

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA
SALESIANA**

FACULTAD DE INGENIERÍAS

Carrera de Ingeniería Mecánica

Automotriz

**“ELABORACIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO FUNCIONAL DEL
TREN DE FUERZA MOTRIZ Y SISTEMA DE TRASLACIÓN DE UN
VEHICULO CON VISUALIZACIÓN DE PARÁMETROS DE
FUNCIONAMIENTO”.**

**PRODUCTO DE GRADO PREVIO A LA
OBTENCIÓN DE TÍTULO DE
INGENIERO MECANICO AUTOMOTRIZ**

AUTORES:

HERAS BERMEO ALVARO RENE

TOLEDO TOLEDO SANTIAGO EMANUEL

ZHUNIO PUCHA ESTEBAN MATIAS

DIRECTOR:

ING. PAUL NARVAEZ

Cuenca, Agosto del 2011

DECLARACIÓN

Alvaro Heras Bermeo, Santiago Toledo y Esteban Zhunio Pucha, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que se ha consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Politécnica Salesiana, según lo establecido por la Ley de la Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado por Alvaro Heras, Santiago Toledo y Esteban Zhunio, bajo mi supervisión.

Firma: _____

Ing. Paul Narvaez

DIRECTOR DE PROYECTO

DEDICATORIA

*Quiero dedicar este trabajo a mi familia, que han sido un pilar fundamental para culminar una etapa de mi vida, en especial a mis padres **Alfonso y Yolanda**, quienes con entero sacrificio supieron entregarme todo de sí para hacer de mí una persona de bien y por todo el apoyo incondicional que me han brindado, pero sobre todo por enseñarme a ser responsable, gracias a ustedes he llegado a alcanzar esta meta. A mi hermano Juan, por la confianza depositada en mí, por todo el apoyo que me supo dar a lo largo de mi carrera, a Yesenia, Deysi y Víctor por compartir la alegría de vivir y estar en los momentos importantes de mi vida. A mis familiares y amigos por motivarme a culminar mis estudios universitarios, a saber que los logros se consiguen a base de esfuerzo. **Alvaro***

*Al culminar una etapa más de mi vida, quiero dedicar este proyecto a mi Dios que ha sido mi fuente de energía espiritual y un soporte incondicional en todo momento, a mis padres Jorge y Blanquita que gracias a su apoyo, su buen ejemplo y sus valores intachables me han guiado por el camino del bien y a pesar de las dificultades que se presentaron en el transcurso de esta etapa siempre confiaron en mí, a mis hermanos Alvaro, Jorge, Estefi y Vicky por estar presentes en los momentos felices pero sobre todo en las situaciones adversas me supieron comprender y darme valor para seguir adelante, a mis sobrinos Paulito Emanuel y Emiliana Estefanía que han sido la principal inspiración para poder culminar este proyecto, a toda mi familia a mi abuelita, tíos y primos a mis verdaderos amigos a todos y cada uno de ustedes gracias por siempre estar presentes en los momentos más importantes de mi vida. **Santiago***

*Las metas que alcanzamos a largo de nuestras vidas implican nuestro esfuerzo, constancia y dedicación, y aun así estos no son suficientes, si no contamos con el apoyo incondicional de nuestras familias y amigos, por eso a todos ustedes mi agradecimiento imperecedero, y en especial a la persona que ha entregado toda su vida para ayudarme a cumplir no solo este logro sino todos los objetivos que me he propuesto... Para ti Ine' con todo mi amor. **Esteban***

AGRADECIMIENTO

Nuestra gratitud, principalmente está dirigida al Dios Todopoderoso por habernos dado la existencia y permitido llegar al final de nuestra carrera.

A la Universidad Politécnica Salesiana por su colaboración para la adquisición de los componentes del banco didáctico, tren de fuerza motriz y sistemas de traslación obtenidos del plan RENOVA, además por la compra de los sensores de presión mediante el fondo del MIPRO.

A nuestro director de tesis el Ing. Paul Narvárez, que nos ha guiado a culminar nuestro banco didáctico funcional, tanto en la parte práctica como teórica.

A los docentes que nos han acompañado durante el largo camino, brindándonos siempre su orientación con profesionalismo ético en la adquisición de conocimientos y afianzando nuestra formación como estudiantes universitarios.

INDICE DE CONTENIDOS

1. CAPITULO 1. TREN DE FUERZA MOTRIZ

1.1. Introducción	2
1.2.Motor Toyota 2E	2
1.2.1. Generalidades	2
1.2.2. Datos Técnicos	3
1.2.3. Reglajes	4
1.2.4. Pares de Apriete	4
1.2.5. Cálculos del Motor	6
1.2.6. Diagrama de la Distribución	9
1.2.7. Diagrama del Encendido	10
1.2.8. Diagrama de tomas de aire y vacíos del Carburador	11
1.2.9. Reparación del Motor	12
1.3.Transmisión	14
1.3.1. Embrague	14
1.3.2. Caja de Cambios	15
1.3.3. Grupo Reductor	21
1.3.4. Semiejes	22
1.3.5. Diagrama de Velocidades	23

2. CAPITULO 2. SISTEMA DE TRASLACION

2.1. Introducción	24
2.2. Suspensión	24
2.2.1. Desmontaje de la Suspensión Delantera	26
2.2.2. Desmontaje y Verificación de la Suspensión Posterior	27
2.2.3. Montaje y Ajustes	29
2.3. Dirección	30
2.3.1. Tipo de Dirección	30
2.3.2. Desmontaje del Sistema de Dirección	31
2.3.3. Montaje del sistema de Dirección	34

2.3.4. Asistencia Hidráulica	35
2.3.5. Alineación y Ángulos de la dirección	36
2.3.5.1. Camber	36
2.3.5.2. Caster	38
2.3.5.3. Convergencia, Divergencia	39
2.4. Frenos	42
2.4.1. Tipos de Frenos	43
2.4.2. Desmontaje y Verificación	44
2.4.3. Montaje y Ajustes	46
2.4.4. Cálculos de Frenos	47

3. CAPITULO 3. DISEÑO DEL BANCO

3.1. Introducción	48
3.2. Definición de las Especificaciones del Diseño	48
3.2.1. Definición de las Funciones y Características para el Banco	48
3.2.2. Definición de los Criterios de Evaluación	49
3.3. Propuesta de Diseño del Banco y Análisis Estructural	49
3.3.1. Geometría Propuesta para el Banco Didáctico	50
3.3.2. Análisis de Cargas Criticas	53
3.3.3. Cargas Criticas	54
3.3.4. Análisis Estructural	54
3.4. Ensamble del Banco	59
3.5. Montaje de Elementos en el Banco	63

4. CAPITULO 4. VISUALIZACION DE PARAMETROS DE FUNCIONAMIENTO

4.1. Introducción	70
4.2. Parámetros de funcionamiento del tren de fuerza motriz	70
4.2.1. Revolucion por minuto (RPM)	71
4.2.2. Temperatura	74
4.2.3. Presión de aceite	77

4.2.4. Nivel de combustible	81
4.2.5. Aceleración	84
4.2.6. Carga del alternador	85
4.2.7. RPM en los ejes	86
4.2.8. Marcha de la caja de cambios	89
4.3. Parámetros de funcionamiento del sistema de traslación	94
4.3.1. Presión sistema de frenos	95
4.3.2. Nivel de líquido de frenos	98
4.3.3. Indicador de freno de mano	100
4.3.4. Presión de la dirección	101
4.3.5. Angulo de giro de la dirección	103
4.3.6. Ángulos de la rueda	105
4.3.6.1. Convergencia, Divergencia	105
4.3.6.2. Camber	107
4.3.6.3. Caster	109
4.4. Sistema de adquisición de datos	111
4.5. Visualización de datos	114
5. CONCLUSIONES	122
6. RECOMENDACIONES	123
7. BIBLIOGRAFIA	124
8. ANEXOS	125

INDICE DE FIGURAS

1. CAPITULO 1. TREN DE FUERZA MOTRIZ

1.1. Esquema de la distribución	9
1.2. Esquema de la conexión del sistema de encendido	10
1.3. Esquema de conexiones de vacíos del carburador	11

2. CAPITULO 2. SISTEMA DE TRASLACION

2.1. Suspensión delantera	26
2.2. Suspensión posterior	27
2.3. Suspensión posterior	28
2.4. Suspensión delantera	29
2.5. Componentes del sistema de dirección	31
2.6. Esquema de desmontaje de la cremallera	31
2.7. Esquema de despiece de la cremallera	32
2.8. Esquema de despiece de la cremallera	33
2.9. Esquema de despiece de la bomba de dirección hidráulica	33
2.10. Esquema de despiece de la columna de la dirección	34
2.11. Esquema básico de dirección hidráulica	36
2.12. Angulo de caída y sus efectos sobre la orientación de las ruedas	37
2.13. Angulo de caída en suspensión independiente	37
2.14. Angulo de avance y sus efectos sobre la orientación de las ruedas	38
2.15. Angulo de avance en suspensión independiente	39
2.16. Geometría que se forma como prolongación de la mangueta	40
2.17. Convergencia o paralelismo de las ruedas	40
2.18. Disposición de las ruedas, convergencia, divergencia	41
2.19. Esquema básico de un circuito de frenos	43
2.20. Frenos de disco	43
2.21. Frenos de tambor	44
2.22. Despiece del freno de disco	44
2.23. Despiece del freno de tambor	45

2.24. Bomba y servofreno	46
--------------------------	----

3. CAPITULO 3. DISEÑO DEL BANCO

3.1. Altura promedio de una persona	49
3.2. Diseño del banco	50
3.3. Dimensiones del banco	51
3.4. Dimensiones del banco	51
3.5. Distancia entre ejes	52
3.6. Ancho de vía	52
3.7. Dimensión de los amortiguadores	53
3.8. Disposición de cargas	54
3.9. Análisis estructural, mallado	55
3.10. Esfuerzo máximo equivalente	56
3.11. Esfuerzo máximo sobre ejes principales	57
3.12. Esfuerzo mínimo sobre ejes principales	58
3.13. Deformación longitudinal del banco	59
3.14. Factor de seguridad	60

4. CAPITULO 4. VISUALIZACION DE PARAMETROS DE FUNCIONAMIENTO

4.1. Esquema de los Datos a Visualizar	71
4.2. Visualización del Diagrama de bloques de Rpm del motor	73
4.3. Visualización rpm del motor	73
4.4. Diagrama del sensor de temperatura NTC	74
4.5. Esquema de conexión del sensor de temperatura	75
4.6. Diagrama de bloques temperatura refrigerante motor	75
4.7. Visualización indicador de temperatura	77
4.8. Esquema de un sensor de presión micromecánico	79
4.9. Curva característica de un sensor de presión micromecánico	79
4.10. Esquema de conexión del sensor de presión de aceite	80
4.11. Diagrama de bloques presión de aceite motor	80
4.12. Visualización del indicador de presión aceite motor	81
4.13. Esquema del medidor de nivel de combustible	82
4.14. Esquema de conexión del sensor de nivel de combustible	82
4.15. Diagrama de bloques nivel de combustible	83
4.16. Visualización nivel combustible (vacío, medio y lleno)	84
4.17. Diagrama de bloques apertura mariposa aceleración	85
4.18. Visualización apertura mariposa aceleración	85
4.19. Diagrama de bloques indicador carga de alternador	86
4.20. Visualización indicador carga de alternador encendido	86
4.21. Visualización indicador carga de alternador apagado	86
4.22. Esquema de conexión del sensor de rpm	87
4.23. Diagrama de bloques rpm eje izquierdo	88
4.24. Diagrama de bloques rpm eje derecho	88
4.25. Visualización indicador revoluciones por minuto eje izquierdo	89
4.26. Visualización indicador revoluciones por minuto eje derecho	89
4.27. Esquema de conexión de sensores de marcha	90
4.28. Diagrama de bloques indicador posición de marcha y velocímetro	91
4.29. Visualización indicador posición de marcha (Neutro)	91
4.30. Visualización indicador posición de marcha (Primera)	92
4.31. Visualización indicador posición de marcha (Segunda)	92

4.32.	Visualización indicador posición de marcha (Tercera)	92
4.33.	Visualización indicador posición de marcha (Cuarta)	93
4.34.	Visualización indicador posición de marcha (Quinta)	93
4.35.	Visualización indicador posición de marcha (Reversa)	93
4.36.	Visualización indicador Velocímetro	94
4.37.	Esquema de los Datos a Visualizar	95
4.38.	Esquema de conectores del sensor de presión	96
4.39.	Diagrama de bloques presión de frenado	97
4.40.	Visualización indicador presión de frenado (sin pisar pedal freno)	97
4.41.	Visualización indicador presión de frenado (pisado pedal freno)	98
4.42.	Esquema de conexión del sensor de nivel mínimo	99
4.43.	Diagrama de bloques de indicador de nivel mínimo liquido frenos	99
4.44.	Visualización indicador de nivel mínimo liquido de freno	99
4.45.	Esquema de conexión del sensor de freno de mano	100
4.46.	Visualización indicador de freno de mano	101
4.47.	Diagrama de bloques de presión del sistema de dirección	102
4.48.	Visualización indicador de presión de dirección posición apagado	102
4.49.	Visualización indicador de presión de dirección posición encendido	103
4.50.	Esquema de conexión del sensor de ángulo de giro	104
4.51.	Diagrama de bloques de indicador de ángulo de giro de la dirección	104
4.52.	Visualización indicador ángulo de giro de la dirección	105
4.53.	Visualización indicador ángulo de giro de la dirección (Derecha)	105
4.54.	Diagrama de bloques de indicador de ángulo convergencia divergencia	106
4.55.	Visualización indicador ángulo convergencia negativa	107
4.56.	Diagrama de bloques de indicador de ángulo Camber	108
4.57.	Visualización indicador Camber 0°	109
4.58.	Visualización indicador Camber $-1,012^{\circ}$	109
4.59.	Diagrama de bloques de indicador de ángulo Caster	110
4.60.	Visualización indicador Caster 0°	110
4.61.	Visualización indicador Caster $1,6^{\circ}$	110
4.62.	Esquema de conexión de las tarjetas	112
4.63.	Esquema de pines del PIC 16F884A	114
4.64.	Visualización de datos Panel principal	116
4.65.	Visualización de datos de Presión	116

4.66.	Visualización de datos Dirección	117
4.67.	Visualización de datos Panel principal (switch ON)	118
4.68.	Visualización de datos Panel principal (switch START)	119
4.69.	Visualización de datos Presión	120
4.70.	Visualización de datos Dirección	121

INDICE DE FOTOGRAFIAS

1. CAPITULO 1. TREN DE FUERZA MOTRIZ

1.1. Motor Toyota 2E	3
1.2. Motor Toyota 2E	5
1.3. Distribuidor	10
1.4. Carburador	11
1.5. Disco y plato de embrague	15
1.6. Caja de cambios	16
1.7. Tren de engranajes de la caja de cambios	16
1.8. Primera Marcha	18
1.9. Segunda Marcha	19
1.10. Tercera Marcha	19
1.11. Cuarta Marcha	20
1.12. Quinta Marcha	21
1.13. Corona helicoidal y caja diferencial del grupo reductor paralelo	22
1.14. Semieje	22

2. CAPITULO 2. SISTEMA DE TRASLACION

2.1. Suspensión delantera	25
2.2. Suspensión posterior	25
2.3. Cremallera	35
2.4. Columna de dirección	35
2.5. Freno de tambor	45

3. CAPITULO 3. DISEÑO DEL BANCO

3.1. Ensamble de columnas y soportes	61
3.2. Ensamble de soporte posterior	61
3.3. Ensamble de soporte delantero	62
3.4. Ensamble final	62

3.5. Montaje del motor y transmisión	63
3.6. Montaje de la columna de la dirección	64
3.7. Montaje de la cremallera	64
3.8. Montaje de la suspensión delantera	65
3.9. Montaje del soporte móvil del amortiguador	65
3.10. Montaje de la suspensión posterior	66
3.11. Montaje final de la suspensión	66
3.12. Montaje de la bomba de freno y pedales	67
3.13. Disposición del freno delantero	67
3.14. Disposición del freno posterior	67
3.15. Montaje del tanque de combustible	67
3.16. Disposición final del banco	69

4. CAPITULO 4. VISUALIZACION DE PARAMETROS DE FUNCIONAMIENTO

4.1. Sensor de Posición del Distribuidor	72
4.2. Señal para cálculo de RPM	72
4.3. Sensor de presión de aceite	78
4.4. Sensor de nivel de combustible	83
4.5. Sensor de apertura de mariposa de aceleración	84
4.6. Sensor de RPM de los ejes	87
4.7. Sensor de RPM de los ejes conexión con PIC	88
4.8. Pulsantes para indicador de marcha	90
4.9. Montaje del sensor de presión del freno	96
4.10. Sensor de nivel del líquido de freno	98
4.11. Sensor de freno de mano	100
4.12. Sensor de presión de la dirección	101
4.13. Sensor de ángulo de giro	103
4.14. Sensor de ángulo de convergencia divergencia	106
4.15. Sensor de ángulo CAMBER	108
4.16. Sensor de ángulo CASTER	110
4.17. Tarjeta principal	113

CAPITULO 1. TREN DE FUERZA MOTRIZ

1.1. Introducción

El automóvil en la actualidad se ha convertido en un complemento indispensable en nuestras vidas, de allí que la industria automotriz es una de las de mayor crecimiento en los últimos años, es por eso que un técnico automotriz debe estar bien capacitado y actualizando sus conocimientos constantemente, para optimizar esto se requiere de un material didáctico apropiado, el cual se pretende obtener con el desarrollo de este proyecto.

El presente capítulo muestra el estudio del motor Toyota 2E de combustión interna de gasolina, sus generalidades, datos técnicos, algunos cálculos y los costos de reparación y mantenimiento.

Además en este capítulo se analizara la transmisión de fuerza motriz para un sistema de tracción delantera, con una caja de cambios de cinco velocidades, embrague, grupo reductor, semiejes y ruedas.

1.2. Motor Toyota 2E

El motor es el conjunto donde se realiza la transformación de la energía química de un combustible, en este caso gasolina, en trabajo mecánico mediante un par torsor, pasando previamente por una transformación intermedia en energía calorífica, con aumento de volumen de la masa transformada.

1.2.1. Generalidades

- Motor: Toyota 2E 2842014
- Tipo de combustión: Interna
- Ciclo de potencia: Ciclo de Otto
- Tipo de transmisión de fuerza: Alternativo
- Número de Tiempos: Cuatro, admisión, compresión, combustión, escape.

- Tipo de combustible: Gasolina
- Disposición de cilindros: En línea
- Numero de cilindros: Cuatro



1.2.2.Datos Técnicos¹

- Potencia: 55kW a 6200rpm
- Cilindrada: 1294 cc.
- Cilindrada fiscal: 1280cc.
- Cilindrada comercial: 1300cc
- Relación de compresión: 9,5 a 1
- Octanaje adecuado: 95 RON
- Tipo de encendido: Transistorizado, efecto hall, Trans-i IIA
- Ubicación del disparo: Distribuidor
- Orden de encendido: 1-3-4-2
- Resistencia primaria en la bobina: 1,20 a 1,50 ohmios
- Resistencia secundaria en la bobina: 10200 a 13800 ohmios
- Distancia entrehierro de disparo: 0,2 a 0,4 mm.
- Sistema de combustible: Carburador
- Tipo de carburador: Carb-FJ Aisan H680
- Presión de alimentación de combustible: 0,2 a 0,3 bares
- Tipo de distribución: OHC

¹ TOYOTA Motors, Manual del Taller, 1992.

- Numero de válvulas: 12
- Régimen de ralentí: 800rpm
- Bujías: NGK BPR6EY-11
- Separación entre electrodos: 1,1mm
- Presión de compresión: 10 a 13 bares
- Presión de aceite: 5bar a 3000rpm
- Apertura del termostato: 84°C
- Aceite del motor: 20w50
- Clasificación del aceite: API SJ
- Cantidad de aceite: 3,2 litros
- Voltaje de la batería: 12v
- Amperaje: 50Ah
- Capacidad de reserva: 80Ah
- Rendimiento del alternador: 30A, 13,5V a 2000rpm
- Tensión mínima de arranque: 11.5V
- Amperaje máximo de arranque: 135A

1.2.3. Reglajes

- Juego de válvulas de admisión: 0,20mm en caliente
- Juego de válvulas de escape: 0,20mm en caliente
- Tensión correa del alternador: 6,5mm
- Tensión correa de la dirección hidráulica: 11mm
- Reglaje del encendido: 10° APMS a 800rpm
- Nivel de CO en ralentí: 2,0 Vol. %CO
- Nivel de HC en ralentí: 300ppm
- Nivel de CO2 en ralentí: 16 Vol. %CO2
- Nivel de O2 en ralentí: 2,0 Vol. %O2

1.2.4. Pares de apriete

- Cabezote primera etapa: 29Nm
- Cabezote segunda etapa: 49Nm

- Cabezote tercera etapa: apretar 90°
- Cojinetes del cigüeñal primera fase: 28Nm
- Cojinetes del cigüeñal segunda fase: 57Nm
- Cojinetes de cabeza de biela primera fase: 20Nm
- Cojinetes de cabeza de biela segunda fase: 39Nm
- Bomba de aceite a bloque de cilindros: 8Nm
- Tornillos del carter de aceite: 8Nm
- Tornillo de drenaje del carter: 25Nm
- Tornillos del volante motor: 83Nm
- Embrague a volante: 19Nm
- Tornillo central de polea del cigüeñal: 152Nm
- Piñón del árbol de levas: 50Nm
- Tapas del árbol de levas: 14Nm
- Tapa de válvulas: 7Nm
- Colector de admisión a culata: 20Nm
- Colector de escape a culata: 47Nm
- Bujías de encendido: 18Nm



1.2.5. Cálculos del motor

A continuación se presenta el cálculo de algunos parámetros básicos a conocer en el estudio de un motor, para esto se tomaron datos del manual técnico del motor y otros fueron medidos directamente.

DATOS		
<i>Designación</i>	<i>Siglas</i>	<i>Valor</i>
Diámetro del cilindro	D	72mm
Carrera del pistón	L	72mm
Numero de cilindros	N	4
Presión media	Pm	10.5bar
Potencia efectiva	Pe	55Kw
Gasto específico de combustible	bi	240g/kWh
Poder calorífico combustible ²	Qin	43800kJ/kg
Volumen de la cámara de combustión	Vcc	30cc

Tabla 1.1. Datos Técnicos del motor Toyota 2E
FUENTE: TOYOTA Motors, Manual del Taller, 1992.

- **Volumen unitario (V_u):** Es el volumen de un cilindro entre el PMS y PMI.

$$V_u = \pi \cdot r^2 \cdot L$$

$$V_u = \pi \cdot (3.6cm^2) \cdot 7.2cm$$

$$V_u = 293.15cm^3$$

- **Volumen total de cilindros (V_{cil}):** Es el volumen de todos los cilindros entre el PMS y el PMI.

$$V_{cil} = V_u \cdot N$$

$$V_{cil} = 293.15cm^3 \cdot 4$$

$$V_{cil} = 1172.6cm^3$$

- **Cilindrada (VH):** Es el volumen total de los cilindros mas volumen total de las cámaras de combustión.

² CENGEL, Yunus. Termodinámica, Ediciones McGraw-Hill, México, 4ª edición, 2003, Pág.

$$V_H = V_{cil} + N \cdot V_{cc}$$

$$V_H = 1172.6cm^3 + 4 \cdot 30cm^3$$

$$V_H = 1292.6cm^3$$

- **Relación de compresión (R):** Es la relación existente entre el volumen aspirado en un cilindro con el volumen comprimido en la cámara de combustión.

$$R = V_u / V_{cc}$$

$$R = 293.15cm^3 / 30cm^3$$

$$R = 9.7$$

- **Área del cilindro (Ac):** Es el área transversal del cilindro o área en la cabeza del pistón.

$$A_c = \pi \cdot r^2$$

$$A_c = \pi \cdot 3.6^2 cm^2$$

$$A_c = 40.72cm^2$$

- **Fuerza máxima del embolo (F_{e max}):** Es la fuerza fruto de la presión ejercida en el pistón.

$$F_{e \max} = 10 \cdot P_m \cdot A_c$$

$$F_{e \max} = 10 \cdot 10.5bar \cdot 40.72cm^2$$

$$F_{e \max} = 4275.6N$$

- **Velocidad media del pistón(V_m):** Es importante para conocer las sollicitaciones del motor y no debe sobrepasar los 14m/s ya que sería crítico.

$$V_m = \frac{2 \cdot L \cdot n}{60}$$

$$V_m = \frac{2 \cdot 0.072m \cdot 4500rpm}{60}$$

$$V_m = 10.8m / s$$

- **Potencia indicad (Pi):** Es la potencia desarrollada en el interior del cilindro fruto de la combustión.

$$P_i = \frac{V_H \cdot P_m \cdot n}{1200}$$

$$P_i = \frac{1.292dm^3 \cdot 10.5bar \cdot 6200rpm}{1200}$$

$$P_i = 70kW$$

- **Rendimiento mecánico (η_m):** Es la relación entre la potencia medida en el eje del motor y la potencia calculada en los cilindros, la diferencia se debe a pérdidas por fricción y transferencia de calor.

$$\eta_m = \frac{P_e}{P_i} \cdot 100\%$$

$$\eta_m = \frac{55kW}{70kW} \cdot 100\%$$

$$\eta_m = 78.6\%$$

- **Consumo de combustible (B):** Es la cantidad de combustible suministrada para obtener la potencia indicada.

$$B = \frac{b_i \cdot P_i}{3600}$$

$$B = \frac{230gr / kWh \cdot 70kW}{3600}$$

$$B = 4.47gr / s$$

- **Rendimiento indicado (η_i):** Este evalúa el grado de utilización del calor en un ciclo real considerando las pérdidas de calor.

$$\eta_i = \frac{P_i}{B \cdot Q_{in}} \cdot 100\%$$

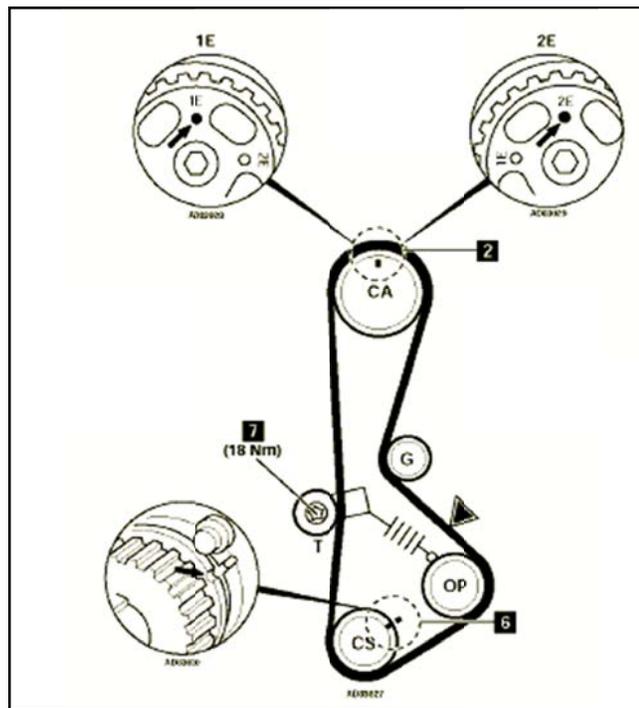
$$\eta_i = \frac{70kW}{0.00447kg / s \cdot 43800kJ / kg} \cdot 100\%$$

$$\eta_i = 35.7\%$$

1.2.6. Diagrama de la distribución

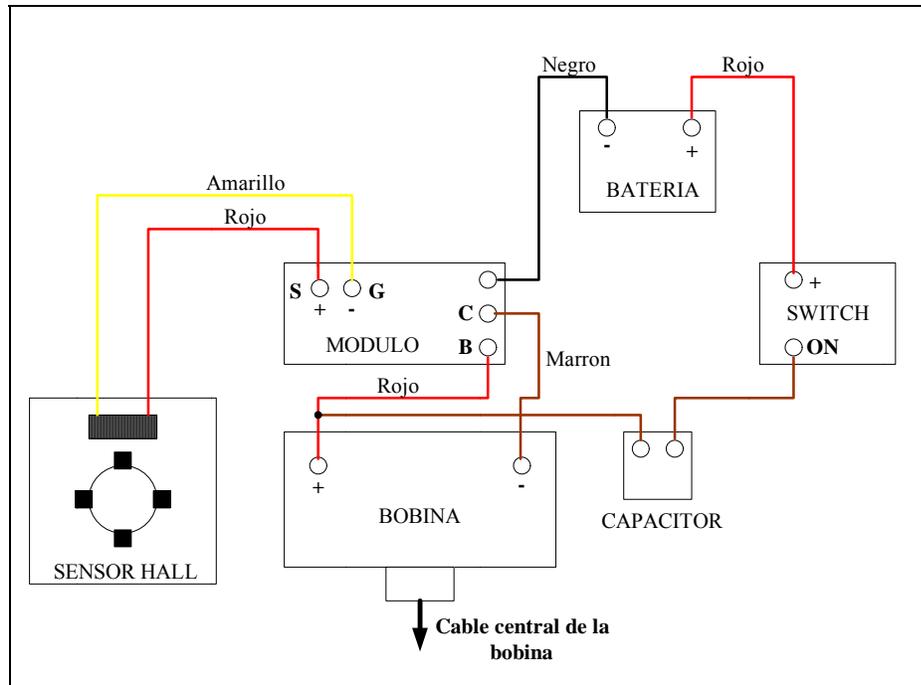
El buen funcionamiento del motor depende sobre todo de una correcta sincronización entre el cigüeñal, el árbol de levas y el distribuidor, y esto se hace mediante la correa de distribución, por esto hemos considerado importante mostrar el proceso de montaje de la misma.

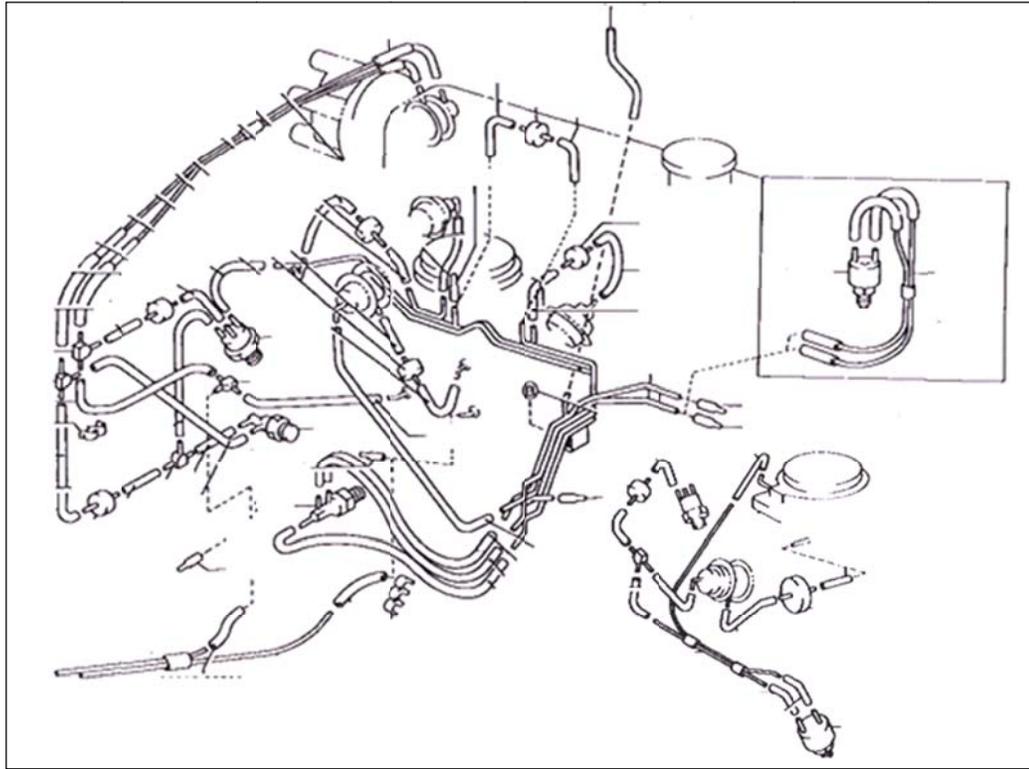
1. Comprobar que el rodillo tensor funcione con suavidad
2. Comprobar que la longitud libre del muelle del rodillo tensor sea 38,4mm
3. Montar el tensor con el muelle, asegurarse de que este bien enganchado
4. Empujar el tensor hacia la izquierda y ajustar el tornillo.
5. Colocar la correa de distribución.
6. Comprobar la alineación de las marcas de reglaje 2 y 6 (fig.1.1)
7. Aflojar el tornillo del tensor 7.
8. Girar el cigüeñal dos vueltas en sentido horario hasta PMS del cilindro 1.
9. Comprobar la alineación de las marcas de reglaje 2 y 6.
10. Apretar el tornillo del rodillo tensor.
11. Comprobar que la correa esta tensada en ▼ .



1.2.7. Diagrama del encendido

Este motor está provisto de un distribuidor transistorizado que recibe la señal de mando para la bobina de un sistema de efecto hall, esta señal es procesada en un modulo transistorizado, la bobina viene solidaria al distribuidor. La conexión del distribuidor es la siguiente:



1.2.8. Diagrama de las tomas de aire y vacios del carburador

1.2.9.Reparación del motor

El motor Toyota 2E utilizado en este proyecto nos fue entregado por la Universidad Politécnica Salesiana quien consiguió el mismo a través de un convenio con el estado para aprovechar algunos recursos del plan RENOVA, que consiste en dar facilidades de adquisición de vehículos nuevos a los transportistas a cambio de la entrega de sus unidades deterioradas, es por esto que el motor se encontraba completamente deteriorado, he aquí las características en las que se nos entrego.

