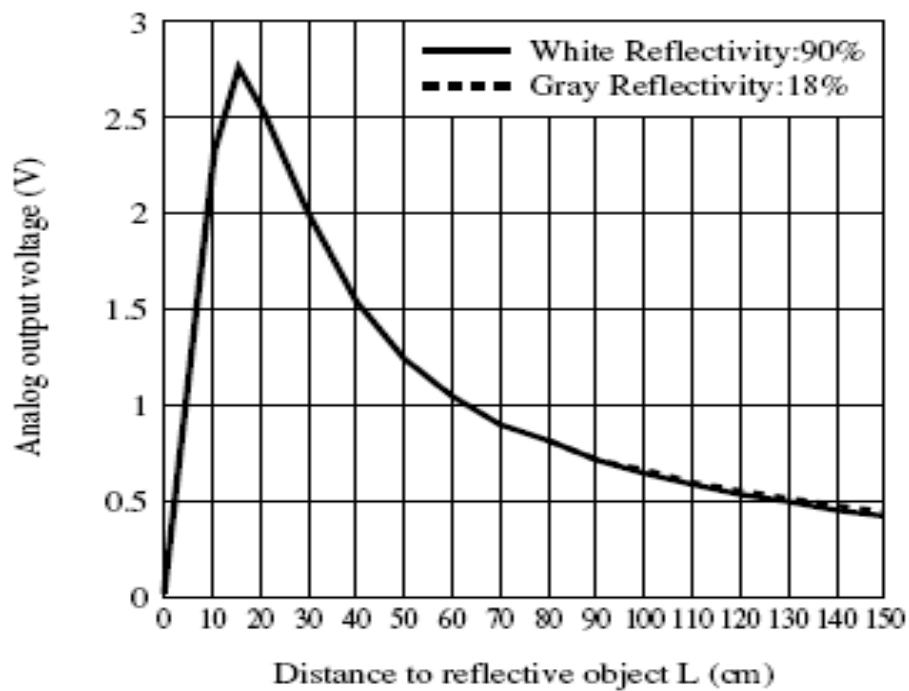
(Fuente: <http://sharp-world.com>)

El tiempo de sensado se describe en la figura 2.14, la cual muestra que el sensor se demora 38.2 milisegundos aproximadamente en tomar la distancia.



**Figura 2.14** Gráfica de programa de tiempos del sensor infrarrojo GP2Y0A02YK.  
(Fuente: <http://sharp-world.com>)

En la figura 2.15, se presenta la gráfica de voltaje de salida del sensor, en función de la distancia de detección.



**Figura 2.15** Tensión Analógico de Salida vs. Distancia a Objetos Reflejados del sensor infrarrojo GP2Y0A02YK.  
(Fuente: <http://sharp-world.com>)

## **2.2.- UNIDAD DE CONTROL**

En la actualidad los microprocesadores forman parte de la mayoría de los equipos electrónicos. En algunos casos son la parte fundamental del sistema, como en el caso del ordenador personal; en otros muchos casos facilitan el manejo de los aparatos, siendo los encargados tanto de recoger los datos que se introducen mediante teclados, botones u otros mecanismos, como de visualizar mensajes en pantallas, dispositivos de cristal líquido (LCD), etc.

El microcontrolador es el núcleo del sistema electrónico versátil de bajo coste y reducido tamaño que es capaz de detectar las señales de entrada y generar las salidas de un equipo, sistema o instrumento.

Dadas estas características el elemento que va a ser el encargado de controlar todo es sistema de parqueo automático, va a ser un microcontrolador.

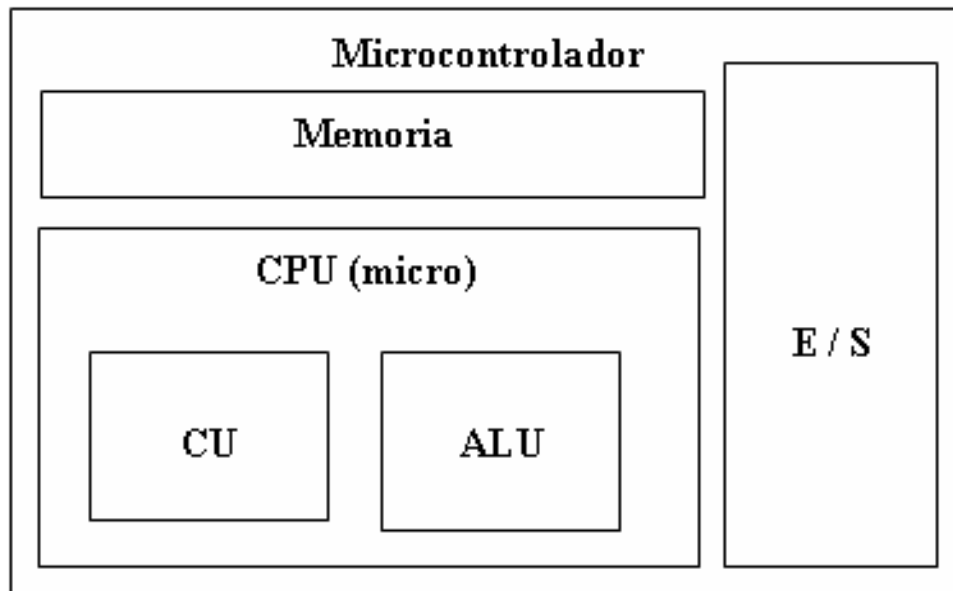
### **2.2.1.- CARACTERÍSTICAS**

Los microcontroladores tienen los circuitos de memoria (ROM, EPROM, FLASH, RAM, EEPROM, etc.) y los periféricos (contadores, dispositivos de comunicaciones serie, convertidores de datos, etc.) dentro del propio chip. Es por ello que no necesitan buses (de datos, direcciones y control) externos al propio chip y sus pines funcionan como líneas de entrada / salida digital o bien como líneas asociadas a los periféricos internos.

Sirven para interpretar (decodifican) combinaciones de bits (instrucciones) y generan señales digitales internas y/o externas que permitan controlar un sistema o subsistema electrónico.

### 2.2.2.- ESTRUCTURA

Los microcontroladores tienen una estructura mínima que es común entre todos los fabricantes. A continuación se muestran los elementos principales:



**Figura 2.16 Estructura del microcontrolador**

#### 2.2.2.1.- El procesador o CPU

Es el elemento más importante del microcontrolador y determina sus principales características, tanto a nivel hardware como software. Se encarga de direccionar la memoria de instrucciones, recibir la instrucción en curso, su decodificación y la ejecución de la operación que implica dicha instrucción, así como la búsqueda de los operandos y el almacenamiento del resultado.

Está dividida en dos unidades; unidad de control (CU) y la unidad aritmética lógica (ALU).

### 2.2.2.2.- Memoria de programa

El microcontrolador está diseñado para que en su memoria de programa se almacenen todas las instrucciones del programa de control. Como éste siempre es el mismo, debe estar grabado de forma permanente.

Existen algunos tipos de memoria adecuados para soportar estas funciones, de las cuales se citan las siguientes:

- **ROM** con máscara: se graba mediante el uso de máscaras. Sólo es recomendable para series muy grandes debido a su elevado costo.
- **EPROM**: se graba eléctricamente con un programador controlador por un PC. Disponen de una ventana en la parte superior para someterla a luz ultravioleta, lo que permite su borrado. Puede usarse en fase de diseño, aunque su costo unitario es elevado.
- **OTP**: su proceso de grabación es similar al anterior, pero éstas no pueden borrarse. Su bajo costo las hacen idóneas para productos finales.
- **EEPROM**: también se graba eléctricamente, pero su borrado es mucho más sencillo, ya que también es eléctrico. No se pueden conseguir grandes capacidades y su tiempo de escritura y su consumo es elevado.
- **FLASH**: se trata de una memoria no volátil, de bajo consumo, que se puede escribir y borrar en circuito al igual que las EEPROM, pero que suelen disponer de mayor capacidad que estas últimas. Son recomendables aplicaciones en las que es necesario modificar el programa a lo largo de la vida del producto. Por sus mejores prestaciones, está sustituyendo a la memoria EEPROM para contener instrucciones.

### **2.2.2.3.- Memoria de datos**

Los datos que manejan los programas varían continuamente, y esto exige que la memoria que los contiene debe ser de lectura y escritura, por lo que la memoria RAM estática (SRAM) es la más adecuada, aunque sea volátil.

Hay microcontroladores que disponen como memoria de datos una de lectura y escritura no volátil, del tipo EEPROM. De esta forma, un corte en el suministro de la alimentación no ocasiona la pérdida de la información, que está disponible al reiniciarse el programa.

### **2.2.2.4.- Líneas de E/S**

A excepción de dos patitas destinadas a recibir la alimentación, otras dos para el cristal de cuarzo, que regula la frecuencia de trabajo, y una más para provocar el Reset, las restantes patitas de un microcontrolador sirven para soportar su comunicación con los periféricos externos que controla.

Las líneas de E/S que se adaptan con los periféricos manejan información en paralelo y se agrupan en conjuntos de ocho, que reciben el nombre de Puertas. Hay modelos con líneas que soportan la comunicación en serie; otros disponen de conjuntos de líneas que implementan puertas de comunicación para diversos protocolos, como el I2C, el USB, etc.

### **2.2.2.5.- Recursos auxiliares**

Según las aplicaciones a las que orienta el fabricante cada modelo de microcontrolador, incorpora una diversidad de complementos que refuerzan la potencia y la flexibilidad del dispositivo. Entre los recursos más comunes se citan los siguientes:

- Circuito de reloj: se encarga de generar los impulsos que sincronizan el funcionamiento de todo el sistema.
- Temporizadores, orientados a controlar tiempos.
- Perro Guardián o WatchDog: se emplea para provocar una reinicialización cuando el programa queda bloqueado.
- Conversores AD y DA, para poder recibir y enviar señales analógicas.
- Sistema de protección ante fallos de alimentación.
- Estados de reposos, gracias a los cuales el sistema queda congelado y el consumo de energía se reduce al mínimo.

### **2.2.3.- Microcontroladores de la Familia ATMEL**

Los Microcontroladores de la familia Atmel, contienen una arquitectura tipo RISC, el funcionamiento esencial es que sus instrucciones son de tan solo un ciclo máquina, su estructura elimina la necesidad de usar componentes extra externos, contiene; osciladores, cronómetros, UART (Transmisor-Receptor Asíncrono Universal), SPI (Interfaz Periférico Serial), resistencias pull-up, PWM (modulación por anchura de pulso), convertidor ADC (Conversor Análogo Digital), comparador analógico y cronómetros, estas son solo algunas de las características que se encuentran en los dispositivos AVR. Al programar los microcontroladores AVR, se disminuye el tamaño del código ensamblador que se genera, la codificación es posible realizarla en Lenguaje C ó en assembly. Todo su sistema está depositado en una sola pastilla, dispone de una memoria tipo flash reprogramable EEPROM, el AVR es la opción perfecta para perfeccionar la optimización de costos.

Atmel es una compañía de semiconductores, fundada en 1984. Su línea de productos incluye microcontroladores (incluyendo derivados del 8051, el AT91SAM basados en ARM, y sus arquitecturas propias AVR y AVR32), dispositivos de radiofrecuencia, memorias EEPROM y Flash, ASICs, WiMAX, y



muchas otras. También tiene capacidad de ofrecer soluciones del tipo system on chip (SoC).



**Figura 2.17 Microcontrolador de la compañía ATMEL.**

Atmel sirve a los mercados de la electrónica de consumo, comunicaciones, computadores, redes, electrónica industrial, equipos médicos, automotriz, aeroespacial y militar. Es una industria líder en sistemas seguros, especialmente en el mercado de las tarjetas seguras.

#### **2.2.3.1.- Microcontroladores AVR**

Los AVR son una familia de microcontroladores RISC de Atmel. La arquitectura de los AVR fue concebida por dos estudiantes en el Norwegian Institute of Technology, y posteriormente refinada y desarrollada en Atmel Noruega, la empresa subsidiaria de Atmel, fundada por los dos arquitectos del chip.

El AVR es una CPU de arquitectura Harvard. Tiene 32 registros de 8 bits. Algunas instrucciones sólo operan en un subconjunto de estos registros. La concatenación de los 32 registros, los registros de entrada/salida y la memoria de datos conforman un espacio de direcciones unificado, al cual se accede a través de operaciones de carga/almacenamiento. A diferencia de los microcontroladores PIC, el stack se ubica en este espacio de memoria unificado, y no está limitado a un tamaño fijo.

El AVR fue diseñado desde un comienzo para la ejecución eficiente de código C compilado. Como este lenguaje utiliza profusamente punteros para el manejo de variables en memoria, los tres últimos pares de registros internos del procesador, son usados como punteros de 16 bits al espacio de memoria externa, bajo los nombres X, Y y Z. Esto es un compromiso que se hace en arquitecturas de ocho bits desde los tiempos de Intel 8008, ya que su tamaño de palabra nativo de 8 bits (256 localidades accedidas) es pobre para direccionar. Por otro lado, hacer que todo el banco superior de 16 registros de 8 bits tenga un comportamiento alterno como un banco de 8 registros de 16 bits, complicaría mucho el diseño, violando la premisa original de su simplicidad. Además, algunas instrucciones tales como 'suma inmediata' ('add immediate' en inglés) faltan, ya que la instrucción 'resta inmediata' ('subtract immediate' en inglés) con el complemento dos puede ser usada como alternativa.

El set de instrucciones AVR está implementado físicamente y disponible en el mercado en diferentes dispositivos, que comparten el mismo núcleo AVR pero tienen distintos periféricos y cantidades de RAM y ROM; desde el microcontrolador de la familia Tiny AVR ATtiny11 con 1KB de memoria flash y sin RAM (sólo los 32 registros), y 8 pines, hasta el microcontrolador de la familia Mega AVR ATmega2560 con 256KB de memoria flash, 8KB de memoria RAM, 4KB de memoria EEPROM, conversor análogo digital de 10 bits y 16 canales, temporizadores, comparador analógico, etc. La compatibilidad entre los distintos modelos es preservada en un grado razonable.

**Tabla. II.5 Familia Atmel AVR 8 bits.**

Device	Flash (Kbytes)	EEPROM (Kbytes)	STAM (bytes)	F.max (MHz)
ATmega128	128	4	4096	16
ATmega64	64	2	4096	16

ATmega32	32	1	2048	16
ATmega16	16	0,5	1024	16
ATmega162	16	0,5	1024	16
ATmega169	16	0,5	1024	16
ATmega8	8	0,5	1024	16
ATmega8515	8	0,5	512	16
ATmega8535	8	0,5	512	16

Los microcontroladores AVR tienen una cañería con dos etapas (cargar y ejecutar), que les permite ejecutar la mayoría en un ciclo de reloj, lo que los hace relativamente rápidos entre los microcontroladores de 8-bits.

El set de instrucciones de los AVR es más regular que la de la mayoría de los microcontroladores de 8-bits (por ejemplo, los PIC). Sin embargo, no es completamente ortogonal.

Los registros punteros X, Y y Z tienen capacidades de direccionamiento diferentes entre sí. Los registros 0 al 15 tienen diferentes capacidades de direccionamiento que los registros 16 al 31. Las registros de I/O 0 al 31 tienen distintas características que las posiciones 32 al 63. La instrucción CLR afecta los 'flag', mientras que la instrucción SER no lo hace, a pesar de que parecen ser instrucciones complementarias (dejar todos los bits en 1, y dejar todos los bits en 0 respectivamente).

## **2.2.- ACTUADORES**

Los actuadores son dispositivos capaces de generar una fuerza a partir de líquidos, de energía eléctrica y gaseosa. El actuador recibe la orden de un regulador o controlador y da una salida necesaria para activar a un elemento final de control.

## **2.3.1.- ACTUADORES ELECTRICOS**

### **2.3.1.1.- Motores eléctricos**

El motor es un elemento indispensable en un gran número de equipos electrónicos. La misión fundamental del motor eléctrico es la de transformar la energía eléctrica, que se le suministra, en una energía mecánica que será la que se emplea para poner en movimiento el mecanismo del equipo en el que se instale. El funcionamiento de un motor, en general, se basa en las propiedades electromagnéticas de la corriente eléctrica y la posibilidad de crear, a partir de ellas, unas determinadas fuerzas de atracción y repulsión encargadas de actuar sobre un eje y generar un movimiento de rotación.

#### **2.3.1.1.1.- *Motores de corriente continua***

Se compone básicamente por el rotor y el estator (Fig.2.18). El rotor es una pieza giratoria, un electroimán móvil, con varios salientes laterales, que llevan cada uno a su alrededor un bobinado por el que pasa la corriente eléctrica. El estator, situado alrededor del rotor, es un electroimán fijo, cubierto con un aislante. Al igual que el rotor, dispone de una serie de salientes con bobinados eléctricos por los que circula la corriente.

Si sobre la bobina se hace pasar una corriente se creara en la misma en un campo magnético que la hará girar al crearse una fuerza de atracción y repulsión con respecto al imán del estator. Durante este giro se produce una serie de efectos que condicionan la construcción del motor, el primero de ellos se produce cuando se enfrentan dos polos de distinto signo, momento en que la atracción será máxima y la bobina tiende a detenerse, sin embargo, por inercia pasará de largo pero el sentido de giro se invertirá y se volverá hacia atrás deteniéndose al cabo de unas cuantas oscilaciones. Si en el momento en que los polos opuestos

se enfrentan, se invierte el sentido de la circulación de la corriente de la bobina, automáticamente se producirá un cambio de signo en los polos magnéticos creados por la misma, dando origen a que aparezcan unas fuerzas de repulsión entre ellos que obligará a aquella a seguir girando otra media vuelta, debiéndose invertir la corriente nuevamente y así sucesivamente.



**Figura 2.18 Partes de un motor de corriente continúa.**

Para producir estos cambios se divide el anillo colector por el que recibe la bobina la corriente de alimentación, en dos mitades iguales separadas por un material aislante, que giran deslizándose sobre dos contactos eléctricos fijos o escobillas uno conectado al polo positivo y el otro al negativo.

De esta forma dichos contactos cruzarán dos veces por cada rotación la división entre los semianillos, invirtiéndose así el sentido de circulación de la corriente de la bobina.

#### **2.3.1.1.2.- Motores de corriente alterna**

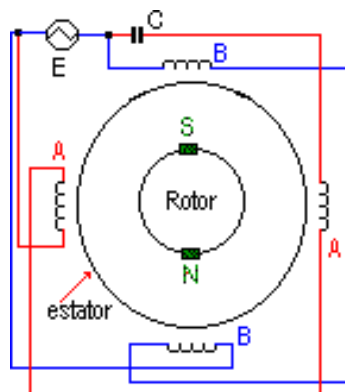
Una de las características de un motor de corriente alterna es el número de polos del rotor. Este dato automáticamente dará el número de devanados que tiene el motor:

**# devanados = # polos x 2.**

Los devanados que tenga un motor se dividen en dos grupos. Un grupo A y el otro B. Todos los devanados de cada grupo están conectados en serie, formando dos grandes devanados. Estos dos devanados se diferencian entre si en que el voltaje que los alimenta están desfasados  $90^\circ$ . Este desfase se logra con un capacitor y es el desfase que existe en devanados adyacentes en el motor. En la figura 2.19 el voltaje de alimentación es:

$$E = E \text{ sen}(wt + 90^\circ).$$

Los polos en el rotor se representan por N y S (imanes).



**Figura 2.19 Esquema de un motor de corriente alterna.**

Como en el rotor los polos son fijos y en estator la polaridad de los campos varía, los polos fijos del rotor, siguen las variaciones de polaridad de los devanados del estator. Habrá efectos de atracción y repulsión de campos magnéticos que causará la rotación del rotor.

Como el voltaje de alimentación del estator es periódica, entonces el movimiento del rotor sigue esta variación periódica del voltaje de alimentación y como

consecuencia la velocidad de rotación es constante. Esta velocidad esta dada por la fórmula:

$$N_s = 60 \times f / p$$

Donde:

$N_s$  = velocidad del motor en rpm. (revoluciones por minuto)

$f$  = frecuencia de la alimentación en Hertz (Hz.)

$p$  = número de pares de polos del motor.

### 2.3.1.1.3.- *Motores paso a paso*

La figura 2.20, muestra un motor paso a paso de 4 bobinados.

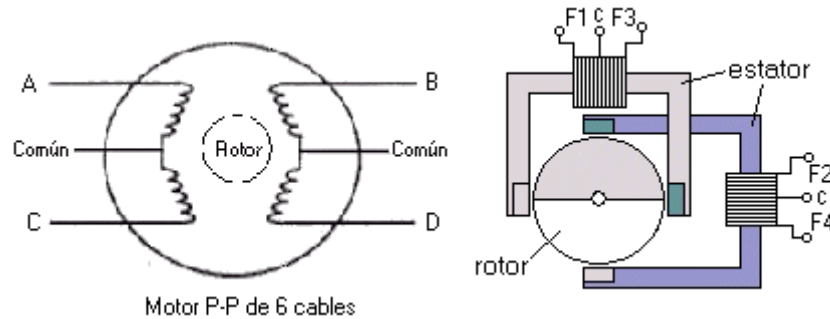


**Figura 2.20** Motor paso a paso.

- **Constitución de un motor de paso a paso**

Los motores paso a paso, están constituidos por unas armaduras como estator en las que se dispone un bobinado único y en otros casos el bobinado dispone de

una toma intermedia denominada común, por otro lado está el rotor habitualmente compuesto por un imán permanente. (Fig. 2.21)



**Figura 2.21** Esquemas de un motor paso a paso.

La característica principal de estos motores es el hecho de poder moverlos un paso por cada pulso que se le aplique. El grado de precisión de este paso puede variar desde los  $90^\circ$  por pulso, hasta pequeños pasos de tan solo  $1.8^\circ$ , es decir, que se necesitarán 4 pasos en el primer caso ( $90^\circ$ ) y 200 pulsos para el segundo caso ( $1.8^\circ$ ), para completar un giro de  $360^\circ$ , es decir más pasos igual a más precisión.

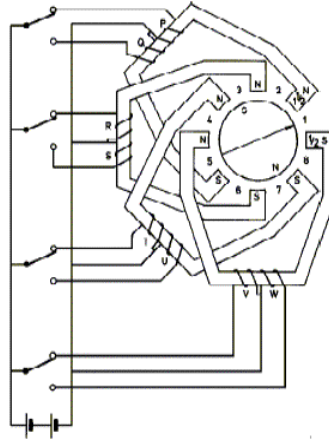
Otra particularidad de estos motores es que al contrario de lo que ocurre con los motores eléctricos tradicionales en los que su rotor queda libre cuando no están excitados, es decir, su rotor está bloqueado cuando se encuentra activo y permanece semifijo debido a la reluctancia magnética que ejerce el imán permanente del rotor sobre los polos del estator.

- **Clasificación de los motores paso a paso:**

De imán permanente: Está formado por un estator de forma cilíndrica (Fig. 2.22), con un cierto número de bobinados alimentados en secuencia, que crean un campo magnético giratorio de manera discontinua. El rotor, concéntrico con el



estator y situado sobre el eje, contiene un imán permanente magnetizado, que en cada instante tenderá a alinearse con el campo magnético creado.



**Figura 2.22 Construcción del motor paso a paso de Imán Permanente.**

Su principal ventaja es que su posicionamiento no varía aun sin excitación y en régimen de carga debido a la atracción entre el rotor y los entrehierros del estator.

De reluctancia variable: El estator presenta la forma habitual, con un número determinado de polos electromagnéticos. Sin embargo, el rotor no es de imán permanente sino que está formado por un núcleo de hierro dulce de estructura cilíndrica pero con un cierto número de dientes tallados longitudinalmente a lo largo de su superficie lateral.

Cuando una corriente circula a través del bobinado apropiado, se desarrolla un momento que hace que el rotor gire a la posición en la cual la reluctancia del circuito sea mínima. Cuando se hace pasar una corriente a través de otro bobinado, el punto de reluctancia mínima se genera en otra posición, produciendo el giro del rotor a esa nueva posición.

Híbridos: Son combinación de los dos tipos anteriores; el rotor suele estar constituido por anillos de acero dulce dentado en un número ligeramente distinto al del estator y dichos anillos montados sobre un imán permanente dispuesto axialmente. Se obtienen importantes pares de accionamiento, un gran número de pasos por vuelta y una frecuencia de trabajo elevada.

- **Parámetros de los motores paso a paso**

Es necesario conocer el significado de algunas de las principales características y parámetros que se definen sobre los motores paso a paso comprender su funcionamiento:

Par dinámico de trabajo (*Working Torque*): Este depende de sus características dinámicas, son el momento máximo que el motor es capaz de desarrollar sin perder paso, es decir, sin dejar de responder a algún impulso de excitación del estator y dependiendo, siempre de la carga.

Generalmente el fabricante ofrece, curvas denominadas de arranque sin error (*pull-in*), que relacionan el par en función el número de pasos. Debe tenerse en cuenta que, cuando aumenta la velocidad de rotación del motor, se produce un aumento de la f.c.e.m. generada por dicho giro, por tanto, se produce una disminución de la corriente absorbida por los bobinados del estator y como consecuencia de todo esto, disminuye el par motor.

Par de mantenimiento (*Holding Torque*): Es el par exigido para desplazar, en régimen de excitación, un paso el rotor cuando la posición anterior es estable, es mayor que el par dinámico y actúa como freno para mantener el rotor en una posición estable dada.

Par de detención ( *Detention Torque*): Se llama al par de freno propio de los motores de imán permanente, es debido a la acción de la reluctancia del rotor cuando los devanados del estator están desactivados.

Angulo de paso ( *Step angle* ): Se define como el avance angular de un paso que, se produce en el motor por cada impulso de excitación. Se mide en grados.

Momento de inercia del rotor: Es el momento de inercia asociado que se expresa en gramos por centímetro cuadrado.

## **2.3.2.- ACTUADORES ELECTROMAGNÉTICOS**

### **2.3.2.1.- Principio de funcionamiento**

Los electroimanes de accionamiento (tragantes) son aquellos en los cuales su armadura es absorbida hacia el interior de la bobina debido a las fuerzas electromagnéticas generadas, siendo el retorno a su posición inicial por acciones externas. (Fig. 2.23)

Según cual sea el sentido de transmisión de la fuerza a la armadura se distinguen en modelos de “Tiro” o “Empuje”. Estos dispositivos deben funcionar por lo menos a “2/3” de su fuerza magnética para evitar desgastes prematuros de las caras polares debido a impactos fuertes repetidos, debiendo prestarse especial atención a que dichas caras (núcleo y armadura) queden en contacto al finalizar la maniobra de activación.

Durante el montaje deberá observarse cuidadosamente que la dirección de la fuerza de la carga a accionar coincida con el eje de movimiento de la armadura recomendandose que la misma no se fije rígidamente sino en forma articulada, por ejemplo con abrazaderas o similares.



**Figura 2.23 Actuadores electromagnéticos.**

Pueden utilizarse para diferentes clases de servicio permanente o intermitente. En el primer caso la duración de la conexión es tan larga que se alcanza prácticamente la temperatura de régimen. En servicio intermitente se suceden períodos de conexión y pausas sin corriente por lo cual dentro de los valores admisibles de intermitencia para un electroimán, los tiempos de ciclo de conexión pueden distribuirse de la siguiente manera:

Tiempo de Conexión: 40% del ciclo.

Tiempo de Desconexión: 60% del ciclo.

Para esta determinación se utiliza en general un valor preferente de la duración del ciclo de maniobra de 5 minutos. Los electroimanes de accionamiento se conectarán a corriente alterna o continua según los casos y modelos. La máxima variación permitida es +5% -10% de la tensión nominal.

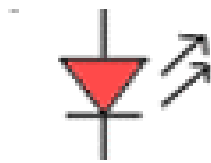
## 2.4.- INDICADORES

### 2.4.1.- INDICADORES VISUALES

Estos elementos se los ocupa cuando es necesario presentar de forma visual la información digital. Estos dispositivos se denominan optoelectrónicos. A continuación se muestran algunos de los más utilizados:

#### 2.4.1.1.- Diodo LED

Los diodos LED son dispositivos que emiten luz cuando circula por ellos una pequeña corriente eléctrica. Su símbolo en los esquemas eléctricos es el de un diodo con flechas salientes indicando que emite luz (Fig. 2.24).



**Figura 2.24 Símbolo eléctrico de un diodo LED.**

Pueden ser fabricados con diferentes materiales lo que da lugar a distintos colores de luz (Fig. 2.25), emitidos como: rojo, verde, amarillo, etc., e incluso de luz ultravioleta muy utilizados en sensores de presencia.

Los diodos LED son conocidos debido a que son muy utilizados en los aparatos electrónicos. Por ejemplo es frecuente que un pequeño LED emita luz roja para indicar si un equipo electrónico está encendido o apagado.



**Figura 2.25 Diodos LED.**

Con los diodos LED se fabrican otros visualizadores como:

#### ***2.4.1.1.1.- barra de LED's***

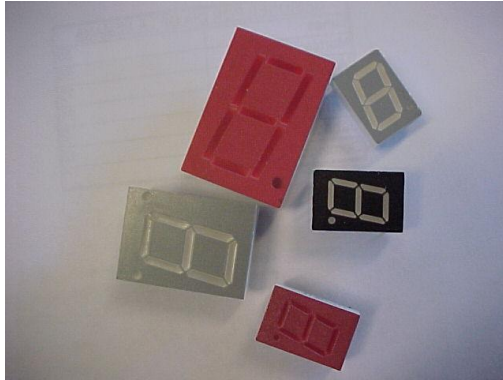
Es un conjunto de diodos LED tal que cada uno se ilumina con un nivel diferente de tensión. Generalmente es utilizada para controlar niveles: Volumen de audio, sintonía de frecuencia, control de grabación, etc. (Fig. 2.26)



**Figura 2.26 Barra de LED's.**

#### ***2.4.1.1.2.- display de siete segmentos***

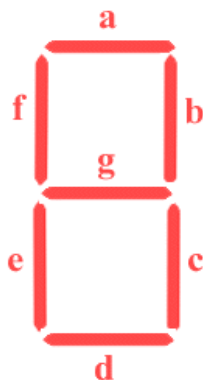
Se denominan así porque están formados por siete diodos leds, cada uno en forma de un pequeño segmento y todos ellos formando los trazos de un "ocho". (Fig. 2.27)



**Figura. 2.27** Display de siete segmentos.

Con el display se pueden presentar los diferentes números decimales controlando qué leds están encendidos y cuáles apagados. El display dispone de suficientes terminales para encender o no cada uno de los leds de forma individual.

A cada uno de los siete leds que forman el "ocho" del display se denomina por una letra en sentido de las "agujas del reloj": "a", "b", "c", "d", "e", "f" y "g" tal como muestra la figura 2.28.



**Figura 2.28** Esquema de un display de siete segmentos.

Una importante ventaja de los displays es que al estar formados por leds emiten luz y permiten ver su información en momentos y lugares oscuros.

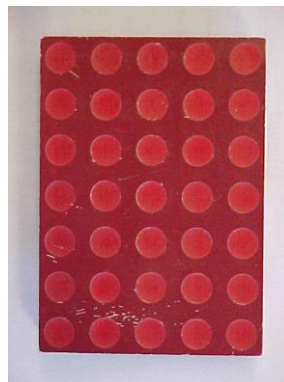
#### 2.4.1.1.- Display de cristal líquido (LCD)

Estos elementos son muy usados en la mayor parte de los equipos electrónicos alimentados por baterías o por energía solar, debido a que este tipo de visualizadores tienen bajísimo consumo de energía y larga vida. Como principal desventaja es que precisan de luz ambiental porque ellos de por sí no emiten luz.

