



**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
SEDE - LATACUNGA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRÍZ**

**PROYECTO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**“DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE UN  
SISTEMA DE CONTROL DE ALINEACIÓN AL PASO  
PARA VEHÍCULOS LIVIANOS”**

**DIEGO BOLÍVAR SEGOVIA ALBARRACÍN**

**LATACUNGA – ECUADOR**

**2007**

# CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente proyecto **“DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE ALINEACIÓN AL PASO PARA VEHÍCULOS LIVIANOS”** fue realizado en su totalidad por el señor Diego B. Segovia A. bajo nuestra guía y dirección.

---

Ing. Guido Torres  
Director de Tesis

---

Ing. Germán Erazo  
Codirector de Tesis

# **AGRADECIMIENTO**

**Al cumplir una de mis metas más anheladas quiero expresar el más sincero agradecimiento a DIOS, a mis queridos Padres y hermanas, a toda mi familia, a mis profesores, quienes dejaron impregnado en mí, todas sus enseñanzas y conocimientos, además a todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron para que este proyecto sea una realidad.**

**De manera especial a los Ingenieros Guido Torres y Germán Erazo, Director y Codirector de tesis respectivamente, quienes en todo momento demostraron paciencia y dedicación a este tema.**

**DIEGO S.**

# **DEDICATORIA**

**Con aprecio, cariño y gratitud dedico este proyecto a quienes durante todos estos años vida y carrera universitaria han sido mi sostén, mi fortaleza, a mis Padres, hermanas, y enamorada.**

**De manera muy especial a Paulina, más que una hermana la considero mi segunda madre, gracias por toda la ayuda brindada, por ser quien junto a mis queridos Padres luchó día a día para que yo cumpla, éste mi sueño tan añorado, no hay palabras tales que cubran todo lo realizado, tan solo el compromiso de nunca defraudarlos, de hacer que de hoy en adelante tengamos días mejores.**

**Simplemente me queda decirles, gracias por estar ahí cuando más los necesité.**

**DIEGO S.**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN.....	II
Índice de contenidos.....	V
CAPÍTULO I : DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE ALINEACIÓN AL PASO PARA VEHÍCULOS LIVIANOS.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Justificación e importancia del problema a resolver.....	1
1.3. Objetivo general del proyecto.....	2
1.4. Objetivos específicos del proyecto.....	2
1.5. Metas del proyecto.....	3
CAPÍTULO II: TEORÍA DE FUNCIONAMIENTO ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y MECÁNICA.....	4
2.1. Resistencias.....	4
2.1.1. Teoría de funcionamiento.....	4
2.1.2. Variación de las resistencias con la temperatura.....	5
2.1.3. Clasificación de las resistencias.....	5
2.1.3.1. Fijas.....	6
2.1.3.2. Variables.....	7
2.1.3.3. No lineales.....	7
2.1.4. Código de colores.....	8
2.2. Foto – resistencias.....	9
2.2.1. Teoría de funcionamiento.....	9
2.3. Láser.....	10
2.3.1. Principio de funcionamiento.....	10
2.4. Capacitares.....	11
2.4.1. Principio de funcionamiento.....	11
2.4.1.2. Capacitares de tantalio.....	12
2.5. Microcontroladores.....	12
2.5.1. Principio de funcionamiento.....	12
2.5.2. Arquitectura interna.....	13
2.5.2.1. El procesador.....	14

2.5.2.2. Memoria de programa.....	16
2.5.2.3. Memoria de datos.....	18
2.5.2.4. Líneas de E/S para los controladores de periféricos.....	19
2.5.2.5. Recursos auxiliares.....	19
2.5.3. Aplicación de los microcontroladores en el automóvil.....	20
2.6. Geometría de la dirección.....	20
2.6.1. Introducción.....	20
2.6.2. Funcionamiento de la dirección.....	21
2.6.3. Ángulo de inclinación.....	24
CAPÍTULO III : DISEÑO Y SELECCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE ALINEACIÓN AL PASO.....	25
3.1. Características Del sistema.....	25
3.2. Diseño mecánico.....	26
3.2.1. Determinación de fuerzas de operación.....	26
3.3. Diseño eléctrico – electrónico.....	51
3.3.1. Parámetros y señales considerados para la construcción del sistema de control electrónico.....	51
3.3.2. Tipos de comunicación y sus señales de operación.....	53
3.3.2.1. Selección del tipo de comunicación.....	53
3.3.2.2. Funcionamiento de la comunicación serial asincrónica.	55
3.3.2.3. Señales de operación bajo la norma RS – 232.....	56
3.3.2.4. Teoría de funcionamiento del circuito MAX 232.....	57
3.3.3. Selección de elementos eléctricos y electrónicos.....	58
3.3.3.1. Selección del tipo de foto resistencias a utilizar.....	58
3.3.3.2. Selección del láser para la aplicación.....	59
3.3.3.3. Selección del capacitor adecuado para el sistema.....	60
3.3.3.4. Selección del microcontrolador para la aplicación.....	60
3.3.3.4.1. Tipo de microcontrolador a utilizarse.....	63
3.3.3.4.2. Diagrama de pines del ATMEGA 8.....	64
3.3.3.5. Selección de la fuente de alimentación.....	64
3.3.3.6. Selección del tipo de cable y puertos para la Transmisión de datos.....	65

CAPÍTULO IV: CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE ALINEACIÓN AL PASO.....	66
4.1. Construcción de la estructura.....	66
4.2. Dimensionamiento.....	77
4.3. Construcción del circuito eléctrico – electrónico.....	79
4.4. Diseño y construcción del software.....	83
4.4.1. Elaboración del programa de control del microcontrolador.....	84
4.4.2. Diagrama de flujo para el diseño del programa.....	85
4.4.3. Elaboración del programa en visual Basic.....	88
4.4.4. Diagrama de flujo del programa en visual Basic.....	90
4.4.5. Diseño y construcción del circuito electrónico impreso.....	92
4.4.5.1. Diagrama del circuito electrónico.....	93
4.5. Factibilidad económica.....	94
CAPITULO V: INSTALACIÓN DEL SOFTWARE Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL.....	95
5.1. Instalación del software.....	95
5.2. Procedimiento correcto para las pruebas.....	96
5.3. Pruebas de funcionamiento del sistema de control.....	101
5.3.1. Pruebas camioneta Chevrolet Luv 2.2.....	102
5.3.1.1. Pruebas visuales y de manejo.....	103
5.3.1.2. Datos finales de la prueba.....	103
5.3.1.3. Análisis de los datos obtenidos.....	103
5.3.2. Pruebas Peugeot 505.....	104
5.3.2.1. Pruebas visuales y de manejo.....	105
5.3.2.2. Datos finales de la prueba.....	105
5.3.2.3. Análisis de los datos obtenidos.....	105
5.3.3. Pruebas Chevrolet corsa evolution 1.4.....	106
5.3.3.1. Pruebas visuales y de manejo.....	107
5.3.3.2. Datos finales de la prueba.....	107
5.3.3.3. Análisis de los datos obtenidos.....	107
5.3.4. Pruebas Chevrolet Optra plomo 1.8.....	108
5.3.4.1. Pruebas visuales y de manejo.....	109

5.3.4.2. Datos finales de la prueba.....	109
5.3.4.3. Análisis de los datos obtenidos.....	109
5.3.5. Pruebas Chevrolet Optra rojo 1.8.....	110
5.3.5.1. Pruebas visuales y de manejo.....	111
5.3.5.2. Datos finales de la prueba.....	111
5.3.5.3. Análisis de los datos obtenidos.....	111
5.3.6. Pruebas Super Cary Cargo 970 cc.....	112
5.3.6.1. Pruebas visuales y de manejo.....	113
5.3.6.2. Datos finales de la prueba.....	113
5.3.6.3. Análisis de los datos obtenidos.....	113
5.3.7. Pruebas Chevrolet Vitara(Tres puertas) 1.6.....	114
5.3.7.1. Pruebas visuales y de manejo.....	115
5.3.7.2. Datos finales de la prueba.....	115
5.3.7.3. Análisis de los datos obtenidos.....	115
5.4. Datos comparativos del sistema de control de alineación al paso....	116
Conclusiones.....	118
Recomendaciones.....	119
Bibliografía.....	120
Anexos.....	121

# **I.- DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE ALINEACIÓN AL PASO PARA VEHÍCULOS LIVIANOS**

## **1.1. ANTECEDENTES**

La misión de la Escuela Politécnica del Ejército sede Latacunga, es formar profesionales teórico prácticos de excelencia, con capacidad de conducción y liderazgo, que impulsen el desarrollo de país.

La Carrera de Ingeniería Automotriz, forma profesionales calificados para el diseño, construcción, repotenciación, adaptación y mantenimiento de sistemas automotrices con aplicaciones electrónicas debido a la gran afluencia en nuestro medio de sistemas referentes a esta rama.

El tema de Proyecto responde al deseo de realizar un trabajo de diseño e instalación de un Sistema de Control de Alineación al paso para vehículos livianos, así como una correcta selección, instalación y utilización de componentes eléctricos-electrónicos, que son aplicados en circuitos del automóvil.

## **1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL PROBLEMA A RESOLVER**

El avance tecnológico, eléctrico y electrónico en el campo automotriz ha creado la necesidad de que los técnicos tengan un alto nivel de conocimiento en dicha área, y a su vez aplicarlo en la resolución de problemas que se presentan en los automotores modernos.

Hoy en día la tecnología es una parte esencial en la resolución de problemas concernientes al vehículo, y debido principalmente a que en nuestra universidad un sistema de estas características es necesario para el aprendizaje, formación y desarrollo de los futuros ingenieros, además en nuestro medio este tipo de diseños posee un costo elevado, se da como algo lógico realizar el diseño para que sea confiable, de bajo costo y de uso simple.

Un sistema de estas características serviría de mucha ayuda a la carrera, simplificando la comprobación de alineación de un vehículo, solamente con el paso del mismo por una placa de medición, dado que actualmente contamos con una máquina de uso complejo, es propicio insertar este nuevo sistema con el fin de ampliar los conocimientos en el campo de la dirección.

Debemos considerar el avance tecnológico de los diferentes sistemas en el área automotriz mucho más simples y complejos a la vez, por lo que se da como solución viable el desarrollo del proyecto en beneficio de todos quienes conformamos la Carrera de Mecánica Automotriz.

### **1.3. OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO**

“DISEÑAR, CONSTRUIR E INSTALAR UN SISTEMA DE CONTROL DE ALINEACIÓN AL PASO PARA VEHÍCULOS LIVIANOS”.

### **1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO**

1. Diseñar, construir e instalar un sistema de control de alineación al paso para vehículos livianos.

2. Selección de elementos eléctricos, electrónicos y mecánicos, esquematización de planos y diagramas de funcionamiento para el desarrollo del presente proyecto.
3. Disminuir costos en la fabricación del sistema.
4. Obtener los parámetros de operación de los elementos del mecanismo de funcionamiento del sistema de control electrónico.
5. Satisfacer las necesidades de los propietarios de vehículos del centro del país sobre el uso y operación de este tipo de servicios para los mismos.
6. Diseñar y construir los elementos mecánicos necesarios para la aplicación.

#### **1.5. METAS DEL PROYECTO**

1. Diseñar y Construir un proyecto de aplicación tecnológica en el plazo máximo de 1 año.
2. Promover la utilización de este equipo para la verificación instantánea del estado en que se encuentra los ejes de un vehículo, con un funcionamiento seguro, eficiente, de fácil operación y mantenimiento.
3. Elaboración de un manual de operación para técnicos y propietarios.
4. Realizar un documento en el cual conste detalladamente la construcción y funcionamiento del sistema de control en caso de cualquier duda, reparación o mantenimiento del mismo.

## II. TEORÍA DE FUNCIONAMIENTO ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y MECÁNICA

### 2.1. RESISTENCIAS

#### 2.1.1 TEORÍA DE FUNCIONAMIENTO

Resistencia es el componente electrónico, elemento o cualidad que tienen algunos materiales, sustancias o componentes de ofrecer cierta dificultad al paso de la corriente eléctrica. Normalmente, en electrónica se destinan a producir discretas caídas de tensión o para disipar pequeñas potencias, desde mili vatios hasta algunas decenas de vatios.

Es la propiedad de oponerse al paso de la corriente. La poseen todos los materiales en mayor o menor grado. El valor de las resistencias eléctricas, viene determinada por tres factores:

- tipo de material (resistividad ' $\rho$ ').
- sección transversal ' $s$ '.
- longitud ' $l$ '.

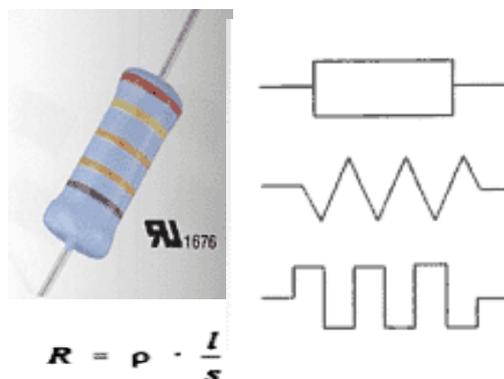


Figura 2.1. Capacitor de tantalio

## 2.1.2. VARIACIÓN DE LAS RESISTENCIAS CON LA TEMPERATURA

La característica tensión-intensidad en resistores lineales se mantiene para valores comprendidos entre  $\pm 200$  °C. Las mediciones de laboratorio confirman que, al crecer la temperatura:

- la resistencia de los metales puros aumenta.
- la resistencia de los líquidos y de algunos cuerpos sólidos, como el carbón, disminuye.

**Tabla II.1. Resistividad de los materiales**

Material	$\rho$ (Resistividad en.m) a 0 ° centígrados (273.2 K)
Aluminio	$2.8 \times 10^{-8}$
Carbón	$3500 \times 10^{-8}$
Constantán	$49.0 \times 10^{-8}$
Cobre	$1.8 \times 10^{-8}$
Hierro	$12.0 \times 10^{-8}$
Latón	$7.0 \times 10^{-8}$
Manganina	$43 \times 10^{-8}$
Mercurio	$94 \times 10^{-8}$
Nicrom	$111 \times 10^{-8}$
Plata	$1.6 \times 10^{-8}$
Plomo	$22 \times 10^{-8}$
Wolframio tungsteno	$5.3 \times 10^{-8}$
Oro	$2.44 \times 10^{-8}$

## 2.1.3. CLASIFICACIÓN DE LAS RESISTENCIAS

1.- Las resistencias fijas son aquellas en las que el valor en ohmios que posee es fijo y se define al fabricarlas. Las resistencias fijas se

pueden clasificar en resistencias de usos generales, y en resistencias de alta estabilidad.

2.- Resistencias variables son resistencias sobre las que se desliza un contacto móvil, variándose así el valor, sencillamente, desplazando dicho contacto. Las hay de grafito y bobinadas, y a su vez se dividen en dos grupos según su utilización que son las denominadas resistencias ajustables, que se utilizan para ajustar un valor y no se modifican hasta otro ajuste, y los potenciómetros donde el uso es corriente.

3.- Las Resistencias no lineales son aquellas en las que el valor óhmico varía en función de una magnitud física.

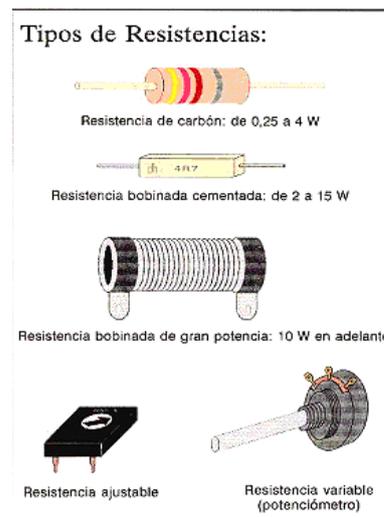


Figura 2.2. Tipos de resistencias

### 2.1.3.1. FIJAS

Las resistencias fijas se pueden clasificar en resistencias de usos generales, y en resistencias de alta estabilidad.

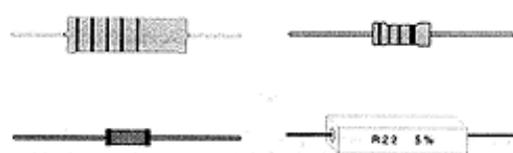


Figura 2.3. Resistencias fijas

Se fabrican utilizando una mezcla de carbón, mineral en polvo y resina aglomerante; a éstas se las llama resistencias de composición.

Las características más importantes es que son de pequeño tamaño, soportan hasta 3W de potencia máxima, tolerancias altas (5%, 10% y 20%), amplio rango de valores y mala estabilidad de temperatura.

### 2.1.3.2. VARIABLES

Las características nominales son las mismas que para los resistores del cursor desde el principio al final de su recorrido. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la intensidad que circula por cada parte debe ser inferior a la intensidad nominal.

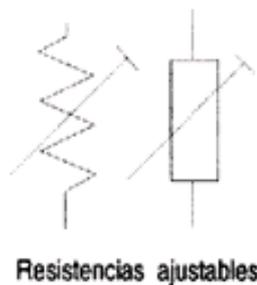


Figura 2.4. Resistencias variables

### 2.1.3.3. NO LINEALES

#### - COEFICIENTE NEGATIVO DE TEMPERATURA:

Poseen un coeficiente de temperatura negativo grande, de forma que la resistencia que presentan, desciende muy rápidamente cuando la temperatura aumenta.

#### - COEFICIENTE POSITIVO DE TEMPERATURA:

Poseen un coeficiente de temperatura positivo muy grande, de forma que la resistencia crece cuando crece la temperatura.

**- RESISTENCIAS DEPENDIENTES DE LUZ:**

Disminuye el valor óhmico al aumentar la luz que incide sobre ella.

**- RESISTENCIAS DEPENDIENTES VOLTAJE:**

Disminuye el valor óhmico al aumentar el voltaje eléctrico entre sus extremos.

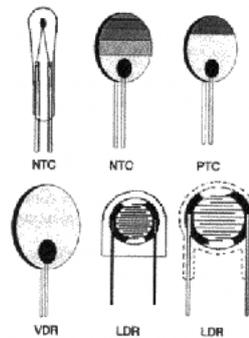


Figura 2.5. Resistencias variables

**2.1.4. CÓDIGO DE COLORES**

Consiste en unas bandas que se imprimen en el componente y que nos sirven para saber el valor de éste. Hay resistencias de 4, 5 y 6 anillos de color.

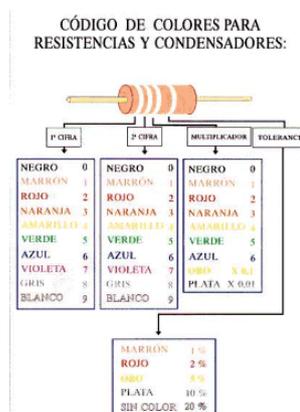


Figura 2.6. Colores normalizados

## 2.2. FOTO – RESISTENCIAS

### 2.2.1 TEORÍA DE FUNCIONAMIENTO

La LDR (Light Dependent Resistor) o resistencia dependiente de la luz, fotoconductores o células fotoconductoras; como su propio nombre indica es una resistencia que varía su valor en función de la luz que incide sobre su superficie. Contra más sea la intensidad de luz que incida en la superficie de la LDR menor será su resistencia y contra menos luz incida mayor será la resistencia. La forma externa puede variar pero la función es la misma.

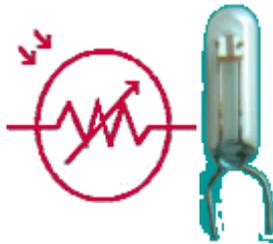


Figura 2.7. Foto resistencia

Cuando incide la luz en el material fotoconductor se generan pares electrón-hueco. Al haber un mayor número de portadores, el valor de la resistencia disminuye. De este modo, la fotorresistencia iluminada tiene un valor de resistencia bajo.

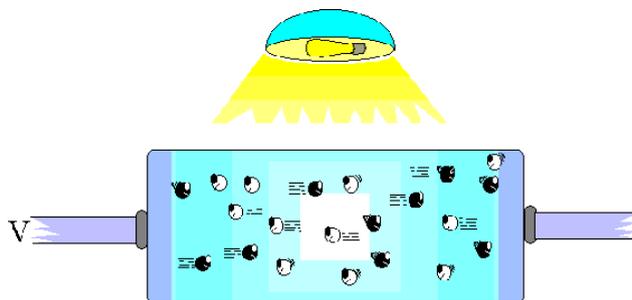
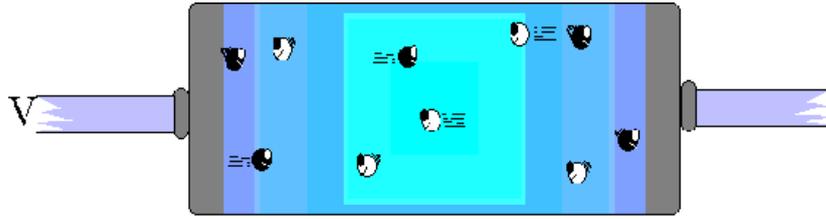


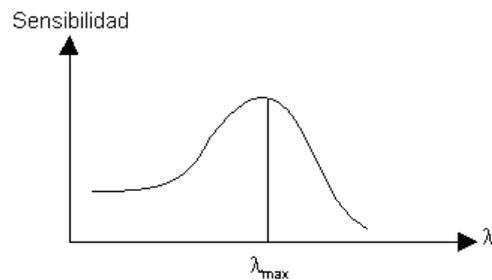
Figura 2.8. Foto generación de portadores

Si dejamos de iluminar, los portadores foto generados se recombinarán hasta volver hasta sus valores iniciales. Por lo tanto el número de portadores disminuirá y el valor de la resistencia será mayor.



**Figura 2.9. Estado de conducción sin foto generación**

Por supuesto, el material de la fotoresistencia responderá a unas longitudes de onda determinadas. Es decir, la variación de resistencia será máxima para una longitud de onda determinada. Esta longitud de onda depende del material y el dopado, y deberá ser suministrada por el proveedor. En general, la variación de resistencia en función de la longitud de onda presenta curvas como las de la figura siguiente.

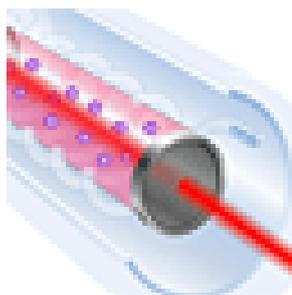


**Figura 2.10. Variación de resistencia en función de la longitud de onda de la radiación**

## **2.3. LÁSER**

### **2.3.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO**

Los láseres obligan a los átomos a almacenar luz y emitirla en forma coherente. Primero, los electrones de los átomos del láser son bombeados hasta un estado excitado por una fuente de energía.



**Figura 2.11. Estado del láser**

Después, se los estimula mediante fotones externos para que emitan la energía almacenada en forma de fotones, mediante un proceso conocido como emisión estimulada.

Los fotones emitidos tienen una frecuencia que depende de los átomos en cuestión y se desplazan en fase con los fotones que los estimulan. Los fotones emitidos chocan a su vez con otros átomos excitados y liberan nuevos fotones.

La luz se amplifica a medida que los fotones se desplazan hacia atrás y hacia adelante entre dos espejos paralelos desencadenando nuevas emisiones estimuladas.

Al mismo tiempo, la luz láser, intensa, direccional y monocromática, se filtra por uno de los espejos, que es sólo parcialmente reflectante.

## **2.4. CAPACITORES**

### **2.4.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO**

#### **2.4.1.1. CAPACITORES FIJOS**

Estos capacitores tienen una capacidad fija determinada por el fabricante y su valor no se puede modificar. Sus características dependen principalmente del tipo de dieléctrico utilizado, de tal forma

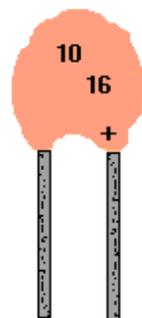
que los nombres de los diversos tipos se corresponden con los nombres del dieléctrico usado.

De esta forma podemos distinguir los siguientes tipos:

- Cerámicos.
- Plástico.
- Mica.
- Electrolíticos.
- De doble capa eléctrica.

#### **2.4.1.2. CAPACITORES DE TANTALIO**

Actualmente estos capacitores no usan el código de colores (los más antiguos, si). Con el código de marcas la capacidad se indica en microfaradios y la máxima tensión de trabajo en voltios. El Terminal positivo se indica con el signo +:



**Figura 2.12. Capacitor de tantalio**

## **2.5. MICROCONTROLADORES**

### **2.5.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO**

Es un circuito integrado programable que contiene todos los componentes de un computador.

Se emplea para controlar el funcionamiento de una tarea determinada y, debido a su reducido tamaño, suele ir incorporado en el propio dispositivo al que gobierna, esta última característica es la que le confiere la denominación de «controlador incrustado» (embedded controller).

El microcontrolador es un computador dedicado. En su memoria sólo reside un programa destinado a gobernar una aplicación determinada: sus líneas de entrada / salida soportan el conexionado de los sensores y actuadores del dispositivo a controlar, y todos los recursos complementarios disponibles tienen como única finalidad atender sus requerimientos. Una vez programado y configurado el microcontrolador solamente sirve para gobernar la tarea asignada.

Un microcontrolador es un computador completo, aunque de limitadas prestaciones, que está contenido en el chip de un circuito integrado y se destina a gobernar una sola tarea.

## **2.5.2. ARQUITECTURA INTERNA**

Un microcontrolador posee todos los componentes de un computador, pero con unas características fijas que no pueden alterarse.

Las partes principales de un microcontrolador son:

1. Procesador
2. Memoria no volátil para contener el programa
3. Memoria de lectura y escritura para guardar los datos
4. Líneas de E/S para los controladores de periféricos:
  - Comunicación paralelo
  - Comunicación serie
  - Diversas puertas de comunicación (bus I<sup>2</sup>C, USB, etc.)
5. Recursos auxiliares:

- Circuito de reloj
- Temporizadores
- Perro Guardián (<<watchdog>>)
- Conversores AD y DA
- Comparadores analógicos
- Protección ante fallos de la alimentación
- Estado de reposo o de bajo consumo

### 2.5.2.1. El procesador

La necesidad de conseguir elevados rendimientos en el procesamiento de las instrucciones ha desembocado en el empleo generalizado de procesadores de arquitectura **Harvard** frente a los tradicionales que seguían la arquitectura de **Von Neumann**. Esta última se caracterizaba porque la UCP (Unidad Central de Proceso) se conectaba con una memoria única, donde coexistían datos e instrucciones, a través de un sistema de buses.

Si sólo se dispusiese de un modelo de microcontrolador éste debería tener muy potenciados todos sus recursos para poderse adaptar a las exigencias de las diferentes aplicaciones. Esta potenciación supondría en muchos casos un despilfarro.

En la práctica cada fabricante de microcontroladores oferta un elevado número de modelos diferentes, desde los más sencillos hasta los más poderosos.

Es posible seleccionar la capacidad de las memorias, el número de líneas de E/S. la cantidad y potencia de los elementos auxiliares, la velocidad de **funcionamiento**, por todo ello, un aspecto muy destacado del diseño es la selección del microcontrolador a utilizar.

En la arquitectura **Harvard** son independientes la memoria de instrucciones y la memoria de datos y cada una dispone de su propio sistema de datos para el acceso.

Esta dualidad además de propiciar el paralelismo, permite la adecuación del tamaño de las palabras y los buses a los requerimientos específicos de las instrucciones y de los datos. También la capacidad de cada memoria es diferente

El procesador de los modernos microcontroladores responde a la arquitectura **RISC** (Computadores de Juego de instrucciones Reducido), que se identifica por poseer un repertorio de instrucciones máquina pequeño y simple. de forma que la mayor parte de las instrucciones se ejecuta en un ciclo de instrucción.

Otra aportación frecuente que aumenta el rendimiento del computador es el fomento del paralelismo implícito, que consiste en la segmentación del procesador (pipe-line), descomponiéndolo en etapas para poder procesar una instrucción diferente en cada una de ellas y trabajar con varias a la vez.

El alto rendimiento y elevada velocidad que alcanzan los modernos procesadores, como el que poseen los microcontroladores PIC, se debe a la conjunción de tres técnicas:

- Arquitectura Harvard
- Computador tipo RISC
- Segmentación

### **2.5.2.2. Memoria de programa**

El microcontrolador está diseñado para que en su memoria de programa se almacenen todas las instrucciones del programa de control, no hay posibilidad de utilizar memorias externas de ampliación.

Como el programa a ejecutar siempre es el mismo, debe estar grabado de forma permanente, los tipos de memoria adecuados para soportar esta función admiten cinco versiones diferentes:

#### **- ROM con máscara:**

En este tipo de memoria el programa se graba en el chip durante el proceso de su fabricación mediante el uso de «máscaras».

Los altos costes de diseño e instrumental sólo aconsejan usar este tipo de memoria cuando se precisan series muy grandes.

#### **- EPROM:**

La grabación de esta memoria se realiza mediante un dispositivo físico gobernado desde un computador personal que recibe el nombre de grabador.

En la superficie de la cápsula del microcontrolador existe una ventana de cristal por la que se puede someter al chip de la memoria a rayos ultravioletas para producir su borrado y emplearla nuevamente.

Es interesante la memoria EPROM en la fase de diseño y depuración de los programas, pero su coste unitario es elevado.

### **- OIP (Programable una vez):**

Este modelo de memoria sólo se puede grabar una vez por parte del usuario, utilizando el mismo procedimiento que con la memoria EPROM.

Posteriormente no se puede borrar, su bajo precio y la sencillez de la grabación aconsejan este tipo de memoria para prototipos finales y series de producción cortas.

### **- EEPROM**

La grabación es similar a las memorias OTP y EPROM, pero el borrado es mucho más sencillo al poderse efectuar de la misma forma que el grabado o sea, eléctricamente.