- Bloque de cilindros con rotura en la parte posterior
- Rines del segundo y tercer cilindro rotos
- Pistón del segundo cilindro con fisuras.
- Cilindros desgastados
- Cigüeñal desgastado
- Guías y asientos de válvula deteriorados
- Válvulas de cuarto cilindro torcidas
- Banda de distribución rota
- Fugas de aceite en el cárter, retenes del cigüeñal, árbol de levas y distribuidor
- Carcasa del distribuidor rota
- Carburador sin conexiones eléctricas, de aire y vacíos
- Bomba de agua corroída
- Compresión en los cilindros inferior a 100psi
- Motor consume aceite excesivamente

En consecuencia este motor no puede ser usado para la construcción del banco didáctico sin previamente ser readecuado, para esto optamos por un reparación completa, a continuación detallamos los trabajos, costos, y verificaciones realizadas.

- Cilindros:
 - Rectificados sobre medida a: 0,50mm
 - Holgura del pistón: 0,18mm
 - Luz de puntas de rines: 0,25mm
 - Holgura axial de rines: 0,06mm

- Rin de fuego: a 120° horario del frente del motor
- Rin de compresión: a 180° horario del rin de fuego
- Cigüeñal:
 - Luz de aceite en muñones de biela: 0,05mm
 - Luz de aceite en muñones de bancada: 0,05mm
 - Holgura axial cigüeñal: 0,20mm
 - Holgura axial de bielas: 0,20mm
- Cabezote:
 - Rectificado a: 0,15mm
 - Juego válvulas – guías: 0,03mm(admisión), 0,07mm(escape)

TRABAJOS EN RECTIFICADORA	
Rectificada de cilindros	80,00
Rectificada de cigüeñal	30,00
Rectificada de asientos	12,00
Reconstrucción de guías de válvulas	60,00
Reconstrucción del bloque	60,00
Reconstrucción de la carcasa del distribuidor	60,00
Rectificada del cabezote	<u>30,00</u>
TOTAL:	312,00

Tabla 1.2. Costos de reparación del motor

FUENTE: RECTIFICADORA VASQUEZ, Cuenca-Ecuador, Julio de 2010.

REPUESTOS E INSUMOS	
Pistones	60,00
Rines	34,00
Chapas de biela	24,00
Chapas de bancada	28,00
Válvulas de admisión	35,00
Válvulas de escape	40,00
Bomba de aceite	50,00
Bomba de agua	45,00
Banda de distribución	12,00
Tensor de la distribución	12,00
Juego de empaques y retenes	42,20
Aceite	16,00
Filtro de aceite	3,00
Filtro de gasolina	1,00
Filtro de aire	6,00
Insumos varios para la reparación	<u>40,00</u>
TOTAL:	448,20

Tabla 1.3. Costos de repuestos del motor

FUENTE: AUTOCAR JW, Cuenca-Ecuador, Julio de 2010.

1.3. Transmisión

La fuerza de empuje que se aplica al eje motriz es como consecuencia del par motor transmitido a lo largo de toda la transmisión, y cuyo valor será el que sale por el volante motor modificado en la caja de cambios, en el grupo reductor, en el tamaño de las ruedas y en las pérdidas ocasionadas por rozamientos e inercias de los diferentes componentes de la transmisión.

El sistema de transmisión a aplicarse en este proyecto se conoce generalmente como sistema de tracción delantera, el mismo que tiene las siguientes características:

- La potencia a transmitir se genera en un motor ubicado transversalmente.
- Esta se transmite a la caja de cambios por un embrague de disco de fricción
- La caja de cambios es mecánica y dispone de cinco marchas y reversa
- El grupo reductor es de tipo diferencial paralelo y viene incluido en la carcasa de la caja de cambios.
- La transmisión hacia las ruedas se da mediante semiejes que se unen al grupo reductor mediante juntas deslizantes llamadas tricetas.

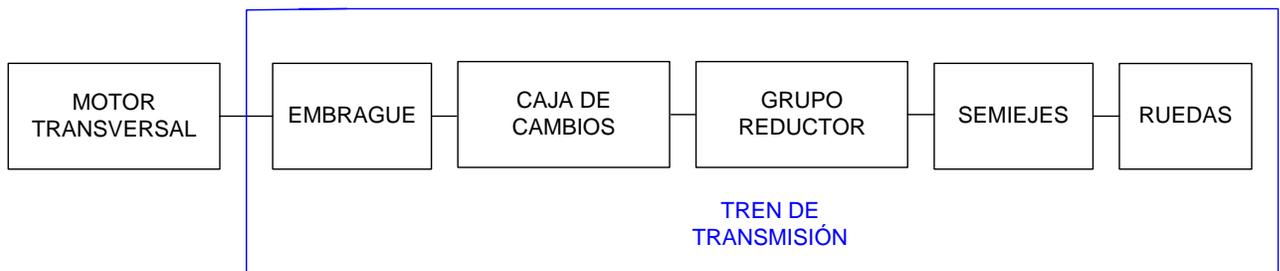


Figura 1.4. Esquema del conjunto motor - transmisión
FUENTE: Los Autores

1.3.1. Embrague

El embrague es el mecanismo que permite transmitir o interrumpir el movimiento de giro de un eje a otro, cuando están alineados, en este caso del volante motor al eje primario de la caja de cambios. El accionamiento se realiza mediante un pedal por el propio conductor desde el interior del vehículo, cuando el pedal esta sin

pisar, el movimiento de giro se transmite íntegramente y decimos que esta embragado, cuando es accionado totalmente, el desacople es completo y decimos entonces que esta desembragado.

El embrague utilizado en este proyecto es de fricción y dispone de un disco de fricción, plato de presión de diafragma, cojinete de bolas, horquilla y mando hidráulico. El sistema debe reunir algunas características: Resistencia mecánica para transmitir todo el par motor, resistencia térmica para absorber el calor generado por la fricción, progresividad y elasticidad para que el movimiento se transmita sin brusquedad, adherencia para que no patine y pierda fuerza y rapidez de maniobra.



1.3.2. Caja de cambios

La caja de cambios es el mecanismo que transmite la potencia dada del motor a un número determinado de vueltas, hacia el grupo reductor, pero modificando el par motor a uno mayor o menor, reduciendo o aumentando al mismo tiempo el número de vueltas. La multiplicación o desmultiplicación del par se consigue mediante trenes de engranajes.



La potencia a la entrada y salida de la caja de cambios es la misma, lo que varía es el par y el número de vueltas, y esto depende de la marcha en que se encuentre, en cada marcha la transmisión se da por un conjunto de engranajes determinados, en consecuencia la relación entre el número de vueltas que entra y el número de vueltas que sale esta directamente dado por la relación entre el número de dientes del piñón conducido y del piñón conductor.



A continuación analizaremos la transformación del par motor y número de vueltas que se presenta en cada una de las marchas de la caja de cambios, para eso necesitamos definir la relación de transmisión que está dada por el número de dientes de los engranajes. Además recordemos que el motor nos proporciona 55kW a 6200rpm.

NUMERO DE DIENTES DE LOS ENGRANAJES		
Marcha	Piñón conductor	Piñón conducido
Primera	11	39
Segunda	21	40
Tercera	29	38
Cuarta	32	33
Quinta	31	38
Retro	12	34

Tabla 1.4. Numero de dientes de los engranajes
FUENTE: Los Autores

DATOS		
<i>Designación</i>	<i>Siglas</i>	<i>Valor</i>
Potencia del motor	W	55kW
Revoluciones del motor	n	6200rpm
Par motor	M	Nm
Velocidad angular	ω	rad/sg
Revoluciones a la salida de la caja	n'	rpm
Par a la salida de la caja	M'	Nm
Numero de dientes	Z	
Relación de transmisión	R	

Tabla 1.5. Datos y siglas usadas en el análisis de marchas
FUENTE: Los Autores

$$W = M \cdot \omega$$

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60}$$

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot 6200rpm}{60}$$

$$\omega = 649.26rad / sg$$

$$M = \frac{55000W}{649.26rad / sg}$$

$$M = 84.71Nm$$

- **Primera Marcha:**

$$R_1 = \frac{Z_1^2}{Z_1^1} = \frac{39}{11} = 3.54$$

$$n_1 = \frac{n}{R_1} = \frac{6200rpm}{3.54} = 1751rpm$$

$$M_1 \cdot n_1 = M \cdot n$$

$$M_1 = \frac{M \cdot n}{n_1} = M \cdot R_1$$

$$M_1 = 84.71Nm \cdot 3.54 = 299.9Nm$$

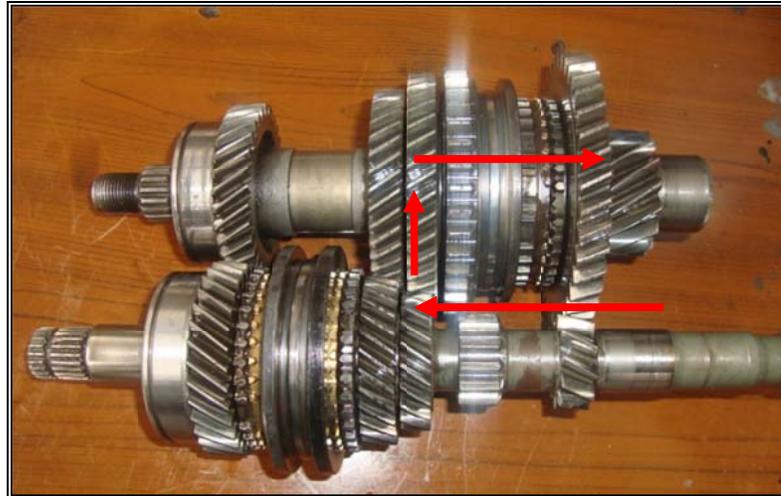


- **Segunda Marcha:**

$$R_2 = \frac{Z_2^2}{Z_2^1} = \frac{40}{21} = 1.9$$

$$n_2 = \frac{n}{R_2} = \frac{6200rpm}{1.9} = 3263.15rpm$$

$$M_2 = M \cdot R_2 = 84.71Nm \cdot 1.9 = 160.95Nm$$



- Tercera Marcha:

$$R_3 = \frac{Z_3^2}{Z_3^1} = \frac{38}{29} = 1.31$$

$$n_3 = \frac{n}{R_3} = \frac{6200rpm}{1.31} = 4732.82rpm$$

$$M_3 = M \cdot R_3 = 84.71Nm \cdot 1.31 = 110.97Nm$$



- **Cuarta Marcha:**

$$R_4 = \frac{Z_4^2}{Z_4^1} = \frac{32}{33} = 0.96$$

$$n_4 = \frac{n}{R_4} = \frac{6200rpm}{0.96} = 6458.33rpm$$

$$M_4 = M \cdot R_4 = 84.71Nm \cdot 0.96 = 81.32Nm$$



- **Quinta Marcha:**

$$R_5 = \frac{Z_5^2}{Z_5^1} = \frac{31}{38} = 0.81$$

$$n_5 = \frac{n}{R_5} = \frac{6200rpm}{0.81} = 7654.32rpm$$

$$M_5 = M \cdot R_5 = 84.71Nm \cdot 0.81 = 68.61Nm$$



- **Reversa:**

$$R_R = \frac{Z_R^2}{Z_R^1} = \frac{34}{12} = 2.83$$

$$n_R = \frac{n}{R_R} = \frac{6200rpm}{2.83} = 2190.81rpm$$

$$M_R = M \cdot R_R = 84.71Nm \cdot 2.83 = 239.72Nm$$

1.3.3. Grupo Reductor

El grupo diferencial está formado básicamente por dos sistemas: Un par de piñón corona cilíndricos y una caja diferencial. El primero se encarga de reducir, transmitir y convertir el movimiento que recibe de la caja de cambios, y el diferencial tiene como misión adoptar un giro independiente a las ruedas según el recorrido que efectuó cada una de ellas. La relación de transmisión en el grupo reductor es fija y depende del número de dientes del piñón y de la corona, aquí se reduce la velocidad angular y se eleva el par transmitido según la marcha que se encuentre la caja de cambios



$$R_D = \frac{Z_C}{Z_P} = \frac{69}{16} = 4.31$$

1.3.4. Semiejes

En los vehículos de tracción delantera se usa semiejes transversales articulados para transmitir el movimiento del grupo reductor a las ruedas aquí no se altera ni las revoluciones ni el par. Estos disponen de unas juntas fijas del lado de las ruedas llamadas juntas homocinéticas o puntas de eje que permiten transmitir la velocidad angular y el par uniforme en todos los ángulos de trabajo de forma que se adaptan mas al giro de la rueda y al movimiento de la suspensión y dirección. Las juntas que se montan del lado del grupo reductor son desplazables y permiten ángulos de trabajo de hasta 25° y desplazamientos de hasta 55mm para adaptarse al movimiento de la suspensión, se conocen generalmente como tricetas.



1.3.5. Diagrama de velocidades

Como se observo a lo largo de este capítulo las revoluciones y el par entregados por el motor han sido modificados primero en la caja de cambios, luego en el grupo reductor y por ultimo serán modificados en las ruedas y a partir de esto podemos conocer la velocidad lineal del vehículo. Para esto se ha considerado un neumático R13 (radio igual a 30cm) y recordemos que $V=2.\pi.r.n$ (Velocidad es igual a 2 por pi por el radio del neumático y por la revoluciones del mismo)

REVOLUCIONES A LA SALIDA DEL GRUPO REDUCTOR					
RPM Motor	Primera	Segunda	Tercera	Cuarta	Quinta
A 800rpm	52,43	97,69	141,69	193,35	229,15
A 2500rpm	163,85	305,29	442,78	604,22	716,11
A 6200rpm	406,36	757,11	1098,10	1498,45	1775,94

Tabla 1.6. Revoluciones a la salida del grupo reductor
Software: Microsoft Excel
FUENTE: Los Autores

VELOCIDAD Km/h					
RPM Motor	Primera	Segunda	Tercera	Cuarta	Quinta
A 800rpm	5,92	11,04	16,01	21,85	25,89
A 2500rpm	18,52	34,50	50,03	68,28	80,92
A 6200rpm	45,92	85,55	124,09	169,33	200,68

Tabla 1.7. Velocidad lineal del vehículo
Software: Microsoft Excel
FUENTE: Los Autores

CAPITULO 2. SISTEMAS DE TRASLACION

2.1. Introducción

En este capítulo se dará a conocer los sistemas de traslación del banco didáctico funcional, el cual consta del sistema de suspensión, sistema de frenos y sistema de dirección asistida, se detallará el tipo de suspensión, frenos y dirección que posee el banco, se indicará el respectivo desmontaje y reconstrucción de dichos elementos que conforman el sistema de traslación los cuales serán montados en lo posterior en la estructura del banco didáctico.

Además se realizará cálculos del sistema de traslación en los que amerite su cálculo, para poder determinar el rango de medición del sensor a colocar en dicho sistema, además se mostrará los cuadros de torque que indica el manual de taller para dichos elementos.

2.2. Suspensión

Se llama suspensión al conjunto de elementos elásticos que se interponen entre los órganos suspendidos (bastidor, carrocería, pasajeros y carga) y los órganos no suspendidos (ruedas y ejes).

Su misión es absorber las reacciones producidas en las ruedas por las desigualdades del terreno, asegurando así la comodidad del conductor y pasajeros del vehículo y, al mismo tiempo, mantener la estabilidad y direccionalidad de éste, para que mantenga la trayectoria deseada por el conductor.

En la suspensión del banco didáctico realizaremos el proceso de desmontaje de cada elemento de la suspensión, cabe recalcar que no realizaremos desmontaje del vehículo, puesto que son partes ya desmontadas de otros vehículos, por lo cual realizaremos el despiece de cada órgano de la suspensión para su respectiva verificación, cálculo y reconstrucción del mismo para luego realizar el montaje en la estructura del banco didáctico funcional.

Además de lo especificado en lo anterior tomaremos medidas de los órganos de la suspensión puesto que con estas medidas nos basamos para diseñar la estructura o chasis del banco didáctico funcional, al igual que sus pesos para poder determinar el tipo de material y tipo de perfil a utilizar en la construcción de la estructura, pero esto lo veremos en el próximo capítulo.

El tipo de suspensión en el banco didáctico en el parte delantera es del tipo McPherson es decir independiente y en la parte posterior es del tipo McPherson también, con unos templones y barras que sujetan la mangueta posterior con la carrocería, posee platos en la parte delantera.



Fotografía 2.1. Suspensión delantera Toyota
FUENTE: Los Autores.



Fotografía 2.2. Suspensión Posterior
FUENTE: Los Autores.

El sistema de suspensión "independiente" tiene un montaje elástico independiente que no está unido a otras ruedas. A diferencia del sistema rígido, el movimiento de una rueda no se transmite a la otra y la carrocería resulta menos afectada. El tipo de suspensión delantera es del tipo Macpherson, cabe recalcar que sus elementos estaban en buen estado por lo que no fue necesario cambiar de piezas, tan solo se procedió a desarmar y tomar las medidas en cuanto a la altura y el ancho, para poder después diseñar las dimensiones de la estructura del banco didáctico.

2.2.1 Desmontaje de la Suspensión Delantera

Para desmontar la suspensión, lo haremos con cada elemento, primero procedimos a desmontar la suspensión delantera y luego la posterior, para realizar una inspección visual y someter a los elementos a esfuerzos para determinar si estos estaban en buen estado, caso contrario serían reemplazados. El desmontaje se hace según el gráfico, y con la herramienta necesaria para este tipo de suspensión, fue necesario comprimir los muelles con una prensa manual para muelles.

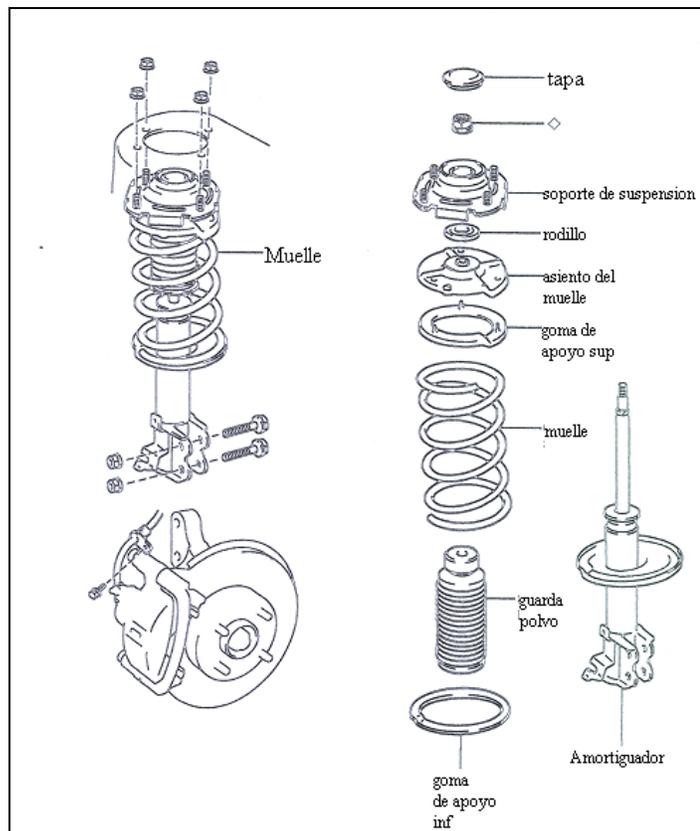


Figura 2.1 Suspensión Delantera

FUENTE: TOYOTA Motors, Manual del Taller, 1992.

A continuación realizamos una inspección de los elementos para ver el estado de los mismos, estos elementos estaban deteriorados en su parte estética por lo que fue necesario pintarlos con pintura anticorrosiva. El desmontaje se realizó en el orden como indica el grafico anterior, se comprobó el estado de los amortiguadores basculando o ejerciendo presión de arriba hacia abajo el vástago del amortiguador para comprobar su estado, además se realizó una inspección visual de sus muelles y rodillo en su parte superior.

Los platos de la suspensión están en buen estado, no existe deformación en los mismos, salvo sus cauchos los cuales fueron cambiados por que ya estaban deteriorados. Los rodillos fue necesario desmontarlos con la ayuda de una prensa para luego realizar su respectivo engrase y verificación visual del estado de las esferas de acero.

Las rotulas no fue necesario cambiarlas estaban en buen estado.

2.2.2 Desmontaje y Verificación de la Suspensión Posterior

Este tipo de suspensión es del tipo MacPherson, pues contiene brazos que van sujetos a la carrocería, y templeones que ayudan a estabilizar el automóvil, esta suspensión consta de amortiguadores y resortes tipo cónico como veremos en el siguiente grafico.

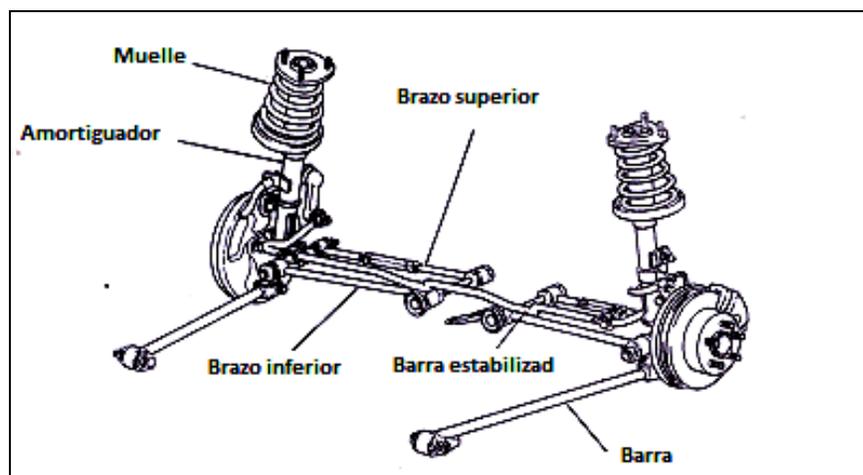


Figura 2.2 Suspensión Posterior

FUENTE: TOYOTA Motors, Manual del Taller, 1992.

Como vemos en el grafico esta suspensión tiene brazos y templon dispuestos perpendicularmente uno a otro, además todos estos elementos van sujetos mediante pernos a la mangueta.

El estado de los amortiguadores se verifico desplazando el vástago del amortiguador ejerciendo carga de arriba hacia abajo para poder determinar que haya amortiguamiento a la carga puesta. Pues estos estaba en buen estado por lo que no fue necesario remplazarlos. El muelle y demás elementos de la suspensión fue necesario una limpieza y engrase al igual que un revestimiento de pintura en su superficie como vemos en el siguiente grafico. Los rodamientos posteriores fueron lavados y engrasados.

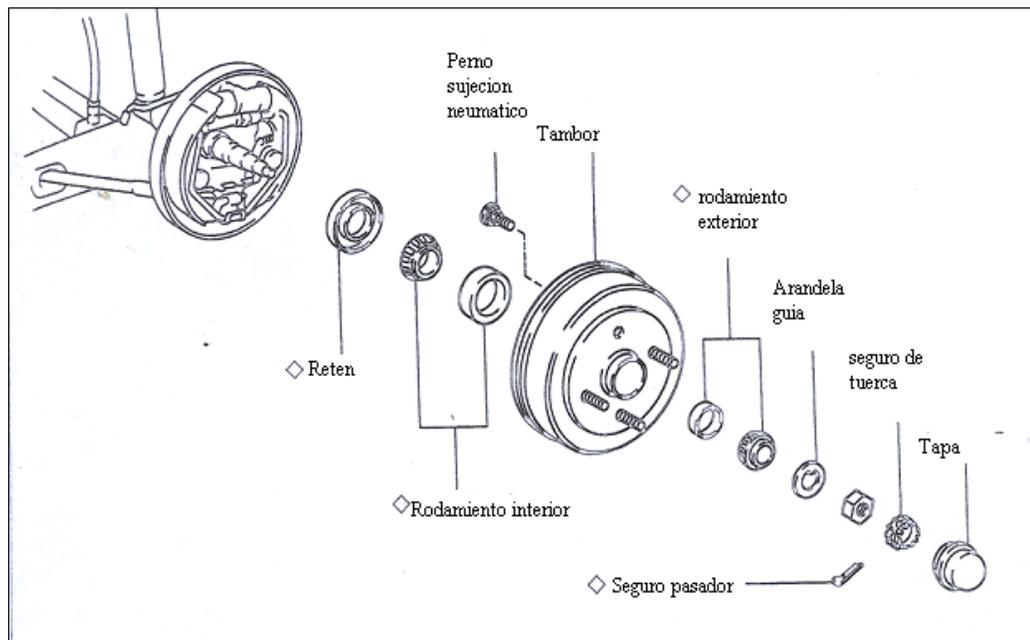


Figura 2.3. Suspensión Posterior
FUENTE: TOYOTA Motors, Manual del Taller, 1992.

A continuación desarmamos los platos, manzanas y rodamientos, de la suspensión delantera como vemos en el siguiente grafico

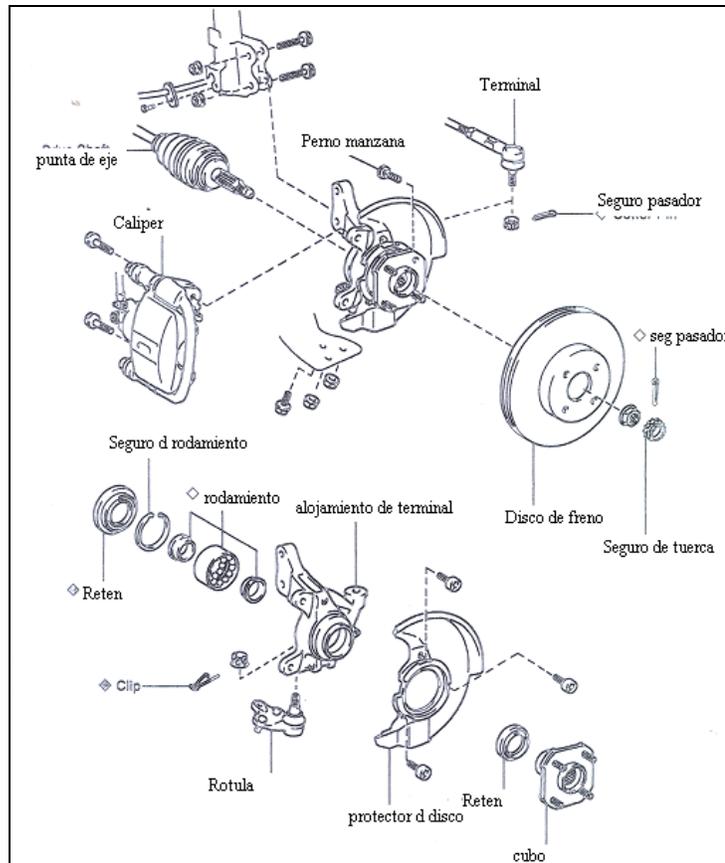


Figura 2.4 Suspensión Delantera

FUENTE: TOYOTA Motors, Manual del Taller, 1992.

2.2.3 Montaje y Ajustes

Una vez realizadas las respectivas correcciones se procedieron a tomar las medidas de la suspensión en cuanto a la altura del amortiguador, dimensiones de los muelles, plato de suspensión, rotulas, además de verificar el estado de los rodamientos, tomando las medidas nos darían una pauta para diseñar el banco en la parte delantera y posterior.

Siguiendo con nuestro proceso de ensamblaje, procedimos a realizar el montaje siguiendo el proceso inverso al desmontaje pero realizando también el respectivo engrase de los elementos.

De la misma forma en la cual realizamos el montaje de la parte delantera hicimos con la parte posterior.

CUADROS DE TORQUES

DENOMINACION	N.m
Perno que sujeta disco de freno	8,3
Tuerca de rotula	98
Tuerca de la punta de eje	245
Tuerca de sujeción rotula al plato	80
Tuerca de terminal con articulación	47
Tuerca de terminal	49
Perno que sujeta mordaza	88

Tabla 2.1. Torques de los componentes de la suspensión
FUENTE: TOYOTA Motors, Manual del Taller, 1992.

2.3 DIRECCION

La dirección es uno de los sistemas de traslación del cual daremos a conocer su estructura y el tipo de dirección que adaptaremos a nuestro banco didáctico funcional, así como los elementos que componen, es decir cremallera, asistencia hidráulica (bomba de dirección, cañerías), articulaciones, terminales, volante, columna de dirección y demás elementos que componen el sistema de dirección.

Además los ángulos de la dirección como es el camber, caster, convergencia-divergencia, será de mucha importancia estudiarlos en este capítulo, puesto que son de mucha importancia para determinar el tipo de sensor a utilizar para tomar señales según la modificación de los ángulos anteriormente mencionados.

Conoceremos la presión existente en el sistema hidráulico en la bomba de dirección, mediante investigación del tipo de bomba que tenemos en nuestro banco didáctico, es importante conocer el rango de medida de presión para determinar que sensor colocaremos para tomar su medida.

2.3.1 Tipo de Direccion

El tipo de direccion de nuestro banco didactico es con asistencia hidraulica, con un mecanismo de cremallera a continuación se muestra los componentes de este

sistema de dirección, pero a más de los componentes que se muestra en el gráfico tenemos también la bomba de dirección hidráulica.

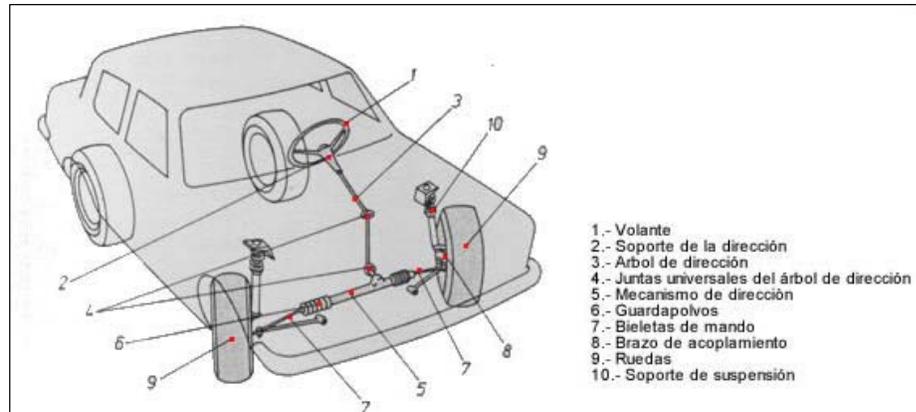


Figura 2.5 Componentes del sistema de dirección
FUENTE: mecanicavirtual.com

2.3.2 Desmontaje del Sistema de Dirección

En nuestro caso el desmontaje lo hacemos con cada uno de los elementos de la dirección para determinar el estado del mismo, para ello procedemos a desmontar los elementos según el gráfico del manual de taller Toyota que mostramos a continuación. Comenzamos nuestro desmontaje con la cremallera, la cual se detalla en despiece en el siguiente gráfico.

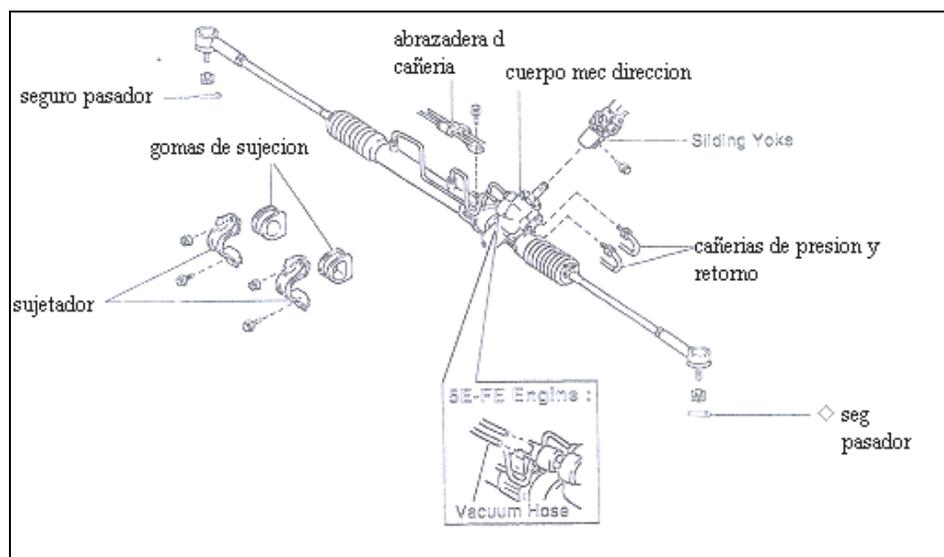


Figura 2.6 Esquema desmontaje cremallera
FUENTE: TOYOTA Motors, Manual del Taller, 1992.

Es importante tener cuidado con las cañerías y la rosca de los acoples en la cremallera, pues no quisiéramos aislar la rosca, y así provocar una posible fuga de presión. A continuación tenemos el despiece de la cremallera para después verificar visualmente el estado de cada uno de los componentes de la misma, en nuestro caso la cremallera estaba en buenas condiciones.