El funcionamiento de estos visualizadores es parecida a los displays basados en LEDs. En este caso el cristal se comporta dependiendo de su polarización, de forma que refleja la luz incidente (como si se tratara de un espejo) o no refleja la luz incidente en cuyo caso permanece oscuro.

Existen LCDs sencillos, con una estructura similar a la del display de siete segmentos y son utilizados para mostrar números, como por ejemplo en calculadoras, relojes de pulsera, etc. En este caso la única diferencia es que además de las señales de excitación de los respectivos segmentos: "a", "b", "c", ... incluyen una señal periódica de baja frecuencia (señal de reloj).

Para aplicaciones más complejas se utilizan LCDs basados en matrices de puntos, por ejemplo de 5x7 puntos, es decir cinco de ancho y siete de alto tal como muestra la figura 2.29.

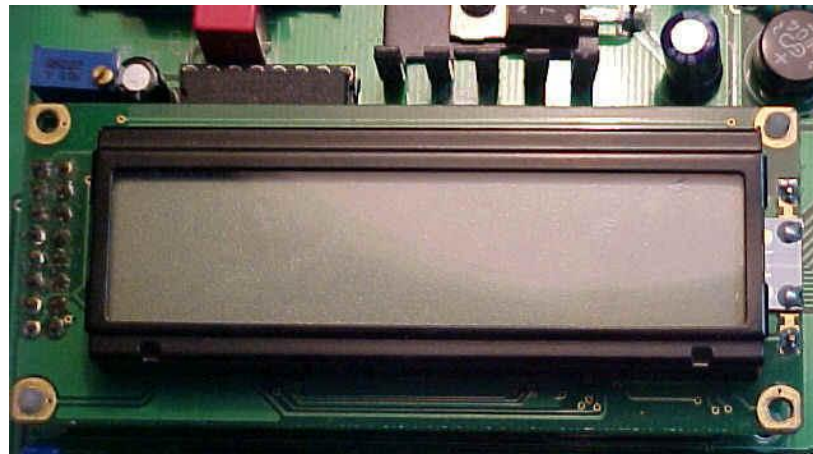


**Figura 2.29** LCD (matriz de puntos).



Para poder visualizar caracteres alfanumericos es necesario activar selectivamente los puntos. El circuito necesario para activar los puntos que permitan ver un determinado símbolo es algo mas complejo que el del display de 7 segmentos pero los principios de su funcionamiento son idénticos. A estos dispositivos se envía el código ASCII de la letra, número o símbolo que se quiere representar y el lleva incluido la circuitería para activar los puntos correspondientes.

Los LCDs comerciales también incluyen la capacidad de representar no solo un símbolo sino una cadena de ellos. Por ejemplo el de la figura 2.30, puede representar 32 símbolos distribuidos en dos filas. Así mismo tiene otras capacidades, como por ejemplo rotar la información y moverla en ambos sentidos.



**Figura 2.30 LCD.**

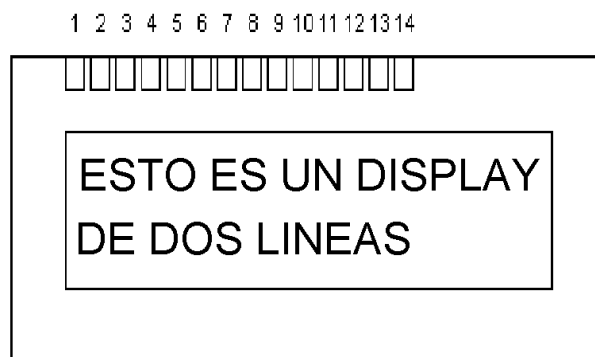
#### **2.4.1.2.1.- *funcionamiento del display***

Cada display cuenta con un número determinado de puntos que permiten su conexión.

**Tabla II.6 Descripción de los puntos de conexión de un display de dos líneas.**

<b><i>PIN</i></b>	<b><i>Símbolo</i></b>	<b><i>Descripción</i></b>
1	Vss	Masa
2	Vdd	Alimentación
3	Vo	Voltaje de ajuste del contraste
4	RS	Selección de registro
5	R/W	Lectura / escritura
6	E	Validación de datos (Enable)
7	D0	Bit de datos menos significativo
8	D1	Bit de datos
9	D2	Bit de datos
10	D3	Bit de datos
11	D4	Bit de datos
12	D5	Bit de datos
13	D6	Bit de datos
14	D7	Bit de datos más significativo

Los tres primeros puntos de conexión (*pins*) son para la alimentación y control del contraste. Los tres siguientes (RS, R/W y E) son para el control y los restantes (D0 a D7) son para el intercambio de datos. (Fig. 2.31)

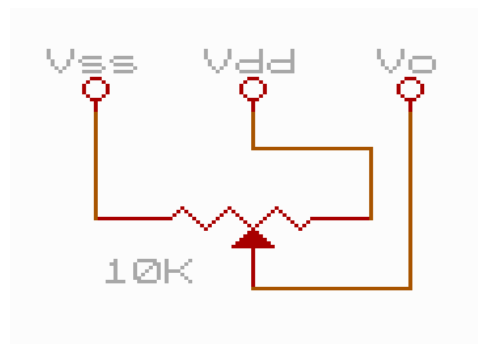


**Figura 2.31 Esquema de un display de dos líneas.**

El display es un elemento que dispone de un puerto de Entrada/Salida por el que recibe instrucciones, datos y por el que devuelve información sobre su estado interno. Para ello dispone de algunos registros que se seleccionan mediante las líneas de control. Todo este proceso de comunicación se controla con las tres líneas de control (RS, R/W y E).

#### 2.4.1.2.2.- *alimentación y control de contraste*

Su alimentación de 5 V que la recibe a través de los dos primeros puntos de conexión, al primero (Vss) se conecta la masa y al segundo (Vdd) los 5 voltios, con un consumo de corriente que no excede de 5mA. El tercero (Vo) permitirá el control del contraste variando la tensión en el mismo entre 0 (contraste mínimo) y 5 voltios (contraste máximo).



**Figura. 2.32** Conexión de un potenciómetro de contraste.

Para Regular el contraste se conecta un potenciómetro en configuración de divisor de tensión variable, conforme se detalla en la figura 2.32, y con el que se suministra la tensión deseada entre 0 y 5 V. Es necesario consultar la documentación del dispositivo para consultar las diferentes soluciones de polarización para la regulación del contraste, las cuales, varían según el fabricante.

2.4.1.2.3.- *caracteres*

Los códigos de cada caracter vienen dados en hexadecimal y se puede comprobar que coinciden con los códigos en ASCII.

**Tabla II.7 Caracteres más importantes.**

Código	Carac.	Código	Carac.	Código	Carac.	Código	Carac.
\$20	Espacio	\$39	9	\$52	R	\$6B	K
\$21	i	\$3A	:	\$53	S	\$6C	L
\$22	"	\$3B	;	\$54	T	\$6D	M
\$23	#	\$3C	<	\$55	U	\$6E	N
\$24	\$	\$3D	=	\$56	V	\$6F	O
\$25	%	\$3E	>	\$57	W	\$70	P
\$26	&	\$3F	?	\$58	X	\$71	Q
\$27	'	\$40	@	\$59	Y	\$72	R
\$28	(	\$41	A	\$5A	Z	\$73	S
\$29	)	\$42	B	\$5B	[	\$74	T
\$2A	*	\$43	C	\$5C	\	\$75	U
\$2B	+	\$44	D	\$5D	]	\$76	V
\$2C	,	\$45	E	\$5E	^	\$77	W
\$2D	-	\$46	F	\$5F	_	\$78	X
\$2E	.	\$47	G	\$60	`	\$79	Y
\$2F	/	\$48	H	\$61	A	\$7A	Z
\$30	0	\$49	I	\$62	B	\$7B	{
\$31	1	\$4A	J	\$63	C	\$7C	
\$32	2	\$4B	K	\$64	D	\$7D	}
\$33	3	\$4C	L	\$65	E	\$7E	~
\$34	4	\$4D	M	\$66	F	\$7F	△
\$35	5	\$4E	N	\$67	G		

\$36	6	\$4F	O	\$68	H		
\$37	7	\$50	P	\$69	I		
\$38	8	\$51	Q	\$6A	J		

#### **2.4.1.2.4.- memoria del display**

El “display” dispone de dos memorias de acceso aleatorio. La DDRAM (Display Data RAM) donde se guardan los datos que se presentan en la pantalla y la CGRAM (Carácter Generator RAM) que permite definir caracteres de usuario diferentes de los predefinidos en la CGROM

#### **2.4.1.2.5.- señales de control y registros internos**

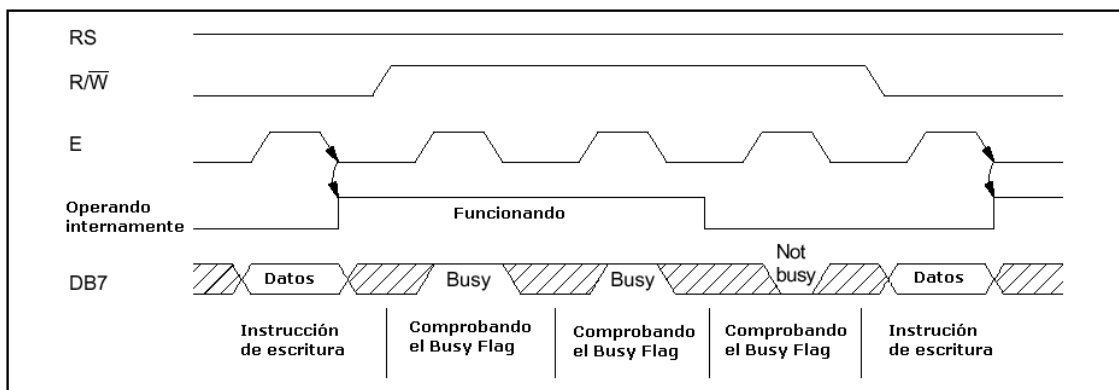
Para el control se dispone de cuatro señales: validación de datos (E), selección de lectura/escritura (R/W), selección de registro (RS) e indicador de sistema ocupado (BF). Los registros internos son tres: el contador de direcciones (AC), el registro de instrucciones (IR) y el de datos (DR). A continuación se detallan las señales de control:

Validación de datos, “Enable” (E): Cuando no se utiliza el “display” esta señal debe permanecer a 0. Cuando se desea realizar una transferencia de información (lectura o escritura) se ponen los datos y las señales de control deseadas y se valida la operación con E=1, debiendo permanecer en ese estado lógico durante un tiempo superior a 500 ns., para que se realice correctamente la captura de los datos en el registro. Cuando se devuelve la señal de validación a su estado de reposo, E=0, la ejecución de la instrucción se inicia con el flanco de bajada de esta señal. El periodo completo de la señal de validación, formado por el estado lógico 1 seguido del estado lógico 0, no podrá ser inferior a 1  $\mu$ s.

Selección de lectura/escritura, “Read / Write” (R/W): Se selecciona R/W=0 para realizar una operación de escritura en el display y R/W=1 para la lectura de datos del mismo.

Selección de registro, “Register Select” (RS): Con RS=0 se selecciona el registro de instrucciones (IR), y con RS=1 se selecciona el de datos (DR).

Indicador de ‘sistema ocupado’, “Busy Flag” (BF): Es una señal que proporciona el sistema y que, con valor 1 (BF=1), indica que el “display” está ejecutando una operación interna y no podrá aceptar una nueva instrucción hasta que termine, momento en el cual pasa a valor 0 (BF=0). El BF podrá ser leído en el último bit del registro de instrucciones (IR7) para lo que se deberá seleccionar el registro IR en modo lectura (RS=0, R/W=1). (Fig. 2.30)



**Figura 2.33 Ejemplo de cronograma de las señales de control.**

- **Registros internos:**

Contador de direcciones, “Address Counter” (AC): Apunta la dirección de memoria DDRAM o CGRAM sobre la que se escribe o se lee un dato. Su valor se incrementa o decrementa automáticamente en una unidad después de cada operación según se haya configurado previamente. Para modificar o leer la

dirección del AC se utilizan los siete primeros bits del registro IR (IR0-IR6). El valor de este contador es utilizado también por el circuito de control del cursor, que lo colocará en la posición que éste indica.

Registro de instrucciones, “Instruction Register” (IR): En este registro se escriben las instrucciones que se desea que el display ejecute. También se puede leer el valor del contador de direcciones (AC) en los primeros 7 bits (IR0 - IR6), teniendo disponible en el octavo (IR7) la señal indicadora de ‘sistema ocupado’ (BF).

Registro de datos, “Data Register”, (DR): Se utiliza para las operaciones de escritura y lectura en la memoria DDRAM o CGRAM.

**Tabla II.8 Señales de control asociadas a la selección de registro.**

<b>RS</b>	<b>R/W</b>	<b>Acción</b>
0	0	Operación de escritura en IR (instrucción u operación interna).
0	1	Operación de lectura de IR (permite leer el AC (IR0-IR6) y el BF (IR7)).
1	0	Operación de escritura en DR (escritura del dato en la DDRAM o CGRAM).
1	1	Operación de lectura de DR (lectura del dato de la DDRAM o CGRAM).

#### **2.4.3.- INDICADORES AUDIBLES**

Son elementos usados para reproducir sonido. Es una clase de transductor electroacústico, en el cual para que se reproduzca el sonido sigue un procedimiento:

- Eléctrico: convierte las ondas eléctricas en energía mecánica
- Mecánico: convierte la energía mecánica en energía acústica
- Acústico: sale el sonido al exterior

#### 2.4.3.1.- Características

- Respuesta en frecuencia: La respuesta en frecuencia de cualquier indicador audible no es plana. La respuesta ideal debería ser uniforme a todas las frecuencias.
- Potencia: Se refiere a la potencia eléctrica que entra en el altavoz. Es decir la cantidad de energía que se puede introducir en el altavoz antes de que distorsione o que sufra desperfectos.
- Eficiencia: Es una medida del rendimiento de la transducción eléctrica-acústica. Es la relación de la potencia acústica del altavoz y la potencia eléctrica necesaria para ello:

$$Eficiencia = \frac{P_{acustica}}{P_{eléctrica}} 100\%$$

La eficiencia de un altavoz no supera el 50% y generalmente es menor al 10%. En la mayoría de los equipos domésticos, la eficiencia es del 0.5-1%. Dado a que no se requiere una potencia acústica elevada para obtener un elevado volumen sonoro, estos equipos son viables.

- Impedancia: Es la oposición que presenta cualquier dispositivo al paso de pulsos suministrados por una fuente de audio. Este valor varía en función de la frecuencia, con lo que en las especificaciones técnicas de cada modelo de

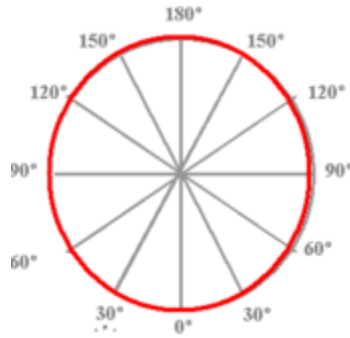


indicador sonoro nos vendrá una curva con esta relación impedancia-frecuencia.

- **Sensibilidad:** Es relación entre el nivel eléctrico de entrada al altavoz y la presión sonora obtenida. Es decir, el grado de eficiencia en la transducción electroacústica. Los indicadores audibles son transductores electroacústicos con una sensibilidad muy pobre. Esto se debe a que la mayor parte de la potencia nominal introducida se disipa en forma de calor.
- **Rendimiento:** Es el grado de sensibilidad del altavoz. Indica la relación entre la Potencia acústica radiada y la Potencia eléctrica de entrada.

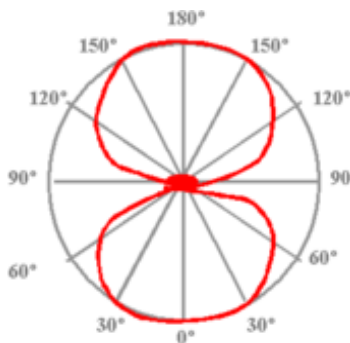
$$\text{Rendimiento} = \text{Potencia acústica} / \text{potencia eléctrica} \times 100.$$

- **Distorsión:** Distorsión tiene causas muy variadas como: flujo del entrehierro, modulación de frecuencia sobre el diafragma, vibraciones parciales, alinealidad de las suspensiones, etc.
- **Directividad:** El modo en el que el sonido se disipa en el entorno, es decir, indica la dirección del sonido a la salida del sistema. La forma más gráfica de dar la directividad es mediante un diagrama polar, un diagrama polar es un dibujo técnico que refleja la radiación del altavoz en el espacio en grados para cada punto de sus ejes. Dependiendo de su directividad podemos decir que cono es:
  1. **Omnidireccional:** Es radian igual en todas direcciones, es decir, en los 360°. Por la importancia de la frecuencia de resonancia del propio altavoz, es un diagrama polar muy poco utilizado en altavoces. Los altavoces que utilizan esta direccionalidad requieren de grandes cajas acústicas.



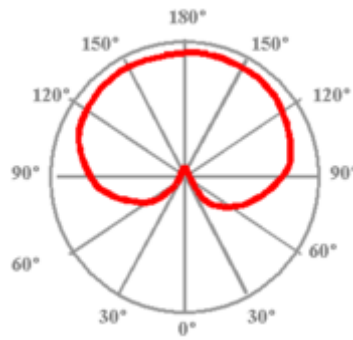
**Figura 2.34 Diagrama de directividad omnidireccional.**

2. Bidireccional: El diagrama polar tiene forma de ocho. El sonido se emite tanto por delante como por detrás, mientras que son prácticamente “mudos” en los laterales. Los ángulos preferentes se sitúan en torno a los  $100^\circ$ .



**Figura 2.35 Diagrama de directividad bidireccional.**

3. Unidireccional: Son los altavoces que emiten el sonido en una dirección muy marcada y son “relativamente muertos” en las otras. De este tipo los más utilizados son los cardioides. El altavoz cardioide se llama así porque su diagrama polar tiene forma de corazón. El ángulo preferente lo alcanza en un ángulo de  $160^\circ$ .



**Figura 2.36 Diagrama de directividad cardioide.**

#### **2.4.3.2.- Tipos de indicadores audibles**

- **Dinámico:** La señal eléctrica de entrada actúa sobre la bobina móvil que crea un campo magnético que varía de sentido de acuerdo con dicha señal. Este flujo magnético interactúa con un segundo flujo magnético continuo generado normalmente por un imán permanente que forma parte del cuerpo del altavoz, produciéndose una atracción o repulsión magnética que desplaza la bobina móvil, y con ello el diafragma adosado a ella. Al vibrar el diafragma mueve el aire que tiene situado frente a él, generando así variaciones de presión en el mismo.
- **Electrostático:** Tienen una estructura de condensador, con una placa fija y otra móvil, entre las que se almacena la energía eléctrica suministrada por una fuente de tensión continua. Cuando se incrementa la energía almacenada entre las placas, se produce una fuerza de atracción o repulsión eléctrica entre ellas, dando lugar a que la placa móvil se mueva, creando una presión útil.
- **Piezoeléctrico:** El motor es un material piezoeléctrico, que al recibir una diferencia de tensión entre sus superficies metalizadas experimenta alargamientos y compresiones. Si se une a una de sus caras un cono

abocinado, éste sufrirá desplazamientos capaces de producir una presión radiada en alta frecuencia.

- Activo: Se caracteriza por el uso de, en lugar de filtros pasivos, para dividir el espectro de audiofrecuencia en intervalos compatibles con los transductores empleados. La señal es amplificada después de la división de frecuencias con un amplificador dedicado por cada transductor.

### **III.- CAPÍTULO**

## **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL CIRCUITO ELECTRÓNICO**

Las exigencias actuales en lo que se refiere al funcionamiento, seguridad, confort y a la compatibilidad con el medio ambiente impuestas al gran número de subsistemas presentes en el automóvil, sólo se pueden satisfacer mediante conceptos de mando y regulación sumamente desarrollados.

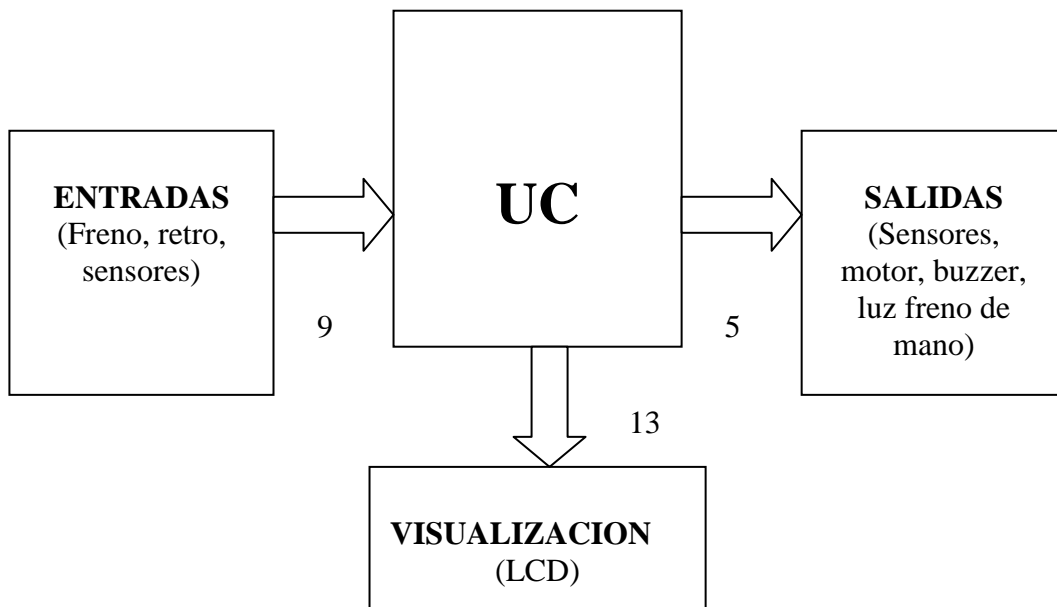
Las magnitudes detectadas mediante sensores, las convierte una unidad de control, en señales necesarias para activar los elementos actuadores. Las señales de entrada pueden ser analógicas o digitales, el procesamiento de estas señales se efectúa tras una correspondiente preparación (filtrado, amplificación, conformación de pulsos) y conversión (análoga/digital), preferentemente aplicando métodos de procesamiento digital.

La tecnología moderna ha creado semiconductores que permiten que un pequeño número de componentes creen ordenadores de gran rendimiento, incluyendo sus memorias de datos y programa. Los vehículos en nuestros días están equipados con muchas unidades de control digitales. Muchas propiedades ventajosas y funciones adicionales se consiguen mediante la sincronización de los procesos controlados por las diversas unidades electrónicas y la adaptación recíproca y constante de sus parámetros en tiempo real.

El equipo o sistema de ayuda de control de distancia de estacionamiento con freno automático, es un sistema basado en un mecanismo de freno para el vehículo, gobernado por un microcontrolador; este controla las distintas interfaces

o subsistemas que realizan las operaciones elementales y auxiliares necesarias para la concreción de los objetivos de este proyecto.

El sensado de distancia se lleva a cabo mediante sensores infrarrojos, cuyas señales llegan al microcontrolador en el rango de 0.3 a 3 V aproximadamente. La visualización de la distancia menor tomada por los sensores, se la realiza en un LCD también gobernado por el microcontrolador. En la figura 3.1, se muestra el diagrama de bloque básico de entradas y salidas del sistema de control de distancia de parqueo con freno automático.



**Fig. 3.1 Diagrama de bloque de entradas y salidas.**

### **3.1.- MICROCONTROLADOR Y SISTEMA**

El microcontrolador es el corazón del sistema. En él reside el programa que determina el funcionamiento de todos los módulos.

Un microcontrolador comprende módulos funcionales específicos para detectar señales externas y generar señales destinadas a la activación de los elementos

actuadores, estos módulos periféricos realizan de modo ampliamente autónomo tareas en tiempo real que la unidad de central, controla por programa.

### **3.1.1.- SELECCIÓN DEL MICROCONTROLADOR PARA LA APLICACIÓN**

En el mercado, se pueden encontrar microcontroladores de varias compañías, como por ejemplo: Intel, Philips, Motorola, Microchip o Atmel. Para seleccionar un microcontrolador es necesario tener en cuenta características como: el número de entradas y salidas (digitales y analógicas) necesarias, la velocidad de ejecución, eficiencia, facilidad de desarrollo de programas, fiabilidad, existencia de recursos y costo.

En este proyecto se optó por utilizar los microcontroladores de la compañía ATMEL, ya que poseen características como: bajo costo, alto desempeño, existencia de herramientas de desarrollo gratuitas, están soportados por tarjetas de desarrollo de costo razonable, capaces de descargar el código al microcontrolador, y por una versión de las herramientas GNU. Esto último es posible por su uniformidad en el acceso al espacio de memoria, propiedad de la que carecen los procesadores de memoria segmentada o por bancos, como el PIC. Especialmente, se toma interés en el microcontrolador ATmega16, que es descrito a continuación.

### **3.1.2.- MICROCONTROLADOR ATMEGA 16**

El microcontrolador de 8 bits, ATmega 16, con 16K Bytes de memoria de programa Flash auto-programable del sistema interno, y 32 E/S disponibles, utilizado para diversos propósitos dentro de la electrónica, de alto desempeño, bajo consumo de energía; nos provee de las suficientes interfases de entrada y salida para el proyecto.

La base del AVR combina un sistema de instrucciones con 32 registros de trabajo generales de funcionamiento. Todos los 32 registros están conectados directamente con la Unidad Aritmética Lógica (ALU), permitiendo que dos registros independientes sean accedidos en una sola instrucción ejecutada en un ciclo de reloj. La arquitectura resultante es un código más eficiente mientras que alcanza rendimientos de procesamiento hasta diez veces más rápidos que los microcontroladores convencionales CISC.

El ATmega16 proporciona las características siguientes: 16K bytes de memoria de programa Flash auto-programable del sistema interno con capacidad de escribir mientras lee, 512 bytes EEPROM, 1 byte SRAM, 32 líneas de E/S de propósito general, 32 registros de propósito general de funcionamiento, tres Timer/Counters flexibles con modos de comparación, interruptores internos y externos, un UART (Transmisor Receptor Asíncrono Universal) programable serial, un byte orientado a un interfaz en serie de dos hilos, 8-canales, 10-bit ADC con la etapa de la entrada diferenciada opcional con el aumento programable, un contador del perro guardián con oscilador interno, un puerto serial de SPI (Serial Peripheral Interface), y seis modos seleccionables de ahorro de energía del software. Mientras la CPU está en modo inactivo permite que el UART, el convertidor A/D, el SRAM, el Timer/Counters, el puerto de SPI, y el sistema de la interrupción continúen funcionando. En el modo economizador, el contador de tiempo asíncrono continúa funcionando, permitiendo que el usuario mantenga una base del contador de tiempo mientras que está durmiendo el resto del dispositivo. El modo de la reducción del nivel de ruidos del ADC para la CPU, todos los módulos de E/S excepto contador de tiempo y el ADC asíncronos, para reducir al mínimo ruido de la conmutación durante conversiones del ADC. En modo espera, el oscilador de crystal/resonador está funcionando mientras que está durmiendo el resto del dispositivo. Esto permite el start-up muy rápido combinado con la consumición de baja potencia. En modo espera extendido, el oscilador principal y el contador de tiempo asíncrono continúan funcionando.



### 3.1.2.1.- Periféricos generales

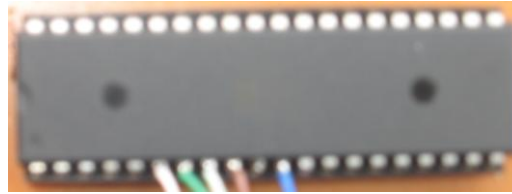
Los puertos E/S del microcontrolador ATmega16, son bidireccionales, y disponen opcionalmente, de resistencias pull-up internas. Cada puerto esta compuesto por tres registros mapeados en memoria: DDRx, PORTx y PINx. La letra 'x' aclara a que puerto nos referimos (A, B, C o D). Mediante los registros DDRx seleccionamos la dirección de cada pin del puerto, escribiendo un uno lógico en el bit si el pin es de salida o con un cero lógico si es de entrada. En los registros PORTx escribimos el byte que deseemos enviar a la salida y en los registros PINx leeremos los bytes presentes en el puerto correspondiente. De necesitar activar las resistencias de pull-up internas, debemos escribir un uno lógico en el bit PORTxn habiendo preseteado la dirección del pin como entrada en el bit DDRxn. La letra 'n' representa el número de bit (0-7).

USART: Operación full duplex. Generador Baud Rate (Tasa de Baudios) de alta resolución. Soporta tramas con 5, 6, 7, 8 o 9 bits de datos y 1 o 2 bits de stop. Generación de paridad, par o impar y soporte por hardware de chequeo de paridad. Detección de error de trama. Filtrado de ruido de falso bit de start y filtro digital pasa bajos. Tres interrupciones separadas para: TX Completa, TX registro de datos vacíos y RX completa.

TWI: Interfase Serial de Dos Cables, opera tanto como Master o Slave; funciona como transmisor o receptor. Velocidad de transmisión de hasta 400 kHz.

Convertor A/D: El ATmega 16, realiza conversiones A/D por aproximaciones sucesivas con una resolución de 10 bits y ocho canales de conversión multiplexados. Las entradas del convertor están disponibles en el PORT A y pueden ser single-ended, esto es, niveles de tensión referidos a GND; o 16 combinaciones diferentes en modo diferencial.

Timer: Permite una temporización de ejecución de programa precisa (manejo de eventos), generación de ondas y medición de señal de tiempo.



**Figura 3.2 Microcontrolador ATMEGA16.**

El ATmega16 AVR, se apoya con una gama completa de programas y herramientas para el desarrollo del sistema incluyendo: compiladores C, macro ensambladores, programa depurador / simulador, emuladores de circuito, y kits de evaluación.

Pero aunque la potencia del microcontrolador en un inicio parece suficiente para este propósito, no se tiene una experiencia previa con este, por lo que en un futuro podrían estudiarse otras opciones.

### **3.1.2.2.- Costos**

El microcontrolador ATmega16, es de costo accesible y de fácil adquisición en el mercado, además las herramientas como emuladores, simuladores, ensambladores, compiladores, se los puede encontrar en Internet de forma gratuita o de muy bajo costo comparado con otros programas para otros microcontroladores.

