

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**  
**SEDE CUENCA**

**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

Tesis previa a la obtención  
del Título de Ingeniero  
Mecánico Automotriz

**“ELABORACIÓN DE BANCOS DIDÁCTICOS FUNCIONALES DE LA DIRECCIÓN  
ASISTIDA HIDRÁULICAMENTE”**

**AUTORES:**

**JOSE WILFRIDO ANGAMARCA ALVAREZ**

**CESAR ESTABAN SARMIENTO PINOS**

**DIRECTOR:**

**Ing. PAÚL MÉNDEZ**

**Cuenca - Ecuador**

**2014**

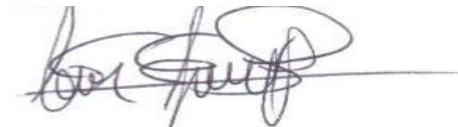
## **DECLARATORIA**

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Politécnica Salesiana. En tal virtud los fundamentos técnicos - científicos y los resultados son exclusiva responsabilidad de los autores.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Universidad Politécnica Salesiana, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la Normativa Institucional Vigente.



**JOSE WILFRIDO ANGAMARCA ALVAREZ**

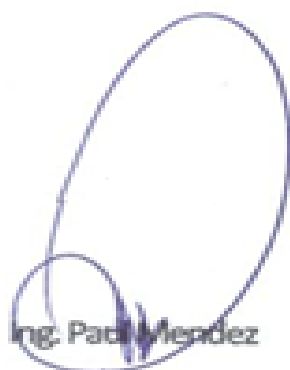


**CESAR ESTEBAN SARMIENTO PINOS**

Yo, Ing. Paul Méndez certifico que bajo mi dirección el proyecto de tesis fue realizado por los señores:

**JOSE WILFRIDO ANGAMARCA ALVAREZ**

**CESAR ESTEBAN SARMIENTO PINOS**

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large loop and a smaller circle, with the text "Ing. Paul Méndez" printed below it.

**DIRECTOR DE TESIS**

## **DEDICATORIA**

Este proyecto está dedicado a todas las personas que de una u otra manera me apoyaron para la culminación de mis estudios, de manera especial a mis padres Virgilio Angamarca y Teresa Álvarez, así como a mis hermanos Gloria, Narcisa y Sergio Angamarca, los mismo que confiaron en mi siempre y me brindaron su apoyo incondicional.

Quiero dedicar este proyecto a mis padres René y Mercedes, ya que sin ellos no hubiese logrado cumplir mis metas, a mis hermanos Anita, Tania y Raúl que confían en mi brindándome su apoyo incondicional. A ellos les dijo Gracias por todo.

## **AGRADECIMIENTO**

Queremos dar gracias a Dios por habernos permitido culminar nuestros estudios, de manera especial a nuestros padres por ser nuestro ejemplo de dedicación y perseverancia. Y a todas las personas que se involucraron de una u otra manera en desarrollo de este proyecto.

Un agradecimiento especial al Ing. Paul Méndez por su apoyo y colaboración, ya que sin su aporte no hubiésemos podido finalizar este proyecto.

Así también al Ing. Fabricio Espinoza por su apoyo en la finalización de nuestros estudios.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|                                                                                                   |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>FIRMA DE RESPONSABILIDAD.....</b>                                                              | <b>II</b>  |
| <b>DECLARACIÓN.....</b>                                                                           | <b>III</b> |
| <b>DEDICATORIA.....</b>                                                                           | <b>IV</b>  |
| <b>AGRADECIMIENTO.....</b>                                                                        | <b>V</b>   |
| <b>CAPITULO 1</b>                                                                                 |            |
| <b>SISTEMA DE DIRECCIÓN</b>                                                                       |            |
| <b>1.1 SISTEMA DE DIRECCIÓN</b>                                                                   |            |
| <b>1.1.1. PRINCIPALES CUALIDADES.....</b>                                                         | <b>1</b>   |
| <b>1.1.2. Introducción.....</b>                                                                   | <b>1</b>   |
| <b>1.1.3. Misión.....</b>                                                                         | <b>1</b>   |
| <b>1.1.4. La seguridad.....</b>                                                                   | <b>1</b>   |
| <b>1.1.5. La precisión.....</b>                                                                   | <b>2</b>   |
| <b>1.1.6. La Estabilidad.....</b>                                                                 | <b>2</b>   |
| <b>1.1.7. La Irreversibilidad.....</b>                                                            | <b>2</b>   |
| <b>1.1.8. Otros Parámetros.....</b>                                                               | <b>2</b>   |
| <b>1.1.9. Fuerza Centrífuga.....</b>                                                              | <b>2</b>   |
| <b>1.1.10. Subviraje.....</b>                                                                     | <b>2</b>   |
| <b>1.1.11. Sobreviraje.....</b>                                                                   | <b>2</b>   |
| <b>1.1.12. Neutro.....</b>                                                                        | <b>3</b>   |
| <b>1.2.1. Funcionamiento Del Sistemas De Dirección Del Vehículo.....</b>                          | <b>3</b>   |
| <b>1.2.2. Cuadrilátero De Dirección.....</b>                                                      | <b>4</b>   |
| <b>1.2.3. Trapecio De Ackerman.....</b>                                                           | <b>4</b>   |
| <b>1.2.4. Cuadrilátero Actual.....</b>                                                            | <b>5</b>   |
| <b>1.2.5. Centro de balanceo de suspensiones independientes.....</b>                              | <b>6</b>   |
| <b>1.2.5.1.    Calculo del centro de balanceo.....</b>                                            | <b>7</b>   |
| <b>1.3.1. Componentes Del Sistema De Dirección.....</b>                                           | <b>8</b>   |
| <b>1.3.1.1.    Volante.....</b>                                                                   | <b>8</b>   |
| <b>1.3.1.2.    Columna De Dirección.....</b>                                                      | <b>9</b>   |
| <b>1.3.1.3.    Caja O Mecanismo De Dirección.....</b>                                             | <b>9</b>   |
| <b>1.3.1.3.1.    Dirección de tornillo sinfín y rodillo.....</b>                                  | <b>10</b>  |
| <b>1.3.1.3.2.    Tornillo sinfín y dedo.....</b>                                                  | <b>11</b>  |
| <b>1.3.1.3.3.    Tornillo sinfín y tuerca.....</b>                                                | <b>11</b>  |
| <b>1.3.1.3.4.    Tornillo sinfín y sector dentado.....</b>                                        | <b>12</b>  |
| <b>1.3.1.3.5.    Tornillo Sinfín Y Tuerca Con Bolas Circulantes O Recirculación De Bolas.....</b> | <b>12</b>  |
| <b>1.3.1.3.6.    Cremallera.....</b>                                                              | <b>13</b>  |
| <b>1.3.1.3.7.    Dirección Asistida De Cremallera.....</b>                                        | <b>13</b>  |

|            |                                                                                    |    |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.3.1.4.   | Tirantería De La Dirección.....                                                    | 14 |
| 1.3.1.4.1. | Palanca de ataque.....                                                             | 14 |
| 1.3.1.4.2. | Barra de mando.....                                                                | 14 |
| 1.3.1.4.3. | Brazos de acoplamiento.....                                                        | 14 |
| 1.3.1.4.4. | Barras de acoplamiento.....                                                        | 14 |
| 1.3.1.4.5. | Rotulas.....                                                                       | 15 |
| 1.4.1.     | Direcciones Asistidas.....                                                         | 15 |
| 1.4.1.1.   | Ley De Pascal.....                                                                 | 16 |
| 1.4.1.2.   | Caudal.....                                                                        | 17 |
| 1.4.2.     | Constitución Básica De Una Dirección Servoasistida.....                            | 17 |
| 1.4.2.1.   | Depósito.....                                                                      | 18 |
| 1.4.2.2.   | Servobomba.....                                                                    | 20 |
| 1.4.2.2.1. | Bombas De Pistones Radiales.....                                                   | 21 |
| 1.4.2.2.2. | Bombas Rio Rotor Excéntrico.....                                                   | 22 |
| 1.4.2.3.   | Distribuidor.....                                                                  | 23 |
| 1.4.2.4.   | Válvulas De Conexión.....                                                          | 24 |
| 1.4.3.     | Funcionamiento Hidráulico De Una Servodirección.....                               | 24 |
| 1.4.3.1.   | Direcciones De Cremallera.....                                                     | 25 |
| 1.4.3.2.   | Direcciones De Tornillo Sinfín.....                                                | 25 |
| 1.5.1.     | Averías En La Dirección.....                                                       | 26 |
| 1.5.1.1.   | Diagnostico General De Fallos De Neumáticos Y Dirección.....                       | 26 |
| 1.5.1.2.   | Diagnostico General De Fallos De La Dirección Asistida.....                        | 28 |
| 1.6.1.     | Variador De Frecuencia.....                                                        | 30 |
| 1.6.2.     | Diagrama En Bloques De Un Variador.....                                            | 31 |
| 1.6.3.     | Características Mecánicas.....                                                     | 31 |
| 1.6.4.     | Características Electrónicas.....                                                  | 31 |
| 1.6.5.     | Datos Técnicos De Un Variador SIEMENS G110.....                                    | 32 |
| 1.6.6.     | Obtención De La Velocidad Y Par En El Sistema De Conexión Variador<br>– Motor..... | 32 |
| 1.7.1.     | Motores De Inducción Trifásica.....                                                | 33 |
| 1.7.1.1.   | Motores De Corriente Alterna.....                                                  | 33 |
| 1.7.1.2.   | Partes Del Motor.....                                                              | 34 |
| 1.7.1.2.1. | Estator.....                                                                       | 34 |
| 1.7.1.2.2. | Rotor.....                                                                         | 34 |
| 1.7.1.2.3. | Carcasa.....                                                                       | 34 |
| 1.7.1.2.4. | Base.....                                                                          | 35 |
| 1.7.1.2.5. | Caja De Conexión.....                                                              | 35 |
| 1.7.1.2.6. | Cojinetes.....                                                                     | 35 |
| 1.7.1.2.7. | Características De Los Cojinetes.....                                              | 35 |

## CAPITULO 2

|         |                                                                                                                                                    |    |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.      | Diseño Del Banco Didáctico Del Sistema De Dirección.....                                                                                           | 36 |
| 2.1.    | Calculo Estructural Del Banco Didáctico.....                                                                                                       | 37 |
| 2.1.1.  | Determinación Magnitudes Para El Cálculo.....                                                                                                      | 37 |
| 2.1.2.  | Aplicación Del Software Para El Cálculo Estructural.....                                                                                           | 37 |
| 2.2.    | Construcción De Los Bancos Didácticos.....                                                                                                         | 49 |
| 2.2.1.  | Elementos Mecánicos.....                                                                                                                           | 49 |
| 2.3.    | Desmontaje Y Comprobación De Los Elementos Mecánicos De La Dirección.....                                                                          | 49 |
| 2.3.1.  | Desmontaje De La Barra De Acoplamiento Y Funda De La Cremallera.....                                                                               | 49 |
| 2.3.2.  | Desarmado Del Mecanismo De Asistencia De La Cremallera.....                                                                                        | 51 |
| 2.3.3.  | Desarmado De Los Amortiguadores MCPHERSON.....                                                                                                     | 53 |
| 2.3.4.  | Desarmado De La Barra De Dirección.....                                                                                                            | 55 |
| 2.4.    | Desarrollo De La Construcción.....                                                                                                                 | 57 |
| 2.5.    | Consideraciones Para El Diseño.....                                                                                                                | 60 |
| 2.6.    | Determinación Del Par Transmitidos.....                                                                                                            | 61 |
| 2.7.    | Determinación De Transmisión Por Poleas.....                                                                                                       | 61 |
| 2.8.    | Cálculos Para El Diseño De Banda De Transmisión.....                                                                                               | 61 |
| 2.8.1.  | Características Generales.....                                                                                                                     | 61 |
| 2.8.2.  | Ventajas De Bandas.....                                                                                                                            | 62 |
| 2.8.3.  | Cálculos Para El Diseño.....                                                                                                                       | 62 |
| 2.8.4.  | Calculo De La Potencia Del Diseño.....                                                                                                             | 62 |
| 2.8.5.  | Determinación Del Perfil De Correa.....                                                                                                            | 63 |
| 2.8.6.  | Calculo De La Longitud De La Banda.....                                                                                                            | 63 |
| 2.9.    | Construcción Del Tablero De Visualización.....                                                                                                     | 64 |
| 2.9.1.  | Señalización De Fluidos Del Sistema De Dirección Hidráulica.....                                                                                   | 65 |
| 2.9.2.  | Elementos Y Funcionamiento.....                                                                                                                    | 66 |
| 2.9.3.  | Diagrama De Flujo Del Circuito Eléctrico.....                                                                                                      | 66 |
| 2.9.4.  | Conexión Y Programación Del Variador De Frecuencia G110.....                                                                                       | 68 |
| 2.10.   | Guías De Las Prácticas Realizadas En El Banco Funcional De La Dirección Asistida Hidráulicamente.....                                              | 72 |
| 2.10.1. | Determinación de la fuerza aplicada en el volante de la dirección.....                                                                             | 72 |
| 2.10.2. | Determinación del centro de balanceo.....                                                                                                          | 77 |
| 2.10.3. | Determinación del radio de giro del banco didáctico mediante el método grafico y el método práctico. Comprobaciones mediante método analítica..... | 80 |
| 3.1.    | Elaboración Del Material Multimedia Del Banco Didáctico.....                                                                                       | 88 |
| •       | Conclusiones Y Recomendaciones.....                                                                                                                | 93 |
| •       | Bibliografía.....                                                                                                                                  | 95 |
| •       | ANEXO 1: Manual Del Usuario.....                                                                                                                   | 96 |



- **ANEXO 2: Especificaciones De Los Pares De Apriete.....101**
- **ANEXO 3: Tabla De Propiedades Del Acero A36.....102**
- **ANEXO 4: Tablas Para Cálculo Y Determinación De Poleas Y Bandas.....103**
- **ANEXO 5: Características Del Microprocesador PIC 16F87.....106**
- **ANEXO 6: Guías De Las Prácticas Realizadas En El Banco Didáctico Funcional De La Dirección Asistida Hidráulicamente.....109**

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1.1 Sobreviraje y Subviraje.....                                                               | 3  |
| Figura 1.2 Dirección De Par Relativo, Dirección Delantera, Delantera Y Trasera.....                   | 4  |
| Figura 1.3 Huella De Un Paralelogramo Articulado.....                                                 | 4  |
| Figura 1.4 Huella De Un Trapecio Articulado; Huella De Brazo De Acoplamiento Arquea.....              | 5  |
| Figura 1.5 Angulo De Viraje De Las Ruedas.....                                                        | 5  |
| Figura 1.6 Cuadrilátero Actual.....                                                                   | 6  |
| Figura 1.7 Modificación Del Ancho De Vía Por Deflexión De La Suspensión, Sistemas Independientes..... | 6  |
| Figura 1.8 Ángulos De Deriva En Los Neumáticos.....                                                   | 7  |
| Figura 1.9 Centro de Balanceo Para Una Suspensión Tipo McPherson.....                                 | 8  |
| Figura 1.10 Componentes Del Sistema De La Dirección.....                                              | 8  |
| Figura 1.11 Volante.....                                                                              | 9  |
| Figura 1.12 Columna De Dirección.....                                                                 | 9  |
| Figura 1.13 Mecanismo De La Dirección.....                                                            | 10 |
| Figura 1.14 Dirección De Tornillo Sin Fin Y Rodillo.....                                              | 10 |
| Figura 1.15 Tornillo Sin Fin Y Dedo.....                                                              | 11 |
| Figura 1.16 Tornillo Sin Fin Y Tuerca.....                                                            | 11 |
| Figura 1.17 Tornillo Sin Fin Y Sector Dentado.....                                                    | 12 |
| Figura 1.18 Tornillo Sin Fin Y Tuerca Con Bolas Circulantes.....                                      | 12 |
| Figura 1.19 Cremallera.....                                                                           | 13 |
| Figura 1.20 Dirección Asistida De Cremallera.....                                                     | 13 |
| Figura 1.21 Componentes De La Tirantearía De La Dirección.....                                        | 14 |
| Figura 1.22 Dirección Asistida Hidráulicamente.....                                                   | 15 |
| Figura 1.23 Principio De Vasos Comunicante.....                                                       | 16 |
| Figura 1.24 Dirección Servoasistida.....                                                              | 17 |
| Figura 1.25 Depósito.....                                                                             | 18 |
| Figura 1.26 Depósito Y Canales De Alimentación.....                                                   | 19 |
| Figura 1.27 Bomba Y Depósito En Un Solo Cuerpo.....                                                   | 19 |
| Figura 1.28 Servobomba.....                                                                           | 20 |
| Figura 1.29 Bomba De Pistones Radiales.....                                                           | 21 |
| Figura 1.30 Bomba De Pistones Radiales.....                                                           | 22 |
| Figura 1.31 Bomba De Rotor Excéntrico.....                                                            | 22 |
| Figura 1.32 Distribuidor.....                                                                         | 23 |
| Figura 1.33 Válvula De Presión Seccionada.....                                                        | 23 |
| Figura 1.34 Válvula De Conexión.....                                                                  | 24 |
| Figura 1.35 Cremallera De La Dirección.....                                                           | 25 |
| Figura 1.36 Direcciones De Tornillo Sinfin.....                                                       | 26 |
| Figura 1.37 Variador De Frecuencia.....                                                               | 30 |
| Figura 1.38 Diagrama De Un Inversor.....                                                              | 31 |
| Figura 1.39 Diagrama En Bloques De Un Variador.....                                                   | 31 |
| Figura 1.40 Datos Técnicos De Un Variador Siemens.....                                                | 32 |
| Figura 1.41 Clasificación de los motores eléctricos.....                                              | 33 |
| Figura 1.42 Motor De Corriente Alterna.....                                                           | 34 |
| Figura 1.43 Rotor.....                                                                                | 34 |
| Figura 1.44 Caja De Conexión.....                                                                     | 35 |
| Figura 2.1 Modela de la estructura.....                                                               | 37 |
| Figura 2.2 Ingreso de las coordenadas.....                                                            | 38 |