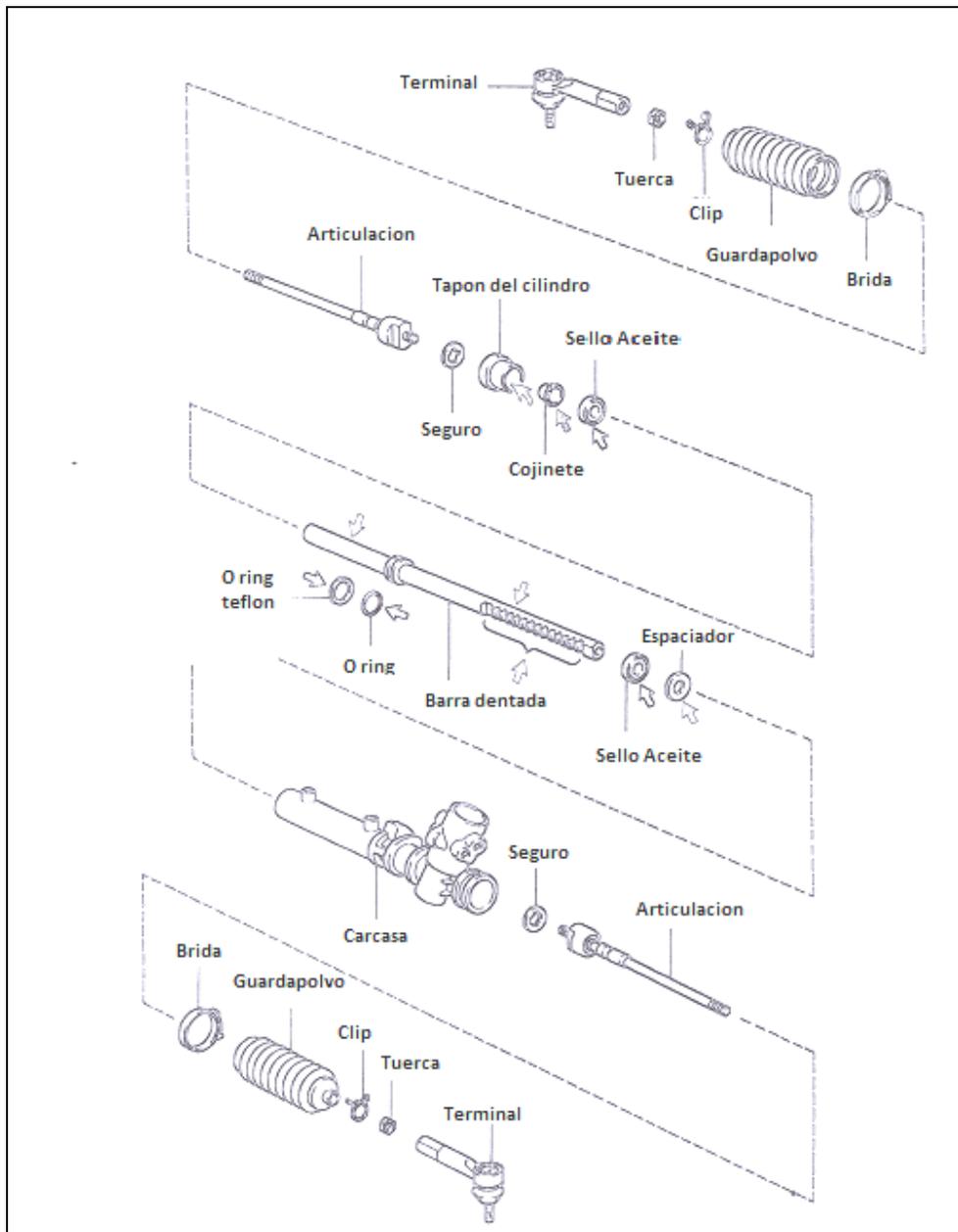


Figura 2.7 Esquema despiece cremallera
FUENTE: TOYOTA Motors, Manual del Taller, 1992.

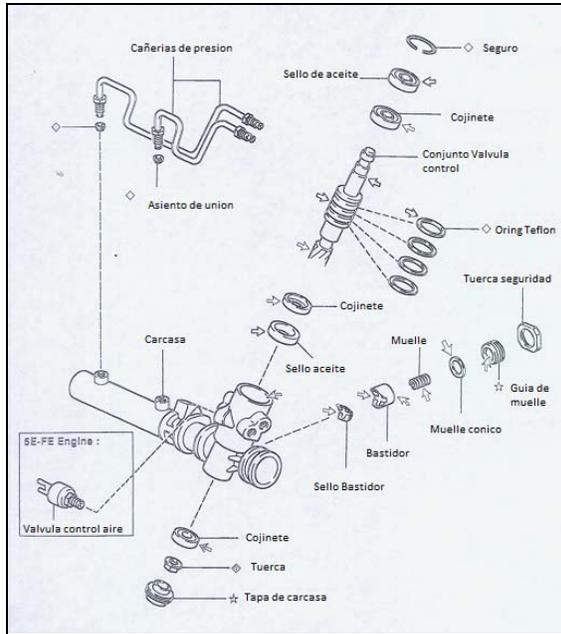


Figura 2.8 Esquema despiece cremallera
FUENTE: TOYOTA Motors, Manual del Taller, 1992.

A continuación desmontamos la bomba de dirección hidráulica para saber su estado y para ello tenemos el siguiente grafico.

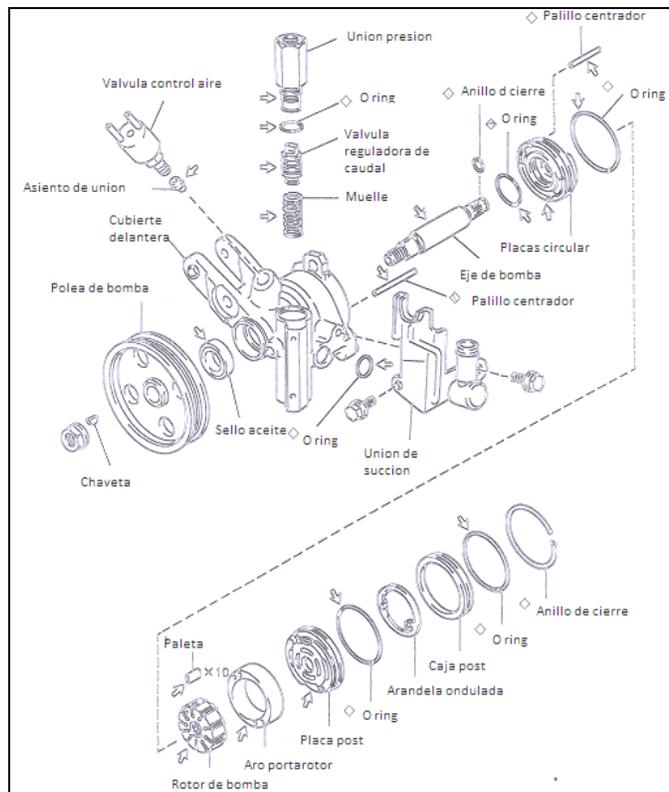


Figura 2.9 Esquema de despiece bomba de dirección hidráulica
FUENTE: TOYOTA Motors, Manual del Taller, 1992.

En este caso lo que procedimos fue cambiar los anillos de caucho (O ring) existentes en esta bomba para evitar posibles fugas de líquido hidráulico

Seguimos con el desmontaje de la columna de dirección, para proceder a desarmar nos ayudamos del siguiente grafico.

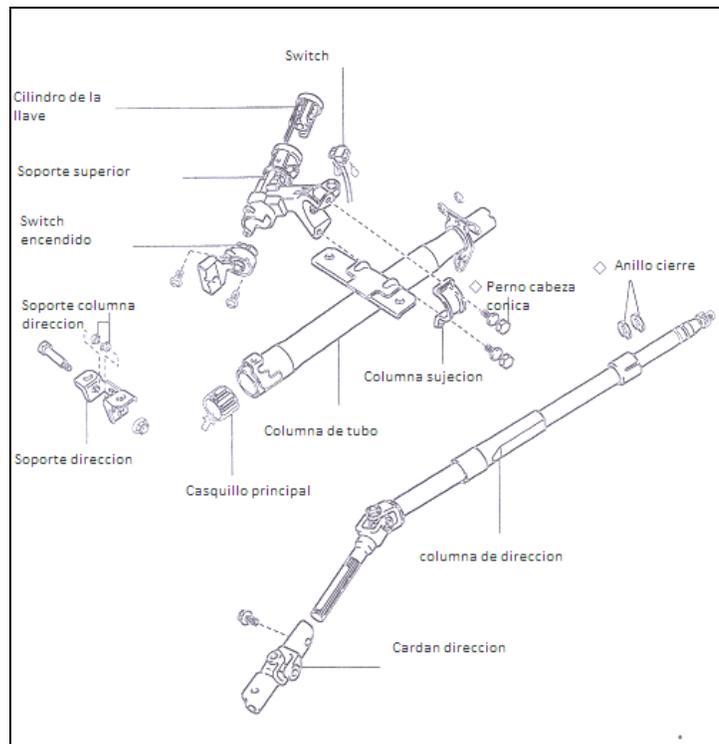


Figura 2.10 Esquema despiece columna de dirección
FUENTE: TOYOTA Motors, Manual del Taller, 1992.

2.3.3 Montaje del Sistema de Dirección

Una vez limpios y pintados los elementos de la dirección procedemos al montaje de los mismos en forma inversa al desmontaje y guiándonos de los gráficos mostrados anteriormente y verificando la funcionalidad de cada uno ellos.



Fotografía 2.3. Cremallera
FUENTE: Los Autores



Fotografía 2.4 Columna de dirección
FUENTE: Los Autores

2.3.4 Asistencia Hidráulica

El esquema de nuestro circuito hidráulico de dirección esta provisto de un depósito de aceite hidráulico, bomba de presión, acumulador a presión, válvula distribuidora, cilindro actuador, piñón y cremallera, como vemos en el siguiente grafico.

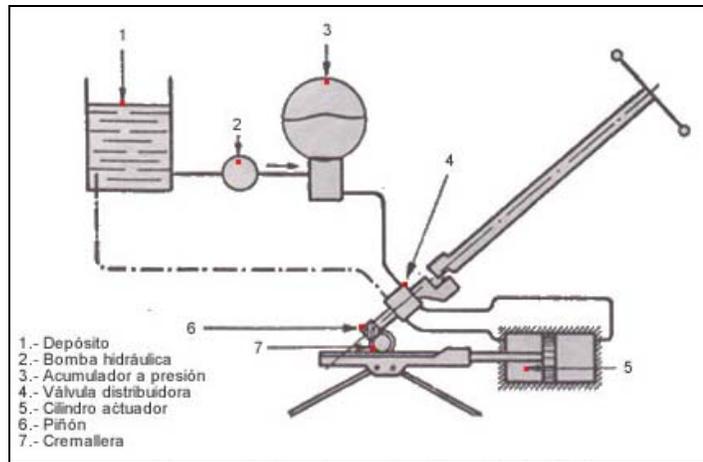


Figura 2.11 Esquema básico de dirección hidráulica
FUENTE: mecanicavirtual.com

2.3.5 Alineación y Ángulos de la Dirección

La alineación es importante para alargar la vida de los neumáticos y evitar vibraciones en el volante por un desajuste de estos ángulos de la dirección, para nuestro banco didáctico es importante recordar los mismos puesto que en el cuarto capítulo tendremos que medir los ángulos de la dirección como son el caster, camber y la convergencia – divergencia.

2.3.5.1 Camber

Se llama también ángulo de caída al ángulo "Ac" que forma la prolongación del eje de simetría de la rueda con el vertical que pasa por el centro de apoyo de la rueda. Este ángulo se consigue dando al eje de la mangueta una cierta inclinación con respecto a la horizontal. Tiene por objeto desplazar el peso del vehículo que gravita sobre este eje hacia el interior de la mangueta, disminuyendo así el empuje lateral de los cojinetes sobre los que se apoya la rueda.

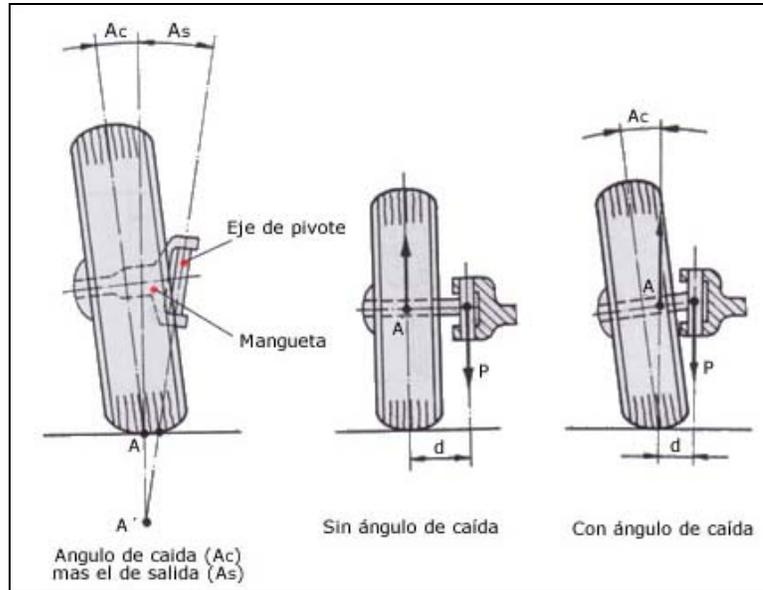


Figura 2.12 Ángulo de caída y sus efectos sobre la orientación de las ruedas
FUENTE: mecanicavirtual.com

El valor del ángulo de caída (A_c), que suele estar comprendido entre treinta minutos y un grado, hace disminuir el ángulo de salida (A_s), aunque mantiene se mantiene dentro de unos límites suficientes.

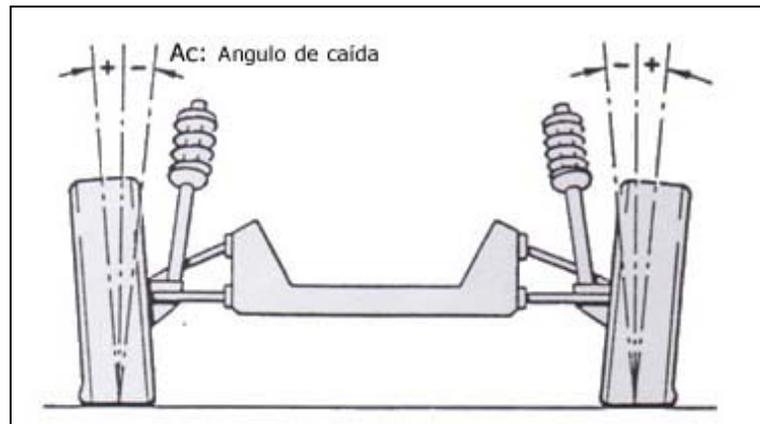


Figura 2.13 Ángulo de caída en suspensión independiente
FUENTE: mecanicavirtual.com

2.3.5.2 Caster

Se llama ángulo de avance, al ángulo (Aa) que forma la prolongación del eje del pivote con el eje vertical que pasa por el centro de la rueda y en el sentido de avance de la misma.

Cuando el empuje del vehículo se realiza desde las ruedas traseras (propulsión), el eje delantero es arrastrado desde atrás, lo que supone una inestabilidad en la dirección. Esto se corrige dando al pivote un cierto ángulo de avance (Aa), de forma que su eje corte a la línea de desplazamiento un poco por delante del punto (A) de apoyo de la rueda. Con ello aparece una acción de remolque en la propia rueda que da firmeza a la dirección, haciendo que el punto (A) de apoyo tienda a estar siempre en línea recta y por detrás de (B) punto de impulsión.

Al girar la dirección para tomar una curva la rueda se orienta sobre el punto (B) fijado para el avance: esto hace que el punto (A) se desplace hasta (A'), creándose un par de fuerzas que tiende a volver a la rueda a su posición de línea recta ya que, en esta posición, al ser ($d = 0$), desaparece el par.

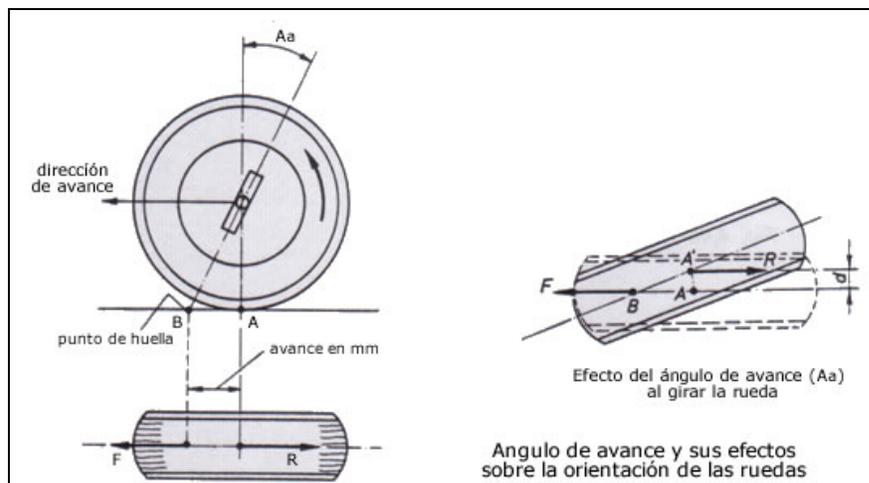


Figura 2.14 Ángulo de avance y sus efectos sobre la orientación de las ruedas
FUENTE: mecanicavirtual.com

De esta forma se consigue dar a la dirección fijeza y estabilidad, ya que las desviaciones que pueda tomar la rueda por las desigualdades del terreno, forman este par de fuerzas que la hacen volver a su posición de línea recta. El ángulo de avance suele estar comprendido entre 0 y 4° para vehículos con motor delantero

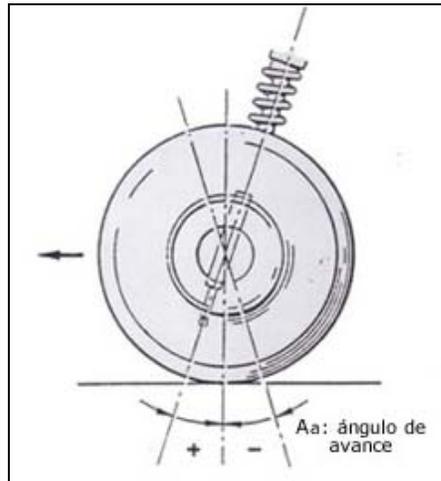


Figura 2.15 Ángulo de avance en suspensión independiente
FUENTE: mecanicavirtual.com

2.3.5.3 Convergencia - Divergencia

La convergencia o paralelismo de las ruedas delanteras es la posición que ocupan las dos ruedas con respecto al eje longitudinal del vehículo. Este valor se mide en milímetros y es la diferencia de distancia existente entre las partes delanteras y traseras de las llantas a la altura de la mangueta; está entre 1 y 10 mm para vehículos con propulsión y cero a menos 2 mm para vehículos con tracción.

El ángulo de caída (A_c) y el de salida (A_s) hace que la rueda esté inclinada respecto al terreno y que al rodar lo haga sobre la generatriz de un "cono" lo que implica que las ruedas tienden a abrirse. Para corregir esto se cierran las ruedas por su parte delantera, con lo que adelanta el vértice del cono en el sentido de la marcha.

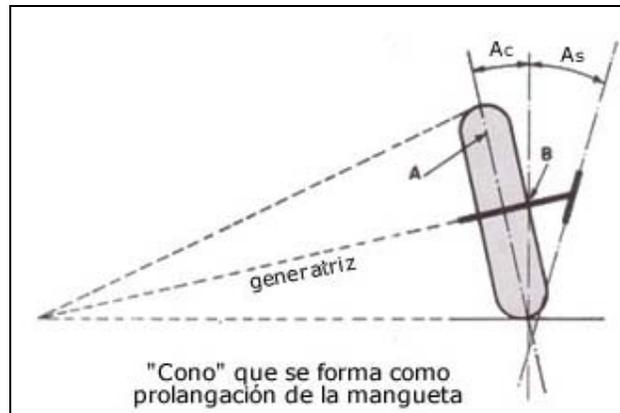


Figura 2.16 Geometría que se forma como prolongación de la mangueta
FUENTE: mecanicavirtual.com

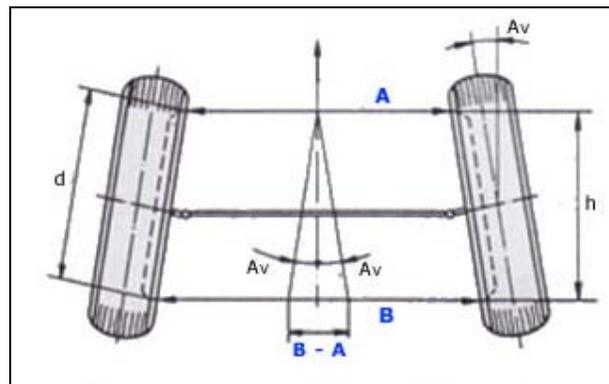


Figura 2.17 Convergencia o paralelismo de las ruedas
FUENTE: mecanicavirtual.com

El ángulo de convergencia (A_v) o desviación angular de las ruedas con respecto a la dirección de marcha, se expresa en función de las distancias (A) y (B) y de la cota (h), o bien, del diámetro de la llanta (d). La fórmula para calcular este ángulo es:

$$\operatorname{tg} A_v = \frac{B - A}{2 \times h}$$

Para que el valor de la convergencia pueda ser positivo o negativo (divergencia) depende de los valores que tengan los ángulos de caída, salida y,

además, de que el vehículo sea de tracción delantera o propulsión trasera. El valor de esta convergencia viene determinado por los valores de las cotas de caída, salida y avance.

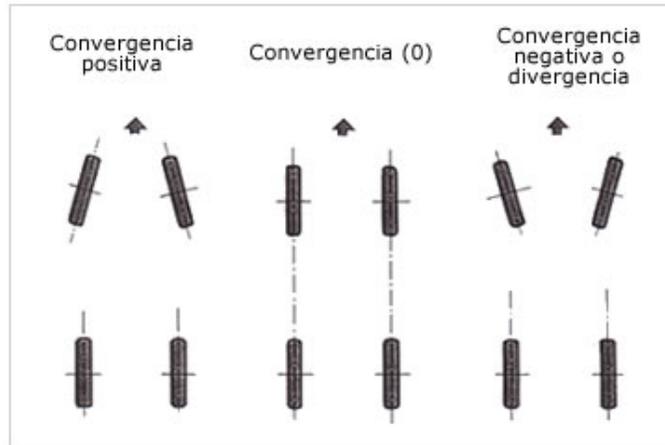


Figura 2.18 Disposición de ruedas convergencia-Divergencia
FUENTE: mecanicavirtual.com

La convergencia, determinada en función del resto de las cotas de dirección, debe mantenerse dentro de los límites establecidos por el fabricante ya que, cualquier alteración produce la inestabilidad en la dirección; además debe ser igual en las dos ruedas.

Una convergencia excesiva, al producir mayor tendencia en la orientación de las ruedas para seguir la trayectoria en línea recta, produce un desgaste irregular en los neumáticos que se manifiesta por el desgaste lateral que se produce en su banda de rodadura.

En el caso de vehículos con tracción delantera, el problema es distinto, el esfuerzo de tracción de las ruedas produce un par que actúa en sentido contrario que en el caso anterior, es decir tendiendo a cerrar las ruedas en vez de abrirlas, por consiguiente para compensar esta tendencia será necesario dar a las ruedas un ángulo de convergencia negativo (divergencia).

CUADRO DE ALINEACION RUEDAS DELANTERAS

COTAS	VALORES
CAMBER	1 Grados A 30 Min
CASTER	0 A 4 Grados
CONVER / DIVERGENCIA	0 a -2mm

Tabla 2.2 Cotas de reglaje
FUENTE: Los Autores

2.4 Frenos

El sistema de frenos en un vehículo tiene la misión de reducir la velocidad, hasta llegar a detenerlo si fuera preciso. El efecto de frenado consiste en absorber la energía cinética producida por el vehículo en movimiento, energía que es transformada en calor por el rozamiento mutuo entre los elementos de frenado, tales como zapatas de freno y tambor, pastillas de freno con su disco, etc., y disipado a la atmósfera.

En nuestro banco didáctico tenemos frenos delanteros que son del tipo de disco y los posteriores que son del tipo de tambor, tiene servofreno y freno de mano los cuales serán desmontados para su verificación y reconstrucción.

Las cañerías para nuestro circuito de frenos será de acuerdo a la ubicación de los órganos del sistema de frenos de nuestro banco didáctico, según ello se tomara las medidas de la longitud de las cañerías para el circuito de frenos, puesto que las mismas serán de acorde a las medidas del banco, además de la instalación del freno de mano pero esto será expuesto en el siguiente capítulo que es la construcción del banco por el momento nos limitaremos a realizar la reconstrucción de los elementos del sistema de frenos.

El calculo de la presión es de suma importancia para poder determinar un sensor capaz de medir presión muy alta, puesto que en el sistema de frenos es donde mayor presión existe en el fluido al aplicar los frenos, para calcular nos basaremos en el diámetro de los bombines y bomba de freno.

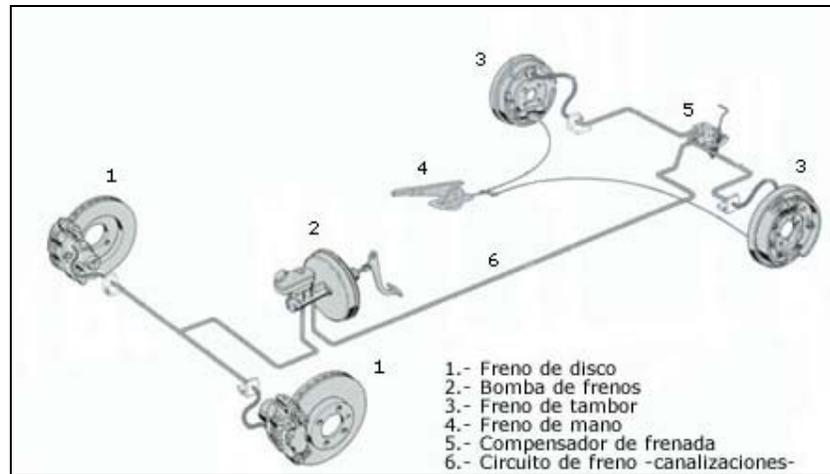


Figura 2.19 Esquema básico de un circuito de frenos
FUENTE: mecanicavirtual.com

2.4.1 Tipo de frenos

El tipo de frenos que tenemos en nuestro banco didáctico funcional es de disco en la parte delantera y de tambor en la parte posterior, a continuación detallaremos el desmontaje de los elementos de los frenos con sus respectivas descripciones.

- **Frenos de disco.**

Este tipo de freno adoptado en la mayoría de los vehículos de turismo, tiene la ventaja sobre el freno de tambor de que su acción de frenado es más enérgica, obteniendo, por tanto, un menor tiempo de frenado que se traduce en una menor distancia de parada. Ello es debido a que los elementos de fricción van montados al aire, al disponer de una mejor refrigeración, la absorción de energía y transformación en calor se puede realizar más rápidamente.



Figura 2.20 Frenos de disco
FUENTE: mecanicavirtual.com

- **Frenos de tambor.**

Este tipo de freno esta constituido por un tambor, que es el elemento móvil, montado sobre el buje de la rueda por medio de unos tornillos o espárragos y tuercas, del cual recibe movimiento, y un plato de freno, elemento fijo sujeto al puente o la mangueta. En este plato van instalados los elementos de fricción, llamados ferodos, y los mecanismos de accionamiento para el desplazamiento de las zapatas.

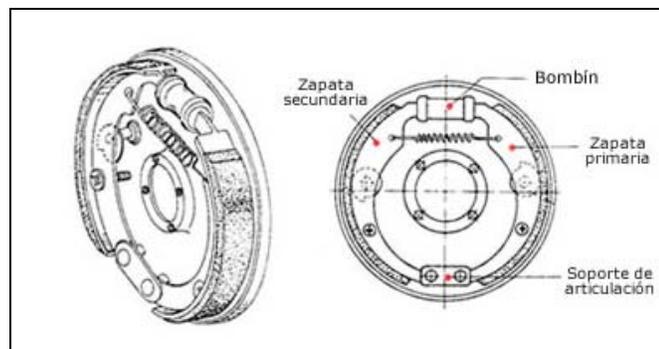


Figura 2.21 Frenos de tambor
FUENTE: mecanicavirtual.com

2.4.2 Desmontaje y Verificación

A continuación realizamos el desmontaje de los frenos delanteros que son del tipo de disco, para verificar el estado de los mismos, para ello mostramos un grafico.

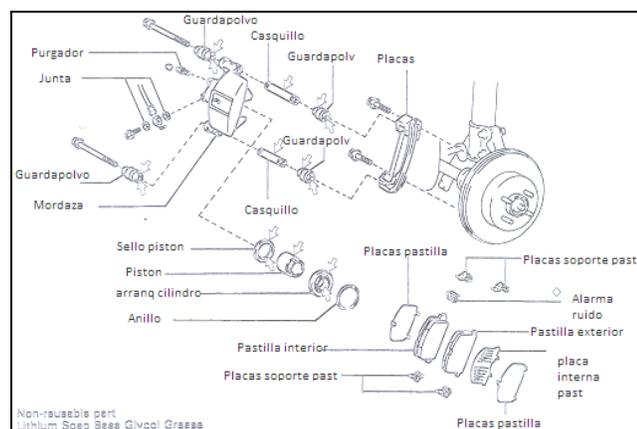


Figura 2.22 Despiece de Frenos de disco
FUENTE: TOYOTA Motors, Manual del Taller, 1992.

En este caso los discos estaban desgastados ya estaban en su limite, y presentaban acanaladuras en el disco, el estado de las pastillas estaban en medio uso, y demás componentes como calipers o pasadores de las mordazas estaban en buen estado.

A continuación realizamos el desmontaje de los frenos posteriores que son del tipo de tambor, para ello mostramos el siguiente despiece.

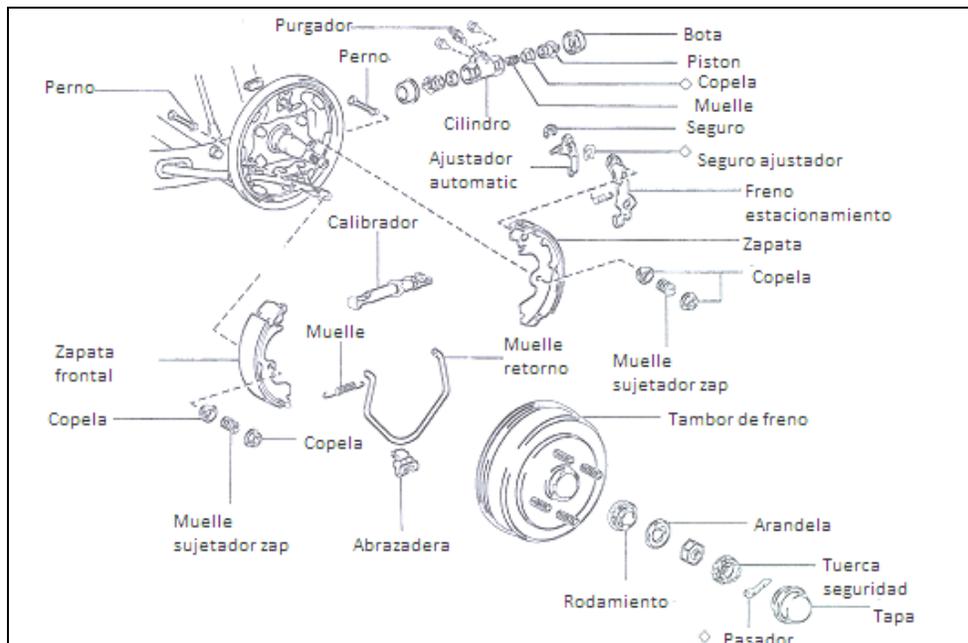


Figura 2.23 Despiece de frenos de tambor Toyota
FUENTE: TOYOTA Motors, Manual del Taller, 1992.

El estado de los bombines y demás elementos están en buenas condiciones por lo que es necesaria una limpieza de los mismos para luego proceder al montaje.



Fotografía 2.5 Freno de tambor
FUENTE: Los autores

Siguiendo con el proceso de desmontaje procedemos a desarmar el servofreno para verificar su estado, mostramos el siguiente despiece.

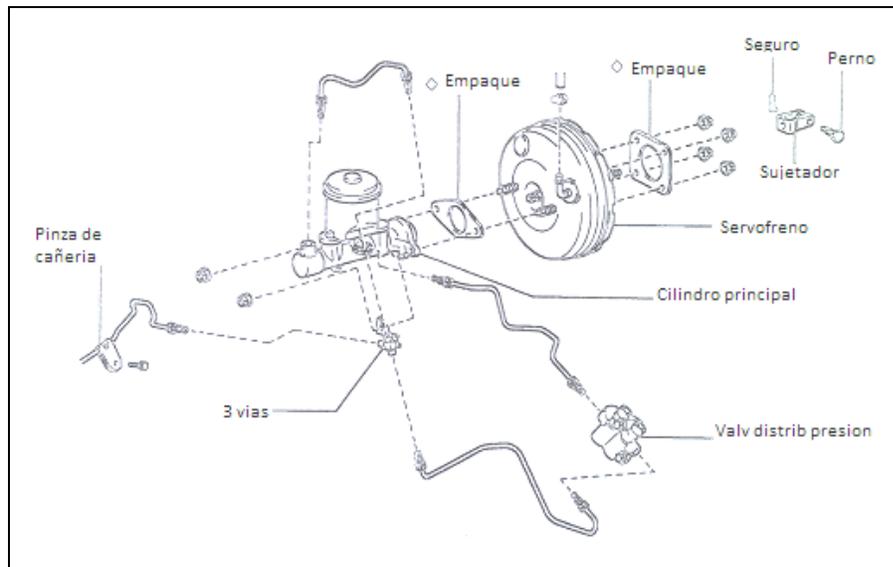


Figura 2.24 Bomba y servofreno Toyota
FUENTE: TOYOTA Motors, Manual del Taller, 1992.

2.4.3 Montaje y Ajustes

El proceso de montaje lo hacemos en forma contraria al desmontaje, viendo el manual de reparación, y con las respectivas piezas limpias, y en el caso de los discos una rectificada al igual que los tambores. Para los pares de torsión a los distintos pernos que sujetan los elementos del sistema de frenos fue necesario utilizar el cuadro de especificaciones de torque según el manual de taller para dicho vehículo.