Sobre el mismo zócalo del grabador puede ser programada y borrada tantas veces como se quiera, lo cual la hace ideal en la enseñanza y en la creación de nuevos proyectos.

El fabuloso PIC16C84 disponible de 1 K palabras de memoria EEPROM para contener instrucciones y también tiene algunos bytes de memoria de datos de ese tipo para evitar que cuando se retira la alimentación se pierda información.

Aunque se garantiza 1 .000.000 de ciclos de escritura/borrado en una EEPROM, todavía su tecnología de fabricación tiene obstáculos para alcanzar capacidades importantes y el tiempo de escritura de las mismas es relativamente grande y con elevado consumo de energía.

### **- 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 suelen disponer de mayor capacidad que estas últimas.

El borrado sólo es posible con bloques completos y no se puede realizar sobre posiciones concretas. En las FLASH se garantizan 1.000 ciclos de escritura/borrado.

Son muy recomendables en aplicaciones en las que sea necesario modificar el programa a lo largo de la vida del producto, como consecuencia del desgaste o cambios de piezas, como sucede con los vehículos.

Por sus mejores prestaciones está sustituyendo a la memoria EEPROM para contener instrucciones, de esta forma **Microchip** comercializa dos microcontroladores prácticamente iguales, que sólo se diferencian en que la memoria de programa de uno de ellos es tipo EEPROM la del otro tipo Flash. Se trata del PIC16C84 y el PIC16F84, respectivamente.

En la actualidad **Microchip** tiene abierta una línea de PIC con memoria Flash cada vez más extensa y utilizada.

### **2.5.2.3. Memoria de datos**

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

Hay microcontroladores que también 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.

La memoria tipo EEPROM y la tipo Flash pueden escribirse y borrarse eléctricamente. Sin necesidad de sacar el circuito integrado del zócalo del grabador pueden ser escritas y borradas numerosas veces.

#### **2.5.2.4. Líneas de E/S para los controladores de periféricos**

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 pines 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 FC, el USB. etc.

#### **2.5.2.5. Recursos auxiliares**

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 a los siguientes:

- Circuito de reloj, encargado de generar los impulsos que sincronizan el funcionamiento de todo el sistema.
- Temporizadores, orientados a controlar tiempos.
- Perro Guardián (<<watchdog>>), destinado a provocar una reinicialización cuando el programa queda bloqueado.

- Conversores AD y DA. para poder recibir y enviar señales analógicas.
- Comparador analógico, para verificar el valor de una señal analógica.

Sistema de protección ante fallos de la alimentación

Estado de Reposo, en el que el sistema queda «congelado» y el consumo de energía se reduce al mínimo.

### **2.5.3. APLICACIÓN DE LOS MICROCONTROLADORES EN EL AUTOMÓVIL**

El mercado automotor hoy en día exige tener componentes electrónicos que operen bajo condiciones extremas de vibración, choque ruido, etc., por lo que se a hecho de los microcontroladores uno de las partes esenciales y mas confiables en este medio.

Ya sea en el control de todos los sistemas existentes en el vehículo, como en la maquinaria creada para dar arreglo o mantenimiento.

## **2.6. GEOMETRÍA DE LA DIRECCIÓN**

### **2.6.1. INTRODUCCIÓN**

Todos los vehículos salen de fábrica con unos reglajes determinados Dirección- suspensión delantera para conseguir que esta haga su labor de la mejor manera, esto es: Las ruedas han de llevar al vehículo por donde le mandemos a través del volante.

Cuando soltemos este circulando en línea recta el vehículo debe tender a seguir en línea recta, al trazar las curvas el comportamiento del automóvil debe ser noble, la dirección debe ser lo mas suave posible y debe darnos una sensación de aplomo, seguridad al conducir, esto se consigue con lo que se denomina cotas o geometría de la dirección del vehículo.

Pero ocurre que con el uso estos elementos están expuestos a un trabajo constante y por lo tanto al desgaste, cuando esto ocurre ceden muelles y gomas.

Algún bordillo mal calculado, aquellos baches en las carreteras hacen que se modifiquen esas cotas y puede ocurrir que el automóvil deje de seguir una línea recta, o bien que gaste las ruedas delanteras demasiado pronto y por un lado solo, o que de repente el volante se tuerza para un lado, es entonces cuando hay que regular las cotas de la dirección para dejarlas como tienen que estar, a este proceso se le denomina alineado de la dirección.

## **2.6.2. FUNCIONAMIENTO DE LA DIRECCIÓN**

Este dispositivo permite llevar la trayectoria del vehículo a voluntad del conductor, bien sea en línea recta o a derecha o a izquierda mediante el manejo del volante.

El sistema más usado en la actualidad por autos livianos es el sistema de cremallera, donde el volante hace girar la columna de dirección quien a su vez trasmite el movimiento a la cremallera y de allí a las ruedas delanteras.

Las tres cotas principales de una dirección son las siguientes:

### **- Convergencia:**

En los vehículos con tracción trasera, las ruedas delanteras tienden a abrirse, lo que se corrige dejándolas más cerradas de adelante



Figura 2.13 Convergencia

**- Divergencia:**

En los vehículos con tracción delantera, las ruedas traseras tienden a abrirse, lo que se corrige dejándolas más cerradas de adelante.



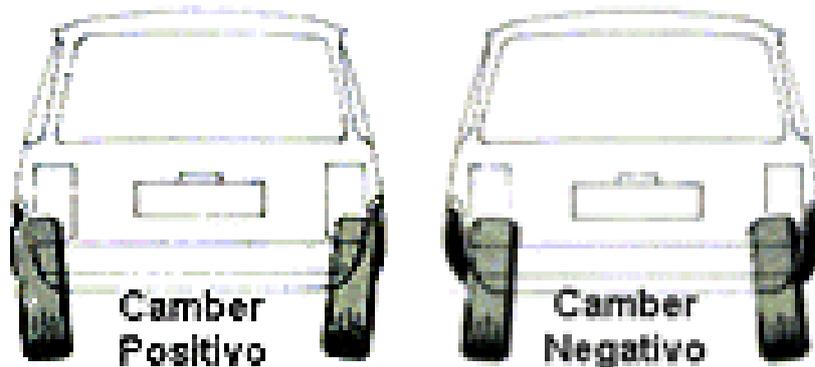
Figura 2.14 Divergencia

**- Caster (Ángulo de avance):**

Se utiliza para que las ruedas tengan siempre la tendencia de marchar en línea recta, esto facilita el regreso del volante hacia el centro después de haberlo girado para tomar una curva.

**- Camber (Ángulo de caída):**

Cuando se observa un vehículo por delante, se puede apreciar una leve inclinación de las ruedas bien sea hacia dentro o hacia fuera. Esta caída puede ser positiva o negativa



**Figura 2.15. Camber**

**- Avance:**

Visto el vehículo parado y por el lateral el eje pivote rueda, para que nos entendamos el conjunto muelle –amortiguador en la mayoría de los vehículos, puede estar vertical a la rueda (avance cero), inclinado hacia la parte posterior del vehículo (avance positivo) o inclinado hacia la parte anterior del vehículo (avance negativo).

**- De viraje:**

Al tomar una curva, la rueda interna debe hacer un mayor ángulo de giro que la externa.

Un automóvil sale de fábrica con una determinada convergencia, caída

y avance cuando estas cotas varían hay que alinear la dirección, esta operación se realiza mediante unos reglajes relativamente sencillos en la dirección y la suspensión, para realizarlos es necesario disponer de un alineador de direcciones.

El trabajo de alinear consiste en medir unos parámetros y corregirlos, e incluso variarlos adaptándolos a las carreteras o al tipo de automóvil.

### 2.6.3. ÁNGULO DE INCLINACIÓN

Es importante tomar en cuenta el ángulo de inclinación o inclinación del muñón, se toma en cuenta que la inclinación hacia adentro de la rueda en la parte inferior es positiva y viceversa es negativa..

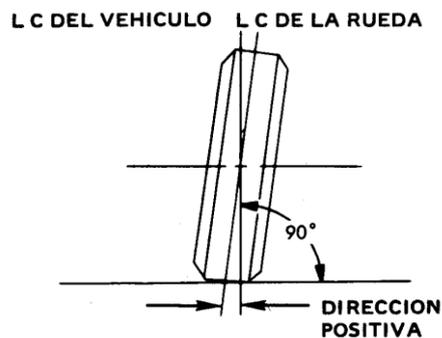


Figura 2.16. Ángulo de inclinación

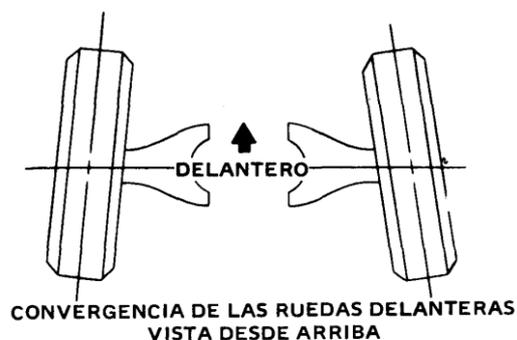


Figura 2.17. Convergencia delantera

### III. DISEÑO Y SELECCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE ALINEACIÓN AL PASO

#### 3.1. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

Las principales características del alineador al paso son las siguientes:

- Tipo de medición: MODO "CAR" (ambos ejes).
  - Tipo de medición: Medición en CONVERGENCIA (en mm) y DESVIO O CAMBER (en m/Km.).
  - Rangos de medida: CONVERGENCIA (en mm): de 0 a  $\pm 6,7$ mm.
  - DESVIO (en m/Km): de 0 a  $\pm 22,1$  m/Km.
  - Puesta a CERO del alineador en forma automática (sistema de resortes).
  - Posee un pulsador de láminas de cobre que hace posible el envío de datos del microcontrolador al software.
  - Memorizado en una base de datos de todas las pruebas realizadas.
  - Selección del número de matrícula del vehículo para ubicar una medida guardada.
  - La información de las pruebas realizadas en el alineador pueden ser impresas.
  - El alineador sin necesidad de ningún tipo de herramienta ni ayuda se calibra luego de cada prueba.
  - El alineador tiene comunicación con el PC de control para poder enviar los datos obtenidos hacia el software.
  - Posee un software sencillo y de fácil uso con lenguaje Basic.
  - Envía datos cada vez que la rueda del vehículo tope el pulsador, este mismo funciona a su vez como un reset para el microcontrolador.
- (Anexo A)

## 3.2. DISEÑO MECÁNICO

### 3.2.1. DETERMINACIÓN DE FUERZAS DE OPERACIÓN

El cálculo de fuerzas es sin duda la parte esencial del diseño de una máquina, de ello depende la constitución de la estructura mecánica (elementos) por lo que es necesario que todos los parámetros a escogerse estén dentro de tablas y normas verdaderas.

Es un sistemas a construir para vehículos livianos por lo que tomando como referencia pesos de distintas marcas de autos, que entre su tipo son los con mayor masa y tomando en cuenta que solo  $\frac{1}{4}$  del peso total del vehículo pasará por la placa, se opto por darle soporte máximo a la estructura de 3000 Kg.

**TABLA III.1. PESO VEHICULAR**

<b>VEHÍCULOS</b>	<b>PESO NETO VEHICULAR</b>
<b>Ford Explorer 2006</b>	<b>2,292 kg.</b>
<b>TRAILBLAZER</b>	<b>2.608 Kg.</b>
<b>Chevrolet Luv (Doble Cabina)</b>	<b>2,450 Kg.</b>

### **CÁLCULO DE FUERZAS:**

El peso vehicular es la fuerza que debe resistir la placa, primeramente se construye el diagrama de fuerzas, con la medida del ancho y largo de la placa para encontrar los esfuerzos a los que será sometida la estructura.

Datos:

W= 3000 Kg.

PLACA: (100 x 50) cm.

- Por diagrama de fuerzas

$$W = R1 + R2$$

(Ecuación 1)

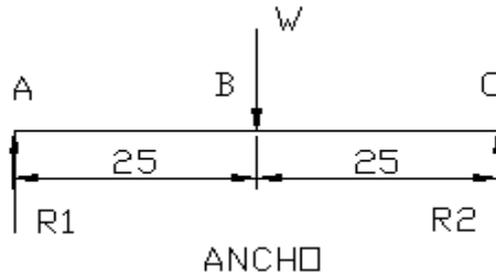


FIGURA 3.1 Diagrama de fuerzas

- Sumatoria de momentos en el punto A

$$\Sigma M_A = 0 \quad + \uparrow$$

-  $W \times 25 \text{ cm.} = R2 \times 50 \text{ cm.}$

(Ecuación 2)

$$W \times 25 \text{ cm.}$$

$$R2 = \frac{\text{-----}}{\text{-----}}$$

$$50 \text{ cm.}$$

$$(3000 \text{ Kg.}) \times (25 \text{ cm.})$$

$$R2 = \frac{\text{-----}}{\text{-----}}$$

$$50 \text{ cm.}$$

$$R2 = 1500 \text{ Kg.}$$

- Reemplazo R2 en la ecuación 1

$$W = R1 + R2$$

-  $3000 \text{ Kg.} = R1 + R2$

$$R1 = 3000 \text{ Kg.} - R2$$

$$R1 = 3000 \text{ Kg.} - 1500 \text{ Kg.}$$

$$R1 = 1500 \text{ Kg.}$$

- Con las fuerzas de reacción obtenidas, calculamos las áreas que son sometidas a esfuerzo.

-  $A = R \times d$

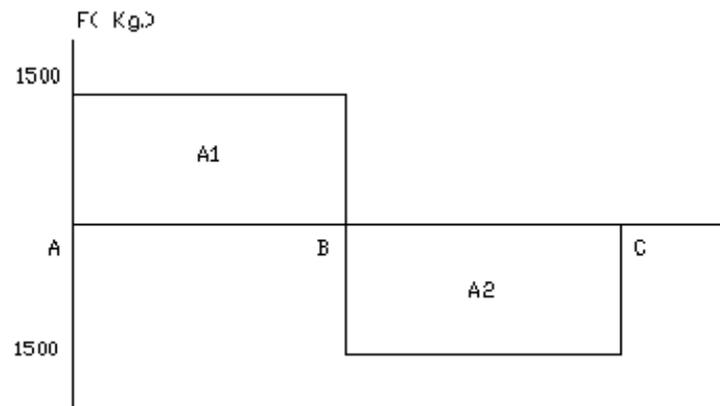
$A1 = 1500 \text{ Kg.} \times 0.25 \text{ m}$

$A1 = 375 \text{ Kg. m.}$

$A2 = 1500 \text{ Kg.} \times 0.25 \text{ m}$

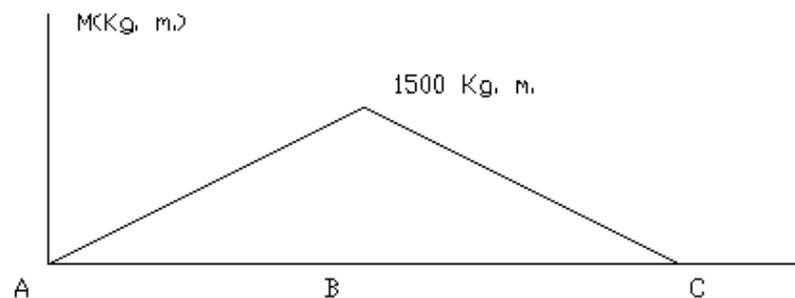
$A2 = 375 \text{ Kg. m.}$

- Diagrama de esfuerzos Cortantes



**FIGURA 3.2 Esfuerzos cortantes**

- Diagrama de Momentos Flectores

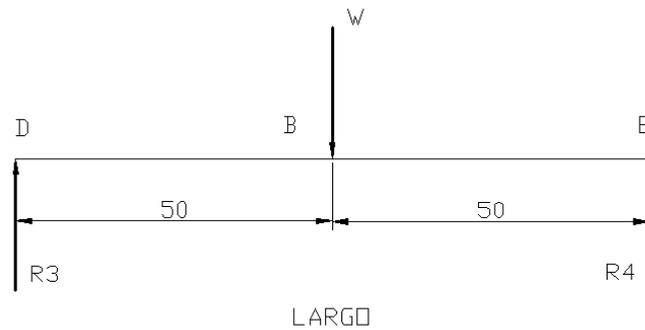


**FIGURA 3.3 Momentos flectores**

- De la misma manera calculamos los diagramas con el largo de la placa, tan solo con el objetivo de verificar las fuerzas de reacción.

- Por diagrama de fuerzas

$$W = R3 + R4 \quad (\text{Ecuación 3})$$



**FIGURA 3.4 Diagrama de fuerzas**

- Sumatoria de momentos en el punto D

$$\Sigma M_D = 0 \quad + \uparrow$$

-  $W \times 50 \text{ cm.} = R4 \times 100 \text{ cm.}$  (Ecuación 4)

$$R4 = \frac{W \times 50 \text{ cm.}}{100 \text{ cm.}}$$

$$R4 = \frac{(3000 \text{ Kg.}) \times (50 \text{ cm.})}{100 \text{ cm.}}$$

$$R4 = 1500 \text{ Kg.}$$

- Reemplazo R4 en la ecuación 3

$$W = R3 + R4$$

-  $3000 \text{ Kg.} = R3 + R4$

$$R3 = 3000 \text{ Kg.} - R4$$

$$R3 = 3000 \text{ Kg.} - 1500 \text{ Kg.}$$

$$R3 = 1500 \text{ Kg.}$$

- Con las fuerzas de reacción obtenidas, calculamos las áreas sometidas a esfuerzo.

$$A = R \times d$$

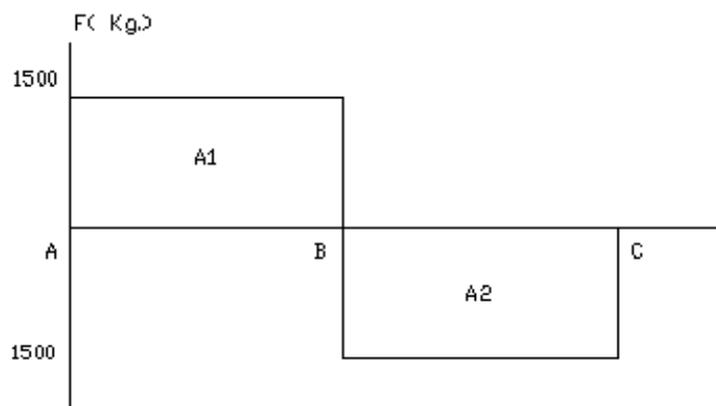
$$A1 = 1500 \text{ Kg.} \times 0.50 \text{ m}$$

$$A1 = 750 \text{ Kg. m.}$$

$$A2 = 1500 \text{ Kg.} \times 0.50 \text{ m}$$

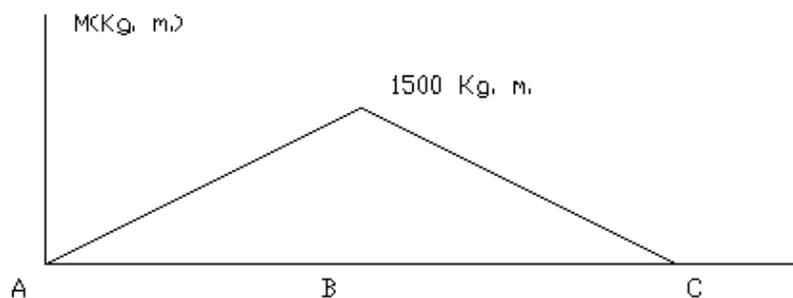
$$A2 = 750 \text{ Kg. m.}$$

- Diagrama de esfuerzos Cortantes



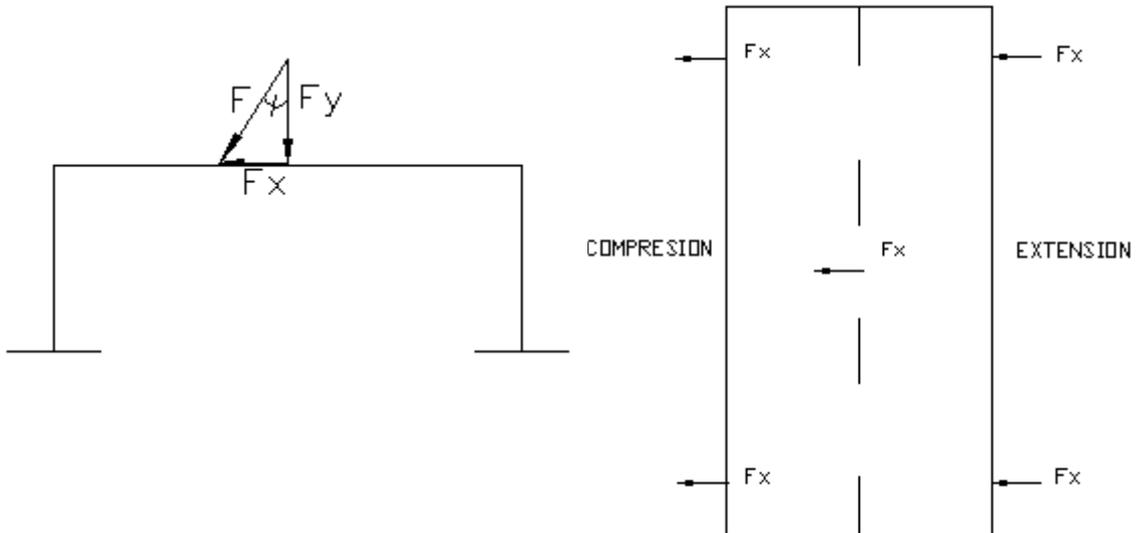
**FIGURA 3.5 Esfuerzos cortantes**

- Diagrama de Momentos Flectores



**FIGURA 3.6 Momentos flectores**

- Después de calcular las fuerzas con la placa estática (eje Y), procedemos a calcular fuerzas (eje X) con un ángulo de desvío en la rueda, cabe indicar que el ángulo tomado es la medida máxima que mostrara la placa, por ser un valor dado de desalineación.



**FIGURA 3.7 Diagrama de fuerzas**

Ángulo  $\alpha = 1.5^\circ$

$F = 3000 \text{ Kg.}$

$$\text{Sen } 1.5^\circ = \frac{F_x}{F}$$

$$F_x = \text{Sen } 1.5^\circ \times F$$

$$F_x = \text{Sen } 1.5^\circ \times 3000 \text{ Kg.}$$

$$F_x = 78,531 \text{ Kg.}$$

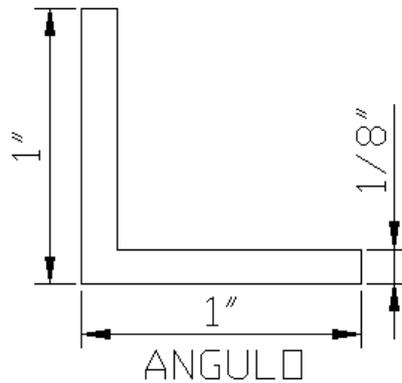
$$F_y = \text{Cos } 1.5^\circ \times F$$

$$F_y = \text{Cos } 1.5^\circ \times 3000 \text{ Kg.}$$

$$F_y = 2998,97 \text{ Kg.}$$

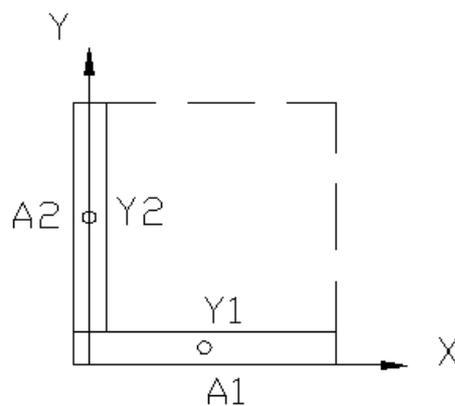
## DISEÑO DE LA ESTRUCTURA:

- La estructura debe ser diseñada para soportar 3000 Kg. como peso máximo, por la utilidad de la máquina se debe tomar en cuenta que la estructura debe ser resistente pero a la vez no muy robusta (pesada), por lo que por diseño se decidió construir la estructura con ángulo de lados iguales.



**FIGURA 3.8** Sección transversal del ángulo

- Hay que encontrar el momento de inercia de la sección transversal del ángulo, por situación de cálculo se transformo las medidas a milímetros.



**FIGURA 3.9** Momentos de inercia

$$I_x = \sum I + \sum Ad^2$$

(Anexo H - 27)

$$bxh^3$$

$$I_1 = \frac{\dots}{12}$$

$$12$$

$$25,4 \text{ mm} \times (25,4 \text{ mm})^3$$

$$I_1 = \frac{\dots}{12}$$

$$12$$

4

$$I_1 = 34685,95 \text{ mm}^4$$

$$22,225 \text{ mm} \times (22,225 \text{ mm})^3$$

$$I_2 = \frac{\dots}{12}$$

$$12$$

4

$$I_2 = 20332,27 \text{ mm}^4$$

$$I = I_1 - I_2$$

4

4

$$I = 34685,95 \text{ mm}^4 - 20332,27 \text{ mm}^4$$

4

$$I = 14353,68 \text{ mm}^4$$

- Por ser de lados iguales  $Y = X$

A es el área transversal del ángulo.

Y distancia tomada desde el eje X

d es la distancia de cada momento de inercia al punto neutro

$$A_1 Y_1 + A_2 Y_2$$

$$Y = X = \frac{\dots}{A_1 + A_2}$$

$$A_1 + A_2$$

$$(80,65) \times (1,5875) + (70,56) \times (14,29)$$

$$Y = X = \frac{\dots}{(80,65) + (70,56)}$$

$$(80,65) + (70,56)$$

$$Y = X = 7,52 \text{ mm.}$$

$$I_x = (34685,95 + 20332,27) \text{ mm}^4 + [(80,65 \text{ mm} \times 5,93 \text{ mm})^2 + (70,56 \text{ mm} \times 6,7675 \text{ mm})^2]$$

$$I_x = 61086,85 \text{ mm}^4$$

- Tipo de diseño, columna fija, entonces el factor de columna es:

$$K = 0.5 \quad (\text{Teórico}) \quad (\text{Anexo - I})$$

$$K = 0.65 \quad (\text{Practico})$$

- Calculamos el radio mínimo

$$r = \sqrt{I / A} \quad (\text{Anexo H - 1})$$

$$r = \sqrt{61086,85 \text{ mm}^4 / 151,21 \text{ mm}^2}$$

$$r = 20,1 \text{ mm}^2$$

- Ya que para el diseño era necesario dar las características del tipo de columna como se dijo anteriormente, la longitud de la columna será 30 cm.

$$(K \times L) / r \quad (\text{Anexo H - 4})$$

$$(0,5 \times 300 \text{ mm}) / 20,1 \text{ mm.}$$

$$7,46$$

- Se especificó el tipo de material al ser usado con sus debidas características:

Acero AISI 1040 HR (Tratamiento térmico, inmerso al agua y recocido)

$$E = 207 \text{ GPa.} \quad (\text{Anexo - P})$$

$$S_y = 290 \text{ E } 6 \text{ Pa.}$$

$$C_c = \sqrt{(2\pi^2 \times E / S_y)} \quad (\text{Anexo H - 3})$$

$$C_c = \sqrt{(2\pi^2 \times 207 \text{ E } 9 \text{ Pa.} / 290 \text{ E } 6 \text{ Pa.})}$$

$$C_c = 119$$

-  $(KxL) / r < C_c$  por lo tanto es una Columna corta y se debe usar la Ecuación de J. B. Jonson. Para calcular la carga crítica. (Anexo - I)

$$P_{cr} = A \times S_y \left[ 1 - \frac{S_y \times (K \times L / r)^2}{4\pi^2 \times E} \right] \quad (\text{Anexo H - 5})$$

$$P_{cr} = 151,21 \text{ mm}^2 \times 290 \text{ N/mm}^2 \left[ 1 - \frac{290 \text{ E } 6 \text{ Pa.} \times 7,46^2}{4\pi^2 \times 207 \text{ E } 9 \text{ Pa.}} \right]$$

$$P_{cr} = 43764,299 \text{ N}$$

(1N = 0,2247 Lb. Y Kg. = 2,2 Lb.)

$$P_{cr} = 4469,93 \text{ Kg.}$$

- Con esta carga crítica calculamos la carga segura, poniendo como un factor de seguridad confiable de 3.

$$P_a = P_{cr} / N \quad (\text{Anexo H - 6})$$

N es el factor de seguridad

$$P_a = 4469,93 \text{ Kg.} / 3$$

$$P_a = 1489,98 \text{ Kg.}$$

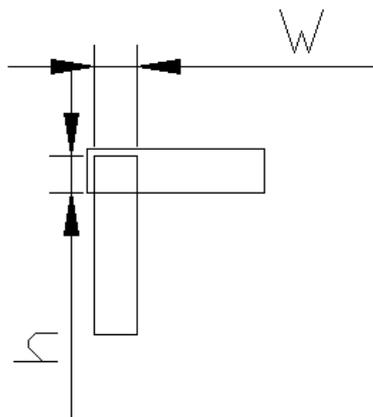
$$P_{\text{Diseño}} < P_a$$

- Se concluye que al salir la carga segura en la columna que se ubicará en cada esquina de la placa 1489,98 Kg. y sabiendo que la carga real máxima a resistir la placa es 3000 Kg. /4 (750 Kg.) ya que son 4 columnas es aceptable utilizar un ángulo de 1"x1/8" para construir la estructura que se requiere para la máquina y un ángulo de 1"3/16x1/4" para el marco.

### **CÁLCULO DEL TIPO DE SOLDADURA PARA LA ESTRUCTURA**

- Por diseño se decidió que primero se debería ubicar un marco en cruz para evitar el pandeo de la plancha.