### 3.1.2.3.- Requisitos

Los requisitos necesarios que debe poseer el microcontrolador, son los siguientes:

- **Entrada Salida:** Para este proyecto, según el diagrama de bloque descrito en la figura 3.1, usaremos 27 pines del microcontrolador, para poder controlar el sistema de ayuda de parqueo con freno automático.
- **Procesamiento de datos:** No se desarrollaran cálculos críticos en la aplicación. Por lo que es suficiente con un microcontrolador de 8 bits.
- **Consumo:** Se empleará un regulador de tensión, para bajar el voltaje de la batería del automóvil a 5 voltios; que es el voltaje que consume el microcontrolador y los demás elementos electrónicos.
- **Ancho de palabra:** El microcontrolador ATmega16 es de 8 bits, suficiente para la aplicación. Los microcontroladores de 16 y 32 bits, debido a su elevado costo, deben reservarse para aplicaciones que requieran altas prestaciones.
- **Memoria:** La memoria del microcontrolador ATmega16, de arquitectura AVR contiene dos memorias principales, la Memoria de Datos y la Memoria de Programa. También dispone de una Memoria EEPROM de datos. La Memoria de Programa es una memoria del tipo Flash de 16K byte organizada como 8K\*16, ya que todas las instrucciones de los AVR son de 16 o 32 bits de ancho. El microcontrolador AT-mega16, posee por lo tanto una memoria suficiente para el sistema a realizar. (Fig. 3.3)

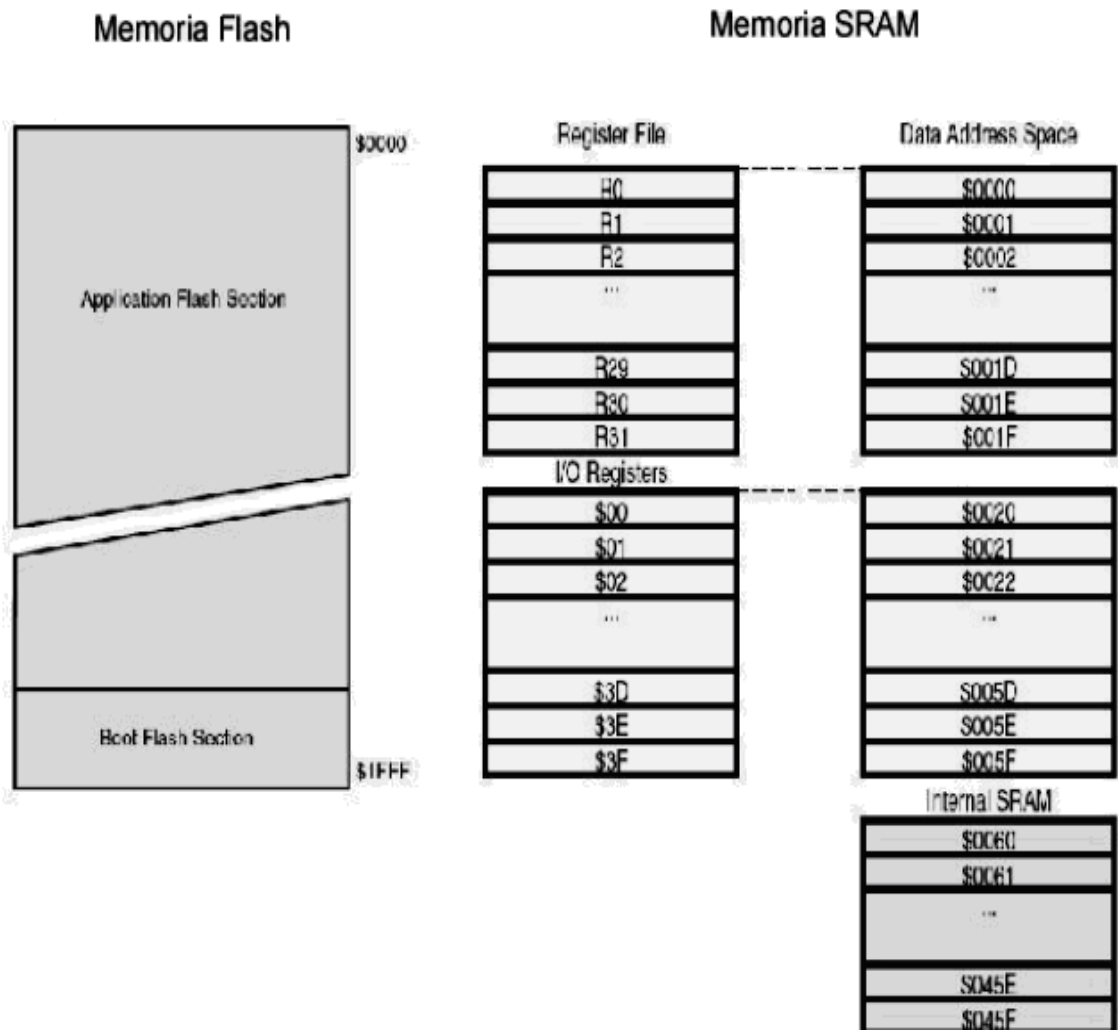
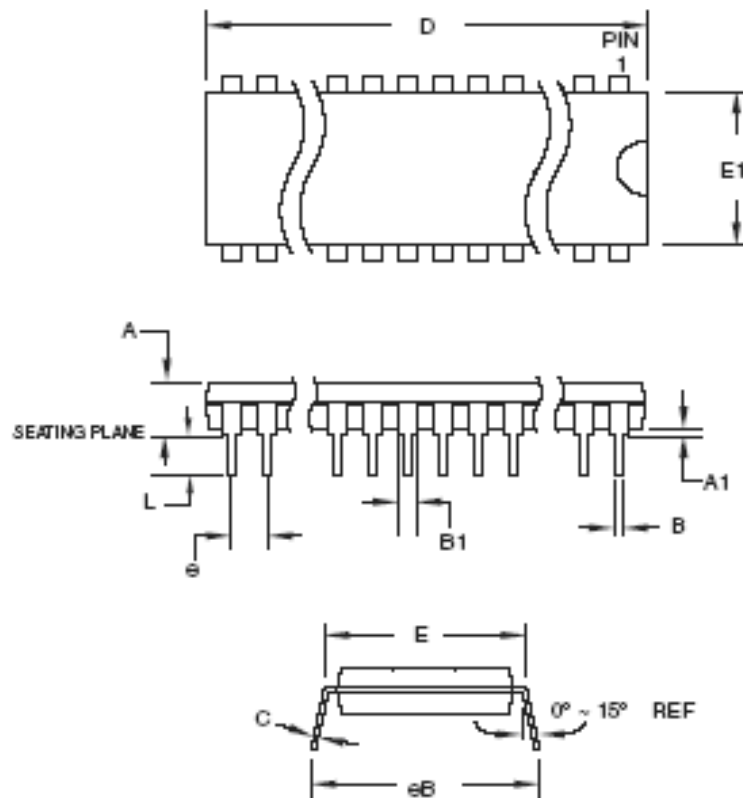


Figura 3.3 Memoria del microcontrolador ATMEGA16

- **Diseño de la placa:** La selección de un microcontrolador concreto condicionará el diseño de la placa de circuitos. El microcontrolador ATmega16 posee un encapsulado DIP con 40 pines. (Fig. 3.4)



**COMMON DIMENSIONS**  
(Unit of Measure = mm)

SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTE
A	-	-	4.828	
A1	0.381	-	-	
D	52.070	-	52.578	Note 2
E	15.240	-	15.875	
E1	13.482	-	13.970	Note 2
B	0.358	-	0.559	
B1	1.041	-	1.651	
L	3.048	-	3.558	
C	0.203	-	0.381	
eB	15.494	-	17.528	
e	2.540 TYP			

**Figura 3.4 Dimensiones del microcontrolador ATMEGA16**

## **3.2.- DISEÑO DEL HARDWARE**

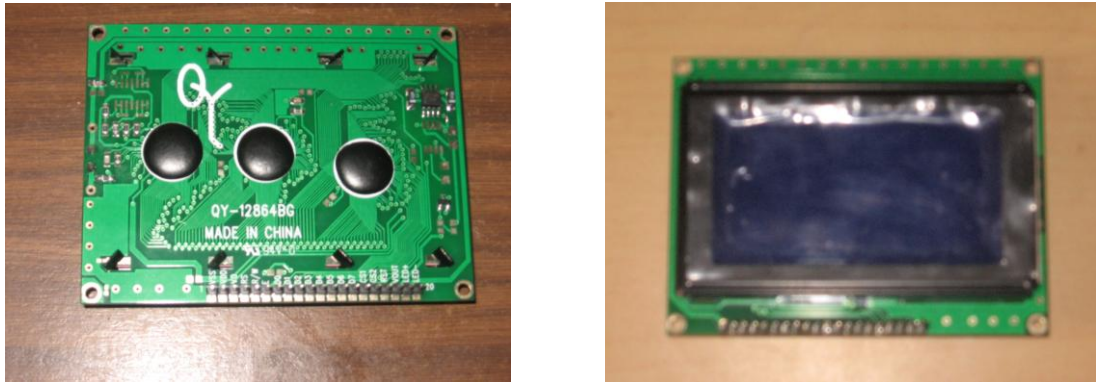
### **3.2.1.- DEFINICIÓN DE LAS SEÑALES DE ENTRADA, SALIDA DEL CIRCUITO**

- Señal de freno: Esta señal indicará el momento en el cual se activa el pedal del freno. Se toma de la luz del freno.
- Señal de retro: Indica cuando se pone la marcha retro, para así activar los sensores traseros. La señal se toma de la luz de retro.
- Señales de sensores de posición del seguidor: Son dos e indican la posición del seguidor en el mecanismo de freno automático, ya sea el punto muerto superior o el punto muerto inferior. Estos interruptores son normalmente cerrados, y envían señal de masa.
- Señal de encendido del sistema: Prende y apaga el sistema de frenado automático. Este alimenta a la placa directamente de la batería.
- Señales de los sensores: Los sensores poseen tres pines; voltaje de alimentación (Vcc), tierra (GND) y voltaje de señal. Este voltaje varía de 3 a 0.3 V aproximadamente. (ver figura 2.15). El voltaje de alimentación, es de 5 V conectado directamente del regulador; y son controlados por el microcontrolador a través de transistores
- Activación del motor del freno automático: Señal que mediante un relé activará el motor de frenado automático.

- Activación de luz de freno de mano: La luz de freno de mano en el tablero se prenderá, cuando el sistema de frenado automático se active deteniendo al automóvil. En este caso el circuito envía masa para que la luz se encienda.
- Pines del LCD: El LCD que vamos a utilizar es un 128x64 que tiene 20 pines, los cuales 14 de ellos se tienen que controlar desde el microcontrolador.

**Tabla. III.1 Descripción de los pines del LCD.**

<b>Pin</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Nivel</b>	<b>Descripción</b>
1	Vss	0 V	Tierra
2	Vdd	5 V	Alimentación
3	Vo	Variable	Intensidad caracteres
4	RS	H/L	H: Dato. L: Instrucción
5	R/W	H/L	H: Lectura. L: Escritura
6	E	H ► L	Señal de habilitación
7	D0	H/L	Bit 0 dato
8	D1	H/L	Bit 1 dato
9	D2	H/L	Bit 2 dato
10	D3	H/L	Bit 3 dato
11	D4	H/L	Bit 4 dato
12	D5	H/L	Bit 5 dato
13	D6	H/L	Bit 6 dato
14	D7	H/L	Bit 7 dato
15	CS1	H	Seleccionar columna 1-64
16	CS2	H	Seleccionar columna 65-128
17	RST	L	Reset
18	Vout	-	Voltaje negativo
19	Led+	-	Aumenta resolución
20	Led-	-	Disminuye resolución



**Figura 3.5 LCD 128 x 64.**

### **3.2.2.- SELECCIÓN DE ELEMENTOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS**

Ya descritos los voltajes, ahora procedemos a seleccionar correctamente los elementos.

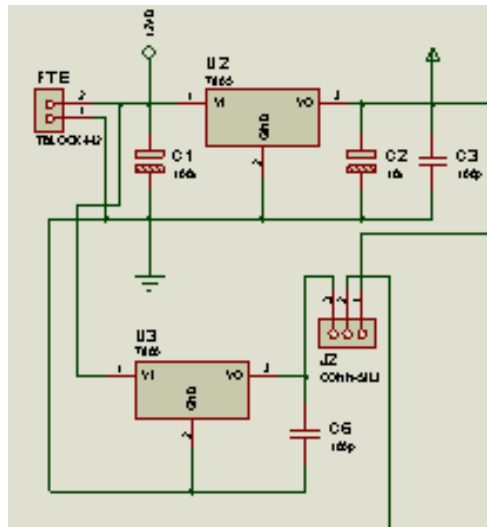
#### **3.2.2.1.- Adaptación / Acondicionamiento Eléctrico de Señales.**

El vehículo tiene una batería de 12 voltios y 35 amperios hora; para alimentación de componentes electrónicos el voltaje debe ser regulado a 5 voltios. Las entradas de 12 voltios referentes a la luz del pedal de freno, y luz de retro, se conectarán a la placa mediante diodos zener. Mientras que el motor de 12 voltios será controlado, mediante un relé que activará o desactivará, el microcontrolador. Los sensores se alimentan con 5 V y su consumo máximo de corriente es 50 mA y el LCD funciona con un voltaje de 5 V, y 18 mA.

### **3.2.3.- REGULACIÓN DE VOLTAJE**

La regulación del voltaje se lo hace mediante el elemento 78S05, el cual es de tipo fijo, es de polaridad positiva, el voltaje de salida es de 5V DC, el amperaje de salida es de 2 A y el voltaje máximo de entrada es de 40V DC.





**Figura 3.6** Circuito de regulación de voltaje, dibujado en Proteus.

### 3.2.4.- CIRCUITO DE CONTRÓL DE POTENCIA.

Para el seleccionamiento del relé, es necesario conocer el voltaje y la corriente que se va a conmutar.

$$P = I \cdot V$$

$$I = P / V$$

$$I = 14.598 / 12$$

$$I = 1.22 \text{ A}$$

Se escogió el elemento SRD – S – 105D que puede controlar hasta un voltaje de 28V DC, y un amperaje de 7A.

Para el transistor:

$$R_L = 70 \Omega$$

$$I_C = \frac{12V}{R_L} = \frac{12}{70} = 0.17 \text{ A}$$

$$I_B = \frac{I_c}{B} \times G$$

$$I_B = \frac{0.17A}{120} \times 10$$

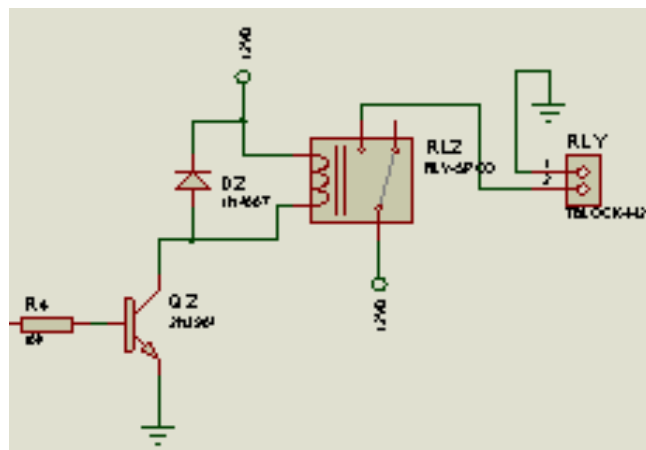
$$I_B = 0.014 A$$

$$R_B = \frac{5 - 0,7V}{0.014A} \Omega$$

$$R_B = 307\Omega$$

$$P_{RB} = 0.06W$$

Para activar el relé, se usa un transistor 2N3904, el circuito se muestra en la figura 3.7.



**Figura 3.7** Circuito de control de potencia del relé dibujado en proteus.

### 3.2.4.- CIRCUITO DE CONTRÓL DE SENSORES.

Los sensores tienen alimentación directa del regulador, y el microcontrolador conmuta la corriente mediante un transistor:

$$I_B = \frac{I_c}{B} \times G$$

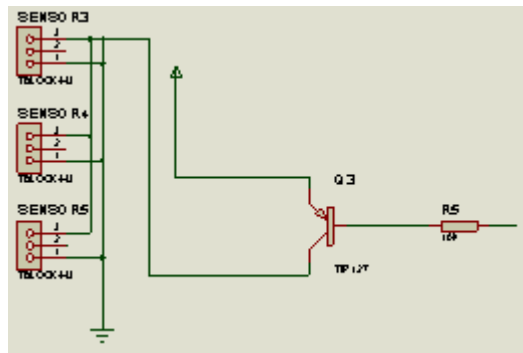
$$I_B = \frac{50mA}{120} \times 10$$

$$I_B = 3,33 \text{ mA}$$

$$R_B = \frac{5 - 0,7V}{3,33mA} \Omega$$

$$R_B = 1.29K\Omega$$

Para activar los sensores traseros o delanteros, se usa un transistor TIP127, el circuito se muestra en la figura 3.8.



**Figura 3.8** Circuito de control de sensores dibujado en Proteus.

### 3.2.6.- SELECCIÓN DE PROTECCIÓN DEL CIRCUITO

El consumo estimado de corriente es de 1.5 A, y se protegerá por medio de un fusible en serie de corriente con un factor de protección al 90% de la estimada en el consumidor.

Corriente de fusible = Corriente de consumo/0.9, por lo que:

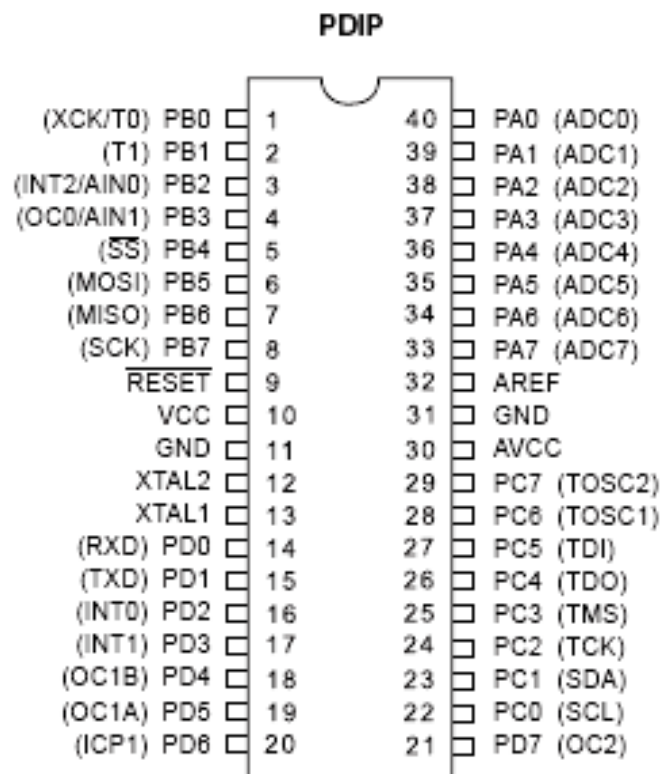
Consumo de corriente de control:  $I_c = 1.66 \text{ A}$

Fusible a escoger:  $F1 = 2 \text{ A}$

### 3.2.7.- SELECCIÓN DE LOS MÓDULOS DEL MICROCONTROLADOR A UTILIZAR Y PINES

El microcontrolador es el corazón del sistema. En él reside el programa que determina el funcionamiento de todos los módulos.

El microcontrolador ATMEGA16 posee 40 pines, los cuales se muestran en la figura 3.9:

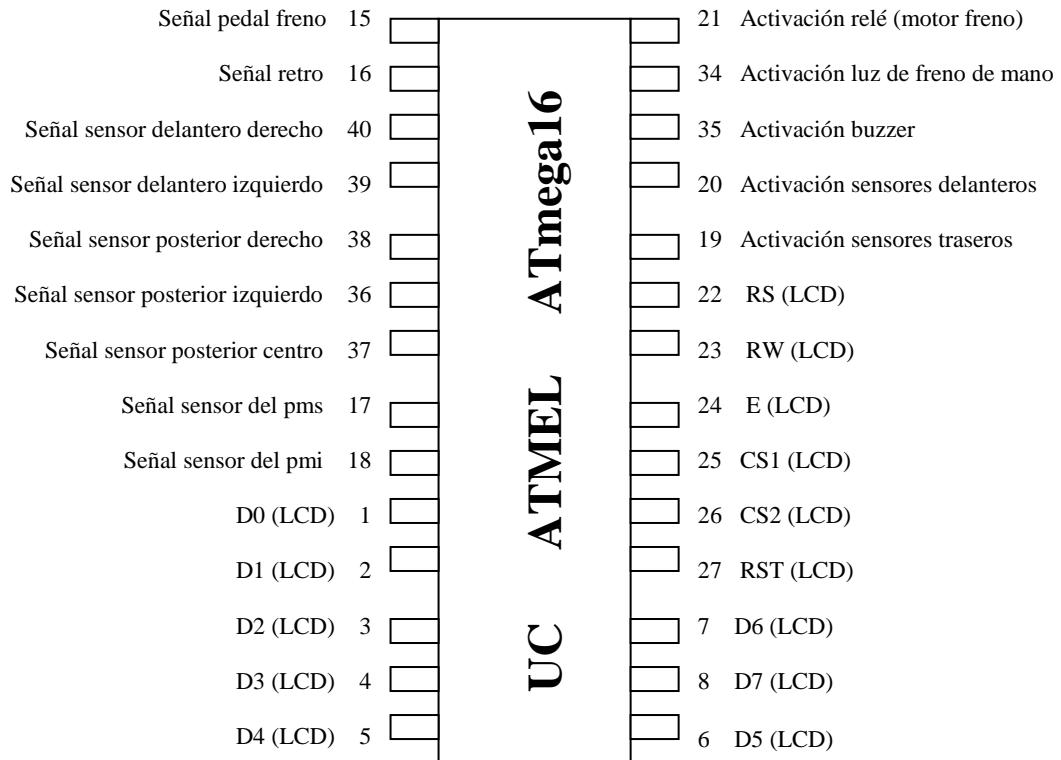


**Figura 3.9 Pines del Microcontrolador ATMEGA16.**

- **VCC:** Voltaje de suministro Digital.
- **GND:** Tierra.

- **Puerto A (PA7....PA0):** El Puerto A sirve como entradas analógicas al conversor A/D. El Puerto A también sirve como un puerto I/O bi-direccional de 8-bits, si el conversor A/D no es usado. Los pines del puerto pueden proporcionar opcionalmente resistencias internas pull-up (seleccionadas por cada bit).
- **Puerto B (PB7...PB0):** El Puerto B es un puerto de I/O bidireccionales de 8-bits con resistencias internas pull-up (seleccionadas por cada bit).
- **Puerto C (PC7...PC0):** El Puerto C es un puerto de I/O bidireccionales de 8-bits con resistencias internas pull-up (seleccionadas por cada bit). Si el interfase JTAG (Join Test Action Group) está activado, las resistencias pull-up sobre los pines PC5(TDI), PC3(TMS) y PC2(TCK) serían activadas incluso si ocurre un reseteo.
- **Puerto D (PD7...PD0):** El Puerto D es un puerto de I/O bidireccionales de 8-bits con resistencias internas pull-up (seleccionadas por cada bit).
- **RESET:** Entrada de puesta a cero.
- **XTAL1:** Entrada para el amplificador inversor del oscilador y entrada para operación del circuito del reloj interno.
- **XTAL2:** Salida de el amplificador inversor del oscilador.
- **AVCC:** AVCC es el pin de voltaje de alimentación del puerto A y el conversor A/D. Esto debería ser conectado a Vcc a través de un filtro de paso bajo.
- **AREF:** AREF es el pin de referencia análogo del conversor A/D.

Los pines utilizados en el microcontrolador, según los periféricos de entrada y salida se muestran en la figura 3.10

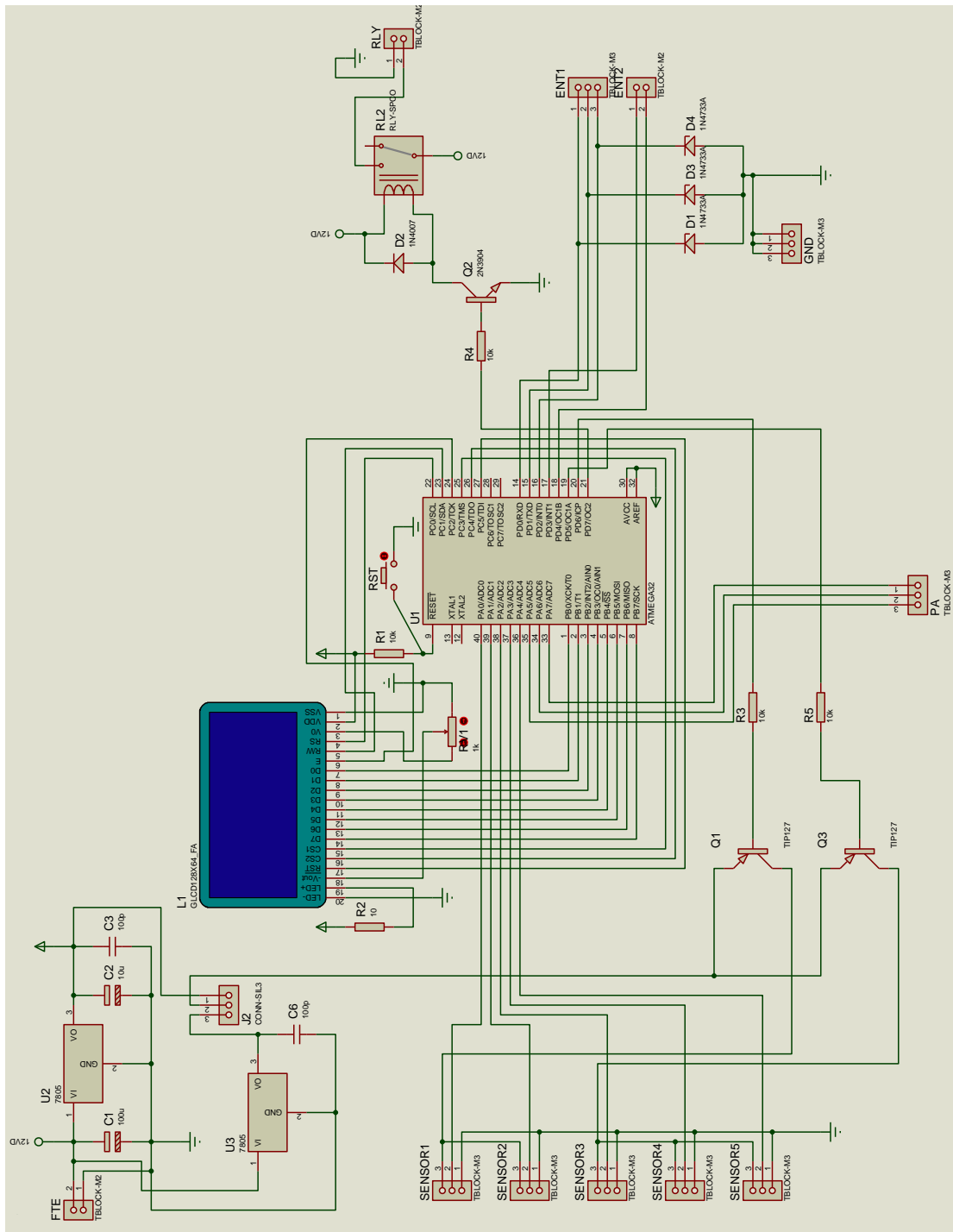


**Fig. 3.10 Pines del microcontrolador y sus respectivos periféricos.**

Para el diseño, simulación, depuración y construcción del circuito electrónico, se utilizará el software PROTEUS que es un entorno integrado diseñado para la realización completa de proyectos de construcción de equipos electrónicos en todas sus etapas. Los elementos ocupados de este software son: ISIS y ARES.

ISIS, es una herramienta para la elaboración avanzada de esquemas electrónicos, que incorpora una librería de más de 6.000 modelos de dispositivos digitales y analógicos.

En la figura 3.11 se muestra el diseño del circuito del proyecto, realizado en ISIS:



**Figura 3.11 Diagrama del circuito electrónico diseñado en Proteus.**

En la tabla III.2, se especifica los pines del microcontrolador y los pines de los periféricos utilizados.

**Tabla III.2 Pines del microcontrolador y sus periféricos.**

Micro		Periférico	
Pin	Puerto	Pin	Detalle
1	PB0	D0	DISPLAY LCD 128 x 64 Puerto de datos
2	PB1	D1	
3	PB2	D2	
4	PB3	D3	
5	PB4	D4	
6	PB5	D5	
7	PB6	D6	
8	PB7	D7	
9	RESET	RST	PULSADOR
10	VCC	VOLTAJE DE ALIMENTACIÓN	
11	GND	MASA	
14	PD0	ENTRADA	PEDAL FRENO
115	PD1	ENTRADA	RETRO
19	PD5	SALIDA SEÑAL VCC	SENSORES TRASEROS
20	PD6	SALIDA SEÑAL VCC	SENSORES DELANTEROS
21	PD7	SALIDA SEÑAL MOTOR	RELÉ PARA ACTIVACIÓN MOTOR DE MECANISMO FRENO AUTOMÁTICO
22	PC0	RS	DISPLAY LCD 128x64 Puerto de control
23	PC1	RW	
24	PC2	E	
25	PC3	CS2	
26	PC4	CS2	
27	PC5	RST	



30	AVCC	VOLTAJE 5V	
31	GND	MASA	
32	AREF	VOLTAJE 5V	
33	PA7	ENTRADA	
34	PA6	SALIDA	LUZ FRENO DE MANO
35	PA5	SALIDA	BUZZER
36	PA4	ENTRADA (Vo)	SENSORES TRASEROS
37	PA3	ENTRADA (Vo)	
38	PA2	ENTRADA (Vo)	
39	PA1	ENTRADA (Vo)	SENSORES DELANTEROS
40	PA0	ENTRADA (Vo)	

### 3.2.8.- SELECCIÓN DE COMPONENTES

De acuerdo al circuito electrónico, el circuito del sistema de ayuda de control de distancia de estacionamiento con freno automático, dispone de los siguientes componentes:

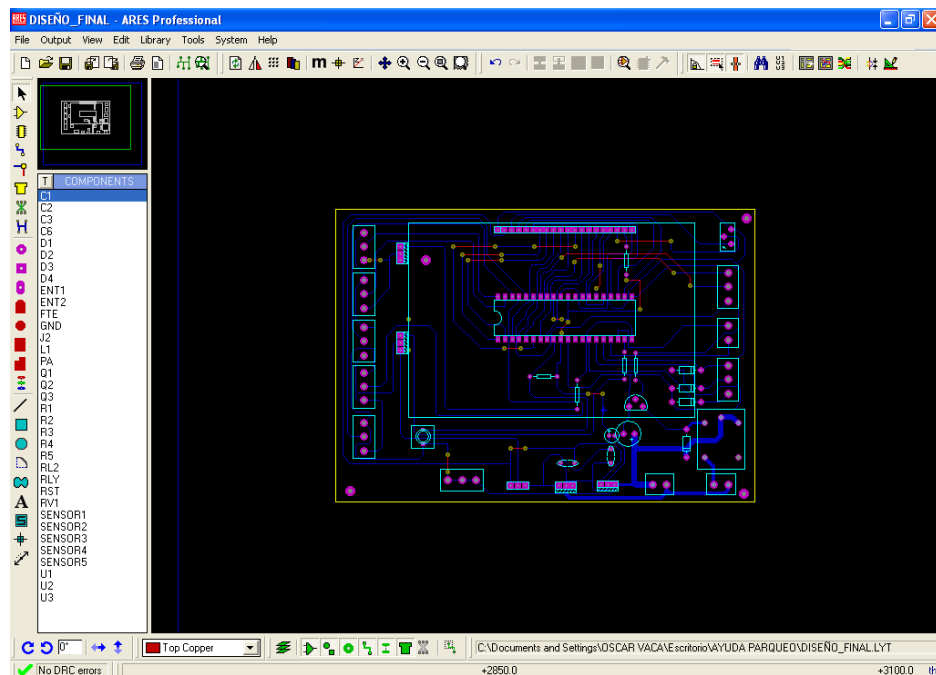
**Tabla III.3. Elementos utilizados en la placa.**

<b>Cant.</b>	<b>Componente</b>	<b>Valor</b>	<b>Número en el esquema</b>
1	Resistencias	10 $\Omega$	R2
1	Resistencias	10K $\Omega$	R1
3	Resistencias	5 K $\Omega$	R3, R4, R5
2	Condensadores	100 pF	C3, C6
2	Transistores	TIP 127	Q1, Q3
1	Transistor	2N3904	Q2
3	Diodos Zener	33A	D1, D3, D4
1	Diodo		D2

2	Condensadores	10 uF	C1, C2
11	Borneras		
1	Pulsador		
1	Relé	12 v	RL2
1	Fusible y portafusible.		

### 3.2.9.- DISEÑO DE LA PLACA DE CIRCUITO IMPRESO

Para el diseño del circuito de la placa, se ocupó el programa ARES, que es una herramienta para la elaboración de placas de circuito impreso con posicionador automático de elementos y generación automática de pistas, que permite el uso de hasta 16 capas.