DENOMINACION	N.m
Cilindro maestro - tapón de sujeción	10
Cilindro maestro – reservorio	1.7
Cilindro maestro - al servo freno	13
Tuercas de sujeción de bomba al servofreno	25
Servofreno con pedal de freno	14
Pernos de sujeción a los calipers	25
Pernos de sujeción de mordaza	88
Tuerca de cañería	15

Tabla 2.3 Datos Técnicos del motor Toyota 2E
FUENTE: TOYOTA Motors, Manual del Taller, 1992.

2.4.4 Cálculos de Frenos

- **Calculo de presión**

Para calcular la presión tenemos que tener los datos de los diámetros de la bomba, y un valor aproximado de la fuerza que ejerce el pie del conductor.

DATOS:

$$\text{Diámetro bomba de freno} = \frac{7}{8} \text{ in}$$

$$\text{Fuerza pie conductor} = 7000 \text{ N}$$

Puesto que la presión es la misma en todos los puntos, el Cálculo de la presión en el circuito es:

$$P = \frac{F}{A} = \frac{7000}{\pi \left(\frac{0,022225}{2} \right)^2} = 18043655,335 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 18043655,335 \text{ Pa}$$

Para conocer el valor de la fuerza que ejerce en el bombín tenemos:

DATOS:

$$\text{Diámetro de bombín} = \frac{3}{4} \text{ in} = 0,01905 \text{ m}$$

$$\text{Presión del circuito} = 18043655,335 \text{ Pa}$$

Tenemos que,

$$P = \frac{F}{A}$$

$$F = PA = (18043655,335) \pi \left(\frac{0,01905}{2} \right)^2$$

$$F = 5142,3349 \text{ N}$$

CAPÍTULO 3. DISEÑO DEL BANCO

3.1. Introducción

En este capítulo se muestra el proceso de diseño, calculo y construcción del banco didáctico, partiendo de las necesidades específicas y de la dimensión de los elementos que conforman el banco.

Para el diseño es necesario tomar en cuenta la funcionabilidad, disposición, tamaño de los componentes, así como cada uno las partes que se incluirán en el banco: motor, transmisión, suspensión, dirección, frenos, radiador, tanque de combustible, batería, asiento del operador, computador, tarjeta electrónica, panel de mandos, pantalla de visualización.

Una vez definido el tamaño y disposición del banco procederemos a calcular los esfuerzos en el mismo mediante la aplicación de software Inventor, adecuado para el diseño de máquinas.

3.2. Definición de las especificaciones del Diseño.

Para realizar el diseño estructural y mecánico del banco se tiene que tener en cuenta las condiciones y características de funcionamiento y definir plenamente la geometría más eficiente, ergonómica y factible de construcción.

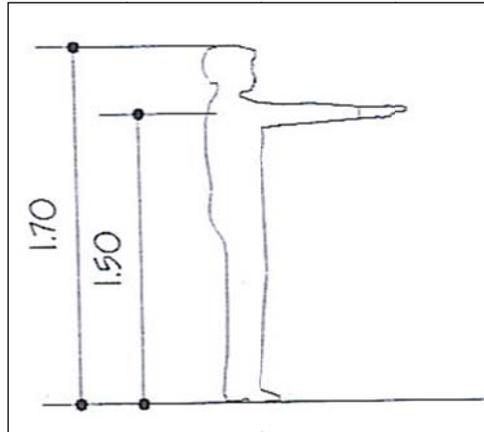
3.2.1. Definición de las Funciones y Características para el Banco.

El diseño del banco será realizado tomando en cuenta las siguientes funciones y características para el banco.

- El diseño debe ser funcional, práctico, económico y seguro.
- Deberá tener una facilidad de acceso para trabajar didácticamente.
- Deberá cumplir con todas las especificaciones técnicas para su construcción.
- Se tomara en cuenta las normas básicas de seguridad y funcionalidad.

3.2.2. Definición de los criterios de Evaluación.

- Se considera las dimensiones promedio de una persona normal, la cual utilizara el banco.



- Se tomara en cuenta en el análisis estructural el factor de seguridad de todo el banco, el cual deberá estar por encima de 2 para garantizar que no fracase o colapse la estructura.
- La deformación longitudinal de las vigas deberá estar en valores cercanos al 1mm de deformación como límite máximo que se produzca en el perfil seleccionado debido al peso de los componentes, esto para garantizar que la estructura mantenga su rigidez y estabilidad con los componentes.
- La longitud total del banco no deberá sobrepasar los 290 cm, así como también su ancho deberá ser 150 cm, esto para que el mismo sea lo más funcional posible y de esta manera tanto estudiantes como docentes lo puedan utilizar sin ningún tipo de inconvenientes.

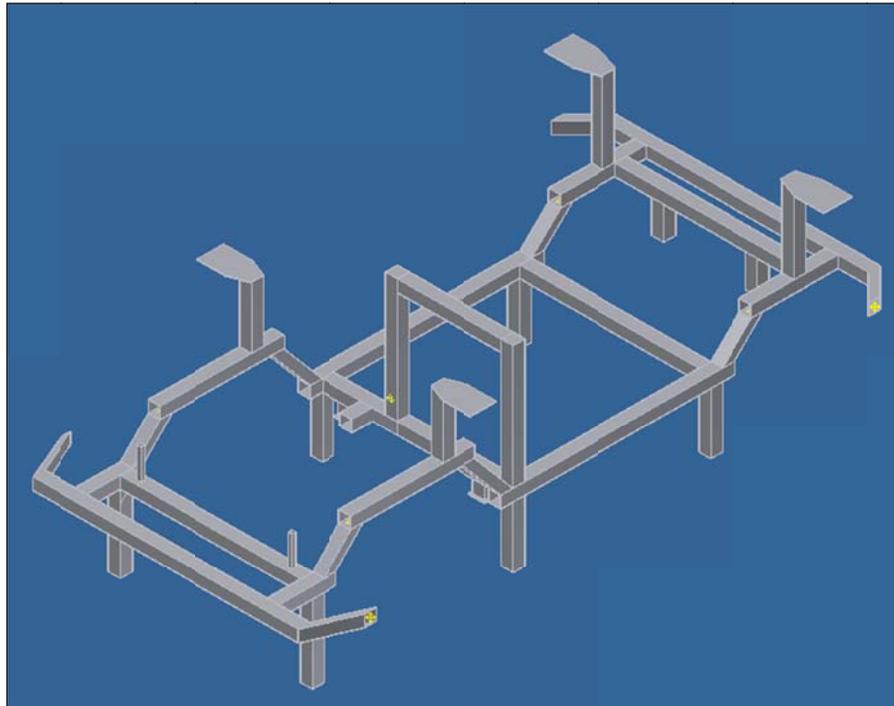
3.3. Propuesta de Diseño del Banco y Análisis Estructural.

3.3.1. Geometría Propuesta para el Banco Didáctico.

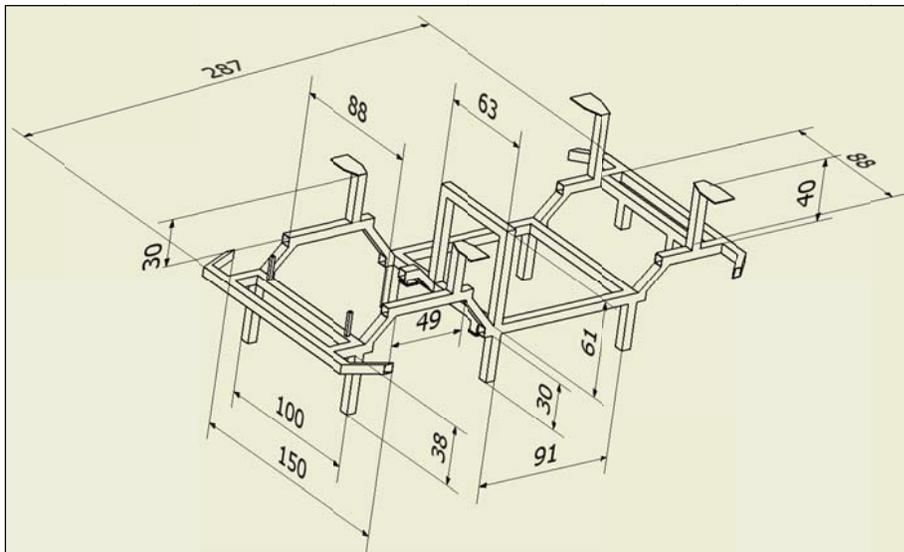
La geometría que se propone para la construcción del Banco cumple las siguientes características geométricas, de acuerdo a cada dimensión de los elementos que se acoplarán en el mismo, descritas en la tabla 3.1

Descripción.	Dimensión. (cm)
Base del Motor entre extremos.	88
Base del Motor Izquierda a Base del Centro	40
Base del Motor Derecha a Base del Centro	60
Distancia entre ejes	173
Ancho de Vía	120
Altura del Amortiguador Delantero	65
Altura del Amortiguador Posterior	67

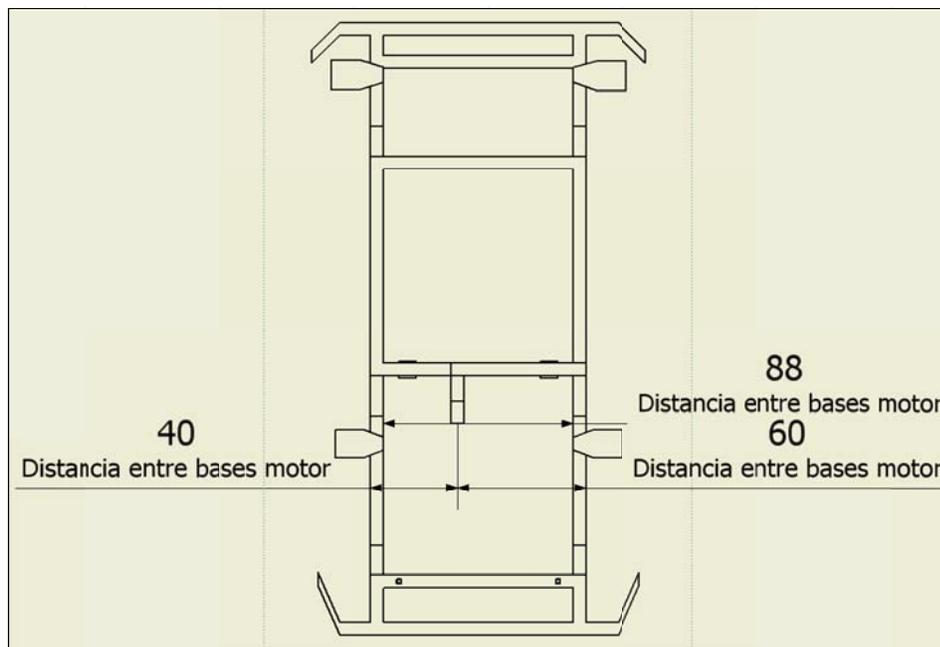
Así entonces la geometría del banco se la realiza en un Software de Diseño Mecánico, el cual se muestra en la figura 3.2.



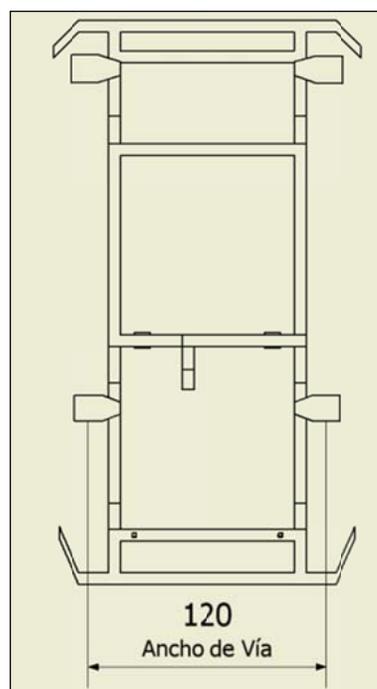
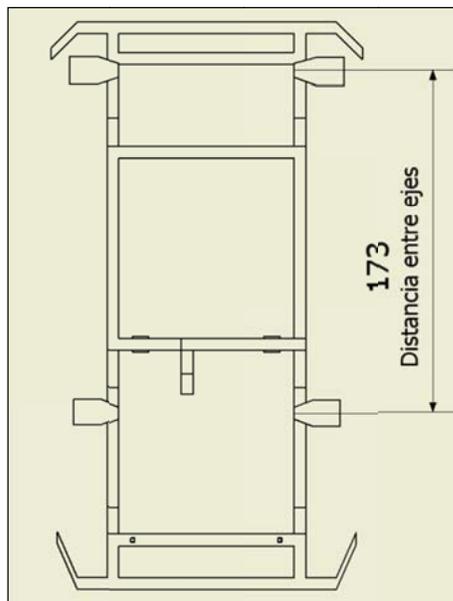
Las dimensiones cumplen con los requerimientos de los elementos a acoplarse, y sus dimensiones quedan establecidas como se muestra en la figura 3.3.



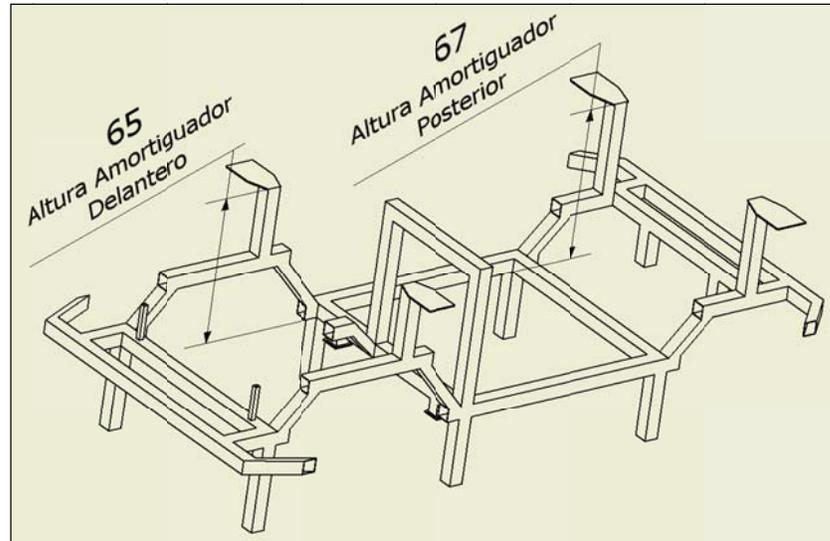
Así mismo se mantiene los requerimientos de funcionalidad para acoplar el motor y la caja de cambios. Se muestra en la figura 3.4.



También se guardan las dimensiones adecuadas para el ancho de Vía y Distancia entre Ejes, las cuales se puede observar en las figuras 3.5 y 3.6.



Las dimensiones para acoplar los amortiguadores y sistema de suspensión delantero y posterior cumplen de acuerdo a cada dimensión establecida, tal como se muestra en la figura 3.7.



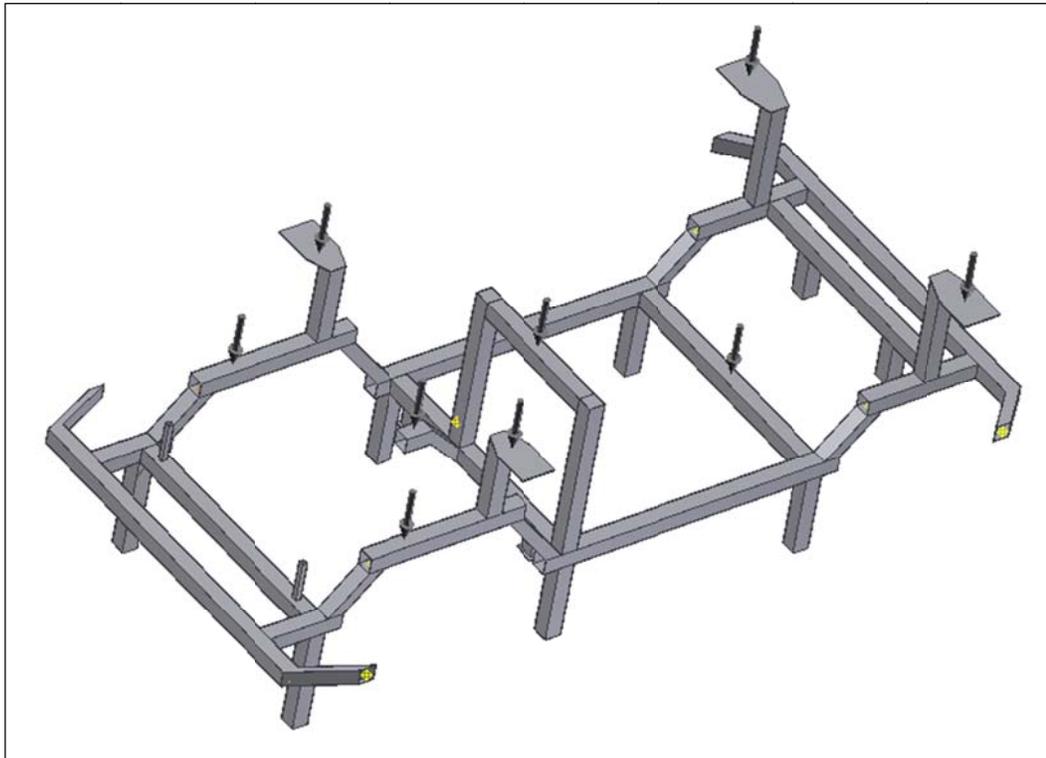
3.3.2. Análisis de las Cargas Críticas para la Geometría Propuesta para el Banco Didáctico.

Mediante la determinación del peso neto de cada componente se establece las cargas más críticas que soportará la estructura, mostradas en la figura 3.8 y tabla 3.2; teniendo como resultado lo siguiente:

Tipo de Elemento	Valor de la Carga (N)
Motor y Caja de Cambios Carga a la Derecha.	490,5
Motor y Caja de Cambios Carga a la Izquierda.	1103,625
Motor y Caja de Cambios Carga al centro	245,25
Sistema de Dirección	55,74
Sistema de Suspensión Delantero Derecho	245,25
Sistema de Suspensión Delantero Izquierdo	254,17

Sistema de Suspensión Posterior Derecho	207,35
Sistema de Suspensión Posterior Izquierdo	207,35
Tanque de Combustible y Asiento de Chofer	51,28

3.3.3. Cargas Críticas para la Geometría Propuesta para el Banco Didáctico.

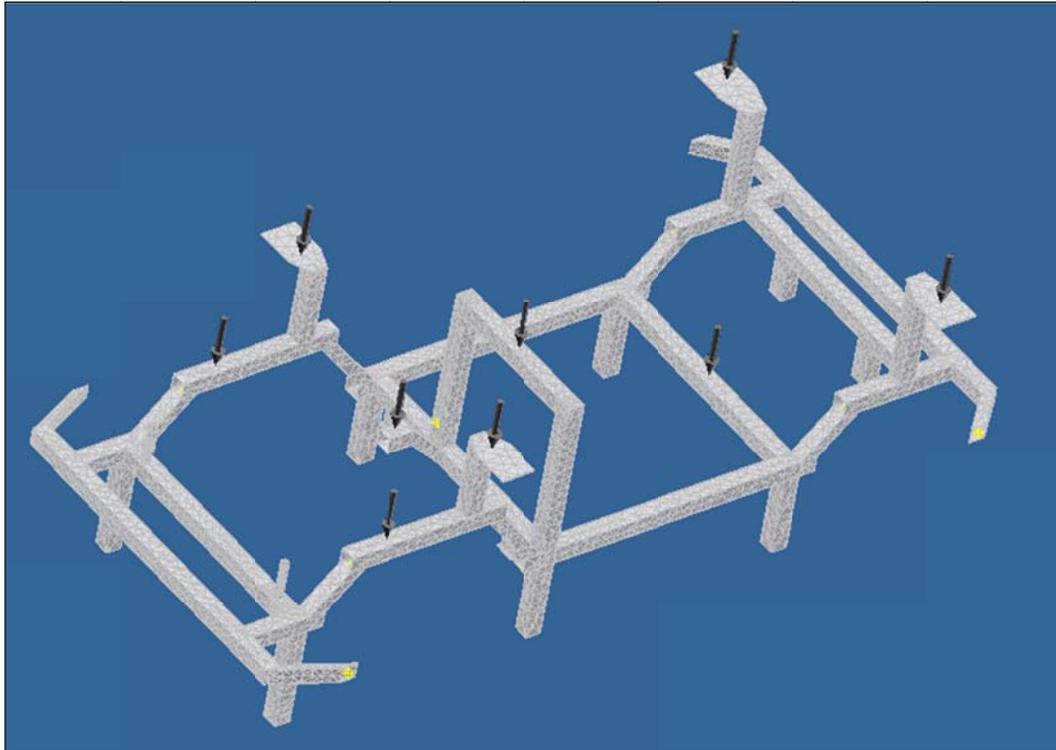


3.3.4. Análisis Estructural para la Geometría Propuesta para el Banco Didáctico.

Una vez determinado las cargas críticas para la estructura, se procede a utilizar un software de diseño estructural para el análisis general de la estructura, el cual

utiliza un modelo de análisis numérico mediante el modelo matemático de Von Moises. Para ello se debe seguir el procedimiento siguiente:

1. **Ingreso de Condiciones de Contorno:** a la Geometría establecida, tales como: la fijación de las vigas de apoyo y el ingreso de cargas a ser analizadas.
2. **Mallado de la estructura a analizarse:** tal como se muestra en la figura 3.9.



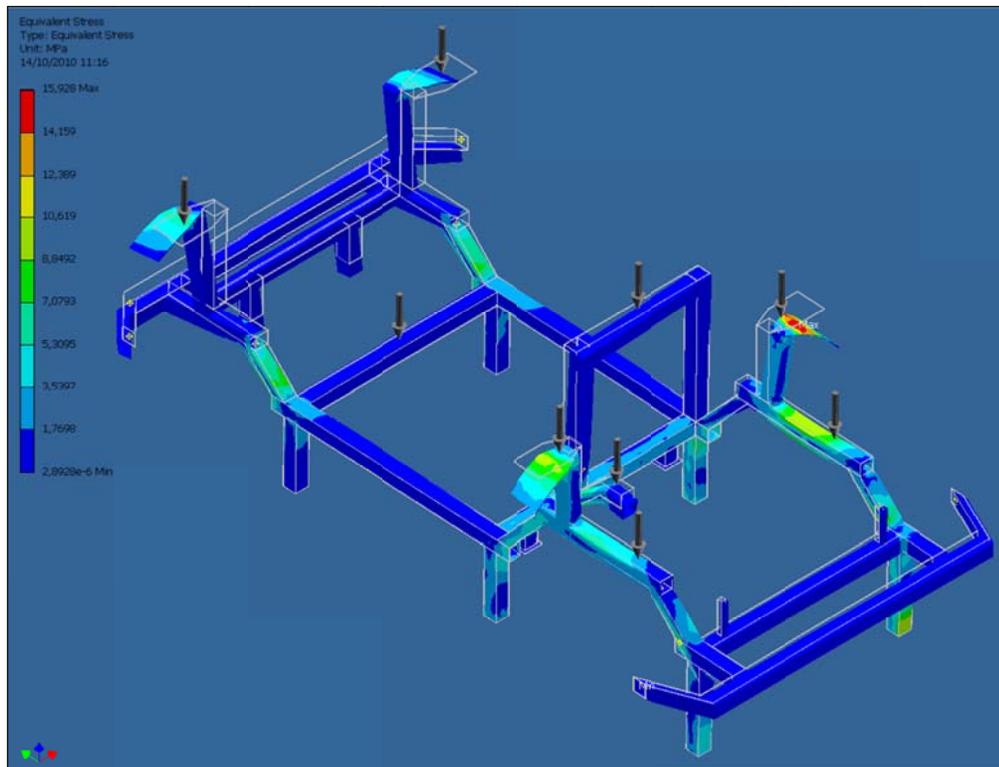
3. **Ejecución de la Solución:** llevada a cabo por el software de diseño; en este se puede determinar los siguientes parámetros de cálculo.

- Esfuerzo Equivalente.
- Esfuerzo Máximo sobre los ejes principales.
- Esfuerzo Mínimo sobre los ejes principales.
- Deformación longitudinal Máxima.
- Factor de Seguridad optimo.

4. **Interpretación de Resultados Obtenidos:** En el cual se analiza si la estructura virtual construida será o no capaz de soportar las cargas y condiciones de los elementos.

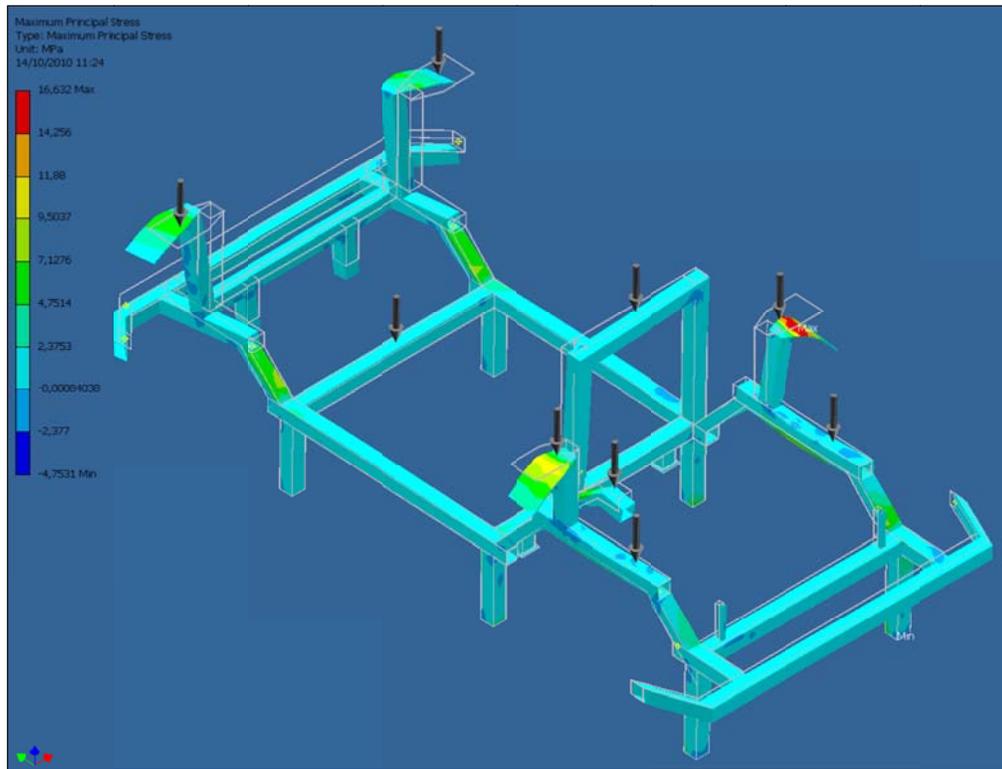
Así entonces se procede a determinar el esfuerzo máximo equivalente mediante el análisis, para lo cual se muestra en la figura 3.10

El esfuerzo máximo equivalente es aquel esfuerzo que se produce como resultado de aplicar todas las cargas sobre la estructura y estas al ser distribuidas, generan dicho esfuerzo general sobre toda la estructura. Se puede apreciar que la mayor superficie a esforzarse se encuentra en la zona donde se asienta el motor – caja de cambios y la columna que sostiene a los amortiguadores delanteros, pero al no sobrepasar el esfuerzo máximo permisible por el material dado, se considera que la estructura no fracasara.

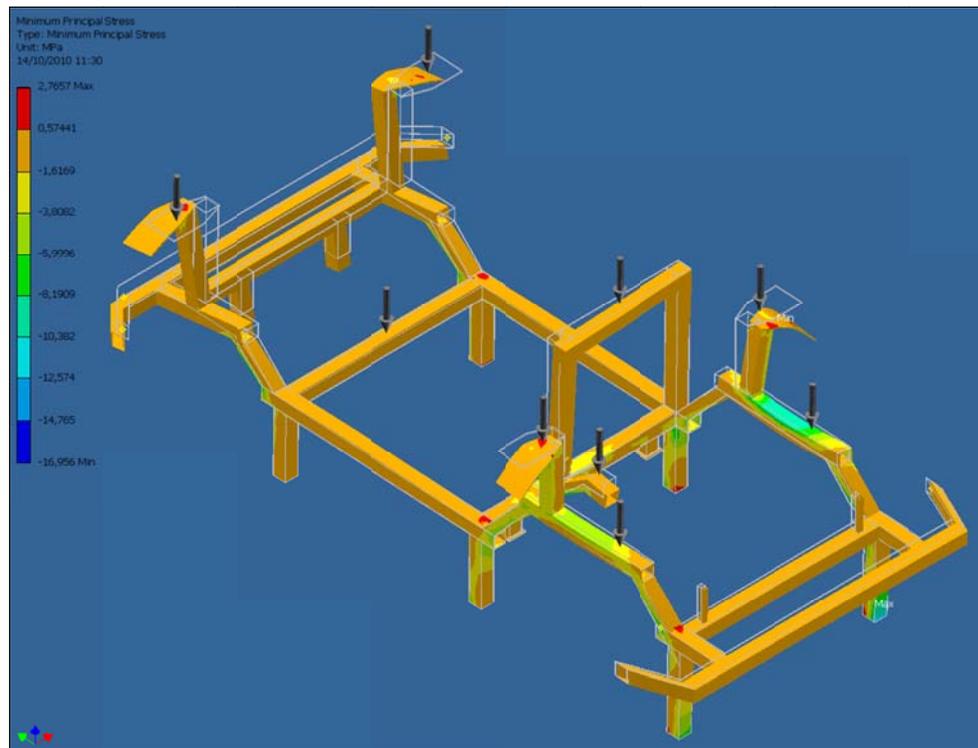


El esfuerzo máximo sobre los ejes principales mostrado en la figura 3.11 es aquel esfuerzo que se produce como resultado de aplicar todas las cargas sobre la

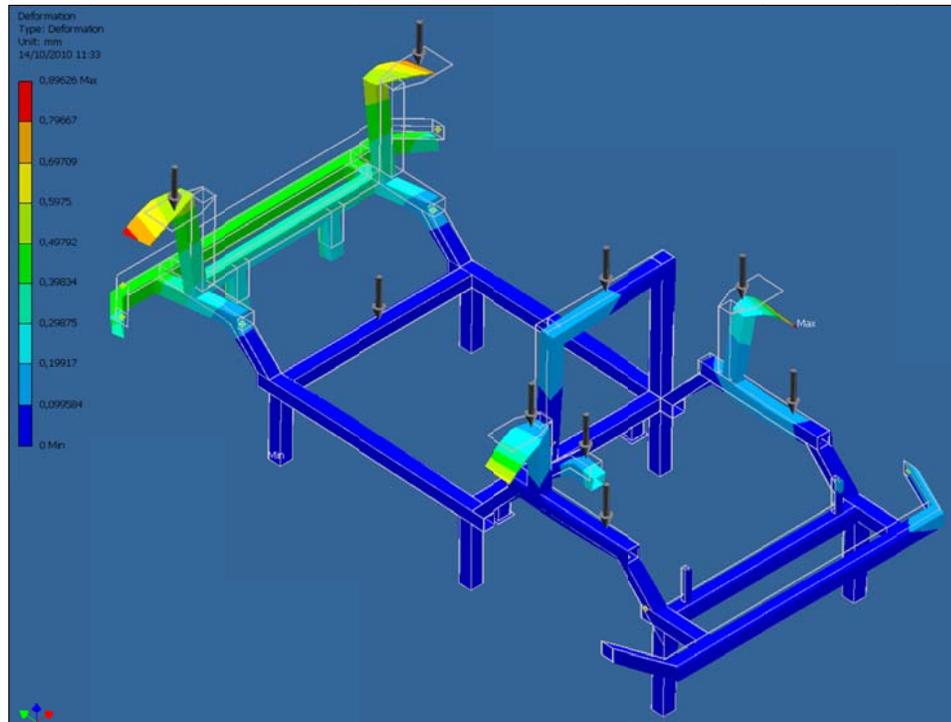
estructura y estas al ser distribuidas, generan un esfuerzo sobre los ejes principales de cada viga analizada, y es quizá uno de los esfuerzos a mas tener en cuenta ya que considera la inercia de cada una de las vigas y el esfuerzo máximo que se debería aplicar para romper la estructura. Se puede apreciar que el esfuerzo máximo sobre los ejes principales tampoco sobrepasa el esfuerzo máximo permisible dado por el material, por lo que se considera que la estructura no fracasará.



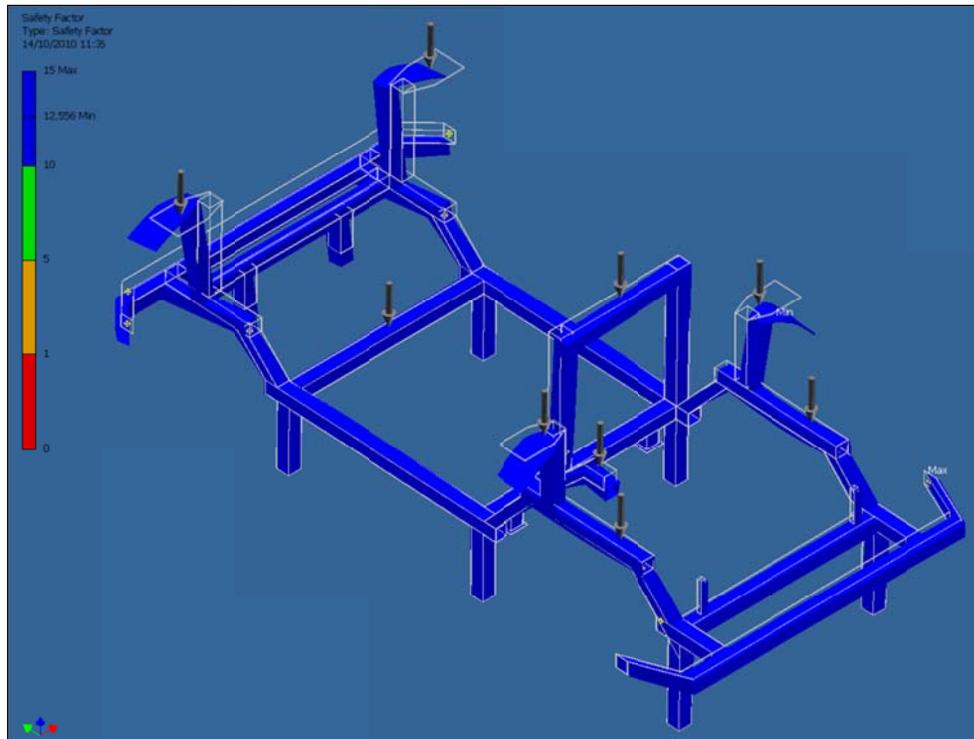
El esfuerzo mínimo sobre los ejes principales mostrado en la figura 3.12 es aquel esfuerzo que se produce como resultado de aplicar todas las cargas sobre la estructura y estas al ser distribuidas, generan un esfuerzo sobre los ejes principales de cada viga analizada, este considera la inercia de cada una de las vigas y el esfuerzo mínimo que se debería aplicar para romper la estructura. Se puede apreciar que el esfuerzo máximo sobre los ejes principales tampoco sobrepasa el esfuerzo máximo permisible dado por el material, por lo que se considera que la estructura no fracasará.