- Por la forma de la estructura diseñada mediante ángulos tanto en el marco como en las columnas se decidió utilizar una suelda de tipo chaflán para calcular W y h(dimensiones de la soldadura)



**FIGURA 3.10 Unión por suelda de las columnas**

- El ángulo es de material Acero AISI 1040 HR (Tratamiento térmico, inmerso al agua y recocido) con resistencia a punto cedente de 42000 PSI y con un factor de seguridad de 2 tenemos:

$$\text{Tensión Permisible} = \text{Resistencia a punto cedente} / N \quad (\text{Anexo H} - 7)$$

$$\text{Tensión Permisible} = 42000 \text{ PSI} / 2$$

$$\text{Tensión Permisible} = 21000 \text{ PSI}$$

- Cálculo del área del ángulo que se requiere:

$$A = P / \text{Tensión Permisible} \quad (\text{Anexo H – 8})$$

$$P = 750 \text{ Kg.} = 1650 \text{ Lb.}$$

$$A = 1650 \text{ Lb.} / 21000 \text{ lb./"}'$$

$$A = 0,0786 \text{ "}$$

- El área es igual a W (longitud de lado de soldadura) x t (espesor del ángulo) :

$$W = A / t \quad (\text{Anexo H – 9})$$

$$W = 0,0786 \text{ " / } 0,125 \text{ "}$$

$$W = 0,6288 \text{ "}$$

- Se especifica  $W = 11/16 \text{ "}$

- El acero 1040 tiene una tensión permisible que esta en el rango de aceros A36 y A441 por lo que se utilizará una fuerza permisible por pulgada de lado de 11200 Lb. / " por pulgada de tamaño de lado con un electrodo E70 para un tamaño mínimo de lado para soldadura de chaflán de 3/16".

(Anexo k)

$$f_o = (11200 \text{ Lb./ " x } 0,1875 \text{ "}) / 1 \text{ " de lado}$$

$$f_o = 2100 \text{ Lb. / "}$$

- Para calcular la longitud de soldadura h utilizamos la Fuerza real de soldadura

$$h = P / 2f_o \quad (\text{Anexo H – 10})$$

$$h = 1650 \text{ Lb.} / 2(2100) \text{ Lb. / "}$$

$$h = 0.39286 \text{ "}$$

- Se especifica  $h = 7/16 \text{ "}$

- Estas medidas de soldadura irán en la unión con la plancha como en la parte de debajo de la estructura ya que tienen el mismo diseño, se concluye una soldadura para la estructura de:

Soldadura de chaflán

(Anexo J)

$W = 11/16''$

$h = 7/16''$

### **CÁLCULO DE RODAMIENTOS:**

- Para darle un movimiento transversal a la placa se decidió utilizar rodamientos, por diseño se decidió ubicar 2 por cada esquina con una guía que ayudará a la rotación de los mismos y que además impedirá que se desalinea uno del otro.

- Sabiendo igual que cada esquina resistirá 750 Kg. más el peso de la estructura dividido en 4, se calculó el real peso que deben resistir los rodamientos

Peso solo Placa de medición = 53 Lb. (24,09 Kg.)

Peso en cada esquina de la Placa = 750 Kg.

Se tomó en si el peso de  $(750\text{Kg.} + 24,09\text{Kg.} / 4) = 756,023 \text{ Kg.}$

- Cálculo de la carga de diseño mediante un valor de V (factor de rotación) = 1, por ser la mas común (giro de la pista interna y R (carga) será la mitad del peso ya que se utilizará 2 rodamientos

$P = V \times R$

(Anexo H –11)

$P = 1 \times 378.0115 \text{ Kg.}$

$P = 378, 0115 \text{ Kg.}$

$P = 831,625 \text{ lb.}$

- Prácticamente al estar el paso del vehículo por la placa en 1,38 s se da un valor promedio de 30 rpm en las que giraran los rodamientos por lo que:

$f_n$  (Factor de velocidad) = 1,2 (Anexo L)

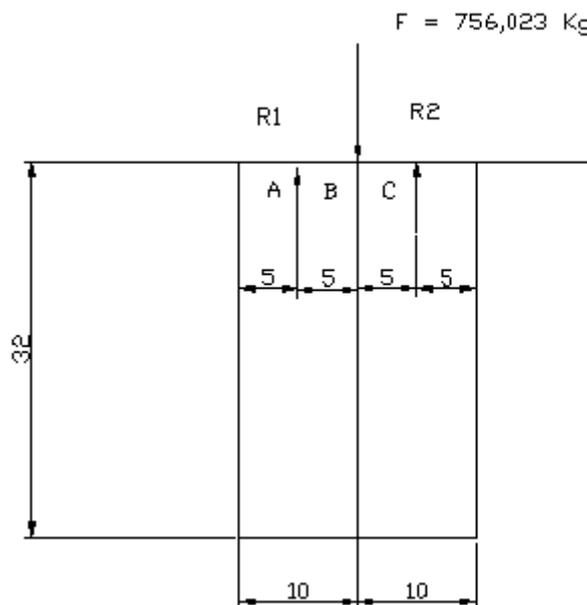
$f_l$  (Factor de vida útil) = 0,75

$C$  (Carga dinámica) =  $P \times f_l / f_n$  (Anexo H –12)

$C = 831,625 \text{ lb.} \times 0,75 / 1,2$

$C = 519,766 \text{ lb.}$

- Se escoge por tablas el cojinete que tenga estas características, por seguridad se escoge un cojinete que tenga como promedio 2 veces el valor de la carga, 6201(12x32x10) mm.



**FIGURA 3.11. Diagrama de fuerzas**

- Por diagrama de fuerzas:

$$\sum F_y = 0$$

$$F = R1 + R2$$

- Sumatoria de momentos en el punto A

$$\Sigma M_A = 0 \quad + \uparrow$$

$$F \times 5 \text{ mm.} + R_2 \times 10 \text{ mm.} = 0$$

$$R_2 = \frac{F \times 5 \text{ mm.}}{10 \text{ mm.}}$$

$$R_2 = \frac{(756,023 \text{ Kg.}) \times (5 \text{ mm.})}{10 \text{ mm.}}$$

$$R_2 = 378 \text{ Kg.}$$

$$F = R_1 + R_2$$

$$R_1 = F - R_2$$

$$R_1 = 756,023 \text{ Kg.} - 378 \text{ Kg.}$$

$$R_1 = 378 \text{ Kg.}$$

- Con la obtención de las fuerzas se comparo con un catálogo para verificar si la fuerza máxima que resistirán los rodamientos es aceptable acorde con el tipo de cargas especificadas.

**TABLA III.2. Tipo de rodamiento**

RODAMIENTO	D i	De	ANCHO	CARGA D.	CARGA E.
6201 RS	12mm	32mm	10mm	6690 N	3100 N

(1N = 0,2247 Lb. Y Kg. = 2,2 Lb.)

(Anexo – M)

Carga estática = 3100 N (316,622 Kg.)

Carga Dinámica = 6690 N (683,29 Kg.)

- Al comparar las fuerzas y cargas se concluyó que en carga máxima sobre la estructura en si cada uno de los rodamientos en movimiento solo trabajaran a una carga media, por lo que si es aceptable el rodamiento 6201 de bolas.

- El cálculo de la vida útil se lo realiza según las especificaciones del rodamiento, en nuestro caso se utiliza en  $L_{10}$  que quiere decir vida útil en 1 millón de revoluciones:

$$L_d = L_1 \left( \frac{P_{cojinete}}{P_{real}} \right)^{\frac{6}{3}} \quad (\text{Anexo H -13})$$

$$L_d = 10 \text{ (683,29kg. / 378 Kg.)}$$

$$L_d = 5,9 \text{ E } 6 \text{ rpm}$$

$$L_d = 354,3 \text{ E } 6 \text{ Horas}$$

### **CÁLCULO DE RESORTES:**

- De la misma manera por la forma del diseño se necesitaba un sistema que regrese a la placa a su posición inicial después de cada paso de una rueda, se decidió que el sistema sería a través de resortes tomando las consideraciones siguientes:

- Resorte de tipo helicoidal (extensión/compresión).

- Ya que los resortes irán montados con pernos 7/16" de cabeza en las paredes de las columnas tanto de la estructura como del marco el diámetro exterior del resorte será menor a 1 "por lo que se tomó un diámetro nominal de 3/4" para no debilitar el ángulo.

- Por ser movimiento transversal se utilizara la fuerza máxima en el eje x de 78,531 Kg. (172,76 lb.).

- Por ser el movimiento de la placa constante y al calcular un solo resorte la fuerza se dividirá para 8(total de resortes en la estructura)

- Se tomó como material del resorte a un acero ASTM A231 con una tensión de diseño de  $T_d=170000$  Psi. (Anexo S y T)

- Cálculo de la fuerza exacta que resistirá el resorte

$$F_x = 172,76 \text{ Lb.} / 8$$

$$F_x = 21,59 \text{ Lb.} = F_o \text{ (Fuerza en longitud máxima de operación)}$$

- Por diseño se quiere que al montar el resorte, este no se comprima ni se extienda, se tiene:

$$F_i \text{ (Fuerza en longitud instalado)} = F_f \text{ (Fuerza en longitud libre)} = 0$$

$$L_f = L_i + F_i / K \text{ (Razón del resorte)} \quad \text{(Anexo H -14)}$$

$$L_f = L_i + 0/K$$

$$L_f \text{ (Longitud libre)} = L_i \text{ (Longitud instalado)}$$

- Por el diámetro exterior tomado y el tipo de perno se toma un  $D_m$  (Diámetro medio) de 0,60

- El Factor de Wahl no varía mucho y para todo tipo de diseño se toma un nominal de  $K = 1,2$

$D_w$  (Diámetro de alambre)

$$8 K \times F_o \times D_m$$

$$D_w = [ \text{-----} ]^{1/3} \quad \text{(Anexo H -15)}$$

$$\pi \times T_d$$

$$8 (1,2) \times 21,59 \times 0,60$$

$$D_w = [ \text{-----} ]^{1/3}$$

$$\pi \times 170000$$

$$D_w = [2,33 \text{ E } -4]^{1/3}$$

$$D_w = 0,0615''$$

- Diámetro de alambre estándar es el # 16 de 0,0625'' (Anexo – R)

- A continuación se debe calcular los valores reales de C (Índice de resorte) y K' (Factor de Wahl) (Anexo – T)

$$C = D_m / D_w \quad (\text{Anexo H - 16})$$

$$C = 0,60 / 0,0625$$

$$C = 9,60$$

$$K' = \frac{4C - 1}{4C - 4} \quad (\text{Anexo H - 17})$$

$$K' = \frac{4(9,60) - 1}{4(9,60) - 4}$$

$$K' = 1,15$$

- Se debe obtener la tensión real de trabajo de acuerdo a la fuerza de operación máxima.

$$T_o = \frac{8 K' F_o D_m}{\pi D_w^3} \quad (\text{Anexo H - 18})$$

$$T_o = \frac{8 \times 1,15 \times 21,59 \times 0,60}{\pi \times 0,0625^3}$$

$$T_o = 155382,39 \text{ Psi.}$$

- Al compararlo con la tensión de diseño de 170000 Psi se concluye que con la fuerza máxima de operación es segura la tensión real.

- Calculamos el número de bobinas activas de acuerdo a  $F_o$ , para lo que se da una razón de resorte  $K = 8 \text{ lb. /"} y un  $G$  para nuestro material de 11200000 Psi (Anexo – U)$

$$Na = \frac{GD_w}{8KC^3} \quad (\text{Anexo H – 19})$$

$$Na = \frac{(11200000) \times (0,0625)}{8 \times (8) \times (9,60)^3}$$

Na = 12,36 Bobinas activas

$$N \text{ (Bobinas totales)} = Na + 2 \quad (\text{Anexo H - 20})$$

$$N = 12 + 2$$

$$N = 14$$

- Con el número de bobinas totales podemos calcular la longitud del resorte comprimido (Ls).

$$L_s = D_w \times N \quad (\text{Anexo H – 21})$$

$$L_s = 0,0625 \times 14$$

$$L_s = 0,875 \text{ "}$$

- Para poder calcular la longitud libre del resorte se debe encontrar primero los diámetros del mismo

$$OD \text{ (Diámetro externo)} = \frac{3}{4} \text{ "} \quad (\text{Anexo H – 22})$$

$$ID \text{ (Diámetro interno)} = D_m - D_w = 0,60 \text{ "} - 0,0625 \text{ "} = 0,538 \text{ "} \quad (\text{Anexo H – 23})$$

- Cálculo de espaciado entre bobina y bobina (p)

$$p = 2.5 \times Dw \quad (\text{Anexo H – 24})$$

$$p = 2,5 \times (0,0625)$$

$$p = 0,156''$$

- Cálculo de la longitud libre por medio de la relación:

$$Lf = pNa + 2Dw \quad (\text{Extremos a escuadra y lijados}) \quad (\text{Anexo H – 25})$$

$$Lf = 0,156'' \times 12 + 2(0,0625'')$$

$$Lf = 1,997''$$

$$Lf = 2'' \quad (\text{Estandarizado})$$

- Cálculo de la relación  $f_o / L_f$  mediante tablas: (Anexo – U)

$$Lf / D_m = 2'' / 0,60'' = 3$$

$$f_o / L_f = 0,36$$

$$f_o = 0,36 \times L_f$$

$$f_o = 0,36 \times 2''$$

$$f_o = 0,72''$$

- Cálculo de la longitud de operación

$$L_o = L_f - f_o \quad (\text{Anexo H – 26})$$

$$L_o = 2 - 0,72$$

$$L_o = 1,28''$$

- Longitudes y Diámetros estandarizados

$$L_f = L_i = 2''$$

$$L_s = 7/8''$$

$$OD = 3/4''$$

$$IO = 5/8''$$

$$D_w = 1/16''$$

- Con el cálculo de la longitud de operación, se hace la relación que en si un desvío máximo de  $1,5^\circ$  en la rueda se plasma como un desvío máximo a cualquiera de los lados de la placa de  $1''5/16$ .

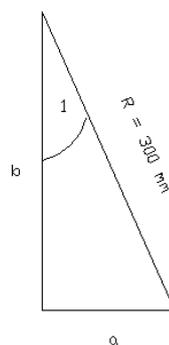
- Se decidió que la placa tenga cómo posibles resultados 13 datos, repartidos de la siguiente manera:

$$\text{Izquierda} = 6$$

$$\text{Derecha} = 6$$

$$\text{Centro} = 1$$

- Por lo que con los cálculos, ya obtenidos, tomando en consideración un radio intermedio de los vehículos de 30 cm., se procedió hacer las siguientes relaciones que dieron como resultado la siguiente tabulación de datos:



**FIGURA 3.12. Desviación de la rueda**

Por la ubicación de alzas en los resortes la medida máxima se disminuyó en  $0.3^\circ$

Radio = 30 cm. = 300 mm.

Ángulo 1= 0°, 0.288°, 0.384°, 0.576°, 0.72°, 0.96°, 1.2°

a es el desvío del eje de dirección

$$a = R \times \text{Sen } 1$$

Para 1,2°

$$a = 300 \text{ mm Sen } 1,2^\circ$$

$$a = 6.7 \text{ mm}$$

De aquí partimos con la relación ya calculada:

$$6.7 \text{ mm} \text{ ----- } 1, \text{'' (25.4 mm de movimiento en la placa)}$$

El desvío en 1 Km. de trayectoria se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Desvío (1,2)} = 1 \text{ Km.} \times \text{tg } 1,2^\circ$$

$$\text{Desvío (1,2)} = 22.11 \text{ m / Km.}$$

Para 0.96°

$$a = 300 \text{ mm Sen } 0.96^\circ$$

$$a = 5,36 \text{ mm}$$

$$6.7 \text{ mm} \text{ ----- } 25.4 \text{ mm}$$

$$5.36 \text{ mm} \text{ ----- } \quad \times$$

$$X = 20 \text{ mm}$$

$$\text{Desvío (0.96)} = 1 \text{ Km.} \times \text{tg } 0.96^\circ$$

$$\text{Desvío (0.96)} = 17,6 \text{ m / Km.}$$

Para 0,72°

$$a = 300 \text{ mm Sen } 0,72^\circ$$

$$a = 4,02 \text{ mm}$$

6.7 mm ----- 25.4 mm  
4,02 mm ----- x  
X= 15 mm

Desvío (0,72) = 1 Km. x tg 0.72°  
Desvío (0,72) = 13.2 m / Km.

Para 0.576°  
a = 300 mm Sen 0.576°  
a= 3. 22 mm

6.7 mm ----- 25.4 mm  
3.22 mm ----- x  
X= 12 mm

Desvío (0,576) = 1 Km. x tg 0.576°  
Desvío (0,576) = 10.56 m / Km.

Para 0.384°  
a = 300 mm Sen 0,384°  
a= 2.15 mm

6.7 mm ----- 25.4 mm  
2.15 mm ----- x  
X= 8 mm

Desvío (0,384) = 1 Km. x tg 0.384°  
Desvío (0,384) = 7.04 m / Km.

Para 0,192°  
a = 300 mm Sen 0,288°  
a= 1.5 mm

6.7 mm ----- 25.4 mm

1.5 mm ----- x

X= 5.69 mm

Desvío (0,288) = 1 Km. x tg 0.288°

Desvío (0,288) = m / Km.

Para 0°

0 mm

X= 0 mm

Desvío 0 m / Km.

Para -1,2°

a = 300 mm Sen -1,2°

a= -6.7 mm

El desvío en 1 Km. de trayectoria se calcula de la siguiente forma:

Desvío (-1,2) = 1 Km. x tg -1,2°

Desvío (-1,2) = -22.11 m / Km.

Para -0.96°

a = 300 mm Sen -0.96°

a=-5,36 mm

-6.7 mm ----- 25.4 mm

-5.36 mm ----- x

X= 20 mm

Desvío (-0.96) = 1 Km. x tg- 0.96°

Desvío (-0.96) = -17,6 m / Km.

Para -0,72°

$$a = 300 \text{ mm Sen } -0,72^\circ$$

$$a = -4,02 \text{ mm}$$

$$-6.7 \text{ mm} \text{ ----- } 25.4 \text{ mm}$$

$$-4,02 \text{ mm} \text{ ----- } x$$

$$X = 15 \text{ mm}$$

$$\text{Desvío } (-0,72) = 1 \text{ Km. } \times \text{ tg } -0.72^\circ$$

$$\text{Desvío } (-0,72) = -13.2 \text{ m / Km.}$$

Para  $-0.576^\circ$

$$a = 300 \text{ mm Sen } -0.576^\circ$$

$$a = -3.22 \text{ mm}$$

$$-6.7 \text{ mm} \text{ ----- } 25.4 \text{ mm}$$

$$-3.22 \text{ mm} \text{ ----- } x$$

$$X = 12 \text{ mm}$$

$$\text{Desvío } (-0,576) = 1 \text{ Km. } \times \text{ tg } -0.576^\circ$$

$$\text{Desvío } (-0,576) = -10.56 \text{ m / Km.}$$

Para  $-0.384^\circ$

$$a = 300 \text{ mm Sen } -0,384^\circ$$

$$a = -2.15 \text{ mm}$$

$$-6.7 \text{ mm} \text{ ----- } 25.4 \text{ mm}$$

$$-2.15 \text{ mm} \text{ ----- } x$$

$$X = 8 \text{ mm}$$

$$\text{Desvío } (-0,384) = 1 \text{ Km. } \times \text{ tg } -0.384^\circ$$

$$\text{Desvío } (-0,384) = -7.04 \text{ m / Km.}$$

Para  $-0,288^\circ$

$a = 300 \text{ mm Sen } -0,288^\circ$

$a = -1.5 \text{ mm}$

$-6.7 \text{ mm} \text{ ----- } 25.4 \text{ mm}$

$-1.5 \text{ mm} \text{ ----- } x$

$X = 5.69 \text{ mm}$

$\text{Desvío } (-0,288) = 1 \text{ Km. } \times \text{tg } -0.288^\circ$

$\text{Desvío } (-0,288) = \text{m} / \text{Km.}$

(Anexo – V)

**TABLA III.3 Medidas del sistema**

	PLACA	CONVERGENCIA (mm)	CVG. (GRADOS)	IZQ.	DESVIO (m/Km.)
1	2.5	6.7	1,2		22.1
2	2	5,36	0.96		17.6
3	1.5	4.02	0.72		13.2
4	1.2	3.22	0.576		10.56
5	0.8	2.15	0.384		7.04
6	0.569	1.5	0.288		5.03
7	0	0	0		0
8	-2.5	-6.7	-1,2		-22.1
9	-2	-5,36	-0.96		-17.6
10	-1.5	-4.02	-0.72		-13.2
11	-1.2	-3.22	-0.576		-10.56
12	-0.8	-2.15	-0.384		-7.04
13	-0.569	-1.5	-0.288		-5.03

### 3.3. DISEÑO ELÉCTRICO – ELECTRÓNICO

#### 3.3.1. PARÁMETROS Y SEÑALES CONSIDERADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO

Después de analizar minuciosamente los parámetros de funcionamiento de todo el sistema de control de alineación al paso y las señales que ingresan y salen del circuito se pudo justificar los siguientes puntos:

1. El circuito funcionará con 5V, hay que tomar en cuenta que se debe tener una fuente de energía de 12V para que en el circuito de voltaje necesario.
2. El sistema de control posee 7 medidas por lo que el microcontrolador debe tener ese mismo número de puertos de entrada de información.
3. Ya que el microcontrolador será utilizado para medición debe tener por lo menos 2 Timers para tener opciones de manejo, de la misma manera debe poseer una inmunidad al ruido.
4. Los datos serán enviados a un computador, y este a su vez posee por lo menos un puerto RS232, el microcontrolador deberá tener entre sus características comunicación RS232.
5. Por el hecho de pruebas y mejoras al programa del proyecto se debe contar con un circuito adicional que tenga la capacidad de grabar al microcontrolador cada vez que se requiera.
6. La velocidad, la paridad y el número de bits del dato debe ser los mismos en transmisor y receptor, por lo que se debe sincronizar el microcontrolador y el PC de la misma manera.
7. Al tomar en cuenta que las señales de comunicación serán seriales, por el hecho de funcionar tan solo con la velocidad de transferencia de datos y al saber que un microcontrolador trabaja con ceros y unos lógicos, siendo estos voltajes diferentes a los del PC se requiere de un circuito que regule los niveles de voltaje para hacer posible el envío de señales digitales por una línea RS232, por lo que se debe construir también un circuito MAX – 232 conectado al microcontrolador.
8. En las computadoras los puertos paralelos están ocupados por el scanner e impresora se a decidido hacer la conexión de la placa electrónica al PC por un puerto en serie, además que estos son mas rápidos que los paralelos, entonces se a tomado una conexión de tipo NULL MODEM que es barata y fácil de realizar.

### **3.3.2. TIPO DE COMUNICACIÓN Y SUS SEÑALES DE OPERACIÓN**

Se decidió que la información de la placa vaya hacia un programa de PC donde se mostrarán todos los resultados de las pruebas realizadas en el alineador tomando en cuenta las siguientes razones:

- El puerto serial de las computadoras es conocido como puerto **RS-232**.
- Por la ventaja de que todas las máquinas traen al menos un puerto serial.
- El puerto serial permite la comunicación entre otros dispositivos tales como otra computadora, el Mouse, impresora y para nuestro caso con los microcontroladores.

#### **3.3.2.1. SELECCIÓN DEL TIPO DE COMUNICACIÓN**

Existen dos tipos de comunicaciones:

- **COMUNICACIONES PARALELAS**
- **COMUNICACIONES SERIALES**

#### **Comunicaciones paralelas:**

Este tipo de comunicación transmite todos los bits de un dato de manera simultánea.

Por lo tanto la velocidad de transferencia es rápida, sin embargo tiene la desventaja de utilizar una gran cantidad de líneas, se vuelve más costoso y tiene la desventaja de atenuarse a grandes distancias, por la capacitancia entre conductores así como sus parámetros distribuidos.

#### **Comunicaciones Seriales:**

Existen dos tipos de comunicaciones seriales:

- Sincrónica
- Asincrónica.

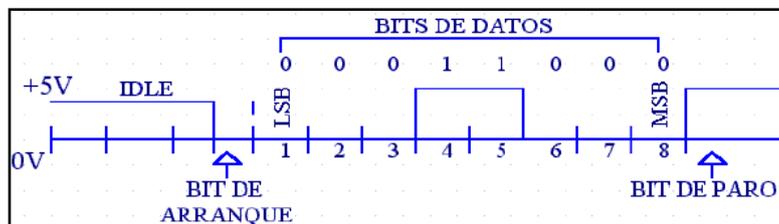
**- Comunicación serial sincrónica:**

Además de una línea sobre la cual se transmitirán los datos se necesita de una línea la cual contendrá los pulsos de reloj que indicaran cuando un dato es valido.

**- Comunicación serial asincrónica:**

No son necesarios los pulsos de reloj.

La duración de cada bit esta determinada por la velocidad con la cual se realiza la transferencia de datos.



**Figura 3.13. Carácter que se trasmite en forma serial asincrónico**

Considerando las ventajas y desventajas de los dos tipos de comunicación se tomó la decisión de realizar el sistema de control mediante una comunicación serial asincrónica ya que dependeremos específicamente de la velocidad con la que necesitaremos transmitir los datos al PC.

### **3.3.2.2. FUNCIONAMIENTO DE LA COMUNICACIÓN SERIAL ASINCRÓNICA**

Normalmente cuando no se realiza ninguna transferencia de datos, la línea del transmisor se encuentra en estado de (idle) este quiere decir en estado alto.

Para iniciar la transmisión de datos, el transmisor coloca esta línea en bajo durante determinado tiempo, lo cual se le conoce como bit de arranque (start bit) y a continuación empieza a transmitir con un intervalo de tiempo los bits correspondientes al dato, empezando siempre por el BIT menos significativo (LSB), y terminando con el BIT mas significativo.

Si el receptor no esta sincronizado con el transmisor, este desconoce cuando se van a recibir los datos.

Por lo tanto el transmisor y el receptor deberán tener los mismos parámetros de velocidad, paridad, número de bits del dato transmitido y de BIT de parada.

En los circuitos digitales, cuyas distancias son relativamente cortas, se pueden manejar transmisiones en niveles lógicos TTL (0-5V), pero cuando las distancias aumentan, estas señales tienden a distorsionarse debido al efecto capacitivo de los conductores y su resistencia eléctrica.

El efecto se incrementa a medida que se incrementa la velocidad de la transmisión, todo esto origina que los datos recibidos nos sean igual a los datos transmitidos, por lo que no se puede permitir la transferencia de datos.

Una de las soluciones mas lógica es aumentar los márgenes de voltaje con que se transmiten los datos, de tal manera que las perturbaciones a causa de la línea se pueda corregir.

### **3.3.2.3. SEÑALES DE OPERACIÓN BAJO LA NORMA RS - 232**

Ante la gran variedad de equipos, sistemas y protocolos que existen surgió la necesidad de un acuerdo que permitiera a los equipos de varios fabricantes comunicarse entre si.

La **EIA (Electronics Industry Association)** elaboró la norma RS-232, la cual define la interfase mecánica, los pines, las señales y los protocolos que debe cumplir la comunicación serial, todas las normas RS-232 cumplen con los siguientes niveles de voltaje:

- Un "1" lógico es un voltaje comprendido entre  $-5v$  y  $-15v$  en el transmisor y entre  $-3v$  y  $-25v$  en el receptor.
- Un "0" lógico es un voltaje comprendido entre  $+5v$  y  $+15v$  en el trasmisor y entre  $+3v$  y  $+25 v$  en el receptor.

El envío de niveles lógicos (bits) a través de cables o líneas de transmisión necesita la conversión a voltajes apropiados.

En los microcontroladores para representar un 0 lógico se trabaja con voltajes inferiores a  $0.8V$ , y para un 1 lógico con voltajes mayores a  $2.0V$ . En general cuando se trabaja con familias TTL y CMOS se asume que un "0" lógico es igual a cero Voltios y un "1" lógico es igual a cinco Voltios.

La importancia de conocer esta norma, radica en los niveles de voltaje que maneja el puerto serial del ordenador, ya que son

diferentes a los que utilizan los microcontroladores y los demás circuitos integrados.

Por lo tanto se necesita de una interfase que haga posible la conversión de niveles de voltaje a los estándares manejados por los circuitos integrados TTL

Por lo que es necesaria la utilización de un circuito MAX 232, el cual soluciona los problemas de niveles de voltaje cuando se requiere enviar unas señales digitales sobre una línea RS-232.

Este chip se utiliza en aquellas aplicaciones donde no se dispone de fuentes dobles de +12 y -12 Voltios.

Y ya que en nuestro sistema electrónico trabajaremos con un voltaje de 5V, este circuito es idóneo porque necesita solamente una fuente de +5V para su operación, internamente tiene un elevador de voltaje que convierte el voltaje de +5V al de doble polaridad de +12V y -12V.

#### **3.3.2.4. TEORÍA DE FUNCIONAMIENTO DEL CIRCUITO MAX 232**

El circuito integrado lleva internamente 2 conversores de nivel de TTL a RS232 y otros 2 de RS232 a TTL con lo que en total podremos manejar 4 señales del puerto serie del PC pero en nuestro caso solo utilizaremos un par para nuestro prototipo.

Para que el max232 funcione correctamente deberemos de poner unos condensadores externos, todo esto lo podemos ver en la siguiente figura en la que solo se han cableado las líneas TX y RX que son las más usualmente usadas para casi cualquier aplicación.

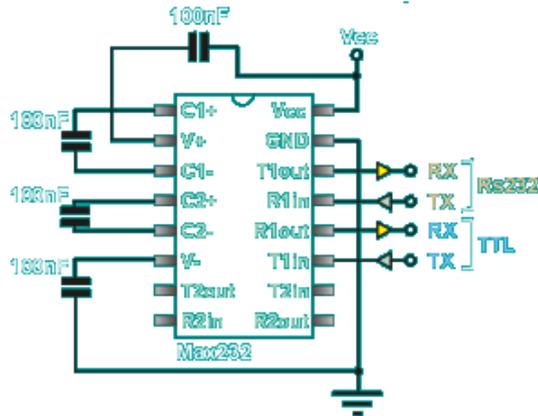


FIGURA 3.14. Circuito máx. 232

### 3.3.3. SELECCIÓN DE ELEMENTOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS

La selección de elementos se realizó después del análisis de señales y parámetros de funcionamiento por lo que se utilizaron los siguientes elementos eléctricos y electrónicos.