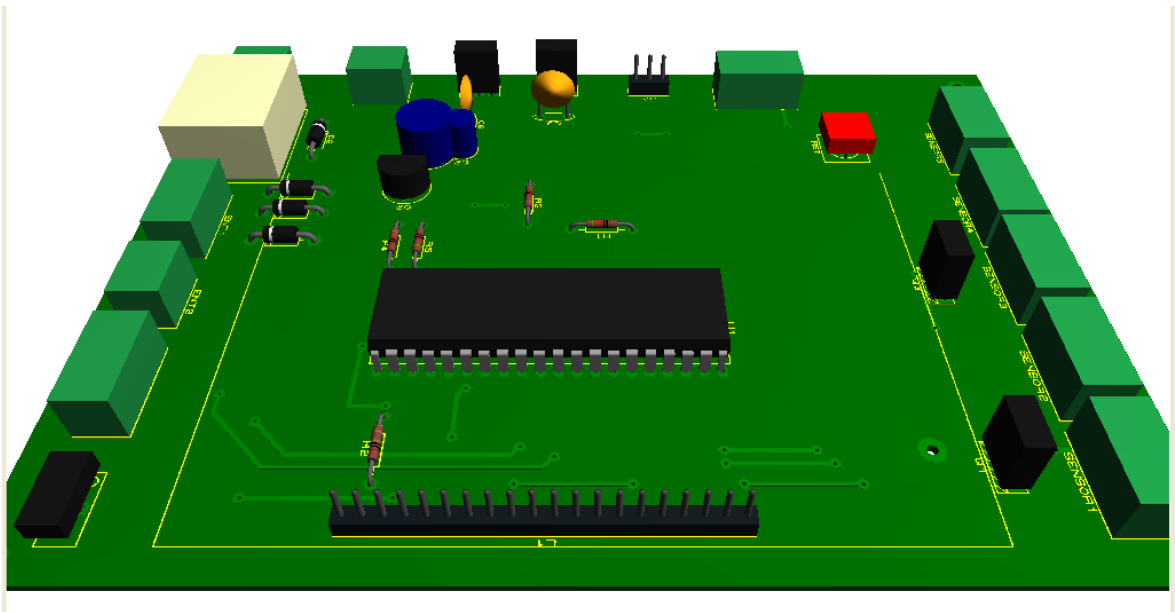


**Figura 3.12 Ventana de Software ARES.**

En la figura 3.13 se muestra el diseño de la placa.

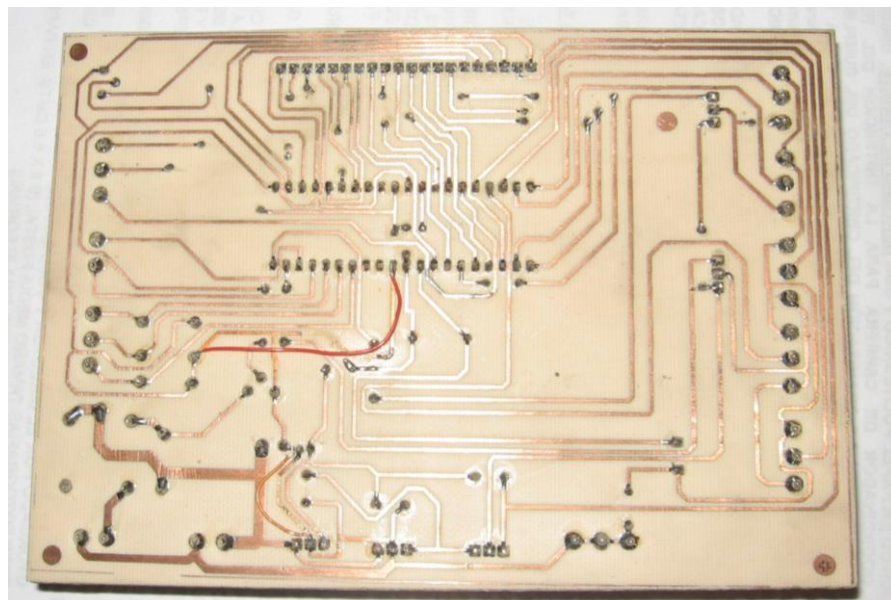


En la figura 3.14, se muestra la vista en 3D, del circuito.



**Figura 3.14 Visualización de la placa en 3D.**

Y en la figura 3.15, se visualiza la placa ya terminada.



**Figura 3.15 Circuito Impreso en la Placa.**

### **3.3.- DISEÑO DEL SOFTWARE**

#### **3.3.1.- PROGRAMACIÓN**

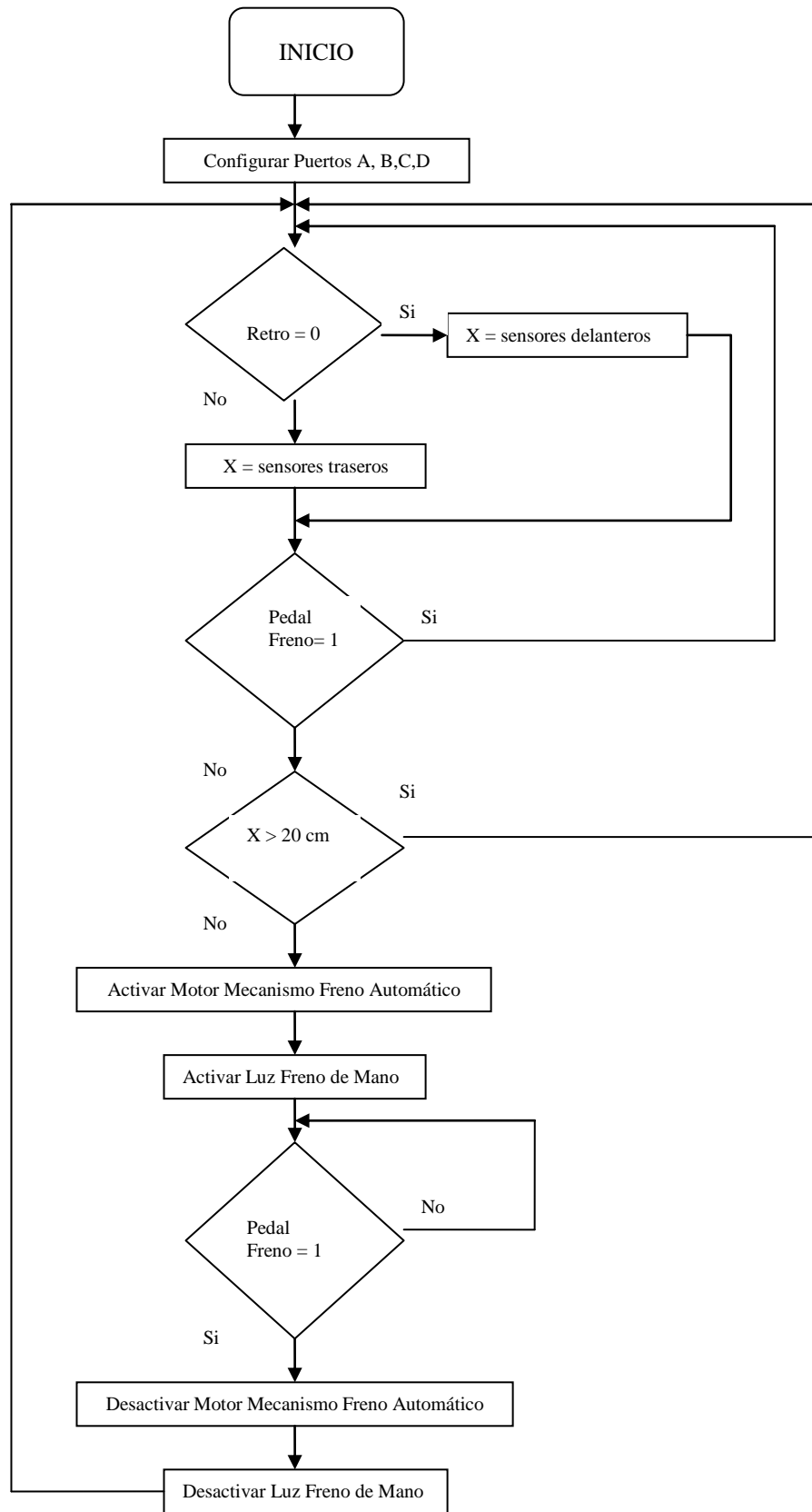
Por programación del microcontrolador nos referimos al proceso de escritura del bloque de memoria de programa del microcontrolador.

#### **3.3.2.- DISEÑO DEL PROGRAMA Y ESCRITURA DEL CÓDIGO FUENTE EN COMPILADOR**

El proyecto trata de que el vehículo debe detenerse y prender la luz del freno de mano al momento que los sensores infrarrojos, sensen una distancia no menor a 25 cm, y al momento de pisar el pedal del freno, el sistema regresa el freno automático a la posición en la cual el vehículo no esté frenado.

Como los sensores mandan una señal analógica, el microcontrolador la transforma en digital, mediante la programación del puerto A. Esta señal digital, se almacena en una variable tipo single, que toma valores entre 0 y 1023 (5V equivale a 1023); para transformar estos valores en centímetros, se utiliza la tabla V.2, que muestra los valores de voltaje que emiten los sensores según la distancia sensada. Con estos valores mediante Excel, se obtiene la ecuación "Distancia (cm) = 67/ Voltaje (V)" aproximadamente. Con estos datos, en la programación, se puede calcular la distancia en centímetros para así mostrarlos en el LCD.

A continuación el diagrama de flujo de la programación:



**Figura 3.16 Diagrama de flujo.**

Como compilador Basic para micros de la familia AVR de Atmel, utilizaremos BASCOM-AVR, que fue desarrollado por la empresa Holandesa MCS Electronic. Tiene un BASIC estructurado con etiquetas, la programación estructurada con sentencias IF-THEN-ELSE-END IF, DO-LOOP, WHILE-WEND, SELECT- CASE, la generación de código máquina nativo en lugar de código interpretado: Bit, Byte, Entero, Word, Largo, y variables tipo String. Los programas compilados trabajan con todos los microprocesadores de AVR que tienen memoria interior, las instrucciones y comandos de este BASIC son bastante similares a las del Visual Basic y QuickBASIC de Microsoft. Comandos específicos para el manejo de displays LCD, integrados I2C e integrados 1WIRE chips, teclado de PC, teclado de matriz, recepción RC5, software UART (Transmisor Receptor Asíncrono Universal), SPI (Serial Peripheral Interface), LCD gráficos, envió de IR RC5 o código Sony. Soporta variables locales, uso de funciones, y librerías, emulador terminal integrado con opción de download y editor con subrayador de sentencias.

```

BASCOM-AVR IDE - [C:\Documents and Settings\OSCAR VACA\Escritorio\AYUDA PARQUEO\glcd-M16.bas]
File Edit Program Tools Options Window Help
Sub Label
*****
* CONFIGURACION DEL MICROCONTROLADOR
*****
Sregfile = "n16def.dat"
Scrystal = 8000000
Sshwstack = 32
Sswstack = 10
Sframesize = 40
$lib "glcdKS108.lib"
Waitms 200
*****
* DECLARACION DE ENTRADAS Y SALIDAS
*****
Ddrc = 255
Portc = 0
Ddrd = &B1100000
Portd = &B01111111
Inz_retro Alias Pind 2
Pedal_freno Alias Pind 1
Sw_freno Alias Pind 0
Sw_pms Alias Pind 3
Sw_pni Alias Pind 4
Sensor_atras Alias Portd 5
Sensor_adelante Alias Portd 6
Motor Alias Portd 7
*****
* CONFIGURACION DEL LCD GRAFICO
*****
Config Graphlcd = 128 * 64sed . Dataport = Portb . Controlport = Portc . Ce = 4 . Ce2 = 3 . Cd = 0 . Rd = 1 . Reset = 5
*****
* DECLARACION DE ADC - ANALOGICO - DIGITAL
*****
Config Adc = Single . Prescaler = Auto . Reference = Avcc
Start Adc
Waitms 200

```

**Figura 3.17 Ventana de Software Bascom-Avr.**

A continuación la codificación del programa:

- **Configuración general:**

\$regfile = "m16def.dat"	<i>Definición del microcontrolador ATmega16.</i>
\$crystal = 8000000	<i>Cristal interno de 8 MHz.</i>
\$lib "glcdKS108.lib"	<i>Librería del LCD gráfico.</i>
Waitms 200	<i>Pausa de inicio (200 ms.)</i>

- **Declaración de entradas y salidas:**

Ddrc = 255	<i>Definición del puerto C, como salida.</i>
Portc = 0	
Ddrd = &B11100000	<i>Definición de entradas/salidas en el puerto D.</i>
Portd = &B01111111	
Luz_retro Alias Pind.2	<i>Sobrenombre del Pind.2 a luz retro.</i>
Pedal_freno Alias Pind.1	<i>Sobrenombre del Pind.1 a pedal freno.</i>
Sw_pms Alias Pind.3	<i>Sobrenombre del Pind.3 a pms.</i>
Sw_pmi Alias Pind.4	<i>Sobrenombre del Pind.4 a pmi.</i>
Sensor_atras Alias Portd.5	<i>Sobrenombre del Pind.5 a sensores traseros.</i>
Sensor_adelante Alias Portd.6	<i>Sobrenombre del Pind.6 a sensores delanteros.</i>
Motor Alias Portd.7	<i>Sobrenombre del Pind.7 a motor freno automático.</i>

- **Configuración del LCD gráfico:**

Config Graphlcd = 128 * 64sed ,	<i>Configuración de los pines de control y datos del LCD grafico.</i>
Dataport = Portb , Controlport = Portc ,	
Ce = 4 , Ce2 = 3 , Cd = 0 , Rd = 1 ,	
Reset = 5 , Enable = 2	



- **Declaración de ADC (Análogo – Digital):**

Config Adc = Single , Prescaler = Auto , Reference = Avcc	<i>Configuración de ADC. (Análogo – Digital).</i>
Start Adc	<i>Iniciamos conversión ADC.</i>
Waitms 200	<i>Pausa de 200 milisegundos.</i>
Config Single = Scientific , Digits = 2	<i>Configuración de 2 decimales en números flotantes.</i>
Ddra.7=1	<i>Definición porta.7 como salida.</i>
Porta.7=0	
Ddra.6 = 1	<i>Definición porta.6 como salida.</i>
Porta.6 = 0	
Buzzer Alias Porta.6	<i>Sobrenombre del porta.6 como buzzer.</i>
Luz_freno Alias Porta.7	<i>Sobrenombre del porta.7 como luz freno.</i>

- **Declaración de variables:**

Dim Aux As Bit	<i>Variable que determina el fin del ciclo de control adelante o atrás.</i>
Dim Ch0 As Word	<i>Variable que guarda el valor ADC del primer sensor.</i>
Dim Ch1 As Word	<i>Variable que guarda el valor ADC del segundo sensor.</i>
Dim Ch2 As Word	<i>Variable que guarda el valor ADC del tercer sensor.</i>
Dim Ch3 As Word	<i>Variable que guarda el valor ADC del cuarto sensor.</i>
Dim Ch4 As Word	<i>Variable que guarda el valor ADC del</i>

Dim Medida As Word

*quinto sensor.*

*Variable que guarda el mayor valor de la conversión ADC.*

Dim Centi As Single

*Variable que contiene el valor del cálculo a cm.*

Dim Distancia As Byte

*Variable que contiene el valor de la distancia en cm.*

Dim Tiempo As Word

*Variable que contiene el tiempo de sonido del buzzer.*

• **Pantalla inicial:**

Cls

*Borra pantalla LCD.*

Showpic 0 , 0 , Espe

*Presenta dibujo ESPE.*

Waitms 1500

*Pausa.*

Cls

*Borra pantalla LCD.*

Showpic 0 , 0 , Present

*Presenta pantalla principal.*

Waitms 1500

*Pausa.*

• **Programa principal:**

Inicio:

Aux = 0

*Variable comienza con cero.*

Do

*Hacer.*

Waitms 300

*Pausa.*

SetFont Font8x8

*Fuente 8x8.*

If Luz\_retro = 1 Then

*Si luz de retro está prendida.*

Reset Sensor\_atras

*Prende sensores traseros.*

Set Sensor\_adelante

*Apaga sensores delanteros.*

Waitms 200

*Pausa.*

Do

*Hacer.*

Ch2 = Getadc(2)

*Guarda valor del primer sensor.*

Waitms 10	<i>Pausa.</i>
Ch3 = Getadc(3)	<i>Guarda valor del segundo sensor</i>
Waitms 10	<i>Pausa.</i>
Ch4 = Getadc(4)	<i>Guarda valor del tercer sensor.</i>
Waitms 10	<i>Pausa.</i>
If Ch2 > Ch3 Then	<i>Comparación de valores</i>
If Ch2 > Ch4 Then	<i>sensados.</i>
Medida = Ch2	
Else	
Medida = Ch4	
End If	
Else	
If Ch3 > Ch4 Then	
Medida = Ch3	
Else	
Medida = Ch4	
End If	
End If	
Centi = Medida * 5	<i>Cálculo del valor ADC en</i>
Centi = Centi / 1023	<i>centímetros.</i>
Centi = 67 / Centi	
Distancia = Centi	
Lcdat 5 , 100 , Distancia	<i>Visualización de la distancia en el</i>
Tiempo = Distancia	<i>LCD.</i>
Tiempo = Tiempo * 5	<i>Tiempo para el buzzer.</i>
Tiempo = 50 + Tiempo	
Buzzer = 1	
Waitms Tiempo	
Buzzer = 0	
Waitms Tiempo	
Lcdat 5 , 100 , " "	

If Medida > 500 And Pedal_freno = 0	<i>Si la distancia es menor a 25 cm,</i>
Then	<i>y no se aprieta el pedal del freno.</i>
Setfont Font8x8	<i>Fuente 8x8.</i>
Cls	<i>Borra LCD.</i>
Showpic 0 , 0 , Freno1	<i>Presenta en LCD "Freno Activado".</i>
Set Motor	<i>Prende motor.</i>
Set Luz_freno	<i>Prende la luz del tablero.</i>
Waitms 200	<i>Pausa.</i>
Do	<i>Hacer.</i>
Loop Until Sw_pms = 1	<i>Espera activación del sensor de pms.</i>
Waitms 250	<i>Pausa.</i>
Reset Motor	<i>Apaga motor.</i>
Waitms 200	<i>Pausa.</i>
Do	<i>Hacer.</i>
Loop Until Pedal_freno = 1	<i>Espera activación pedal freno.</i>
Cls	<i>Borra pantalla LCD.</i>
Showpic 0 , 0 , Freno2	<i>Presenta en LCD "Freno Desactivado".</i>
Set Motor	<i>Prende motor</i>
Waitms 200	<i>Pausa</i>
Do	<i>Hacer</i>
Loop Until Sw_pmi = 1	<i>Espera activación del sensor de pmi.</i>
Reset Motor	<i>Apaga motor.</i>
Reset Luz_freno	<i>Apaga luz del tablero.</i>
Waitms 200	<i>Pausa.</i>
Cls	<i>Borra pantalla LCD.</i>
Showpic 0 , 0 , Present	<i>Presenta pantalla principal.</i>
Do	<i>Hacer.</i>
Loop Until Luz_retro = 0	<i>Espera que apague luz retro.</i>

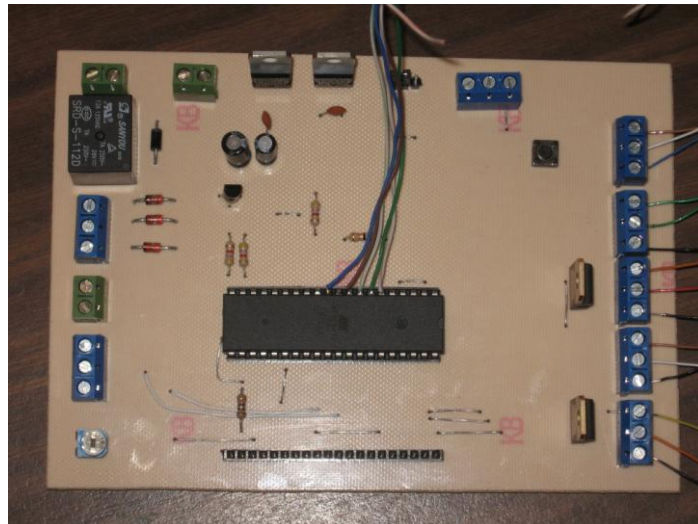
Aux = 1	<i>Cambia valor de variable.</i>
End If	
If Luz_retro = 0 Then	<i>Si luz de retro está apagada.</i>
Goto Inicio	<i>Ir a inicio.</i>
End If	
Loop Until Aux = 1	<i>Espera hasta que luz retro se apague.</i>
End If	
If Luz_retro = 0 Then	<i>Si luz de retro está apagada.</i>
Aux = 1	<i>Valor de variable igual a uno.</i>
Set Sensor_atras	<i>Apaga sensores traseros.</i>
Reset Sensor_adelante	<i>Prende sensores delanteros.</i>
Waitms 200	<i>Pausa.</i>
Do	<i>Hacer.</i>
Ch0 = Getadc(0)	<i>Guarda valores medidos por los</i>
Waitms 10	<i>sensores en variables.</i>
Ch1 = Getadc(1)	
Waitms 10	
If Ch0 > Ch1 Then	
Medida = Ch0	
Else	
Medida = Ch1	
End If	
Centi = Medida * 5	<i>Cálculo del valor ADC en cm.</i>
Centi = Centi / 1023	
Centi = 67 / Centi	
Distancia = Centi	
Lcdat 5 , 5 , Distancia	<i>Muestra distancia en el LCD.</i>
Tiempo = Distancia	<i>Tiempo de buzzer.</i>
Tiempo = Tiempo * 5	

Tiempo = 50 + Tiempo	
Buzzer = 1	
Waitms Tiempo	
Buzzer = 0	
Waitms Tiempo	
Lcdat 5 , 5 , " "	
If Medida > 500 And Pedal_freno = 0	<i>Si la distancia es menor a 25 cm.</i>
Then	<i>y no se aprieta el pedal de freno.</i>
SetFont Font8x8	<i>Fuente 8x8.</i>
Cls	<i>Borra pantalla LCD.</i>
Showpic 0 , 0 , Freno1	<i>Presenta "Freno Activado".</i>
Set Motor	<i>Prende motor.</i>
Set Luz_freno	<i>Prende luz tablero.</i>
Waitms 200	<i>Pausa</i>
Do	<i>Hacer</i>
Loop Until Sw_pms = 1	<i>Hasta que se active el sensor pms.</i>
	<i>Pausa.</i>
Waitms 250	<i>Pausa.</i>
Reset Motor	<i>Apaga motor.</i>
Waitms 200	<i>Pausa.</i>
Do	<i>Hacer.</i>
Loop Until Pedal_freno = 1	<i>Hasta que se apriete el pedal de freno.</i>
	<i>Borra pantalla LCD.</i>
Cls	<i>Borra pantalla LCD.</i>
Showpic 0 , 0 , Freno2	<i>Presenta "Freno Desactivado".</i>
Set Motor	<i>Prende motor.</i>
Waitms 200	<i>Pausa.</i>
Do	<i>Hacer.</i>
Loop Until Sw_pmi = 1	<i>Hasta que se active el sensor pmi.</i>
	<i>Apaga motor.</i>
Reset Motor	<i>Apaga motor.</i>
Reset Luz_freno	<i>Apaga luz tablero.</i>

Waitms 200	<i>Pausa.</i>
Cls	<i>Borra pantalla LCD.</i>
Showpic 0 , 0 , Present	<i>Presenta pantalla principal.</i>
Do	<i>Hacer.</i>
Loop Until Luz_retro = 1	<i>Espera hasta que luz de retro esté prendida.</i>
Aux = 0	<i>Variable con valor de cero.</i>
End If	
If Luz_retro = 1 Then	<i>Si luz de retro está prendida.</i>
Goto Inicio	<i>Ir a inicio</i>
End If	
Loop Until Aux = 0	<i>Hasta que el valor de la variable sea cero. .</i>
End If	
Loop	
End	<i>FIN.</i>
\$include "FONT8x8.font"	<i>Fuentes para el LCD.</i>
\$include "FONT5x5.font"	
Espe:	<i>Gráficos presentados en el LCD.</i>
\$bgf "espe.bgf"	
Present:	
\$bgf "present.bgf"	
Freno1:	
\$bgf "frenoactivo.bgf"	
Freno2:	
\$bgf "frenoactivo.bgf"	

### 3.4.- MONTAJE Y ENSAMBLADO

El circuito diseñado, se construye en una placa de circuito electrónico, que se la presenta a continuación:



**Figura. 3.18 Placa de circuito.**

El display LCD, será conectado al circuito, mediante un bus de datos, para así colocar el display, cerca del conductor, en el tablero de instrumentos.



**Figura 3.19 Ubicación del display.**



Para no obstaculizar el ángulo del infrarrojo de los sensores, se los ubica delante del guarda choques.



**Figura 3.20 Ubicación de los sensores.**

Debido al ruido del motor, las conexiones de los sensores hacia la placa electrónica, se utiliza cable apantallado.



**Figura 3.21 Cable apantallado.**

## **IV.- CAPÍTULO**

### **DISEÑO MECÁNICO**

#### **4.1.- FRENOS**

##### **4.1.1.- DISTANCIA DE DETENCIÓN**

Después de haber descubierto un obstáculo, la distancia recorrida por el vehículo hasta que se detiene por completo, es la suma de las distancias recorridas durante el tiempo de reacción y el tiempo de frenado.

La razón entre la desaceleración al aplicar el freno y la aceleración debida a la gravedad; se denomina relación de frenado y se representa con **z** que generalmente se lo expresa como porcentaje.

Dicha relación está limitada por valores de la fricción estática entre los neumáticos y la superficie del camino y los valores exigidos por los reglamentos para las distancias de detención.

#### 4.1.1.1.- Tiempo de reacción

Cuando un conductor nota la presencia de un obstáculo y tiene que frenar el tiempo entre la percepción del objeto y el inicio de la acción al aplicar los frenos se denomina tiempo de reacción.

Este tiempo no es constante ya que depende de diversos factores tanto del conductor como externos y varía de 0.3 a 1.7 segundos. (fuente: “Automotive Handbook”, SAE.)

En la tabla IV.1 se enseñan las distancias de detención para un tiempo de reacción de un segundo, a diversas velocidades y valores de relación de frenado o desaceleración.

**Tabla IV.1 Distancias de detección.**

Relación de frenaje z, %	Velocidad de marcha antes de aplicar los frenos, mi/h (km/h)									
	12 (20)	25 (40)	31 (50)	37 (60)	43 (70)	50 (80)	56 (90)	62 (100)	69 (110)	75 (120)
	Distancia de reacción recorrida en 1 s (sin enfrenar) pie (m)									
	18 (5.6)	36 (11)	46 (14)	56 (17)	62 (19)	72 (22)	82 (25)	92 (28)	102 (31)	108 (33)
	Distancia para detención (reacción + frenaje), pie (m)									
30	36 (11)	105 (32)	151 (46)	207 (63)	269 (82)	344 (105)	427 (130)	509 (155)	607 (185)	705 (215)
50	29 (8.7)	75 (23)	108 (33)	148 (45)	187 (57)	233 (71)	285 (87)	344 (105)	410 (125)	476 (145)
70	26	66	92	121	151	187	230	272	381	360

	(7.8)	(20)	(28)	(37)	(46)	(57)	(70)	(83)	(97)	(110)
90	24	53	82	105	131	164	197	233	272	312
	(7.3)	(18)	(25)	(32)	(40)	(50)	(60)	(71)	(83)	(95)

Fuente: "Automotive Handbook", SAE.

## 4.2.- LEVAS

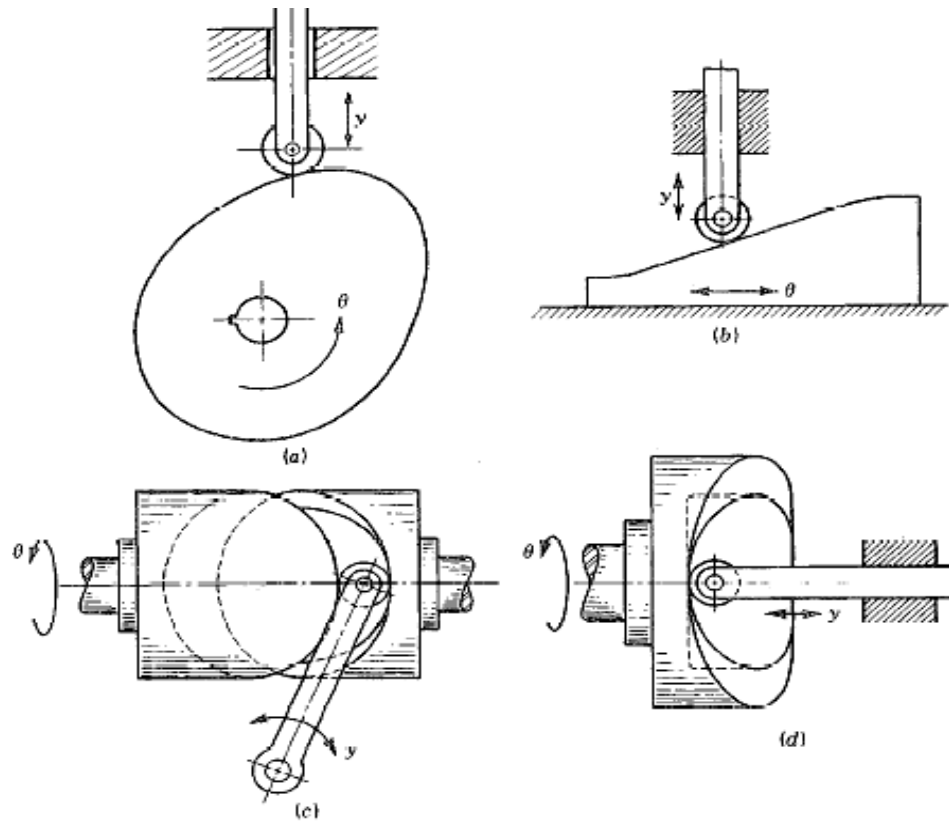
Una leva es un elemento mecánico que impulsa a un elemento llamado seguidor, el cual debido al contacto con la leva, realiza un movimiento específico. Este mecanismo es sencillo y poco costoso, ya que tiene pocas piezas y ocupa espacios reducidos. Los movimientos del seguidor, pueden tener casi cualquier característica deseada. La leva juega un papel muy importante en el funcionamiento de muchas clases de máquinas, especialmente las de tipo automático y donde sea importante la medida de tiempos.

### 4.2.1.- CLASIFICACIÓN DE LAS LEVAS Y SEGUIDORES

Las levas y seguidores, tienen diferentes perfiles, y formas; lo cual lleva a casi cualquier tipo de diseño con gran versatilidad y flexibilidad.