La deformación longitudinal que se produce como resultado de las cargas aplicadas se determina en la figura 3.13; esta describe las zonas críticas de deformación máxima y mínima a producirse como resultado de las cargas, y como resultado se tiene que la deformación longitudinal mínima sería de 0 mm, y la máxima sería de 0,89626mm.



El factor de seguridad describe cuan seguro será el banco a la disposición de las cargas establecidas, se tiene que el mínimo factor de seguridad para la estructura es de 10, luego de considerar la geometría mas optima y funcional para el banco, y los materiales más adecuados; por lo que se garantiza que el banco no podrá fracasar de ninguna forma.



3.4. Ensamble del Banco.

Dentro del análisis estructural mediante el software utilizado, se establece que el perfil a ser aplicado para la estructura del banco es un perfil cuadrado de 60 x 60 mm con un espesor de 2 mm.

Además, para la fabricación del Banco se utiliza cortes a 45° para los ensambles de esquinas, y una suelda # 6011, tal como se muestra en las fotografías siguientes.

Es así que el banco comienza a ensamblarse por las columnas que sostendrán la estructura superior de los elementos a montarse, luego se procede a ensamblar las diferentes bases y dispositivos que sostendrán los diferentes elementos.





Luego del ensamble total del banco, se obtiene como resultado la disposición final del banco, tal como se muestra en la fotografía 3.4.



3.5. Montaje de elementos en el Banco.

Para el montaje de los elementos en el banco, se procede a instalar y acoplar las distintas bases y dispositivos dentro de ellos, así:

- **Motor y Caja de Cambios:** Para el montaje del motor y la caja de cambios se fabrica 3 bases, las cuales 2 de ellas están dispuestas a los laterales del banco, y una tercera en la parte central del conjunto motor-caja, como se muestra en la fotografía.



- **Sistema de Dirección:** para el sistema de dirección se construye una base para el volante, cremallera, y demás elementos auxiliares, tal como se muestra en las fotografías.



- **Sistema de Suspensión:** Para el montaje del sistema de suspensión se construyen los distintos soportes para los amortiguadores, y para los brazos de suspensión, tanto delanteros como posteriores, quedando disponible y listo el ensamble y acople del sistema de frenos, mostradas en las fotografías.









- **Sistema de Alimentación de Combustible (Tanque):** para el tanque de combustible se instala las bases que la sujetará, tal como se muestra en la fotografía.



Una vez montados los componentes principales procedemos a adecuar cada uno de los secundarios, en los lugares correspondientes, lo más parecido a un vehículo común.

- Radiador
- Asiento
- Batería
- Faros
- Panel de control
- Otros



CAPITULO 4. VISUALIZACION DE PARAMETROS DE FUNCIONAMIENTO

4.1. Introducción

En este capítulo se presenta los diferentes parámetros de funcionamiento del vehículo que serán mostrados o visualizados en este proyecto, para conseguir esto es necesario convertir las señales físicas de cada uno de los mecanismos en señales eléctricas, esto se logra mediante sensores o transductores, la señal de estos es enviada a un controlador aquí se procesa y se comunica con un computador donde mediante un software adecuado se puede administrar estos datos y mostrarse de una forma gráfica y didáctica. El software que se usara en este proyecto es LABVIEW.

Las señales físicas que se medirán en este proyecto son: presión, temperatura, posición, ángulo, nivel, velocidad.

4.2. Parámetros de Funcionamiento del Tren de Fuerza Motriz

Los parámetros de funcionamiento que mostraremos del tren de fuerza motriz son:

DEL MOTOR

- Revoluciones por minuto (rpm)
- Aceleración (Porcentaje de apertura de la mariposa del acelerador)
- Temperatura (En el sistema de enfriamiento o refrigeración)
- Presión de aceite
- Nivel de combustible en el tanque
- Indicador de carga del alternador (voltaje)

EN LA TRANSMISION

- Revoluciones por minuto en cada semieje
- Marcha o cambio
- Velocidad calculada del vehículo a partir de las rpm.

En la figura se muestra un esquema de los parámetros de funcionamiento que se van a visualizar y a continuación analizaremos detalladamente cada uno de estos.

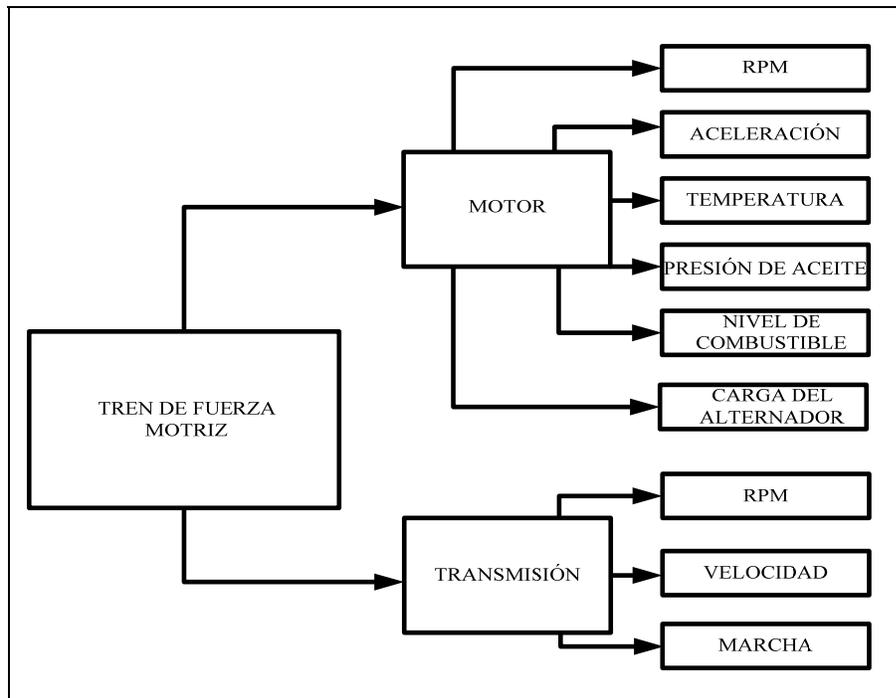


Figura 4.1. Esquema de los Datos a Visualizar
FUENTE: Los Autores

4.2.1. Revoluciones Por Minuto (RPM)

Las revoluciones por minuto del motor están dadas por el cigüeñal, y para determinar las mismas se usan los sensores de posición los mismos que proveen tres tipos de información: a) la posición de un componente, b) la velocidad del componente y c) el cambio de velocidad del componente. Al decir componentes nos referimos a cuerpos metálicos en movimiento; en nuestro caso se trata de cigüeñales y árboles de levas, pero la aplicación de sensores de detección y medición de movimiento de componentes metálicos es universal en cualquier área de ingeniería de diseño de máquinas en movimiento. El Sensor de Posición del Cigüeñal y el Sensor de Posición del Árbol de Levas vienen en tres tipos: a) Captador Magnético b) Efecto Hall c) Sensor Óptico.

En este caso específico usaremos la señal proveniente del sensor magnético del distribuidor de encendido el cual está montado directamente sobre el árbol de levas.



Fotografía 4.1. Sensor de Posición del Distribuidor
FUENTE: Los Autores



Fotografía 4.2. Señal para cálculo de RPM
FUENTE: Los Autores

Una vez obtenida la señal del distribuidor, que es del tipo pulsante, puesto que tomamos del corte que hace en el negativo de la bobina, de esta manera tenemos una señal tipo digital, la cual es procesada en el PIC 16F819 pero con voltaje menor a 5Vcc puesto que el PIC no soporta 12V que originalmente nos da la bobina.

Esta señal es localizada en uno de los puertos de nuestro PIC principal 16F884, al cual llegan todas las señales de los parámetros descritos anteriormente, recibe los pulsos 5V_0V y esta mediante comunicación tipo serial hacia la PC, es visualizada esta señal en el programa Labview, en donde se realizan un esquema de programación en bloques de tal manera que podamos visualizar en las unidades de RPM, como se muestra a continuación.

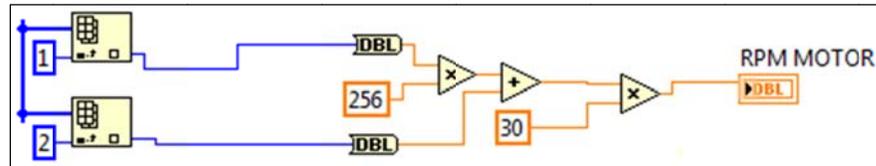


Figura 4.2. Visualización del Diagrama de bloques de Rpm del motor
FUENTE: Los Autores

Como vemos se realiza unas transformaciones de unidades, para que en la visualización muestre rpm, que es la unidad que en todos los tacómetros representa las revoluciones por minuto de un motor, a continuación se muestra un tacómetro de Labview que visualiza las rpm del motor, el cual varía de acuerdo a la aceleración que se le imprima al motor.

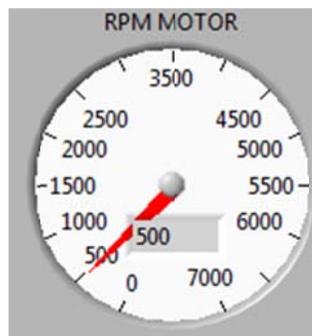


Figura 4.3. Visualización rpm del motor
FUENTE: Los Autores

Cabe recalcar que hay que tomar en consideración el rango de régimen de nuestro motor para visualizar el tacómetro, en este caso va de 0 a 7000 rpm.

Las señales de las rpm del motor y de los ejes, llegaran a los PICs 16F819, disponemos de tres PICs 16F819 uno en cada tarjeta, exclusivas solo para medir las

revoluciones, debido a que cada PIC tiene un contador interno que hace que la medida sea exacta, con esto conseguimos además que el PIC principal no se sature, puesto que visualizaremos estas tres revoluciones al mismo tiempo como lo veremos después

4.2.2. Temperatura

Este sensor medirá la temperatura del refrigerante del motor (ECT) y está ubicado en la toma de agua del cabezote cerca de la base del termostato, en la actualidad existe una gran variedad de sensores de temperatura pero nosotros usaremos un NTC debido a su sencillez, fiabilidad, bajo costo y es el más común en motores de vehículos. Este sensor no es más que una resistencia eléctrica que varía con la temperatura, a mayor temperatura menor resistencia.

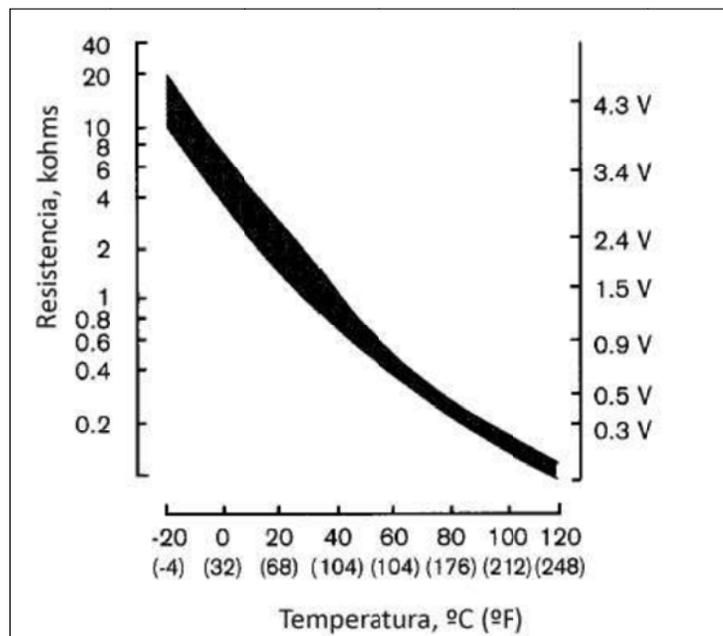


Figura 4.4. Diagrama del sensor de temperatura NTC
FUENTE: Los Autores

Este sensor tiene una resistencia que está conectada a masa a través de la carcasa y un conector en el cual se obtiene la señal. Para ingresar esta señal a nuestro procesador es necesario transformarla en voltaje para ello usaremos un partidor de tensión, y tendremos una señal de voltaje analógica que puede ser leída en un PIC.

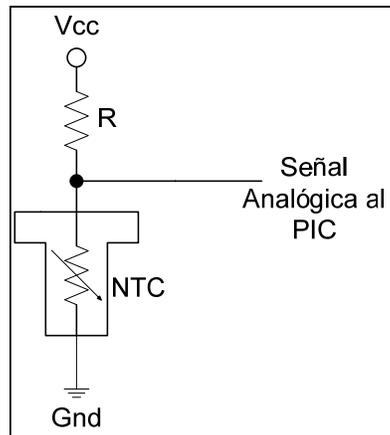


Figura 4.5. Esquema de conexión del sensor de temperatura
FUENTE: Los Autores

La señal de la temperatura del agua del motor, es del tipo analógica como vimos en el anterior gráfico, esta señal llega a una de las entradas analógicas que posee nuestro PIC 16F884 y es visualizada en Labview mediante el siguiente diagrama de bloques.

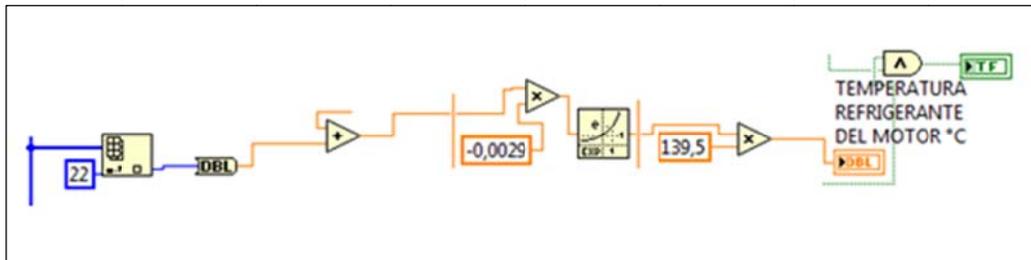


Figura 4.6. Diagrama de bloques temperatura refrigerante motor
FUENTE: Los Autores

Para obtener la ecuación de la temperatura del refrigerante del motor, tomamos medidas con la ayuda de una termocupla colocada en el depósito de agua refrigerante para saber la temperatura en grados centígrados del agua, y tomando los valores que nos mostraba en Labview el sensor de temperatura, obteniendo el siguiente cuadro.

Medida	Temperatura °C
773	23,6
760	23,4
740	23,4
700	23,5
690	23,6
670	23,7
660	24,4
450	37,8
400	44,4
390	44,5
370	45
320	56,5
300	61,3
263	70

Cuadro 4.1. Datos de medición temperatura
FUENTE: Los Autores

Interpolando estos datos con la ayuda de una calculadora, obtenemos la siguiente función.

$$y = 139,5e^{(0,0029)x}$$

donde,

y = Valor en °C

x = Valor que mide sensor de temperatura

Como vemos los coeficientes de la función de la temperatura están ingresados en el diagrama de bloques anterior, con esto visualizamos en nuestro menú principal con un indicador de temperatura de Labview

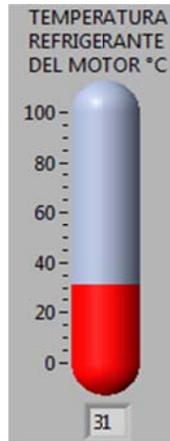


Figura 4.7. Visualización indicador de temperatura
FUENTE: Los Autores

4.2.3. Presión de Aceite

La presión puede definirse como una fuerza por unidad de área o superficie, generalmente se mide comparativamente, buscando el equilibrio con la presión ejercida por una fuerza conocida (de una columna líquida, un resorte, un émbolo cargado con un peso o cualquier otro elemento que pueda sufrir una deformación cualitativa cuando se le aplica la presión). El método de detección de presiones más usado actualmente (también en el automóvil) utiliza, para la obtención de señales, una etapa mecánica intermedia constituida por una delgada membrana que en uno de sus lados está sometida a la presión a medir, y se deforma más o menos bajo su acción. El diámetro y el grosor de esta membrana pueden ser adaptados a los diferentes márgenes de presión. Para la medición de presiones bajas hay que utilizar membranas relativamente grandes, cuya deformación puede encontrarse dentro del margen de 1 a 0,1 mm. Por el contrario, las presiones altas exigen membranas más gruesas y de reducido diámetro, que en general se deforman sólo pocos μm . La curvatura de la membrana depende en realidad de la diferencia de presión existente entre sus lados superior e inferior. Por consiguiente, dependiendo de esto, se pueden obtener sensores para medir presiones absolutas, relativas o diferenciales. Los sensores de presión de aceite están montados en el block del motor cerca del filtro de aceite y miden la presión absoluta del aceite Su margen de presiones se sitúa en 50 a 1000 kPa o 0,5 a 10,00 bar.



Fotografía 4.3. Sensor de presión de aceite
FUENTE: Los Autores

El sensor usado en este proyecto es de tipo micro mecánico cuyo elemento esencial es la "célula de sensor". Ella consta de un chip de silicio (2) micro mecánico que lleva grabada una membrana delgada (1). Sobre la membrana hay dispuestas cuatro resistencias de medición (R1, R2), cuya resistencia eléctrica varía bajo tensión mecánica.

Según cuál sea la magnitud de la presión se curva de manera distinta la membrana de la célula del sensor (pocos micrómetros). Las cuatro resistencias de medición sobre la membrana modifican su resistencia eléctrica bajo las tensiones mecánicas producidas (efecto piezorresistivo). Las resistencias de medición (R1, R2) están dispuestas sobre el chip de silicio (2) de tal forma que al deformarse la membrana (1) aumenta la resistencia de dos de las resistencias de medición, a la vez que disminuye la misma en las dos restantes. Las resistencias de medición están dispuestas en un puente Wheatstone, debido al cambio de las resistencias se va modificando también la relación de las tensiones eléctricas en las resistencias de medición. Debido a ello se modifica la tensión de medición (UA). La tensión de medición es, pues, una medida para la presión en la membrana. Mediante el puente resulta una tensión de medición más alta que al evaluarse solamente una resistencia individual. El puente Wheatstone permite obtener así una alta sensibilidad. El lado de la membrana que no queda sometida a la presión de medición se encuentra expuesto a un vacío de referencia (3), de modo que el sensor mide el valor absoluto de la presión.

El sistema electrónico evaluador completo está integrado en el chip y tiene la misión de amplificar la tensión de puente, de compensar influencias de temperatura y de linealizar la curva característica de presión. La tensión de salida es del orden de 0 a 5V. Mediante una curva característica programada se calcula la presión.

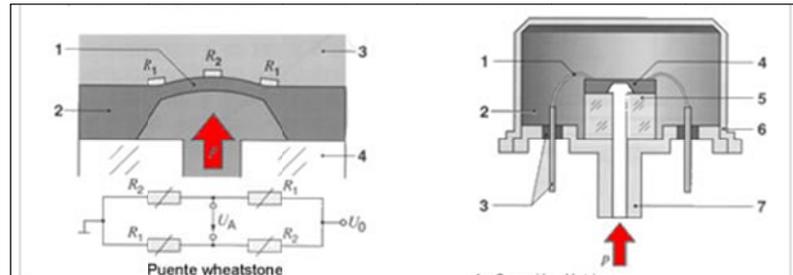


Figura 4.8. Esquema de un sensor de presión micro mecánico
FUENTE: www.mecanicavirtual.com

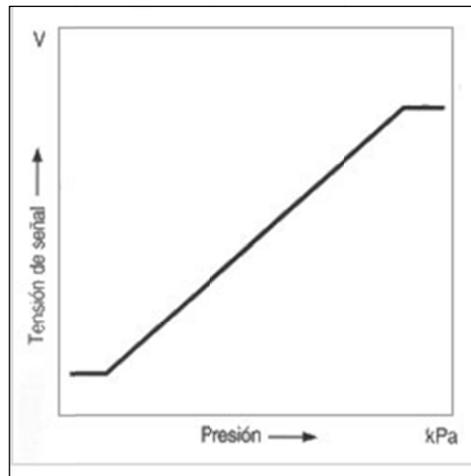


Figura 4.9. Curva característica de un sensor de presión micro mecánico
FUENTE: www.mecanicavirtual.com

Este sensor nos proporciona una señal analógica la misma que será leída en el microprocesador.

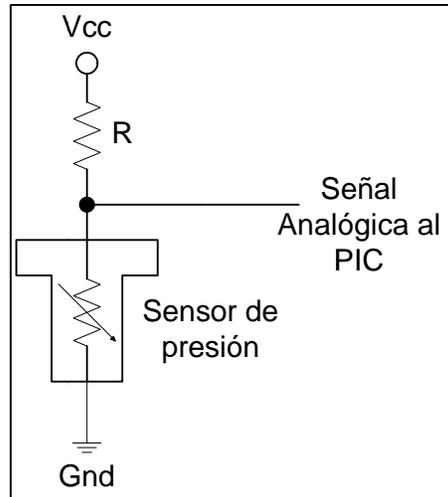


Figura 4.10. Esquema de conexión del sensor de presión de aceite
FUENTE: Los Autores

Esta señal de tipo analógica llega a una de las entradas analógicas de nuestro PIC y esa señal es visualizada mediante un diagrama de bloques que se muestra a continuación.

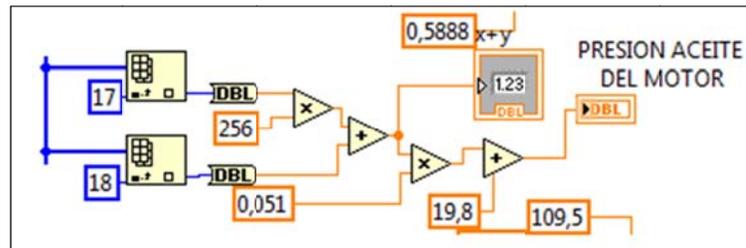


Figura 4.11. Diagrama de bloques presión de aceite motor
FUENTE: Los Autores

Como vemos en el diagrama de bloques se introducen los coeficientes de la función que se obtiene sacando la curva, en este caso tenemos una función lineal que nos da el sensor de presión del aceite del motor, su valor varía entre los 0 a 40psi. Los valores medidos son en ralentí y en aceleración a 3000 rpm, de esta manera obtenemos que en ralentí nos mide un valor de 200, y en aceleración tenemos un valor de 298, con estos puntos obtenemos una ecuación lineal.

$$y = 0,051x \pm 19,8$$

Donde,

y = valor de presión

x = valor que mide el sensor de presión de aceite motor

Una vez obtenido el diagrama de bloques tenemos la siguiente visualización.

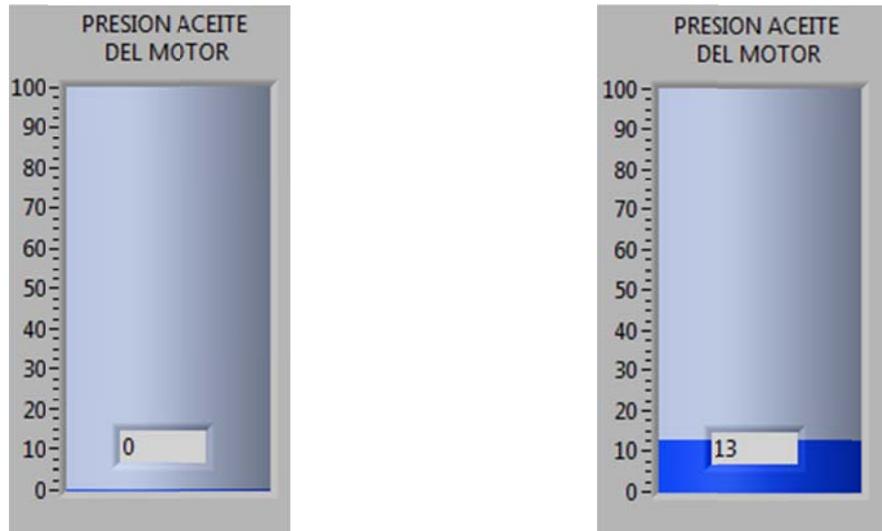


Figura 4.12. Visualización del indicador de presión aceite motor (Apagado_Encendido)
FUENTE: Los Autores

4.2.4. Nivel de Combustible

Este indicador se emplea para conocer en todo momento la cantidad de combustible que hay en el depósito del vehículo. Para ello se dispone de un medidor de nivel en el depósito de combustible. El sensor de nivel (figura inferior) consta de un potenciómetro encapsulado estanco al combustible y conectado en forma de resistencia variable, un brazo cursor, conductores impresos (contacto doble), una placa porta resistencias y conexiones eléctricas. La palanca en cuyo extremo se encuentra el flotador de nitrófilo resistente al combustible, está fijada en el eje giratorio (pivote) del potenciómetro y, por tanto, también en el resorte cursor. El diseño de la placa portarresistencias y la forma del flotador y de su palanca están adaptados a la conformación respectiva del depósito de combustible. Al variar el nivel de combustible, el brazo detector, fijamente unido a través del pivote con la palanca del flotador, se desliza con sus cursores especiales (remaches chapeados para contactos) a lo largo de las pistas resistivas del potenciómetro doble. Entonces

transforma el ángulo de giro del flotador en una relación de tensiones proporcional al ángulo. Unos topes de fin de carrera limitan el margen angular de 100° para los niveles mínimo y máximo.

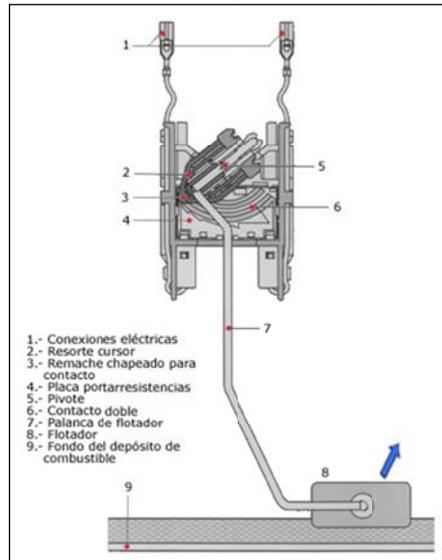


Figura 4.13. Esquema del medidor de nivel de combustible
FUENTE: www.mecanicavirtual.org/sensores1-modelos.htm

Este sensor nos proporciona una señal analógica la misma que será leída en el microprocesador, debido a que no hay datos de su curva característica hemos tomado valores referenciales de la resistencia en función del nivel para hallar la función lineal respectiva.

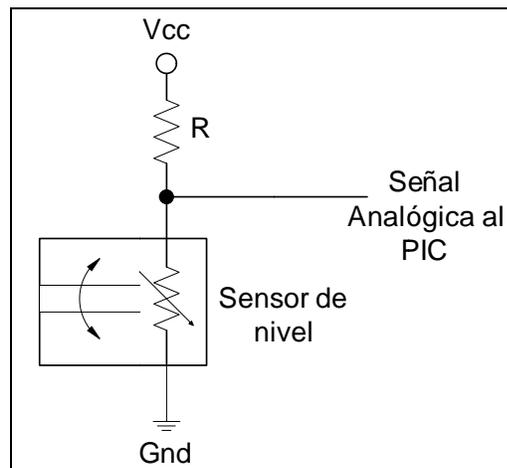


Figura 4.14. Esquema de conexión del sensor de nivel de combustible
FUENTE: Los Autores



Fotografía 4.4. Sensor de nivel de combustible

FUENTE: Los Autores

Esta señal varía de acuerdo a la posición de la boya en el tanque de combustible, la señal sale y es procesada en el PIC, esta señal es del tipo analógica de un comportamiento lineal, el diagrama de bloques es el que se muestra a continuación.

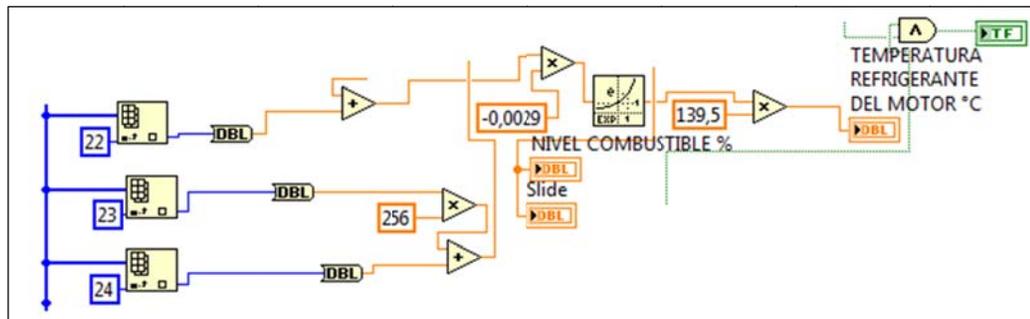


Figura 4.15. Diagrama de bloques nivel de combustible

FUENTE: Los Autores

Mediante Labview podemos visualizar con el nivel de combustible existente en el tanque, mediante los siguientes gráficos que nos muestran el tanque vacío, medio tanque y lleno.

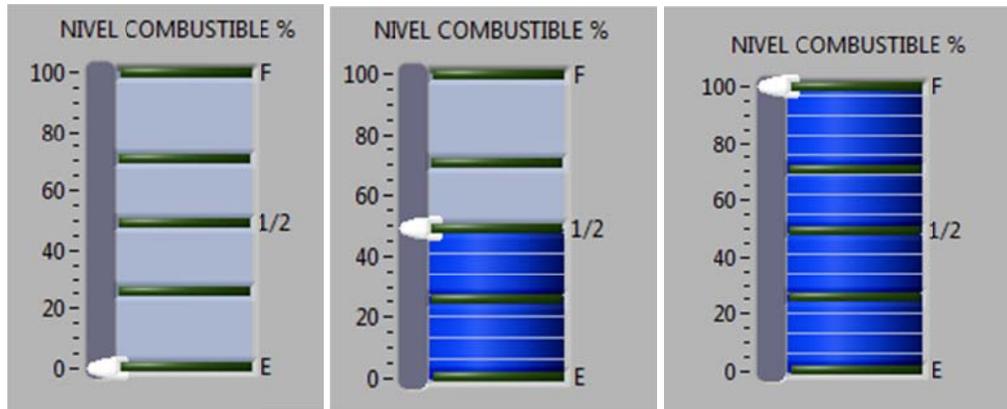


Figura 4.16. Visualización nivel combustible (vacío, medio y lleno)
FUENTE: Los Autores

4.2.5. Aceleración

Este sensor nos permitirá conocer el porcentaje de apertura de la mariposa de aceleración o pasó de aire del carburador, y no es más que un potenciómetro cuyo eje esta solidario al eje de la mariposa y cuando esta se abre la resistencia del potenciómetro varia, esta señal analógica luego es enviada al PIC.



Fotografía 4.5. Sensor de apertura de mariposa de aceleración
FUENTE: Los Autores

Como vemos en la fotografía, la medición se realiza con un potenciómetro, el cual va a variar el voltaje según el giro de la mariposa de aceleración, tomamos como

referencia un valor de voltaje en la posición de ralentí es decir la mariposa a 20% de apertura, y otro valor en máxima carga, es decir la totalidad de apertura de la mariposa de aceleración, obteniendo así datos que nos permitirán visualizar en Labview mediante el siguiente diagrama de bloques.

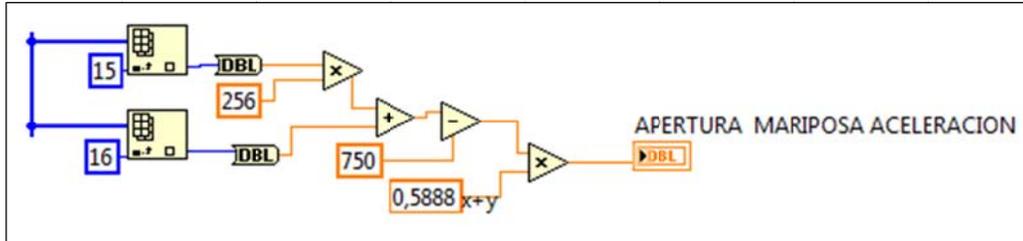


Figura 4.17. Diagrama de bloques apertura mariposa aceleración
FUENTE: Los Autores

A continuación visualizamos en nuestro menú principal la posición de la mariposa de aceleración, la medida que nos indica es en porcentaje (%).



Figura 4.18. Visualización apertura mariposa aceleración
FUENTE: Los Autores

4.2.6. Carga del Alternador

Cuando el motor se pone en marcha una banda entre la polea del cigüeñal y el alternador mueve el mismo de manera que este genera corriente para el sistema de carga del vehículo, en ese momento uno de los contactos del alternador se energiza con 12v señal que normalmente apaga la luz testigo del tablero de instrumentos, y esta señal es la que ocuparemos para el indicador de carga de nuestro proyecto, la misma es de tipo digital de 0 o 12v.