#### 3.3.3.1. SELECCIÓN DEL TIPO DE FOTO RESISTENCIA A UTILIZAR

Por la principal razón de que las fotos resistencias de tipo LDR se usan para detectar niveles de luz ambiente o seguimiento de luces o linternas, así pues son las indicadas para la realización del proyecto con varias LDR dispuestas en forma seguida, para hacer pasar por ellas un haz de luz, dándonos un valor de resistencia el cual nos servirá posteriormente para el cálculo del desvío o no de la llanta.

TABLA III.4. Valores de resistencia

LUMINOSIDAD	VALOR DE RESISTENCIA
SIN LUZ	$R < 50$ OHMIOS
CON LUZ:	$R > 50$ OHMIOS



Figura 3.15. Foto resistencia

### 3.3.3.2. SELECCIÓN DEL LÁSER PARA LA APLICACIÓN

Analizando el funcionamiento eléctrico del sistema de control, y sabiendo que las fotos resistencias del tipo LDR a ser usadas eran muy sensibles.

Por lo que el láser a ser utilizado estaba en un rango normal de emisión del rayo de luz con la particularidad que el sistema estará por debajo del nivel del suelo, totalmente oscuro, decidí que el sistema usara un puntero láser de uso común y fácil de encontrar en el mercado.

El puntero láser se encenderá o apagará por medio de la fuente de alimentación que abastece a todo el sistema de control, cabe indicar que al este tipo de láser es accionado por un pulso, por lo que el mecanismo esta diseñado para que el láser siempre este accionado.

TABLA III.5. Especificaciones del láser

<b>Tipo de láser:</b>	IIa
<b>Potencia:</b>	< 5mW
<b>Largo de onda:</b>	650nm
<b>Baterías:</b>	2 x LR44
<b>Autonomía (continua):</b>	5 horas



Figura 3.16. Puntero láser

### 3.3.3.3. SELECCIÓN DEL CAPACITOR ADECUADO PARA EL SISTEMA

Teniendo en cuenta el tipo de microcontrolador a utilizar, junto con los otros materiales para la placa electrónica se optó por utilizar capacitores de tantalio de 100 mf, cabe indicar que al no presentarse ningún problema de estos con las foto resistencias serán ubicados capacitores de idéntico valor en el sistema eléctrico de la placa de medición.

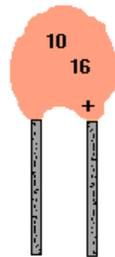


Figura 3.17. Capacitor de 10 uf

### 3.3.3.4. SELECCIÓN DEL MICROCONTROLADOR PARA LA APLICACIÓN

Los requerimientos en la transmisión de datos entre el prototipo y la placa de medición no necesitan gran procesamiento se tomó la decisión de elegir un microcontrolador de 8 bits y de programación tipo RISC (Computadores de Juego de Instrucciones Reducido), ya que estos permiten una sencilla y rápida manera de envío de las instrucciones permitiendo optimizar el hardware y el software del microprocesador.

Los siguientes son los principales puntos tenidos en cuenta:

- **Memoria de programa tipo flash como mínimo 8 KBytes:**

No se consideró útil ni práctico el uso de procesadores con ventana ya que encarece y aumenta los tiempos de desarrollo de software.

Al principio se consideraron viables aquellos MCUs con memoria de programa SRAM externa, pero debido a las restricciones de uso de memoria, de tamaño y a que esto incrementaba sensiblemente la cantidad de pines del integrado (además de la cantidad de chips) se descartó rápidamente.

- **Memoria de programa auto modificable:**

EL principal uso de esta característica es poder enviar nuevas versiones del software por cualquier puerto o bus que se considere necesario sin necesidad de desmontar el MCU.

Por ejemplo, en sistemas distribuidos con múltiples controladores, uno de ellos puede vía RS-232, RF o IR y reprogramar al resto vía 2WI o I2C.

- **Alta velocidad de procesamiento dentro del rango de procesadores de bajo costo:**

Típicamente más de 8 MIPS tomando al MIPS como indicativo, aunque teniendo en cuenta que no es un buen medidor de performance.

Se intentó buscar arquitecturas con CPIs (Clocks Per Instrucción) lo más cercanos a 1 que fuera posible, para reducir los problemas de las altas frecuencias de reloj y bajar el consumo.

- **Debido a que no se utilizaría RAM de datos externa:**

Se consideró prioritario que el MCU tenga una cantidad aceptable (al menos 512 bytes).

- **Cantidad de entradas y salidas necesarias:**

Posee las necesarias para que cumpla con la funcionalidad preestablecida.

- **Comunicaciones:**

Una UART (para el puerto RS-232 y otras aplicaciones) y algún tipo de bus como I2C o 2WI resuelto por hardware.

- **Timers:**

Debe tener por lo menos dos, ya que podrían ser utilizados para aplicaciones tanto de medición, como de control por modulación de ancho de pulso (PWM) o incluso para el manejo de prioridades en algunos micros sistemas operativos de tiempo real.

- **Cuestiones operativas:**

Inmunidad al ruido (elemento ausente en la mayoría de los documentos de los fabricantes).

Consumo, existencia de versiones para rangos de temperatura industrial.

Protecciones internas contra descarga electroestática en los puertos son algunos factores extra que se consideró en la medida de lo posible.

#### **3.3.3.4.1. TIPO DE MICROCONTROLADOR A UTILIZARSE**

Finalmente se optó por la familia de Atmel AVR, el **AVR ATMEGA8** es el ideal para el diseño, a continuación se presentan las características de este microprocesador de 8 bits:

- Velocidad de reloj hasta 20Mhz
- Todas las instrucciones de un ciclo de reloj (hasta 20MIPS)
- Multiplicador 8bits por hardware
- 8Kb FLASH para memoria de código
- 1Kb RAM memoria de datos
- 512 bytes EEPROM no volátil
- 6 canales A/D 10 bits
- 3 Timers de propósito general (1 8bits, 2 de 16bits)
- 3 Canales de PWM rápida por hardware
- Puertos de comunicación SPI, I2C y RS232 por hardware
- Watchdog programable

- Comparador analógico

### 3.3.3.4.2. DIAGRAMA DE PINES DEL ATMEGA8

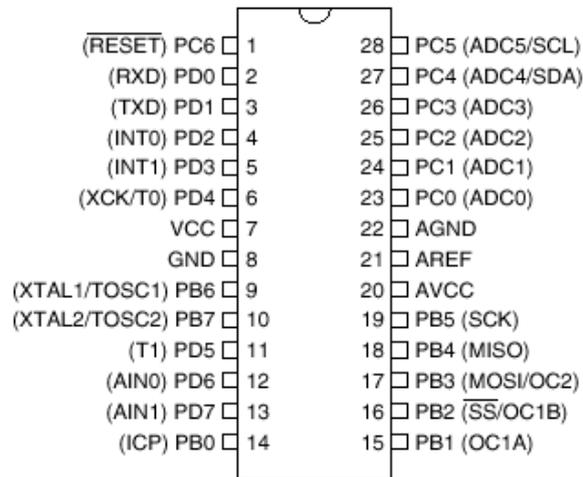


FIGURA 3.18. Pines del atmega8

### 3.3.3.5. SELECCIÓN DE LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN

Para la alimentación del circuito se utilizó un adaptador de corriente alterna a continua (transformador) el cual nos entrega doce voltios en su salida, este se conecta directamente al prototipo en donde un regulador de voltaje a cinco voltios entrega el voltaje indicado para energizar a todo el circuito.



FIGURA 3.19. Fuente de energía

### 3.3.3.6. SELECCIÓN DEL TIPO DE CABLE Y PUERTOS PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS

Primero se tomó en cuenta el número máximo de medidas de la placa por lo que se decidió realizar la transmisión por medio de un cable de computadora de 8 entradas y 8 salidas, con puertos macho / hembra DB9.



FIGURA 3.20. Puertos db9

La tabla siguiente muestra los materiales a ser utilizados en el proyecto:

TABLA III.6. Materiales

MATERIALES	NOMINACION	TOTAL
MICROCONTROLADOR	74LS244N	1
MICROCONTROLADOR	ATMEGA8L - 8PI	1
MICROCONTROLADOR	MAX - 232	1
REGULADOR	12 - 5 V LM7805C	1
CAPACITOR(10.4UF)	TANTALIO	8
CAPACITOR(10UF)	GR - 105 °c	4
RESISTENCIA	5.6 Kohmios	1
RESISTENCIA	100 Kohmios	1
LASER	5V	1
FOTO RESISTENCIA	PEQUEÑA	7
FUENTE DE VOLTAJE	110 - 220 V A 12 V	1
LED		1
PUERTOS(MACHO/HEMBRA)	DB9	4
CABLE	5E	6m.



## IV. CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE CONTROL DE ALINEACIÓN AL PASO

### 4.1. CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA

La estructura es parte esencial del proyecto, el primer paso fue obtener una plancha liza que posea las medidas estandarizadas que exige una alineadora de este tipo.

Tabla IV.1. Placa de medición

	LARGO (cm.)	ANCHO (cm.)	ESPESOR (cm.)
PLACA	100	50	0,4



Figura 4.1. Placa de medición

La placa de medición de acuerdo a normas estandarizadas debía soportar un peso de 5000Kg., que es la medida máxima para placas de medición para vehículos livianos, por lo que se inicio con la construcción del marco que serviría de sostén por debajo de la plancha, para el cual fue utilizado ángulo cuadrado de 1 pulg.

El primer paso fue cortar el ángulo a la medida de largo ancho y de cruce, como se requería para este tipo de cargas de flexión.



**Figura 4.2. Marco inferior de la placa**

Se procedió a asegurar mediante prensas los lados del marco para puntear con suelda los mismos para que el marco quede parcialmente fijo



**Figura 4.3. Aseguramiento del marco inferior**

De la misma manera luego de cuadrar y nivelar el marco, se soldó definitivamente, soldando cordones separados para no recalentar el material de la placa de medición.



**Figura 4.4. Soldadura final del marco inferior**

Luego que el marco inferior está completamente asegurado, se empezó a ubicar las cuatro columnas del mismo ángulo de 1 pulg., que estarán ubicadas en las esquinas y funcionaran como sostén de la placa, soldándolas a escuadra al marco y mediante la ayuda de una moladora situarlas a nivel.



**Figura 4.5. Ubicación y nivelación de las columnas de la placa**

Se coloca unas placas pequeñas en los extremos de las columnas, soldadas y pulidas ya que posteriormente serán de ayuda en el riel de movimiento.



**Figura 4.6. Placas del riel de movimiento**

Procedemos a montar con cuidado la totalidad del riel de movimiento ya que es indispensable que quede correcto porque de ello depende el funcionamiento del sistema de control.

Para ello es necesario ubicar un pedazo de ángulo de columna a columna para eliminar el riesgo de que las mismas con el tiempo se cierren.

Ubicamos un ángulo a la medida entre las puntas de las columnas para que nos sirvan como sostén y a su vez forme parte del riel de movimiento de la palca, punteamos para asegurarla.



**Figura 4.7. Riel de movimiento**

Probamos si los rodamientos TTN 6201RS para el movimiento ingresan con holgura en el riel, una en el riel de comprobación y otra ya en la estructura, cabe indicar que se utiliza dos rodamientos en cada esquina de la placa.



**Figura 4.8. Prueba de holgura en el riel de la estructura**

Para que los rodamientos no se salgan de la estructura de medición y a su vez tengan una carrera lineal y segura se ubicó un perno 9/16 "como eje, el cual cruza a lo largo de los dos rodamientos ajustada con una tuerca 11/16", el

mismo que se mueve por una guía diseñada en el ángulo con una carrera de 5 cm., que hace fácil el desplazamiento del perno.



**Figura 4.9. Mecanismo de movimiento perno - rodamiento**

Luego que el mecanismo de movimiento tuvo un funcionamiento favorable, procedí a asegurarlo, soldando y amolando la parte del perno (rosca) que sobresalía para que sea un mecanismo fijo (no desarmable).



**Figura 4.10. Mecanismo de movimiento asegurado**

Después de haber fijado el mecanismo ya al sistema de medición, se debió realizar dos pruebas importantes, la de nivelación de toda la placa de medición y la comprobación si el sistema ya ubicado en su posición final hacia que la placa tenga un movimiento sensible, que nos asegure que el sistema va a funcionar.

Para las pruebas se ubicó la placa de medición sobre unas planchas ya niveladas al suelo y se procedió a observar que los resultados eran satisfactorios.



**Figura 4.11. Prueba de nivelación de la placa**

Se simuló el riel inferior de los rodamientos mediante un pedazo largo de ángulo para verificar la sensibilidad de la placa.



**Figura 4.12. Prueba de movimiento de la placa**

El resultado fue favorable, teníamos una total nivelación en la plancha y además el movimiento de la misma, la hacia ver sensible, por lo que de esta manera se pudo proceder ya a la construcción de la parte final, que consiste en la elaboración del sistema de retorno de la plancha al centro, junto con el marco que rodeará a la placa de medición.

De manera inmediata se procedió a realizar la base del marco, cortado y soldado a medida ya que era necesario para construir los sistemas faltantes de la máquina con la placa de medición ya ubicada allí.



**Figura 4.13. Construcción de la base del marco**

Ubicamos la placa de medición encima de la base del marco para ubicar cuatro resortes, con el único objetivo de observar si las medidas tanto de la base como de los resortes eran exactas, además de ver si los rodamientos topan todos iguales a la base.



**Figura 4.14. Ubicación de la placa en la base**

Como siguiente paso se procedió a soldar las columnas del marco en las esquinas de la base, tomando en cuenta que tienen que estar a escuadra, y a su vez realizar dos orificios de  $\frac{1}{4}$ " por columna centrados con el ángulo tanto en la placa de medición como en el marco.



**Figura 4.15. Realización de orificios de 1/8" en la estructura**

Luego como siguiente paso se realiza el sistema de resortes, que nos ayudará a que luego de una prueba la placa regrese de forma inmediata a su centro, en total los resortes a ubicar son 8, 2 en cada esquina.

Los resortes a cada lado tienen unas platinas que sirven de sostén para que el resorte no se salga a ninguno de los lados, y son ajustados con pernos de 1/4" con contratuerca.



**Figura 4.16. Sistema de resortes**



**Figura 4.17. Total de resortes a utilizar en la estructura**

Al ya tener el sistema de resortes de retorno, se procedió a ubicarlos en la estructura para probarlos y observar si el retorno al centro se lo realiza de forma rápida como requiere la máquina.



**Figura 4.18. Ubicación del sistema de resortes en la estructura**

Con los resortes ya ubicados en la estructura se observó que la sensibilidad de la máquina estaba en un rango aceptable, por lo que se tomó la decisión de ya dejar los resortes instalados y proceder a cerrar el marco en la parte superior para prácticamente dejar culminada la labor.

El marco en la parte superior tenía que ser realizado de forma perfecta ya que tenía que quedar al mismo nivel de la placa de medición.

Por lo que por la forma de la estructura se tomó la decisión de ubicar en las partes frontales tubos cuadrados de 1 3/16" y en cambio en las partes laterales dos pedazos de ángulo cuadrado de 1" 3/16.



**Figura 4.19. Ubicación del marco superior**

Los marcos laterales fueron ubicados un poco más altos que los frontales ya que la placa de medición tiene un recorrido superior a la distancia entre marco y placa.

El recorrido de la placa en forma transversal a cualquiera de los lados daba 3cm., por lo que al saber que por medida estándar la placa tiene un movimiento de 2.5 cm., a cada lado se concluyó que estaba correcto el diseño.

Por ser la medición de la máquina mediante un láser y fotorresistencias se procedió a construir una placa pequeña con 7 orificios de 1/8" para las fotorresistencias y un dispositivo soldado a la placa donde pueda ingresar el láser.



**Figura 4.20. Placa pequeña**

Cabe indicar que el láser golpea directo al orificio del centro de la placa, y se endereza con la misma placa.



**Figura 4.21 Dispositivo para la ubicación del láser**

Primero se rectificó todas las fallas de soldadura ubicando masilla en donde era necesario, esto se hizo principalmente para que el proyecto tenga una estética vistosa ya terminado.

Las fallas de soldadura fueron más notorias en la mayoría de las esquinas de la maquinaria.



**Figura 4.22. Rectificación de fallas**

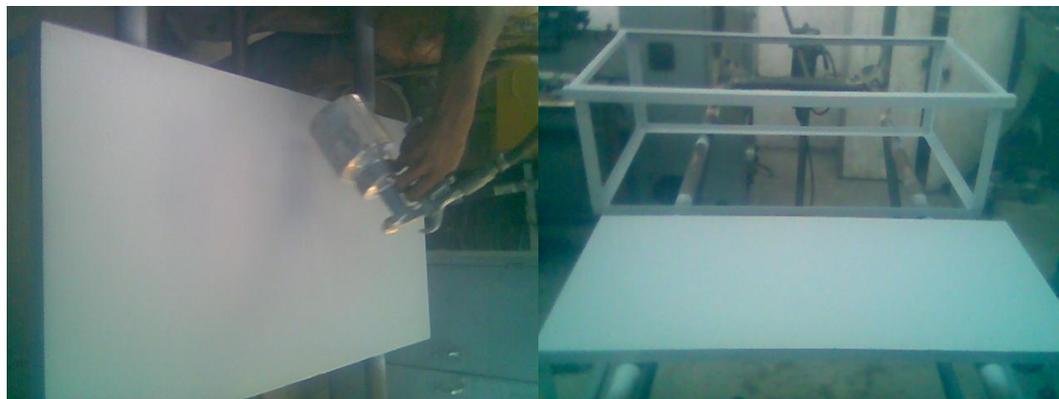
El marco debajo de la placa también fue rectificado con masilla en la parte donde no había cordones de suelda.



**Figura 4.23. Rectificado del marco de la placa**

Por el hecho que la estructura estará ubicada por debajo del suelo, con entradas de aire, y al estar compuesta por materiales oxidables, se procedió a pintar para evitar principalmente que la estructura se oxide.

Primero se le dio un fondo común de pintura a toda la estructura, para evitar que con el transcurso del tiempo no se oxide.



**Figura 4.24. Fondo a la estructura**

Luego de que se seco el fondo en la estructura se pinto la misma con pintura de Laca negra.



**Figura 4.25. Pintado a la estructura**

#### **4.1.1. DIMENSIONAMIENTO**

Las vistas de la estructura se encuentran acotadas mostrando la dimensión de la misma:



## 4.2. CONSTRUCCIÓN DEL CIRCUITO ELÉCTRICO – ELECTRÓNICO

El circuito de pruebas requería a la vez de un grabador (circuito), era necesario para ubicar en el microcontrolador ATMEGA8 el programa del sistema de control necesario para su funcionamiento.

Para este circuito es necesario un puerto de 25 pines, ya que funciona con el puerto de la impresora del PC, además de un microcontrolador 74LS244N con lo que se podría escribir sobre el ATMEGA8

Se realiza el cableado de comunicación entre el quemador y el puerto de la impresora, la conexión debe ser igual al circuito siguiendo el esquema de los cables, por colores.

**Tabla IV.2. Cable del grabador del Atmega8**

<b>Nº PIN (MACHO)</b>	<b>PIN (74LS244N)</b>	<b>COLOR</b>
2 Y 11(PUENTE)		
3 Y 13 (PUENTE)		
4	19	BLANCO/AZUL
5	1	AZUL
6	6	BLANCO/TOMATE
7	2	TOMATE
8	4	BLANCO/CAFÉ
9	17	CAFÉ
10	9	BLANCO/VERDE
18,19,20,21,22,23,24,25	TIERRA COMÚN	VERDE



**Figura 4.26. Cable para grabar**

La conexión del circuito para grabar debe ser minuciosa ya que es importante que todos los cables estén bien empataados, posteriormente al ya ubicar todo el circuito se realizara las pruebas.

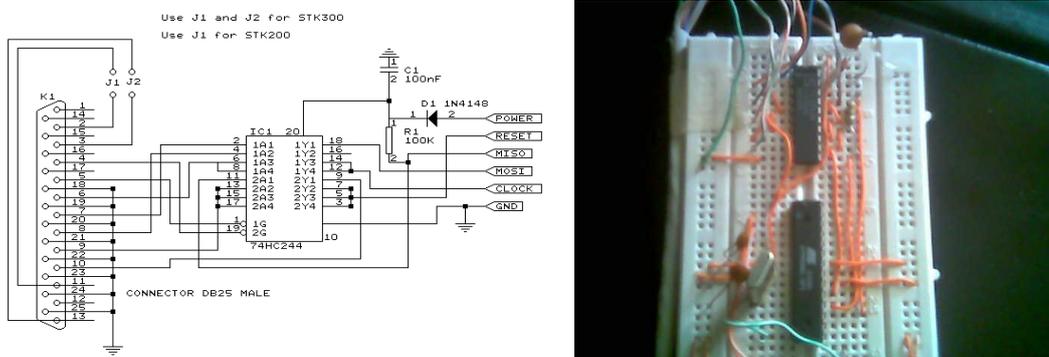


Figura 4.27. Circuito del grabador

A continuación se procede a conectar el microcontrolador ATMEGA8 al circuito del MAX 232 con lo que se completa todo el circuito, la conexión es realizada de una manera sencilla, tal que solo se utilizan dos pines.

Además es necesario colocar un puente de capacitares de 10 uf externos en el máx. para evitar un mal funcionamiento del circuito como ya se lo analizo anteriormente.

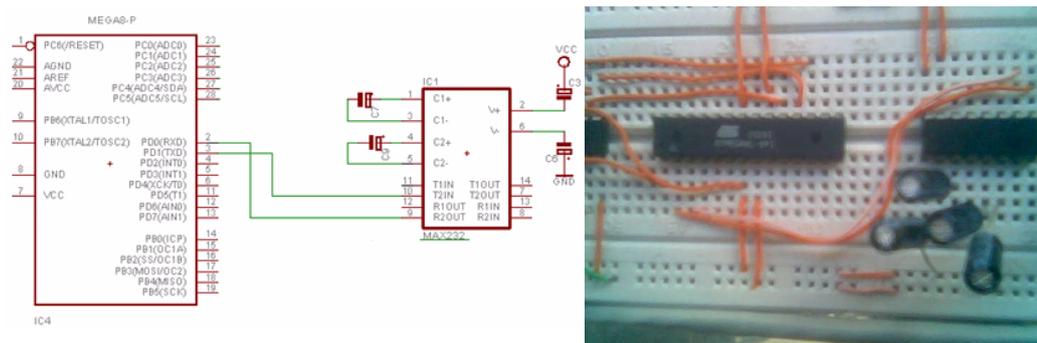


Figura 4.28. Circuito Atmega 8 – Máx.

Ya al tener el circuito total se ubico un regulador de 12 a 5 V necesario para el correcto funcionamiento del sistema, a su vez un led para que si existe

un exceso de corriente este lo consuma, a más de una resistencia de 5,6 Kohmios.



**Figura 4.29. Voltaje de funcionamiento**

Primeramente se ubico las 7 fotos – resistencias en la placa con un aislante para que no existan interferencias en la medición de los datos.



**Figura 4.30. Ubicación de las fotos resistencias**

A continuación se realizó el cable que enviara los datos desde la placa de envío de datos hasta en proto, primeramente se conecta el cable a cada una de las foto resistencias.



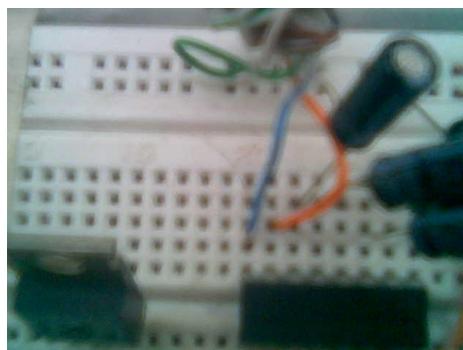
**Figura 4.31. Conexión del cableado a las fotos resistencias**

Como ya se indicó cada uno de los cables es una medida, los mismos que llegan a un pin de entrada del microcontrolador para lo que se realizo la siguiente tabla:

**Tabla IV.3. Cableado foto resistencia – atmega8**

PLACA DE MEDICION	FOTO RESISTENCIA	COLOR	DATO ENVIADO	PIN(ATMEGA8)
IZQUIERDA	1	CAFE	1.2°	C5
	2	CAFÉ/NEGRO	0.96°	C4
	3	ROJO	0.72°	C3
	4	ROJO/NEGRO	0.576°	C2
	5	ROSADO	0.384°	C1
	6	TOMATE	0.288 °	C0
CENTRO	7	TOMATE/NEGRO	0	B3
DERECHA	8	AMARILLO	- 1.2°	B2
	9	AMARILLO/NEGRO	- 0.96°	B1
	10	VERDE	- 0.72°	B0
	11	VERDE/NEGRO	- 0.576°	D7
	12	CELESTE	- 0.384°	D6
	13	AZUL	- 0.288°	D5
	14	AZUL/NEGRO		GND

Después se construyó el cable de comunicaciones, para enviar los datos al PC mediante una conexión RS 232 por lo que se necesito realizar un cable de tipo Null MODEM.



**Figura 4.32. Conexión null modem en máx 232**



**Figura 4.33. Conexión Null Modem al Pc**

Tabla de conexión de el cable tipo NULL MODEM.

**Tabla IV.4. Cableado null modem - pc**

MAX 232	COLOR	NULL MODEM	PC( PUERTO RS 232)
7 ( OUT)	TOMATE	2	2
8 (IN)	AZUL	3	3
TIERRA ( CIRCUITO)	VERDE	5	5(TIRRA PC)
		4 Y 6 ( PUENTE)	
		7 Y 8 ( PUENTE)	

### 4.3. DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL SOFTWARE

Para la realización del programa de control y quemado del microcontrolador se utilizó la versión Bascom - Avr 1.11.7.4, se eligió este software por su facilidad en la programación y su similitud en lo que a instrucciones se refiere con el programa visual Basic.

BASCOM-AVR



Version 1.11.7.4

**Figura 4.34. Bascom – avr**

De la misma manera fue escogido lenguaje Basic del programa Visual estudio para la construir del ejecutable en el PC, el cual será el que mostrará en la pantalla todos los datos de las pruebas que se realicen.

Se lo escogió por encima de un Display ya que en el programa se le puede dar mayores opciones al usuario y a su vez una mejor animación y presentación.

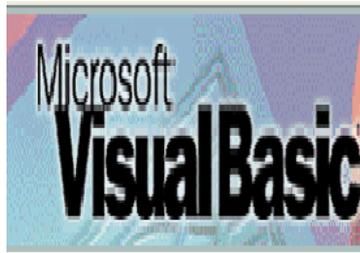


Figura 4.35. Visual Basic 6.0

#### **4.3.1. ELABORACIÓN DEL PROGRAMA DE CONTROL DEL MICROCONTROLADOR**

Lo primero que se tomo en cuenta es que los datos iban a ser enviados mediante un valor de resistencia por el diseño mismo del sistema, las fotos células no necesitan de mucha luz para variar su resistencia la que estaba inmersa en un rango dado:

- Sin luz:  $R < 50$  Ohmios
  - Iluminada:  $R > 50$  Ohmios
- (Anexo – 6)

Se procedió a un análisis de la estructura del programa buscando la manera más sencilla para su funcionamiento:

- Siempre el valor de cero debería estar marcando ya que el láser si la plancha no se mueve apuntara a ese valor.