|             |                                                                        |    |
|-------------|------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 2.3  | Números de nodos y posición.....                                       | 39 |
| Figura 2.4  | Numeración de Barras y materiales de los mismos.....                   | 40 |
| Figura 2.5  | Modelo del Banco de Didáctico.....                                     | 41 |
| Figura 2.6  | Aplicaciones de cargar las cuales se distribuyen en la estructura..... | 43 |
| Figura 2.7  | Esfuerzos generados en el eje .....                                    | 44 |
| Figura 2.8  | Esfuerzos que se producen en el eje y.....                             | 45 |
| Figura 2.9  | Esfuerzos que se producen en el eje z.....                             | 45 |
| Figura 2.10 | Deformación Generada En El Banco.....                                  | 46 |
| Figura 2.11 | Tensiones máxima y mínima producidas en la estructura.....             | 48 |
| Figura 2.12 | Brazos de acoplamiento.....                                            | 50 |
| Figura 2.13 | Rotula.....                                                            | 50 |
| Figura 2.14 | Remoción de la barra de acoplamiento.....                              | 50 |
| Figura 2.15 | Remoción del mecanismo de la dirección.....                            | 51 |
| Figura 2.16 | Desmontaje de la válvula presión.....                                  | 51 |
| Figura 2.17 | Remoción del extremo del tornillo.....                                 | 51 |
| Figura 2.18 | Desmontaje válvula distribuidora.....                                  | 52 |
| Figura 2.19 | Desmontaje Conductos.....                                              | 52 |
| Figura 2.20 | Desmontaje del tornillo.....                                           | 52 |
| Figura 2.21 | Compresión de muelle del Amortiguador .....                            | 53 |
| Figura 2.22 | Remoción de sujeción.....                                              | 53 |
| Figura 2.23 | Tapa superior.....                                                     | 53 |
| Figura 2.24 | Elementos del amortiguador.....                                        | 54 |
| Figura 2.25 | Sujeción amortiguador.....                                             | 54 |
| Figura 2.26 | Elementos dirección.....                                               | 55 |
| Figura 2.27 | Conjunto tornillo sin fin y cruceta.....                               | 55 |
| Figura 2.28 | Conjunto Cruceta de la dirección.....                                  | 55 |
| Figura 2.29 | Cruceta de la dirección.....                                           | 56 |
| Figura 2.30 | Rodillo de agujas.....                                                 | 56 |
| Figura 2.31 | Funda de la dirección.....                                             | 56 |
| Figura 2.32 | Funda y columna de la dirección.....                                   | 57 |
| Figura 2.33 | Soldadora MIG.....                                                     | 57 |
| Figura 2.34 | Dobladora.....                                                         | 57 |
| Figura 2.35 | Cortadora.....                                                         | 57 |
| Figura 2.36 | Plancha corrugada.....                                                 | 58 |
| Figura 2.37 | Dobleces plancha corrugada.....                                        | 58 |
| Figura 2.38 | Estructura armada.....                                                 | 58 |
| Figura 2.39 | Base de sujeción amortiguadores.....                                   | 59 |
| Figura 2.40 | Montaje de la estructura.....                                          | 59 |
| Figura 2.41 | Bases.....                                                             | 59 |
| Figura 2.42 | Base de la bomba de la dirección y el motor eléctrico.....             | 60 |
| Figura 2.43 | Sección de la banda a utilizar.....                                    | 63 |
| Figura 2.44 | Largo primitivo.....                                                   | 64 |
| Figura 2.45 | Estructura del tablero.....                                            | 64 |
| Figura 2.46 | Tablero De Visualización.....                                          | 65 |
| Figura 2.47 | Tarjeta del circuito.....                                              | 65 |
| Figura 2.48 | Diagrama de funcionamiento en bloques del circuito.....                | 66 |
| Figura 2.49 | Posición del potenciómetro en el banco.....                            | 67 |
| Figura 2.50 | Ubicación de las luces led en el tablero.....                          | 67 |
| Figura 2.51 | Instalación de luces en el tablero (posterior) .....                   | 67 |
| Figura 2.52 | Descripción gráfica del conexionado del variador de frecuencia.....    | 68 |

|             |                                                               |           |
|-------------|---------------------------------------------------------------|-----------|
| Figura 2.53 | <b>Descripciones del motor y del variador utilizados.....</b> | <b>68</b> |
| Figura 2.54 | <b>Variador De Frecuencia.....</b>                            | <b>69</b> |
| Figura 2.55 | <b>Conexión del variador.....</b>                             | <b>69</b> |
| Figura 2.56 | <b>Relé e interruptor montados en el banco.....</b>           | <b>69</b> |
| Figura 2.57 | <b>Display.....</b>                                           | <b>70</b> |
| Figura 2.58 | <b>Funcionamientos Display.....</b>                           | <b>70</b> |
| Figura 2.59 | <b>Elementos del display.....</b>                             | <b>70</b> |
| Figura 2.60 | <b>Ubicación Del Potenciómetro.....</b>                       | <b>71</b> |
| Figura 2.63 | <b>Ubicación pulsante de encendido.....</b>                   | <b>71</b> |
| Figura 2.64 | <b>Ubicación pulsante de emergencia.....</b>                  | <b>71</b> |
| Figura 3.1  | <b>Bomba De La Dirección.....</b>                             | <b>88</b> |
| Figura 3.2  | <b>Representación del Motor Eléctrico.....</b>                | <b>89</b> |
| Figura 3.3  | <b>Depósito De Lubricante.....</b>                            | <b>89</b> |
| Figura 3.4  | <b>Representación Válvula Distribuidora.....</b>              | <b>90</b> |
| Figura 3.5  | <b>Representación Cremallera.....</b>                         | <b>90</b> |
| Figura 3.6  | <b>Representación Columna De La Dirección.....</b>            | <b>91</b> |
| Figura 3.7  | <b>Volante De La Dirección.....</b>                           | <b>91</b> |
| Figura 3.8  | <b>Representación de la suspensión.....</b>                   | <b>92</b> |
| Figura 3.9  | <b>Representación Del Banco.....</b>                          | <b>92</b> |

## ÍNDICE DE TABLAS

|           |                                                             |           |
|-----------|-------------------------------------------------------------|-----------|
| Tabla 1.1 | <b>Tabla De Fallos De Neumáticos Y Dirección.....</b>       | <b>26</b> |
| Tabla 1.2 | <b>Tabla De Fallos Dirección Asistida.....</b>              | <b>28</b> |
| Tabla 2.1 | <b>Nodos.....</b>                                           | <b>40</b> |
| Tabla 2.2 | <b>Peso Propio.....</b>                                     | <b>41</b> |
| Tabla 2.3 | <b>Valores de Reacciones.....</b>                           | <b>43</b> |
| Tabla 2.4 | <b>Deformaciones que se producen en las estructura.....</b> | <b>46</b> |
| Tabla 2.5 | <b>Tensiones máximas y mínimas producidas.....</b>          | <b>47</b> |

## INTRODUCCIÓN

Mediante este proyecto es nuestro propósito el de aportar con material didáctico para el aprendizaje y correcto entendimiento de la Mecánica Automotriz a nivel superior, concentrándonos en la enseñanza de la dirección asistida hidráulicamente, fomentando los niveles de excelencia académica y educación de calidad que nuestra institución ha inculcado a sus estudiantes a través de los años.

Con el propósito de inculcar en futuras generaciones, la enseñanza de la mecánica automotriz, se desarrolla el proyecto de Bancos Didácticos de la Dirección Asistida, mediante estos enseñaremos a los estudiantes el funcionamiento, elementos y características de los mismos, aplicando con recursos visibles y manipulables la enseñanza y el entendimiento de nuestra rama.

Los capítulos realizados y que se van a exponer en nuestro proyecto son los siguientes:

- **Capítulo I:** Estudio de los principios de funcionamiento de los sistemas de dirección asistida
- **Capítulo II:** Diseño y construcción de los dos bancos didácticos que simulen el funcionamiento de la dirección asistida, así también la construcción de los tableros de visualización del funcionamiento del sistema de la dirección asistida.
- **Capítulo III:** Elaborar el material multimedia del banco didáctico

Establecemos un marco teórico como referencia inicial para indicar y analizar todos las características principales sobre la dirección asistida hidráulicamente, además de darnos un rango de trabajo en el cual limitamos el conocimiento y las aplicaciones para ser utilizados en nuestro estudio, concentrándonos en lo que es el estudio de la dirección asistida, y las distintas características referente a su funcionamiento.

Para determinar las condiciones de resistencia de la estructura, así con su confiabilidad y duración durante el tiempo de trabajo de nuestro banco, se utilizó el software llamado Autodesk Robot Structural 2013, este programa de cálculo estructural nos determina mediante cálculo de resistencia de materiales, el esfuerzo máximo que soportara nuestro banco, aplicando reacciones y fuerzas, obtenido resultados de deformaciones, tensiones y momentos que se generan, los cuales pueden ser visualizados mediante gráficos y tablas, para posteriormente poder realizar el análisis de la estructura de los bancos de la dirección.

Para la elaboración del material didáctico se utilizó el software Cinema 4d R15, el cual es un programa de simulación, mediante este establecemos una representación digital de nuestro banco, indicando la circulación del fluido hidráulico y la dirección que toman las ruedas al girar el volante, mediante animación se podrá entender mejor el funcionamiento del mismo.

En la realización de este proyecto se utilizó varios conocimientos y experiencias adquiridos y recibidos a lo largo de nuestra carrera universitaria, tanto las materias y conceptos que se impartían en clase por parte de los docentes así como también las aprendidas en la vida diaria y laboral.

Se desarrolló un manual de usuario mediante el cual el estudiante podrá manipular el banco didáctico correctamente, esta manual le indicará paso a paso la utilización del banco para la realización de prácticas.

Además se realizaron las guías para las prácticas en las cuales se encuentran vinculados los conocimientos que se están tratando en el proyecto, mediante la utilización y manipulación del banco didáctico.

## **CAPÍTULO I**

### **ESTUDIO DE LOS PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE DIRECCIÓN ASISTIDA**

#### **1.2 SISTEMA DE DIRECCIÓN**

##### **1.1.2. PRINCIPALES CUALIDADES**

##### **1.1.2. INTRODUCCIÓN.**

La conducción del vehículo se realiza si el conductor puede orientar la marcha del mismo de una manera precisa y armónica de las ruedas directrices, por medio de las cuales se determina la trayectoria y también son las que permiten determinar la dirección requerida.

Para el cumplimiento de este trabajo se precisa mover las ruedas directrices en forma lateral, y con la máxima precisión para el seguimiento de la calzada. Dicho trabajo se realiza por medio de una serie de elementos mecánicos que reciben el nombre de dirección.

##### **1.1.3. MISIÓN.**

La misión del conjunto de elementos mecánicos que componen la dirección, es orientar las ruedas para que el automóvil tome la trayectoria deseada por el conductor.

El conjunto de la dirección también consta de un desmultiplicador, en los casos simples, o servo asistencia para los vehículos pesados, evitando así esfuerzos exagerados del conductor para seguir la trayectoria deseada.

#### **PRINCIPALES CUALIDADES DE LA DIRECCIÓN.**

##### **1.1.4. LA SEGURIDAD**

Básicamente la seguridad depende de los materiales con los que han sido elaborados cada uno de los componentes, así como la forma de mecanización y de la conservación. En la actualidad hay un porcentaje mínimo de roturas de elementos, pero siempre que se realice un mantenimiento periódico y de manera conveniente.

Por ejemplo, la suavidad se consigue por medio de los siguientes parámetros:

- a) por fina mecanización esmerada de todas las piezas y de las articulaciones,
- b) por un montaje preciso del eje de giro,
- c) por una desmultiplicación importante,
- d) por un engrase adecuado de todas las articulaciones.

Con esto evitamos una conducción dura que resulta desagradable, difícil y siempre fatigante, pudiendo ello ocurrir con todos los ángulos de viraje o sólo con los de gran magnitud. Cuando la dureza existe con todos los ángulos de viraje, generalmente es debido a una recuperación de juegos exagerados, a frotamientos importantes, como resultado de una mala mecanización, o a un engrase insuficiente.

Los neumáticos a baja presión, mal inflados o de dimensiones exageradas, un avance y una inclinación demasiado importante, una carga excesiva sobre las medias directrices, un eje o un chasis deformado etc., son igualmente causas de dureza.

La seguridad está aún ligada a otras cualidades, particularmente la precisión y la estabilidad.

#### **1.1.5. LA PRECISIÓN**

La dirección no debe ser demasiado dura o excesivamente suave para lograr que una dirección sea precisa. Así tenemos que si la desmultiplicación es exagerada o sea mayor de 214:1; el conductor no “siente” la dirección, por lo que la suavidad y la precisión son incompatibles, por lo que es necesario alcanzar una solución conciliadora.

#### **1.1.6. LA ESTABILIDAD**

Es la tendencia que las ruedas directrices tienen para recuperar la dirección de marcha en línea recta. La estabilidad y la irreversibilidad frenan la acción de la inclinación y del avance y son incompatibles.

La estabilidad depende particularmente de la exactitud de los elementos de reglaje y de los juegos u holguras. La falta de estabilidad hace que la conducción sea fatigante y peligrosa, la dureza es una causa de inestabilidad.

#### **1.1.7. LA IRREVERSIBILIDAD**

Si bien el volante debe accionar la orientación de las ruedas, es necesario, en cambio, que un choque sobre una de ellas sólo produzca una ligera reacción en el mismo. La irreversibilidad depende principalmente de la inclinación de los filetes del tornillo sin fin de la caja de dirección. Cuanto menor sea esta inclinación, más desmultiplicada e irreversible es la dirección.

#### **1.1.8. OTROS PARAMETROS**

Existen también otros parámetros que afectan al conjunto de la dirección, los cuales pueden ser:

##### **1.1.9. FUERZA CENTRÍFUGA**

Esta fuerza se aprecia cuando un vehículo vira en una curva, la fuerza centrífuga se manifiesta como una fuerza expulsora, la cual tiende a expulsar al vehículo por la parte externa de la curva. La fuerza centrífuga alcanza valores elevados cuando entramos a una curva cerrada, el peso del vehículo o la velocidad del vehículo son mayores.

##### **1.1.10. SUBVIRANTE**

Es la cualidad que tiene el automóvil al entrar a una curva a velocidad alta, por lo que le vehículo tiende a irse de trompa debido a que el ángulo de deriva de los neumáticos delanteros es mayor al tener una fuerza centrífuga elevada, por esta razón el vehículo toma una trayectoria más recta, las ruedas delanteras son exteriores con respecto a las traseras, viéndose forzado el conductor a virar más para corregir la trayectoria. Esta tendencia generalmente se presenta en los vehículos con tracción delantera.

##### **1.1.11. SOBREVIRANTE**

Es la cualidad que adopta el vehículo al enfrentar una curva a velocidad alta, con lo que el vehículo tiende a irse de cola debido a que el ángulo de deriva de los neumáticos



traseros es mayor, por lo que toma una trayectoria más cerrada y se necesita volver a maniobrar, soltar el acelerador y acelerar para evitar el trompo.

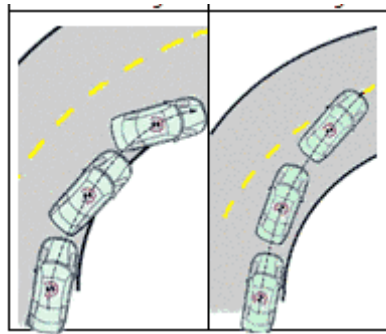


Figura 1.1

#### **Sobreviraje Y Subviraje**

**Fuente:** <http://widman.biz/mantenimiento/alineacion.html>

El sobre viraje también puede ser ocasionado por los conductores, como es el caso de los pilotos de Rally. Pero también hay excepciones como por ejemplo en curvas rápidas, donde el sobre viraje puede ser fatal, porque los tiempos de reacción se reducen.