La señal es tomada desde el alternador y esta llega hacia la tarjeta principal que tiene entradas de 12 Vcc que luego es acondicionada esta señal a 5Vcc para que ingrese al PIC84 que tiene entradas digitales, el diagrama de bloques es el siguiente.

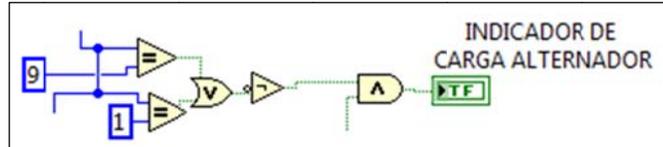


Figura 4.19. Diagrama de bloques indicador carga de alternador
FUENTE: Los Autores

Como vemos en el diagrama, este tiene comparadores o compuertas lógicas que lo que hacen es que cuando la señal de entrada es 0 el indicador está apagado y cuando recibe un pulso es decir 5Vcc se enciende un indicador, lo que nos visualiza que el alternador está cargando a la batería. Su configuración está diseñada para que cuando abramos el switch de la llave este indicador se encienda y en el momento que encendemos el motor, este indicador se apaga, tal como sucede en un automóvil.

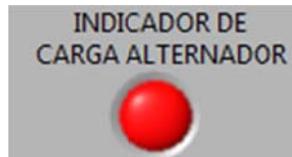


Figura 4.20. Visualización indicador carga de alternador encendido
FUENTE: Los Autores



Figura 4.21. Visualización indicador carga de alternador apagado
FUENTE: Los Autores

4.2.7. RPM en los Ejes

Para determinar las rpm en los ejes hemos decidido utilizar un optoacoplador H21A tipo U y un disco ranurado adaptado al eje, de manera que al girar el eje y el

disco solidario a este, cada vez que dé una vuelta, la ranura active el optotransistor y el procesador determine las rpm.

Los optoacopladores basan su funcionamiento en el empleo de un haz de radiación luminosa para pasar señales de un circuito a otro sin conexión eléctrica para eso disponen de un diodo emisor de luz y un fototransistor receptor que cambia su estado según perciba el haz de luz que puede ser modificado con un material opaco cambiando su estado de on a off.

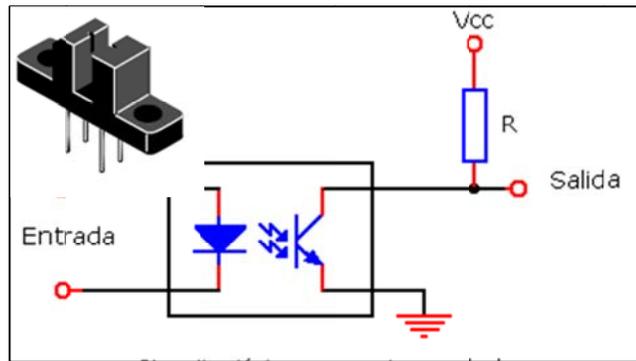


Figura 4.22. Esquema de conexión del sensor de rpm
FUENTE: www.proyectoselectronics.blogspot.com



Fotografía 4.6. Sensor de RPM de los ejes
FUENTE: Los Autores



Fotografía 4.7. Sensor de RPM de los ejes conexión con PIC
FUENTE: Los Autores

Con este tipo de sensores, obtenemos una señal del tipo digital, son pulsos los que vamos a contar en el PIC, para nuestro caso utilizamos una tarjeta pequeña como vemos en la fotografía, que contiene un PIC 16F819, este recibe señal a la frecuencia que le da el sensor H21A y a su vez envía la señal a la tarjeta principal a donde llegan todas las señales.

La frecuencia que llega al PIC principal es de pulsos por segundo, con lo cual hay que realizar unas transformaciones de unidades para poder visualizar en rpm, el diagrama de bloques es el que se muestra a continuación.

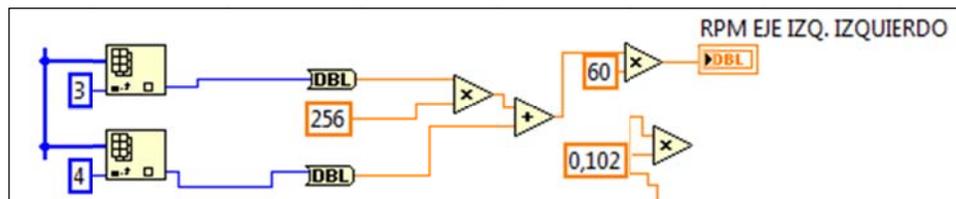


Figura 4.23. Diagrama de bloques rpm eje izquierdo
FUENTE: Los Autores

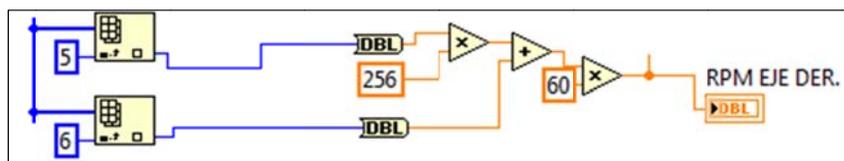


Figura 4.24. Diagrama de bloques rpm eje derecho
FUENTE: Los Autores

La visualización en nuestro tablero es el siguiente.

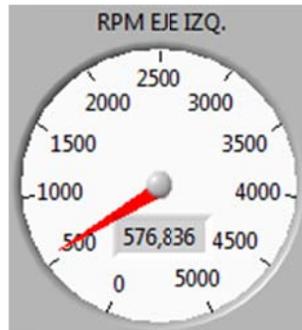


Figura 4.25. Visualización indicador revoluciones por minuto eje izquierdo
FUENTE: Los Autores

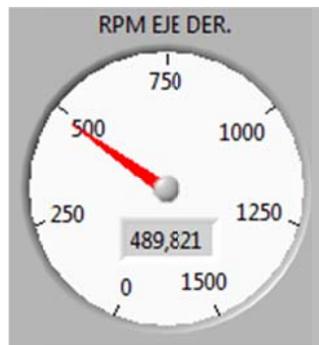
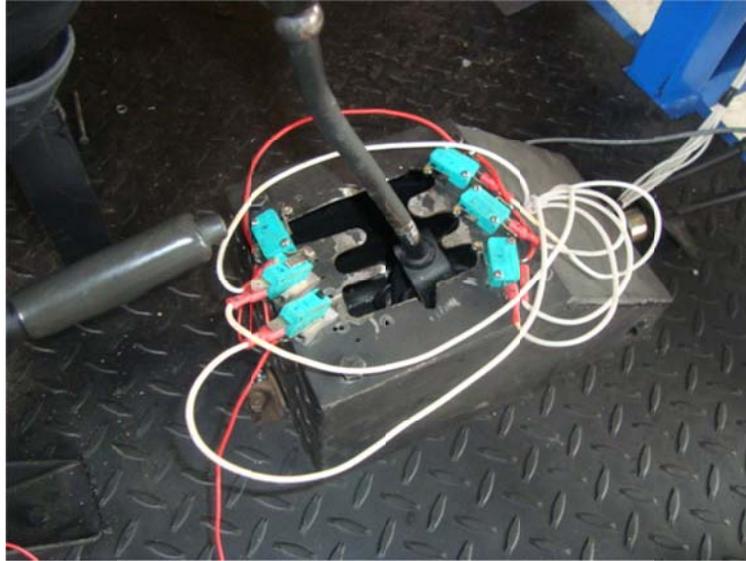


Figura 4.26. Visualización indicador revoluciones por minuto eje derecho
FUENTE: Los Autores

4.2.8. Marcha de la Caja de Cambios

Para determinar la marcha en la que se encuentra la caja de cambios y poder calcular la velocidad del vehículo hemos colocado unos contactores en la palanca selectora de cambio, tenemos un contacto tipo pulsante por cada marcha en total seis incluido retro, cuando se selecciona una marcha la palanca pulsa uno de estos contactos cerrando el circuito y enviando una señal digital al procesador.



Fotografía 4.8. Pulsantes para indicador de marcha
FUENTE: Los Autores

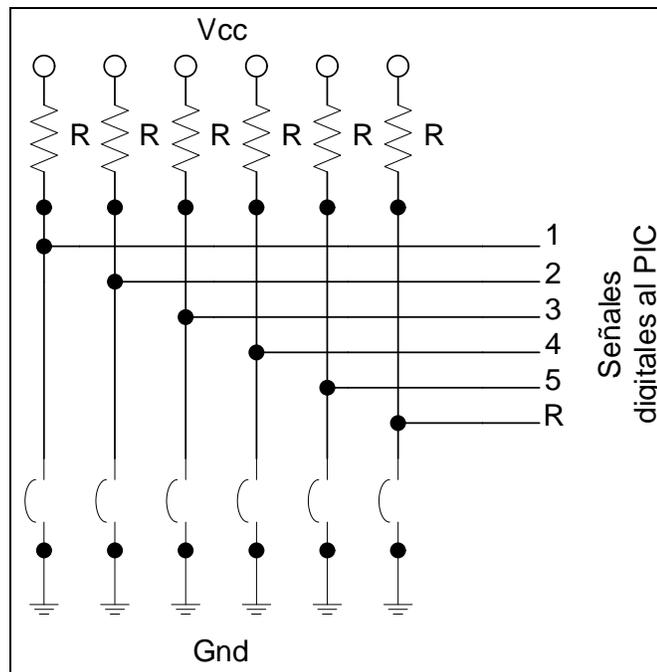


Figura 4.27. Esquema de conexión de sensores de marcha
FUENTE: Los Autores

Con esto obtenemos pulsos en las diferentes entradas del tipo digital que se ha destinado para este tipo de aplicación, cada entrada tendrá una configuración para recibir la señal en cada posición de la palanca de cambios, y cada posición tiene su

visualización, 1,2, 3, 4, 5 y R, como se indica en el siguiente diagrama de bloques en Labview.

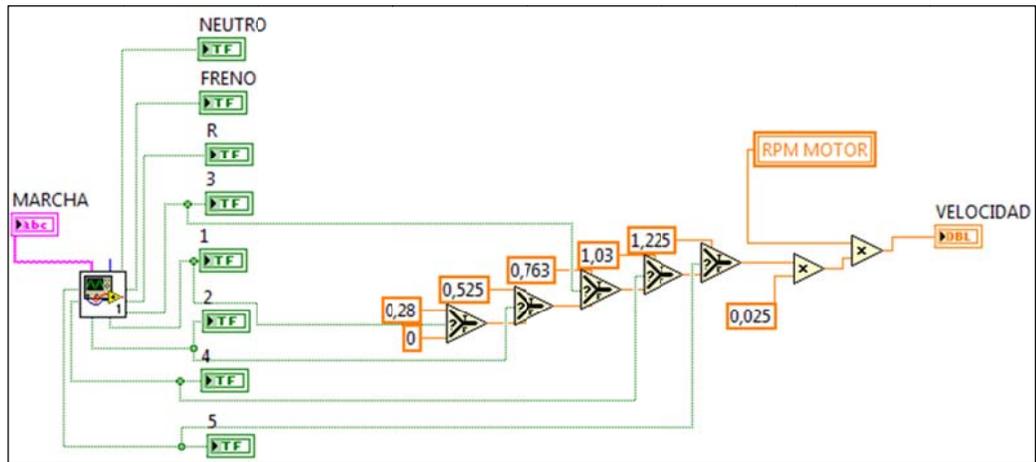


Figura 4.28. Diagrama de bloques indicador posición de marcha y velocímetro
FUENTE: Los Autores

Además podemos visualizar un velocímetro para cada régimen de giro del motor y en cada marcha, tomando los datos que nos da la relación de transmisión en cada marcha, y la relación que hay en el diferencial, estos valores se aprecian en el diagrama de bloques.

A continuación tenemos la visualización de las posiciones de la caja de cambios y el velocímetro.

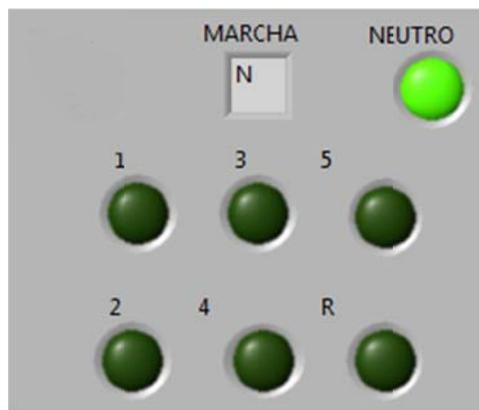


Figura 4.29. Visualización indicador posición de marcha (Neutro)
FUENTE: Los Autores

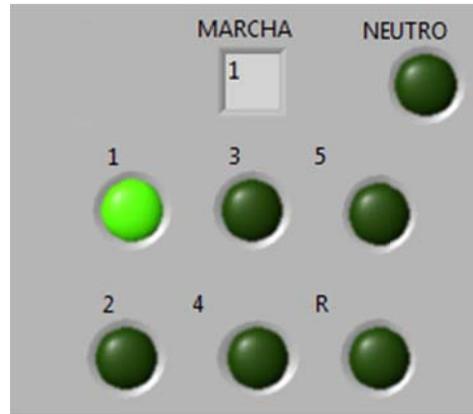


Figura 4.30. Visualización indicador posición de marcha (Primera)
FUENTE: Los Autores

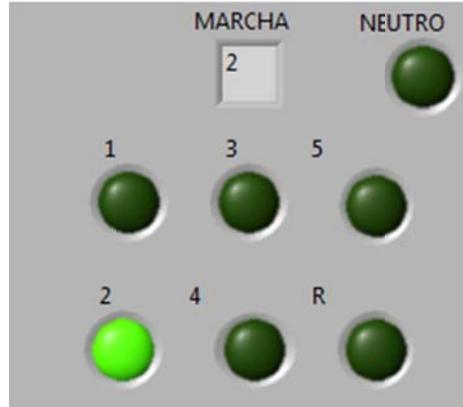


Figura 4.31. Visualización indicador posición de marcha (Segunda)
FUENTE: Los Autores

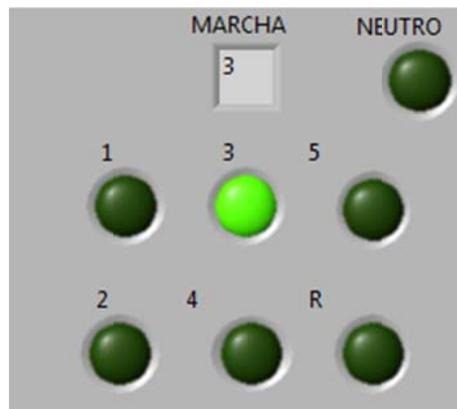


Figura 4.32. Visualización indicador posición de marcha (Tercera)
FUENTE: Los Autores

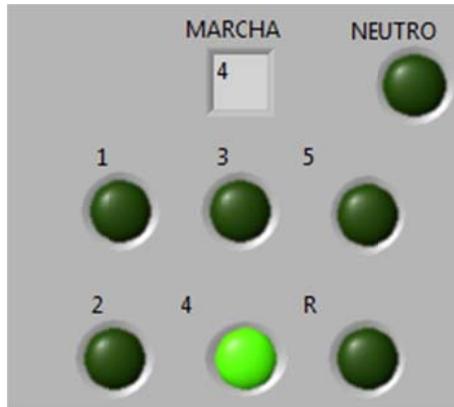


Figura 4.33. Visualización indicador posición de marcha (Cuarta)
FUENTE: Los Autores

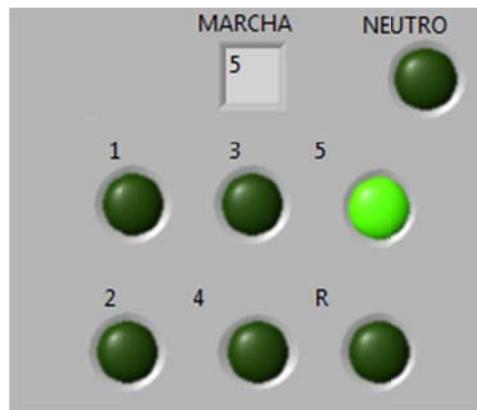


Figura 4.34. Visualización indicador posición de marcha (Quinta)
FUENTE: Los Autores

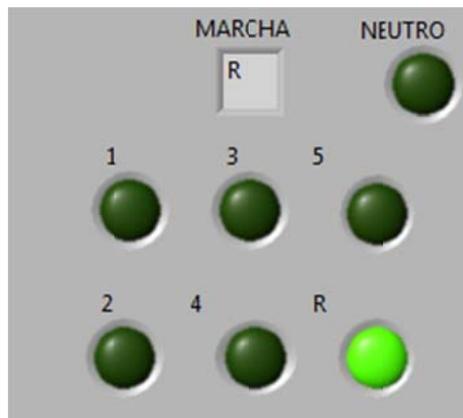


Figura 4.35. Visualización indicador posición de marcha (Reversa)
FUENTE: Los Autores

La visualización de la velocidad tiene un rango de medición que va de 0 km/h hasta los 200 km/h

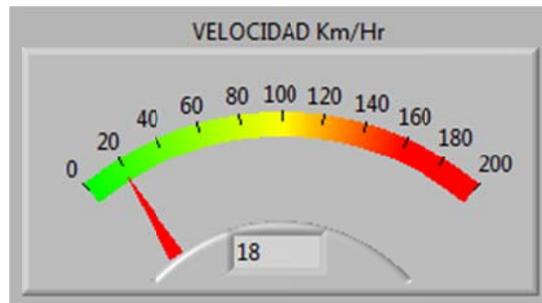


Figura 4.36. Visualización indicador Velocímetro
FUENTE: Los Autores

4.3. Parámetros de Funcionamiento del Sistema de Traslación

Los parámetros de funcionamiento que mostraremos del sistema de traslación son:

DE LOS FRENOS

- Presión del sistema
- Indicador del nivel mínimo de líquido de frenos en el depósito
- Indicador de activación del freno de mano

DE LA DIRECCION

- Presión del sistema
- Angulo de giro
- Ángulos de la rueda: Camber, Caster, Convergencia, divergencia

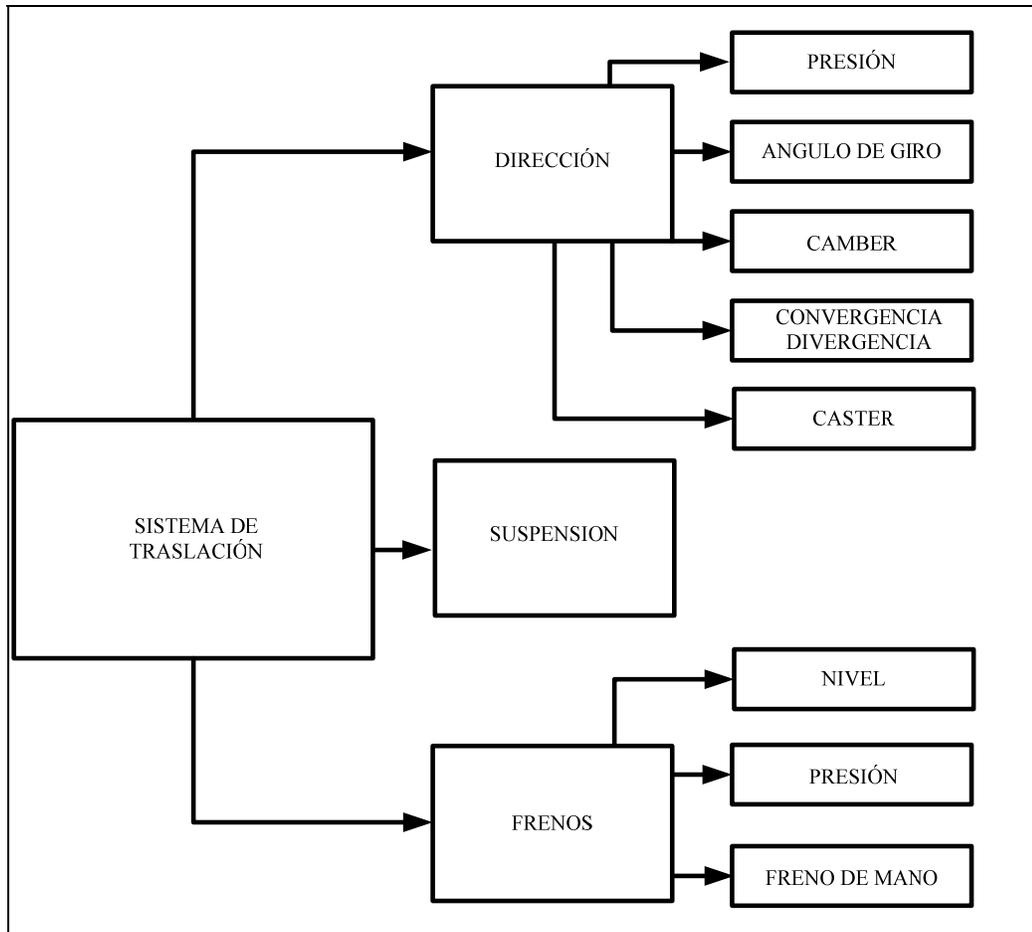


Figura 4.37. Esquema de los Datos a Visualizar
FUENTE: Los Autores

4.3.1. Presión Sistema de Frenos

Para determinar la presión existente en el sistema de frenos necesitamos instalar un sensor de alta presión en las cañerías del sistema, por lo general la presión en el sistema no pasa los 200 bares. El sensor de alta presión funciona mediante la deformación de una membrana que actúa sobre un elemento piezorresistivo que con el suministro de energía auxiliar, la presión existente en su aplicación se convertirá en una salida eléctrica estandarizada, esta señal eléctrica cambia de forma proporcional respecto de la presión y puede ser evaluada respectivamente. El sensor a utilizar dispone de cinco pines de conexión, de los cuales para este proyecto usaremos tres de ellos, dos que son para alimentación 12v y masa y uno para la señal de salida. La señal de salida es de tipo analógico y varía de 4 a 20mA según varíe la presión. Los conectores son los siguientes:

- L+ Conexión de alimentación positiva
- M Conexión de alimentación negativa
- Q1 Punto de conmutación 1
- Q2 Punto de conmutación 2
- C/Q1 Comunicación/ punto de conmutación 1
- QA Conexión de medición positiva

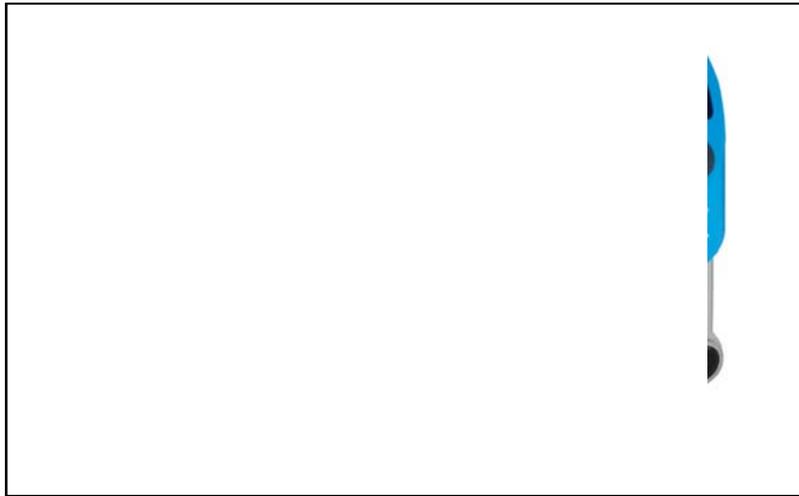


Figura 4.38. Esquema de conectores del sensor de presión
FUENTE: Transductor presion.pdf



Fotografía 4.9. Montaje del sensor de presión del freno
FUENTE: Los Autores

La señal de salida de estos sensores de alta presión, son del tipo analógica y su curva es como se indicara en los anexos referente a los sensores de alta presión SICK, el diagrama de bloques es el que se muestra a continuación.

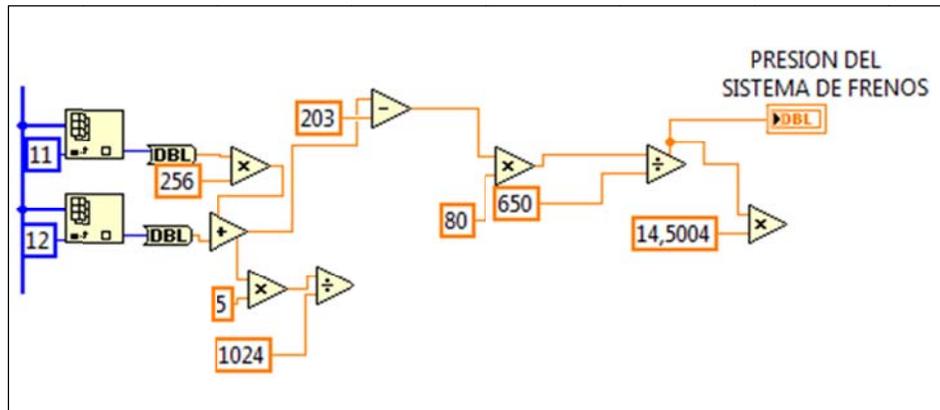


Figura 4.39. Diagrama de bloques presión de frenado
FUENTE: Los Autores

Puesto que la señal que visualiza la pantalla del sensor indica en bares, también podemos visualizar en psi que es una medida de presión con la que estamos familiarizados, por ello hay que realizar conversiones que multiplicamos y dividimos por factores como vemos en el diagrama de bloques.

La visualización en Labview la tendremos en Bares para poder comparar con la pantalla del sensor de presión.

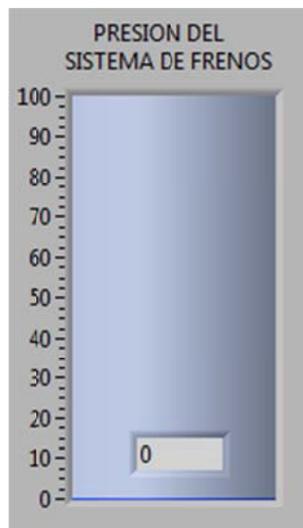


Figura 4.40. Visualización indicador presión de frenado (sin pisar pedal freno)
FUENTE: Los Autores

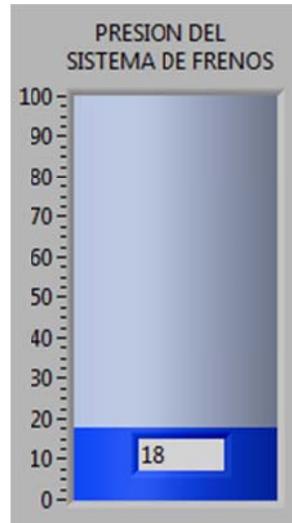


Figura 4.41. Visualización indicador presión de frenado (pisado pedal freno)
FUENTE: Los Autores

4.3.2. Nivel de Líquido de Frenos

Este sensor consiste en un flotador ubicado en el depósito del líquido de frenos, con un contacto eléctrico en su parte inferior, cuando el nivel está en mínimo el flotador desciende y hace contacto con el indicador de nivel mínimo enviando la señal de tipo digital al procesador.



Fotografía 4.10. Sensor de nivel del líquido de freno
FUENTE: Los Autores

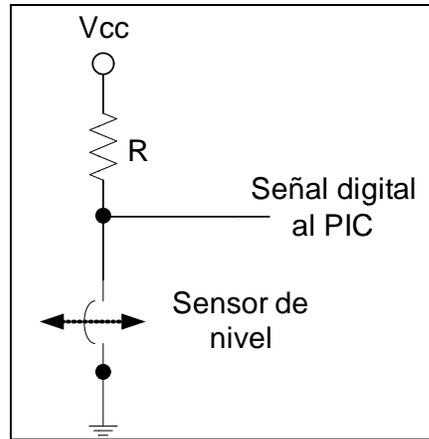


Figura 4.42. Esquema de conexión del sensor de nivel mínimo
FUENTE: Los Autores

La señal de este pulsante llega al PIC16F884 en una de sus entradas digitales, de tal manera que cuando el nivel de líquido de frenos este bajo, este enviara una señal de 5Vcc que encenderá un indicador luminoso, como suele suceder en los automóviles. El diagrama de bloques se muestra a continuación.

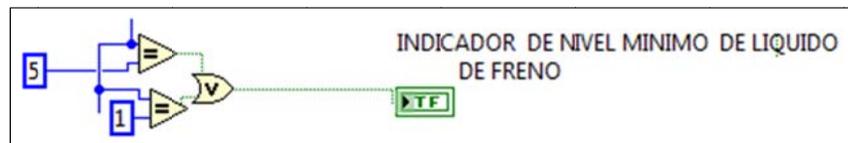


Figura 4.43. Diagrama de bloques de indicador de nivel mínimo líquido frenos
FUENTE: Los Autores

La visualización es del tipo de encendido_apagado para darnos en cuenta que el nivel es bajo.

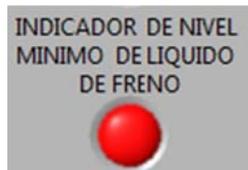


Figura 4.44. Visualización indicador de nivel mínimo líquido de freno
FUENTE: Los Autores

4.3.3. Indicador de Freno de Mano

Para indicar si el freno de mano está activado hemos instalado un contacto tipo pulsante en la palanca de forma que envié una señal digital al procesador en caso de activarse.



Fotografía 4.11. Sensor de freno de mano
FUENTE: Los Autores

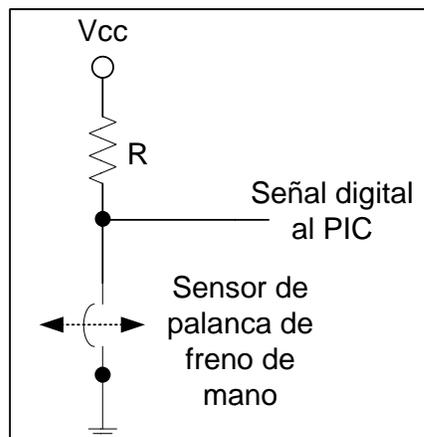


Figura 4.45. Esquema de conexión del sensor de freno de mano
FUENTE: Los Autores

De igual manera como en el anterior caso, tenemos una señal digital mediante el cual llega una señal al pic un voltaje de 0Vcc o 5Vcc, es decir encendido o apagado, el diagrama de bloques similar al anterior.



Figura 4.46. Visualización indicador de freno de mano
FUENTE: Los Autores

4.3.4. Presión de la Dirección

El sensor para determinar la presión del sistema de dirección es igual al que usamos en el sistema de frenos, el tipo y la conexión es igual.



Fotografía 4.12. Sensor de presión de la dirección
FUENTE: Los Autores

Para el circuito de dirección utilizamos el mismo sensor que utilizamos para el circuito de frenos, la diferencia es que existe menor presión comparada con la presión de frenado.

Su configuración en el diagrama de bloques es similar al diagrama para la presión de frenado.

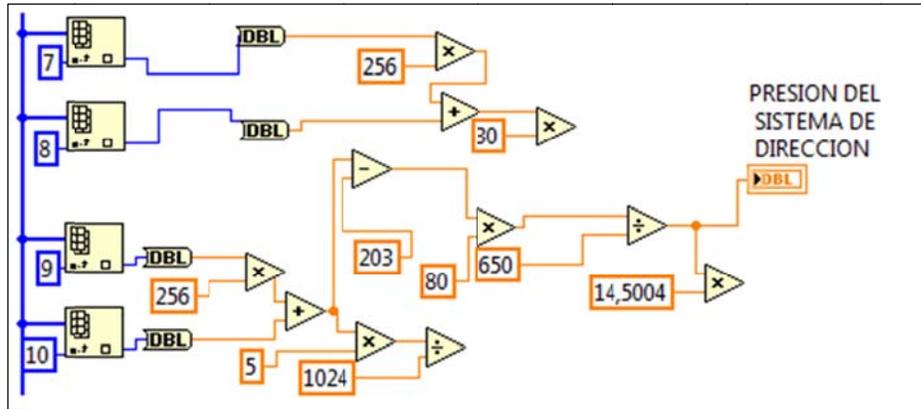


Figura 4.47. Diagrama de bloques de presión del sistema de dirección
FUENTE: Los Autores

En este caso se producen picos de presión cuando se llega a girar la dirección hasta que llegue al tope la cremallera sea al lado izquierdo o derecho, pero la presión está dentro del rango de medición del sensor SICK. La visualización es la que tenemos a continuación.

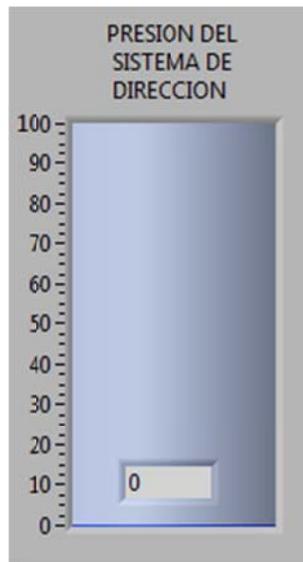


Figura 4.48. Visualización indicador de presión sistema de dirección posición apagado
FUENTE: Los Autores

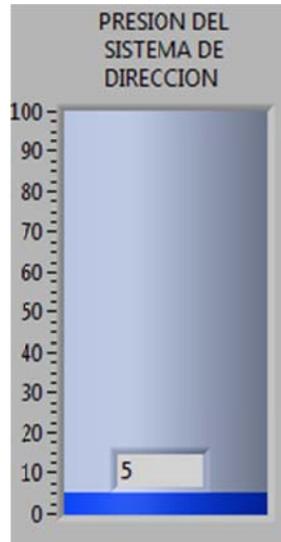


Figura 4.49. Visualización indicador de presión sistema de dirección posición encendido
FUENTE: Los Autores

4.3.5. Ángulo de Giro de la Dirección

Para determinar el ángulo de giro de la dirección hemos adaptado un medidor de desplazamiento tipo potenciómetro cuyo pivote se desplazara solidario a la barra de la cremallera, obteniendo una señal analógica de variación de resistencia que será enviada al PIC y según el movimiento de la barra a se calculara el ángulo.