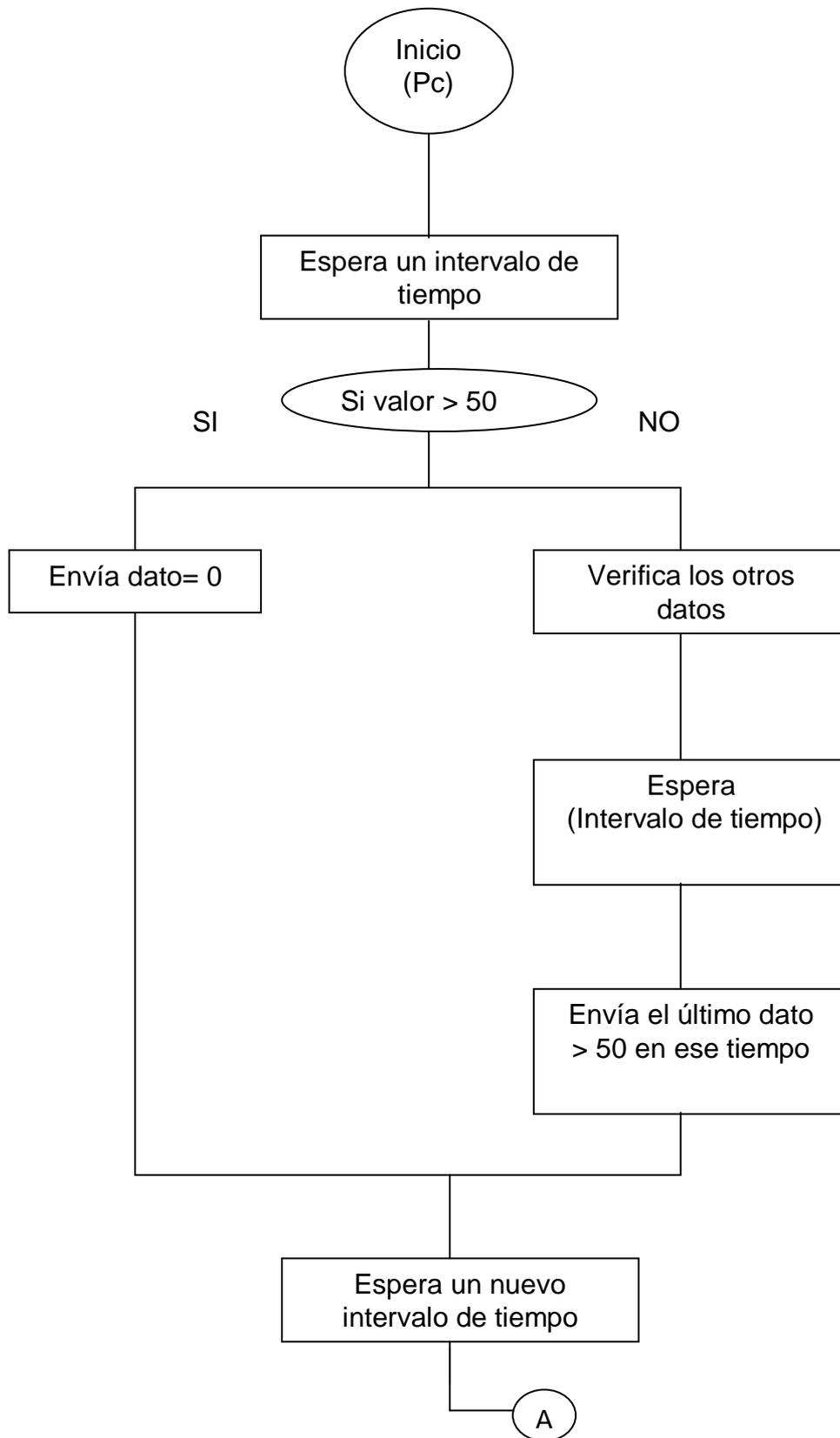
- De la misma manera si la placa se mueve y por ende el valor varia, el microcontrolador enviará el valor de la foto resistencia iluminada.
- No existe caso a ningún error de medida ya que el microcontrolador espera un reset para enviar un nuevo dato
- Este segundo valor inicialmente es otra vez cero. Y si no varia con el paso de la segunda rueda será el dato que se envié.
- Pero de la misma manera que en el primer valor si en el segundo paso varíe el dato el microcontrolador volverá a esperar que el paso de la rueda para dar el ultimo valor al que se llegó luego de que la placa fue movida.
- El programa envía solo dos datos, no enviara dato alguno hasta que otro vehículo pase por la plancha y accione el pulsador.

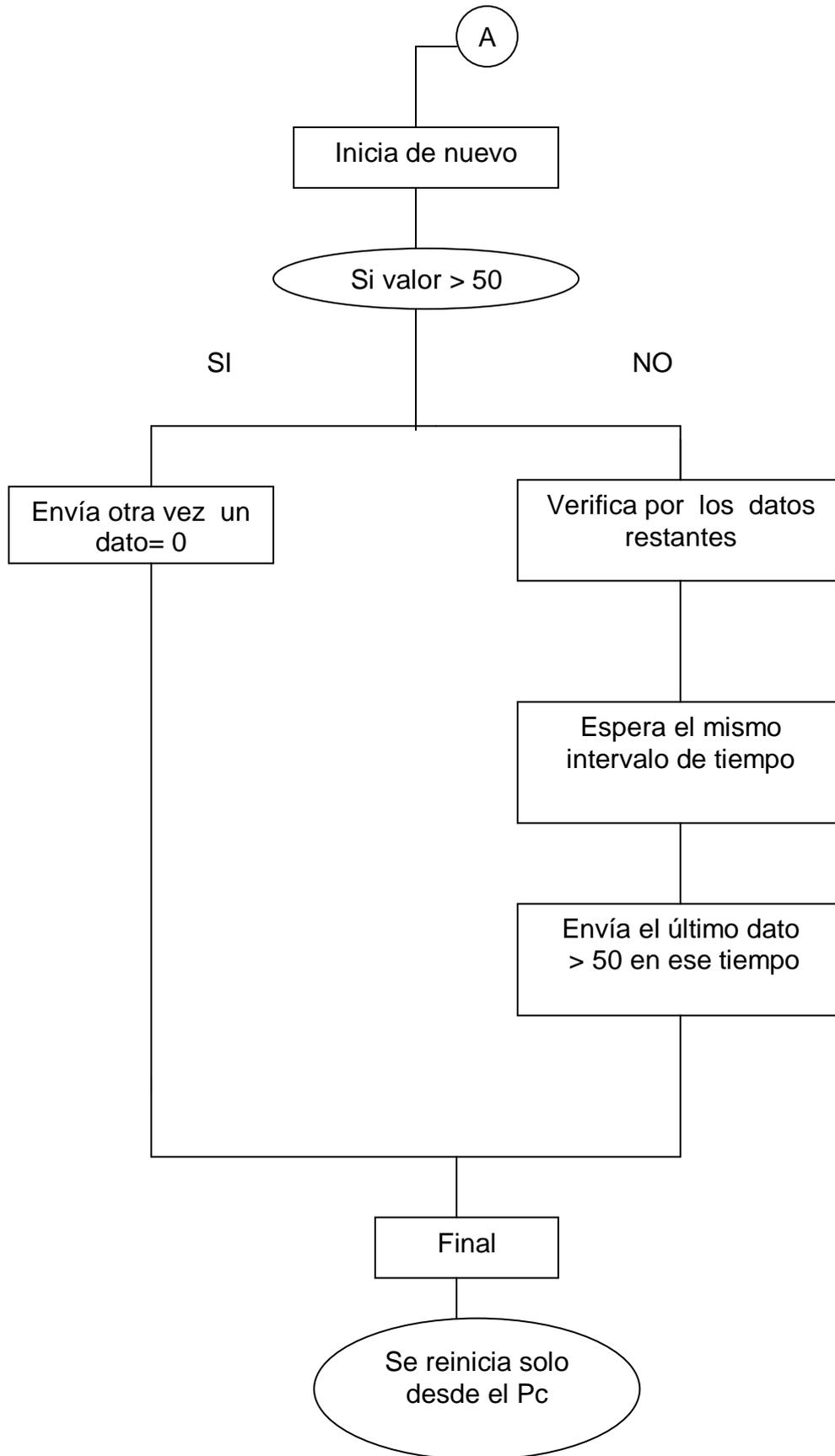
#### **4.3.2. DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL DISEÑO DEL PROGRAMA**

Es necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos para el siguiente diagrama que se presenta:

- El procesamiento
- La secuencia
- Las opciones
- Los tiempos de operación

- Los valores a enviar





### 4.3.3. ELABORACIÓN DEL PROGRAMA EN VISUAL BASIC

El funcionamiento del sistema es una secuencia, tal que el programa en Visual Basic esta diseñado para desplegar datos solo en el momento que el mismo los pida, mandando una señal al microcontrolador. (Anexo – 7)

Solamente por diseño el programa pide primero un nombre y un número de matrícula o código, recién en ese instante se activa el botón de inicio, que es exclusivamente el que hará correr al microcontrolador, en si el software funciona de la siguiente manera:

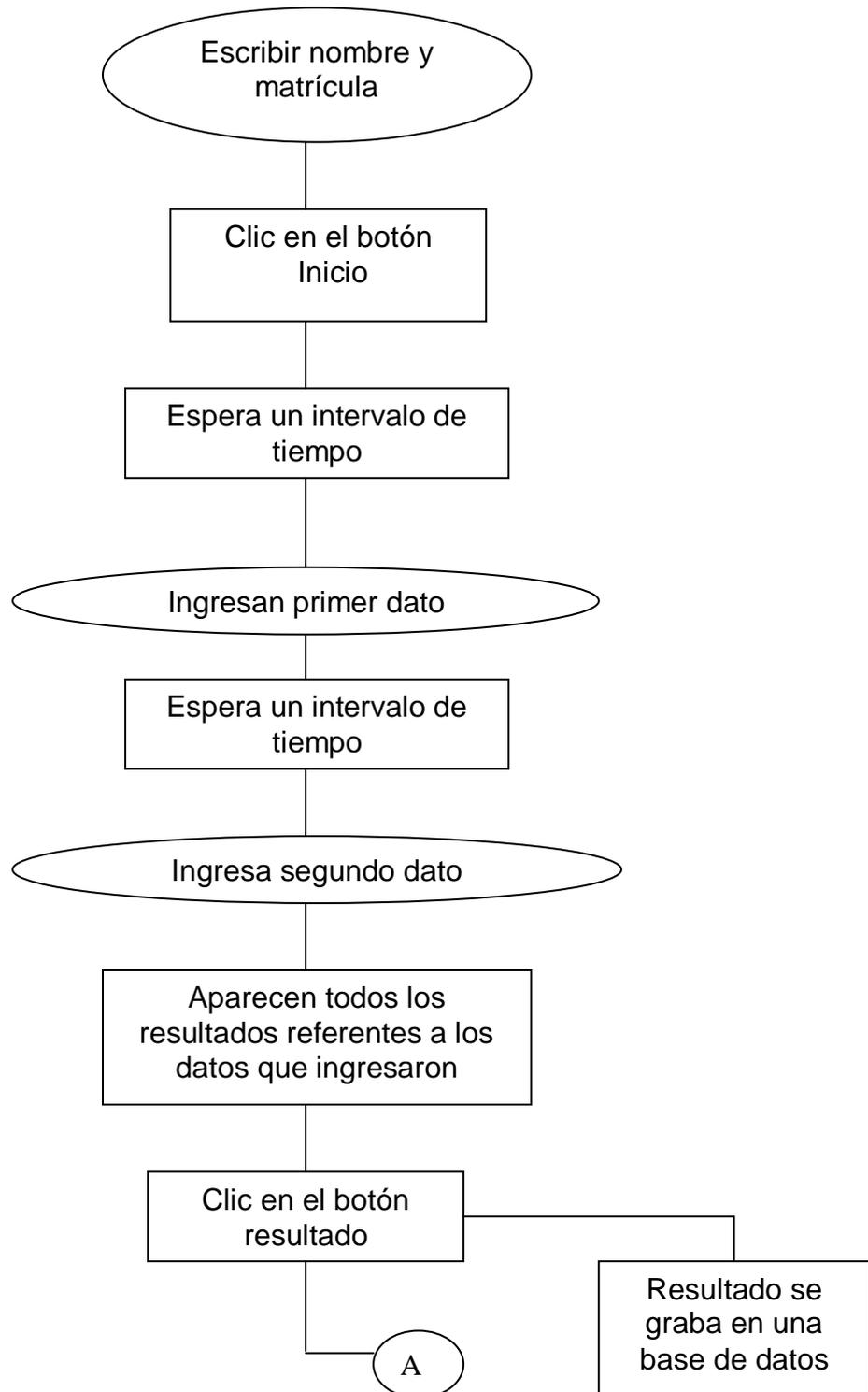
Figura 4.36. Pantalla de visualización del programa

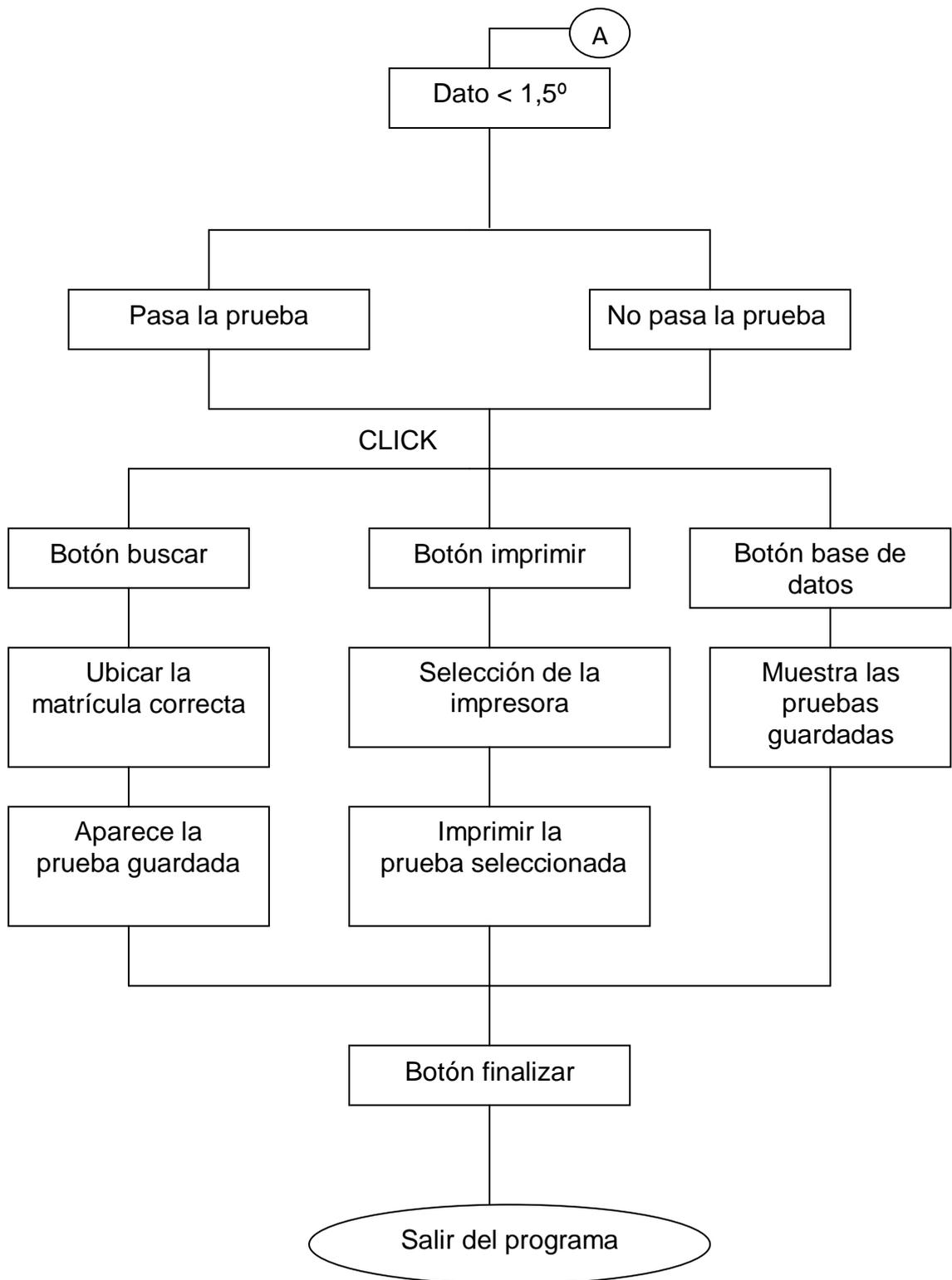
- Se escribe un nombre y posterior un código o número de matrícula.
- Se da un clic en inicio, justo el momento que la rueda tope la plancha, en ese momento corre el microcontrolador.

- Después de un segundo y medio aproximadamente llega el primer dato y luego de un tiempo similar llega el otro dato.
- En ese instante en las demás cajas de texto aparecen los datos concernientes a la medida enviada por el microcontrolador.
- Cabe indicar que estos datos se encuentran en este programa y aparecen instantáneamente según el dato de origen.
- Luego damos un clic en el botón resultado para que según nuestro programa nos diga si el vehículo paso o no la prueba.
- En el momento de dar clic en resultado ya se esta grabando la prueba en una base de datos del mismo programa, además se graba con la hora y fecha en la que se realizo.
- Existen opciones variadas, entre ellas la opción buscar, solo con escribir en una caja de texto un código guardado y dar clic en buscar aparece esa prueba.
- La opción limpiar que sirve para borrar los valores de las cajas de texto para poder realizar otra prueba.
- La opción imprimir que hace posible pasar a un papel una impresión de la prueba realizada.
- La opción Base de datos sirve para abrir todos los resultados guardados de las pruebas realizadas.
- Y por último la opción Finalizar que sirve para salir del programa.

#### 4.3.4. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA EN VISUAL BASIC

A continuación se presenta la secuencia como llegan los datos a la pantalla y el programa despliega todas sus opciones:





#### 4.3.5. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL CIRCUITO ELECTRÓNICO IMPRESO

El circuito fue construido en baquelita y su parte impresa con foto grabado, es importante mencionar que para las conexiones a los dos microcontroladores utilizados se ubico dos puertos DB9 (Hembras) y para la fuente de energía como el láser se ubico borneras en la placa.

Es necesario indicar que en la placa se coloco un subcircuito para resetear al microcontrolador, por lo que este requiere ser encerado manualmente.

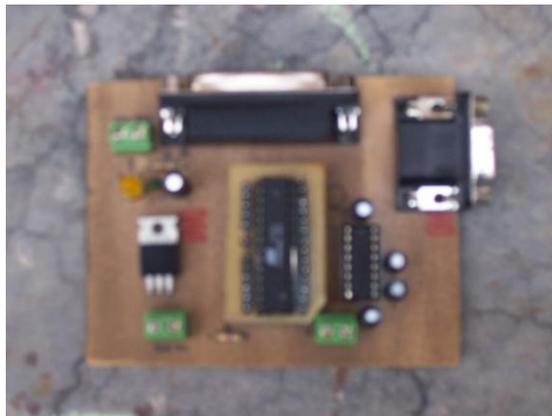


Figura 4.37. Placa electrónica

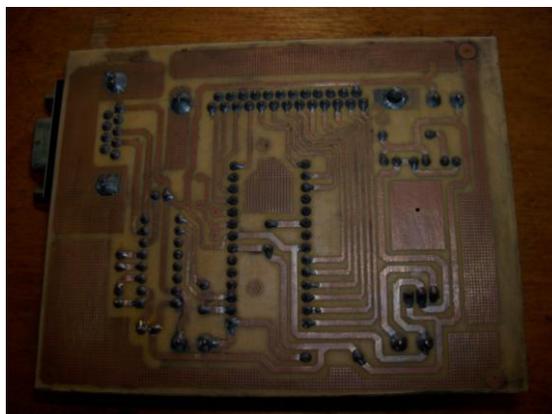


Figura 4.38. Circuito impreso en foto grabado

### 4.3.5.1. DIAGRAMA DEL CIRCUITO ELECTRÓNICO

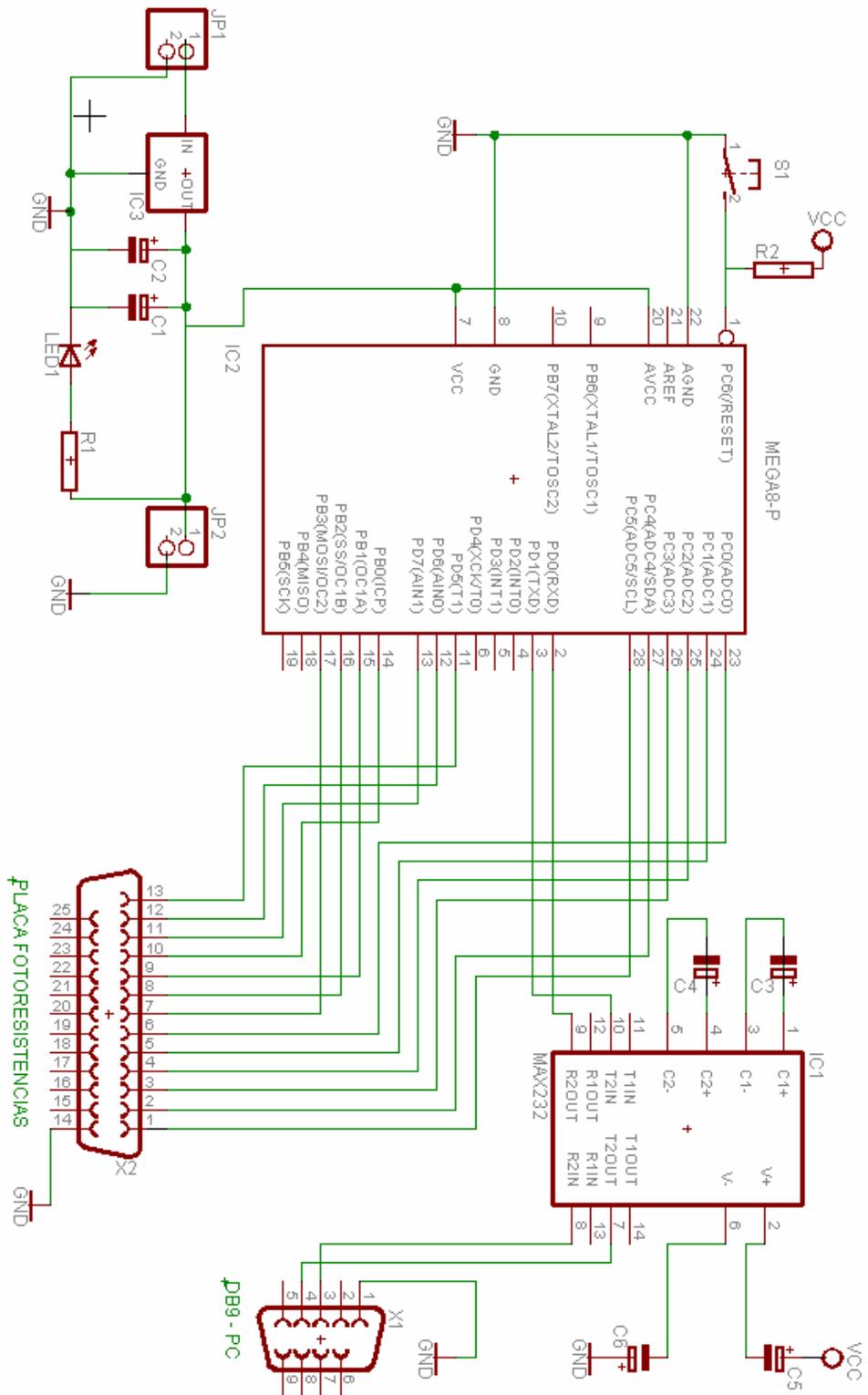


Figura 4.39. Diagrama del circuito electrónico

#### 4.4. FACTIBILIDAD ECONÓMICA

Tabla IV.5. Factibilidad económica

<b>ESPECIE</b>	<b>VALOR</b>
<b>ESTRUCTURA MECÁNICA</b>	<b>200</b>
<b>MICROCONTROLADOR ATMEGA8</b>	<b>8</b>
<b>MICROCONTROLADOR MAX 232</b>	<b>5</b>
<b>MICROCONTROLADOR</b>	<b>3</b>
<b>PLACA ELECTRÓNICA</b>	<b>25</b>
<b>RESISTENCIAS, CAPACITORES, LEDS</b>	<b>5</b>
<b>CABLE DE COMUNICACION</b>	<b>5</b>
<b>MATERIALES DE IMPRESIÓN Y TEXTOS</b>	<b>200</b>
<b>GASTOS POR CONSULTAS</b>	<b>100</b>
<b>TOTAL</b>	<b>551</b>



## V. INSTALACIÓN DEL SOFTWARE Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL

### 5.1. INSTALACIÓN DEL SOFTWARE

El software es una parte fundamental en el funcionamiento del sistema de control de alineación, ya que éste cuenta con imágenes, bases de datos que por su diseño poseen una localización o dirección en el PC.

Por lo que se imposibilita mediante solo un cd que su desempeño sea correcto es necesario tomar en cuenta las siguientes instrucciones de instalación del programa para su correcto funcionamiento:

- 1.- Colocar el cd del programa en el PC
- 2.- Esperar un momento hasta que se muestre su contenido.
- 3.- La ventana del cd muestra una carpeta denominada "**Alineador**".
- 4.- Copiar la carpeta.
- 5.- Pegar la carpeta en el **disco C: /**
- 6.- Un Clic en **Inicio** en la barra de herramientas principal.
- 7.- Un Clic en "**Todos los programas**".
- 8.-Un Clic en "**Accesorios**".
- 9.-Un clic en "**Comunicaciones**".
- 10.- Escogemos la opción "**Hiper Terminal**".

- 11.- Se abre una ventana, escribimos un nombre de archivo y aceptamos.
- 12.- En la ventana nueva, en la opción “**Conectar usando**” escogemos “**COM1**”, cabe indicar que todas las computadoras poseen esta opción.
- 13.- Aceptamos y nos aparece la ventana de conexión
- 14.- Es necesario cerrar esta ventana, pero guardando los cambios ya que el software trabajo mediante estos parámetros.
- 15.- De esta manera se culmina la instalación y queda listo el software para ser usado.

## **5.2- PROCEDIMIENTO CORRECTO PARA LAS PRUEBAS**

El equipo está diseñado para soportar automóviles livianos de hasta 3000 Kg. por lo que no existirá ningún inconveniente en las pruebas dado el tipo de autos a ser utilizados en la misma.

La prueba a realizarse son inmediatas tan solo con el paso del vehículo y en 3 segundos se puede visualizar los resultados obtenidos en la pantalla.

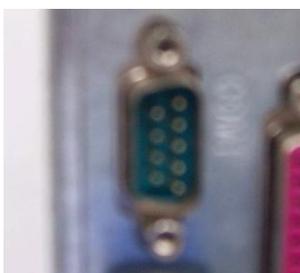
Es necesario que todos los vehículos que vayan a realizar las pruebas cumplan a cabalidad los puntos que se muestran a continuación:

- 1.- Como medida de precaución es necesario despojar de todo elemento extraño al orificio donde se ubicará la máquina, para que ésta quede completamente fija ya que es parte fundamental del funcionamiento correcto de la alineadora.



**Figura 5.1. Ubicación de la placa de medición**

2.- Conectar el cable DB9 al PC de manera correcta



**Figura 5.2. Conexión cable DB9 en el PC**

3.- Al ya estar conectado todos los sistemas, ubicamos el vehículo frente a la placa de tal manera que la rueda izquierda quede centrada con respecto a la máquina.



**Figura 5.3. Posicionamiento del vehículo**

4.- El vehículo deberá pasar por la placa a una velocidad promedio de 5 Km. / h para que los datos se puedan ser tomados.



**Figura 5.4. Velocidad de prueba**

5.- En el momento del inicio de la prueba el conductor no debe tomar el volante hasta que el vehículo haya traspasado completamente la placa para que no exista ningún movimiento en la dirección.



**Figura 5.5. Posicionamiento del volante**

5.- En el programa se escribe el nombre del propietario y el número de matrícula, con un fin de tener los datos necesarios para la prueba.

<b>NOMBRE:</b>	Diego Segovia	
<b>MATRICULA:</b>	XVW	120

**Figura 5.6. Ubicación de información en el software**

6.- Se procede al paso del vehículo por la placa de medición, justo en el momento que la rueda tope el pulsador ubicado en la placa se procesará la información en el microcontrolador y se enviará al programa el dato obtenido.



**Figura 5.7. Pulsador**

7.- Pasa la primera rueda y se envía el primer dato al programa para que se pueda visualizarlo.



**Figura 5.8. Paso del eje delantero**

8.- Luego del paso del segundo eje del vehículo se envía el segundo dato al programa.



**Figura 5.9. Paso del eje trasero**

9.- Al final de la prueba así se visualizara los datos obtenidos.



Figura 5.10. Visualización de datos

10.- Si que quiere ubicar alguna prueba realizada nos ubicamos en la caja de texto junto al botón BUSCAR, escribimos la placa del vehículo y damos clic en BUSCAR.



Figura 5.11. Buscar pruebas realizadas

11.- En la pantalla se volverá a visualizar toda todos los datos guardados.



Figura 5.12. Pruebas guardadas

### 5.3. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL

Las pruebas de funcionamiento es la parte esencial del proyecto, aquí se comprobará la fiabilidad de la máquina en la lectura que muestre del estado de la dirección del vehículo.

La placa está diseñada para soportar un peso máximo de 3000 Kg., es algo importante a tomar en cuenta ya que un sobrepeso puede causar daños a la estructura.

De la misma manera se debe tener claro que la placa se moverá transversalmente según la condición de la dirección del vehículo, mientras mayor sea el desvío en ésta, mayor será el desplazamiento de la placa.

Las pruebas serán realizadas tres veces por cada vehículo para que se este seguro de la medida obtenida, la cual depende de la velocidad, por lo que la velocidad recomendada es de 5 Km. /h.

La siguiente tabla muestra los intervalos entre los cuales el programa analizará la alineación o no de los ejes del vehículo, la alineadora trabaja con la norma ISO 9001 versión 2000 la misma que es la que rige la revisión vehicular en el país.

**Tabla V.1. Intervalos de prueba**

<b>MEDIDA DE DESVIACIÓN</b>	<b>RESULTADO</b>
0mm – 4,02mm	PASA LA PRUEBA
4,02mm - 6,7mm	NO PASA LA PRUEBA

### 5.3.1. PRUEBAS CAMIONETA CHEVROLET LUV 2.2



Figura 5.13. Camioneta 2200 CC

Tabla V.2. Datos Técnicos Luv

<b>DATOS LUV 1.6 ( CABINA REGULAR) MM</b>	
DISTANCIA ENTRE EJES	3025
LARGO	4980
ANCHO	1690
ALTO	1610
LARGO DE CAJA	2295
ANCHO DE CAJA	1530
ENTREVÍA DELANTERA	1425
ENTREVÍA TRASERA	1400

Tabla V.3. Peso Luv

<b>Peso</b>	<b>Kg.</b>
Peso bruto vehicular	2450
Peso vehicular	1285

Con los datos técnicos se concluye que el vehículo está dentro de los límites de uso de la máquina por lo que se procede a la prueba visual y de manejo.

### 5.3.1.1. PRUEBAS VISUALES Y DE MANEJO

- Manejo suave, la dirección hidráulica no presenta ningún problema mayor.
- Desvío de la dirección, en un largo trayecto es mínimo.
- Prueba visual de las ruedas normal, ninguna de ellas muestra un desvío considerable.
- Prueba visual de los ejes en perfecto estado.