#### **1.1.12. NEUTRO**

Es la actitud de un vehículo al enfrentar una curva a alta velocidad y no se transmite sensaciones al conductor, con lo que se obtiene un comportamiento impredecible hasta que los ángulos de deriva delanteros o traseros obtengan mayor valor.

Para que el comportamiento sea más neutro se debe dejar levemente subvirante porque sólo basta aflojar un poco el acelerador para que recupere la estabilidad.

### **1.2.6. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMAS DE DIRECCION DEL VEHICULO**

Este conjunto es el encargado de la orientación de los vehículos, esto se logra con el giro del volante, el cual por medio de un engrane transmite el movimiento al mecanismo de dirección teniendo estabilidad, suavidad y seguridad en su funcionamiento. Los componentes de este mecanismo deben ser contruidos los más robustos y confiables para evitar fallas del sistema.

Los primeros sistemas de dirección eran lo más sencillo posible, así tenemos un eje delantero completo que gira sobre un pivote (par rotatorio), pero este sistema necesita gran espacio y se torna inestable, en la actualidad este tipo de dirección se utiliza solo en remolques.

Los automóviles poseen siempre una dirección en los neumáticos delanteros que son por rotación de muñones, así como la variación de la distancia entre ruedas es despreciable en los giros con lo que se obtiene una buena estabilidad de dirección.

Por lo general los vehículos tienen la dirección en los neumáticos delanteros, aunque en algunos casos también se tienen dirección en las cuatro ruedas.

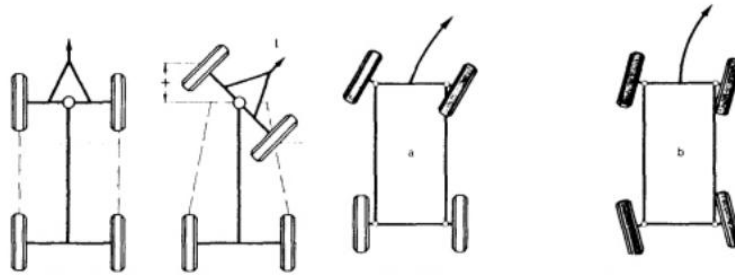


Figura 1.2

**Dirección De Par Relativo, Dirección Delantera, Delantera Y Trasera**

Fuente: <http://www.etp.uda.cl/areas/electromecanica/MODULOS%20%20TERCERO/SISTEMAS%20DE%20DIRECCION%20Y%20SUSPENSION/Gu%C3%ADa%20N%C2%BA%202%20Direcci%C3%B3n.pdf>

Dependiendo de las necesidades de dirección que tengamos, podemos acoplar ciertos elementos que varían el sistema de dirección, estos elementos pueden ser:

### 1.2.7. CUADRILÁTERO DE DIRECCIÓN.

Este consiste en un cuadrilátero articulado que toma la forma de un paralelogramo, en el cual las dos ruedas directrices tienen las mismas desviaciones, por lo que las huellas de rotación no tienen un centro común de giro, estas se cortan en las curvas y recorren trayectorias distintas con lo que se obtiene un movimiento adicional de resbalamiento y también la rueda interna está sobrecargada de fuerzas, lo contrario a la rueda externa, por esta razón este sistema fue modificado.

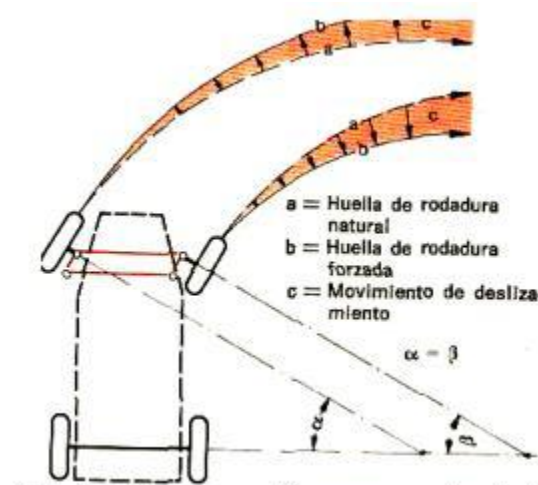


Figura 1.3

**Huella De Un Paralelogramo Articulado**

Fuente: <http://www.etp.uda.cl/areas/electromecanica/MODULOS%20%20TERCERO/SISTEMAS%20DE%20DIRECCION%20Y%20SUSPENSION/Gu%C3%ADa%20N%C2%BA%202%20Direcci%C3%B3n.pdf>

### 1.2.8. TRAPÉCIO DE ACKERMAN.

Fue creado y patentado en 1818 por Rudolf Ackerman, agente de un fabricante de carruajes. Consiste en un sistema articulado que une las ruedas directrices, para que giren en ángulos distintos, haciendo un giro correcto con el fin de que el vehículo pueda virar sin que se produzcan deslizamientos en una o más ruedas, las prolongaciones de los ejes de rotación

de las ruedas delanteras se cortan en la línea del eje trasero, así las curvas de rodaje tienen un centro común.

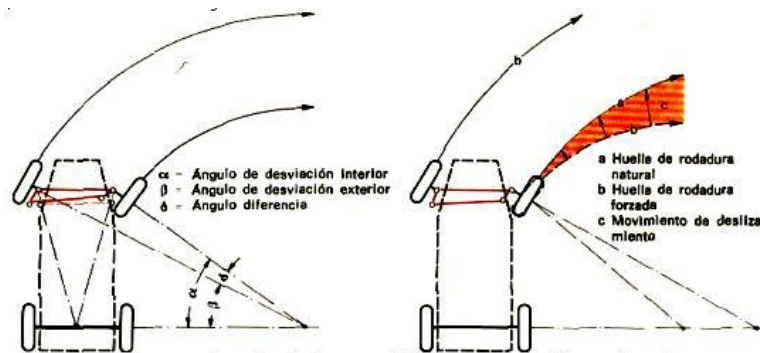


Figura 1.4

#### Huella De Un Trapecio Articulado; Huella De Brazo De Acoplamiento Arqueado

Fuente: <http://www.etp.uda.cl/areas/electromecanica/MODULOS%20%20TERCERO/SISTEMAS%20DE%20DIRECCI%C3%93N%20Y%20SUSPENSI%C3%93N/Gu%C3%ADa%20N%C2%BA%202%20Direcci%C3%B3n.pdf>

También se llama cuadrilátero de Jeantaud, quien en 1878, después de 60 años que Ackerman lanzó la idea, descubrió que el viraje se lograba bastante próximo a lo correcto con errores de giro mínimos, esto se lograba cuando la inclinación de los brazos se prolongaban hasta la mitad del eje trasero encontrándose en un punto común que es el centro de rotación de cada vehículo, esto se obtiene por la orientación de las ruedas directrices con el eje delantero articulado en 3 partes, en que las extremas pueden girar en torno a ejes verticales. Los cuadriláteros actuales se apartan de la regla de Jeantaud, debido a la posición de las ruedas y la deriva de los neumáticos

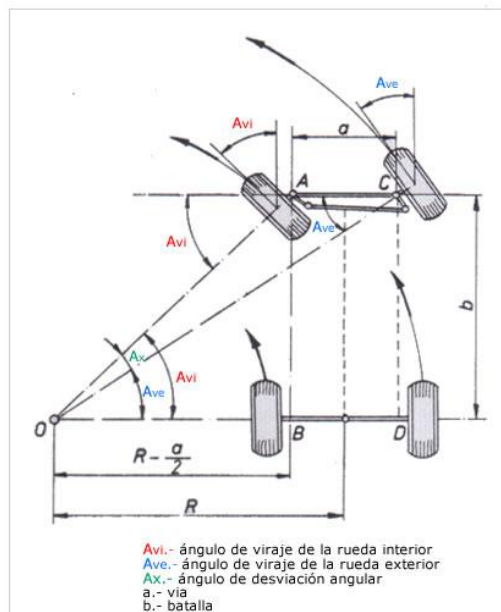


Figura 1.5

#### Angulo De Viraje De Las Ruedas

Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/direccion-geometria.htm>

### 1.2.9. CUADRILÁTERO ACTUAL.

Con este cuadrilátero se consigue el giro correcto para 2 ángulos en cada dirección, el primer valor es común para las dos ruedas, este es el correspondiente a la trayectoria en línea recta, el segundo valor es del ángulo comprendido entre los valores de 25 y 27 grados. El error del valor del ángulo de dirección está comprendido entre 1 y 2 grados, esto es de vital

importancia a velocidades elevadas porque está en los ángulos normales de giro usados en la velocidad del vehículo.

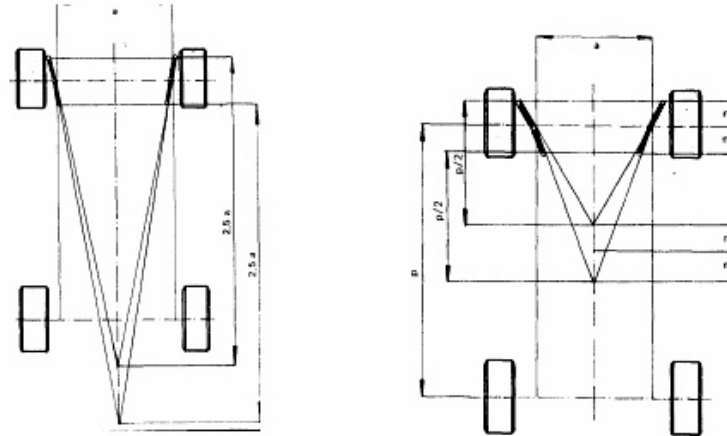


Figura 1.6

#### Cuadrilátero Actual

Fuente: <http://www.etp.uda.cl/areas/electromecanica/MODULOS%20%20TERCERO/SISTEMAS%20DE%20DIRECCI%C3%93N%20Y%20SUSPENSI%C3%93N/Gu%C3%ADa%20N%C2%BA%202%20Direcci%C3%B3n.pdf>

### 1.2.10. CENTRO DE BALANCEO DE SUSPENSIONES INDEPENDIENTES

En suspensiones independientes se analiza que un movimiento de rueda en sentido vertical tiene asociado un movimiento transversal que induce al deslizamiento entre rueda y el suelo y produce una modificación del ancho de vía (A) del vehículo.

La dimensión del ancho de vía tiene una influencia decisiva en el comportamiento en curva del vehículo y su tendencia al balanceo. A priori, se puede indicar que la vía deberá ser la máxima dimensión que le permita la anchura total del vehículo, asegurando que, para cualquier posición relativa de la suspensión, no exista la posibilidad de interferencias entre partes fijas a la carrocería y los elementos móviles, teniendo en cuenta el espacio ocupado por posibles accesorios, tales como las cadenas de nieve. Suele ser habitual que para vehículos turismo de carretera, el ancho de vía se sitúa entre 81 y 86% de la anchura máxima del vehículo.

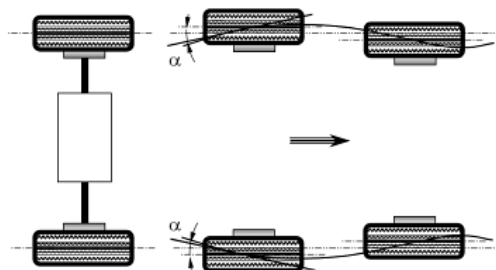


Figura 1.7

#### Modificación Del Ancho De Vía Por Deflexión De La Suspensión, Sistemas Independientes

Fuente: LUQUE, Pablo, "INGENIERIA DEL AUTOMOVIL: SISTEMA DE COMPORTAMIENTO DINAMICO", Ed. PARANINFO, 2004

En los sistemas de suspensión independiente, las deflexiones producen modificaciones en la anchura de la vía del vehículo y se inducen ángulos de deriva en los neumáticos, por la aparición de sollicitaciones transversales, que empeoran y dificultan el comportamiento direccional del vehículo, como se esquematiza en la figura 8

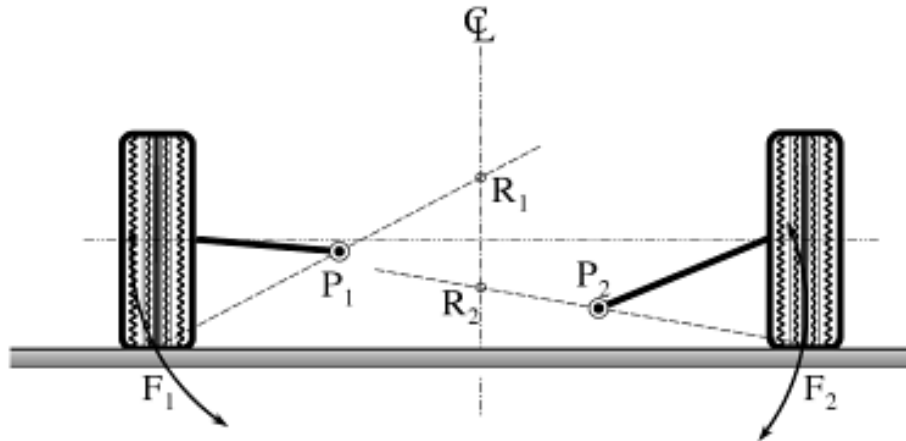


Figura 1.8

#### Ángulos De Deriva En Los Neumáticos

Fuente: LUQUE, Pablo, "INGENIERIA DEL AUTOMOVIL: SISTEMA DE COMPORTAMIENTO DINAMICO", Ed. PARANINFO, 2004

En caso general de una suspensión independiente, su comportamiento se puede asimilar al de un brazo equivalente, pivotando respecto a un punto P, o polo, fijo a la carrocería, como se representa en la figura. Cuanto más alto esté ubicado el polo P, mayor modificación del ancho de vía sufrirá el vehículo ante deflexiones de la suspensión, si el polo estuviese en el suelo, la modificación sería mínima, presentando al mismo tiempo una menor modificación de la caída de rueda, como el inconveniente de que, al cargarse el vehículo, este punto baja, por debajo del nivel del suelo, proporcionando una caída negativa a la rueda (con la mejora del comportamiento ante cargas laterales), pero reduciendo el recorrido en compresión de la suspensión.

#### 1.2.10.1. CALCULO DEL CENTRO DE BALANCEO

Se traza una línea perpendicular a la columna y otra según la dirección del brazo inferior y su unión con la carrocería, como se muestra

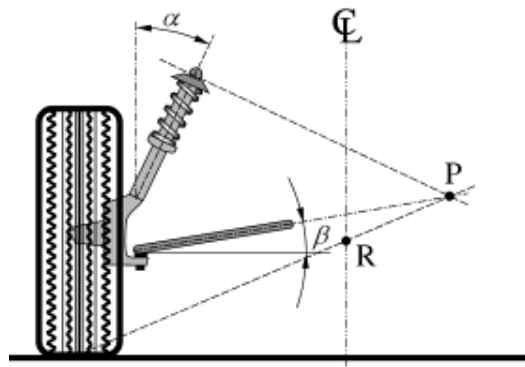


Figura 1.9

#### Centro de Balanceo Para Una Suspensión Tipo McPherson

Fuente: LUQUE, Pablo, "INGENIERIA DEL AUTOMOVIL: SISTEMA DE COMPORTAMIENTO DINAMICO", Ed. PARANINFO, 2004

### 1.3.1. COMPONENTES DEL SISTEMA DE DIRECCION

Este conjunto está dividido en tres partes comprendidas de la siguiente manera: elementos anteriores a la caja de dirección, entre los que se encuentran el volante, eje de la columna y la columna de la dirección, la caja de dirección y el varillaje.

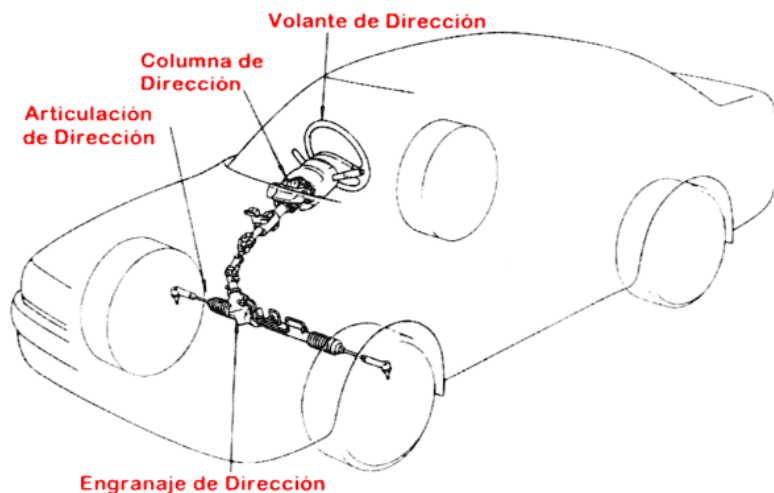


Figura 1.10

#### Componentes Del Sistema De La Dirección

Fuente: <http://www.automotriz.net/tecnica/conocimientos-basicos-40.html>

#### 1.3.1.1. VOLANTE.

Tiene una forma ergonómica que básicamente consiste en una corona que se une por medio de radios al cono del centro del elemento, para así obtener mayor comodidad y también facilitar el manejo. La misión principal de este elemento es reducir la fuerza que debe aplicar el conductor a las ruedas directrices.