Fotografía 4.13. Sensor de ángulo de giro
FUENTE: Los Autores

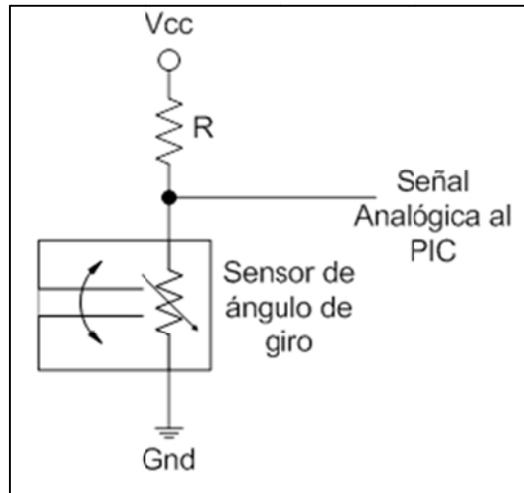


Figura 4.50. Esquema de conexión del sensor de ángulo de giro
FUENTE: Los Autores

El sensor utilizado da una señal analógica, del tipo lineal la cual ingresa a uno de los puertos o entradas analógicas del PIC16F884, en este caso para tomar datos de la posición de la dirección es necesario colocar el volante en posición central de tal manera que las ruedas estén alineadas o rectas, la medida de voltaje que nos da en ese momento es nuestro 0° , si desplazamos el volante para el lado izquierdo y derecho, el sensor nos indicara diferencias de voltaje que son útiles para configurar en Labview que el indicador se ubique hacia la izquierda o derecha según se gire el volante. El diagrama de bloques es el siguiente:

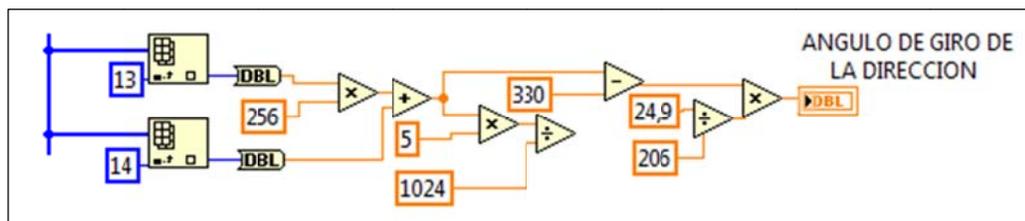


Figura 4.51. Diagrama de bloques de indicador de ángulo de giro de la dirección
FUENTE: Los Autores



Figura 4.52. Visualización indicador ángulo de giro de la dirección
FUENTE: Los Autores



Figura 4.53. Visualización indicador ángulo de giro de la dirección moviendo la dirección a la derecha
FUENTE: Los Autores

4.3.6. Ángulos de la rueda

Los ángulos de la rueda a visualizar son: Camber o ángulo de caída, Caster o avance, ángulos de convergencia divergencia, para ello utilizaremos potenciómetros del tipo lineal y potenciómetro de giro, los cuales varían el voltaje según se desplace o se gire el mismo.

4.3.6.1 Convergencia y Divergencia.

Como sabemos este ángulo se mide a partir de las distancias existentes entre la ruedas, una con respecto a otra. Pero como conocemos, para calibrar estas, disponemos de girar la tuerca de la terminal, para desplazar el terminal y hacer girar

el neumático sea a la izquierda o la derecha. Si hacemos girar el neumático podemos darnos cuenta que este gira junto al amortiguador, por ello que aprovechando este comportamiento mecánico, colocamos un potenciómetro del tipo giratorio para que este gire según rote la rueda sea a la izquierda o la derecha, así obtenemos un cambio de voltaje al girar el amortiguador. El potenciómetro está ubicado en la extensión del vástago del amortiguador como vemos en la siguiente fotografía.



Fotografía 4.14. Sensor de ángulo de convergencia divergencia
FUENTE: Los Autores

Para las pruebas tomaremos mediciones en posición del neumático, tomamos un 0° de referencia en el potenciómetro con respecto a la rueda, y tomamos medidas cada 0,5° sea a la izquierda o la derecha del neumático, con estos datos visualizamos en Labview mediante el siguiente diagrama de bloques.

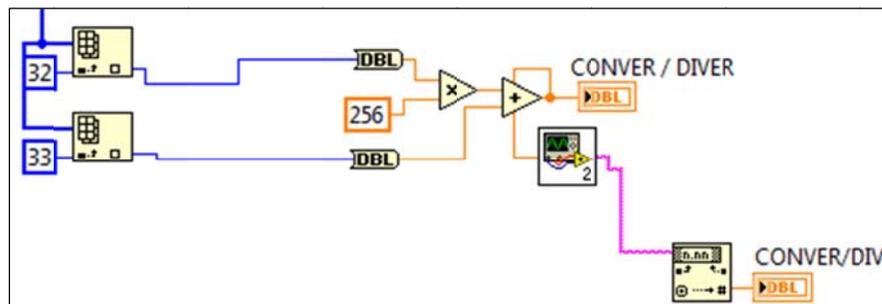


Figura 4.54. Diagrama de bloques de indicador de ángulo de convergencia divergencia
FUENTE: Los Autores

La visualización de este ángulo es el siguiente.

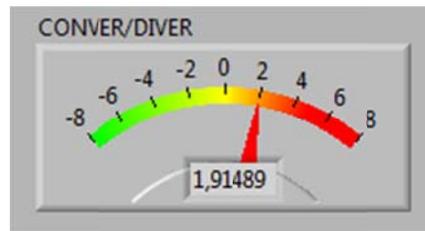


Figura 4.55. Visualización indicador ángulo convergencia negativa
FUENTE: Los Autores

4.3.6.2 CAMBER.

Este ángulo es la caída de la rueda, para ello nos basamos en los mecanismos que se utiliza para modificar la caída de las ruedas, en este caso para obtener la caída del neumático lo hacemos desplazando el amortiguador hacia los lados de la rueda de tal manera que obtenemos la caída positiva o negativa de la rueda.

El mecanismo del amortiguador descrito en el capítulo 3, cumple la función de desplazar una distancia x hacia la izquierda o derecha, esto lo hacemos girando el tornillo que empuja al amortiguador hacia un lado, como el amortiguador esta solidario a la rueda conseguimos que la rueda tenga caída positiva o negativa, la distancia que se mueve el amortiguador en el mecanismo es de 3,5cm.

Para poner en 0° la rueda tomamos un nivel, nos fijamos que el amortiguador este en el centro del mecanismo es decir a una distancia 1,75cm, con esto tenemos una distancia x y formamos un triángulo rectángulo el cual nos permite calcular el ángulo de la rueda según el desplazamiento del tornillo que empuja el amortiguador, como vemos en la siguiente fotografía.



Fotografía 4.15. Sensor de ángulo CAMBER

FUENTE: Los Autores

El potenciómetro lineal está ubicado en el mecanismo solidario a la tuerca deslizante que sujeta el tornillo, como se muestra en la fotografía, de modo que cuando se mueva el amortiguador para cambiar el Caster, este no afecte a la medida del Camber.

El diagrama de bloques es el siguiente

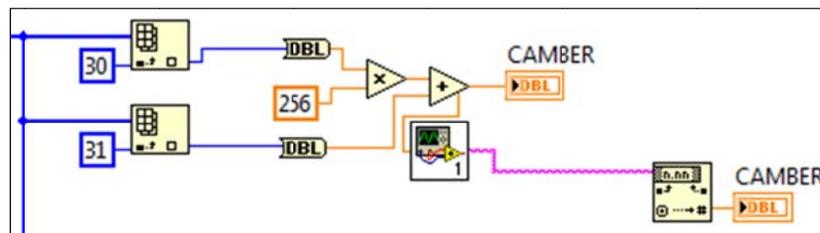


Figura 4.56. Diagrama de bloques de indicador de ángulo Camber

FUENTE: Los Autores

A medida que giremos el tornillo sea en dirección horario o anti horario, desplazamos el potenciómetro lineal una distancia, que representa una variación de ángulo, y este a su vez nos marcara un diferencial de voltaje, que será visualizado en Labview, para esto se tomamos medidas por cada $0,5^\circ$ de variación

Este ángulo visualizamos utilizando un indicador de Labview que nos muestra una escala de -2° a 2° con intervalos de $0,5^\circ$ como se muestra a continuación.

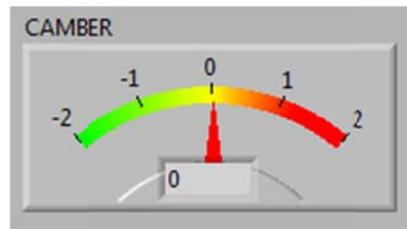


Figura 4.57. Visualización indicador Camber 0°

FUENTE: Los Autores

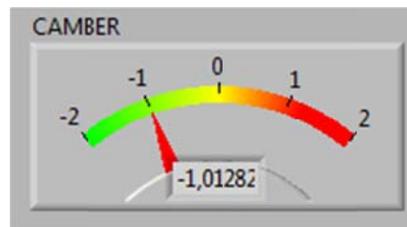


Figura 4.58. Visualización indicador Camber $-1,01282^\circ$

FUENTE: Los Autores

4.3.6.3 CASTER

El sensor a utilizar para medir el ángulo Caster o de avance, es el mismo utilizado en el ángulo anterior, puesto que es el adecuado para este fin. En este caso vamos a desplazar el amortiguador por delante de la vertical del neumático o por detrás.

De igual manera tenemos que ubicar el mecanismo que nos de 0° , es decir alineamos el eje del amortiguador con la vertical del neumático, y procedemos a medir la longitud del amortiguador que será un cateto, y la distancia de los agujeros en el mecanismo que es de 3,5cm, si tomamos la mitad es decir 1,75cm que sería la medida del otro cateto, mediante geometría obtengo el ángulo de nuestro mecanismo.



Fotografía 4.16. Sensor de ángulo CASTER
FUENTE: Los Autores

Como hicimos en el caso anterior por cada distancia x que recorra el amortiguador le corresponderá un determinado ángulo y de hecho un diferencial de voltaje, con esto obtenemos medidas por cada cierto ángulo, y mediante Labview podemos visualizar, para ello tenemos el siguiente diagrama de bloques.



Figura 4.59. Diagrama de bloques de indicador de ángulo Caster
FUENTE: Los Autores

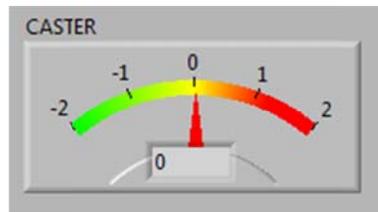


Figura 4.60. Visualización indicador Caster 0°
FUENTE: Los Autores

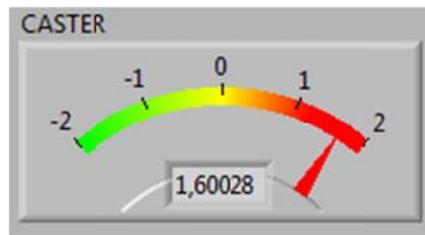


Figura 4.61. Visualización indicador Caster 1,6°
FUENTE: Los Autores

4.4. Sistema de Adquisición de Datos

Para adquirir los datos, utilizamos sensores para medir los distintos parámetros de funcionamiento del banco didáctico como son temperatura, presión, posición y velocidad. El tipo de señal adquirido por los sensores son del tipo analógico y digital, puesto que la alimentación se la realiza desde la batería tenemos un voltaje de 12 Vcc, pero como vamos a utilizar un PIC es necesario conocer cuántas entradas de señal analógicas y digitales tenemos, y el rango de voltaje a manejar es de 5Vcc, por ello la variación de la señal analógica y digital va de 0 a 5Vcc, para no dañar el PIC, a continuación mostramos la siguiente tabla.

TREN DE FUERZA MOTRIZ			
Temperatura	Analógico	Cable	1,3 V a 3,5V
Presión de aceite	Analógico	Cable	0 a 5V
Indicador presión aceite	Digital	Cable	4 a 4,5V
Aceleración	Analógico	Cable	2,3 a 4,1
RPM	Digital	Cable	0 a 5V
Indicador carga alternador	Digital	Cable	0 a 12V
Primera marcha	Digital	Cable	0 a 5V
Segunda Marcha	Digital	Cable	0 a 5V
Tercera marcha	Digital	Cable	0 a 5V
Cuarta marcha	Digital	Cable	0 a 5V
Quinta marcha	Digital	Cable	0 a 5V
Retro	Digital	Cable	0 a 5V
RPM eje 1	Digital	Cable	0 a 5V
RPM eje 2	Digital	Cable	0 a 5V
Nivel de combustible	Analógico	Cable	1,5 a 4,3V
SISTEMA DE TRASLACION			
Presión frenos	Analógico	Cable	0 a 20 mA
Presión dirección	Analógico	Cable	0 a 20 mA
Nivel mínimo liquido frenos	Digital	Cable	0 a 5V
Indicador freno de mano	Digital	Cable	0 a 5V
Angulo de giro ruedas	Analógico	Cable	0,4 a 4,7V
Camber	Analógica	Cable	0 a 5V
Caster	Analógica	Cable	0 a 5V
Convergencia, divergencia	Analógica	Cable	2,1 a 3,8V

Tabla 4.2 Datos de medición rangos de voltaje a cada sensor

FUENTE: Los Autores

Para la realización de nuestro circuito, en donde se van a procesar las señales de los sensores, necesitamos cuatro tarjetas o módulos, uno principal en el que va un PIC con suficientes entradas analógicas y digitales de acuerdo a lo requerido y tres restantes que tienen microprocesadores de menor capacidad y que utilizaremos para medir exclusivamente revoluciones de los ejes y rpm del motor, con ello mandamos una señal procesada al Pic principal, para evitar saturación del mismo, El microprocesador que usaremos en este proyecto es el PIC16F884A, este envía señal a la PC mediante comunicación del tipo serial. A continuación tenemos un esquema que nos ilustra la disposición de las tarjetas con sus entradas para señales analógicas y digitales, de acuerdo de nuestra necesidad

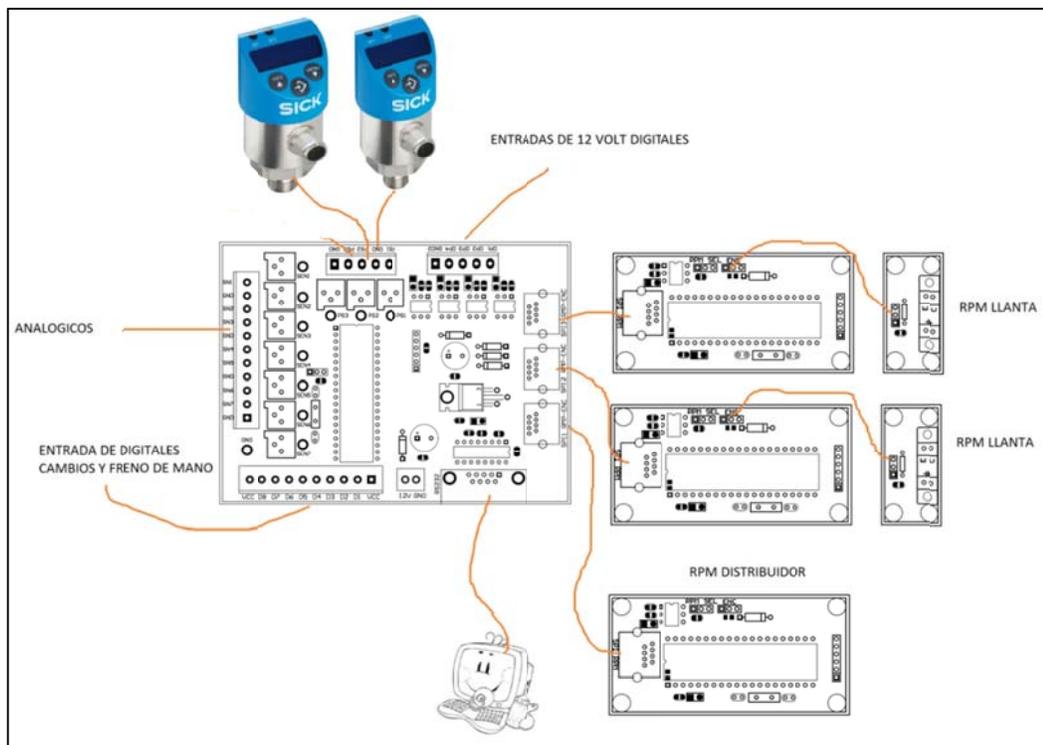
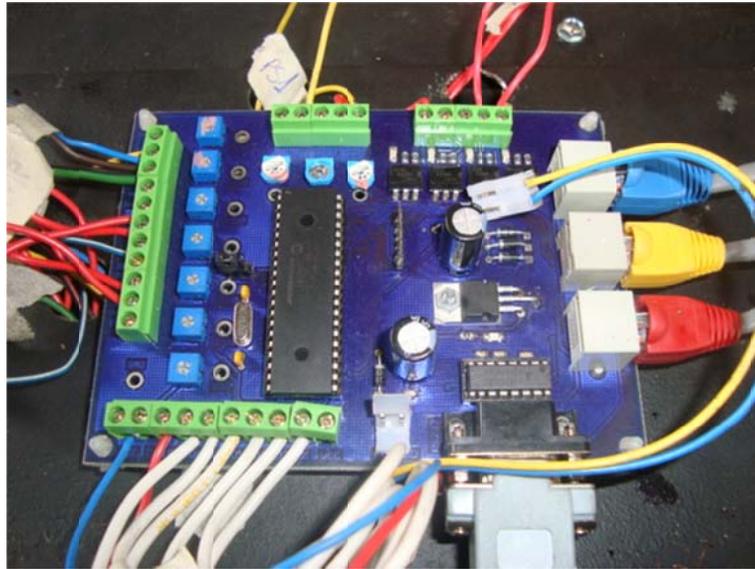


Figura 4.62. Esquema de conexión de las tarjetas
FUENTE: Los Autores

En el esquema tenemos cuatro tarjetas en las que consta una principal a donde llegan todas las señales sean analógicas o digitales las cuales son procesadas por el PIC principal 16F884A y las tres restantes que son del tipo 16F819 que nos miden revoluciones del motor y de los ejes respectivamente.

La programación de estos PICS se muestra en los anexos, al igual que las conexiones en las tarjetas



Fotografía 4.17. Tarjeta principal
FUENTE: Los Autores

Como ya lo mencionamos el microprocesador a utilizar es 16F884A de Microchip debido a que satisface nuestras necesidades en cuanto a cantidad de entradas analógicas, digitales, además de su fiabilidad, facilidad de manejo y programación, bajo costo, etc., a continuación presentamos sus características principales y diagrama de pines. En anexos se puede encontrar la hoja de datos completa.

- 40 pines
- 35 entradas IO
- 14 entradas analógica
- 35 instrucciones
- Oscilador de 20MHz
- Ciclo de instrucciones de 200ns

Las conexiones del sistema se muestran en la lámina siguiente y la programación de los microprocesadores, el lenguaje ensamblador, el diseño de las placas se muestra por completo en los anexos.

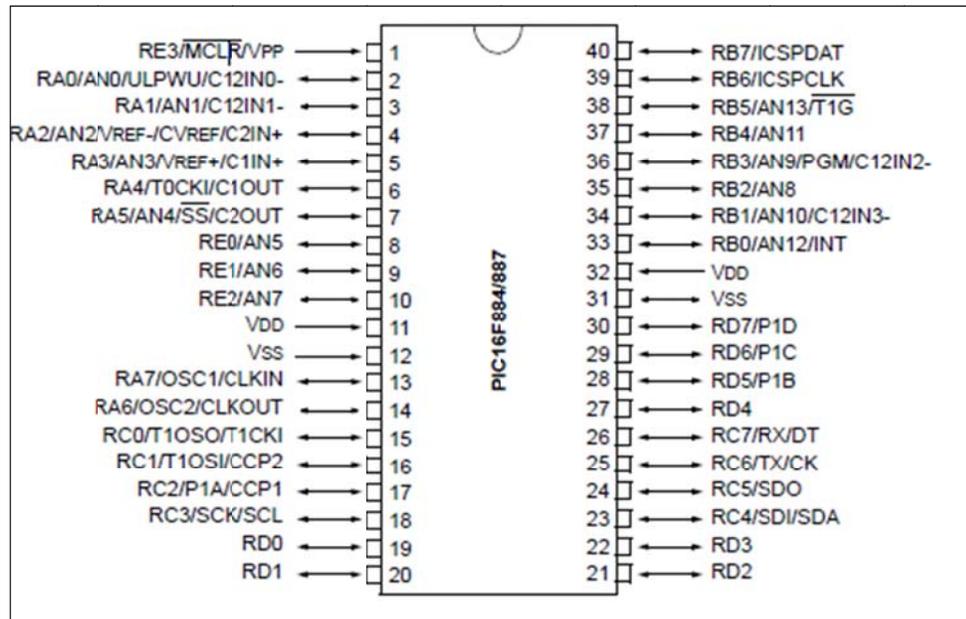


Figura 4.63. Esquema de pines del PIC 16F884A
FUENTE: www.microchip.com

4.5. Visualización de Datos

La visualización de datos procedentes de los distintos sensores que nos dan ya sea señal analógica o digital una vez procesados en el PIC se comunican con la PC y son serán presentados en el programa LABVIEW, que es una herramienta muy útil a la hora de visualizar datos, en nuestro caso vamos a mostrar algo similar a lo que veríamos en un tablero automotriz, es decir: revoluciones del motor, velocidad (km/h), temperatura del motor, etc.

Adicional a esto mostraremos la presión existente en el sistema de frenos y dirección hidráulica, revoluciones en los ejes y el resto de parámetros de funcionamiento descritos anteriormente, por ello utilizaremos tres ventanas puesto que el programa no nos permite visualizar tantos datos.

Labview es una herramienta de programación gráfica, que permite el desarrollo, control y diseño de aplicaciones mediante el uso de bloques que tienen unas funciones determinadas. La primera versión del programa fue puesta a la venta en el año 1986, desarrollada por la empresa Nacional Instruments. En un principio,

únicamente se desarrolló para plataformas MAC, pero en versiones posteriores se implementó para su uso en otras plataformas, como Windows, UNIX y Linux. Desde la primera versión de programa, hasta la última versión del mismo se han realizado multitud de mejoras, adaptándolo especialmente a las nuevas tecnologías y estándares surgidos desde entonces. La primera versión fue llamada LabVIEW 1.0, mientras que la última versión que ha aparecido, es la LabVIEW 9.0, que se puede ejecutar perfectamente en el sistema operativo Windows Vista y es el que usaremos en nuestro proyecto.

La principal ventaja de LabVIEW es su gran capacidad para integrarse con multitud de dispositivos hardware, independientemente del fabricante del mismo. Además, otra característica muy importante, es que gracias a que es un software basado en herramientas gráficas, hace que su utilización se realice de una forma más versátil, y que su aprendizaje sea de forma gradual, adquiriendo nuevos conocimientos del programa, para poder realizar aplicaciones muy sencillas.

Otras funciones que permite la aplicación son las detalladas a continuación:

- Adquisición de datos y análisis matemático
- Automatización industrial y programación de PAC's
- Diseño de controladores
- Diseño embebido de micros y chips
- Control y supervisión de procesos
- Visión artificial y control de movimiento
- Robótica
- Domótica

A continuación tenemos las ventanas de visualización de los parámetros de funcionamiento del banco didáctico funcional, estas consta de tres ventanas una principal en donde se visualiza los parámetros que normalmente veríamos en un automóvil, como muestra la siguiente figura 4.64

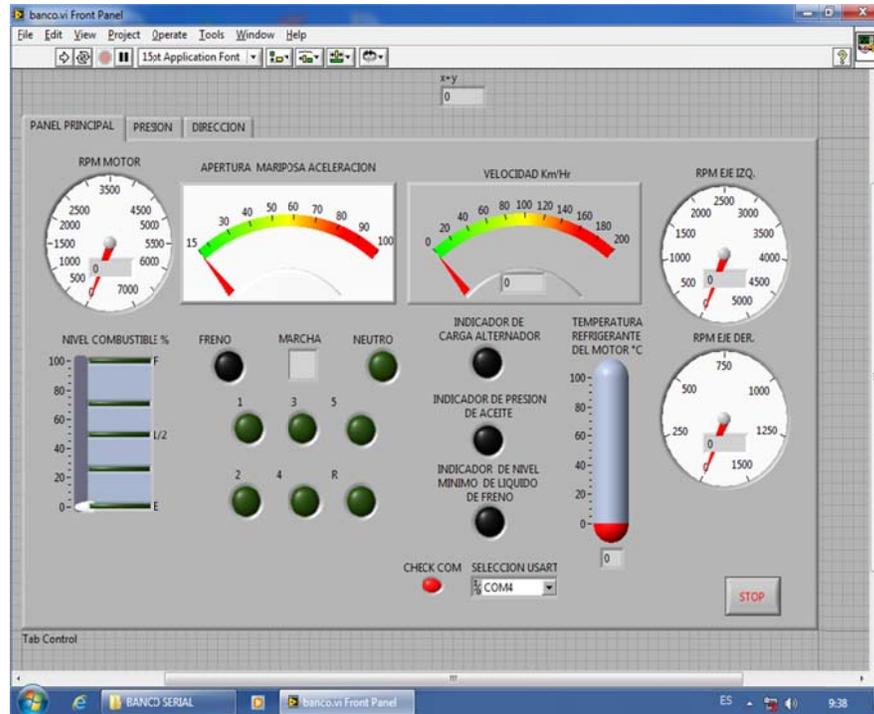


Figura 4.64. Visualización de datos Panel principal
FUENTE: LABVIEW

La siguiente ventana muestra las presiones existentes en el banco didáctico como son presión de frenado, presión en el sistema de dirección hidráulica y la presión de aceite en el sistema de lubricación del motor.

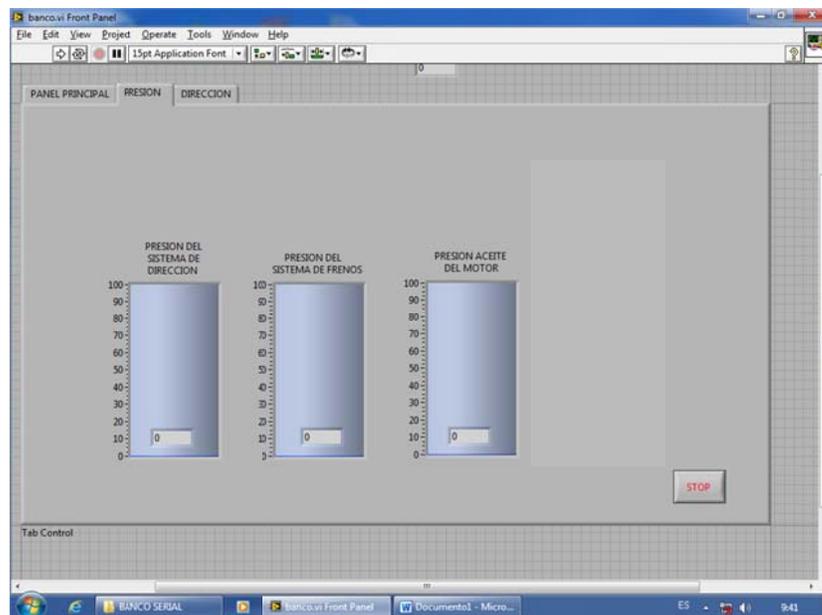


Figura 4.65. Visualización de datos de Presión
FUENTE: Los Autores

Y por último tenemos la ventana que visualiza los ángulos de la dirección, incluido la posición que toman las ruedas al girar el volante.

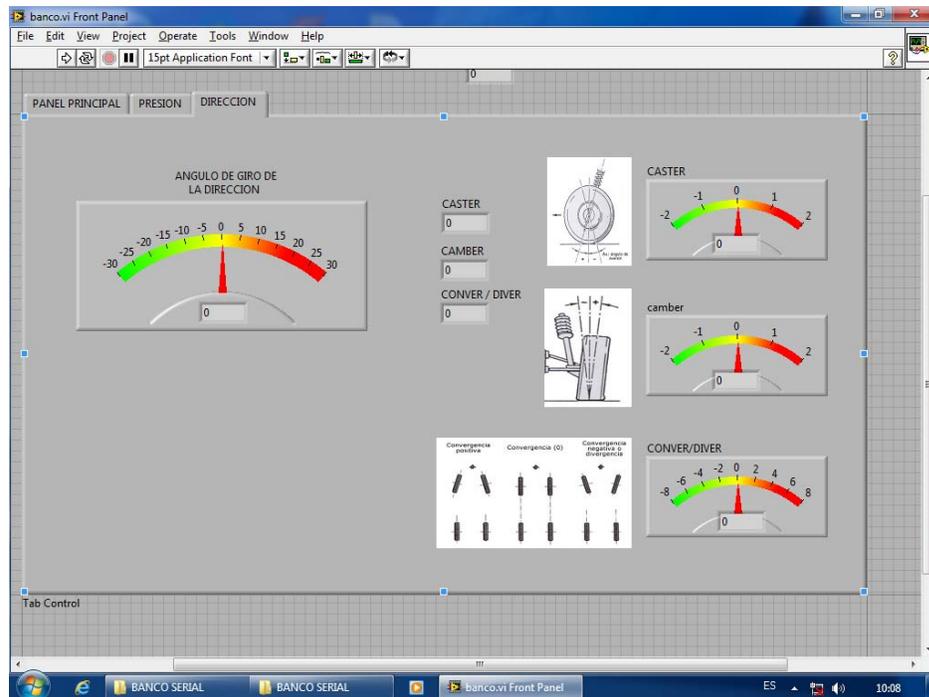


Figura 4.66. Visualización de datos Dirección
FUENTE: Los Autores

Los datos que entran a la PC son de tipo digital binario y el software nos permite realizar conversiones matemáticas para mostrar las magnitudes de los parámetros de funcionamiento como son: rpm, volt, bar o psi, grados centígrados, etc. En el caso de las señales analógicas determinamos la ecuación de la curva, para esto realizamos varias mediciones con el multímetro e instrumentos como termocupla para el caso de temperatura, medidor de presión de fluidos.

La programación en LABVIEW se muestra por completo en los anexos.

Para comprobar el funcionamiento del banco didáctico funcional con la visualización de los parámetros de funcionamiento descritos anteriormente, procedemos hacer correr el programa, colocando en SELECCIÓN USART la opción COM1, enseguida nos da los datos que vemos a continuación cuando ubicamos la llave de encendido en la posición ON.

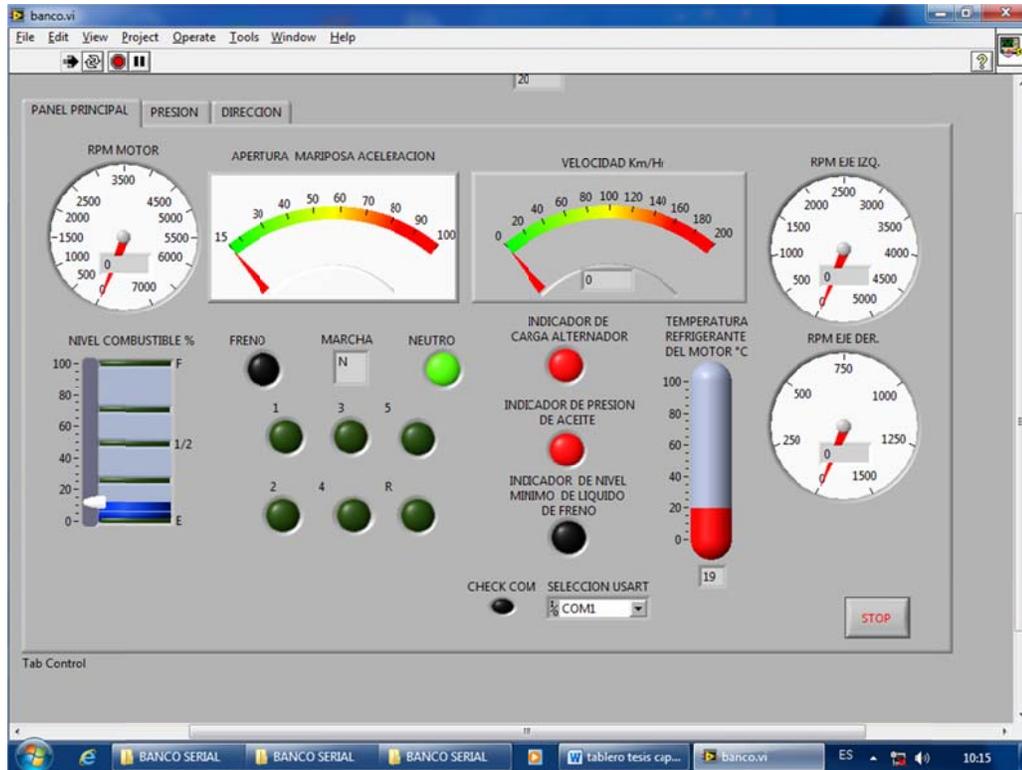


Figura 4.67. Visualización de datos Panel principal (switch ON)
FUENTE: Los Autores

Como vemos nos indica el nivel de combustible, la posición en Neutro, los indicadores de carga del alternador y presión de aceite encendidos, la temperatura ambiente, como vemos tradicionalmente en un tablero de automóvil.

A continuación procedemos a encender el motor, en la posición START de la llave, en ese instante se visualiza los parámetros del motor encendido, podemos hacer pruebas imprimiendo aceleración al motor, y si damos marcha a los ejes nos visualizara las rpms en los ejes, como se muestra.