Las levas se clasifican según sus formas básicas:

- a) Leva de disco o radial.
- b) Leva de cuña.
- c) Leva cilíndrica o de tambor.
- d) Leva lateral o de cara.

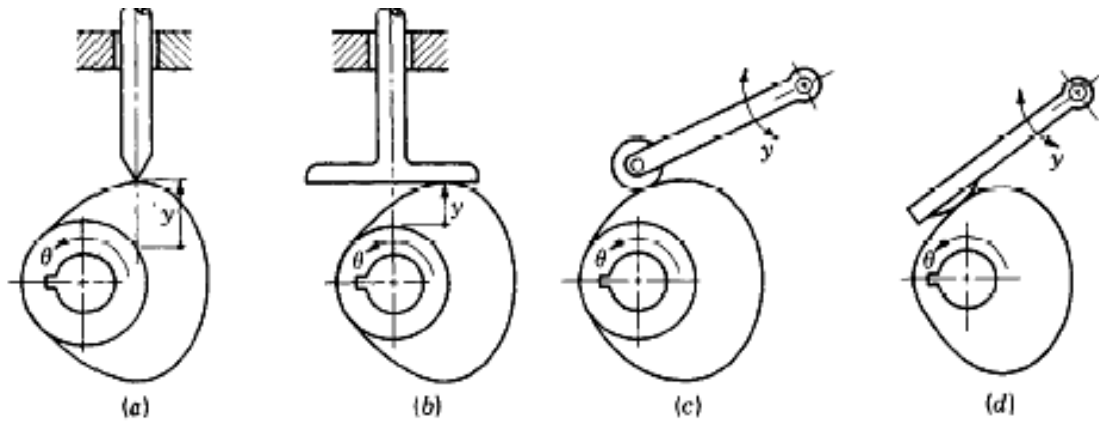


**Figura 4.1 Tipos de levas**

a) de placa, b) de cuña, c) de tambor, d) de cara.

En cuanto a los seguidores podemos encontrar los siguientes:

- a) Seguidor de cuña.
- b) Seguidor de cara plana.
- c) Seguidor de rodillo.
- d) Seguidor de cara esférica o zapata curva.



**Figura 4.2 Levas de placa**

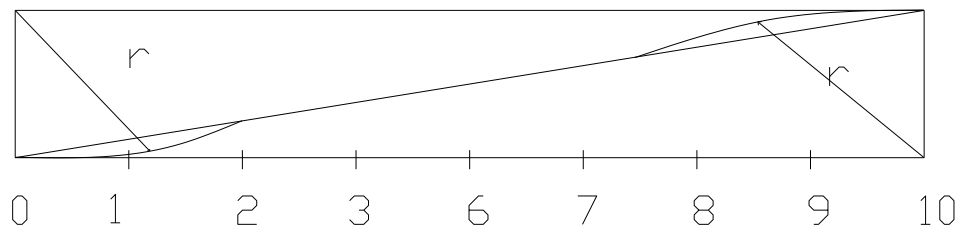
a) un seguidor excéntrico de cuña con movimiento alternativo, b) seguidor de movimiento alternativo y cara plana, c) seguidor oscilante de rodillo, d) seguidor oscilante de zapata curva.

#### 4.2.3.- DINÁMICA DE LA LEVA

Generalmente, para el trazado de una leva, se utiliza diagramas cinemáticos que indican las especificaciones exigidas para el movimiento del seguidor en función de la leva.

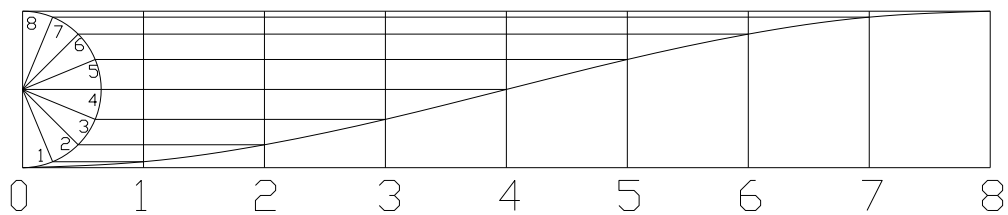
Las curvas base, son curvas que en el diagrama cinemático representan el movimiento del seguidor; este movimiento puede ser de varias curvas base, pero las más utilizadas y sencillas son: la línea recta modificada, la armónica y la parabólica.

La curva base de línea recta modificada, da al seguidor una velocidad que aumenta gradualmente al principio de la carrera y disminuye gradualmente al final de la misma. (Fig. 4.3)



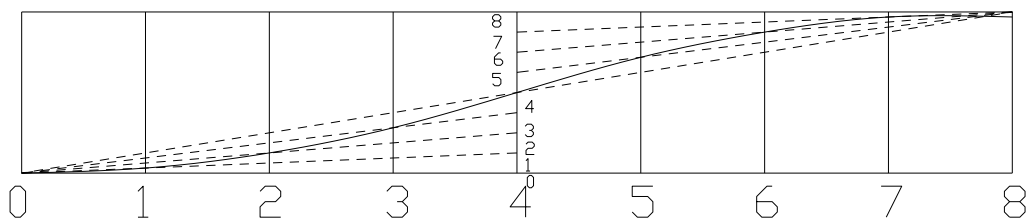
**Figura 4.3 Curva base de línea recta modificada.**

La curva base armónica, es la que comunica al seguidor un movimiento armónico simple como por ejemplo el muñón de una manivela y la proyección de su centro sobre un diámetro de su trayectoria tiene, por definición movimiento armónico simple. La aceleración es máxima al inicio, nula en la posición media y máxima negativa en la posición final. (Fig. 4.4)



**Figura 4.4 Curva base armónica.**

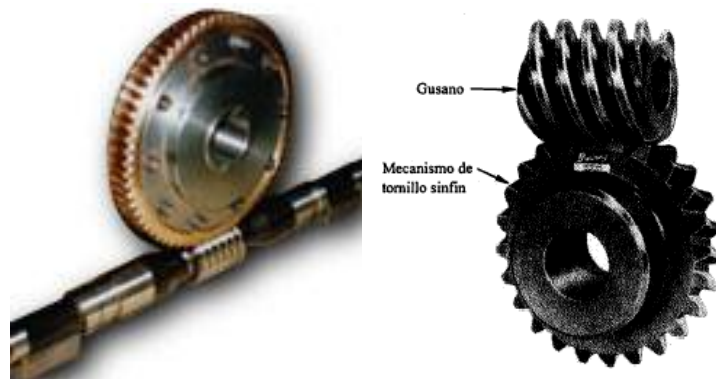
La curva base parabólica, su velocidad aumenta uniformemente durante la primera mitad del movimiento y decrece uniformemente durante la segunda mitad. (Fig. 4.5)



**Figura 4.5 Curva base parabólica.**

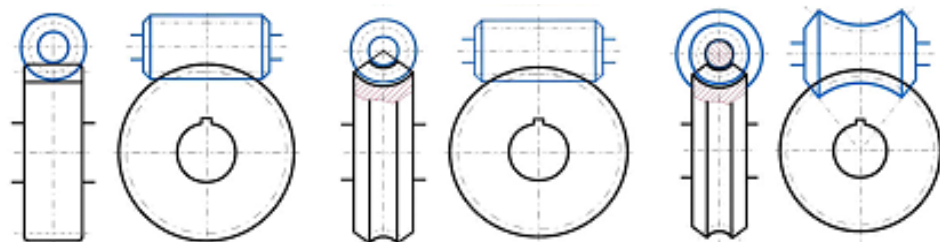
### 4.3.- MECANISMO DE TORNILLO SINFIN Y ENGRANE

Es un mecanismo utilizado para transmitir movimiento entre ejes que no se intersecan, como a  $90^\circ$ . El tornillo sinfin es el impulsor, que tiene rosca helicoidal. Y el impulsado es el engranaje que es semejante a un engrane helicoidal.



**Figura 4.6** Mecanismos de tornillo sinfin.

La alineación axial del mecanismo, no es crítica; por lo que la instalación del tornillo sinfin se facilita. Tenemos diferentes tipos de tornillos sinfin y coronas como, el de corona y tornillo sinfin cilíndrico, el de corona y tornillo globoidal y el de tornillo sinfin cilíndrico y corona de dientes cóncavos. (Fig. 4.7)



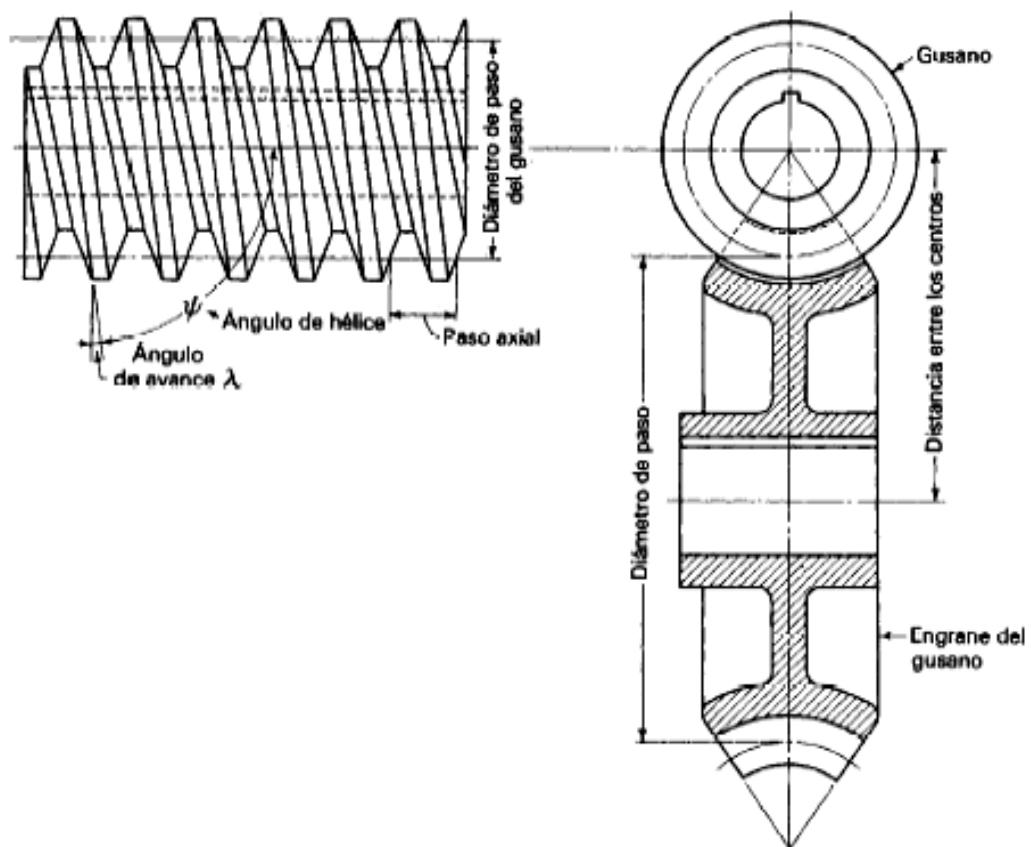
**Figura 4.7** Tipos de tornillos sinfin y coronas

Derecha: Corona y tornillo sinfin cilíndrico; centro: Tornillo sinfin cilíndrico y corona de dientes cóncavos; izquierda: Corona y tornillo globoidal



El autobloqueo es una de las características del mecanismo del tornillo sin fin y engrane; por lo que si se aplica torque al eje del engrane, éste no gira. Se asegura. La acción de bloqueo es producida por la fuerza de fricción entre las cuerdas del gusano y los dientes del engrane del mecanismo de tornillo sin fin y depende, en gran medida, del ángulo de desplazamiento.

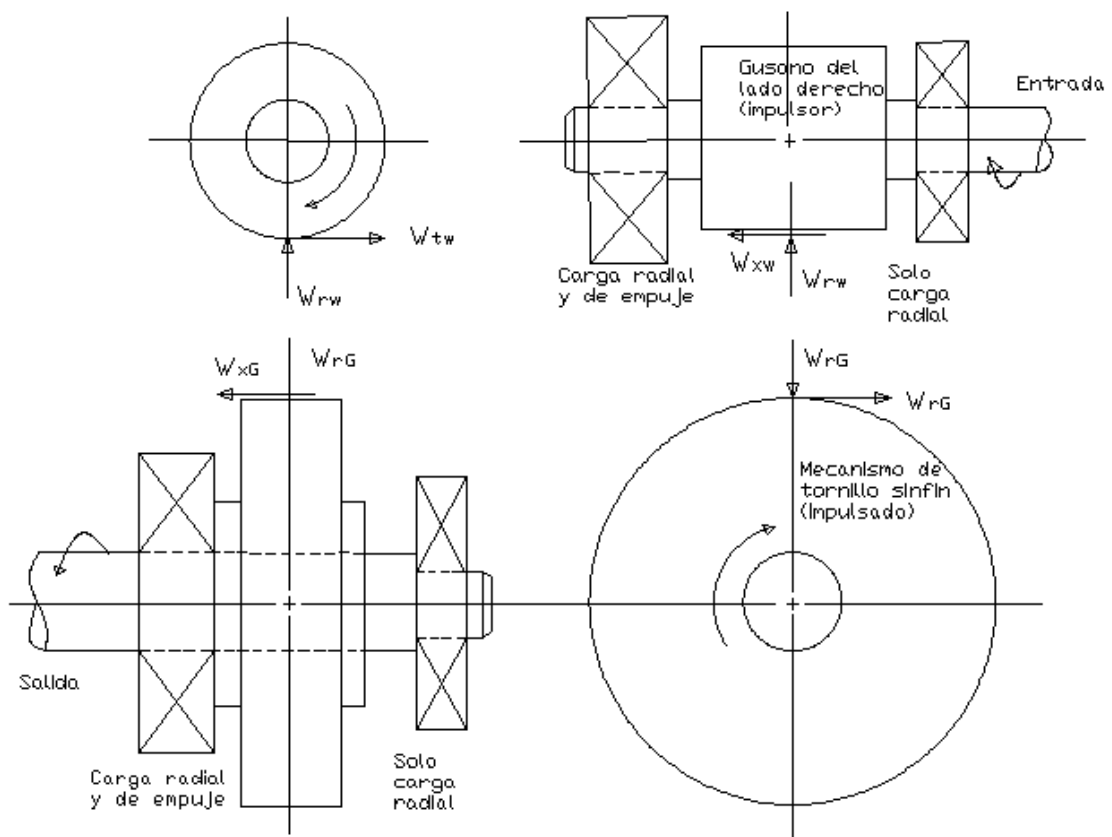
El paso axial del tornillo sin fin, es la distancia desde un punto en la cuerda del gusano hasta el punto correspondiente en la siguiente cuerda adyacente, medido de manera axial en el cilindro de paso; y este paso axial, debe ser igual al paso circular del engrane, el cual se define como la distancia desde un punto en un diente del círculo de paso hasta el punto correspondiente en el diente siguiente adyacente, medido a lo largo del círculo de paso. (Fig. 4.8)



**Figura 4.8 Nomenclatura de una combinación de engranaje de gusano de envolvente simple.**

Los gusanos pueden tener una cuerda única, como un tornillo común, o cuerdas múltiples, por lo regular 2 o 4 pero a veces 3, 5, 6, 8 o más. El número de cuerdas se denomina con frecuencia como el número de arranques.

El mecanismo de tornillo sinfín experimenta fuerzas de tipo tangencial, radial y axial. En la figura 4.9, se especifica las fuerzas que actúan dentro del mecanismo.



**Figura 4.9 Fuerzas en un gusano y tornillo sinfín.**

El coeficiente de fricción, depende de los materiales que se utilizan en las cuerdas del engrane y el tornillo, además del lubricante que se utilice.

## **4.4.- RODAMIENTOS**

Generalmente en el mercado se encuentran rodamientos de bolas y de rodillos. Los rodamientos de bolas presentan menor resistencia friccional, por lo que se utilizan para mecanismos de alta velocidad, elevada precisión, bajo par torcional y baja vibración. Los rodamientos a rodillos tienen una capacidad de carga mucho mayor, lo que los hace apropiados para aplicaciones que requieren una larga duración y resistencia a cargas pesadas y de impacto.

### **4.4.1.- RODAMIENTOS RADIALES**

Estos rodamientos se encuentran diseñados para resistir cargas radiales (perpendiculares al eje). Están formados por un aro exterior, un aro interior y un elemento rodante con algún tipo de canastillo o jaula.

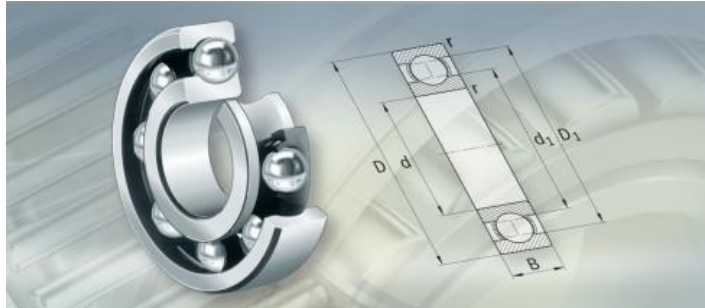


**Figura 4.10 Rodamientos radiales**

### **4.4.2.- RODAMIENTOS RÍGIDOS A BOLAS**

Estos rodamientos son de disposición sencilla y muy resistente durante el funcionamiento. Tienen una o dos hileras y son obturados o abiertos. Los rodamientos rígidos de bolas son rodamientos con una gran variedad de

aplicaciones, autoretenidos, con anillos exteriores e interiores macizos y jaulas de bolas.



**Figura 4.11 Rodamiento rígido de bolas.**

#### **4.4.3.- RODAMIENTOS DE UNA HILERA DE BOLAS CON CONTACTO ANGULAR**

Este rodamiento soporta cargas radiales, y cargas axiales, debiendo montarse el mismo en contraposición con otro rodamiento que pueda recibir carga axial en sentido contrario.

#### **4.4.4.- RODAMIENTOS DE AGUJAS**

Son rodamientos con rodillos cilíndricos muy delgados y largos en relación con su diámetro. A pesar de su pequeña sección, estos rodamientos tienen una gran capacidad de carga y son eminentemente apropiados para las aplicaciones donde el espacio radial es limitado.

#### **4.4.5.- RODAMIENTOS DE RODILLOS CÓNICOS**

El rodamiento de rodillos cónicos, debido a la posición oblicua de los rodillos y caminos de rodadura, es especialmente adecuado para resistir cargas radiales y

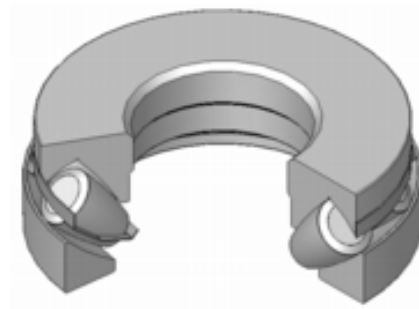
axiales simultáneas. Para casos en que la carga axial es muy importante hay una serie de rodamientos cuyo ángulo es muy abierto. Este rodamiento debe montarse en oposición con otro rodamiento capaz de soportar los esfuerzos axiales en sentido contrario.

#### **4.4.6.- RODAMIENTOS DE RODILLOS CILÍNDRICOS DE EMPUJE**

Son apropiados para aplicaciones que deben soportar pesadas cargas axiales. Además, son insensibles a los choques, son fuertes y requieren poco espacio axial, estos son de una sola dirección y solamente pueden aceptar cargas axiales en una dirección.

#### **4.4.7.- RODAMIENTOS AXIALES DE RODILLOS A RÓTULA**

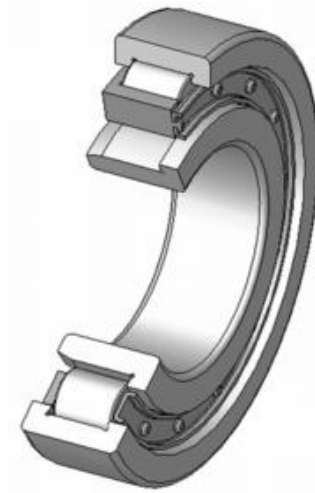
El rodamiento axial de rodillos a rótula tiene una hilera de rodillos situados oblicuamente, los cuales, guiados por una pestaña del aro fijo al eje, giran sobre la superficie esférica del aro apoyado en el soporte. En consecuencia, el rodamiento posee una gran capacidad de carga y es de alineación automática.



**Figura 4.12 Rodamiento axial de rodillos a rótula.**

#### **4.4.8.- RODAMIENTOS DE RODILLOS CILÍNDRICOS**

Este rodamiento es adecuado para cargas radiales relativamente grandes y puede también soportar altas velocidades.



**Figura 4.13 Rodamiento de rodillos cilíndricos.**

#### **4.4.10.- RODAMIENTOS DE RODILLOS A RÓTULA**

El rodamiento de rodillos a rótula tiene dos hileras de rodillos con camino esférico común en el aro exterior siendo, por lo tanto, de alineación automática. El número y tamaño de sus rodillos le dan una capacidad de carga muy grande.

#### **4.4.11.- RODAMIENTOS AXIALES DE BOLAS DE SIMPLE EFECTO**

El rodamiento axial de bolas de simple efecto consta de una hilera de bolas entre dos aros, uno de los cuales, el aro fijo al eje, es de asiento plano, mientras que el otro, el aro apoyado en el soporte, puede tener asiento plano o esférico. El rodamiento está destinado a resistir solamente carga axial en una dirección.

#### 4.4.12.- RODAMIENTOS DE AGUJA DE EMPUJE

Pueden soportar pesadas cargas axiales, son insensibles a las cargas de choque y proveen aplicaciones de rodamientos duros requiriendo un mínimo de espacio axial.

En la tabla 4.3 podemos observar una comparación de diferentes tipos de cojinetes en la capacidad de cargas radiales y axiales, además de la capacidad de desalineación.

**Tabla IV.3 Comparación de tipo de cojinetes.**

<b>Tipo de cojinete</b>	<b>Capacidad de carga radial</b>	<b>Capacidad de carga de empuje</b>	<b>Capacidad de desalineación</b>
Bola de hilera única, ranura profunda	Buena	Aceptable	Aceptable
Bola de doble hilera, ranura profunda	Excelente	Buena	Aceptable
Contacto angular	Buena	Excelente	Pobre
Rodamiento cilíndrico	Excelente	Pobre	Aceptable
Aguja	Excelente	Pobre	Pobre
Rodamiento esférico	Excelente		Excelente
Rodamiento ahusado	Excelente	Excelente	Pobre

## **4.5.- DISEÑO DEL MECANISMO**

### **4.5.1.- PARÁMETROS**

Para este proyecto se empleará un motor de 12 voltios, el cual mediante un mecanismo, deberá jalar un alambre de acero, que accionará las zapatas del freno de mano.

El mecanismo a utilizar estará conformado por: el motor, un mecanismo de tornillo sinfín, una leva y seguidor. (Ver apéndice L, planos del mecanismo)

La leva que vamos a utilizar es del tipo de disco y seguidor de rodillo. Esta leva al dar un movimiento de rotación, hará que el seguidor suba una distancia de 13 mm. Y regrese a la posición inicial girando la leva hasta que el seguidor llegue a su posición mas baja. Mediante el seguidor de rodillo se reduce al mínimo el rozamiento.

El perfil de leva, tendrá las siguientes características: subirá progresivamente a su posición final durante los 360° (Ver Apéndice K). Y hemos escogido la curva base armónica, debido a que la velocidad aumenta suavemente hasta el máximo en el punto medio, y decrece suavemente al final.

Se ha utilizado un mecanismo de tornillo sinfin y engrane, ya que tiene varios beneficios para nuestro proyecto, el principal es el autobloqueo, además de transmitir gran potencia y torque.

Uno de los parámetros más importantes para la fabricación del mecanismo es el espacio disponible para el mismo. El cual se encuentra encima del varillaje de la palanca de cambios y el chasis. (Fig. 4.14)





**Figura 4.14** Espacio disponible para ser ocupado por el mecanismo.

#### **4.5.2.- DIMENSIONAMIENTO DE COMPONENTES**

A continuación, se presentan los cálculos realizados, para el mecanismo de frenado automático.

##### **4.5.2.1.- Diseño de ejes, chavetas y rodamientos**

Los datos del motor, el tornillo sin fin y fuerza necesaria, son los siguientes:

Número de dientes del engrane	$N_G = 90$
Diámetro del engrane	$D_G = 78,74 \text{ mm.} = 3,10 \text{ plg.}$
Velocidad del engrane	$n_G = 61 \text{ rpm.}$
Longitud del gusano	$L_w = 41,5 \text{ mm.}$
Diámetro del gusano	$D_w = 8 \text{ mm.} = 0,315 \text{ plg.}$
Número de arranques del gusano	$N_w = 2$
Fuerza de arrastre de la leva	$F_{Leva} \approx 89,924 \text{ lb.}$
Radio de la leva	$R_{Leva} = 26 \text{ mm.} = 1,02 \text{ plg.}$
Ancho de la cara del engrane	$F = 0,57 \text{ plg.}$

A continuación las dimensiones del engrane:

Paso diametral del Engrane:

$$Pd_G = \frac{N_G}{D_G} = \frac{90}{3,10 \text{ plg}} = 29$$

Paso circular Engrane:

$$p_G = \frac{\pi}{Pd} = \frac{\pi}{29} = 0,1 \text{ plg}$$

Paso axial:

$$Px = p = 0,1 \text{ plg}$$

Desplazamiento:

$$L = N_w.Px = 2(0,1) = 0,2 \text{ plg}$$

Angulo de desplazamiento:

$$\lambda = \text{ArcTan}\left(\frac{L}{\pi.D_w}\right) = \text{ArcTan}\left(\frac{0,2}{\pi.(0,315)}\right) = 11,43^\circ$$

Distancia entre centros:

$$C = \left(\frac{D_w + D_G}{2}\right) = \left(\frac{0,315 + 3,10}{2}\right) = 1,69 \text{ plg}$$

Relación de Velocidad:

$$VR = \frac{N_G}{N_w} = \frac{90}{2} = 45$$

$$\eta_w = VR.\eta_G = 45(61) = 2745 \text{ rpm}$$

Torque necesario para mover la leva:

$$T = F \cdot r = (89,924lb)(1,02plg) = 91,72lb - plg$$

Angulo de presión transverso:

$$\phi_t = 14,5^\circ$$

Angulo de presión normal:

$$\phi_n = \text{ArcTan}(\text{Tan}\phi_t \cdot \text{Cos}\lambda) = \text{ArcTan}(\text{Tan}14,5^\circ \cdot \text{Cos}11,43^\circ) = 14,22^\circ$$

Fuerza Tangencial:

$$W_{tG} = \frac{2 \cdot T_o}{D_G} = \frac{2(91,72lb - plg)}{3,10plg} = 59,75lb$$

Velocidad de línea de paso del engrane:

$$V_{tG} = \frac{\pi \cdot D_G \cdot \eta_G}{12} = \frac{\pi \cdot (3,07plg) \cdot (61rpm)}{12} = 49,02pies/min$$

Velocidad de deslizamiento:

$$V_s = \frac{V_{tG}}{\text{Sen}\lambda} = \frac{49,02pies/min}{\text{Sen}11,43^\circ} = 247,36pies/min$$

Factor de fricción (Ver Anexo A):

$$\mu = 0,065$$

Fuerza Axial:

$$W_{xG} = W_{tG} \frac{\text{Cos}\phi_n \text{Sen}\lambda + u \text{Cos}\lambda}{\text{Cos}\phi_n \text{Cos}\lambda - u \text{Sen}\lambda}$$

$$W_{xG} = 59,75lb \frac{\text{Cos}14,22^\circ \text{Sen}11,43^\circ + (0,065) \text{Cos}11,43^\circ}{\text{Cos}14,22^\circ \text{Cos}11,43^\circ - (0,065) \text{Sen}11,43^\circ} = 16,30lb$$

Fuerza radial:

$$W_{rG} = \frac{W_{tG} \text{Sen} \phi_n}{\text{Cos} \phi_n \text{Cos} \lambda - u \text{Sen} \lambda}$$

$$W_{rG} = \frac{(59,75 \text{ lb}) \text{Sen} 14,22^\circ}{\text{Cos} 14,22^\circ \text{Cos} 11,43^\circ - (0,065) \text{Sen} 11,43^\circ} = 15,65 \text{ lb}$$

Potencia de Salida:

$$P_o = \frac{T_o \cdot \eta_G}{63000} = \frac{(91,72 \text{ lb} - p \lg)(61 \text{ rpm})}{63000} = 0,07136 \text{ HP} = 53,21 \text{ W}$$

Fuerza de Fricción:

$$W_f = \frac{u \cdot W_{tG}}{(\text{Cos} \lambda \text{Cos} \phi_n)} = \frac{(0,065) \cdot (59,75 \text{ lb})}{\text{Cos} 11,43^\circ \text{Cos} 14,22^\circ} = 4,087 \text{ lb}$$

Pérdida de Potencia debido a la Fricción:

$$P_L = \frac{V_s \cdot W_f}{33000} = \frac{(247,36 \text{ pies/min}) \cdot (4,087 \text{ lb})}{33000} = 0,030 \text{ HP} = 22,80 \text{ W}$$

Potencia de Entrada:

$$P_i = P_o + P_L = 53,21 + 22,80 = 76,01 \text{ W}$$

Eficiencia:

$$\eta = \frac{P_o}{P_i} (100\%) = \frac{53,21}{76,01} (100\%) = 70\%$$

A continuación se presenta la tensión en los dientes del engrane:

$$\sigma = \frac{W_d}{Y \cdot F \cdot p_n}$$

Wd: Carga dinámica en los dientes del engrane

Y: Factor de forma Lewis (Ver Anexo B)

F: Ancho o espesor de la cara del engrane

$p_n$ : Paso circular normal

$$p_n = 0,1 \cos 11,43^\circ = 0,098$$

$$K_v = \frac{1200}{\left(200 + V_{tG}\right)} = \frac{1200}{\left(200 + 8,03 \text{ pies/min}\right)} = 0,99$$

$$W_d = \frac{W_{tG}}{K_v} = \frac{59,75 \text{ lb}}{0,99} = 60,14 \text{ lb}$$

$$\sigma = \frac{60,14 \text{ lb}}{(0,1) \cdot (0,57 \text{ plg}) \left(0,098\right)} = 11 \text{ Kpsi}$$

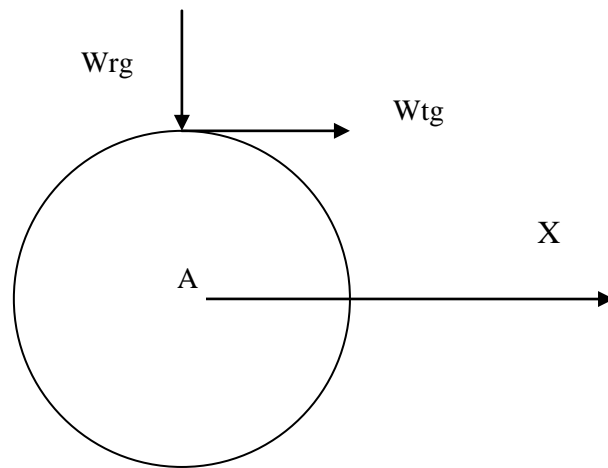
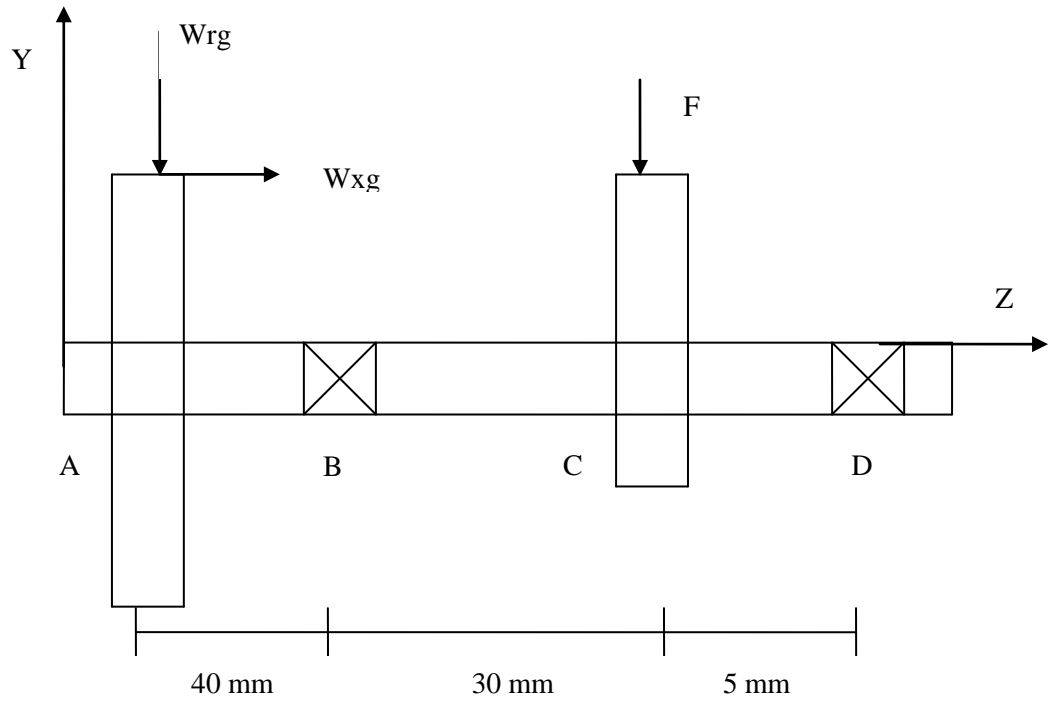
Y  $\eta = \frac{S_y}{\sigma}$  con un factor de seguridad de 2:

Por lo tanto:  $S_y = 22 \text{ Kpsi}$

Podemos concluir del apéndice 3, que la polimida tipo fibra de vidrio, cumple con la condición de resistencia a punto cedente.