La nueva generación de los volantes vienen incorporados con elementos de seguridad pasiva para resguardar al conductor (airbag)



Figura 1.11

#### **Volante**

Fuente: <http://www.mercadoracing.org/imagenes-anuncios/10/170150/vendo-volante-con-airbag-de-audi-s4-b5.jpg>

### **1.3.1.2. COLUMNA DE DIRECCIÓN.**

Es un cilindro que está montado en el chasis o bastidor, dentro del cual está el eje de la dirección que une al volante con la caja de la dirección, el cual lleva en sus extremos unos casquillos de bronce o plásticos con bajo coeficiente de rozamiento por lo que a veces una de las averías es el juego que se produce en estos elementos.

En las carrocerías aerodinámicas, este elemento también ha sufrido variación lo cual se ve desde la posición de la columna, que era una posición semivertical a una posición casi horizontal o también una posición regulable, hasta los materiales que se utilizan para su construcción.

La columna de la dirección también representa un elemento de seguridad pasiva muy importante ya que la mayor causa de muerte del conductor en los vehículos antiguos era por el colapso contra este elemento, por lo que en la actualidad es un eje articulado el cual tiende a separarse al momento de una colisión.



Figura 1.12

#### **Columna De Dirección**

Fuente: <http://4b2010gsmc.blogspot.com/2010/04/columna-de-direccion-colapsable.html>

### **1.3.1.3. CAJA O MECANISMO DE DIRECCIÓN.**

Es el elemento encargado de transformar el movimiento giratorio del volante, en un movimiento rectilíneo transversal dirigido hacia los brazos Pitman, para así obtener una reducción de la fuerza aplicada por el conductor consiguiendo un manejo más fácil y seguro. Este elemento se coloca lo más protegida posible para evitar en caso de un accidente que el volante penetre peligrosamente en el interior del vehículo.

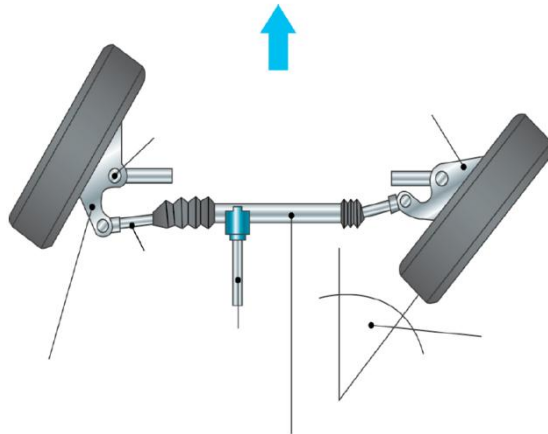


Figura 1.13

#### Mecanismo De La Dirección

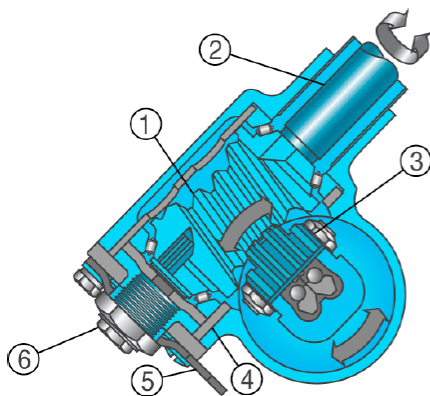
Fuente: [http://api.ning.com/files/Y69DD5MMCMJeh4T6uEpjdpXGkcQSym84ruxMIyGlwhIW5ZhvUeqIfGvg2cUNDOPHF0Z7yA7or\\*7t65pT5QVw94EUbdmwXbin/SistemasdeDirecciontrabajodeRober.pdf](http://api.ning.com/files/Y69DD5MMCMJeh4T6uEpjdpXGkcQSym84ruxMIyGlwhIW5ZhvUeqIfGvg2cUNDOPHF0Z7yA7or*7t65pT5QVw94EUbdmwXbin/SistemasdeDirecciontrabajodeRober.pdf)

Según este elemento, los sistemas de dirección se clasifican de la siguiente manera:

- Tornillo sinfín y rodillo.
- Tornillo sinfín y dedo.
- Tornillo sinfín y tuerca.
- Tornillo sinfín y sector dentado.
- Tornillo sinfín y tuerca con bolas circulantes o recirculación de bolas.
- Cremallera.
- Dirección asistida de cremallera.

#### 1.3.1.3.1. DIRECCIÓN DE TORNILLO SINFIN Y RODILLO.

Este sistema simplemente se basa en un tornillo de forma globoide, el cual al girar desplaza el rodillo de forma lateral.



- 1 Tornillo sinfín de la dirección.
- 2 Eje de la columna de la dirección.
- 3 Rodillo de dirección.
- 4 Casquillo excéntrico.
- 5 Palanca de ajuste para el juego de flancos.
- 6 Tornillos de ajuste para el eje de la columna de la dirección.

Figura 1.14

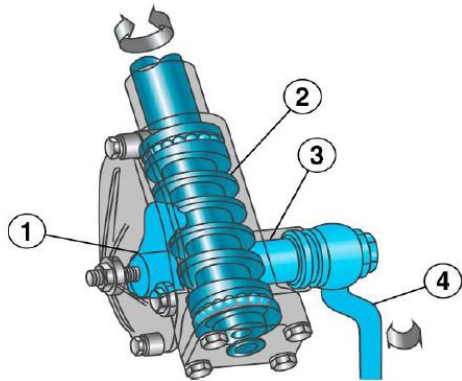
#### Dirección De Tornillo Sin Fin Y Rodillo

Fuente: [http://api.ning.com/files/Y69DD5MMCMJeh4T6uEpjdpXGkcQSym84ruxMIyGlwhIW5ZhvUeqIfGvg2cUNDOPHF0Z7yA7or\\*7t65pT5QVw94EUbdmwXbin/SistemasdeDirecciontrabajodeRober.pdf](http://api.ning.com/files/Y69DD5MMCMJeh4T6uEpjdpXGkcQSym84ruxMIyGlwhIW5ZhvUeqIfGvg2cUNDOPHF0Z7yA7or*7t65pT5QVw94EUbdmwXbin/SistemasdeDirecciontrabajodeRober.pdf)



#### 1.3.1.3.2. TORNILLO SINFÍN Y DEDO.

La constitución de este sistema es un tornillo sinfín y un dedo de tetón. Al girar el sinfín se transmite movimiento al dedo el cual a su vez transmite un movimiento oscilante a la palanca de ataque.



- 1 Dedo de rodadura.
- 2 Tornillo sinfín.
- 3 Eje de la biela de mando.
- 4 Biela de mando de la dirección.

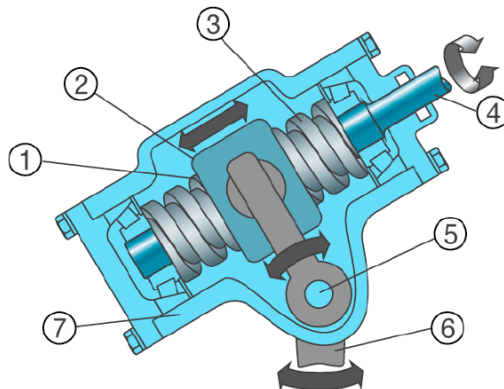
Figura 1.15

#### Tornillo Sin Fin Y Dedo

Fuente: [http://api.ning.com/files/Y69DD5MMCmJeh4T6uEpjdpXGkcQSym84ruxMIyGlwhlW5ZhvUeqIfGvg2cUNDOPHF0Z7yA7or\\*7t65pT5QVw94EUbdmwXbin/SistemasdeDirecciontrabajodeRober.pdf](http://api.ning.com/files/Y69DD5MMCmJeh4T6uEpjdpXGkcQSym84ruxMIyGlwhlW5ZhvUeqIfGvg2cUNDOPHF0Z7yA7or*7t65pT5QVw94EUbdmwXbin/SistemasdeDirecciontrabajodeRober.pdf)

#### 1.3.1.3.3. TORNILLO SINFÍN Y TUERCA.

Se tiene un tornillo sinfín cilíndrico y una tuerca. Cuando tenemos el desplazamiento del sinfín, la tuerca se desplaza de forma longitudinal accionando la palanca de ataque que está unida a esta.



- 1 Elementos deslizantes.
- 2 Tuerca de dirección.
- 3 Tornillo de dirección.
- 4 Eje de la columna de la dirección.
- 5 Eje de la biela de mando.
- 6 Biela de mando de la dirección.
- 7 Horquilla de dirección.

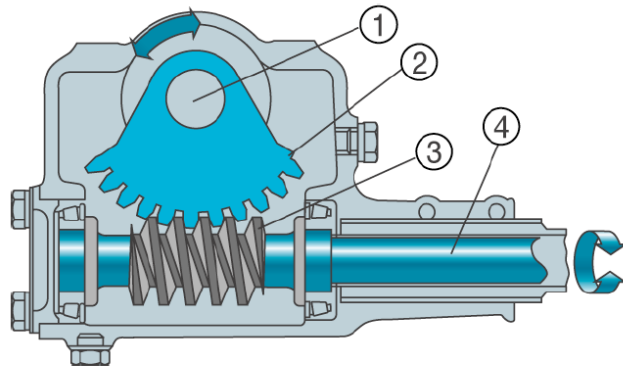
Figura 1.16

#### Tornillo Sin Fin Y Tuerca

Fuente: [http://api.ning.com/files/Y69DD5MMCmJeh4T6uEpjdpXGkcQSym84ruxMIyGlwhlW5ZhvUeqIfGvg2cUNDOPHF0Z7yA7or\\*7t65pT5QVw94EUbdmwXbin/SistemasdeDirecciontrabajodeRober.pdf](http://api.ning.com/files/Y69DD5MMCmJeh4T6uEpjdpXGkcQSym84ruxMIyGlwhlW5ZhvUeqIfGvg2cUNDOPHF0Z7yA7or*7t65pT5QVw94EUbdmwXbin/SistemasdeDirecciontrabajodeRober.pdf)

#### 1.3.1.3.4. TORNILLO SIN FÍN Y SECTOR DENTADO.

Está constituido por un tornillo sinfín, el cual está montado sobre cojinetes de rodillos cónicos, y un sector dentado que está unido a la palanca de ataque. En este sistema el movimiento se toma constante.



- 1 Eje de la biela de mando hacia la biela de mando de la dirección.
- 2 Segmento de dirección o sector dentado.
- 3 Tornillo sinfín cilíndrico.
- 4 Eje de la columna de la dirección

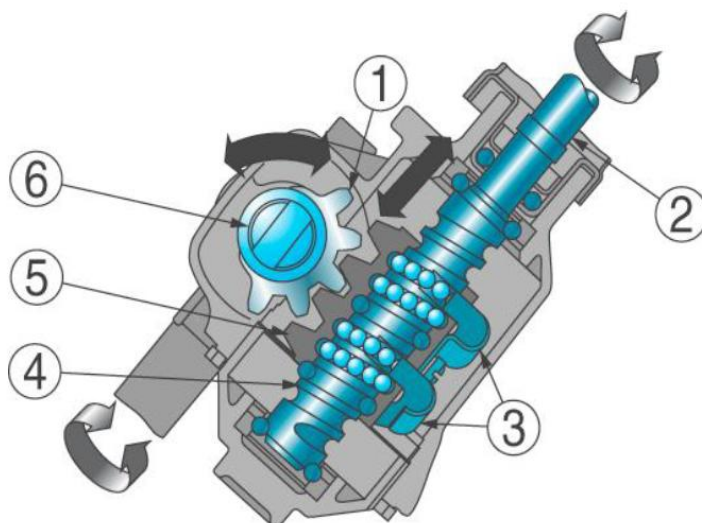
Figura 1.17

#### Tornillo Sin Fin Y Sector Dentado

Fuente: [http://api.ning.com/files/Y69DD5MMCmJeh4T6uEpjdpXGkcQSym84ruxMIyGlvhlW5ZhvUeqlfGvg2cUNDOPHF0Z7yA7or\\*7t65pT5QVw94EUbdmwXbin/SistemasdeDirecciontrabajodeRober.pdf](http://api.ning.com/files/Y69DD5MMCmJeh4T6uEpjdpXGkcQSym84ruxMIyGlvhlW5ZhvUeqlfGvg2cUNDOPHF0Z7yA7or*7t65pT5QVw94EUbdmwXbin/SistemasdeDirecciontrabajodeRober.pdf)

#### 1.3.1.3.5. TORNILLO SIN FÍN Y TUERCA CON BOLAS CIRCULANTES O RECIRCULACIÓN DE BOLAS.

Este sistema consiste en interponer una hilera de bolas entre el sinfín y la tuerca. También se dispone de una cremallera la cual se encarga de transmitir el movimiento a un sector dentado, para que este a su vez accione la palanca de ataque.



- 1 Segmento de dirección.
- 2 Eje de la columna de la dirección.
- 3 Tubos de retorno de las bolas.
- 4 Tornillo de dirección.
- 5 Tuerca de dirección.
- 6 Tuerca de dirección.
- 7 Eje de la biela de mando.

Figura 1.18

#### Tornillo Sin Fin Y Tuerca Con Bolas Circulantes

Fuente: [http://api.ning.com/files/Y69DD5MMCmJeh4T6uEpjdpXGkcQSym84ruxMIyGlvhlW5ZhvUeqlfGvg2cUNDOPHF0Z7yA7or\\*7t65pT5QVw94EUbdmwXbin/SistemasdeDirecciontrabajodeRober.pdf](http://api.ning.com/files/Y69DD5MMCmJeh4T6uEpjdpXGkcQSym84ruxMIyGlvhlW5ZhvUeqlfGvg2cUNDOPHF0Z7yA7or*7t65pT5QVw94EUbdmwXbin/SistemasdeDirecciontrabajodeRober.pdf)

#### 1.3.1.3.6. CREMALLERA.

Este mecanismo es más sencillo que los estudiados anteriormente. Se basa en una cremallera y un piñón (conjunto desmultiplicador). Su montaje es sencillo, ya que se eliminan algunos componentes de la tirantearía de mando.

La fabricación es sencilla ya que se talla una cremallera en la barra que se desplaza lateralmente, la misma que se mueve dentro de un cárter apoyada en unos casquillos de bronce o nailon. Se acciona por medio de un piñón colocado en el extremo de la columna de la dirección, que engrana directamente con la cremallera.

La cremallera va unida directamente con las ruedas por medio de unas bielas de dirección, en las que se montan las rotulas, que sirven para la regulación de la convergencia de las ruedas.

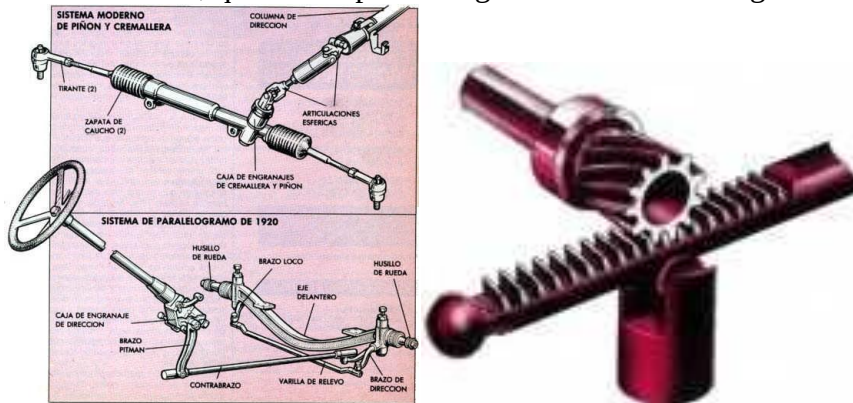


Figura 1.19  
Cremallera

Fuente: <http://aprendemostecnologia.org/2008/09/04/mecanismo-de-pinion-cremallera/>

#### 1.3.1.3.7. DIRECCIÓN ASISTIDA DE CREMALLERA.

En este sistema la caja de la cremallera funciona como un cárter hidráulico y la cremallera como un pistón de doble efecto. En los extremos, donde están los casquillos de bronce, se agregan un retén para asegurar la estanqueidad y evitar la pérdida de aceite en el cilindro. Cuando giramos el volante, este acciona la válvula distribuidora, la misma que se encarga de enviar aceite a presión hacia una u otra cara del embolo obteniendo la asistencia de la cremallera para el movimiento en uno u otro sentido.