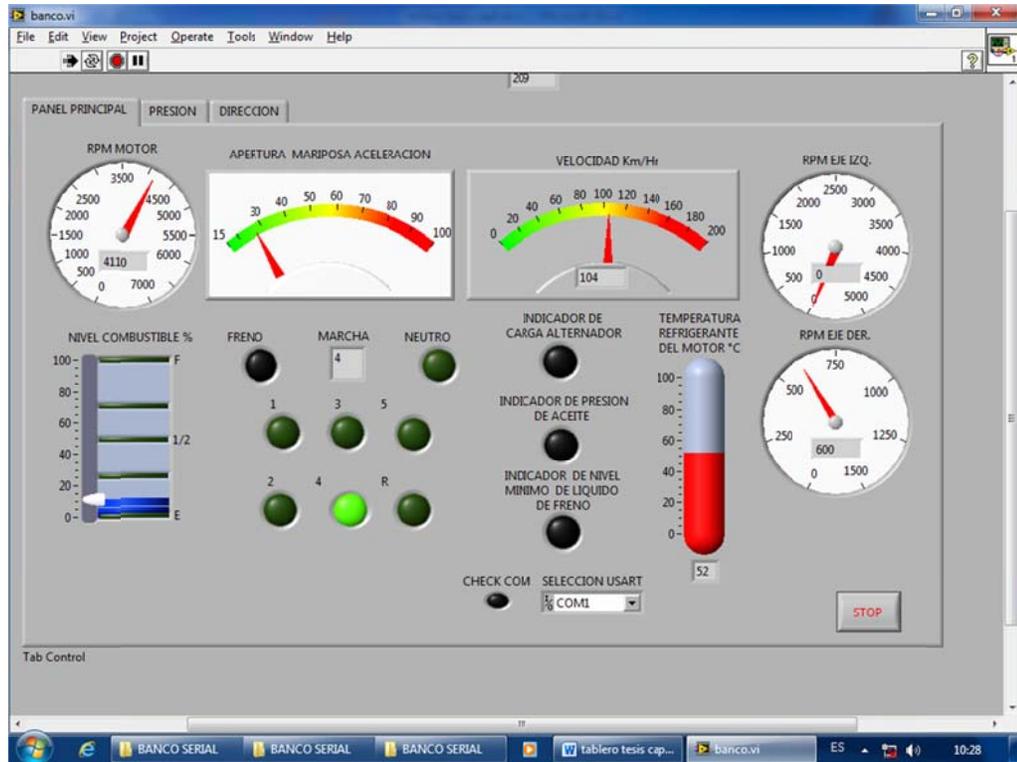


Figura 4.68. Visualización de datos Panel principal (switch START)
FUENTE: Los Autores

Una vez encendido el motor nos podemos dar en cuenta que las señales son visualizadas en este panel principal, nos indica el nivel de combustible, la temperatura, la posición de los cambios, y en este caso están apagados los indicadores de carga del alternador y el indicador de la presión del aceite del motor.

El velocímetro marca de acuerdo a las revoluciones por minuto del motor y la posición del cambio, en el caso de que este en neutro la posición del cambio, pues visualizara 0 km/h.

De la misma manera damos un clic en el menú presión y observaremos las presiones que existen en nuestro banco didáctico funcional, es decir la presión de frenado, la presión del sistema de dirección y la presión del sistema de lubricación del motor.

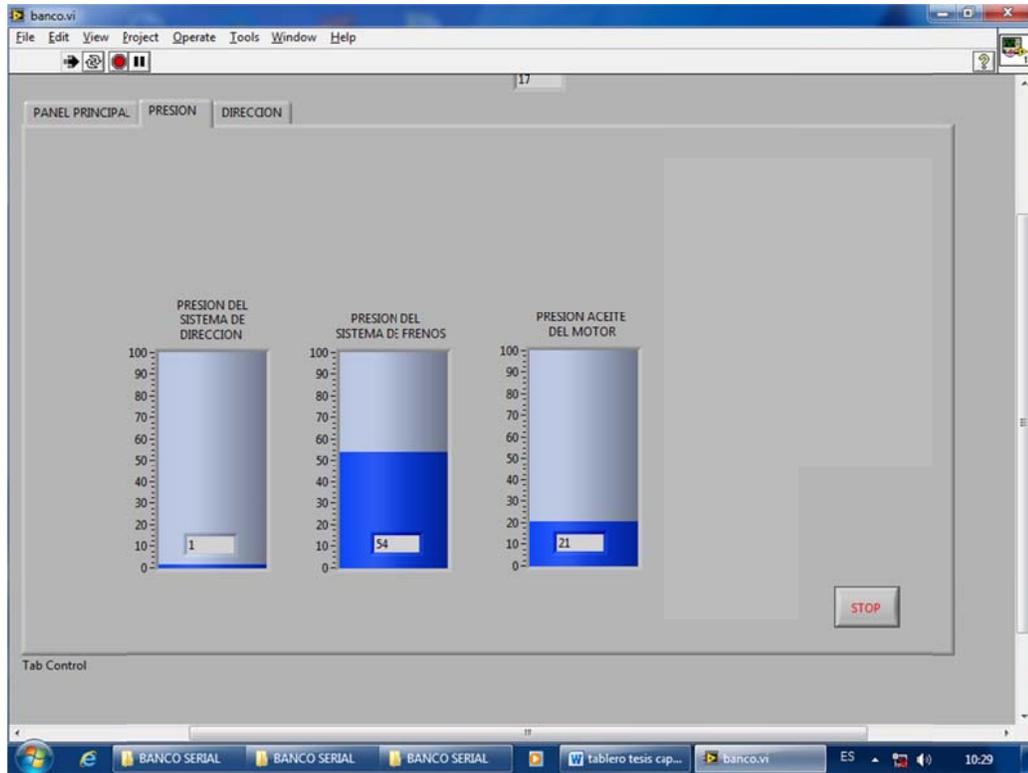


Figura 4.69. Visualización de datos Presión
FUENTE: Los Autores

Es importante indicar que el sistema de dirección tiene picos de presión cuando se gire el volante todo hacia la derecha o izquierda, y podemos visualizar esto en nuestro indicador. Además su presión está en el rango de medición de nuestros sensores de alta presión SICK. La presión en la dirección es menor que la presión en el sistema de frenos.

Y por último tenemos nuestra ventana en la que este visualizado los ángulos de la dirección, en ella encontramos visualizados el ángulo de giro de la dirección, que la obtenemos girando el volante, el Camber, el Caster que lo obtenemos girando los tornillos del mecanismo que desplazan el amortiguador.

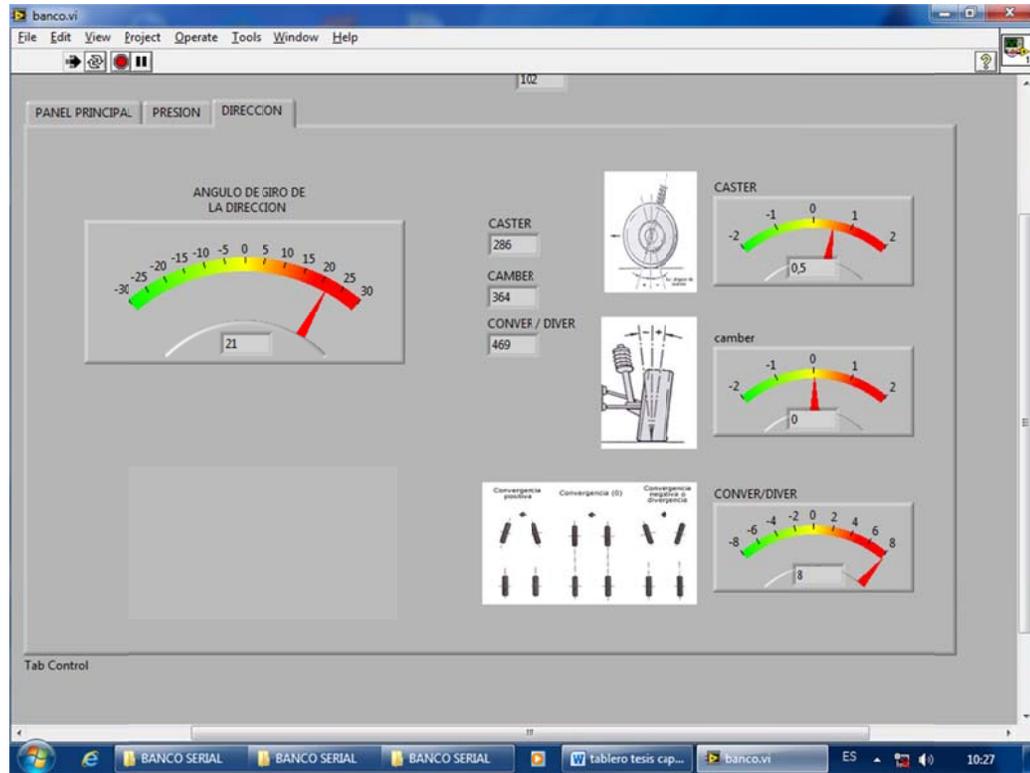


Figura 4.70. Visualización de datos Dirección
FUENTE: Los Autores

En este caso es de mucha ayuda pegar gráficos que representan los ángulos Caster, Camber, convergencia o divergencia para ayudarnos a entender cuál es la disposición del neumático en el banco didáctico funcional.

En esta prueba de medición de los ángulos es necesario que el motor este apagado, pues para modificar la convergencia o divergencia, calibramos desplazando la terminal.

El rango de medición que se muestra en los indicadores de Labview está dispuesto de acuerdo a las limitaciones que tiene nuestro mecanismo.

5. CONCLUSIONES.

Al finalizar el proyecto de grado, concluimos que cada uno de los objetivos planteados se ha cumplido:

- En el primer capítulo se logró rehabilitar todo el tren motriz de manera efectiva, esto es se realizó una reparación íntegra del motor, obteniendo un motor sin emisiones y de respuesta rápida a las exigencias de régimen de giro del motor, inspeccionamos verificamos y rehabilitamos la caja de velocidades, consiguiendo con ello un perfecto funcionamiento de la misma, a más de conocer sus relaciones de transmisión en cada marcha que nos será de mucha ayuda para visualizar la velocidad lineal, adaptamos todos los mecanismos y dispositivos electrónicos (sensores), los cuales fueron de vital importancia para el correcto funcionamiento del banco funcional.
- Así mismo en el sistema de traslación se desarrolló todas las comprobaciones y sus respectivas calibraciones, mediante cálculo matemático determinamos todos los datos necesarios como la presión de frenado la misma que es necesaria, para la adquisición del sensor de presión. Lo que se obtuvo de la rehabilitación del sistema de traslación fue el buen funcionamiento mecánico de los mismos, como es el caso del sistema de frenos, dirección y suspensión.
- Mediante la utilización de un software de simulación, se diseñó la estructura del banco funcional, factores como el peso la distribución y el material los elementos que conforman el banco fueron indispensables para la elección del perfil y el material adecuado para la estructura. La deformación, el factor de seguridad y los esfuerzos que va soportar la estructura están dentro del rango permisible, para que la misma no fracase. Con ello se logró construir una estructura sólida capaz de soportar el peso de los componentes de nuestro banco didáctico a más de alojar todos sus componentes.
- Una vez construido la estructura procedimos a realizar el montaje de todos los componentes y a distribuirlos conforme están ubicados en un automóvil con tracción delantera. Una vez realizado esto nos disponemos a colocar los

mecanismos que harán posible el funcionamiento de los sensores y a colocar estos en el tren de fuerza motriz y sistemas de traslación, obteniendo las señales de los parámetros descritos en los capítulos anteriores, todas las señales las visualizamos en un multímetro por el momento, con esto nos damos cuenta que varían las señales las cuales van a ser acondicionadas en una tarjeta para que un PIC 16F884A establezca comunicación del tipo serial con una PC y mediante un programa LABVIEW visualice en un monitor los parámetros de funcionamiento consiguiendo así la visualización de los parámetros de funcionamiento como se planteó en este producto de grado que fue el visualizar los parámetros de funcionamiento del tren de fuerza motriz y sistemas de traslación.

6. RECOMENDACIONES.

Para el correcto funcionamiento de nuestro banco didáctico funcional es imprescindible tener en cuenta las siguientes recomendaciones.

Para encender el motor es importante considerar los pasos a seguir como la posición del cambio en neutro para obtener un arranque del motor suave. En nuestro tablero de control disponemos de pulsantes y una llave para encender el motor, este switch de encendido tiene tres posiciones OFF, ON Y START, colocamos en START y encendemos nuestro motor. Existe además un pulsante de encendido del sistema eléctrico que alimenta a nuestros sensores, nos daremos cuenta de esto por la iluminación en los leds de nuestra tarjeta, al igual que el encendido de los sensores de presión.

Para visualizar el funcionamiento del banco, procedemos a prender el computador, abrimos un icono llamado banco didáctico en la pantalla de Windows, esta nos mostrara el panel principal con los parámetros de funcionamiento.

Tenemos que tomar en cuenta aspectos de seguridad como la seguridad integral del usuario, así como también la del banco, de esta manera garantizamos su funcionalidad y alargamos la vida útil del mismo.

7. BIBLIOGRAFÍA.

- ALONSO J. M., *Técnicas del Automóvil-Motores*, Editorial Paraninfo, España, Décima Edición, 2000.
- BEER, Ferdinand P. y JOHNSTON, E. Russell, *Mecánica de Materiales*, Tercera Edición, Mc Graw-Hill Interamericana, México, 2004.
- MARTINEZ, Gil, *Manual del automóvil*, Edición 2002, Cultural SA, España 2002.
- Autodata 3.18, 2006
- TOYOTA MOTOR, *Manual del Taller Terce*, Edición 2002.
- REYES, Carlos, *Microcontroladores PIC*, Segunda Edición, 2004.
- www.mecanicavirtual.org
- www.ni.com/pdf/manuals/320998a.pdf
- ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/35007b.pdf

8. ANEXOS.

- **Lenguaje programación PIC 16F884 principal**

```

#define clk1    PORTC.F0
#define clk2    PORTC.F1
#define clk3    PORTB.F6
#define seg1    PORTC.F2
#define seg2    PORTC.F3
#define seg3    PORTB.F7
#define dataout PORTC.F5
#define datain  PORTC.F4
#define DG1    PORTD.F2
#define DG2    PORTD.F3
#define DG3    PORTD.F1
#define DG4    PORTD.F5
#define DG5    PORTD.F4
#define DG6    PORTD.F5
#define DG7    PORTD.F4
#define DG8    PORTD.F5

#define in1    PORTB.F0
#define in2    PORTB.F3
#define in3    PORTB.F4
#define in4    PORTB.F5

/////////////////////////////////////////////////////////////////
/////////////////////////////////////////////////////////////////
///          DECLARACION DE FUNCIONES
/////////////////////////////////////////////////////////////////
/////////////////////////////////////////////////////////////////

void main (void);
voidconfiguracion(void);
void rpm1(void);
void rpm2(void);
void rpm3(void);
void serial (void);

/////////////////////////////////////////////////////////////////
/////////////////////////////////////////////////////////////////
///          DECLARACION DE VARIABLES
/////////////////////////////////////////////////////////////////
/////////////////////////////////////////////////////////////////

char contador=0;
chardato[18];
char rpm1l=0;
char rpm1h=0;
char rpm2l=0;
char rpm2h=0;
char rpm3l=0;
char rpm3h=0;

```

ELABORACION DE UN BANCO DIDACTICO FUNCIONAL

```
charcasterh=0;
charcasterl=0;
charcamberh=0;
charcamberl=0;
chardiverh=0;
chardiverl=0;

intanalogico[13];
charposi=0;
char receive=0;
////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
///      FUNCION MAIN
////////////////////////////////////
////////////////////////////////////

void main (void)
{
  configuracion();
  while(1)
  {

    rpm1();
    rpm2();
    rpm3();
    posi=0;
    while(posi<=8)
    {
      analogico[posi]=Adc_Read(posi);
      posi++;
    }
    analogico[8]=Adc_Read(10);
    serial();

  }

}

////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
///      PIDE SERIAL
////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
void serial (void){
  intenvia=0;
  char x=0;
  unsigned short i=0;
  char pause=2;
  //total es de 19 bytes.
  if (Usart_Data_Ready())
```

ELABORACION DE UN BANCO DIDACTICO FUNCIONAL

```

        { // If data is received
receive = Usart_Read();
if (receive=='A')
    {
delay_ms(5);
Usart_Write(1); // rpm1 placa
Vdelay_ms(pause);
Usart_Write(rpm2h); // rpm1 placa
Vdelay_ms(pause);
Usart_Write(rpm2l); // rpm1 placa
Vdelay_ms(pause);
Usart_Write(rpm3h); // rpm2 placa
Vdelay_ms(pause);
Usart_Write(rpm3l); // rpm2 placa
Vdelay_ms(pause);
Usart_Write(rpm1h); // rpm3 placa
Vdelay_ms(pause);
Usart_Write(rpm1l); // rpm3 placa
Vdelay_ms(pause);
        x=0;
while(x<=8)
    {
envia=0b1111111100000000&analogico[x];
envia=envia>>8;
Usart_Write(envia);
Vdelay_ms(pause);
envia=0b0000000011111111&analogico[x];
Usart_Write(envia);
Vdelay_ms(pause);
x++;
    } //10 ANALOGICOS 10byte

envia=PORTD;
Usart_Write(envia); // ENTRADAS DIGITALES 1byte
Vdelay_ms(pause);
envia=0;
envia=in1;
envia=envia<<1;
envia=envia|in2;
envia=envia<<1;
envia=envia|in3;
envia=envia<<1;
envia=envia|in4;
Usart_Write(envia); // ENTRADAS digitales de 12v 1byte
Vdelay_ms(pause);
Usart_Write(255); // FIN DE CADENA
Vdelay_ms(pause);
Usart_Write(casterh); // rpm1 placa
Vdelay_ms(pause);
Usart_Write(casterl); // rpm1 placa
Vdelay_ms(pause);
Usart_Write(camberh); // rpm1 placa
Vdelay_ms(pause);
Usart_Write(camberl); // rpm1 placa
Vdelay_ms(pause);
Usart_Write(diverh); // rpm1 placa

```

ELABORACION DE UN BANCO DIDACTICO FUNCIONAL

```
Vdelay_ms(pause);
Usart_Write(diver1);// rpml placa
Vdelay_ms(pause);
receive=0;
    }
}
```

```
return;
}
```

```
////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
///      PIDE RPM1
////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
```

```
void rpml(void)
{
    seg1=1;

    clk1=0;
    contador=0;
    dataout=0;
    while(contador<=15)
    {
        clk1=1;
        delay_us(20);
        dato[contador]=datain;
        clk1=0;
        delay_us(20);
        contador++;
    }
    clk1=0;
    dataout=0;
    seg1=0;
```

```
    rpml1=dato[0]*1+dato[1]*2+dato[2]*4+dato[3]*8+dato[4]*16+dato[
5]*32+dato[6]*64+dato[7]*128;
    rpmlh=dato[8]*1+dato[9]*2+dato[10]*4+dato[11]*8+dato[12]*16+da
to[13]*32+dato[14]*64+dato[15]*128;
    delay_ms(1);
```

```
return;
}
```

```
////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
///      PIDE RPM2
```

ELABORACION DE UN BANCO DIDACTICO FUNCIONAL

```
////////////////////////////////////  
////////////////////////////////////  
void rpm2(void)  
{  
  contador=0;  
  clk2=0;  
  dataout=0;  
  seg2=1;  
  delay_us(20);  
  while(contador<=15)  
  {  
    clk2=1;  
    delay_ms(1);  
    dato[contador]=datain;  
    clk2=0;  
    delay_us(20);  
    contador++;  
  }  
  clk2=0;  
  dataout=0;  
  
  rpm2l=dato[0]*1+dato[1]*2+dato[2]*4+dato[3]*8+dato[4]*16+dato[  
5]*32+dato[6]*64+dato[7]*128;  
  
  rpm2h=dato[8]*1+dato[9]*2+dato[10]*4+dato[11]*8+dato[12]*16+da  
to[13]*32+dato[14]*64+dato[15]*128;  
  delay_ms(1);  
  
  clk2=0;  
  contador=0;  
  dataout=0;  
  while(contador<=15)  
  {  
    clk2=1;  
    delay_us(20);  
    dato[contador]=datain;  
    clk2=0;  
    delay_us(20);  
    contador++;  
  }  
  clk2=0;  
  dataout=0;  
  
  casterl=dato[0]*1+dato[1]*2+dato[2]*4+dato[3]*8+dato[4]*16+dat  
o[5]*32+dato[6]*64+dato[7]*128;  
  casterh=dato[8]*1+dato[9]*2+dato[10]*4+dato[11]*8+dato[12]*16+  
dato[13]*32+dato[14]*64+dato[15]*128;  
  
  delay_ms(1);  
  
  clk2=0;  
  contador=0;  
  dataout=0;  
  while(contador<=15)
```

ELABORACION DE UN BANCO DIDACTICO FUNCIONAL

```
{
    clk2=1;
delay_us(20);
dato[contador]=datain;
    clk2=0;
delay_us(20);
contador++;
}
clk2=0;
dataout=0;

camberl=dato[0]*1+dato[1]*2+dato[2]*4+dato[3]*8+dato[4]*16+dato[5]*32+dato[6]*64+dato[7]*128;
camberh=dato[8]*1+dato[9]*2+dato[10]*4+dato[11]*8+dato[12]*16+dato[13]*32+dato[14]*64+dato[15]*128;

delay_ms(1);

clk2=0;
contador=0;
dataout=0;
while(contador<=15)
{
    clk2=1;
delay_us(20);
dato[contador]=datain;
    clk2=0;
delay_us(20);
contador++;
}
clk2=0;
dataout=0;
seg2=0;
diverl=dato[0]*1+dato[1]*2+dato[2]*4+dato[3]*8+dato[4]*16+dato[5]*32+dato[6]*64+dato[7]*128;
diverh=dato[8]*1+dato[9]*2+dato[10]*4+dato[11]*8+dato[12]*16+dato[13]*32+dato[14]*64+dato[15]*128;
delay_ms(1);

return;
}

////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
///      PIDE RPM2
////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
void rpm3(void)
{
contador=0;
clk3=0;
dataout=0;
seg3=1;
delay_ms(1);
while(contador<=15)
```

ELABORACION DE UN BANCO DIDACTICO FUNCIONAL

```
{
    clk3=1;
    delay_us(20);
    dato[contador]=datain;
    clk3=0;
    delay_us(20);
    contador++;
}
clk3=0;
dataout=0;
seg3=0;
rpm3l=dato[0]*1+dato[1]*2+dato[2]*4+dato[3]*8+dato[4]*16+dato[
5]*32+dato[6]*64+dato[7]*128;
rpm3h=dato[8]*1+dato[9]*2+dato[10]*4+dato[11]*8+dato[12]*16+da
to[13]*32+dato[14]*64+dato[15]*128;
delay_us(20);
return;
}
```

```
////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
///      CONFIGURACION
////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
void configuracion(void)
{
    TRISD=0b11111111;
    TRISC=0b00010000;
    TRISB=0b00111111;
    TRISA=0b111111;
    ANSEL= 0b11111111;
    ANSELH=0b00000101;
    Usart_Init(115200);
    // Usart_Init(9600);
    //ADCON1=0B00000111;
    return;
}
```

- **Lenguaje pic secundario RPM llanta PIC 16F819**

```

#define clk      PORTB.F0
#define datain   PORTB.F1
#define dataout  PORTB.F2
#define seg      PORTB.F3
#define led      PORTB.F4

void main(void);
voidconfig(void);
voidinterrup(void);
void trabaja(inttempset);
voidenvia_datos(unsignedintdato_e) ;
voidvoidrecibe_config(void);
unsignedintanalogico=0; // el analogico es de 10bits
intdato[15];
char valor=0;
unsignedint factor=22;

////////////////////////////////////
//  RUTINA DE INTERRUPCION
////////////////////////////////////
voidinterrupt(void)
{
    INTCON.GIE=0;

    if (INTCON.INTF)
    {
        while(seg==1)
        {
            led=1;
            envia_datos(analogico);
            led=0;
        }
        INTCON.INTF = 0;
    }
    else if(INTCON.TMR0IF==1)
    {
        factor++;
        INTCON.TMR0IF = 0;
    }

    INTCON.GIE=1;
    return;
}

```


ELABORACION DE UN BANCO DIDACTICO FUNCIONAL

```
TMR0=0;
factor=0;
delay_ms(850);
analogico=TMR0+factor*256;

}
}
```

```
////////////////////////////////////
/// CONFIGURACION
////////////////////////////////////
voidconfig(void)
{
TRISB=0B10001011;
TRISA=0B11111111;
OPTION_REG=0B11111111;
INTCON=0B10010000;
INTCON.GIE=0;
INTCON.TMR0IE=1;
INTCON.TMR0IF=0;
ADCON1.f3=1;
ADCON1.f2=1;
ADCON1.f1=1;
ADCON1.f0=1;
INTCON.RBIF = 0;
INTCON.INTF = 0;
dataout=0;
return;
}
```

- **Lenguaje PIC 16F819 para angulos**

```

#define clk      PORTB.F0
#define datain   PORTB.F1
#define dataout  PORTB.F2
#define seg      PORTB.F3
#define led      PORTB.F4

void main(void);
void config(void);
void interrup(void);
void trabaja(int tempset);
void envia_datos(unsigned int dato_e, unsigned int
dato_e1, unsigned int dato_e2, unsigned int dato_e3);
void recibe_config(void);
unsigned int analogico=0; // el analogico es de 10bits
unsigned int caster=0;
unsigned int camber=0;
unsigned int diver=0;
char x;
int dato[15];
char valor=0;
unsigned int factor=22;

////////////////////////////////////
//  RUTINA DE INTERRUPCION
////////////////////////////////////
void interrupt(void)
{
    INTCON.GIE=0;

    if (INTCON.INTF)
    {
        while(seg==1)
        {
            led=1;
            envia_datos(analogico,caster,camber,diver);
            led=0;
        }
        INTCON.INTF = 0;
    }
    else if(INTCON.TMR0IF==1)
    {
        factor++;
        INTCON.TMR0IF = 0;
    }

    INTCON.GIE=1;
    return;
}

```


ELABORACION DE UN BANCO DIDACTICO FUNCIONAL

```
i++;

while((clk==0)&&(seg==1)){};
    }
dataout=0;

////////////////////////////////////
/////////
                i=1;
while((i<=16)&&(seg==1))
    {
while((clk==1)&&(seg==1))
    {
if((dato_e2&1)==1)//Escribo un 1
    { dataout=1;}
else //Escribo un 0
    { dataout=0;}

    };
    dato_e2=dato_e2>>1;
i++;

while((clk==0)&&(seg==1)){};
    }
dataout=0;

////////////////////////////////////
/////////
                i=1;
while((i<=16)&&(seg==1))
    {
while((clk==1)&&(seg==1))
    {
if((dato_e3&1)==1)//Escribo un 1
    { dataout=1;}
else //Escribo un 0
    { dataout=0;}

    };
    dato_e3=dato_e3>>1;
i++;

while((clk==0)&&(seg==1)){};
    }
dataout=0;

return;

}

////////////////////////////////////
///  RUTINA MAIN
////////////////////////////////////

void main(void)
{
```

ELABORACION DE UN BANCO DIDACTICO FUNCIONAL

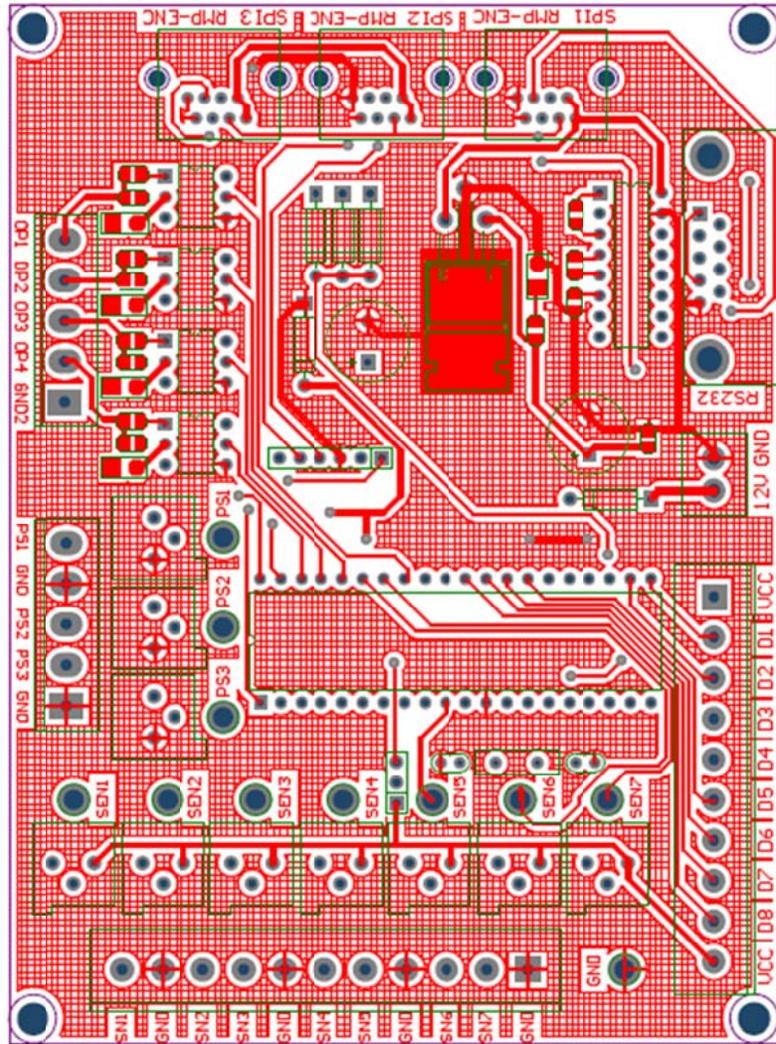
```
config();
led=1;delay_ms(300);
led=0;delay_ms(300);
led=1;delay_ms(300);
led=0;delay_ms(300);
led=1;delay_ms(300);
    TMR0=0;
    INTCON.GIE=1;
while(1)
{
analogico=TMR0+factor*256;
    TMR0=0;
    factor=0;
    x=0;
while(x<85)
{
delay_ms(10);
caster=Adc_Read(0);
camber=Adc_Read(1);
diver=Adc_Read(3);
x++;
}
}
}
```

```
////////////////////////////////////
/// CONFIGURACION
////////////////////////////////////
voidconfig(void)
{
TRISB=0B10001011;
TRISA=0B11111111;
OPTION_REG=0B11111111;
INTCON=0B10010000;
INTCON.GIE=0;
INTCON.TMR0IE=1;
INTCON.TMR0IF=0;
ADCON1.f3=0;
ADCON1.f2=1;
ADCON1.f1=0;
ADCON1.f0=0;
INTCON.RBIF = 0;
INTCON.INTF = 0;
dataout=0;
analogico=0;

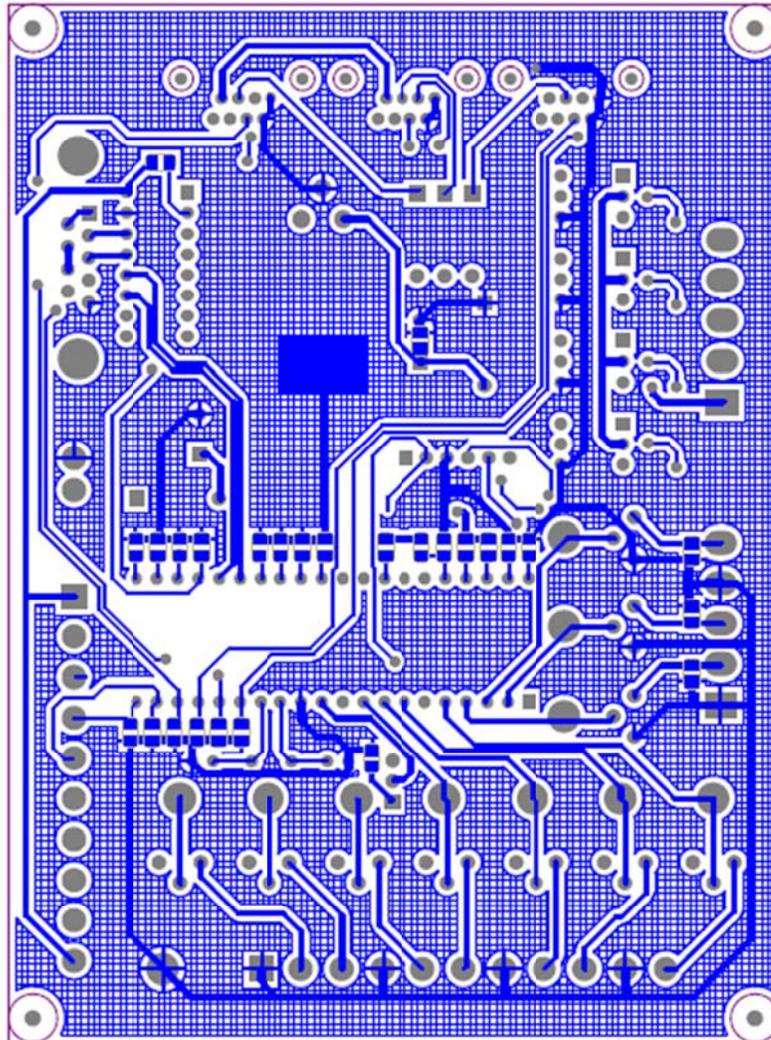
caster=600;
camber=700;
diver=1000;

return;
```

- **PLACA PRINCIPAL**



- **PLACA PRINCIPAL**



• **DIAGRAMA CONEXIONES**