### 5.3.1.2. DATOS FINALES DE LA PRUEBA

Figura 5.14. Resultados de alineación Luv 2200 CC

### 5.3.1.3. ANALISIS DE LOS DATOS OBTENIDOS

Tabla V.4. Resultados de alineación Luv 2200 CC

EJES	CONVERG( mm/Grados)		DESVÍO (M/km.)
EJE DELANTERO	-1,5	-0,288	-5.03
EJE DELANTERO	0	0	0

- El eje delantero dio una medida de -1,5 de desvío en mm.
- El eje posterior dio una medida de 0 de desvío en mm.
- El análisis muestra un desvío del eje hacia afuera
- Convergencia negativa
- Y un desvío o Caster de -3,52 m / Km.
- Por estar dentro de los rangos de aceptación el vehículo PASA LA PRUEBA de alineación de dirección.

### 5.3.2 PRUEBAS PEUGEOT 505



Figura 5.15. Peugeot 2000 CC

Tabla V.5. Datos Técnicos Peugeot 505

DATOS PEUGEOT 505 MM	
DISTANCIA ENTRE EJES	2360
LARGO	3495
ANCHO	1475
ALTO	1455
ENTREVÍA DELANTERA	1385
ENTREVÍA TRASERA	1365

Tabla V.6. Peso Peugeot 505

Peso	Kg.
Peso bruto vehicular	1200
Peso vehicular	1165

Con los datos técnicos se concluye que el vehículo Peugeot 505 está dentro de los límites de uso de la máquina por lo que se procede a la prueba visual y de manejo.

### 5.3.21. PRUEBAS VISUALES Y DE MANEJO

- Manejo duro, la dirección presenta problemas de estabilidad.
- Desvío de la dirección, en un largo trayecto es considerable.
- Prueba visual de las ruedas, desviadas, muestra un desvío propenso a fallar.
- Prueba visual de los ejes con un porcentaje de desviación.

### 5.3.2.2. DATOS FINALES DE LA PRUEBA

Figura 5.16. Resultados de alineación Peugeot 2000 CC

### 5.3.2.3. ANÁLISIS DE LOS DATOS OBTENIDOS

Tabla V.7. Resultados de alineación Peugeot 2000 CC

EJES	CONVERG( mm/Grados)		DESVÍO (M/km.)
EJE DELANTERO	-5.36	-0,96	-17.6
EJE DELANTERO	0	0	0

- El eje delantero dio una medida de -5.36 de desvío en mm.
- El eje posterior dio una medida de 0 de desvío en mm.
- El análisis muestra un desvío del eje hacia afuera
- Convergencia negativa
- Y un desvío o Cáster de -17.6 m / Km.
- Por estar fuera de los rangos de aceptación el vehículo NO PASA LA PRUEBA de alineación de dirección.

### 5.3.3. PRUEBAS CHEVROLET CORSA EVOLUTION 1.4



**Figura 5.17. Corsa Evolution 1400 CC**

**Tabla V.8. Datos Técnicos Corsa Evolution**

<b>DATOS CORSA EVOLUTION 1.4 MM</b>	
DISTANCIA ENTRE EJES	2491
LARGO	3822
ANCHO	1646
ALTO	1432
ENTREVÍA DELANTERA	1400
ENTREVÍA TRASERA	1375

**Tabla V.9. Peso Corsa Evolution**

<b>Peso</b>	<b>Kg.</b>
Peso bruto vehicular	1420
Peso vehicular	1225

Con los datos técnicos se concluye que el vehículo Corsa Evolution está dentro de los límites de uso de la máquina por lo que se procede a la prueba visual y de manejo.

### 5.3.3.1. PRUEBAS VISUALES Y DE MANEJO

- Manejo suave, la dirección hidráulica no presenta ningún problema mayor.
- Desvío de la dirección, en un largo trayecto es mínimo.
- Prueba visual de las ruedas normal, ninguna de ellas muestra un desvío considerable.
- Prueba visual de los ejes en perfecto estado.

### 5.3.3.2. DATOS FINALES DE LA PRUEBA

**INGENIERIA AUTOMOTRIZ**

NOMBRE: CORSA EVOLUTION

MATRICULA: XVW 020

BUSCAR POR # DE MATRICULA

BUSCAR

**ALINEADOR AL PASO**

CONVERGENCIA(+/-)

EJE	CONVERGENCIA (mm)	CONVERGENCIA (Grados)	DESVIO (m/Km)
EJE DELANTERO	-1.5	-0,288	-5,03
EJE POSTERIOR	0	0	0

DESVIO

RESULTADO: Pasa la prueba

20/11/1999

22:49:58

RESET

IMPRIMIR

FINALIZAR

Figura 5.18. Resultados Corsa Evolution 1400 CC

### 5.3.3.3. ANALISIS DE LOS DATOS OBTENIDOS

Tabla V.10. Resultados Corsa Evolution 1400 CC

EJES	CONVERG( mm/Grados)	DESVIÓ (M/km.)
EJE DELANTERO	-1,5	-5.03
EJE DELANTERO	0	0

- El eje delantero dio una medida de -1.5 de desvío en mm.
- El eje posterior dio una medida de 0 de desvío en mm
- El análisis muestra un desvío del eje hacia afuera
- Convergencia negativa
- Y un desvío o Caster de -5.03 m / Km.
- Por estar dentro de los rangos de aceptación el vehículo PASA LA PRUEBA de alineación de dirección.

#### 5.3.4. PRUEBAS CHEVROLET OPTRA PLOMO 1.8



Figura 5.19. Optra Plomo 1800 CC

Tabla V.11. Datos Técnicos Potra plomo

DATOS OPTRA PLOMO 1.8 MM	
DISTANCIA ENTRE EJES	2491
LARGO	4025
ANCHO	1746
ALTO	14
ENTREVÍA DELANTERA	1435
ENTREVÍA TRASERA	1415

Tabla V.12. Peso Optra plomo

Peso	Kg.
Peso bruto vehicular	1695
Peso vehicular	1260

Con los datos técnicos se concluye que el vehículo Optra plomo está dentro de los límites de uso de la máquina por lo que se procede a la prueba visual y de manejo.

### 5.3.4.1. PRUEBAS VISUALES Y DE MANEJO

- Manejo suave, la dirección hidráulica no presenta ningún problema mayor.
- Desvío de la dirección, en un largo trayecto no se presenta.
- Prueba visual de las ruedas normal, ninguna de ellas muestra un desvío considerable.
- Prueba visual de los ejes en perfecto estado.

### 5.3.4.2. DATOS FINALES DE LA PRUEBA

The screenshot shows a software window titled 'Form1' with a red background. At the top, it says 'INGENIERIA AUTOMOTRIZ'. Below this, there are input fields for 'NOMBRE: OPTRA PLOMO' and 'MATRICULA: ESPE 111'. A search bar is labeled 'BUSCAR POR # DE MATRICULA' with a 'BUSCAR' button. In the center is the logo of 'ESCUELA POLITÉCNICA DEL SAHIBO ECUADOR'. Below the logo is the title 'ALINEADOR AL PASO'. There are two images of cars: a red sports car on the left and a black car on the right. Below the images are two sections: 'CONVERGENCIA(+/-)' and 'DESVIO'. Each section has input fields for 'EJE DELANTERO' and 'EJE POSTERIOR' with units 'mm' and 'GRADOS', and a unit 'm / Km'. The 'CONVERGENCIA(+/-)' section shows '0 mm' and '0 GRADOS' for both front and rear. The 'DESVIO' section shows '0 m / Km' for both front and rear. At the bottom, there is a 'RESULTADO' field with the text 'Pasa la prueba', a date field '20/11/1999', a time field '22:58:59', and buttons for 'RESET', 'IMPRIMIR', and 'FINALIZAR'.

Figura 5.20. Resultado Optra plomo 1800 CC

### 5.3.4.3. ANALISIS DE LOS DATOS OBTENIDOS

Tabla V.13. Resultado Optra plomo 1800 CC

EJES	CONVERG( mm/Grados)		DESVIÓ (M/km.)
EJE DELANTERO	0	0	0
EJE DELANTERO	0	0	0

- El eje delantero dio una medida de 0 de desvío en mm.
- El eje posterior dio una medida de 0 de desvío en mm.
- El análisis muestra un desvío del eje hacia afuera
- Sistema de dirección en perfecto estado
- Por estar dentro de los rangos de aceptación el vehículo PASA LA PRUEBA de alineación de dirección.

### 5.3.5. PRUEBAS CHEVROLET OPTRA ROJO 1.8



Figura 5.21. Optra rojo 1800 CC

Tabla V.14. Datos Técnicos Optra rojo

DATOS OPTRA ROJO 1.8 MM	
DISTANCIA ENTRE EJES	2491
LARGO	4025
ANCHO	1746
ALTO	14
ENTREVÍA DELANTERA	1435
ENTREVÍA TRASERA	1415

Tabla V.15. Peso Optra rojo

Peso	Kg.
Peso bruto vehicular	1695
Peso vehicular	1260

Con los datos técnicos se concluye que el vehículo Optra rojo está dentro de los límites de uso de la máquina por lo que se procede a la prueba visual y de manejo.

### 5.3.5.1. PRUEBAS VISUALES Y DE MANEJO

- Manejo suave, la dirección hidráulica no presenta ningún problema mayor.
- Desvío de la dirección, en un largo trayecto no se presenta.
- Prueba visual de las ruedas normal, ninguna de ellas muestra un desvío considerable.
- Prueba visual de los ejes en perfecto estado.

### 5.3.5.2. DATOS FINALES DE LA PRUEBA

Figura 5.22. Resultados Optra rojo 1800 CC

### 5.3.5.3. ANALISIS DE LOS DATOS OBTENIDOS

Tabla V.16. Resultados Optra rojo 1800 CC

EJES	CONVERG( mm/Grados)		DESVIÓ (M/km.)
EJE DELANTERO	0	0	0
EJE DELANTERO	0	0	0

- El eje delantero dio una medida de 0 de desvío en mm.
- El eje posterior dio una medida de 0 de desvío en mm.
- El análisis muestra un desvío del eje hacia afuera
- Sistema de dirección en perfecto estado
- Por estar dentro de los rangos de aceptación el vehículo PASA LA PRUEBA de alineación de dirección.

### 5.3.6. PRUEBAS SUPER CARY CARGO 970 CC



Figura 5.23. Super Cary Cargo 970 CC

Tabla V.17. Datos Técnicos Super Cary Cargo

<b>DATOS LUV 1.6 ( CABINA REGULAR) MM</b>	
DISTANCIA ENTRE EJES	1840
LARGO	3290
ANCHO	1395
ALTO	1925
ENTREVÍA DELANTERA	1195
ENTREVÍA TRASERA	1175

Tabla V.18. Peso Super Cary Cargo

<b>Peso</b>	<b>Kg.</b>
Peso bruto vehicular	1725
Peso vehicular	1125

Con los datos técnicos se concluye que el vehículo Super Cary Cargo está dentro de los límites de uso de la máquina por lo que se procede a la prueba visual y de manejo.

### 5.3.6.1. PRUEBAS VISUALES Y DE MANEJO

- Manejo suave, la dirección no presenta ningún problema mayor.
- Desvío de la dirección, en un largo trayecto es mínimo.
- Prueba visual de las ruedas normal, ninguna de ellas muestra un desvío considerable.
- Prueba visual de los ejes en perfecto estado.

### 5.3.6.2. DATOS FINALES DE LA PRUEBA

Figura 5.24. Resultados Super Cary Cargo 970 CC

### 5.3.6.3. ANALISIS DE LOS DATOS OBTENIDOS

Tabla V.19. Resultados Super Cary Cargo 970 CC

EJES	CONVERG( mm/Grados)		DESVÍO (M/km.)
EJE DELANTERO	0	0	0
EJE DELANTERO	0	0	0

- El eje delantero dio una medida de 0 de desvío en mm.
- El eje posterior dio una medida de 0 de desvío en mm.
- El análisis muestra un desvío del eje hacia afuera
- Sistema de dirección en perfecto estado
- Por estar dentro de los rangos de aceptación el vehículo PASA LA PRUEBA de alineación de dirección.

### 5.3.7. PRUEBAS CHEVROLET VITARA (TRES PUERTAS) 1.6



Figura 5.25. Vitara 1600 CC

Tabla V.20. Datos Técnicos Vitara

<b>DATOS VITARA 1.6 ( TRES PUERTAS) MM</b>	
DISTANCIA ENTRE EJES	2200
LARGO	3620
ANCHO	1630
ALTO	1665
ENTREVÍA DELANTERA	1430
ENTREVÍA TRASERA	1400

Tabla V.21. Peso Vitara

<b>Peso</b>	<b>Kg.</b>
Peso bruto vehicular	1750
Peso vehicular	1215

Con los datos técnicos se concluye que el vehículo Chevrolet Vitara está dentro de los límites de uso de la máquina por lo que se procede a la prueba visual y de manejo.

### 5.3.7.1. PRUEBAS VISUALES Y DE MANEJO

- Manejo suave, la dirección hidráulica no presenta ningún problema mayor.
- Desvío de la dirección, en un largo trayecto es mínimo.
- Prueba visual de las ruedas normal, ninguna de ellas muestra un desvío considerable.
- Prueba visual de los ejes en perfecto estado.

### 5.3.7.2. DATOS FINALES DE LA PRUEBA



Figura 5.26. Resultados Vitara 1600 CC

### 5.3.7.3. ANALISIS DE LOS DATOS OBTENIDOS

Tabla V.22. Resultados Vitara 1600 CC

EJES	CONVERG( mm/Grados)		DESVIÓ (M/km.)
EJE DELANTERO	0	0	0
EJE DELANTERO	0	0	0

- El eje delantero dio una medida de 0 de desvío en mm.
- El eje posterior dio una medida de 0 de desvío en mm.
- El análisis muestra un desvío del eje hacia afuera
- Sistema de dirección en perfecto estado
- Por estar dentro de los rangos de aceptación el vehículo PASA LA PRUEBA de alineación de dirección.

#### 5.4. DATOS COMPARATIVOS DEL SISTEMA DE CONTROL DE ALINEACIÓN AL PASO

Mediante el uso de la alineadora de la carrera se pudo constatar el porcentaje de fiabilidad del sistema de control, tomando como muestra dos vehículos, las tablas obtenidas muestran los siguientes datos:

Tabla V.23. Revisión Chevrolet Luv

MECANICA DE PATIO						
ESPE						
LATACUNGA						
SERVICIO ELECTRONICO AUTOMOTRIZ						
NOMBRE DEL CLIENTE: Segovia Diego						
VEHICULO: Luv						
MATRICULA: PSD - 486						
KILOMETROS: 270626						
SINTOMAS S/N						
ORDEN DE TRABAJO / TECNICO : 001						
4.09.97 11:12						
CONTROL DE LA GEOMETRIA						
ANTERIOR IZQUIERDO			ANGULO	ANTERIOR DERECHO		
MIN	MAX	ACTUAL		MIN	MAX	ACTUAL
0° 25'	1°15'	0° 53'	CAIDA	0° 25'	1°15'	<b>3°08'</b>
0°40'	1°20'	*****	AVANCE	0°40'	1°20'	*****
0.6 mm	0.9 mm	<b>2.1mm (negativo)</b>	CONVERGENCIA	0.6 mm	0.9 mm	<b>0,3 mm</b>
*****	*****	0°10'	SET BACK			
*****	9°	*****	ANGULO INCLUIDO	*****	9°	*****
*****	8° 15'	*****	INCLINA. DEL PIVOTE	*****	8° 15'	*****
			CONV. ANTE. TOTAL	1,3mm	1,8mm	<b>1.8 mm (negativo)</b>

La alineadora da un valor en la camioneta luv de -1.8 mm. de desvío, al compararlo con el valor del sistema de control que dio -1.5 mm. nos damos cuenta que existe una pequeña variación que en si, se debe al ancho de las foto resistencias del sistema de control o a su vez a que el software no está actualizado en la alineadora.

**Tabla V.24. Resultados Peugeot 505**

<b>MECANICA DE PATIO</b> <b>ESPE</b> <b>LATACUNGA</b> <b>SERVICIO ELECTRONICO AUTOMOTRIZ</b>						
<b>NOMBRE DEL CLIENTE: Segovia Diego</b> <b>VEHICULO: Peugeot 505</b> <b>MATRICULA: XWV - 565</b> <b>KILOMETROS: 325543</b> <b>SINTOMAS DIRECCION DURA</b> <b>ORDEN DE TRABAJO / TECNICO : 002</b> <p style="text-align: center;"><b>5.09.97      10:30</b></p>						
<b>CONTROL DE LA GEOMETRIA</b>						
ANTERIOR IZQUIERDO			ANGULO	ANTERIOR DERECHO		
MIN	MAX	ACTUAL		MIN	MAX	ACTUAL
0° 20'	1°20'	0° 53'	CAIDA	0° 20'	1°20'	<b>3°08'</b>
0°35'	1°18'	*****	AVANCE	0°35'	1°18'	*****
0.5 mm	0.8 mm	<b>1.2 mm</b>	CONVERGENCIA	0.5 mm	0.8 mm	<b>6.9mm(negativo)</b>
*****	*****	0°10'	SET BACK			
*****	7°	*****	ANGULO INCLUIDO	*****	7°	*****
*****	6° 15'	*****	INCLINA. DEL PIVOTE	*****	6° 15'	*****
			CONV. ANTE. TOTAL			<b>5.7 mm (negativo)</b>

De la misma manera en el Peugeot la alineadora da un dato de -5.7 mm. de desvío en razón al dato obtenido en el sistema de control de -5.36 mm.

Por lo tanto se toma como válido el dato proporcionado por el sistema de control, y a su vez se está demostrando que tiene un porcentaje alto de fiabilidad.



## **CONCLUSIONES**

- Se ha cumplido con el objetivo de diseñar, construir e instalar un Sistema de alineación al paso para vehículos livianos controlado a través de un PC.
- El proyecto realizado da las garantías necesarias para la realización de pruebas de alineación de vehículos livianos, mediante un sistema simple y de uso no complejo.
- Mediante el control de datos del sistema se pudo constatar que el proyecto es fiable, y que tiene un rango de medida aceptable de hasta 4mm. en convergencia y divergencia que se guían bajo las normas ISO 2001 versión 2000 las mismas que rigen a estamentos de revisión vehicular en el país, las cuales reducen los valores de alineación con el único objetivo de dar mayor seguridad de uso.
- El diseño y construcción mecánico cumplieron los índices de seguridad establecidos, al soportar las diferentes cargas (Tipos de vehículos).
- El diseño y construcción de los sistemas eléctrico y electrónico, cumplieron con los parámetros del sistema de convergencia y divergencia, establecido según las normas, a través de cables, foto resistencias y un láser.
- Los datos adquiridos de las pruebas realizadas a diferentes vehículos; en comparación con pruebas realizadas a los mismos vehículos en la alineadora de la Carrera de Mecánica Automotriz se encuentra en rangos aceptables en convergencia y divergencia.
- Esta máquina sirve para realizar investigaciones sobre sistemas de alineación.

## **RECOMENDACIONES**

- Es necesario tomar en cuenta que la máquina fue diseñada para vehículos livianos, si se hace circular un vehículo con un peso mayor al de el diseño (3000 Kg.), por más que el vehículo esté desalineado, el sistema no marcará, ya que un sobrepeso en la placa de medición, causará inmovilidad a la misma, por tanto es indispensable el peso del vehículo a ser probado.
- Es importante antes de ubicar la máquina en el lugar de pruebas revisar si las conexiones, sistemas de resorte, pulsadores y medidas se encuentran en buen estado, ya que si existe alguna anomalía no se enviará ningún dato al software, por lo que es prioridad el control del sistema y sus partes, para obtener resultados óptimos.
- El láser deberá tener una iluminación óptima hacia las foto resistencias por lo que es necesario revisar si su estado es el correcto, caso contrario se debe reemplazarlo.
- Dar mantenimiento si es posible antes de las rondas de prueba de los elementos móviles, ya que es necesario la sensibilidad en la máquina, se debe ubicar aceite en las cajas de rodamientos ubicadas en las esquinas de la placa de medición para que se obtenga la sensibilidad necesaria para un buen funcionamiento.
- La velocidad de paso es algo fundamental en el proyecto, se debe tomar en cuenta que 5 Km./h. es la velocidad promedio para obtener la medida correcta de desvío o no de la dirección de un vehículo, ya que el sistema tiene cronometrado el tiempo exacto de paso con lo que se consigue el 100% de rendimiento de la placa de medición, por lo que se recomienda no exceder ese límite porque no se obtendrán los resultados requeridos.

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **1.- DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINA**

Robert L. Mott, Segunda Edición, 1992.

### **2.- DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINA**

Virgil Moring Faires, 1982.

### **3.- RESISTENCIA DE MATERIALES**

Schaum, 1991.

### **4.- MANUAL BASICO DE MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ**

Manuel R. torres, 1996.

### **5.- COMPONENTES ELECTRÓNICOS**

Marcombo y Siemens, 1987.

### **6.- INGENIERÍA ELÉCTRICA PARA TODOS LOS INGENIEROS**

William H. Roadstrum y Dan H. Wolaver, Segunda Edición, 1999.

<http://www.condelectronica.com.ar>

<http://www.ravaglioli.com>

<http://www.autolasa.com>

<http://www.tekber.com>

<http://www.microcontroladores.com.bat>

<http://www.electronicabásica.com>

<http://www.servisystem.com.ar>

<http://www.nullmodem.com.ar>

# **ANEXOS**



## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A.- Características del sistema.....	2/69
Anexo B.- Procedimientos de la utilización del sistema.....	4/69
Anexo C.- Condiciones de funcionamiento del sistema.....	7/69
Anexo D.- Planos estructurales.....	10/69
Anexo E.- Diagrama del circuito electrónico.....	15/69
Anexo F.- Programación del microcontrolador.....	17/69
Anexo G.- Programación en Visual Basic.....	22/69
Anexo H.- Fórmulas utilizadas para el diseño.....	35/69
Anexo I.- Tamaño de ángulo y Valores de K para longitudes efectivas.....	40/69
Anexo J.- Tipos de soldadura.....	42/69
Anexo K.- Tensiones y tamaño de soldadura.....	44/69
Anexo L.- Factores de velocidad y de vida útil.....	46/69
Anexo M.- Tabla de rodamientos de bola.....	48/69
Anexo N.- Razón de transición de delgadez $C_c$ contra resistencia a punto cedente.....	50/69
Anexo O.- Curvas de la formula de Johnson (Columnas cortas).....	52/59
Anexo P.- Resistencia al punto cedente y coeficiente de elasticidad.....	54/69
Anexo Q.- Notación para diámetros, longitudes y fuerzas.....	56/69
Anexo R.- Calibres de alambre y diámetros para resortes.....	58/69
Anexo S.- Materiales para resortes.....	60/69
Anexo T.- Factor de Wahl y tensión de diseño.....	62/69
Anexo U.- Módulo de elasticidad y criterio de pandeo.....	64/69
Anexo V.- Tablas de datos y cableado .....	66/69

# **ANEXO “A”**

## **“CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA”**

## **CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA.**

Las principales características del alineador al paso son las siguientes:

1. Tipo de medición: MODO "CAR" (ambos ejes).
2. Tipo de medición: Medición en CONVERGENCIA (en mm) y DESVIO (en m/Km.).
3. Rangos de medida: CONVERGENCIA (en mm): de 0 a  $\pm 8,0$ mm.
4. DESVIO (en m/Km.): de 0 a  $\pm 26,19$  mm.
5. Puesta a CERO del alineador en forma automática (sistema de resortes).
6. Memorizado en una base de datos de las últimas pruebas realizadas.
7. Selección del número de matrícula del vehículo para ubicar una medida guardada.
8. La información de las pruebas realizadas en el alineador pueden ser impresa.
9. El alineador tiene comunicación con el PC tipo RS 232 para poder enviar los datos obtenidos hacia el software.
10. Posee un software sencillo con lenguaje Basic.
11. Posee un reset, ubicado en la placa electrónica que nos ayuda a encerrar el microcontrolador ATMEGA 8.

# **ANEXO “B”**

## **“PROCEDIMIENTOS DE UTILIZACIÓN DEL SISTEMA”**

## **PROCEDIMIENTOS DE UTILIZACIÓN DEL SISTEMA.**

El sistema de control de alineación al paso posee un sencillo proceso de utilización, de tal manera que su manejo no sea complicado, y se lo ha detallado de la siguiente manera:

1. Ubicar la placa de medición en el orificio de pruebas.
2. Encender el PC a utilizarse.
3. Conectar el cable de lectura de datos tanto al PC como al puerto de la placa electrónica.
4. La comunicación en la opción Hiper Terminal en el PC siempre debe constar como COM1.
5. Conectar el cable de la fuente de corriente para el encendido del láser y la placa electrónica.
6. Abrir el programa alineador para que se puedan visualizar los datos de las pruebas a realizar.
7. Colocar el vehículo en frente de la placa de medición, dado para que la rueda izquierda pase por el centro de la placa.
8. Encender el vehículo e iniciar el avance con una velocidad no superior a 5 Km. / h., cabe indicar que no se debe tener el volante para que la medida de desviación o no, sea la real.
9. Al pasar el primer eje de ruedas y tope el pulsador de la placa se dará inicio al microcontrolador y se enviará el primer dato a la pantalla de visualización.

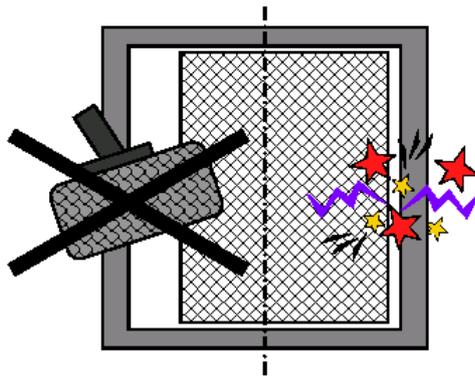
10. Esperamos que el eje posterior pase por el pulsador y de la misma manera se mostrará el segundo dato.
  
11. En el mismo instante que llegue el segundo dato a la pantalla se mostrarán las demás mediciones junto con el resultado de si pasa o no la prueba de alineación el vehículo, y a su vez la información se grabara en una base de datos incluida en el programa.
  
12. Por medio del número de matrícula se puede buscar una prueba guardada, o si no en archivo damos clic en Base de Datos y nos aparecen todas las pruebas guardadas en otro menú.
  
13. Si se desea se puede imprimir los resultados con la opción de archivo IMPRIMIR, se selecciona la impresora y se inicia la impresión.
  
14. Sacar la placa de medición del orificio de pruebas.
  
15. Cerrar el programa y apagar el PC, desconectar el cable de envío de datos.
  
16. Guardar cables y placa de medición correctamente.

# **ANEXO “C”**

## **“CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA”**

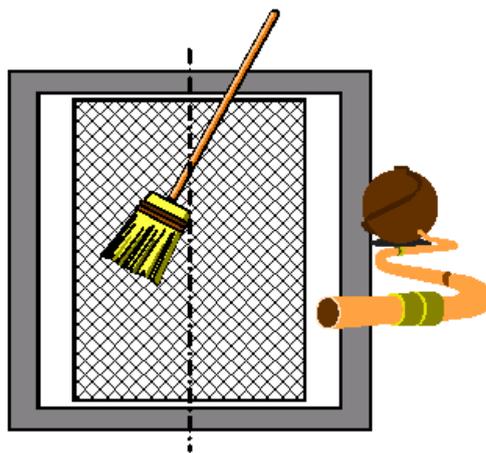
## CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

1. Se debe tomar en cuenta que el PC a utilizarse debe contener en su software el programa del Alineador al paso, o a su vez se debe contar con el CD para hacer correr el mismo.
2. Antes de que el vehículo pase por la placa de medición se debe observar si tanto los cables de envío de datos y de la fuente de corriente del láser están conectados para que se pueda realizar correctamente la prueba de alineación.
3. La placa electrónica tiene un voltaje de funcionamiento, se debe revisar el regulador ya que el circuito solo funciona con 5 V y un exceso en el voltaje causaría un daño al microcontrolador ATMEGA 8
4. Antes de realizar las pruebas con un vehículo se debe verificar que la conexión placa Electrónica - PC este correcta por lo que se debe mandar a correr el microcontrolador con el programa, si éste envía de datos cero la conexión del Hiper Terminal esta bien.
5. La rueda del vehículo debe pasar única y exclusivamente por el centro de la placa para que la medida final sea la real.
6. Después de que haya terminado de realizar las pruebas oprimir el botón ubicado en la placa electrónica para resetear el microcontrolador, esto como medida de seguridad simplemente.
7. A ser posible, procurar evitar que los vehículos circulen en sentido horizontal sobre la placa de medida de la convergencia. Aunque ésta sea robusta, puedes golpear la placa donde se encuentran la foto resistencias y el láser, los cuales pueden desviarse o sufrir daños.



8. Al menos luego de las pruebas realizadas se recomienda realizar una inspección de la placa de convergencia.

9. Hay que tener en cuenta que los elementos tales como pequeñas piedras, arena, etc.... pueden caer en el interior de la placa de convergencia a través de los huecos laterales de la placa. Esto puede influir sobre el desplazamiento horizontal de la placa, por lo que se producirían errores en la medida de la CONVERGENCIA/DESVIO e incluso podría dañarse, por lo que si existen elementos extraños se debe quitarlos o limpiarlos.