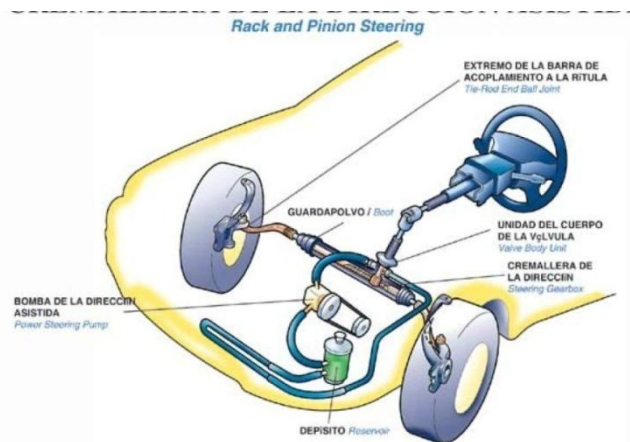


Figura 1.20

Dirección Asistida De Cremallera

Fuente: [http://elmerscar.com/images/guia/GUIATECNICAILUSTRADA\\_P%e1gina\\_12.jpg](http://elmerscar.com/images/guia/GUIATECNICAILUSTRADA_P%e1gina_12.jpg)

#### 1.3.1.4. TIRANTERIA DE LA DIRECCION.

Es el conjunto de elementos que va desde la caja de dirección hasta las ruedas.

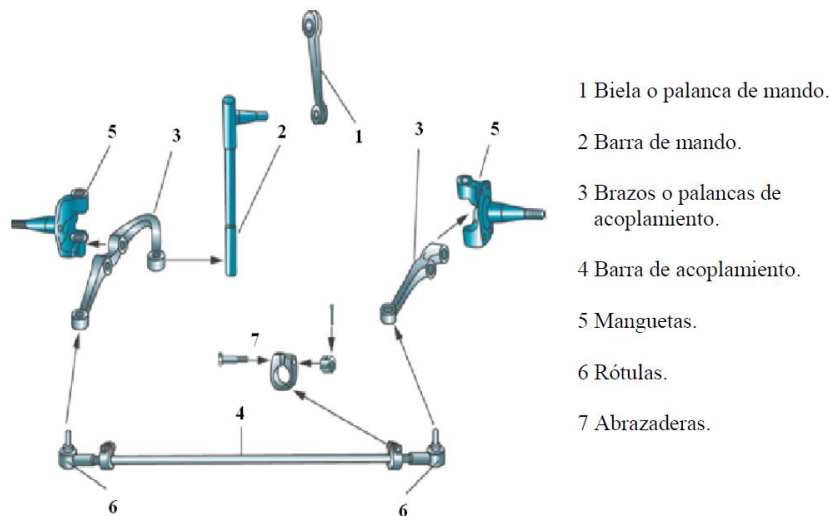


Figura 1.21

#### Componentes De La Tirantearía De La Dirección

Fuente: [http://api.ning.com/files/Y69DD5MMCmJeh4T6uEpjdpXGkcQSym84ruxMIyGlwhlW5ZhvUeqlfGvg2cUNDOPHF0Z7yA7or\\*7t65pT5QVw94EUbdmwXbin/SistemasdeDirecciontrabajodeRober.pdf](http://api.ning.com/files/Y69DD5MMCmJeh4T6uEpjdpXGkcQSym84ruxMIyGlwhlW5ZhvUeqlfGvg2cUNDOPHF0Z7yA7or*7t65pT5QVw94EUbdmwXbin/SistemasdeDirecciontrabajodeRober.pdf)

##### 1.3.1.4.1. PALANCA DE ATAQUE.

Va acoplada directamente a la caja de la dirección por medio de un estriado. Este elemento es el encargado de recibir el movimiento de la caja de dirección y transformarlo en movimiento angular que va a la barra de mando.

##### 1.3.1.4.2. BARRA DE MANDO.

Esta barra se encuentra unida por un lado a la palanca de ataque y por otro a las palancas de acoplamiento. En los sistemas por cremallera, este elemento ataca directamente a los brazos de acoplamiento de las ruedas.

##### 1.3.1.4.3. BRAZOS DE ACOPLAMIENTO.

Son los encargados de transmitir el movimiento de la caja de dirección a las ruedas para la orientación de estas. Este sistema está formado por unos brazos de acoplamiento montados sobre las manguetas de forma perpendicular al eje de las ruedas y paralelos al terreno.

Estos brazos llevan un cierto ángulo de inclinación para que la prolongación de sus ejes coincida sobre el centro del eje trasero y tienen por misión el desplazamiento lateral de las ruedas directrices.

##### 1.3.1.4.4. BARRAS DE ACOPLAMIENTO.

Son las encargadas de unir las dos ruedas por medio de una o varias barras de acoplamiento, según el sistema utilizado, están realizan la unión de los brazos para obtener un movimiento simultaneo en las ruedas, al producirse el desplazamiento lateral en una de ellas.

Básicamente son tubos de acero que en sus extremos llevan montadas las rotulas, cuya misión es hacer elástica entre los brazos de acoplamiento de las ruedas y adaptarlas a las variaciones de longitud producidas por las incidencias del terreno.

#### 1.3.1.4.5. ROTULAS.

Estos elementos están constituidos por un muñón cónico en cuyos extremos tiene, por una parte, la unión roscada que permite su desmontaje y, por otra parte, una bola o esfera alojada en una caja esférica que realiza la unión elástica.

Su misión consiste en realizar la unión elástica entre la caja de dirección y los brazos de acoplamiento de las ruedas, además de permitir las variaciones de longitud para corregir la convergencia de las ruedas.

#### 1.4.1. DIRECCIONES ASISTIDAS

La finalidad de estos sistemas es brindar energía obteniendo el mínimo esfuerzo del conductor, para lo cual es necesario disponer de una fuente de energía proporcionada por el propio motor térmico, y por medio de una bomba hidráulica conseguir la amplificación de la fuerza ejercida por el conductor en el volante.

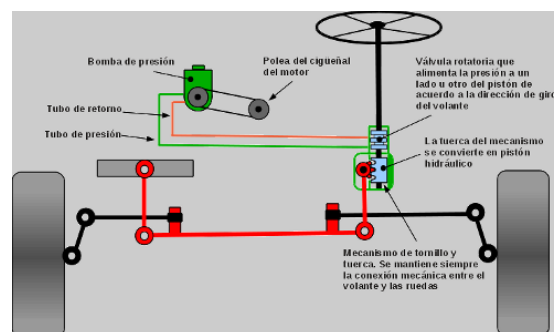


Figura 1.22

#### Dirección Asistida Hidráulicamente

Fuente: <http://www.sabelotodo.org/automovil/sisdireccion.html>

En la figura 1 observamos una dirección de cremallera 1) provista de todos los mecanismos estudiados con anterioridad, la cual dispone de unos conductos hidráulicos que son activados por las válvulas internas y por medio de la presión que proporciona una bomba de asistencia (2). La presencia de un depósito (3) permite la permanente recirculación del líquido de servo asistencia, siempre que la bomba se mantenga funcionando. Los valores de presión que normalmente se obtienen dentro del circuito son de alta presión ya que se mantienen entre los 60 y los 100 bares, según el diseño y el tipo de dirección asistida de que se trate.

Las ventajas que aportan estas direcciones a la seguridad y el bienestar de la conducción no sólo pueden evaluarse por el menor esfuerzo hecho por el conductor (que, por otra parte, se trata de una ventaja considerable), sino que también pueden representar un menor desplazamiento del volante para llegar de un extremo al otro del giro de las ruedas y, por consiguiente, la dirección puede ser mucho más directa.

También la desmultiplicación, que determina el esfuerzo que hay que realizar sobre el volante, puede ser, y de hecho es, mucho menor en el caso de la dirección asistida, que suele

mantenerse alrededor del 68:1 mientras que la dirección mecánica del mismo tipo y marca necesita una desmultiplicación de 214:1 para dar suficientes garantías de que podrá ser manejada con cierta soltura por parte del usuario.

Otra ventaja que debe añadirse a la dirección asistida es su mayor seguridad en el caso de que las ruedas directrices, o una de ellas, reciban un fuerte golpe durante la marcha, en las direcciones mecánicas es frecuente una reacción de reversibilidad de la dirección que puede resultar muy peligrosa, si el conductor no está muy atento y el volante se le escapa de las manos. No ocurre lo mismo en el caso de las direcciones asistidas, porque en una situación semejante la presión hidráulica aumenta de una forma automática e impide que el volante ruede y se escape de las manos del conductor.

Otro momento de gran seguridad en los automóviles provistos de dirección asistida es el que puede producirse en el caso de un reventón, que en muchas ocasiones puede resultar peligroso en las direcciones mecánicas no asistidas. Si se produce un reventón en una de las ruedas directrices, hacerse con el control del automóvil puede llegar a ser imposible. No ocurre lo mismo con las direcciones asistidas, porque la repercusión del reventón se hace ostensiblemente sensible en el varillaje de la dirección, lo que hace que la válvula distribuidora de que dispone reaccione también de una forma automática e instantánea en sentido inverso a la acción que ha provocado el reventón. Esta circunstancia hace que el conductor pueda controlar la dirección hasta detener el vehículo, haciéndose siempre dueño de los mandos a través del volante.

#### 1.4.1.1. LEY DE PASCAL

La dirección asistida se basa en la ley de pascal, lo cual nos dice: “la presión ejercida por un fluido incompresible y en equilibrio dentro de un recipiente de paredes indeformables se transmite con igual intensidad en todas las direcciones y en todos los puntos del fluido”.

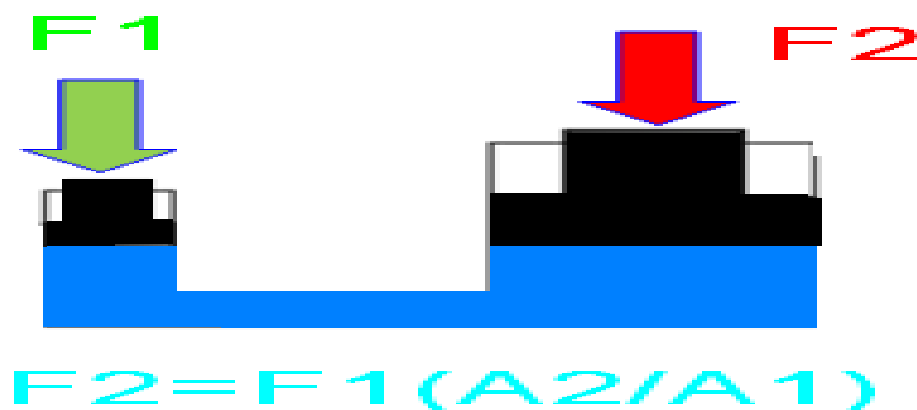


Figura 1.23  
Principio De Vasos Comunicantes  
Fuente: Autores



Formulas para obtener la presión:

$$Presión_{kPa} = \frac{Fuerza_N * 10}{Area_{cm^2}} \text{ (para el sistema SI)}$$
$$Presión_{psi} = \frac{Fuerza_{(lb)}}{Area_{pulg^2}} \text{ (para el sistema Ingles)}$$

#### 1.4.3.3. CAUDAL

Es un fluido en movimiento, que generalmente lo expresamos en función del tiempo:

$$Q(\text{caudal}) = \frac{\text{Litros}}{\text{minuto}}$$

También lo podemos expresar en GPM (galones por minuto)

**Importante:** La fuerza y el par dependen de la presión. El movimiento o desplazamiento dependen del caudal.

#### 1.4.4. CONSTITUCIÓN BÁSICA DE UNA DIRECCIÓN SERVOASISTIDA

Básicamente la dirección servoasistida o hidráulica consta de una serie de elementos añadidos a un sistema de dirección mecánica. En la figura 2 hemos dibujado los elementos de que consta en la realidad una de estas direcciones.

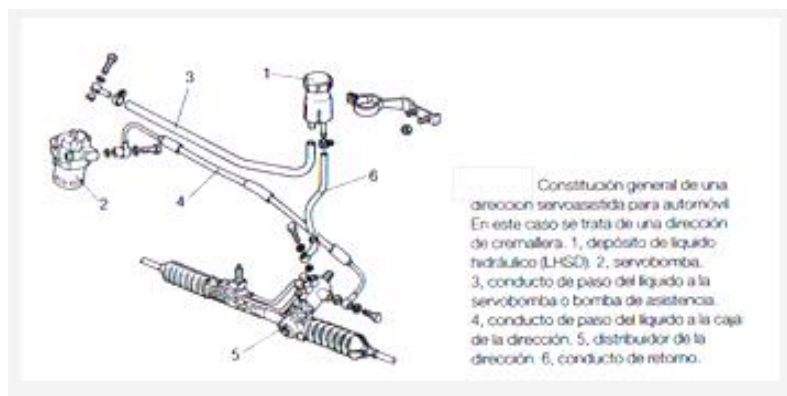


Figura 1.24

#### Dirección Servoasistida

Fuente: <http://autos-mecanica.blogspot.com/>

<sup>1</sup> Fuente: <http://190.0.130.136/archivos/mecanica-general/MATERIAL%20BIBLIOGRAFICO%20TECNICO%20PARA%20APOYO%20DOCENTE/APORTES>

<sup>2</sup> Fuente: [http://190.0.130.136/archivos/mecanica-general/MATERIAL%20BIBLIOGRAFICO%20TECNICO%20PARA%20APOYO%20DOCENTE/APORTES%20VARIOS%20PARA%20DOCENTES/OLEOHIDRAULICA/URL\\_06\\_MEC01.pdf](http://190.0.130.136/archivos/mecanica-general/MATERIAL%20BIBLIOGRAFICO%20TECNICO%20PARA%20APOYO%20DOCENTE/APORTES%20VARIOS%20PARA%20DOCENTES/OLEOHIDRAULICA/URL_06_MEC01.pdf)

Como puede verse, ésta consta de un depósito (1) que se encuentra ocupando la posición más elevada del sistema, en el que se acumula el líquido hidráulico. Este depósito está en comunicación con la bomba de asistencia (2) por medio del conducto (3) que procede de él. Una vez recogido el líquido por esta servobomba (2), lo activa y lo traslada, por intermedio del conducto (4) hacia el distribuidor de la dirección asistida (5), donde ejerce una función de ayuda para reforzar el movimiento dado al volante por el conductor. Una tubería de rebose o retorno (6) lanza de nuevo el líquido de la servodirección hacia el depósito que, a su vez, vuelve a la bomba de asistencia donde es dotado de presión para continuar su trabajo en el circuito,

Los principales elementos de una dirección asistida son los siguientes:

1. Depósito
2. Servobomba.
3. Distribuidor.

#### 1.4.2.1. DEPÓSITO

Se trata sencillamente de un depósito que se debe instalar siempre por encima del nivel al que se halla la servobomba, deberá encontrarse siempre lleno de líquido, entre las indicaciones de «máximo» y «mínimo», y deberá alimentar, por gravedad, la entrada del líquido que precisa la servobomba. Un ejemplo de este tipo de pieza lo podemos ver en la figura 1.25.

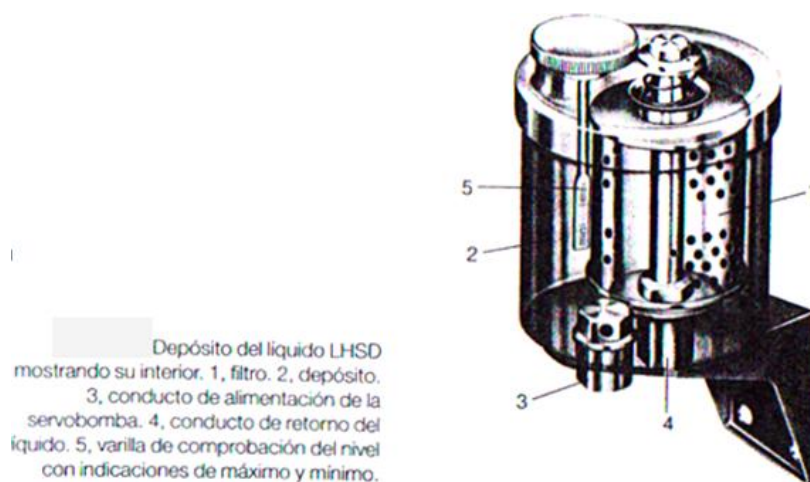


Figura 1.25  
Deposito

Fuente: <http://autos-mecanica.blogspot.com/>

Suele ir provisto de un filtro (1) cuya misión consiste en retener y eliminar del circuito cualquier resto de impureza que haya podido contaminar el fluido hidráulico durante su viaje constante a través del circuito que hemos descrito. Estos filtros suelen estar calculados de tal manera que sean capaces de retener las impurezas de un diámetro que, de no ser detectadas y separadas del circuito, podrían provocar problemas en las válvulas de control, tanto de la misma servobomba como de la caja de la dirección.



En algunos casos el depósito dispone de una varilla (5) para el control del nivel, cosa que suele ocurrir con mucha frecuencia en equipos de dirección asistida previstos para camiones autocares en cuyo circuito se mueven cantidades importantes de líquido hidráulico.

Como puede verse en la figura citada, del depósito salen dos conductos o tuberías: una de ellas (3) conduce el líquido hasta la servobomba, mientras que la tubería 4 retorna el líquido que acaba de realizar el paso por el circuito. Como se aprecia en la figura 3, este conducto devuelve el líquido al depósito después de haber pasado a través del filtro (1).

Los automóviles se usan depósitos de aceite más pequeños y contruidos con materiales más ligeros, con el fin de reducir el peso del equipo. Uno de ellos es el mostrado en la figura 1.26. Se trata de un depósito de plástico que, entre otras ventajas, cuenta con la de resultar muy resistente al calor, lo que no complica el lugar encontrado para su instalación. Tiene una capacidad aproximada de unos  $0.4\text{ dm}^3$  y posee un filtro de gran poder de retención de partículas.