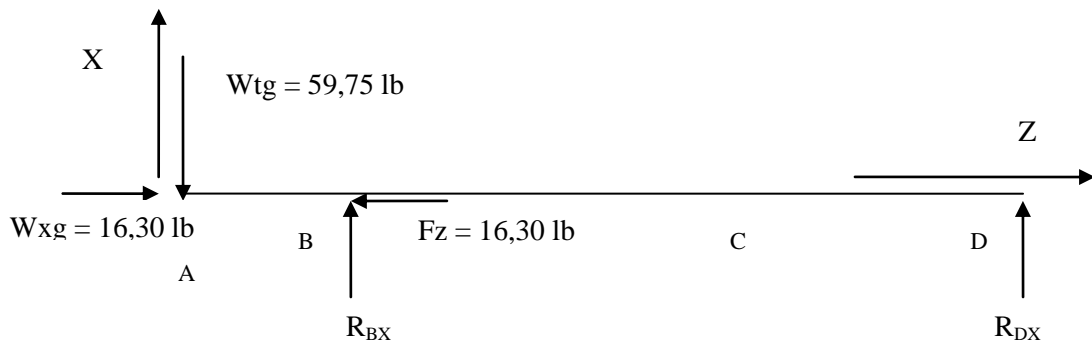
### **Eje principal:**

El eje principal, contiene el engrane, la leva y dos rodamientos. En la figura 4.15, se muestra los diagramas de las fuerzas que se ejercen en el eje principal y en el engrane:



**Figura 4.15 Fuerzas en el Eje, Engrane y Leva.**

El diagrama de cuerpo libre del eje principal en el plano XZ es el siguiente:



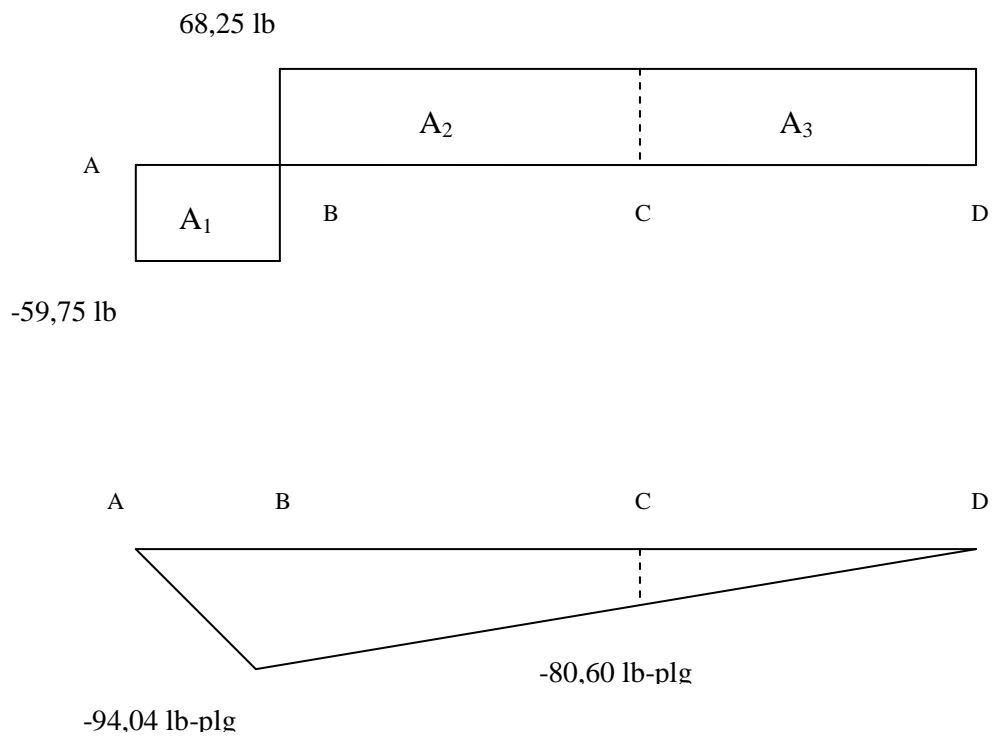
**Figura 4.16 Fuerzas en el plano XZ.**

Las reacciones son:

$$\begin{aligned} \sum M_D &= 0 \\ R_{BX} (1,3778 \text{ plg}) - 59,75 \text{ lb} (2,975 \text{ plg}) &= 0 \\ R_{BX} &= 128 \text{ lb} \end{aligned}$$

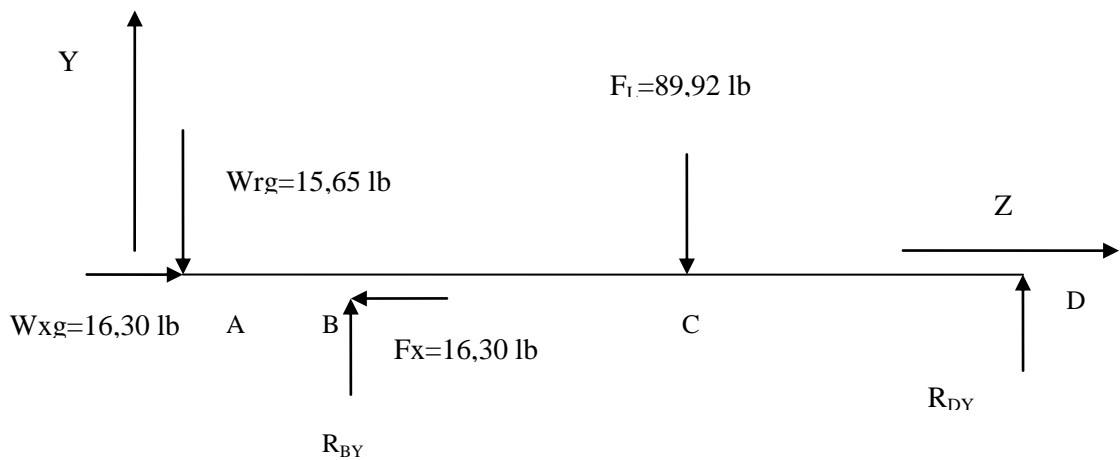
$$\begin{aligned} \sum M_A &= 0 \\ -R_{BX} (1,574 \text{ plg}) - R_{DX} (2,9518 \text{ plg}) &= 0 \\ R_{dx} &= -68,25 \text{ lb} \end{aligned}$$

En la figura 4.17, se muestra las gráficas de carga, corte y momento del eje principal, para el plano XZ.



**Figura 4.17 Graficas de Carga, Corte y Momento para el plano XZ.**

El diagrama de cuerpo libre del eje principal en el plano YZ es el siguiente:



**Figura 4.18 Fuerzas en el plano YZ.**



Las reacciones son:

$$\sum M_D = 0$$

$$-89,924lb(0,1968plg) + R_{BY}(1,3778plg) - 15,65lb(2,9518plg) = 0$$

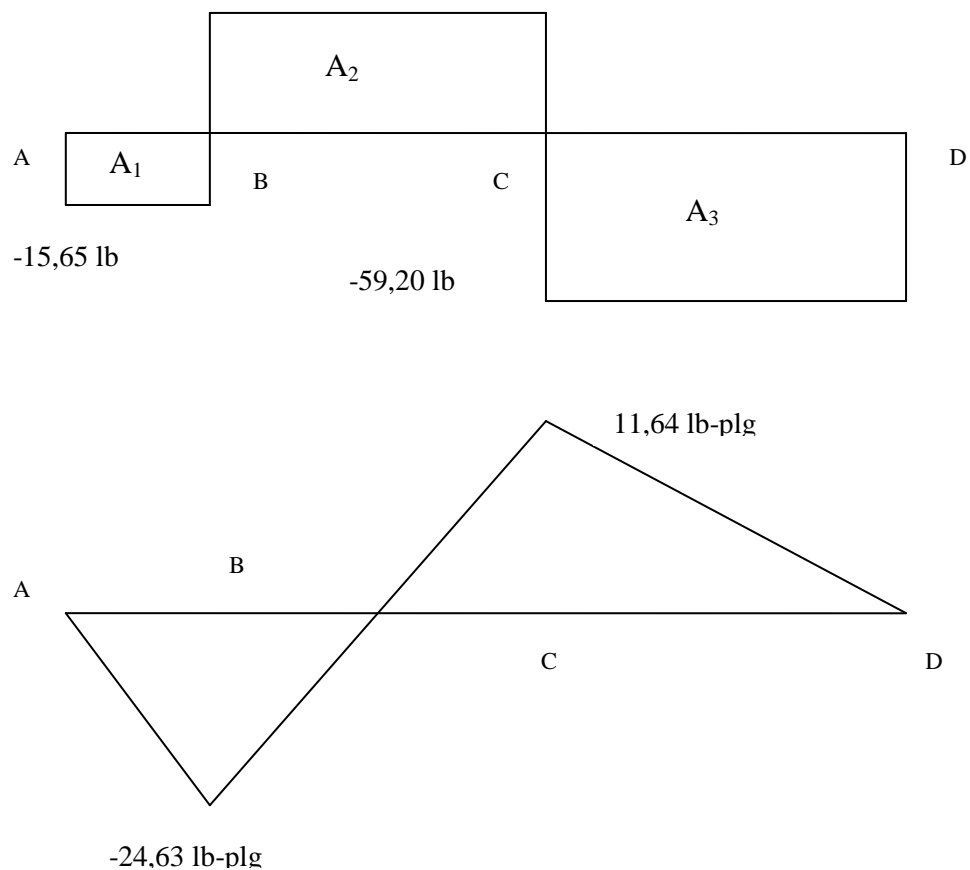
$$R_{BY} = 46,37lb$$

$$\sum Fy = 0$$

$$15,65lb + 89,92lb = R_{BY} + R_{DY}$$

$$R_{DY} = 59,20lb$$

En la figura 4.19, se muestra las gráficas de carga, corte y momento del eje principal, para el plano YZ.



**Figura 4.19 Gráficas de Carga, Corte y Momento del plano YZ.**

La suma de momentos en los puntos B y C:

$$|M_B| = \sqrt{94,04^2 + 24,63^2} = 97,21lb - plg$$

$$|M_C| = \sqrt{80,60^2 + 11,64^2} = 81,47lb - plg$$

Se usará Acero al Carbón Extruido en Frío AISI 1040: (Ver Apéndice 4)

$$S_y = 71 \text{ Kpsi}$$

$$S_u = 80 \text{ Kpsi}$$

$$HB = 160$$

### Punto A:

Como el engrane está ubicado en el punto A, el eje a partir de A, donde hay un anillo de sujeción no existen momentos ni torques. Debido a que es el extremo libre del eje, no hay momento de flexión en A.

Por lo tanto:

$$\tau_d = \frac{0,577 S_y}{\eta} = \frac{0,577 \cdot (71000 \text{ lb} / \text{plg}^2)}{1,5} = 27311,33 \text{ lb} / \text{plg}^2$$

Si  $T = \tau_d$

$$\text{En } \tau = \frac{T}{Z_p} \quad \text{y} \quad Z = \frac{\pi \cdot D^3}{16}$$

$$Z_p = \frac{T}{\tau_d} = \frac{91,72 \text{ lb} - \text{plg}}{27311,33 \text{ lb} / \text{plg}^2} = 3,358 \times 10^3 \text{ plg}^3$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot (Z_p)}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot (3,358 \times 10^3 \text{ plg}^3)}{\pi}} = 0,26 \text{ plg}$$

**Punto B:**

Se utiliza la teoría del esfuerzo cortante máximo.

$$D = \left( \frac{32n}{\pi S_y} \sqrt{M^2 + T^2} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$D = \left( \frac{32 \cdot (1,5)}{\pi \cdot (71000 \text{ lb} / \text{plg}^2)} \sqrt{(97,21 \text{ lb} - \text{plg})^2 + (91,72 \text{ lb} - \text{plg})^2} \right)^{\frac{1}{3}} = 0,30 \text{ plg}$$

**Punto C:**

Teoría del esfuerzo cortante máximo.

$$D = \left( \frac{32n}{\pi S_y} \sqrt{M^2 + T^2} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$D = \left( \frac{32 \cdot (1,5)}{\pi \cdot (71000 \text{ lb} / \text{plg}^2)} \sqrt{(81,47 \text{ lb} - \text{plg})^2 + (91,72 \text{ lb} - \text{plg})^2} \right)^{\frac{1}{3}} = 0,30 \text{ plg}$$

**Punto D:**

El cojinete D, soporta una fuerza de reacción radial. Tensión de diseño por esfuerzo de corte es:

$$\tau_d = \frac{0,577 S_y}{n} = \frac{0,577 \cdot (71000 \text{ lb} / \text{plg}^2)}{1,5} = 27311,33 \text{ lb} / \text{plg}^2$$

$$V = \sqrt{R_{Dy} + R_{Dx}} = \sqrt{(68,25 \text{ lb})^2 + (59,20 \text{ lb})^2} = 90,34 \text{ lb}$$

$$A = \frac{4V}{3\tau_d} = \frac{4 \cdot (90,34 \text{ lb})}{3 \cdot (27311,33 \text{ lb} / \text{plg}^2)} = 4,4 \times 10^3 \text{ plg}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4.(4,4 \times 10^3 \text{ plg}^2)}{\pi}} = 0,074 \text{ plg}$$

El diámetro nominal de la flecha a utilizar será de 8 mm.

### **Chaverero:**

El chavetero de perfil, se diseña a continuación:

Del apéndice 5

$$W = 3/32 \text{ plg}$$

$$H = 3/32 \text{ plg}$$

Hecho con Acero AISI 1020 (Ver Apéndice D)

$$S_y = 51000 \text{ psi}$$

Longitud mínima necesaria en cuanto a la cuña:

$$L \frac{4.T.N}{D.W - S_y} = \frac{4.(91,72 \text{ lb} - \text{plg}).(1)}{(0,315 \text{ plg}).(3/32 \text{ plg}).(51000 \text{ psi})} = 0,24 \text{ plg}$$

### **Rodamientos:**

Los rodamientos del eje principal, se muestran a continuación:

*Rodamiento B:*

$$R = \sqrt{128^2 + 46,37^2} = 136,14 \text{ lb}$$

$$P = VXR + YT$$

El valor de Y = 1,5; del apéndice F.

$$P = 0,56(136,14 \text{ lb}) + 1,5(16,30 \text{ lb}) = 100,68 \text{ lb}$$

Del apéndice G tomamos una vida útil de diseño de 5000h, y como tenemos las rpm de la flecha, utilizamos la siguiente ecuación:

$$L_d = (5000 \text{ h}).(61 \text{ rpm}).(60 \text{ min/h}) = 18,3 \times 10^6 \text{ rev}$$

$$C = P_d (L_d / 10^6)^{1/3} = 447,88 \text{ N} \quad (18,3 \times 10^6 / 10^6)^{1/3} = 1180,26 \text{ N}$$

Escogemos el rodamiento 608 SFK, que tiene un  $C_o = 1370 \text{ N}$

$$T/C_o = 0,053 \text{ y lo comparamos con el apéndice 6, donde } e = 0,24$$

$$T/R = 0,12; \text{ debido a que } T/R < e;$$

$$P = V.R$$

$$P = 1(136,14 \text{ lb}) = 136,14 \text{ lb}$$

$$C = 136,14 \text{ lb} (18,3 \times 10^6 \text{ rev} / 10^6)^{1/3} = 358,75 \text{ lb}$$

$$C = 1406,33 \text{ N};$$

La capacidad de carga dinámica del cojinete 608 de SFK, es de 3250 N. Como la capacidad de carga del cojinete es mayor a C calculada, entonces este cojinete satisface el diseño.

*Rodamiento D:*

$$R = \sqrt{68,25^2 + 59,20^2} = 90,35 \text{ lb}$$

Del apéndice G tomamos una vida útil de diseño de 5000h:

$$P = V.R = 1(90,35 \text{ lb}) = 90,35 \text{ lb}$$

Escogemos un cojinete de bolas, de hilera única, ranura profunda. Como tenemos de dato, las rpm de la flecha, utilizamos la siguiente ecuación:

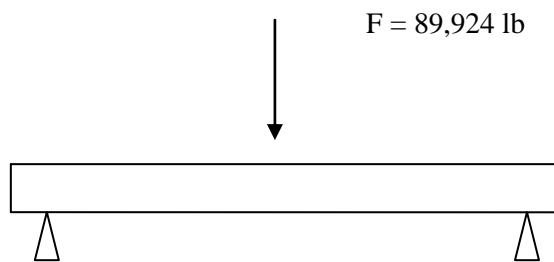
$$L_d = (5000 \text{ h}) \cdot (61 \text{ rpm}) \cdot (60 \text{ min/h}) = 18,3 \times 10^6 \text{ rev}$$

$$C = P_d (L_d / 10^6)^{1/3} = 401,88 \text{ N} \quad (18,3 \times 10^6 / 10^6)^{1/3} = 1059,04 \text{ N}$$

Por lo tanto el rodamiento 608 de SKF, cumple con los requerimientos del diseño.

### Seguidor:

El seguidor esta compuesto por un eje, y un rodamiento. Para el eje, se toma un acero 1040. (Ver apéndice E)



**Figura 4.20 Eje del seguidor.**

$$\tau_d = \frac{0,577 S_y}{n} = \frac{0,577 \cdot (71000 \text{ lb} / \text{plg}^2)}{1,5} = 27311,33 \text{ lb} / \text{plg}^2$$

$$A = \frac{4V}{3\tau_d} = \frac{4(89,924 \text{ lb})}{3(27311,33 \text{ lb} / \text{plg}^2)} = 4,39 \times 10^{-3} \text{ plg}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4(4,39 \times 10^{-3} \text{ plg}^2)}{\pi}} = 0,074 \text{ plg}$$

El eje, será de 8 mm, lo cual cumple con el diseño. Para el rodamiento tomamos del apéndice G una vida útil de diseño de 5000h:

$$P = V.R = 1(400 \text{ N}) = 400 \text{ N}$$

Escogemos un cojinete de bolas, de hilera única, ranura profunda. Como tenemos de dato, las rpm de la flecha, utilizamos la siguiente ecuación:

$$L_d = (5000 \text{ h}).(61 \text{ rpm}).(60 \text{ min/h}) = 18,3 \times 10^6 \text{ rev}$$

$$C = Pd (L_d / 10^6)^{1/3} = 400 \text{ N} (18,3 \times 10^6 / 10^6)^{1/3} = 1054,08 \text{ N}$$

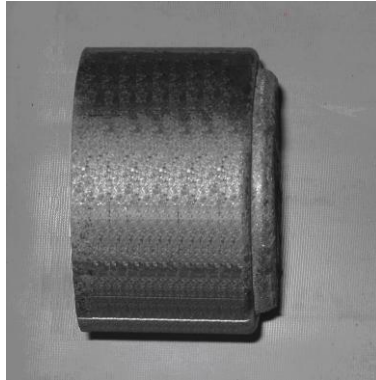
Por lo tanto el rodamiento 608 de SKF, cumple con los requerimientos del diseño.

#### **4.7.- FABRICACIÓN DE PIEZAS**

Todas las partes que componen el mecanismo, se fabricaron mediante la utilización de máquinas herramientas. Estas son: torno, fresadora, limadora, taladro de pedestal, cierra mecánica, etc.

El cuerpo del mecanismo se realizó en base a un cilindro de fundición de aluminio, el cual por medio de una cierra mecánica se cortó en discos para que se trabaje con mayor facilidad en los trabajos de torneado.

El eje, el buje se fabricaron de material AISI 1040 trabajados en el torno y los agujeros para las cuñas se las realizaron por medio de la fresadora.

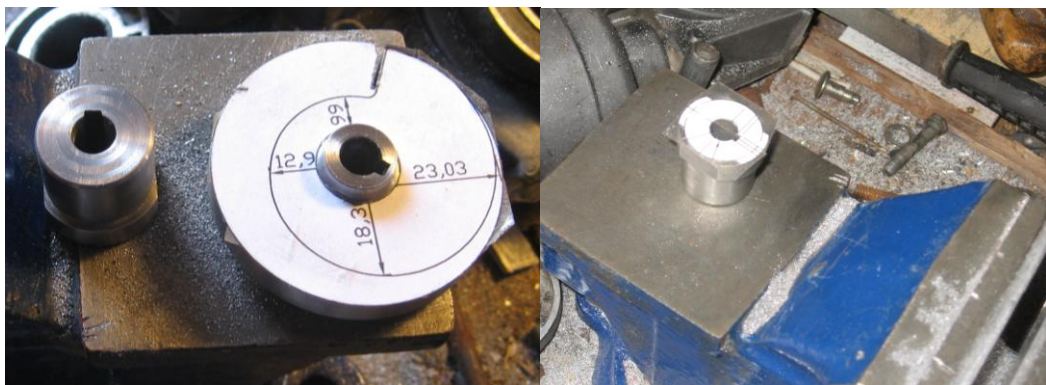


**Figura 4.21 Cilindro de aluminio fundido.**

#### **4.8.- MODIFICACIONES FINALES Y AJUSTES**

Para poder ser ensambladas o armadas de forma correcta algunos componentes del mecanismo tuvieron que ser modificadas. Estos trabajos se describen a continuación:

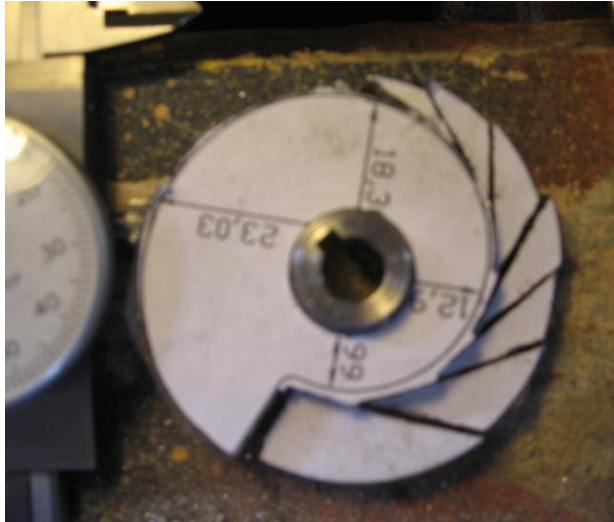
Las formas de la leva y el buje no se pudieron realizar completamente a máquina, por lo que su forma final se le realizó mediante un trabajo de ajuste manual, utilizando un arco de cierra y lima. Como ayuda para los trabajos de ajuste se pegó el plano impreso a dimensión real de cada parte encima de la misma.



**Figura 4.22 Leva y buje sin trabajos finales.**

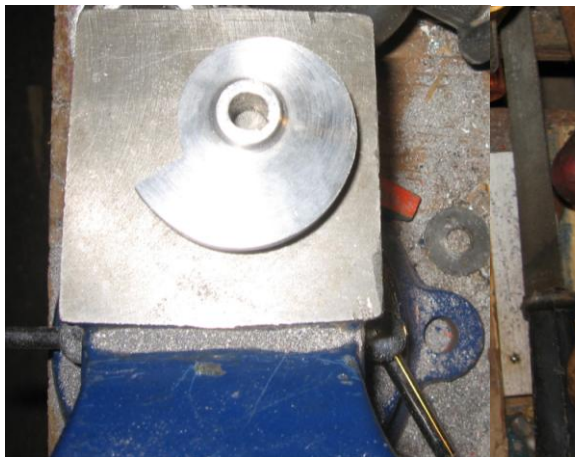


En el caso de la leva se hicieron cortes consecutivos para obtener aproximadamente el perfil deseado.



**Figura 4.23 Realización del perfil de leva.**

El acabado final de la leva se realizó con lima fina, obteniendo un acabado liso y con el perfil deseado.



**Figura 4.24 Leva terminada**

El buje requirió trabajos de ajuste, por medio de limado para la forma requerida como se muestra en la figura 4.25.



**Figura 4.25 Bujé terminado**

Dado a que el espacio donde va a ser montado el mecanismo es reducido, fue necesario cortar las partes de la carcasa que no eran indispensables del conjunto motor – tornillo sinfin – corona.



**Figura 4.26 Conjunto motor – tornillo sinfin – corona original.**

Las figuras a continuación muestran al conjunto motor – tornillo sinfin – corona, con la forma deseada.



**Figura 4.27** Conjunto motor – tornillo sinfin – corona cortado.

#### **4.2.6.- Montaje de elementos**

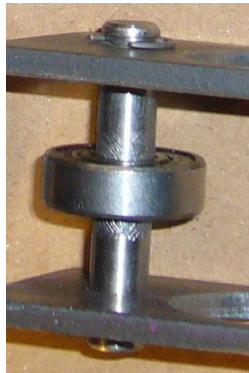
Luego de la consecución de la construcción de los elementos se procedió a la fase de montar todos éstos, se muestran en la figura a continuación, además, se puede observar el plano de conjunto montado (Anexo L).



**Figura 4.28** Elementos que componen el mecanismo.

Los pasos que fueron necesarios para el montaje de cada una de las partes se detallan a continuación:

- 1.- Montar los rodamientos en el eje del seguidor (figura 4.29), en la tapa 1 y la tapa 2 (figura 4.30) mediante ligeros golpes en la parte exterior de la canastilla hasta que se encuentren en la posición correcta.



**Figura 4.29 Montaje del rodamiento en el eje del seguidor.**



**Figura 4.30 Montaje de los rodamientos en las tapas 1 y 2.**

- 2.- Montar la cuña, en la posición donde va a ser montada la leva, y posteriormente colocar la leva según se indica en el plano. (Anexo L)





**Figura 4.31 Montaje de la leva en el eje.**

- 3.- Montar el eje y la leva en la tapa 2, dando ligeros golpes en el eje y apoyando la parte central de la canastilla del rodamiento para que no sufra desperfectos.



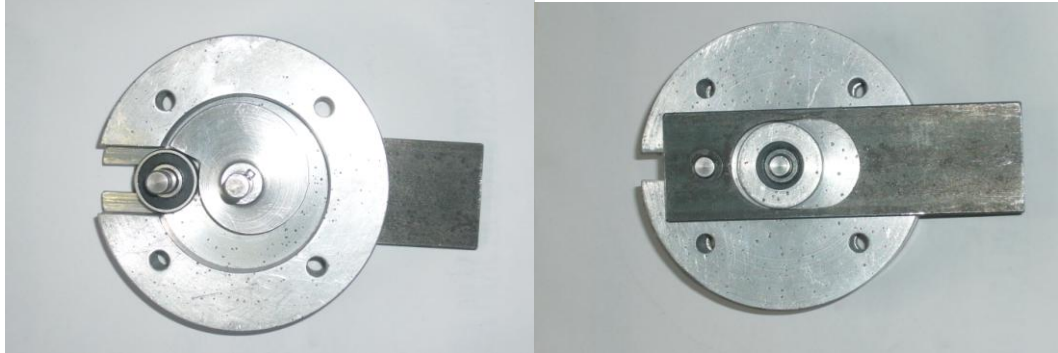
**Figura 4.32 Montaje de la leva y eje en la tapa 2.**

- 4.- Colocar el elemento jalador 1, en el eje del seguidor y sujetarlo por medio del anillo de retención.



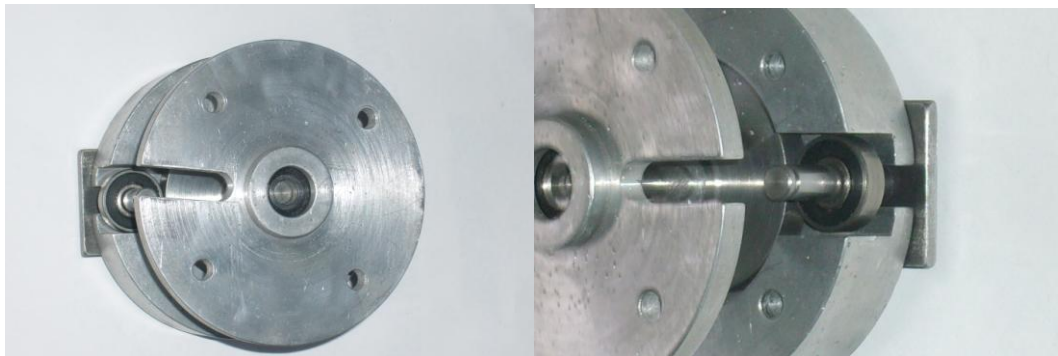
**Figura 4.33 Anillo de retención.**

Las figuras a continuación muestran los elementos acoplados, descritos anteriormente, fijados con el anillo descrito.



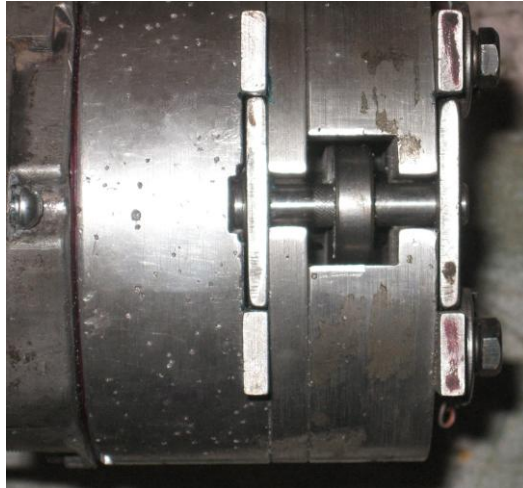
**Figura 4.34 Montaje del elemento jalador con el eje del seguidor.**

- 5.- Colocar la tapa 2 en el eje de la leva, teniendo la precaución de apoyar el eje de la leva y golpear por la parte interior de la canastilla del rodamiento hasta que la tapa 2 se junte con la tapa 1 y los agujeros para los pernos coincidan.