# **ANEXO “D”**

**“PLANOS ESTRUCTURALES”**





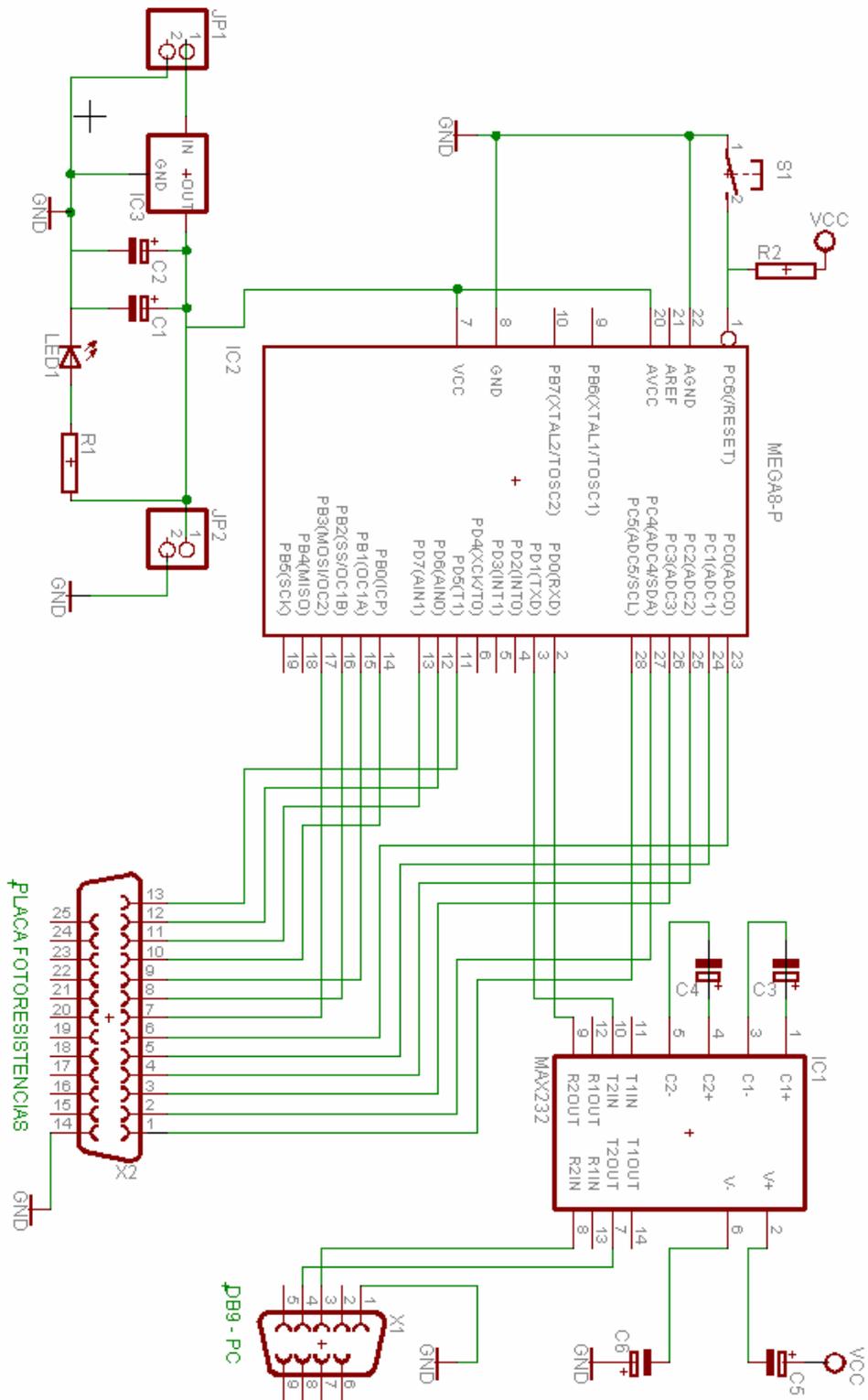




# **ANEXO “E”**

## **“DIAGRAMA DEL CIRCUITO ELECTRÓNICO”**

## DIAGRAMA DEL CIRCUITO ELECTRÓNICO



# **ANEXO “F”**

## **“PROGRAMACION DEL MICROCONTROLADOR”**

## PROGRAMACION DEL MICROCONTROLADOR

Dim Q As Word , R As Word , S As Word , T As Word , U As Word , V As  
Word

Dim W As Word , X As Word , Y As Word , Z As Word

Dim K As Word , L As Word , M As Word

Dim A As Byte , B As Byte , C As Byte , D As Byte , E As Byte , Inicio As  
Byte

Reset Portd.2

E = 1

B = 0

Otrodato:

Q = Getrc(pinb , 3)

Set Portd.2

If Q < 50 Then

    A = 0

    C = 0

    Do

        R = Getrc(pinc , 0)

        If R > 50 Then

            A = 1

        Else

            S = Getrc(pinb , 2)

            If S > 50 Then

                A = 2

            End If

        End If

        T = Getrc(pinc , 1)

        If T > 50 Then

            A = 3

        Else

            U = Getrc(pinb , 1)

            If U > 50 Then

```
A = 4
End If
End If
V = Getrc(pinc , 2)
If V > 50 Then
A = 5
Else
W = Getrc(pinb , 0)
If W > 50 Then
A = 6
End If
End If
X = Getrc(pinc , 3)
If X > 50 Then
A = 7
Else
Y = Getrc(pind , 7)
If Y > 50 Then
A = 8
End If
End If
Z = Getrc(pinc , 4)
If Z > 50 Then
A = 9
Else
K = Getrc(pind , 6)
If K > 50 Then
A = 10
End If
End If

L = Getrc(pinc , 5)
If L > 50 Then
```

```
A = 11
Else
M = Getrc(pind , 5)
If M > 50 Then
A = 12
End If
End If
C = C + 1
Loop Until C = 3
If A = 1 Then
Print "- 1.5";
End If
If A = 2 Then
Print "1.5";
End If
If A = 3 Then
Print "- 2.15" ;
End If
If A = 4 Then
Print "2.15" ;
End If
If A = 5 Then
Print "- 3.22" ;
End If
If A = 6 Then
Print "3.22" ;
End If
If A = 7 Then
Print "- 4.02" ;
End If
If A = 8 Then
Print "4.02" ;
End If
```

```
If A = 9 Then
Print "- 5.36" ;
End If
If A = 10 Then
Print "5.36" ;
End If
If A = 11 Then
Print "- 6.7" ;
End If
If A = 12 Then
Print "6.7" ;
End If
If A = 0 Then
Print "0" ;
End If
Wait 1
Else
If E = 1 Then
Print "0" ;
Wait 1
Waitms 120
E = 2
Goto Otrodato
Else
Print "0" ;
End If
End If
Reset Portd.2
End
```

# **ANEXO “G”**

## **“PROGRAMACIÓN EN VISUAL BASIC”**

## PROGRAMA EN VISUAL BASIC

```
Public j As Byte
Dim BDD As Database
Dim TBL As Recordset
Dim SQL As String
Dim datos(100) As String
Private Sub ba_Click()
    CommonDialog.ShowPrinter
End Sub
Private Sub AB_Click()
    frmTabla1.Show
End Sub
Private Sub Command1_Click()
    Text1.Text = ""
    Text2.Text = ""
    Text3.Text = ""
    Text4.Text = ""
    Text5.Text = ""
    Text6.Text = ""
    Text7.Text = ""
    Text8.Text = ""
    Text9.Text = ""
    Text10.Text = ""
    Text11.Text = ""
    Boton_Enviar.Enabled = False
    Command5.Enabled = False
End Sub
```

```
Private Sub Boton_Enviar_Click()
    La propiedad Output requiere un Variant
    Dim texto_salida As Variant
```

```

texto_salida = "A" 'Texto_a_Enviar.Text)
texto_salida = texto_salida
Texto_Mensajes.Text = "Enviando..."
Al escribir en la propiedad Output, se envían los datos desde el puerto al
exterior, debo proteger frente a errores para que el programa no aborte.
On Error GoTo Error_Enviando
MSComm1.Output = texto_salida
GoTo Salir
Error_Enviando:
    MsgBox "Ocurrió un error al intentar enviar el texto"
    MsgBox "Visual Basic detectó: " + Err.Description
    Texto_Mensajes.Text = "Ocurrió error al enviar"
    Resume Salir
Salir:
Command5.Enabled = True
End Sub
Private Sub Command4_Click()
    If IsNumeric(Text11.Text) Then
        List1.Clear
        List2.Clear
        List3.Clear
        List4.Clear
        List5.Clear
        List6.Clear
        List7.Clear
        List8.Clear
        List9.Clear
        List10.Clear
        List11.Clear
        List12.Clear
        CLAVE = Text11.Text
        nuevo = "SELECT * FROM tabla1 WHERE C =" & Text11.Text
        Text3.Text = ""

```

Abrir la base de datos de Access donde se encuentran los datos de los alumnos de interfaces para microcomputadoras

```
Set BDD = OpenDatabase("E:\alineadora\ALINEADOR.mdb")
```

```
SQL = nuevo
```

```
Set TBL = BDD.OpenRecordset(SQL)
```

```
TBL.MoveFirst
```

```
I = 0
```

```
Do Until TBL.EOF
```

```
I = I + 1
```

```
List1.AddItem TBL("A")
```

```
List2.AddItem TBL("B")
```

```
List3.AddItem TBL("C")
```

```
List4.AddItem TBL("D")
```

```
List5.AddItem TBL("E")
```

```
List6.AddItem TBL("F")
```

```
List7.AddItem TBL("G")
```

```
List8.AddItem TBL("H")
```

```
List9.AddItem TBL("I")
```

```
List10.AddItem TBL("J")
```

```
List11.AddItem TBL("K")
```

```
List12.AddItem TBL("L")
```

```
TBL.MoveNext
```

```
Loop
```

```
Text1.Text = List1.List(I - 1)
```

```
Text2.Text = List2.List(I - 1)
```

```
Text3.Text = List3.List(I - 1)
```

```
Text4.Text = List4.List(I - 1)
```

```
Text5.Text = List5.List(I - 1)
```

```
Text6.Text = List6.List(I - 1)
```

```
Text7.Text = List7.List(I - 1)
```

```
Text8.Text = List8.List(I - 1)
```

```
Text9.Text = List9.List(I - 1)
```

```
Text10.Text = List10.List(I - 1)
```

```

        Label12.Caption = List11.List(l - 1)
        Label13.Caption = List12.List(l - 1)
End Sub
Private Sub Command5_Click ()
    A = Val(Text4.Text) + Val(Text5.Text)
    Select Case A
        Case Is = 0, 2.5, 5.2, 5, 7.7, 10.4, -2.5, -5.2, -7.7, -5, -10.4, -2.7, 2.7
            Text10.Text = "Pasa la prueba"
        Case Else
            Text10.Text = "No pasa la prueba"
    End Select
    Set BDD = OpenDatabase ("C:\alineadora\ALINEADOR.mdb")
    Abrimos la nueva base de datos
    cargar = "INSERT INTO Tabla1(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L) values(" &
    Text1.Text & (",") & Text2.Text & (",") & Text3.Text & (",") &
    Text4.Text & (",") & Text5.Text & (",") & Text6.Text & (",") &
    Text7.Text & (",") & Text8.Text & (",") & Text9.Text & (",") &
    Text10.Text & (",") & Label12.Caption & (",") & Label13.Caption &
    (",")"
    Cargamos los valores ingresados
    SQL = cargar
    BDD.Execute SQL
    Trabajo la base de datos con lenguaje SQL
    SQL = "SELECT * FROM Tabla1"
    Set TBL = BDD.OpenRecordset (SQL)
    TBL.MoveFirst
    Do Until TBL.EOF
        TBL.MoveNext
    Loop
End Sub
Private Sub Finalizar_Click ()
    End
End Sub

```

Private Sub Form Load ()

```
Image1.Picture=LoadPicture("C:\Informacion\Misdocumentos\diego\tesis\escudo.jpg")
```

```
Image2.Picture=LoadPicture("C:\Informacion\Misdocumentos\diego\tesis\ferrari_360_spider_1024.jpg")
```

```
Image3.Picture=LoadPicture("C:\Informacion\Misdocumentos\diego\tesis\xkrcoupe03_02_1024.jpg")
```

```
j = 1
```

```
mensajes_cambios = False
```

```
incluye_salto_carro = True
```

```
mensajes_cambios = True
```

```
'*** Preparación del objeto MSCOMM1 para recibir *****
```

```
'*** y transmitir *****
```

MSComm1.InputLen = 0 ' El valor 0 hace que se lea todo el contenido del buffer de recepción que posee el control MSComm.

Si InputLen valiera 6, se recibirían los primeros 6 caracteres de ese buffer, ignorando el resto.

MSComm1.RThreshold = 1 ' al recibir uno o mas caracteres se generará el evento OnComm y la propiedad CommEvent contendrá el valor comEvReceive.

La constante comEvReceive vale 2 .

MSComm1.SThreshold = 1 ' al enviar uno o mas caracteres se generará el evento OnComm y la propiedad ComEvent contendrá el valor comEvSend

La constante comEvSend vale 1.

'\*\*\* Para trabajar con MSCOMM, faltan los siguientes pasos:

1) Especificar cual port va a usar:

```
MSComm1.CommPort = 1
```

2) Establecer parámetros de la comunicación:

```
MSComm1.Settings = "9600,N,8,1"
```

velocidad=9600, paridad=No usada,

cantidad de bits=8,

cantidad de bits de parada (stop bits) = 1

9600 baudios, sin paridad, 8 bits de datos y 1 bit de parada.

### 3) Abrir el puerto:

```
MSComm1.PortOpen = True
```

Estos 3 pasos se llevan a cabo en el botón llamado

```
Boton_Abrir
```

```
MsgBox "Recuerde, debe abrir un puerto antes de empezar a  
usarlo"
```

```
Etiq_Estado.ForeColor = &HFF& 'Rojo
```

```
Etiq_Estado.Caption = "CERRADO"
```

```
Boton_Ayuda_Oculto.SetFocus
```

```
velocidad = 4800
```

```
nro_puerto = 1
```

```
On Error GoTo manejar_errores
```

```
MSComm1.CommPort = 1 'Paso 1: elijo el puerto
```

```
MSComm1.Settings = Str$(velocidad) + ",N,8,1" 'Paso 2: preparo  
parámetros de comunicación.
```

```
MSComm1.PortOpen = True ' Paso 3: Intento abrir el puerto.  
Puedo no lograrlo: si no existe, o si otro programa lo está usando.  
Aquí puede ocurrir un error y saltaría a la etiqueta " manejar_errores  
GoTo Salir 'Todo Ok, continuar.
```

La propiedad Output requiere un Variant

```
Dim texto_salida As Variant
```

```
texto_salida = "C" 'Texto_a_Enviar.Text
```

```
texto_salida = texto_salida
```

```
Texto_Mensajes.Text = "Enviando..."
```

Al escribir en la propiedad Output, se envían los datos desde el puerto al exterior, debo proteger frente a errores para que el programa no aborte.

```
On Error GoTo Error_Enviando
```

```
MSComm1.Output = texto_salida
```

```
GoTo Salir
```

```
Error_Enviando:
```

```

    MsgBox "Ocurrió un error al intentar enviar el texto"
    MsgBox "Visual Basic detectó: " + Err.Description
    Texto_Mensajes.Text = "Ocurrió error al enviar"
    Resume Salir
manejar_errores:
    MsgBox ("Error al intentar abrir COM" + Str$(1))
    MsgBox ("Error detectado por Visual Basic: " + Err.Description)
    Resume Salir ' Resume me permite continuar con el programa.
Salir:
Aquí puedo poner algo que quiera que se ejecute en cualquier
situación.
End Sub
End Sub

```

```

Private Sub Imprimir_Click()
    CommonDialog1.ShowPrinter
End Sub

```

```

Private Sub Inicio_Click()
    La propiedad Output requiere un Variant
    Dim texto_salida As Variant
    texto_salida = "1" Texto_a_Enviar.Text)
    texto_salida = texto_salida
    Texto_Mensajes.Text = "Enviando..."
    Al escribir en la propiedad Output, se envían los datos desde el
    puerto al exterior, debo proteger frente a errores para que el
    programa
    no aborte.
    On Error GoTo Error_Enviando
    MSComm1.Output = texto_salida
    GoTo Salir
Error_Enviando:
    MsgBox "Ocurrió un error al intentar enviar el texto"

```

```
MsgBox "Visual Basic detectó: " + Err. Description
```

```
Texto_Mensajes.Text = "Ocurrió error al enviar"
```

```
Resume Salir
```

```
Salir:
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Reset_Click()
```

```
Text1.Text = ""
```

```
Text2.Text = ""
```

```
Text3.Text = ""
```

```
Text4.Text = ""
```

```
Text5.Text = ""
```

```
Text6.Text = ""
```

```
Text7.Text = ""
```

```
Text8.Text = ""
```

```
Text9.Text = ""
```

```
Text10.Text = ""
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Resultado_Click()
```

```
A = Val(Text4.Text) + Val(Text5.Text)
```

```
Select Case A
```

```
Case Is = 0, 2.5, 5.2, 5, 7.7, 10.4, -2.5, -5.2, -7.7, -5, -10.4, -2.7, 2.7
```

```
Text10.Text = "Pasa la prueba"
```

```
Case Else
```

```
Text10.Text = "No pasa la prueba"
```

```
End Select
```

```
Set BDD = OpenDatabase("E:\alineadora\ALINEADOR.mdb")
```

```
ABRIMOS LA NUEVA BASE DE DATOS
```

```
cargar = "INSERT INTO Tabla1(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L) values("&  
Text1.Text & (",") & Text2.Text & (",") & Text3.Text & (",") &  
Text4.Text & (",") & Text5.Text & (",") & Text6.Text & (",") &  
Text7.Text & (",") & Text8.Text & (",") & Text9.Text & (",") &  
Text10.Text & (",") & Label12.Caption & (",") & Label13.Caption &  
(")")"
```

CARGAMOS LOS VALORES INGRESADOS

SQL = cargar

BDD.Execute SQL

Trabajo la base de datos con lenguaje SQL

SQL = "SELECT \* FROM Tabla1"

Set TBL = BDD.OpenRecordset(SQL)

TBL.MoveFirst

Do Until TBL.EOF

    TBL.MoveNext

Loop

End Sub

Private Sub Text1\_KeyPress(KeyAscii As Integer)

    If KeyAscii = 13 Then

        Text2.SetFocus

    End If

End Sub

Private Sub Text2\_KeyPress(KeyAscii As Integer)

    If KeyAscii = 13 Then

        Text3.SetFocus

    End If

End Sub

Private Sub Text3\_KeyPress(KeyAscii As Integer)

    If KeyAscii = 13 Then

        Text11.SetFocus

        Boton\_Enviar.Enabled = True

        Text4.Enabled = True

        Text5.Enabled = True

        Text6.Enabled = True

        Text7.Enabled = True

        Text8.Enabled = True

        Text9.Enabled = True

```

        Text10.Enabled = True
    End If
End Sub
Private Sub Text5_Change ()
    x = Val(Text4.Text)
    y = Val(Text5.Text)
    Select Case x
        Case Is = 0
            Text6.Text = 0
            Text8.Text = 0
        Case Is = 2.5
            Text6.Text = 0.48
            Text8.Text = 8.38
        Case Is = 5.2
            Text6.Text = 1
            Text8.Text = 17.46
        Case Is = 8
            Text6.Text = 1.5
            Text8.Text = 26.19
        Case Is = -2.5
            Text6.Text = -0.48
            Text8.Text = -8.38
        Case Is = -5.2
            Text6.Text = -1
            Text8.Text = -17.46
        Case Is = -8
            Text6.Text = -1.5
            Text8.Text = -26.19
    End Select
    Select Case y
        Case Is = 0
            Text7.Text = 0
            Text9.Text = 0

```

```
Case Is = 2.5
Text7.Text = 0.48
Text9.Text = 8.38
Case Is = 5.2
Text7.Text = 1
Text9.Text = 17.46
Case Is = 8
Text7.Text = 1.5
Text9.Text = 26.19
Case Is = -2.5
Text7.Text = -0.48
Text9.Text = -8.38
Case Is = -5.2
Text7.Text = -1
Text9.Text = -17.46
Case Is = -8
Text7.Text = -1.5
Text9.Text = -26.19
End Select
End Sub
```

```
Private Sub Timer1_Timer ()
    Label12.Caption = Date
    Label13.Caption = Time
```

```
End Sub
```

```
Private Sub MSComm1_OnComm ()
```

Aquí se interceptan los eventos que se producen durante la comunicación RS232.

Cada vez que pasa algo relativo al puerto COM en uso, cambia el valor de la propiedad CommEvent.

```
Dim envio As Boolean
```

```
envio = False
```

```
If MSComm1.CommEvent = comEvReceive Then
```

```
    j = j + 1
```

```
If j = 1 Then
Text5.Text = Text5.Text + MSComm1.Input
Else
Text4.Text = Text5.Text + MSComm1.Input
j = 0
End If
End If
If MSComm1.CommEvent = comEvSend Then
Texto _ mensajes = "Se envió texto"
End If - End Sub
```

# **ANEXO “H”**

## **“FÓRMULAS UTILIZADAS PARA EL DISEÑO”**

## FÓRMULAS UTILIZADAS PARA EL DISEÑO

- |                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| 1.- Radio de giro                 | $r = \sqrt{I / A}$ <p>r = Radio de giro<br/>I= Momento de inercia<br/>A= Área Transversal del ángulo</p>                                  |
| 2.- Longitud Efectiva             | $Le = KL$ <p>Le = Longitud efectiva<br/>K = Constante<br/>L = Longitud real de la columna</p>   |
| 3.- Constante de columna          | $Cc = \sqrt{2\pi^2 \times E / Sy}$ <p>Cc = Constante de columna<br/>E= Coeficiente de elasticidad<br/>Sy= Resistencia a punto cedente</p> |
| 4.- Razón de delgadez             | $(K \times L) / r$  |
| 5.- Fórmula de J. B. Jonson       | $P_{cr} = A \times Sy \left[ 1 - \frac{Sy \times (K \times L / r)^2}{4\pi^2 \times E} \right]$ <p>Pcr = Fórmula</p>                       |
| 6.- Carga segura                  | $Pa = P_{cr} / N$ <p>Pa Carga segura<br/>N= Factor de seguridad</p>   |
| 7.- Tensión Permisible            | $T P = \text{Resistencia a punto cedente} / N$  |
| 8.- Área del ángulo               | $A = P / \text{Tensión Permisible}$ <p>P = Carga real</p>   |
| 9.- Longitud de lado de soldadura | $W = A / t$   |

W = Longitud de lado de soldadura

A = Área del ángulo

t = Espesor

10.- Longitud de soldadura

$h = P / 2f_o$

h = Longitud de soldadura

f<sub>o</sub> = Fuerza por pulgada de soldadura

11.- Carga de diseño

$P = V \times R$

P = Carga de diseño

V = Factor de rotación

R = Carga radial

12.- Carga dinámica

$C = P \times f_l / f_n$

C = Carga dinámica

f<sub>l</sub> = Factor de vida útil

f<sub>n</sub> = Factor de velocidad

13.- Vida Útil

$L_d = L_1 (P_{cojinete} / P_{real})$

L<sub>d</sub> = vida útil en L<sub>1</sub>(1 millón de rev.)

14.- Longitud Libre

$L_f = L_i + F_i / K$

L<sub>f</sub> = Longitud libre

L<sub>i</sub> = Longitud instalado

F<sub>i</sub> = Fuerza instalado

K = Razón del resorte

15- Diámetro del alambre

$8 \dot{K} \times F_o \times D_m$

$D_w = [ \text{-----} ]^{1/3}$

$\pi \times T_d$

D<sub>w</sub> = Diámetro del resorte

$\dot{K}$  = Factor de Wahl

F<sub>o</sub> = Fuerza de operación

Dm = Diámetro medio

16.-Índice del resorte

$$C = D_m / D_w$$

C= Índice del resorte

17.- Factor de Wahl

$$4C - 1$$

$$K' = \frac{4C - 1}{4C - 4}$$

$$4C - 4$$

K' = Factor de Wahl

18.- Tensión real

$$8 K' F_o D_m$$

$$T_o = \frac{8 K' F_o D_m}{\pi D_w^3}$$

$$\pi D_w^3$$

T<sub>o</sub> = Tensión real

19.- Bobinas activas

$$G D_w$$

$$N_a = \frac{G D_w}{8 K C^3}$$

$$8 K C^3$$

N<sub>a</sub> = Bobinas activas

G = Módulo de elasticidad

20.- Bobinas totales

$$N = N_a + 2$$

N = Bobinas totales

21.- Longitud del resorte comprimido  $L_s = D_w \times N$

22.- Diámetro externo

$$OD = D_m + D_w$$

23.- Diámetro interno

$$ID = D_m - D_w$$

24.- Espaciado entre bobina y bobina  $p = 2.5 \times D_w$

25.- Longitud libre del resorte

$$L_f = p N_a + 2 D_w$$

26.- Longitud de operación

$$L_o = L_f - f_o$$

27.- Momento de inercia total

$$I_x = \sum I + \sum A d^2$$

$$I_1 = \frac{b x h^3}{12}$$

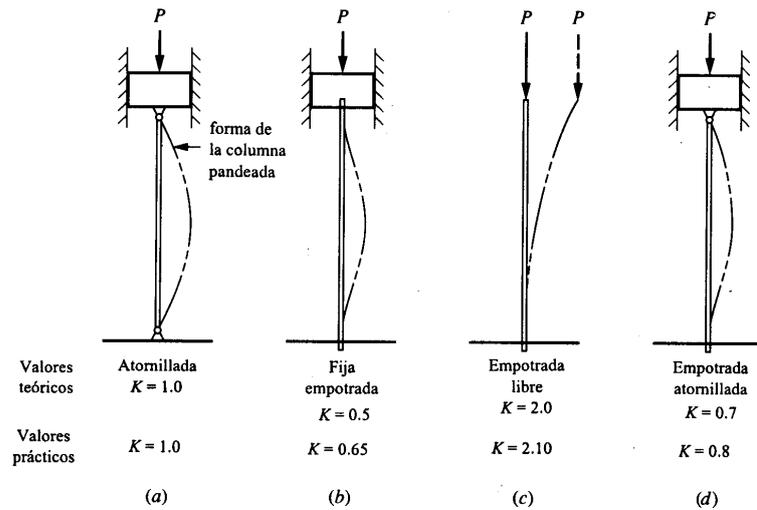
# **ANEXO “I”**

**“TAMAÑO DE ÁNGULOS Y  
VALORES DE K PARA  
LONGITUDES EFECTIVAS”**

## TAMAÑO DE ÁNGULOS

Designación	Espesor	Peso por pie(Lbs.)	Área	Radio del chaflán
L1"3/4x1"3/4	1/4"	2.77	0.813	3/16"
L1"1/2x1"1/2	3/16"	1.80	0.527	3/16"
L1"3/16x1"3/16	1/4"	1.92	0.563	3/16"
L1"x1"	1/8"	1.48	0.434	3/16"

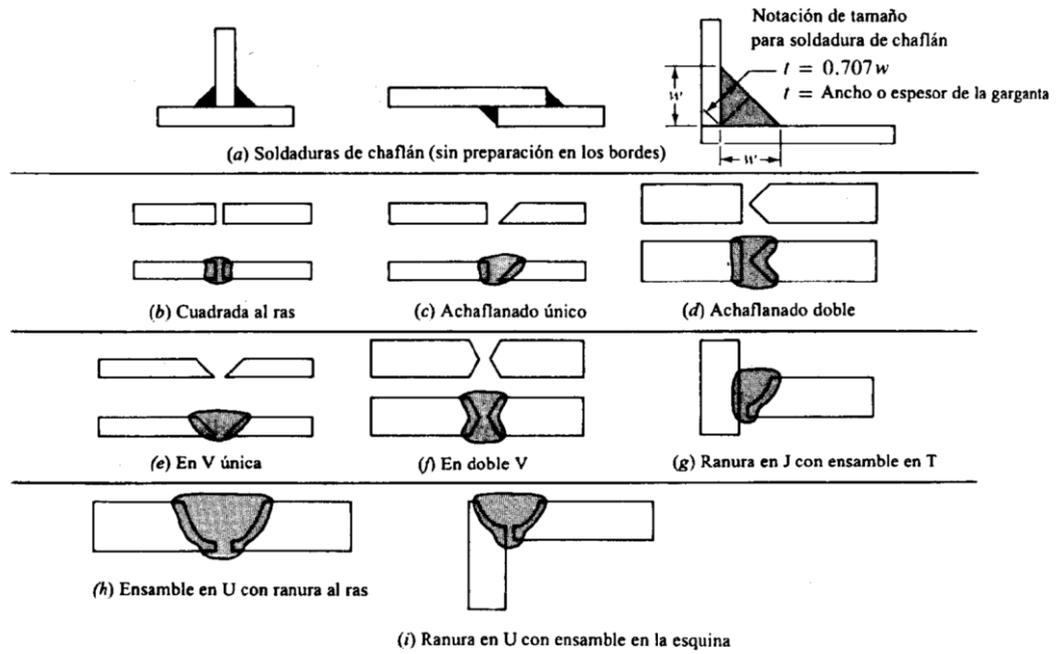
## VALORES DE K PARA LONGITUDES EFECTIVAS



# **ANEXO “J”**

## **“TIPOS DE SOLDADURA”**

## TIPOS DE SOLDADURA



# **ANEXO “K”**

## **“TENSIONES Y TAMAÑOS DE SOLDADURA”**

## TENSIONES POR ESFUERZO DE CORTE PERMISIBLES Y FUERZAS EN SOLDADURAS

<i>Metal base Grado ASTM</i>	<i>Electrodo</i>	<i>Tensión por esfuerzo de corte permisible</i>	<i>Fuerza permisible por pulgada de lado</i>
<i>Estructuras tipo edificio</i>			
A36, A441	E60	13 600 psi	9 600 lb/pulg.
A36, A441	E70	15 800 psi	11 200 lb/pulg.
<i>Estructuras tipo puente</i>			
A36	E60	12 400 psi	8 800 lb/pulg.
A441, A242	E70	14 700 psi	10 400 lb/pulg.