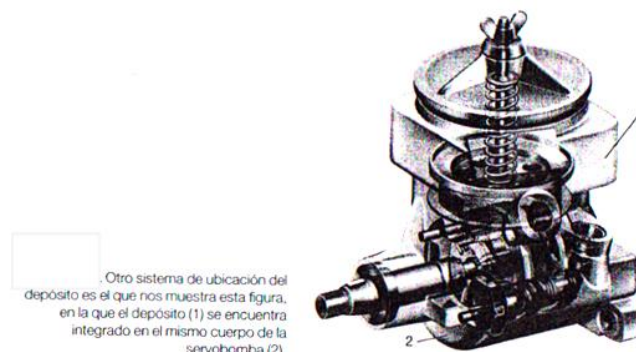


Depósito de aceite construido con materiales plásticos dotado de un poderoso filtro.

Figura 1.26

**Depósito Y Canales De Alimentación**  
Fuente: <http://autos-mecanica.blogspot.com/>

También se fabrican depósitos incorporados a la misma bomba de asistencia formando parte su cuerpo. En este caso, como nos muestra la figura 5, el depósito ocupa la parte superior del conjunto e incorpora en esta zona todos los elementos que le son propios y característicos. En el caso mostrado en esta figura 5 vemos, en la parte inferior, los elementos que forman la servobomba.



Otro sistema de ubicación del depósito es el que nos muestra esta figura, en la que el depósito (1) se encuentra integrado en el mismo cuerpo de la servobomba (2).

Figura 1.27

**Bomba Y Depósito En Un Solo Cuerpo**  
Fuente: <http://autos-mecanica.blogspot.com/>

#### 1.4.4.2. SERVOBOMBA

Se trata de uno de los elementos básicos de circuito. En realidad no es más que una bomba hidráulica accionada por el motor a través de un conjunto de polea y correa (por lo general) que consta de dos elementos que se pueden ver en la figura 6.

Un eje central arrastra un rotor de paletas que trabaja en una cámara excéntrica, de modo que el líquido que recoge a cada vuelta del rotor lo expulse a mayor velocidad y con un aumento considerable de presión.

En ralentí es cuando el conductor suele realizar siempre las maniobras que hacen que la dirección resulte más pesada, como el aparcamiento o la marcha lenta por caminos en muy mal estado, zonas en las que las ventajas de la dirección asistida deben ponerse de manifiesto con mayor relieve.

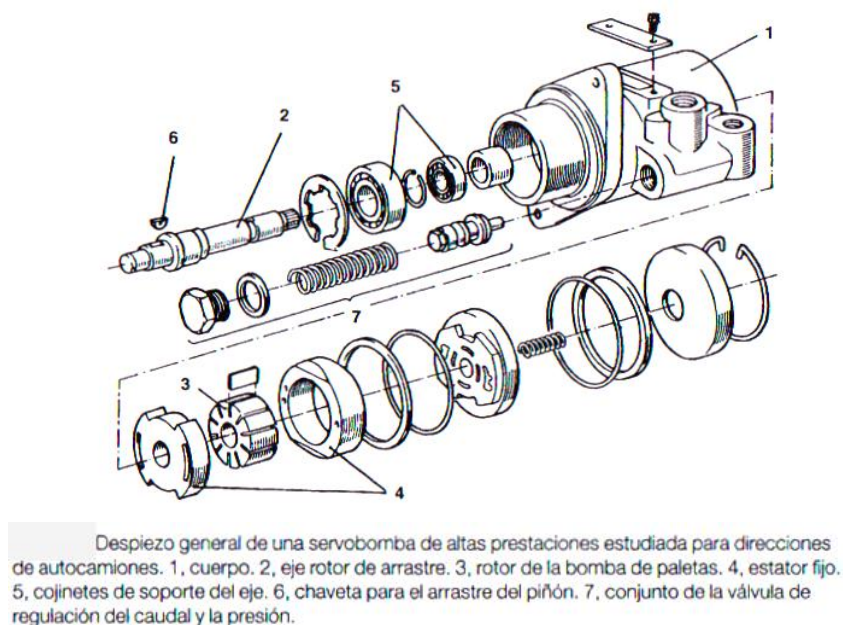


Figura 1.28

#### Servobomba

Fuente: <http://autos-mecanica.blogspot.com/>

En la figura anterior, tenemos un despiece de una servobomba. Observamos que consta, en primer lugar, de un cuerpo de bomba (1) que tiene forma de tubo y, en cuyo interior, girarán todos los complementos del rotor. El eje rotor (2) lleva montado a lo largo de su cuerpo el rotor con paletas (3), que girará al mismo tiempo que lo hace el eje. Este rotor se halla en el interior de las cámaras (4). Por un lado recibe el líquido hidráulico procedente del circuito y por otro, lo expulsa a la elevada presión que necesita la dirección del vehículo y que está de acuerdo con el peso del eje delantero y el tamaño provisto de los neumáticos. Esta presión es variable y depende de la posición de las ruedas directrices. En los automóviles son valores promedios conseguir que la bomba dé hasta los 85 bares cuando la dirección está en su máximo giro, es decir, en cualquiera de sus topes, mientras que en posición neutral sólo necesita una presión de unos 3,50 bares.

Otro elemento muy importante que hay que destacar es la presencia de una válvula de regulación del caudal y la presión (7), que puede encontrarse en algunos diseños y en éste en particular y que se halla colocada en el extremo del cuerpo de la servobomba. Por medio de esta válvula se puede verificar y controlar el caudal y la presión que la servobomba produce y conseguir ajustar estos valores hasta el punto más adecuado de funcionamiento.

#### 1.4.4.2.1. BOMBAS DE PISTONES RADIALES

En este tipo de bombas, el líquido se traslada a la tubería de presión y, por medio de válvulas de salida de funcionamiento automático, queda imposibilitada la acción de retorno del líquido hacia las cámaras de los pistones.

La principal característica de este tipo de bombas es su elevado rendimiento. Por si todo lo dicho fuera poco, estas bombas de pistones radiales (figura 8), son bastante más silenciosas que las de paletas, lo que ayuda a su vez a conseguir motores más silenciosos. También se garantiza una temperatura de servicio del líquido de unos 30 °C menos que en los equipos provistos de bomba de paletas.



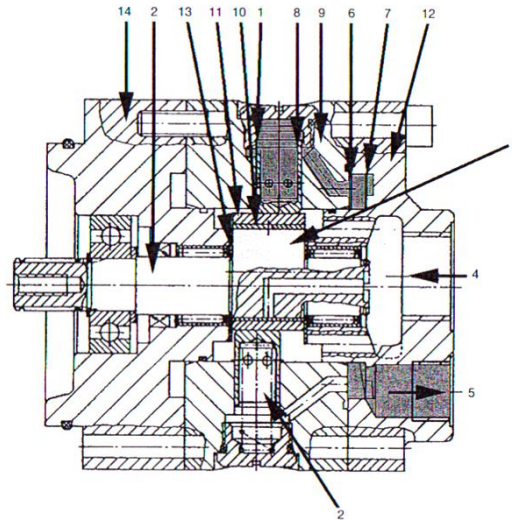
Figura 1.29

#### **Bomba De Pistones Radiales**

**Fuente:** <http://autos-mecanica.blogspot.com/>

Las bombas de pistones radiales pueden proporcionar unos caudales de líquido que pueden ir desde 1,2 hasta 32 cm<sup>3</sup> y obtener presiones superiores a los 200 bares. También se garantiza una temperatura de servicio del líquido de unos 30 °C menos que en los equipos provistos de bomba de paletas.

Cuando se produce el funcionamiento normal del vehículo y la bomba principal es la encargada de activar el aceite del circuito, la bomba de emergencia, o bomba de pistones radiales (figura 1.30), permanece activa, pero mandando todo su caudal aun conducto de retorno por medio de una válvula de conexión automática. Cuando no hay presión en el circuito por falta de alimentación de la bomba principal, el caudal de la bomba de emergencia entra en el circuito y permite mantener la dirección servoasistida suficientemente alimentada. La entrada del líquido se produce por el conducto principal de entrada (4) e inunda los pistones y sus cámaras. Pero, cuando la excéntrica actúa, desplaza al pistón y éste manda el líquido a presión a la zona de salida (5), desde la que marcha al circuito hidráulico general de la dirección. En la zona de salida se dispone de una arandela elástica (6) y de un muelle de plato (7)



Vista seccionada de una bomba de pistones radiales. 1, pistones. 2, eje. 3, leva o excéntrica del eje. 4, conducto principal de entrada. 5, conducto de salida del líquido a presión. 6, arandela elástica. 7, muelle de plato. 8, muelle del pistón. 9, carcasa de la bomba. 10, casquillo de la leva. 11, anillo de deslizamiento. 12, tapa delantera de la servobomba. 13, arandela. 14, tapa posterior.

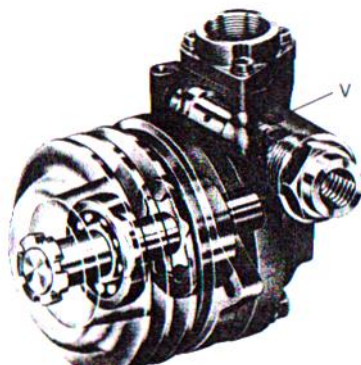
Figura 1.30

**Sección de la bomba de Pistones Radiales**  
Fuente: <http://autos-mecanica.blogspot.com/>

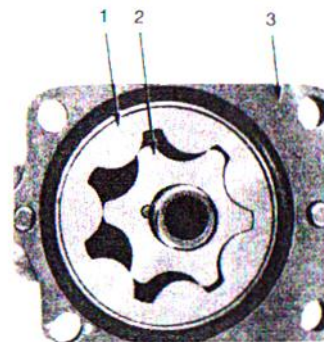
#### 1.4.4.2.2. BOMBAS RIO ROTOR EXCÉNTRICO

Otro tipo de bombas de impulsión utilizado en las servobombas es el mostrado en la siguiente figura. Se trata de la aplicación del sistema de bomba llamado de rotor excéntrico, cuyo diseño y principio de funcionamiento se utiliza en bombas de aceite y en otros muchos diseños similares de impulsión. Este sistema también es conocido con el nombre de bomba Eaton.

Como el giro es continuo, se crea una circulación del líquido que sale a presión por el conducto de salida de la bomba, ya que la cantidad que recoge en las cámaras formadas por los dientes separados la tiene que reducir para darle salida por el conducto de expulsión.



Aspecto de una bomba de rotor excéntrico de la marca ZF mostrando en buena parte su composición interior. Va provista de una válvula limitadora de caudal (V).



Bomba de asistencia de rotor excéntrico. 1, rotor excéntrico. 2, rotor central. 3, cuerpo de la bomba.

Figura 1.31

**Bomba De Rotor Excéntrico**  
Fuente: <http://autos-mecanica.blogspot.com/>



### 1.4.4.3. DISTRIBUIDOR

El principal problema que se presenta en una dirección servoasistida es que las maniobras que se realizan son a bajas revoluciones, para evitar este problema debe disponer de una válvula del tipo de la que podemos ver en la figura 12. Se trata de una válvula aplicada a una servobomba de paletas.

La salida del líquido desde el lado de presión de la cámara de las paletas de la bomba se efectúa por el conducto señalado en 9 y el racor difusor (1), al cual va unido el tubo que lo llevará a la válvula distribuidora. Cuando se produce un exceso de caudal, éste empuja al pistón (3) hasta el punto que puede vencer la fuerza del muelle tarado (6). Como consecuencia de este empuje se abre el paso hacia el orificio (8) por el que el líquido regresa al conducto de aspiración de la bomba. El taladro (10) practicado en la zona de estrechamiento del difusor se comunica, por medio de una ranura anular con el conducto (2) y éste con la parte posterior de pistón (3).

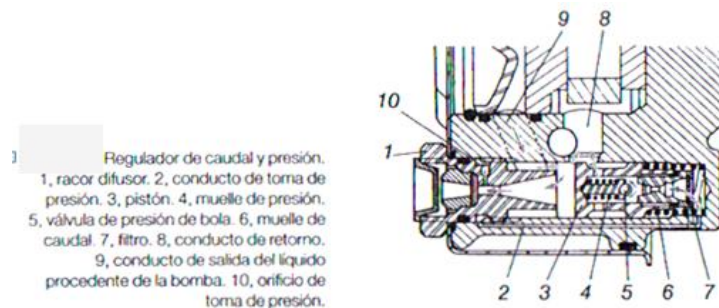


Figura 1.32

#### Distribuidor

Fuente: <http://autos-mecanica.blogspot.com/>

En el interior del pistón se aloja una válvula de bola (5) que dispone de un muelle tarado y, cuando la presión supera el valor máximo, vence la fuerza del muelle y el líquido vuelve al conducto de aspiración de la bomba.

El objetivo de esta válvula reguladora (figura 13) consiste en conseguir que por el orificio de salida (1) se mantenga un caudal constante de servicio independientemente del giro más o menos rápido de la bomba. Para ello, el aceite procedente de la bomba entra por la cámara principal (3) de la válvula.

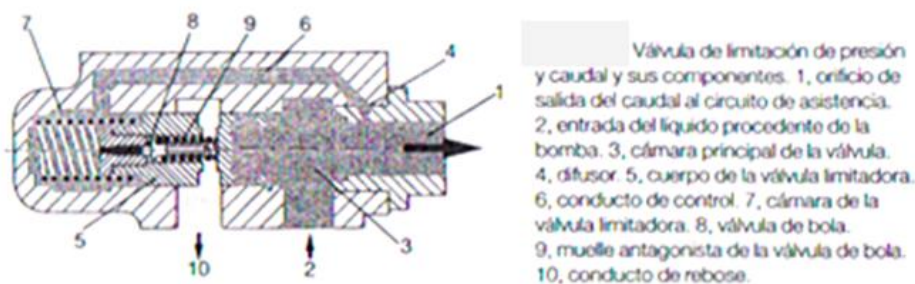


Figura. 1.33

#### Válvula De Presión Seccionada

Fuente: <http://autos-mecanica.blogspot.com/>

En estas condiciones, la presión y el caudal proporcionados por la bomba se hacen sensibles en el difusor (4), que está en contacto con la válvula limitadora (5), a través del conducto (6). Si la presión aumenta en la cámara (7), empuja a la válvula limitadora (5) que puede llegar a abrir su válvula de bola(s) cuando el valor de la presión supera determinados límites. Cuando ello ocurre, el caudal recibido por el conducto 6 pasa a derivarse por el otro conducto (10), que es un conducto de rebose que lleva el líquido al depósito. De esta forma se consigue rebajar el caudal y mantenerlo con un valor constante de acuerdo con las necesidades del sistema.

Con las válvulas de limitación de presión y caudal pueden obtenerse valores de relación muy acordes con las necesidades que dirección asistida precisa, ya que pueden controlar presiones que van desde los 10 hasta los 200 bares, y caudales de líquido de entre 6 y 140 dm<sup>3</sup>/minuto.

Otro elemento importante que también es parte del sistema de dirección es la válvula de conexión.

#### **1.4.4.4. VÁLVULAS DE CONEXIÓN**

Estas válvulas están presentes en los circuitos que poseen una válvula de emergencia. Su objetivo es conseguir un mecanismo automático que permita la conexión instantánea de la bomba de emergencia cuando la bomba principal deja de alimentar el circuito debido a alguna avería del motor o del arrastre entre motor y bomba.

Por medio de esta válvula de conexión (figura 34) se puede establecer el funcionamiento combinado de ambas bombas y obtener la máxima seguridad para el conductor, que nunca podrá perder el control de la dirección.

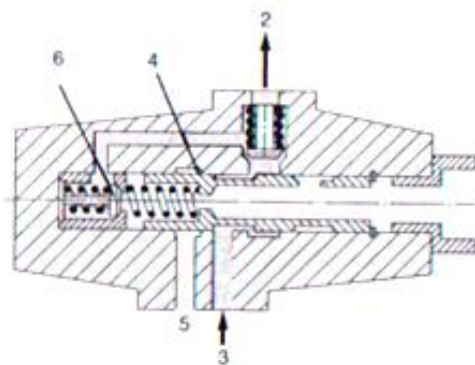


Figura 1.34

**Válvula De Conexión**

Fuente: <http://autos-mecanica.blogspot.com/>

#### **1.4.5. FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO DE UNA SERVODIRECCIÓN**

La forma como se organizan todos los elementos de un sistema de dirección para la asistencia en el giro del volante. Para esto debemos tener en cuenta los dos tipos de sistema de dirección que tenemos.