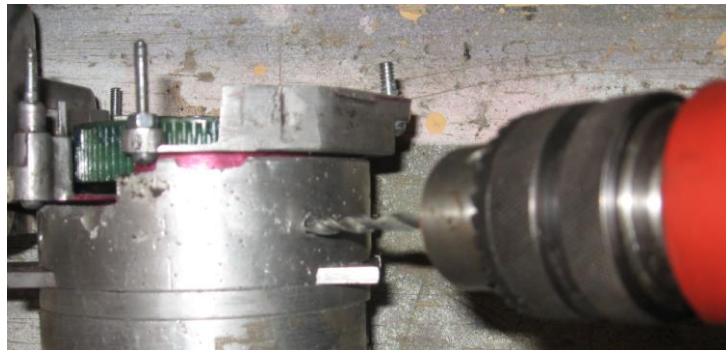
**Figura 4.35 Montaje de la tapa 2**

- 6.- Poner la cuña en el eje de leva, montar el buje y unir los elementos previamente armados con la tapa 3 y el conjunto motor – tornillo sinfin – corona. Sujetarlos con los cuatro pernos M6 con sus respectivas arandelas.



**Figura 4.36** Conjunto armado.

- 7.- Para sujetar el conjunto motor – tornillo sinfin – corona con los demás elementos se realizó tres perforaciones para pernos M5 y posteriormente, con la ayuda de machuelos se realizó la rosca.



**Figura 4.37** Realización de agujeros para rosca.

La realización de los agujeros y el roscado se realizó con los dos conjuntos acoplados, de modo que al momento de colocar los pernos, estos se fijen en la posición deseada.



**Figura 4.38 Trabajo de roscado.**

#### **4.2.7.- Implementación del equipo en el vehículo**

Después de que se ha armado el mecanismo de freno automático, se lo procede a instalar debajo del vehículo; en un sitio en donde no comprometa a ningún sistema ya establecido en el automóvil; mediante cuatro pernos sujetarán el mecanismo con el compacto, con la ayuda de un soporte.

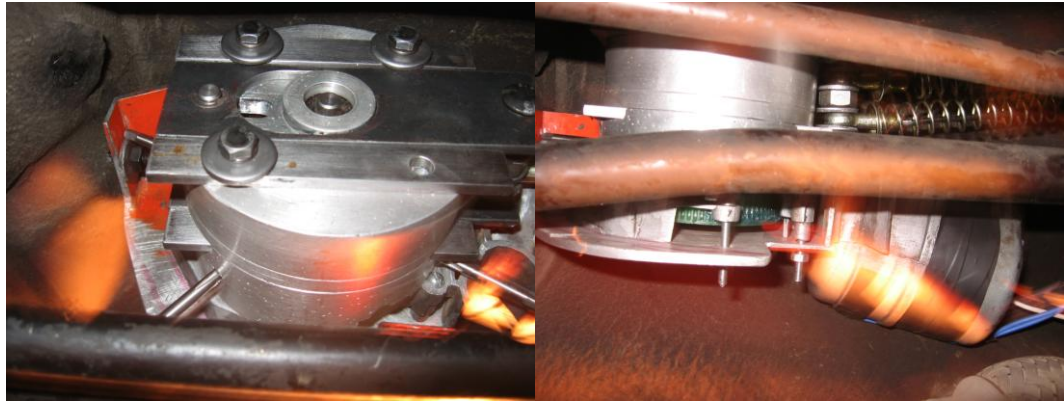


**Figura 4.39 Pernos en el compacto.**

Después de un análisis, se deduce que el mejor lugar para la ubicación del mecanismo en el vehículo Fiat Mille 95, es cuarenta centímetros delante de la palanca de cambios, por debajo del piso del compacto.



En la figura 4.40, se muestra al mecanismo de freno automático ubicado en la posición descrita anteriormente. Notándose además, que no obstaculiza o estorba a ningún elemento del vehículo.



**Figura 4.40 Ubicación del mecanismo.**

Para actuar sobre el freno de mano, se opta que el mecanismo de Tornillo sinfin y Leva, jale dos cables que serán sujetos al sistema de freno de mano. Estos cables se montan de manera que tengan el movimiento alternativo del seguidor de la leva.



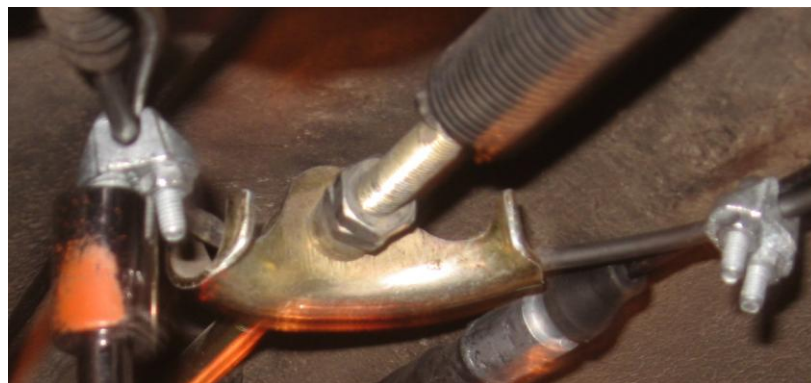
**Figura 4.41 Disposición de los cables en el mecanismo.**

Para que no exista un contacto de fricción entre el caucho protector de los cables y el caucho protector inferior de la palanca de cambios, se coloca un soporte donde los cables del mecanismo se sujetan, y así no se compromete el estado del caucho protector inferior de la palanca de cambios.



**Figura 4.42 Cables sujetos.**

Para el acoplamiento de cables del mecanismo al sistema de cable de freno de mano, se eligieron grilletes, que son utilizados generalmente para sujetar cables de acero.



**Figura 4.43 Ubicación de los grilletes.**

El par de cables del mecanismo, se deben tensar y aparear al cable del sistema de freno de mano. Siendo el mecanismo de freno automático un sistema

independiente al resto de sistemas del automóvil, éste no inhabilita al mecanismo original del vehículo de freno de mano.



**Figura 4.44 Acoplamiento del cable del mecanismo al cable del freno de mano.**



**Figura 4.45 Sistema completo instalado el vehículo Fiat Mille 95.**

## CAPÍTULO V

### PRUEBAS Y FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO

#### 5.1.- PRUEBAS MECÁNICAS

##### 5.1.1.- FUERZA DEL MECANISMO

Para comprobar los cálculos realizados en el capítulo cuatro, se montó el mecanismo en el vehículo, uniéndolo a este por medio de cables al cable del freno de mano como se detalla en el capítulo cuatro. El encendido del motor eléctrico se realizó sin control electrónico, enviando corriente a este, hasta que el seguidor se ubique en el punto muerto superior. En esta posición se comprobó que la fuerza del mecanismo fue suficiente para jalar el cable de tal modo que se frenen las llantas posteriores del vehículo.



**Figura 5.1 Prueba de fuerza del mecanismo.**

### 5.1.2.- TIEMPO DE ACCIONAMIENTO DEL MECANISMO

Se refiere al tiempo que toma el seguidor en trasladarse de su punto muerto inferior a su punto muerto superior. El factor principal para la variación del tiempo es la tensión del cable del mecanismo y la regulación del freno de mano. Debido a que de estos factores depende la carga que se aplique al mecanismo. Los tiempos tomados en las pruebas se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla V.1 Tiempo de accionamiento del mecanismo.**

<b>Prueba</b>	<b>TIEMPO (seg)</b>
T1	1,00
T2	0,95
T3	0,97
T4	0,99
T5	0,98
<b>Promedio</b>	<b>0,978</b>

El valor promedio de accionamiento del mecanismo, para el propósito tiene un resultado aceptable, dado que el tiempo de reacción de una persona común es de 0,75 segundos, por lo que no hay mucha diferencia.

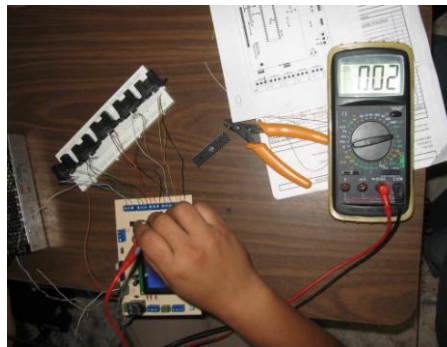
### 5.2.- PRUEBAS ELECTRÓNICAS

Se realizó algunas pruebas de los elementos, circuitos y la programación ocupada por el microcontrolador a continuación se describen las pruebas realizadas:



### 5.2.1.- FUNCIONAMIENTO DEL CIRCUITO IMPRESO

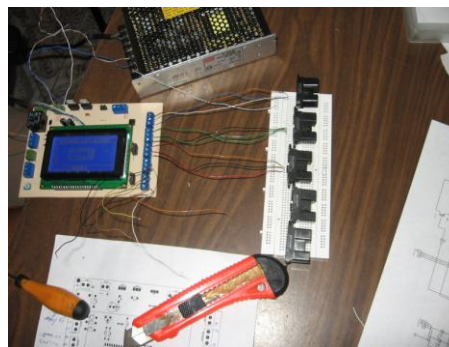
Para comprobar que el circuito impreso en la placa va a funcionar de forma correcta, fue necesario verificar con el multímetro y con la guía del plano electrónico, que no haya cortocircuitos ni conexiones a masa que impidan su correcto funcionamiento.



**Figura 5.2** Funcionamiento del circuito impreso.

### 5.2.2.- TOMA DE VOLTAJE DE SEÑAL DE LOS SENSORES INFRARROJOS

Los sensores SHARP ocupados entregan un voltaje de señal variable con la distancia de detección a un obstáculo. Para que estos voltajes entregados por los sensores infrarrojos puedan ser usados por el microcontrolador, fue necesario encontrar la equivalencia del voltaje de señal con la distancia sensada.



**Figura 5.3** Prueba sensores infrarrojos.

A continuación se muestra en la tabla los datos tomados en las pruebas realizadas:

**Tabla V.2 Voltaje de señal de los sensores infrarrojos.**

Distancia (cm)	Voltaje de señal (V)			Promedio
	Prueba1	Prueba2	Prueba3	
10	1,85	1,88	1,84	1,857
20	2,74	2,65	2,70	2,697
30	2,373	2,363	2,371	2,369
40	1,707	1,684	1,670	1,687
50	1,349	1,311	1,348	1,336
60	1,085	1,102	1,120	1,102
70	0,915	0,896	0,903	0,905
80	0,794	0,78	0,801	0,792
90	0,722	0,704	0,695	0,707
100	0,654	0,663	0,647	0,655
110	0,614	0,63	0,623	0,622
120	0,579	0,585	0,596	0,587
130	0,561	0,552	0,556	0,556
140	0,525	0,523	0,517	0,522
150	0,516	0,521	0,513	0,516

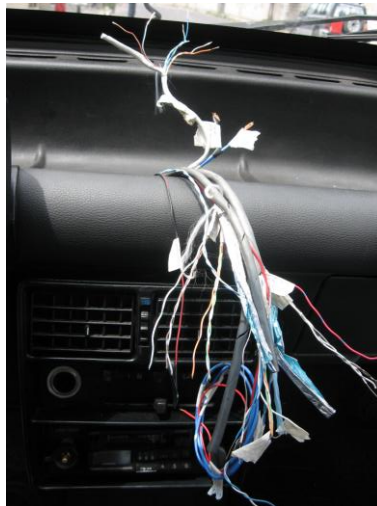
El microcontrolador en base a la tabla anterior toma rangos de voltaje para mostrar en la pantalla LCD un valor de distancia aproximada a un obstáculo.



**Figura 5.4 Toma datos del voltaje de señal con respecto a la distancia.**

### **5.2.2.- VERIFICACIÓN DEL CABLEADO**

Se verificó que el cableado, conexiones y sokers tengan continuidad y estén conectados a los periféricos de forma correcta, de modo que no perjudiquen a otros sistemas y no capten corrientes basura ni derivaciones a masa indebidas.



**Figura 5.5 Verificación del cableado.**



### 5.2.3.- COMPROBACIÓN DE LAS SEÑALES DE ENTRADA Y DE SALIDA

Las tablas a continuación muestran los valores de la señales de entrada y de salida que deben existir:

**Tabla V.3 Señales de entrada.**

<b>SEÑALES DE ENTRADA</b>	
<b>TIPO DE SEÑAL</b>	<b>VALOR DE LA SEÑAL</b>
Luz retro	12 V DC
Luz freno	12 V DC
Interruptor de encendido principal	12 V DC
Señales de los sensores infrarrojos	0.25 – 0.55 V DC
Señal de encendido del vehículo	12 V DC
Señales de los interruptores de fin de carrera	Masa

**Tabla V.4 Señales de salida.**

<b>SEÑALES DE SALIDA</b>	
<b>TIPO DE SEÑAL</b>	<b>VALOR DE LA SEÑAL</b>
Alimentación motor eléctrico	12 V DC
Señal para la luz de advertencia de freno de mano	Masa
LCD (PIN de alimentación VCC)	5 V DC
Voltaje de alimentación para los sensores infrarrojos	5 V DC

### **5.3.- PRUEBAS DEL PROGRAMA**

Se comprobó que el programa que se realizó en Bascom AVR cargado en el microcontrolador ATmega 16, funcione de forma adecuada. El programa se editó de su versión original en algunos parámetros como: tiempos de activación, rangos de los datos captados por los periféricos, errores en el programa, etc.



**Figura 5.6 Prueba del programa del microcontrolador.**

### **5.4.- PRUEBAS DE CAMPO**

#### **5.4.1.- FUERZA DE FRENADO**

Es la eficiencia del freno automático al momento de su activación. Para esto las pruebas se realizaron simulando las características de parqueo del vehículo, es decir:

- Sistema de freno automático encendido.
- Velocidad baja (no mayor a 10 km).
- Pedal de embrague no liberado completamente.

Las pruebas se realizaron en rodaduras horizontales e inclinadas. En la tabla a continuación se detalla las pruebas realizadas y los resultados obtenidos:

**Tabla V.5 Eficiencia de frenado.**

<b>Eficiencia de frenado</b>				
<b>Velocidad</b>	<b>Prueba</b>			
	<b>Rodadura horizontal</b>		<b>Rodadura inclinada</b>	
<b>Km/h</b>	<b>Nº 1</b>	<b>Nº 2</b>	<b>Nº 3</b>	<b>Nº 4</b>
<b>6</b>	excelente	excelente	Buena	buena
<b>8</b>	buena	buena	Media	media
<b>10</b>	media	media	Media	media

Los resultados de las pruebas realizadas muestran que la eficiencia del freno automático es mejor en superficies horizontales y a bajas velocidades, al contrario, que disminuye a mayor velocidad del vehículo y mayor inclinación de la calzada.

**5.4.2.- UBICACIÓN DE LOS SENSORES EN LOS GUARDA CHOQUES DELANTERO Y POSTERIOR DEL VEHÍCULO**

**5.4.2.1.- Altura**

Para establecer la altura más adecuada a la que se pueden colocar los sensores en los guarda choques, se realizaron pruebas, colocando a los sensores a tres alturas distintas y comprobando la efectividad de los datos de los sensores.

Las tablas a continuación muestran los datos y los resultados obtenidos, con diferentes vehículos y obstáculos:

5.4.2.1.1.- prueba 1

Tabla V.6 Prueba 1: altura de los sensores infrarrojos.

<b>Vehículo:</b> Chevrolet		
<b>Modelo:</b> Gran Vitara		
<b>Altura de superior guarda choques:</b> 63cm		
<b>Altura de inferior guarda choques:</b> 36cm		
<b>Nº</b>	<b>Altura de los sensores respecto al piso (cm)</b>	<b>Resultado</b>
<b>1</b>	60	Bueno
<b>2</b>	56	Bueno
<b>3</b>	52	Bueno

Las tres posiciones de altura probadas dan buenos resultados



Figura 5.7 Prueba 1 con vehículo Chevrolet Gran Vitara.

5.4.2.1.2.- prueba 2

Tabla V.7 Prueba 2: altura de los sensores infrarrojos.

<b>Vehículo:</b> Mitsubishi		
<b>Modelo:</b> Montero Sport		
<b>Altura de superior guarda choques:</b> 68cm		
<b>Altura de inferior guarda choques:</b> 53cm		
<b>Nº</b>	<b>Altura de los sensores respecto al piso (cm)</b>	<b>Resultado</b>
<b>1</b>	60	Parcial
<b>2</b>	56	Malo
<b>3</b>	52	Malo

La altura del guarda choques del vehículo Mitsubishi Montero Sport impide que los sensores que se encuentran 1cm por debajo, detecten la presencia del mismo, dado que el campo de detección de los sensores infrarrojos es lineal. Dando como resultado que la señal censada no sea confiable.



Figura 5.8 Prueba 2 con vehículo Mitsubishi Montero Sport.

5.4.2.1.3.- prueba 3

Tabla V.8 Prueba3: altura de los sensores infrarrojos.

<b>Vehículo:</b> Suzukiy <b>Modelo:</b> Forsa <b>Altura de superior guarda choques:</b> 56cm <b>Altura de inferior guarda choques:</b> 25cm		
<b>Nº</b>	<b>Altura de los sensores respecto al piso (cm)</b>	<b>Resultado</b>
<b>1</b>	60	Bueno
<b>2</b>	56	Bueno
<b>3</b>	52	Bueno

Las tres posiciones de altura probadas dan buenos resultados

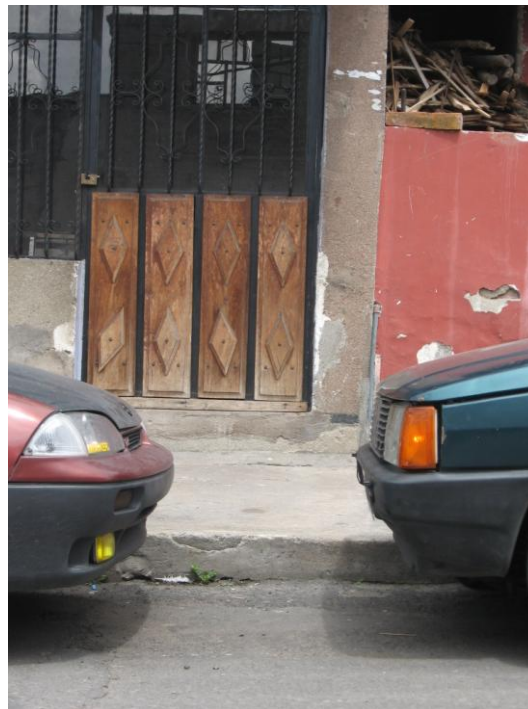


Figura 5.9 Prueba 3 con vehículo Suzuki Forsa.

5.4.2.1.4.- prueba 4

Tabla V.9 Prueba4: altura de los sensores infrarrojos.

<b>Vehículo:</b> Nissan		
<b>Modelo:</b> Sentra		
<b>Altura de superior guarda choques:</b> 51cm		
<b>Altura de inferior guarda choques:</b> 38cm		
<b>Nº</b>	<b>Altura de los sensores respecto al piso (cm)</b>	<b>Resultado</b>
<b>1</b>	60	Malo
<b>2</b>	56	Malo
<b>3</b>	52	Parcial

En este caso la altura más baja en la que se pueden poner los sensores en el guarda choques es más alta que la altura superior del guarda choques del vehículo Nissan Sentra, por lo que, no es factible censar de manera correcta la distancia con este modelo de vehículo.



Figura 5.10 Prueba 4 con vehículo Nissan Sentra.

5.4.2.1.5.- prueba 5

Tabla V.10 Prueba 5: altura de los sensores infrarrojos.

Objeto: Cono de advertencia		
Dimensiones: 68cm de alto		
Nº	Altura de los sensores respecto al piso (cm)	Resultado
1	60	Bueno
2	56	Bueno
3	52	Bueno

Las tres posiciones de altura probadas dan buenos resultados



Figura 5.11 Prueba 5 con cono de advertencia.



#### 5.4.2.2.- Posición

Se refiere a la distancia de los sensores respecto a la posición media del guarda choques, que sea la más eficiente al momento de parquearse.

Esta prueba fue realizada estacionando el vehículo en prueba, entre dos vehículos ubicados en serie.

**Tabla V.11 Posición sensores delanteros.**

<b>SENSORES DELANTEROS: S1 Y S2</b>		
<b>Nº</b>	<b>DISTANCIA AL CENTRO (cm)</b>	<b>RESULTADOS (Calificación: 1-10)</b>
<b>1</b>	40	8
<b>2</b>	50	9
<b>3</b>	60	7

**Tabla V.12 Posición sensores posteriores.**

<b>SENSORES POSTERIORES: S3 Y S5</b>		
<b>Nº</b>	<b>DISTANCIA AL CENTRO (cm)</b>	<b>RESULTADOS (Calificación: 1-10)</b>
<b>1</b>	40	8
<b>2</b>	50	9
<b>3</b>	60	7

Para la tabla V.11 Y V.12 la ubicación de los sensores se muestra en la figura 1.14.

### 5.4.3.- VERIFICACIÓN DEL VOLTAJE DE SEÑAL

Dado a que los sensores ocupados emiten una señal infrarroja, en cuyo caso el voltaje de señal puede ser afectado por la luminosidad del ambiente o el color del obstáculo. Fue necesario realizar las siguientes pruebas para comprobar fiabilidad de los datos que estos sensores emiten.

**Tabla V.13 Prueba luminosidad y color.**

<b>TIPO DE PRUEBA</b>	<b>VOLTAJE DE SEÑAL (a 50cm del obstáculo)</b>
<u>Luminosidad (obstáculo blanco)</u>	
Día	1,22
Tarde	1,22
Noche	1,22
<u>Color del obstáculo</u>	
Negro	0,98
Amarillo	1,2
Rojo	1,22
Blanco	1,22
Plateado	1,22
Tomate	1,18

Nota: En las pruebas realizadas la distancia al obstáculo fue la misma para todas.

### 5.5.- FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO

El funcionamiento del equipo se va a describir a continuación en pasos:

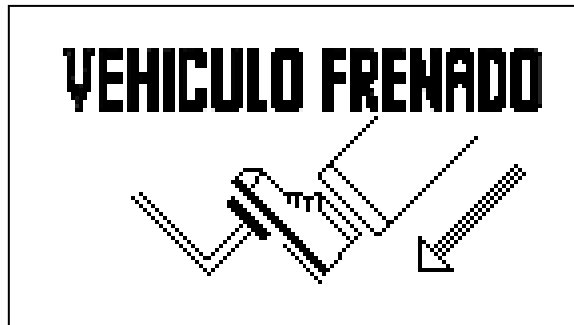
1. Para encender el sistema de ayuda de parqueo se tiene que pulsar el interruptor que se encuentra en el tablero de instrumentos, al alcance del conductor del vehículo.



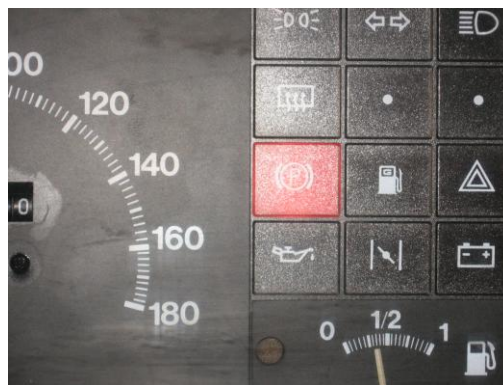
**Figura 5.12 Interruptor de encendido.**

2. Sensores colocados en los guarda choques delantero y posterior del vehículo, sensan la distancia de este con cualquier obstáculo, esta distancia se muestra en una pantalla LCD. El sistema toma como referencia sólo los sensores delanteros o sólo los sensores posteriores según la posición de la palanca de cambios, si está en retro sólo sensan los sensores posteriores y si está en primera sólo los sensores delanteros. Si el conductor no detiene el vehículo hasta una distancia de seguridad de 25cm del obstáculo, el sistema realiza las siguientes acciones:
  - Acciona el mecanismo de freno automático, frenando las llantas posteriores.
  - Muestra en la pantalla LCD el mensaje “FRENO ACTIVADO”, como señal de visualización que se tiene en la figura 5.13.

- Enciende la luz de freno de parqueo del tablero de instrumentos (figura 5.14).



**Figura 5.13** Mensaje de freno activado en la pantalla LCD.



**Figura 5.14** Luz de freno de parqueo encendido.

3. Para que el conductor tome el control del vehículo tiene que pisar el pedal del freno. Realizándose las siguientes acciones:
  - El freno automático se desactiva.
  - Se apaga la luz de freno de parqueo.
  - La pantalla LCD muestra el mensaje "FRENO DESACTIVADO".



**Figura 5.15** Mensaje de freno desactivado en el LCD.

4. El control electrónico del sistema espera que el conductor cambie la posición de la palanca de cambios para que sensen los sensores contrarios a la posición anterior y el sistema se reinicie.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES:

Luego de haber concluido con el desarrollo de la presente investigación, presentamos una serie de conclusiones, que se detallan a continuación:

- Se realizó el diseño, construcción e implementación del sistema de control de la distancia de seguridad en el estacionamiento por frenado automático en el vehículo Fiat Mille del año 95.
- El aumento del parque automotor lleva a que tengamos espacios reducidos de estacionamiento, el sistema realizado propone una alternativa de solución en base a la evolución tecnológica, para resolver los varios inconvenientes que se tiene al estacionar un vehículo, generando condiciones apropiadas para brindar asistencia de parqueo.
- El sistema de ayuda de parqueo consta de un mecanismo motor – tornillo sinfin – corona encargado de dar el giro y el torque suficiente para que éste empuje al seguidor y accione el cable del freno de emergencia.
- El control electrónico dirige el funcionamiento del mecanismo, así como, de los sensores, la pantalla LCD y el buzzer.
- El sistema de ayuda de parqueo permite al conductor estacionarse, brindándole información de la distancia que se encuentra a un obstáculo,

además el indicador sonoro que aumenta su frecuencia según se disminuye la distancia de sensado y en caso necesario el sistema automáticamente frena el vehículo hasta una distancia de seguridad.

- El microcontrolador ATmega 16, escogido para el desarrollo de éste sistema cumple eficientemente con la labor de detectar señales externas y generar señales destinadas a la activación de los elementos actuadores.
- El sistema de ayuda de parqueo, en todo momento da prioridad a las decisiones que tome el conductor del vehículo, de modo que se tenga el control todo el tiempo de la marcha del mismo.
- Las pruebas de funcionamiento del mecanismo comprueban los cálculos realizados para escoger los materiales y dimensiones del sistema, además, la construcción y el ensamblaje de los elementos de manera correcta permitieron que el dispositivo funcione normalmente sin sufrir algún tipo de desperfecto o inconveniente durante el transcurso de las mismas.
- El valor promedio de accionamiento del mecanismo de freno automático es de 0.978 segundos, implicando que se encuentre en un número medio dentro del rango de tiempo de reacción mostrado por la SAE, el cual varía de 0.3 a 1.7 segundos, siendo este un resultado muy aceptable para el desarrollo del proyecto.
- Los resultados de las pruebas electrónicas, de programación y mecánicas realizadas muestran resultados favorables, en factores como: funcionalidad, utilidad, confort y seguridad para el conductor del vehículo

- Por las características propias de los sensores infrarrojos SHARP GP2Y0A02YK ocupados, la medición de la distancia se ejecutan en forma lineal, de tal modo que si un objeto no se encuentra perpendicular al sensor, éste no es detectado.
- La eficiencia del sistema se podría mejorar a través de la investigación de nuevas formas de sensado y de control del sistema de frenos.



## **RECOMENDACIONES:**

- El sistema diseñado en la presente tesis es recomendable para un vehículo FIAT Mille del año 1995, pero puede ser ocupado por cualquier vehículo siempre y cuando tenga el espacio suficiente para poder colocar el mecanismo, y que además no comprometa a otros sistemas ya establecidos en el vehículo.
- Si se requiere aumentar el área de detección, se tendría que incrementar el número de sensores distribuidos en los guarda choques, de modo que cubran una mayor área de sensado.
- Este sistema específicamente puede ser usado por vehículos que pasan la mayor parte de su vida en las ciudades densamente pobladas debido a su gran beneficio al momento de estacionarse, sin embargo cabe recalcar que para vehículos fuera de ciudad no tendría mucho sentido la inversión del sistema.
- La alimentación del módulo de control debe realizarse directamente de la batería, debido a que el LCD, y los sensores tienen consumo alto de corriente, por lo que no es conveniente empalmar a cables que lleven corriente a otros aparatos electrónicos del vehículo, porque puede provocar fallos en otros dispositivos del automóvil.

## BIBLIOGRAFÍA

CEAC, Manual Del Automóvil, edición MMVI, editorial Cultural S.A., Madrid España.

BARREIROS, Antonio. Fundamentos de Robótica, Madrid: Concepción Fernández Madrid, 1997, p. 26 -29, 37.

GROOVER, Mikell. Robótica Industrial, Tecnología, programación y aplicaciones, México: McGRAW.HILL, 1994, p. 72 – 75.

BATURONE, Anibal. Robótica, Manipuladores y robots móviles, Barcelona: Alfaomega, 2007, p. 5, 178.

TORRES, F.; POMARES, J.; GIL, P.; PUENTE, S. T., y ARACIL, R. Robots y Sistemas Sensoriales, Madrid: Pearson Educación, 2002, p. 170 – 181.

BARRIETOS, A.; PEÑIN, L.; BALAGUER, C.; ARACIL, R. España: McGRAWHILL, 2007, p. 151 – 156

MADRIGAL, R., y IDIARTE, E. Robots Industriales Manipuladores, Cataluña: Alfaomega, 2004, p. 6 – 22.

MOTT, Robert. Diseño de Elementos de Máquinas, México: Hispanoamericana, 1992, p. 282 – 514.

MARKS, Manual del Ingeniero Mecánico, México: Mc Graw Hill, 1995, p. (11) 16 - 20.

Sensor Medidor de Distancia Larga. GP2Y0D02YK Data Sheet. SHARP.  
[www.sharp-world.com](http://www.sharp-world.com)

ATMEGA16. Data Sheet. Revisión 2466P 2007. Atmel.  
[www.atmel.com](http://www.atmel.com)

PROTEUS VSM. Ingeniería Eléctrica Electrónica, S.A.

[www.ieeproteus.com](http://www.ieeproteus.com)

BASCOM-AVR. MCS Electronics

[www.mcselec.com](http://www.mcselec.com)

Display LCD: KS 108 Data Sheet. Winstar Display Co., LTD.

[www.winstar.com.tw](http://www.winstar.com.tw)

RELAY. SRD – S – 105D Data Sheet. SANYOU

[www.sanyou.com](http://www.sanyou.com)

AVR042: AVR Hardware Design Considerations. Atmel. 2006.