## TAMAÑOS MÍNIMOS DE SOLDADURA PARA PLACAS DE GRAN ESPESOR

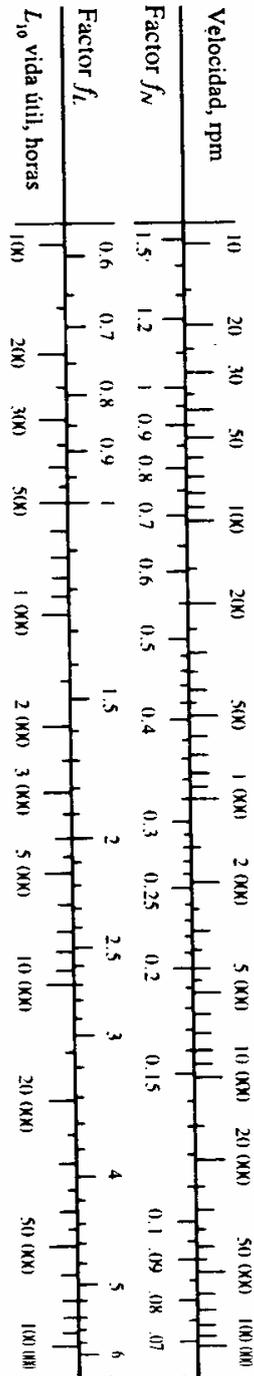
<i>Espesor de la placa (pulg)</i>	<i>Tamaño mínimo de lado para soldadura de chaflán (pulg)</i>
$\leq 1/2$	$3/16$
$> 1/2 - 3/4$	$1/4$
$> 3/4 - 1 1/2$	$5/16$
$> 1 1/2 - 2 1/4$	$3/8$
$> 2 1/4 - 6$	$1/2$
$> 6$	$5/8$

# **ANEXO “L”**

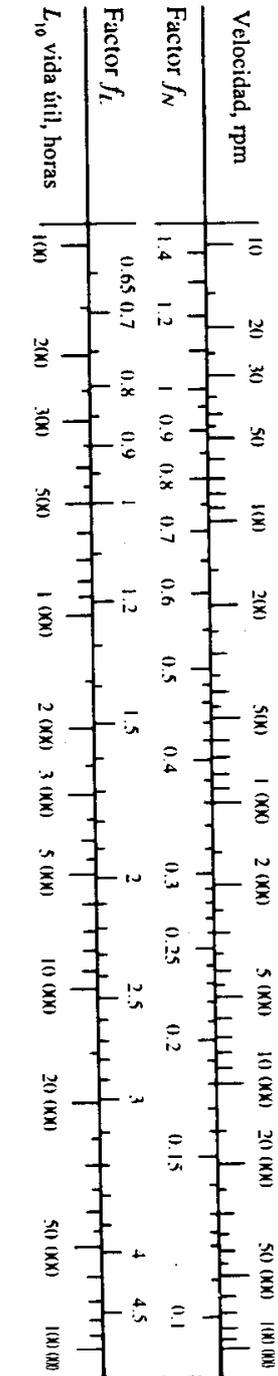
## **“FACTORES DE VELOCIDAD Y DE VIDA ÚTIL”**

# FACTORES DE VELOCIDAD Y DE VIDA UTIL

(a) Cojinetes de bola



(b) Cojinetes de rodamientos



# **ANEXO “M”**

## **“TABLA DE RODAMIENTOS DE BOLA”**

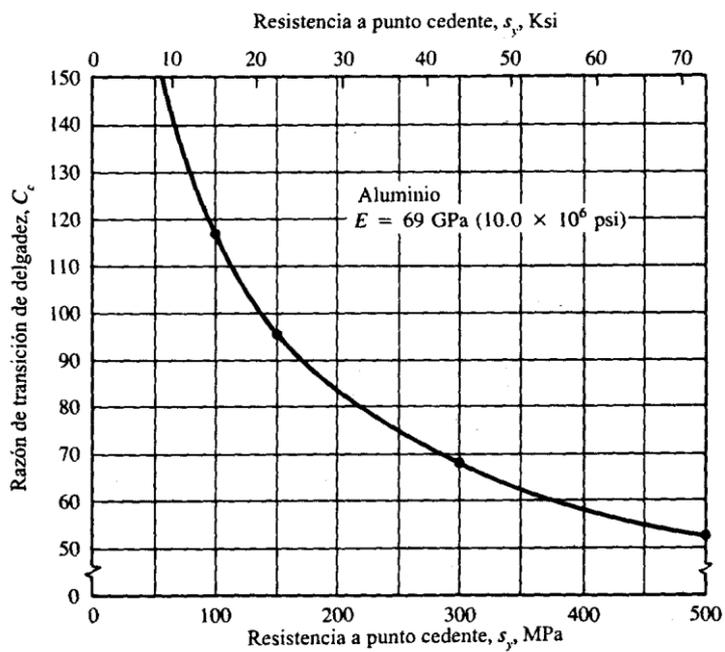
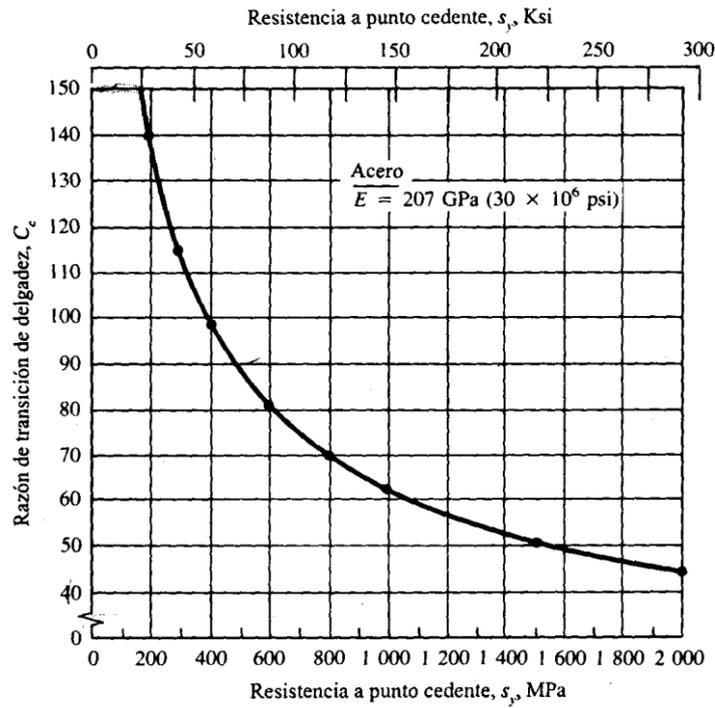
## TABLA DE RODAMIENTOS DE BOLA

Dimensiones principales			Capacidad de carga		Límite de velocidad		Masa	Designaciones		Anillo elástico adecuado
d	D	B	dinám. C	estát. C <sub>0</sub>	Lubricación con grasa	con aceite	kg	Rodamientos con ranura para anillo elástico	ranura y anillo elástico	
mm			N		r/min			-		
10	30	9	5 070	2 240	24 000	30 000	0,032	6200 N	6200 NR	SP 30
12	32	10	6 690	3 100	22 000	28 000	0,037	6201 N	6201 NR	SP 32
15	35	11	7 800	3 550	19 000	24 000	0,045	6202 N	6202 NR	SP 35
17	40	12	9 560	4 500	17 000	20 000	0,066	6203 N	6203 NR	SP 40
	47	14	13 500	6 550	16 000	19 000	0,12	6303 N	6303 NR	SP 47
20	42	12	9 360	4 500	17 000	20 000	0,069	6004 N	6004 NR	SP 42
	47	14	12 700	6 200	15 000	18 000	0,11	6204 N	6204 NR	SP 47
	52	15	15 900	7 800	13 000	16 000	0,14	6304 N	6304 NR	SP 52
25	47	12	11 200	5 600	15 000	18 000	0,080	6005 N	6005 NR	SP 47
	52	15	14 000	6 950	12 000	15 000	0,13	6205 N	6205 NR	SP 52
	62	17	22 500	11 400	11 000	14 000	0,23	6305 N	6305 NR	SP 62
30	55	13	13 300	6 800	12 000	15 000	0,12	6006 N	6006 NR	SP 55
	62	16	19 500	10 000	10 000	13 000	0,20	6206 N	6206 NR	SP 62
	72	19	28 100	14 600	9 000	11 000	0,35	6306 N	6306 NR	SP 72
35	62	14	15 900	8 500	10 000	13 000	0,16	6007 N	6007 NR	SP 62
	72	17	25 500	13 700	9 000	11 000	0,29	6207 N	6207 NR	SP 72
	80	21	33 200	18 000	8 500	10 000	0,46	6307 N	6307 NR	SP 80
	100	25	55 300	31 000	7 000	8 500	0,95	6407 N	6407 NR	SP 100
40	68	15	16 800	8 300	9 500	12 000	0,19	6008 N	6008 NR	SP 68
	80	18	30 700	16 600	8 500	10 000	0,37	6208 N	6208 NR	SP 80
	90	23	41 000	22 400	7 500	9 000	0,63	6308 N	6308 NR	SP 90
	110	27	63 700	36 500	6 700	8 000	1,25	6408 N	6408 NR	SP 110
45	75	16	21 200	12 200	9 000	11 000	0,25	6009 N	6009 NR	SP 75
	85	19	33 200	18 600	7 500	9 000	0,41	6209 N	6209 NR	SP 85
	100	25	52 700	30 000	6 700	8 000	0,83	6309 N	6309 NR	SP 100
	120	29	76 100	45 500	6 000	7 000	1,55	6409 N	6409 NR	SP 120
50	80	16	21 600	13 200	8 500	10 000	0,26	6010 N	6010 NR	SP 80
	90	20	35 100	19 600	7 000	8 500	0,46	6210 N	6210 NR	SP 90
	110	27	61 800	36 000	6 300	7 500	1,05	6310 N	6310 NR	SP 110
	130	31	87 100	52 000	5 300	6 300	1,90	6410 N	6410 NR	SP 130

# **ANEXO “N”**

**“RAZON DE TRANSICIÓN DE  
DELGADEZ  $C_c$  CONTRA RESISTENCIA  
A PUNTO CEDENTE”**

## RAZON DE TRANSICIÓN DE DELGADEZ $C_c$ CONTRA RESISTENCIA A PUNTO CEDENTE

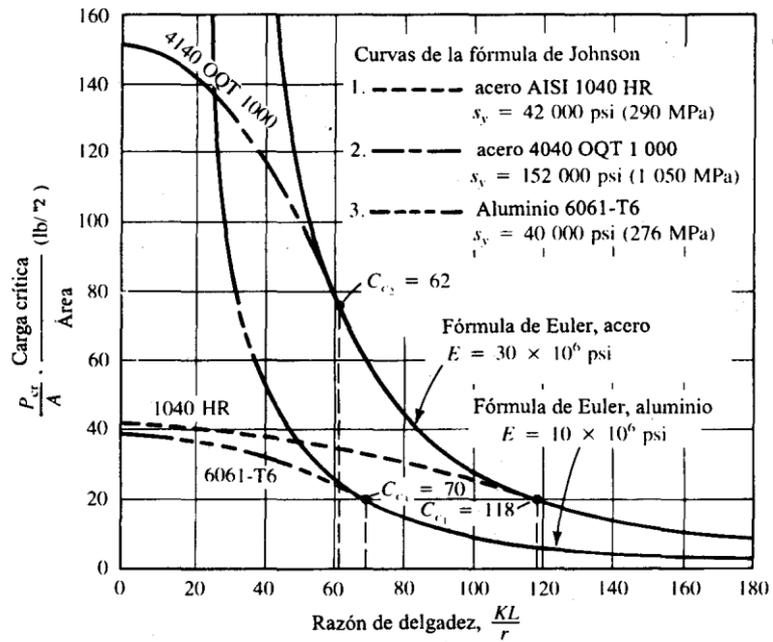


# **ANEXO “O”**

**“CURVAS DE LA FORMULA DE  
JOHNSON (COLUMNAS CORTAS)”**

## CURVAS DE LA FORMULA DE JOHNSON (COLUMNAS CORTAS)

$$P_{cr} = A s_y \left[ 1 - \frac{s_y (KL/r)^2}{4\pi^2 E} \right]$$



# **ANEXO “P”**

**“RESISTENCIA AL PUNTO CEDENTE Y  
COEFICIENTE DE ELASTICIDAD”**

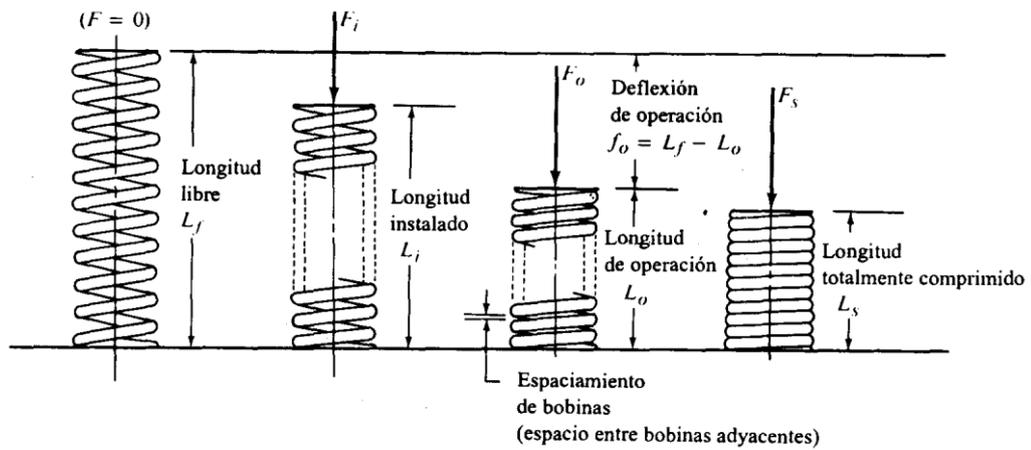
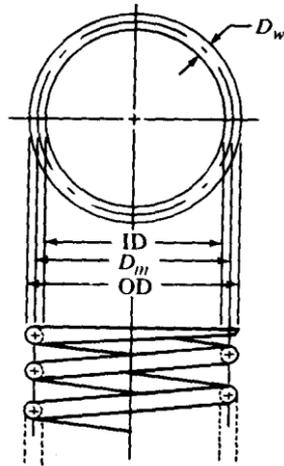
## RESISTENCIA AL PUNTO CEDENTE Y COEFICIENTE DE ELASTICIDAD

Número de designación del material (número AISI)	Condición	Resistencia a la tracción		Resistencia a punto cedente		Ductibilidad (elongación porcentual en 2 pulg)	Dureza Brinell (HB)
		Ksi	MPa	Ksi	MPa		
1020	Rolado en caliente	55	379	30	207	25	111
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	WQT 400	234	1610	197	1360	12	461
4130	WQT 700	208	1430	180	1240	13	415
4130	WQT 1000	143	986	132	910	16	302
4130	WQT 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 “Q”**

**“NOTACION PARA DIAMETROS,  
LONGITUDES Y FUERZAS”**

## NOTACION PARA DIAMETROS, LONGITUDES Y FUERZAS



# **ANEXO “R”**

**“CALIBRES DE ALAMBRE Y  
DIÁMETROS PARA RESORTES”**

## CALIBRES DE ALAMBRE Y DIÁMETROS PARA RESORTES

<i>Número de calibre</i>	<i>Número de calibre de alambre U. S. Steel (pulg)<sup>a</sup></i>	<i>Calibre de alambre instrumentos musicales (pulg)<sup>b</sup></i>	<i>Calibre Brown &amp; Sharpe (pulg)<sup>c</sup></i>	<i>Diámetros métricos recomendables (mm)<sup>d</sup></i>
7/0	0.490 0	—	—	13.0
6/0	0.461 5	0.004	0.580 0	12.0
5/0	0.430 5	0.005	0.516 5	11.0
4/0	0.393 8	0.006	0.460 0	10.0
3/0	0.362 5	0.007	0.409 6	9.0
2/0	0.331 0	0.008	0.364 8	8.5
0	0.306 5	0.009	0.324 9	8.0
1	0.283 0	0.010	0.289 3	7.0
2	0.262 5	0.011	0.257 6	6.5
3	0.243 7	0.012	0.229 4	6.0
4	0.225 3	0.013	0.204 3	5.5
5	0.207 0	0.014	0.181 9	5.0
6	0.192 0	0.016	0.162 0	4.8
7	0.177 0	0.018	0.144 3	4.5
8	0.162 0	0.020	0.128 5	4.0
9	0.148 3	0.022	0.114 4	3.8
10	0.135 0	0.024	0.101 9	3.5
11	0.120 5	0.026	0.090 7	3.0
12	0.105 5	0.029	0.080 8	2.8
13	0.091 5	0.031	0.072 0	2.5
14	0.080 0	0.033	0.064 1	2.0
15	0.072 0	0.035	0.057 1	1.8
16	0.062 5	0.037	0.050 8	1.6
17	0.054 0	0.039	0.045 3	1.4
18	0.047 5	0.041	0.040 3	1.2
19	0.041 0	0.043	0.035 9	1.0
20	0.034 8	0.045	0.032 0	0.90
21	0.031 7	0.047	0.028 5	0.80
22	0.028 6	0.049	0.025 3	0.70

# **ANEXO “S”**

## **“MATERIALES PARA RESORTES”**

## MATERIALES PARA RESORTES

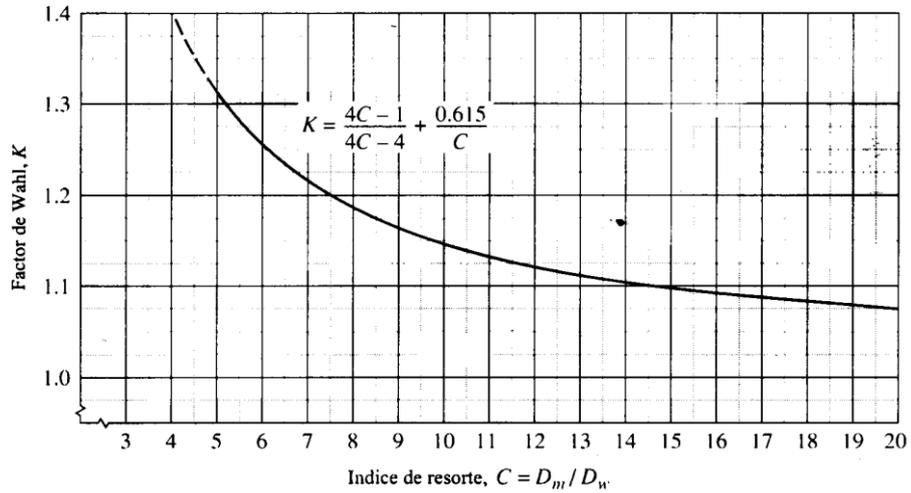
<i>Tipo de material</i>	<i>No. ASTM</i>	<i>Costo relativo</i>	<i>Límites de temperatura</i>
<i>Aceros al alto carbón</i>			
Extruido en frío Acero para uso general con 0.60% a 0.70% de carbón; bajo costo	A227	1.0	0–250
Alambre para instrumentos musicales Acero de alta calidad con 0.80% a 0.95% de carbón; muy alta resistencia; excelente acabado superficial; extruido duro; buen rendimiento en cuanto a fatiga; se usa sobre todo en tamaños pequeños de hasta 0.125"	A228	1.0	0–250
Templado en aceite Acero de uso general con 0.60% a 0.70% de carbón; se utiliza sobre todo en tamaños grandes por arriba de 0.125"; no es bueno para choque o impacto.	A229	1.3	0–350
<i>Aceros con aleación:</i>			
Cromo y vanadio Buena resistencia, resistencia a la fatiga, resistencia al impacto, rendimiento de alta temperatura; calidad de resortes para válvulas	A231	3.1	0–425
Cromo y silicio Muy alta resistencia y buena resistencia a la fatiga y al choque	A401	4.0	0–475
<i>Aceros inoxidables:</i>			
Tipo 302 Muy buena resistencia a la corrosión y rendimiento a alta temperatura; casi amagnético; extruido en frío; los tipos 304 y 316 también caen en esta categoría ASTM tienen mayor susceptibilidad para ser trabajados pero sus resistencia es más baja	A313(302)	7.6	<0–550
Tipo 17–7 PH Buen rendimiento a alta temperatura	A313(631)	11.0	0–600
<i>Aleaciones de cobre:</i> todas tienen una buena resistencia a la corrosión y conductividad eléctrica			
Latón para resortes	B134	Alto	0–150
Bronce con fósforo	B159	8.0	<0–212
Cobre con berilio	B197	27.0	0–300
<i>Aleaciones con base de níquel:</i> Todas son resistentes a la corrosión, tienen buenas propiedades de alta y baja temperatura, son amagnéticos o casi amagnéticos (marcas comerciales de la International Nickel Company)			
Monel	—	—	–100–425
K–Monel	—	—	–100–450
Inconel	—	—	arriba de 700
Inconel–X	—	44.0	arriba de 850

Fuente: Associated Spring Barnes Group Inc., *Engineering Guide to Spring Design*. Bristol, Conn., 1987; Carlson, Harold. *Spring Designer's Handbook*. Nueva York: Marcel Dekker, 1978; Oberg E., et al. *Machinery's Handbook*, 23ª edición. Nueva York: Industrial Press, 1988.

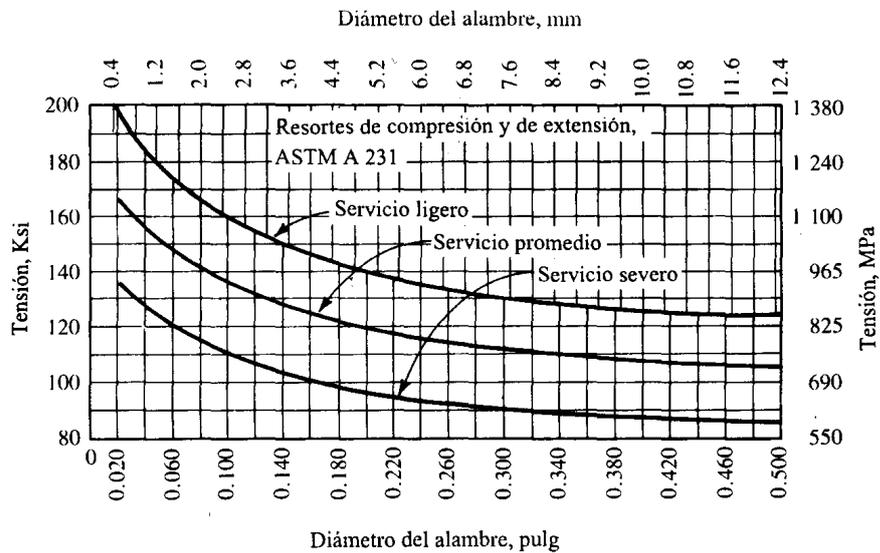
# **ANEXO “T”**

**“FACTOR DE WAHL Y TENSION DE  
DISEÑO”**

## FACTOR DE WAHL CONTRA ÍNDICE DE RESORTE PARA ALAMBRE REDONDO



## TENSIÓN DE DISEÑO



# **ANEXO “U”**

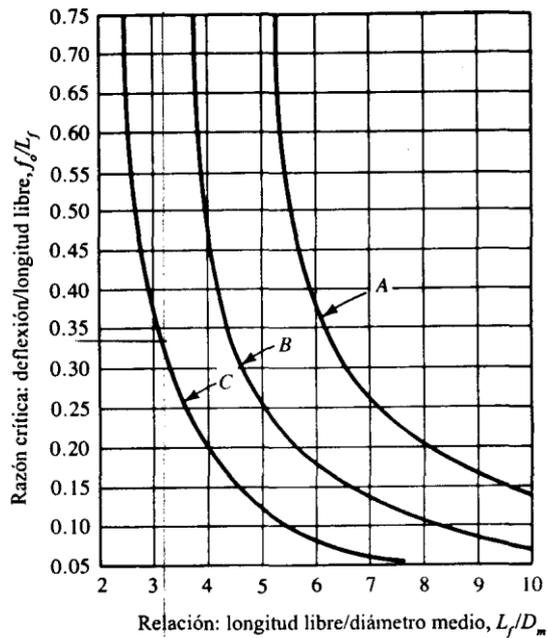
**“MÓDULO DE ELASTICIDAD Y  
CRITERIO DE PANDEO”**

## MÓDULO DE ELASTICIDAD DE LOS RESORTES

Material y número ASTM	Módulo de elasticidad, $G$		Módulo de tensión, $E$	
	(psi)	(GPa)	(psi)	(GPa)
Acero duro extruido: A227	$11.5 \times 10^6$	79.3	$28.6 \times 10^6$	197
Alambre para instrumentos musicales: A228	$11.85 \times 10^6$	81.7	$29.0 \times 10^6$	200
Templado en aceite: A229	$11.2 \times 10^6$	77.2	$28.5 \times 10^6$	196
Cromo y vanadio: A231	$11.2 \times 10^6$	77.2	$28.5 \times 10^6$	196
Cromo y silicio: A401	$11.2 \times 10^6$	77.2	$29.5 \times 10^6$	203
Aceros inoxidables: A313				
Tipos 302, 304, 316	$10.0 \times 10^6$	69.0	$28.0 \times 10^6$	193
Tipo 17-7 PH	$10.5 \times 10^6$	72.4	$29.5 \times 10^6$	203
Latón para resortes: B134	$5.0 \times 10^6$	34.5	$15.0 \times 10^6$	103
Bronce con fósforo: B159	$6.0 \times 10^6$	41.4	$15.0 \times 10^6$	103
Cobre con berilio: B197	$7.0 \times 10^6$	48.3	$17.0 \times 10^6$	117
Monel y K-Monel	$9.5 \times 10^6$	65.5	$26.0 \times 10^6$	179
Inconel e Inconel X	$10.5 \times 10^6$	72.4	$31.0 \times 10^6$	214

Nota: Los datos son valores promedios. Se pueden presentar variaciones pequeñas en el tamaño de alambre y el tratamiento.

## CRITERIO PARA PANDÉO DE RESORTES



- Curva A: Extremos fijos (es decir, extremos lijados y cuadrados, en superficies guiadas, planas, paralelas)
- Curva B: Un extremo fijo; un extremo atornillado (es decir, un extremo en superficie plana, uno en contacto con una bola esférica)
- Curva C: Ambos extremos atornillados (es decir, extremos en contacto con superficies que se atornillan a la superficie y se permite que giren)

# **ANEXO “V”**

**“TABLAS DE DATOS Y CABLEADO”**

## PLACA DE MEDICIÓN

	LARGO (cm.)	ANCHO (cm.)	ESPESOR (cm.)
PLACA	100	50	0,4

## TABLA DE MEDIDAS DEL SISTEMA DE CONTROL

	PLACA	CONVERGENCIA (mm)	CVG. IZQ. (GRADOS)	DESVIO (m/Km.)
1	2.5	6.7	1,2	22.1
2	2	5,36	0.96	17.6
3	1.5	4.02	0.72	13.2
4	1.2	3.22	0.576	10.56
5	0.8	2.15	0.384	7.04
6	0.4	1.5	0.288	5.03
7	0	0	0	0
8	-2.5	-6.7	-1,2	-22.1
9	-2	-5,36	-0.96	-17.6
10	-1.5	-4.02	-0.72	-13.2
11	-1.2	-3.22	-0.576	-10.56
12	-0.8	-2.15	-0.384	-7.04
13	-0.4	-1.5	-0.288	-5.03

## TIPO DE RODAMIENTO

RODAMIENTO	D i	De	ANCHO	CARGA D.	CARGA E.
6201 RS	12mm	32mm	10mm	6690 N	3100 N

## VALORES DE RESISTENCIA

LUMIINOSIDAD	VALOR DE RESISTENCIA
SIN LUZ	R < 50 OHMIOS
CON LUZ:	R > 50 OHMIOS

## ESPECIFICACIONES DEL LÁSER

Tipo de láser:	Ila
Potencia:	< 5mW
Largo de onda:	650nm
Baterías:	2 x LR44
Autonomía (continua):	5 horas
Alcance:	más de 200 metros

## CABLE DEL GRABADOR DEL ATMEGA 8

Nº PIN (MACHO)	PIN (74LS244N)	COLOR
2 Y 11(PUENTE)		
3 Y 13 (PUENTE)		
4	19	BLANCO/AZUL
5	1	AZUL
6	6	BLANCO/TOMATE
7	2	TOMATE
8	4	BLANCO/CAFÉ
9	17	CAFÉ
10	9	BLANCO/VERDE
18,19,20,21,22,23,24,25	TIERRA COMÚN	VERDE

### CABLEADO FOTO RESISTENCIA – ATMEGA8

PLACA DE MEDICION	FOTO RESISTENCIA	COLOR	DATO ENVIADO	PIN(ATMEGA8)
IZQUIERDA	1	CAFE	1.2°	C5
	2	CAFÉ/NEGRO	0.96°	C4
	3	ROJO	0.72°	C3
	4	ROJO/NEGRO	0.576°	C2
	5	ROSADO	0.384°	C1
	6	TOMATE	0.288°	C0
CENTRO	7	TOMATE/NEGRO	0	B3
DERECHA	8	AMARILLO	- 1.2°	B2
	9	AMARILLO/NEGRO	- 0.96°	B1
	10	VERDE	- 0.72°	B0
	11	VERDE/NEGRO	- 0.576°	D7
	12	CELESTE	- 0.384°	D6
	13	AZUL	- 0.288°	D5
	14	AZUL/NEGRO		GND

### CABLEADO NULL MODEM – PC

MAX 232	COLOR	NULL MODEM	PC( PUERTO RS 232)
7 ( OUT)	TOMATE	2	2
8 (IN)	AZUL	3	3
TIERRA ( CIRCUITO)	VERDE	5	5(TIRRA PC)
		4 Y 6 ( PUENTE)	
		7 Y 8 ( PUENTE)	

**Latacunga, Abril del 2007**

**Elaborado por:**

---

Diego B. Segovia A.

**DIRECTOR DE CARRERA**

---

Ing. Juan Castro

**SECRETARIO ACADÉMICO**

---

Dr. Eduardo Vásquez