#### 1.4.3.1. DIRECCIONES DE CREMALLERA

La organización general de una dirección de cremallera hidráulica o servo asistida la tenemos en la figura 15. Como puede verse se trata de una dirección que tiene los mismos elementos mecánicos que determinan una dirección de este tipo, es decir, la cremallera y el piñón de ataque (2). Sin embargo, tenemos la presencia del circuito hidráulico que se destaca por la introducción de un depósito de líquido (3), una servobomba (4). Una válvula distribuidora rotativa (5), que actúa sobre el piñón de mando, y el conjunto de tuberías que transportan el líquido por las zonas de trabajo del mecanismo. Una válvula de émbolos rotativos (6) distribuye la presión sobre la barra de la dirección para intervenir en su desplazamiento.

El mismo movimiento del volante hace las funciones de control de la válvula rotativa

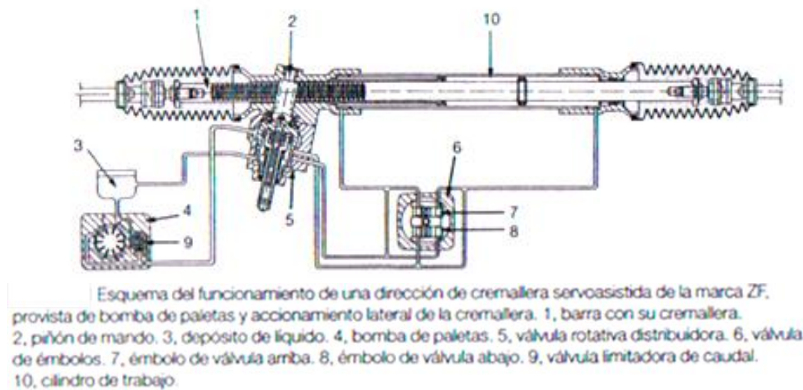


Figura 1.35  
**Cremallera De La Dirección**  
Fuente: <http://autos-mecanica.blogspot.com/>

#### 1.4.5.2. DIRECCIONES DE TORNILLO SINFIN

Con la servobomba (1), en este caso de rotor excéntrico, que recibe el líquido desde el depósito hidráulico (2). También tenemos dos válvulas, las limitadoras de caudal y de presión (3).

Otro conjunto importante es el formado por la parte mecánica de la caja de la dirección (4). Aquí podemos ver el pistón de reacción (5) y el extremo del eje del tornillo de circulación de bolas (6), así como el eje del sector en su caja (7), responsable final del accionamiento de la dirección, la cuestión principal de la servo asistencia consiste en la presencia de una serie de válvulas por cuya mediación se puede mandar presión hidráulica en cuanto el volante se acciona, o bien hacia la cámara (8), para que contribuya al empuje del pistón de reacción hacia la derecha, o bien a la cámara (9) para facilitar el desplazamiento del pistón hacia la izquierda.

Para conseguir este propósito, el mecanismo del árbol de la dirección (10) dispone de una caja distribuidora que presenta unas válvulas correderas (11 y 12), distribuidoras del caudal del líquido y con él, de su misma presión.

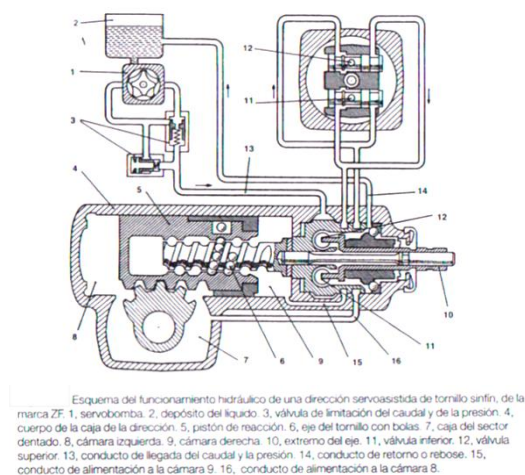


Figura 1.36

#### Direcciones De Tornillo Sinfín

Fuente: <http://autos-mecanica.blogspot.com/>

Este tipo de diseños también recibe el nombre de servodirecciones hidráulicas coaxiales, porque el eje del árbol de la dirección, la válvula distribuidora y el tornillo sinfín se encuentran todos ellos alineados a lo largo de un mismo eje.

### 1.5.2. AVERÍAS EN LA DIRECCIÓN

#### 1.5.2.1. DIAGNOSTICO GENERALDE FALLOS DE NEUMÁTICOS Y DIRECCION

| Condiciones                                                | Causas posibles                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Corrección                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| El vehículo se desvía de la línea recta (se va de un lado) | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Neumáticos diferentes o irregulares</li> <li>2. Neumáticos incorrectamente inflados</li> <li>3. Muelles rotos o flojos</li> <li>4. Fuerza lateral del neumático radial</li> <li>5. Alineación delantera desajustada</li> <li>6. Alineación trasera desajustada</li> <li>7. Roce de frenos en las ruedas delanteras</li> <li>8. Piezas sueltas, dobladas o rotas en la suspensión trasera o delantera</li> </ol> | <p>Reemplace el neumático</p> <p>Ajuste la presión de inflado</p> <p>Reemplace el muelle</p> <p>Reemplace el neumático</p> <p>Verifique y ajuste la alineación delantera</p> <p>Verifique y ajuste la alineación trasera</p> <p>Repare el freno delantero</p> <p>Apriete o reemplace las piezas de la suspensión.</p> |
| Desgaste excesivo o anormal del neumático                  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Muelle roto o flojo</li> <li>2. Neumático desequilibrado</li> <li>3. Alineación delantera o trasera desajustada</li> <li>4. terminal defectuoso (amortiguador)</li> <li>5. Conducción difícil</li> <li>6. Vehículo cargado excesivamente</li> <li>7. Neumático no gira</li> <li>8. Cojinete de rueda delantera</li> </ol>                                                                                       | <p>Reemplace el muelle</p> <p>Ajuste el equilibrio o reemplace el neumático</p> <p>Verifique y ajuste la alineación delantera</p> <p>Reemplace el terminal</p> <p>Reemplace el neumático</p> <p>Reemplace el neumático</p> <p>Reemplace o intercambie el</p>                                                          |



|                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                       | <p>desgastado o suelto</p> <p>9. Bamboleo de rueda o neumático</p> <p>10. Neumáticos incorrectamente inflados</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <p>neumático</p> <p>Reemplace el cojinete de rueda</p> <p>Reemplace la rueda o el neumático</p> <p>Ajuste la presión del neumático</p>                                                                                                                                                                                                                 |
| Oscilaciones, sacudidas o vibraciones | <p>1. Neumático o rueda desequilibrada</p> <p>2. Cojinetes de ruedas sueltos</p> <p>3. Extremos desgastados de las barras de acoplamiento de la dirección</p> <p>4. Juntas de rotulas inferiores desgastadas</p> <p>5. Ovalación excesiva de rueda</p> <p>6. Alineación delantera desajustada</p> <p>7. Varillaje de la dirección suelto</p> <p>8. Pernos sueltos de la caja de mecanismos de la dirección</p> | <p>balancee las ruedas o reemplace el neumático</p> <p>Reemplace el cojinete de rueda</p> <p>Reemplace el extremo de la barra de dirección</p> <p>Reemplace el brazo de suspensión delantero</p> <p>Reemplace la rueda</p> <p>Alinear los neumáticos</p> <p>Apretar el varillaje de la dirección</p> <p>Apretar los pernos de la caja de dirección</p> |
| Dirección dura                        | <p>1. Neumáticos incorrectamente inflados</p> <p>2. Nivel bajo de fluido, correa de transmisión suelta, o desperfecto en el funcionamiento del sistema de servodirección.</p> <p>3. Agarrotamiento en los pernos de rotula del extremo de la barra de acoplamiento de la dirección</p> <p>4. Alineación delantera desajustada</p> <p>5. Agarrotamiento de la columna de dirección</p>                          | <p>Infle los neumáticos a la presión adecuada</p> <p>Verifique y corrija</p> <p>Reemplace los extremos de las barras de dirección</p> <p>Verifique y ajuste la alineación delantera</p> <p>Repare o reemplace</p>                                                                                                                                      |
| Juego excesivo de la dirección        | <p>1. Cojinetes de rueda desgastados</p> <p>2. Pernos sueltos de caja del mecanismo de la dirección</p> <p>3. Juntas del árbol de dirección desgastados</p> <p>4. Juntas de rotula inferiores desgastadas</p>                                                                                                                                                                                                  | <p>Reemplace</p> <p>Apriete</p> <p>Reemplace la junta</p> <p>Reemplace el brazo de control de suspensión delantera</p>                                                                                                                                                                                                                                 |
| Retorno difícil                       | <p>1. Agarrotamiento en los pernos de rotula del extremo de la barra de acoplamiento de la dirección</p> <p>2. Agarrotamiento de las juntas de rotula</p> <p>3. Agarrotamiento de la columna de dirección</p> <p>4. Lubricación deficiente de piñón y cremallera</p>                                                                                                                                           | <p>Reemplace el extremo de la barra de acoplamiento de la dirección</p> <p>Reemplace</p> <p>Repare o reemplace</p> <p>Verifique, repare o lubrique el piñón y cremallera</p> <p>Ajuste la presión de neumático</p>                                                                                                                                     |

|                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                          | 5. Neumáticos incorrectamente inflados                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Mala estabilidad de la dirección         | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Neumáticos diferentes o irregulares</li> <li>2. Juntas de rotula y extremos de la barra de dirección sueltos</li> <li>3. Amortiguadores o monturas defectuosos</li> <li>4. Barra estabilizadora suelta</li> <li>5. Muelles rotos o flojos</li> <li>6. Juntas de estabilizador sueltas</li> </ol> | <p>Reemplace o infle los neumáticos a presión adecuada</p> <p>Reemplace el brazo de suspensión o el extremo de la barra de la dirección</p> <p>Reemplace el amortiguador y repare la montura</p> <p>Apriete o reemplace la barra estabilizadora o el buje</p> <p>Reemplace el muelle</p> <p>Reemplace la junta</p> |
| La dirección es errática cuando se frena | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cojinetes de rueda desgastados</li> <li>2. Muelles rotos o flojos</li> <li>3. Presión de inflado del neumático desigual</li> <li>4. Frenado no uniforme</li> </ol>                                                                                                                               | <p>Reemplace</p> <p>Reemplace el muelle helicoidal</p> <p>Infle los neumáticos a la presión adecuada</p> <p>Verifique el sistema de frenos</p>                                                                                                                                                                     |
| Condición demasiado blanda               | 1. Amortiguadores defectuosos                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Reemplace el amortiguador                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

Tabla 1.1

**Tabla De Fallos De Neumáticos Y Dirección**  
**Fuente: Manual Chevrolet Esteem**

### 1.5.2.2. DIAGNOSTICO GENERAL DE FALLOS DE LA DIRECCION ASISTIDA

| Condición                                | Causa probable                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | corrección                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| La dirección es dura ( a baja velocidad) | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fluido deteriorado, baja viscosidad, mezcla de diferentes tipos de fluidos</li> <li>2. Tubos o mangueras deformados, entrada de aire a través de la junta</li> <li>3. Purga de aire insuficiente</li> <li>4. Correa gastada, tensión insuficiente</li> <li>5. Presión de inflado de los neumáticos excesivamente baja</li> <li>6. Volante de dirección mal instalado</li> <li>7. La presión hidráulica de la bomba no aumenta</li> <li>8. La presión de la bomba aumenta pero lentamente</li> </ol> | <p>Cambiar el fluido</p> <p>Cambiar las piezas defectuosas</p> <p>Purgar el aire</p> <p>Regular la tensión de la correa o sustituirla</p> <p>Inflar los neumáticos</p> <p>Instalar correctamente el volante</p> <p>Revise la presión,</p> |

|                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                          | 9. Funcionamiento defectuoso de la caja del mecanismo de la dirección                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | cambiar o repara las piezas defectuosas<br>Revise la presión, cambiar o repara las piezas defectuosas<br>Cambiar la caja del mecanismo                                                                                                                                                   |
| El volante se siente momentáneamente duro al girar hacia la izquierda o hacia la derecha | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entrada de aire debido a una cantidad insuficiente de fluido</li> <li>2. La correa patina</li> <li>3. La presión hidráulica de la bomba no aumenta</li> <li>4. La presión hidráulica de la bomba aumenta lentamente</li> <li>5. Funcionamiento defectuoso de la caja del mecanismo de la dirección</li> </ol>                                      | <p>Añadir fluido y purgar el sistema</p> <p>Regular la tensión de la correa o sustituirla si es necesario</p> <p>Revise la presión, cambiar o repara las piezas defectuosas</p> <p>Revise la presión, cambiar o repara las piezas defectuosas</p> <p>Sustituir la caja del mecanismo</p> |
| Recuperación deficiente después de los giros                                             | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tubos o mangueras deformados</li> <li>2. Columna de dirección mal instalada</li> <li>3. Agarrotamiento de las juntas de rotula</li> <li>4. La presión hidráulica de la bomba no aumenta</li> <li>5. La presión hidráulica de la bomba aumenta lentamente</li> <li>6. Funcionamiento defectuoso de la caja del mecanismo de la dirección</li> </ol> | <p>Cambiar la pieza defectuosa</p> <p>Instalar correctamente la columna de la dirección</p> <p>Revise la presión, cambiar o repara las piezas defectuosas</p> <p>Revise la presión, cambiar o repara las piezas defectuosas</p> <p>Cambiar la caja del mecanismo</p>                     |

|                                            |                                                                                                                                                                                          |                                                                        |
|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| El vehículo se va de lado en una vía recta | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Neumático desigual o mal combinado</li> <li>2. Presión de inflado de los neumáticos desigual</li> <li>3. Freno arrastrándose en una</li> </ol> | <p>Cambie el neumático</p> <p>Inflar los neumáticos con la presión</p> |
|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                | <p>rueda</p> <p>4. Funcionamiento defectuoso de la válvula reguladora en la caja del mecanismo</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <p>suficiente.</p> <p>Reparar</p> <p>Cambiar la caja del mecanismo</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Fuga de fluido | <p>1. Flojedad en las juntas de los tubos y de las mangueras (presión hidráulica)</p> <p>2. Tubos o mangueras deformadas o dañadas</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <p>Volver a apretar</p> <p>Cambiar las piezas defectuosas</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Ruido anormal  | <p>1. Entrada de aire debido a una cantidad insuficiente de fluido</p> <p>2. Mezcla de aire en el fluido desde los tubos o mangueras</p> <p>3. Patinaje de la correa</p> <p>4. Correa gastada</p> <p>5. Pernos de fijación de la caja de engranes flojos</p> <p>6. Varillaje o juntas flojas</p> <p>7. Tubos o mangueras en contacto con una parte de la carrocería del vehículo</p> <p>8. Paletas de la bomba defectuosas</p> <p>9. Funcionamiento defectuoso de la válvula reguladora en la caja del mecanismo</p> <p>10. Cojinete defectuoso del eje de la bomba</p> | <p>Añadir fluido o purgar el sistema</p> <p>Cambiar los tubos o mangueras</p> <p>Regular la tensión de la correa</p> <p>Cambiar las correas</p> <p>Volver a apretar los pernos</p> <p>Volver a apretar</p> <p>Instalar los tubos o mangueras correctamente</p> <p>Cambiar las piezas defectuosas</p> <p>Cambiar la caja del mecanismo</p> <p>Cambiar el cojinete</p> |

Tabla 1.2  
**Tabla De Fallos Dirección Asistida**  
**Fuente: Manual Chevrolet Esteem**

### 1.6.1. VARIADOR DE FRECUENCIA



Figura 1.37  
**Variador De Frecuencia**

**Fuente:**[https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/drive\\_tech/flender/Documents/Folleto%20SINAMICS%20G110%20en%20espa%C3%B1ol.pdf](https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/drive_tech/flender/Documents/Folleto%20SINAMICS%20G110%20en%20espa%C3%B1ol.pdf)

Es un elemento electrónico, conocido también como inversor o variador de velocidad, que permite el control de motores a inducción, los mismos que pueden variar su velocidad a partir de su frecuencia.

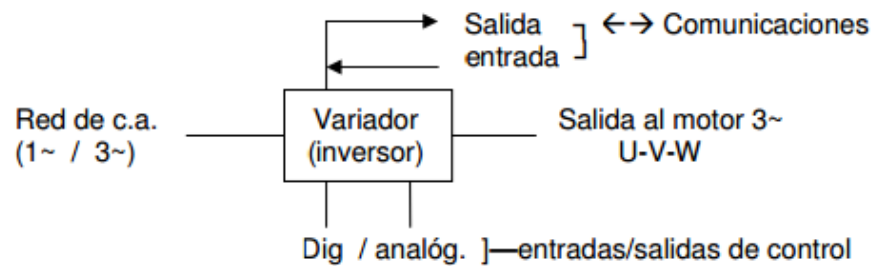


Figura 1.38

#### Diagrama De Un Inversor

Fuente: [http://ingenieros.es/files/proyectos/Variadores\\_de\\_frecuencia.pdf](http://ingenieros.es/files/proyectos/Variadores_de_frecuencia.pdf)

Este elemento se alimenta como corriente monofásica, para motores pequeños, y con corriente trifásica para motores grandes. Las entradas pueden ser de forma digital o analógica e incluso intensidad.

Las salidas del variador son directamente a un motor ya sea de conexión en estrella o conexión en triángulo.