<http://www.atmel.com/dyn/resources/prod-documents/doc2521.pdf>

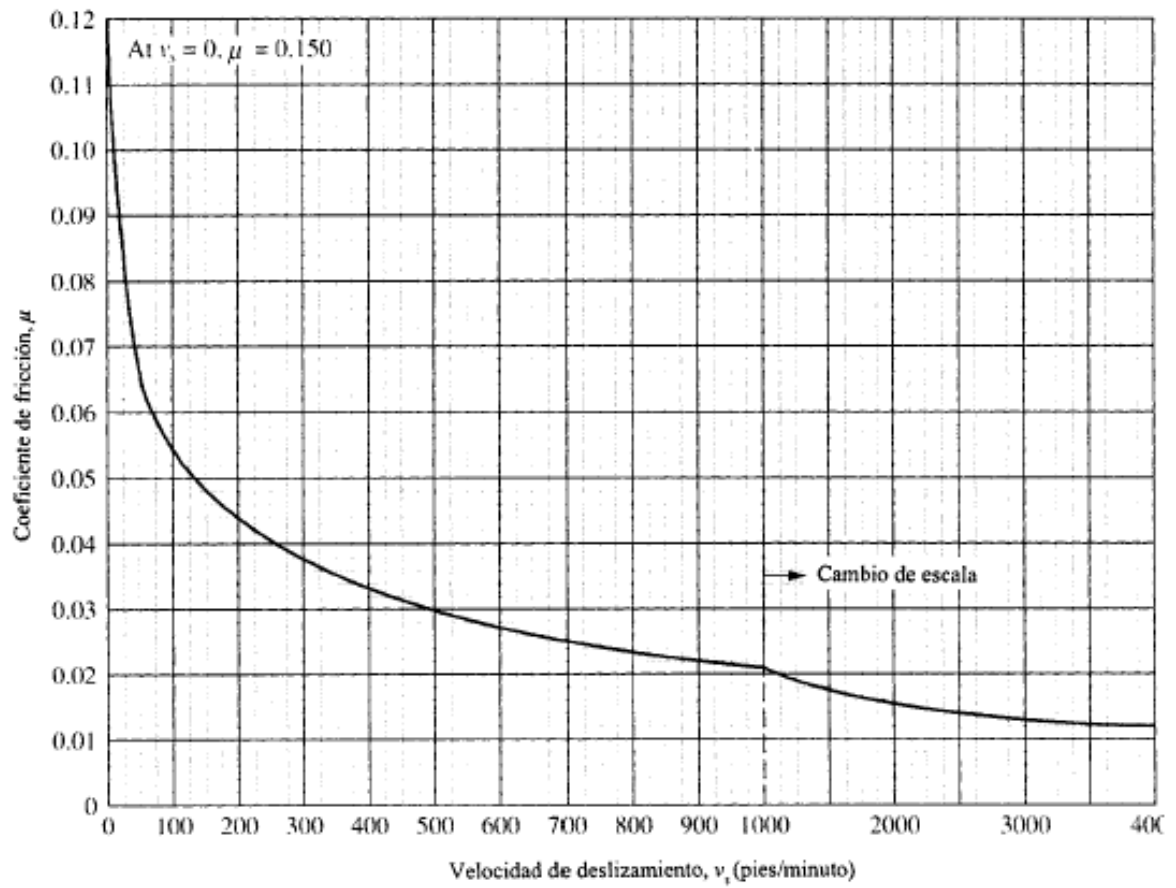
AVR040: EMC design considerations. Atmel. 2006.

<http://www.atmel.org/dyn/resources/prod-documents/doc1619.pdf>

# **ANEXOS**

## ANEXO A

### COEFICIENTE DE FRICCIÓN CONTRA VELOCIDAD DE DESLIZAMIENTO PARA GUSANO DE ACERO.



## ANEXO B

### FACTOR DE FORMA DE LEWIS APROXIMADO PARA DIENTES DE MECANISMO DE TORNILLO SINFIN

$\Phi_n$	Y
$14\frac{1}{2}^\circ$	0.100
$20^\circ$	0.125
$25^\circ$	0.150
$30^\circ$	0.175

## ANEXO C

### PROPIEDADES TÍPICAS DE PLÁSTICOS SELECCIONADOS.

Material	Tipo	Resistencia a la tracción		Módulo de tracción		Resistencia a la flexión		Módulo de flexión		Resistencia al impacto IZOD (pies-lb/pulg de la muesca)
		Ksi	MPa	Ksi	MPa	Ksi	MPa	Ksi	MPa	
Nylon	6/6	12.0	83	420	2900	-	-	410	2830	1.0
	11	8.5	59	180	1240	-	-		1030	3.3
ABS	Grado de impacto medio	6.0	41	360	2480	11.5	79	310	2140	4.0
	Alto impacto	5.0	34	250	1720	8.0	55	260	1790	7.0
Policarbonato	Para uso general	9.0	62	340	2340	11.0	76	300	2070	12.0
Acrílico	Estándar	10.5	72	430	2960	16.0	110	460	3170	0.4
	Alto impacto	5.4	37	220	1520	7.0	48	230	1590	1.2
PVC	Rígida	6.0	41	350	2410	-	-	300	2070	0.4-20.0 (varia en forma considerable)
Polimida	Relleno de polvo de grafito al 25%	5.7	39	-	-	12.8	88	900	6210	0.25
	Fibra de vidrio	27.0	186	-	-	50.0	345	3250	2240	17.0
	Laminado	50.0	345	-	-	70.0	483	4000	2758	13.0
Acetal	Copolímero	8.0	55	410	2830	13.0	90	375	2590	1.3
Poliuretano	Elastómero	5.0	34	100	690	0.6	4	-	-	Irrompible
Fenólico	General	6.5	45	1100	7580	9.0	62	1100	7580	0.3
Poliéster con refuerzo de entramado de fibra de vidrio (aproximadamente 30% de vidrio por peso)										
	Capas sucesivas, moldeado por contacto	9.0	62	-	-	16.0	110	800	5520	-
	Moldeado en frío con prensa	12.0	83	-	-	22.0	152	1300	8960	-
	Moldeado por compresión	25.0	172	-	-	10.0	69	1300	8960	-

## ANEXO D

### PROPIEDADES DE LOS ACEROS AL CARBÓN Y CON ALEACIONES

Número de designación del material (número AISI)	Condición	Resistencia a la tracción		Resistencia a punto cedente		Ductibilidad (elongación porcentual en 2 plg)	Dureza Brinell (HB)
		Ksi	MPa	Ksi	MPa		
		1020	Rolado en caliente	55	379		
1020	Extruido en frío	61	420	51	352	15	122
1020	Recocido	60	414	43	296	38	121
1040	Rolado en caliente	72	496	42	290	18	144
1040	Extruido en frío	80	552	71	490	12	160
1040	OQT 1300	88	607	61	421	33	183
1040	OQT 400	113	779	87	600	19	262
1050	Rolado en caliente	90	620	49	338	15	180
1050	Extruido en frío	100	690	84	579	10	200
1050	OQT 1300	96	662	61	421	30	192
1050	OQT 400	143	986	110	758	10	321
1117	Rolado en caliente	62	427	34	234	33	124
1117	Extruido en frío	69	476	51	352	20	138
1117	WQT 350	89	614	50	345	22	178
1137	Rolado en Caliente	88	607	48	331	15	176
1137	Extruido en frío	98	676	82	565	10	196
1137	OQT 1300	87	600	60	414	28	174
1137	OQT 400	157	1083	136	938	5	352
1144	Rolado en caliente	94	648	51	352	15	188
1144	Extruido en frío	100	690	90	621	10	200
1144	OQT 1300	96	662	68	469	25	200
1144	OQT 400	127	876	91	627	16	277
1213	Rolado en caliente	55	379	33	228	25	110
1213	Extruido en frío	75	517	58	340	10	150
12L13	Rolado en caliente	57	393	34	234	22	114
12L13	Extruido en frío	70	483	60	414	10	140
1340	Recocido	102	703	63	434	26	207
1340	OQT 400	285	1960	234	1610	8	578
1340	OQT 700	221	1520	197	1360	10	444
1340	OQT 1000	144	993	132	910	17	363
1340	OQT 1300	100	690	75	517	25	235
3140	Recocido	95	655	67	462	25	187
3140	OQT 400	280	1930	248	1710	11	555
3140	OQT 700	220	1520	200	1380	13	461
3140	OQT 1000	152	1050	133	920	17	311
3140	OQT 1300	115	792	94	648	23	233
4130	Recocido	81	558	52	359	28	156
4130	OQT 400	234	1610	197	1360	12	461
4130	OQT 700	208	1430	180	1240	13	415
4130	OQT 1000	143	986	132	910	16	302
4130	OQT 1300	98	676	89	614	28	202
4140	Recocido	95	655	60	414	26	197
4140	OQT 400	290	2000	251	1730	11	578
4140	OQT 700	231	1590	212	1460	13	461
4140	OQT 1000	168	1160	152	1050	17	341
4140	OQT 1300	117	807	100	690	23	235



## ANEXO E

### TAMAÑO DE LA CUÑA CONTRA TAMAÑO DE FLECHA

Diámetro nominal de la flecha		Espesor	Tamaño nominal de la cuña	
Más de	Hasta (incluso)		Altura, H	
			Cuadrada	Rectangular
5/16	7/16	3/32	3/32	
7/16	9/16	1/8	1/8	3/32
9/16	7/8	3/16	3/16	1/8
7/8	11/4	¼	1/4	3/16
11/4	13/8	5/16	5/16	1/4
13/8	13/4	3/8	3/8	1/4
13/4	21/4	½	1/2	3/8
21/4	23/4	5/8	5/8	5/16
23/4	31/4	¾	3/4	1/2
31/4	33/4	7/8	7/8	5/8
33/4	41/2	1	1	3/4
41/2	51/2	11/4	11/4	7/8
51/2	61/2	11/2	11/2	1
61/2	71/2	13/4	11/4	11/2
71/2	9	2	2	11/2
9	11	11/2	21/2	13/4
11	13	3	3	2
13	15	31/2	31/2	21/2
15	18	4		3
28	22	5		31/2
22	26	6		4
26	30	7		5

Nota: se recomiendan los valores que no aparecen en las áreas sombreadas. Las dimensiones están en pulgadas.

Fuente: ANSI Standard B17.1.1967, Keys and Keyseats (American Society of Mechanical engineers, Nueva Cork).

## ANEXO F

### FACTORES RADIALES Y DE EMPUJE PARA COJINETES DE HILERA ÚNICA, RANURA PROFUNDA.

e	T/Co	Y	E	T/Co	Y
0.19	0.014	2.30	0.34	0.170	1.31
0.22	0.028	1.99	0.38	0.280	1.15
0.26	0.056	1.71	0.42	0.420	1.04
0.28	0.084	1.55	0.44	0.560	1.00
0.30	0.110	1.45			

Nota: X = 0.56 para todos los valores de Y.

## ANEXO G

### VIDA ÚTIL DE DISEÑO RECOMENDADA PARA COJINETES

USO	VIDA ÚTIL DE DISEÑO
	L <sub>10</sub> , h
Aparatos domésticos	1000 – 2000
Motores para aviones	1000 – 4000
Automotriz	1500 – 5000
Equipo agrícola	3000 – 6000
Elevadores, ventiladores industriales, engranes de uso múltiple	8000 – 15000
Motores eléctricos, ventiladores industriales con tolva,	
Máquinas industriales en general	20000 – 30000
Bombas y compresoras	40000 – 60000
Equipo crítico en operación continua las 24 horas	100000 - 200000

Fuente: Eugene A. Avallone y Theodore Baumeister III, eds. Marks`Standard Handbook for Mechanical Engineers, 9ª edición, Nueva York: McGraw – Hill Book Company, 1985.

## ANEXO H

### HOJA DE DATOS DEL SENSOR INFRARROJO MARCA SHARP GP2Y0A02YK

**SHARP**

GP2Y0A02YK

# GP2Y0A02YK

## Long Distance Measuring Sensor

### ■ Features

1. Less influence on the colors of reflected objects and their reflectivity, due to optical triangle measuring method
2. Distance output type  
(Detection range:20 to 150cm)
3. An external control circuit is not necessary  
Output can be connected directly to a microcomputer

### ■ Applications

1. For detection of human body and various types of objects in home appliances, OA equipment, etc

### ■ Absolute Maximum Ratings (T<sub>a</sub>=25°C)

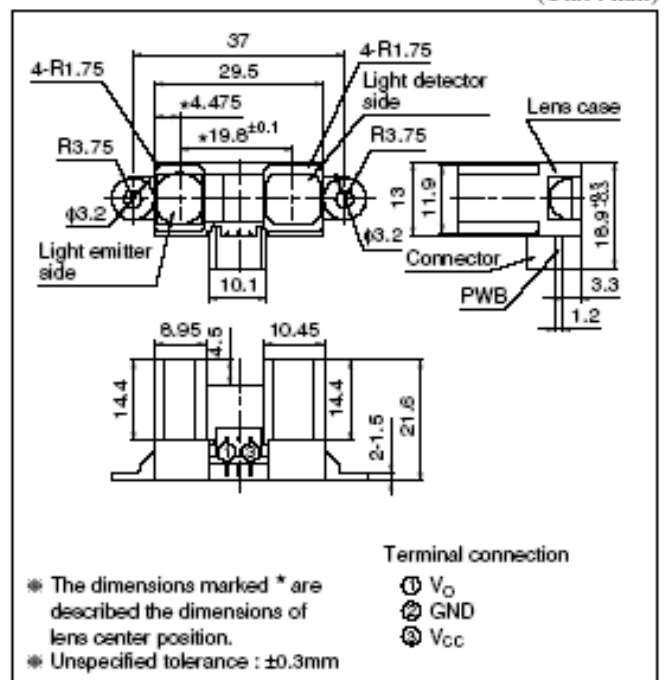
Parameter	Symbol	Rating	Unit
Supply voltage	V <sub>CC</sub>	-0.3 to +7	V
*1 Output terminal voltage	V <sub>O</sub>	-0.3 to V <sub>CC</sub> +0.3	V
Operating temperature	T <sub>opr</sub>	-10 to +60	°C
Storage temperature	T <sub>stg</sub>	-40 to +70	°C

\*1 Open collector output

### ■ Recommended Operating Conditions

Parameter	Symbol	Rating	Unit
Operating Supply voltage	V <sub>CC</sub>	4.5 to 5.5	V

### ■ Outline Dimensions (Unit : mm)

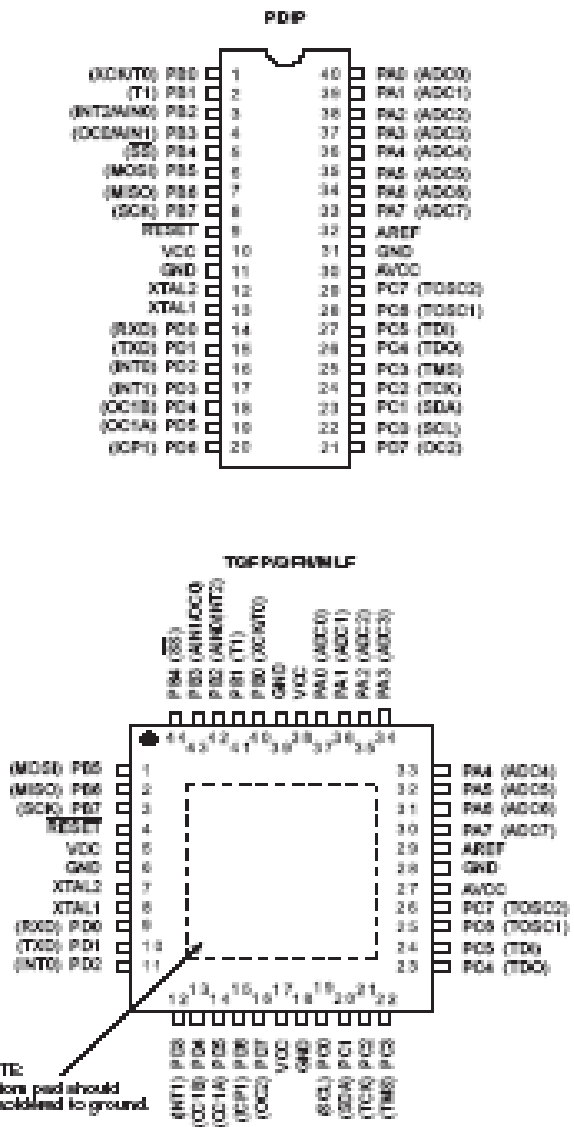


# ANEXO I

## HOJA DE DATOS DEL MICROCONTROLADOR ATMEGA16 DE ATMEL

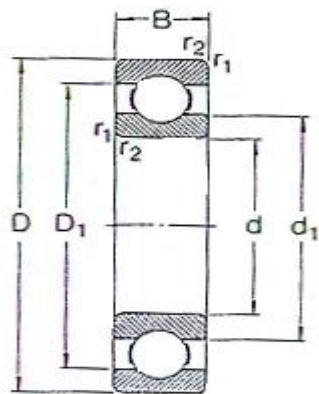
Pin  
Configurations

Figure 1. Pinout ATmega16

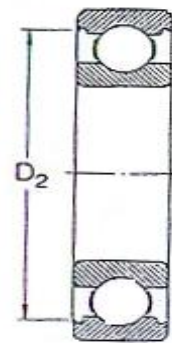


## ANEXO J

### RODAMIENTOS RÍGIDOS DE UNA HILERA DE BOLAS, SFK D=8mm.



Sin ranuras en el  
aro exterior

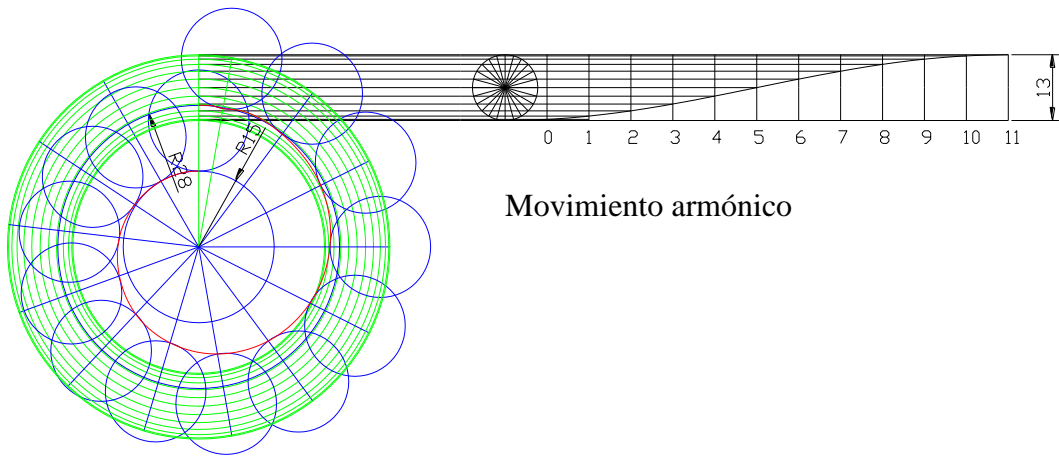


Con ranuras en el  
aro exterior

Dimensiones principales			Capacidad de carga		Carga límite de fatiga	Velocidad nominal	Masa	Designación	
d	D	B	dinám. C	estát. C <sub>o</sub>	P <sub>U</sub>	Lubricación Con			
mm.			N		N	r/min.	Kg	-	
<b>8</b>	16	4	1330	570	24	40000	48000	0,0030	618/8
	22	7	3250	1370	57	36000	43000	0,012	608

# ANEXO K

## DISEÑO DE LEVA



# ANEXO L

## PLANOS

### Componentes del mecanismo

1	Chaveta leva	DIN 6885	AISI 1020	19
1	Leva		AISI 1040	18
1	Motor DC			17
1	Eje leva		AISI 1040	16
1	Chaveta buje	DIN 6885	AISI 1020	15
1	Buje		AISI 1040	14
1	Tornillo sin fin		AISI 1340	13
1	Corona		Polimida	12
1	Tapa 3		Aluminio	11
1	Tapa 2		Aluminio	10
3	Rodamiento	UNE 18037		9
1	Tapa 1		Aluminio	8
1	Eje seguidor		AISI 1040	7
1	Carcaza mecanismo		Aluminio	6
4	Perno	M6 x 60 DIN 931		5
4	Arandela	6,4 UNE 17066		4
2	Arandela de retención	DIN A 7 705		3
2	Elemento jalador		St-37	2
1	Guía		St-37	1
No. de pieza.	Denominación	No. de Norma/Dibujo	Materia	No. de orden



<b>I.- CAPÍTULO .....</b>	<b>- 20 -</b>
<b>DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA .....</b>	<b>- 20 -</b>
1.1.- IDENTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD .....	- 20 -
1.2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	- 24 -
1.3.- POSIBLES SOLUCIONES .....	- 24 -
1.3.2.- SISTEMA DE CÁMARA .....	- 24 -
1.3.3.- SISTEMA DE SEÑAL VISIBLE Y/O SEÑAL AUDIBLE .....	- 25 -
1.3.4.- SISTEMA DE PARQUEO DE LASER DUAL .....	- 26 -
1.3.5.- SISTEMA DE PARQUEO A CONTROL REMOTO DE BMW.....	- 27 -
1.3.6.- AYUDA DE PARQUEO INTELIGENTE.....	- 29 -
1.4.- SOLUCIÓN PLANTEADA (FRENO AUTOMÁTICO).....	- 30 -
1.5.- CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA.....	- 31 -
<b>II.- CAPITULO .....</b>	<b>- 34 -</b>
<b>ELEMENTOS Y COMPONENTES ELECTRÓNICOS .....</b>	<b>- 34 -</b>
2.1.- SENSORES DE POSICIÓN (RECORRIDO) .....	- 34 -
2.1.1.- ULTRASÓNICOS .....	- 35 -
2.1.1.1.- Estructura:.....	- 36 -
2.1.1.2.- Funcionamiento .....	- 37 -
2.1.2.- ELECTROMAGNÉTICOS (RADAR) .....	- 39 -
2.1.2.1.- Estructura.....	- 40 -
2.1.2.2.- Funcionamiento .....	- 41 -
2.1.3.- INFRARROJOS.....	- 42 -
2.1.3.1.- Funcionamiento .....	- 42 -
2.1.3.2.- Sensores Sharp.....	- 45 -
2.1.3.2.1.- la familia GP2DXX .....	- 45 -
2.1.3.2.2.- sharp GP2Y0A02YK.....	- 47 -
2.2.- UNIDAD DE CONTROL .....	- 52 -
2.2.1.- CARACTERÍSTICAS .....	- 52 -
2.2.2.- ESTRUCTURA .....	- 53 -
2.2.2.1.- El procesador o CPU.....	- 53 -
2.2.2.2.- Memoria de programa .....	- 54 -
2.2.2.3.- Memoria de datos.....	- 55 -
2.2.2.4.- Líneas de E/S .....	- 55 -
2.2.2.5.- Recursos auxiliares .....	- 55 -
2.2.3.- Microcontroladores de la Familia ATMEL.....	- 56 -
2.2.3.1.- Microcontroladores AVR.....	- 57 -
2.2.- ACTUADORES .....	- 59 -
2.3.1.- ACTUADORES ELECTRICOS .....	- 60 -
2.3.1.1.- Motores eléctricos.....	- 60 -
2.3.1.1.1.- Motores de corriente continua .....	- 60 -
2.3.1.1.2.- Motores de corriente alterna .....	- 61 -
2.3.1.1.3.- Motores paso a paso .....	- 63 -
• CONSTITUCIÓN DE UN MOTOR DE PASO A PASO .....	- 63 -
• CLASIFICACIÓN DE LOS MOTORES PASO A PASO: .....	- 64 -
• PARÁMETROS DE LOS MOTORES PASO A PASO .....	- 66 -
2.3.2.- ACTUADORES ELECTROMAGNÉTICOS.....	- 67 -
2.3.2.1.- Principio de funcionamiento .....	- 67 -
2.4.- INDICADORES .....	- 69 -
2.4.1.- INDICADORES VISUALES:.....	- 69 -
2.4.1.1.- Diodo LED.....	- 69 -
2.4.1.1.1.- barra de LED's.....	- 70 -
2.4.1.1.2.- display de siete segmentos.....	- 70 -
2.4.1.1.- Display de cristal líquido (LCD).....	- 72 -
2.4.1.2.1.- funcionamiento del display.....	- 73 -
2.4.1.2.2.- alimentación y control de contraste .....	- 75 -
2.4.1.2.3.- caracteres.....	- 76 -
2.4.1.2.4.- memoria del display .....	- 77 -
2.4.1.2.5.- señales de control y registros internos .....	- 77 -

• <i>Registros internos:</i> .....	- 78 -
2.4.3.- <i>INDICADORES AUDIBLES</i> .....	- 79 -
2.4.3.1.- <i>Características</i> .....	- 80 -
2.4.3.2.- <i>Tipos de indicadores audibles</i> .....	- 83 -
<b>III.- CAPITULO</b> .....	<b>- 85 -</b>
3.1.- <i>MICROCONTROLADOR Y SISTEMA</i> .....	- 86 -
3.1.1.- <i>SELECCIÓN DEL MICROCONTRALADOR PARA LA PLICACIÓN</i> .....	- 87 -
3.1.2.- <i>MICROCONTROLADOR ATMEGA 16</i> .....	- 87 -
3.1.2.1.- <i>Periféricos generales</i> .....	- 89 -
3.1.2.2.- <i>COSTOS</i> .....	- 90 -
3.1.2.3.- <i>REQUISITOS</i> .....	- 91 -
3.2.- <i>DISEÑO DEL HARDWARE</i> .....	- 94 -
3.2.1.- <i>DEFINICIÓN DE LAS SEÑALES DE ENTRADA, SALIDA DEL CIRCUITO</i> .....	- 94 -
3.2.2.- <i>SELECCIÓN DE ELEMENTOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS</i> .....	- 96 -
3.2.2.1.- <i>Adaptación / Acondicionamiento Eléctrico de Señales</i> .....	- 96 -
3.2.3.- <i>REGULACIÓN DE VOLTAJE</i> .....	- 96 -
3.2.4.- <i>CIRCUITO DE CONTRÓL DE POTENCIA</i> .....	- 97 -
3.2.4.- <i>CIRCUITO DE CONTRÓL DE SENSORES</i> .....	- 98 -
3.2.6.- <i>SELECCIÓN DE PROTECCIÓN DEL CIRCUITO</i> .....	- 99 -
3.2.7.- <i>SELECCIÓN DE LOS MÓDULOS DEL MICROCONTROLADOR A UTILIZAR Y PINES</i> .	- 100 -
3.2.8.- <i>SELECCIÓN DE COMPONENTES</i> .....	- 105 -
3.2.9.- <i>DISEÑO DE LA PLACA DE CIRCUITO IMPRESO</i> .....	- 106 -
3.3.- <i>DISEÑO DEL SOFTWARE</i> .....	- 109 -
3.3.1.- <i>PROGRAMACIÓN</i> .....	- 109 -
3.3.2.- <i>DISEÑO DEL PROGRAMA Y ESCRITURA DEL CÓDIGO FUENTE EN COMPILADOR</i> .	- 109 -
3.4.- <i>MONTAJE Y ENSAMBLADO:</i> .....	- 120 -
<b>IV.- CAPITULO</b> .....	<b>- 122 -</b>
4.1.- <i>FRENOS</i> .....	- 122 -
4.1.1.- <i>DISTANCIA DE DETENCIÓN</i> .....	- 122 -
4.1.1.1    .- <i>Tiempo de reacción</i> .....	- 123 -
4.2.- <i>LEVAS</i> .....	- 124 -
4.2.1.- <i>CLASIFICACIÓN DE LAS LEVAS Y SEGUIDORES</i> .....	- 124 -
4.2.3.- <i>DINÁMICA DE LA LEVA</i> .....	- 126 -
4.3.- <i>MECANISMO DE TORNILLO SINFIN Y ENGRANE:</i> .....	- 128 -
4.4.- <i>RODAMIENTOS</i> .....	- 131 -
4.4.1.- <i>RODAMIENTOS RADIALES</i> .....	- 131 -
4.4.2.- <i>RODAMIENTOS RÍGIDOS A BOLAS</i> .....	- 131 -
4.4.3.- <i>RODAMIENTOS DE UNA HILERA DE BOLAS CON CONTACTO ANGULAR</i> .....	- 132 -
4.4.4.- <i>RODAMIENTOS DE AGUJAS</i> .....	- 132 -
4.4.5.- <i>RODAMIENTOS DE RODILLOS CÓNICOS</i> .....	- 132 -
4.4.6.- <i>RODAMIENTOS DE RODILLOS CILÍNDRICOS DE EMPUJE</i> .....	- 133 -
4.4.7.- <i>RODAMIENTOS AXIALES DE RODILLOS A RÓTULA</i> .....	- 133 -
4.4.8.- <i>RODAMIENTOS DE RODILLOS CILÍNDRICOS</i> .....	- 134 -
4.4.10 <i>RODAMIENTOS DE RODILLOS A RÓTULA</i> .....	- 134 -
4.4.11 <i>RODAMIENTOS AXIALES DE BOLAS DE SIMPLE EFECTO</i> .....	- 134 -
4.4.12 <i>RODAMIENTOS DE AGUJA DE EMPUJE</i> .....	- 135 -
4.5.- <i>DISEÑO DEL MECANISMO</i> .....	- 136 -
4.5.1.- <i>PARÁMETROS</i> .....	- 136 -
4.5.2.- <i>DIMENCIONAMIENTO DE COMPONENTES</i> .....	- 137 -
4.5.2.1.- <i>Diseño de ejes, chavetas y rodamientos</i> .....	- 137 -
4.7.- <i>FABRICACIÓN DE PIEZAS</i> .....	- 151 -
4.8.- <i>MODIFICACIONES FINALES Y AJUSTES</i> .....	- 152 -
4.2.6.- <i>Montaje de elementos</i> .....	- 155 -
4.2.7.- <i>Implementación del equipo en el vehículo</i> .....	- 160 -

<b>CAPITULO V .....</b>	<b>- 164 -</b>
<b>PRUEBAS Y FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO .....</b>	<b>- 164 -</b>
5.1.- PRUEBAS MECÁNICAS .....	- 164 -
5.1.1.- FUERZA DEL MECANISMO .....	- 164 -
5.1.2.- TIEMPO DE ACCIONAMIENTO DEL MECANISMO .....	- 165 -
5.2.- PRUEBAS ELECTRÓNICAS .....	- 165 -
5.2.1.- FUNCIONAMIENTO DEL CIRCUITO IMPRESO .....	- 166 -
5.2.2.- TOMA DE VOLTAJE DE SEÑAL DE LOS SENSORES INFRARROJOS.....	- 166 -
5.2.2.- VERIFICACIÓN DEL CABLEADO.....	- 168 -
5.2.3.- COMPROBACIÓN DE LAS SEÑALES DE ENTRADA Y DE SALIDA .....	- 169 -
5.3.- PRUEBAS DEL PROGRAMA .....	- 170 -
5.4.- PRUEBAS DE CAMPO .....	- 170 -
5.4.1.- FUERZA DE FRENADO .....	- 170 -
5.4.2.- UBICACIÓN DE LOS SENSORES EN LOS GUARDA CHOQUES DELANTERO Y POSTERIOR DEL VEHÍCULO.....	- 171 -
5.4.2.1.- Altura .....	- 171 -
5.4.2.1.1.- prueba 1 .....	- 172 -
5.4.2.1.2.- prueba 2.....	- 173 -
5.4.2.1.3.- prueba 3.....	- 174 -
5.4.2.1.4.- prueba 4.....	- 175 -
5.4.2.1.5.- prueba 5.....	- 176 -
5.4.2.2.- Posición.....	- 177 -
5.4.3.- VERIFICACIÓN DEL VOLTAJE DE SEÑAL.....	- 178 -
5.5.- FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO .....	- 178 -
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>- 182 -</b>
CONCLUSIONES: .....	- 182 -
RECOMENDACIONES:.....	- 185 -
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>- 186 -</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>- 188 -</b>