#### 1.6.1. DIAGRAMA EN BLOQUES DE UN VARIADOR

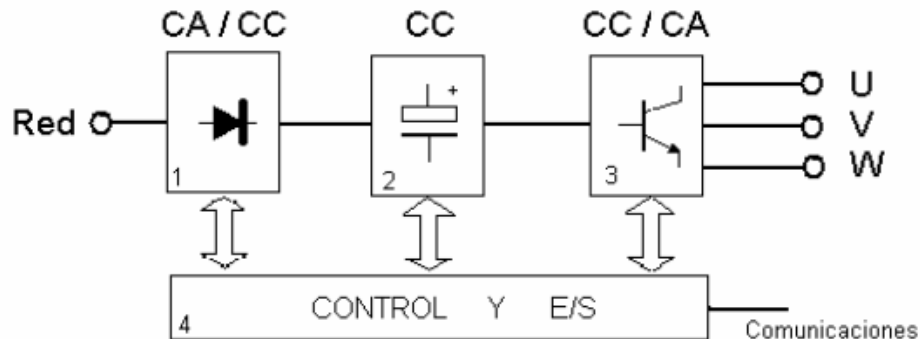


Figura 1.39

#### Diagrama En Bloques De Un Variador

Fuente: [http://ingenieros.es/files/proyectos/Variadores\\_de\\_frecuencia.pdf](http://ingenieros.es/files/proyectos/Variadores_de_frecuencia.pdf)

#### 1.6.2. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS:

- Sencilla conexión de los cables, sin bornes ni tornillos
- Equipos compactos
- Red para información de estado
- Variante con disipador plano

### 1.6.3. CARACTERÍSTICAS ELECTRÓNICAS:

- Listo para el funcionamiento
- Posibilidad de copiar rápidamente parámetros usando el panel opcional
- Mando de tres hilos universal para las entradas digitales

### 1.6.4. DATOS TÉCNICOS DE UN VARIADOR SIEMENS G110

| Normas                                                                                                         |                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Conformidad con normas                                                                                         | UL, cUL, CE, c-tick,                      |
| Marcado CE                                                                                                     | Según Directiva de baja tensión 73/23/CEE |
| Accesorios                                                                                                     |                                           |
| Basic Operator Panel, juego de conexión PC-convertidor, adaptador para el montaje en perfil DIN, bobina de red |                                           |

Figura 1.40

#### Datos Técnicos De Un Variador Siemens

Fuente: [https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/drive\\_tech/flender/Documents/Folleto%20SINAMICS%20G110%20en%20español.pdf](https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/drive_tech/flender/Documents/Folleto%20SINAMICS%20G110%20en%20español.pdf)

### 1.6.5. OBTENCIÓN DE LA VELOCIDAD Y PAR EN EL SISTEMA DE CONEXIÓN VARIADOR- MOTOR

Para la velocidad en el eje del motor hay que tener en cuenta el número de polos magnéticos del motor, y la frecuencia de la red de alimentación del variador.

Para este cálculo consideremos la siguiente fórmula:

$$n = 60 \frac{F}{2p} \quad 3$$

Dónde:

- n: velocidad en rpm
- F: frecuencia de la red en Hz
- 2p: numero de pares de polos del motor

La velocidad real siempre será menor a la calcula, la diferencia entre las dos se conoce como deslizamiento y se representa con la letra S.

El par que se obtiene en el eje del motor se calcula con la siguiente fórmula:

$$M = 9550 \frac{P}{n} \quad 4$$

<sup>3</sup> Fuente: [http://ingenieros.es/files/proyectos/Variadores\\_de\\_frecuencia.pdf](http://ingenieros.es/files/proyectos/Variadores_de_frecuencia.pdf)

<sup>4</sup> Fuente: [www.amelero.com/app/.../Variadores\\_de\\_frecuencia\\_TIDA\\_13-14.pdf](http://www.amelero.com/app/.../Variadores_de_frecuencia_TIDA_13-14.pdf)

Donde:

- M: par motor
- P: potencia del motor en Kw
- n: velocidad real del giro del motor en rpm

### 1.7.1. MOTORES DE INDUCCIÓN TRIFÁSICA

Los motores de inducción son máquinas que transforman la energía eléctrica en energía mecánica, esto se realiza al introducir electricidad en las bobinas, lo que genera un campo magnético y hace que gire el rotor, obteniendo así energía mecánica.

Tienen un alto desempeño, durabilidad y resistencia con un bajo costo de mantenimiento.

Dependiendo del tipo de alimentación usada para su funcionamiento, se clasifican en:

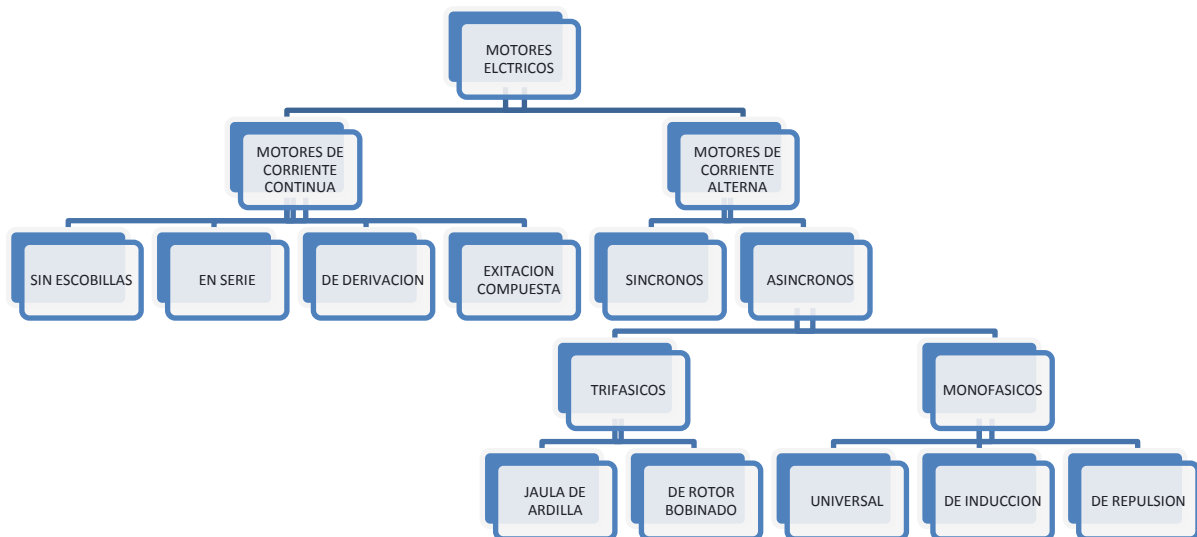


Figura 1.41  
Clasificación de los motores eléctricos  
Fuente: Autores

#### 1.7.1.1. MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA

En la actualidad son los más utilizados ya que se los fabrican para diversas aplicaciones por su excelente rendimiento, bajo costo de mantenimiento y sencillez.

El circuito magnético de los motores eléctricos de corriente alterna está formado por chapas apiladas en el rotor y en forma de anillos en el estator.

El rotor se introduce en el interior del estator y para que gire hay que dotarlo con un entrehierro constante.

El eje se apoya en los rodamientos de acero para evitar rozamientos y se saca al exterior para transmitir el movimiento. También lleva acoplado un ventilador enfriar el motor.

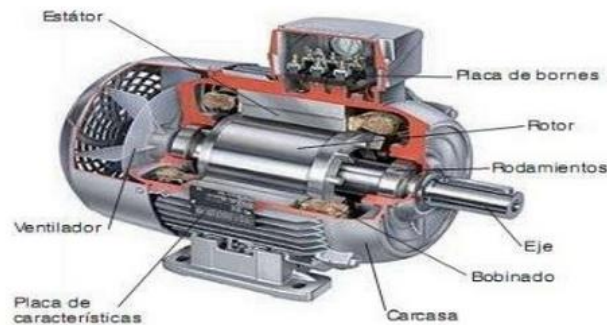


Figura 1.42

#### Motor De Corriente Alterna

Fuente: <http://es.slideshare.net/MARIAGUADALUPECUAMAT/ensayo-28026789?related=1>

#### 1.7.1.2. PARTES DEL MOTOR

##### 1.7.1.2.1. ESTATOR:

Es la parte fija del motor, en este elemento se encuentra el bobinado y actual como base para el movimiento del rotor.

##### 1.7.1.2.2. ROTOR:

Es la parte móvil del motor y básicamente es el elemento encargado de la conversión de corriente eléctrica en energía mecánica.

Las partes que conforman el rotor y la conexión eléctrica del mismo son las siguientes:

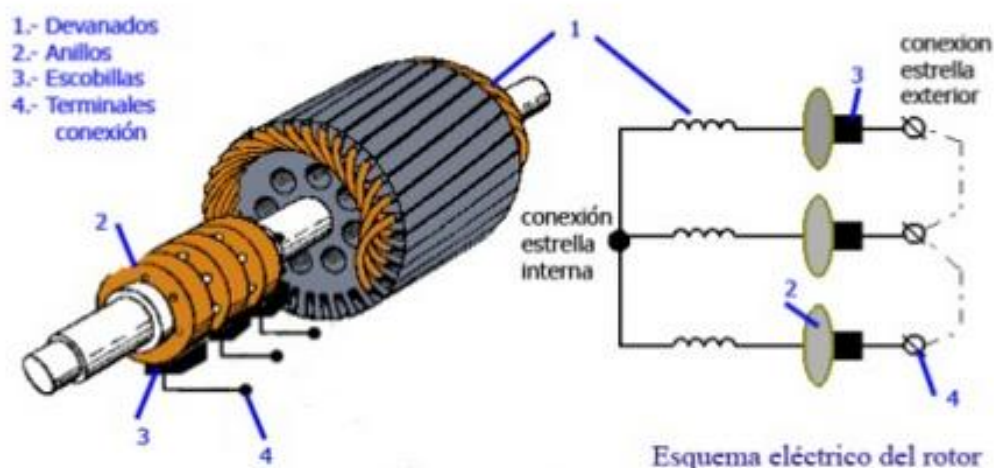


Figura 1.43

#### Rotor

Fuente: <http://es.slideshare.net/MARIAGUADALUPECUAMAT/ensayo-28026789?related=1>



#### **1.7.1.2.3. CARCASA:**

Es el elemento que cubre al rotor y estator, los elementos para su elaboración dependen de diversos factores como su diseño, aplicación entre otros. Así podemos tener diferentes tipos de carcasas como:

- a) Totalmente cerrada
- b) Abierta
- c) A prueba de golpeo
- d) A prueba de explosiones
- e) Sumergibles

#### **1.7.1.2.4. BASE:**

Es el elemento que soporta todo el esfuerzo mecánico de operación. Podemos tener dos tipos:

- a) Frontal
- b) Lateral

#### **1.7.1.2.5. CAJA DE CONEXIÓN:**

La mayoría de motores poseen este elemento, el mismo que sirve para proteger las conexiones de alimentación de los motores.



Figura 1.44

**Caja De Conexión**

Fuente: <http://es.slideshare.net/MARIAGUADALUPECUAMAT/ensayo-28026789?related=1>

#### **1.7.1.2.6. COJINETES:**

Son elementos que nos sirven para la sostener y fijar los elementos móviles así como para reducir la fricción y así evitar el consumo de potencia.

#### **1.7.1.2.7. CARACTERÍSTICAS DE LOS COJINETES:**

Las características más importantes de estos elementos son:

- a) Tienen un menor coeficiente de fricción.
- b) Alta precisión de operación
- c) Son compactos
- d) Son fácilmente reemplazables debido a sus estándares de fabricación

## **CAPÍTULO II**

### **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LOS DOS BANCOS DIDÁCTICOS QUE SIMULEN EL FUNCIONAMIENTO DE LA DIRECCIÓN ASISTIDA, ASÍ TAMBIÉN LA CONSTRUCCIÓN DE LOS TABLEROS DE VISUALIZACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE LA DIRECCIÓN ASISTIDA**

En el capítulo anterior hemos realizado una visualización teórica, esto ha sido necesario para entender el funcionamiento del sistema de dirección.

El objetivo principal de este capítulo es la construcción de los bancos didácticos del sistema de dirección así como también la de los tableros de visualización del funcionamiento. Se detallara los elementos utilizados, así como los distintos procesos de construcción que se aplicaron en la realización de los bancos.

#### **2. DISEÑO DEL BANCO DIDÁCTICO DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN**

Para la realización de los bancos se consideraron los elementos mecánicos:

- La cremallera
- Amortiguadores
- Muelles
- Platos de la suspensión
- Ejes
- Neumáticos
- Barra de la dirección
- Volante
- Brazo del volante
- Rotulas
- Bomba de la dirección
- Cañerías

Para el diseño de la estructura, se consideró la longitud que posee la maqueta de un neumático al otro, como también la altura del neumático; los principales puntos de sujeciones de los elementos mecánicos en el vehículo, considerando estos como puntos importantes en la construcción de los bancos.

Determinado estos valores, se distribuirá el espacio en la maqueta, con el fin de colocar los elementos mecánicos para simular el comportamiento de la dirección en un vehículo. Por ser este un banco didáctico para la enseñanza y el aprendizaje, se debe tener un nivel de seguridad de todos los mecanismos que lo constituyen, además de un fácil desmontaje y un rápido acceso a cada uno de los elementos que conforman el banco.

La estructura del banco debe ser capaz de soportar el peso de los elementos mecánicos sin tener mayores deformaciones en las secciones. Se debe garantizar una larga durabilidad de los bancos, brindando seguridad en el momento de su manipulación.

## 2.1. CALCULO ESTRUCTURAL DEL BANCO DIDÁCTICO

Nuestra estructura tendrá la capacidad de poder soportar todos los elementos tanto mecánicos y eléctricos, con el objetivo de evitar deformaciones y garantizar un correcto funcionamiento.

Definimos puntos de esfuerzos aplicándole cargas por el peso propio de los elementos, así como también fuerzas y reacciones provocadas por el movimiento de los elementos, con el fin de garantizar un factor de seguridad ideal de nuestra maqueta.

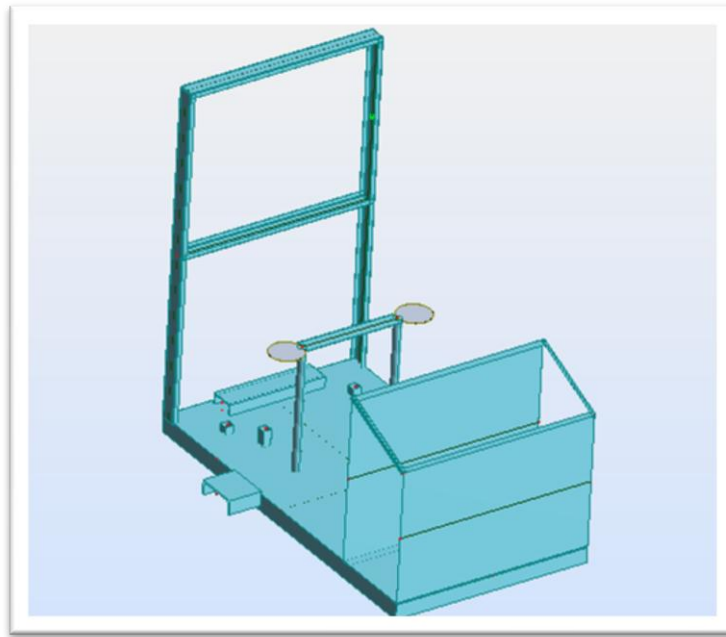


Figura 2.1  
Modela de la estructura  
Fuente: Autores

### 2.1.1 DETERMINACION MAGNITUDES PARA EL CÁLCULO

Para establecer peso aplicado sobre nuestra maqueta se procedió a la mediación del peso de los elementos mecánicos a ser colocados en los mismos obteniendo.

- Suspensión (amortiguadores, muelles, soporte, eje de la rueda y neumático) con un peso de 50,99 kg (0,50 kN).
- Cremallera (brazos y rotulas) 12Kg (0,12kN)
- Motor eléctrico y bomba hidráulica 10Kg (0,1kN)
- Barra de Torsión 6Kg (0,6kN)

Como se muestra en este grafico este serán los puntos sobre los cuales estará soportado el peso el peso de los elementos (sistema de dirección y suspensión).

### 2.1.2 APLICACIÓN DEL SOFTWARE PARA EL CÁLCULO ESTRUCTURAL

Para determinación de la resistencia de nuestro banco utilizaremos el programa “Autodesk Robot Structural 2013”, el cual utiliza el análisis por elementos finitos. El software es un programa de soluciones avanzadas proporcionando resultados más precisos.

Este software nos proporciona herramientas para modificar y volver a analizar las configuraciones estructurales, para determinar el diseño adecuado. Se utiliza un algoritmo al ser esta una herramienta de auto mallado avanzada facilita la manipulación manual o refinamiento de la misma.

Esta permite la creación de una malla de alta calidad de elementos finitos de prácticamente cualquier forma estructural.

Muestra los resultados mediante el uso de tablas y graficas para deformaciones, tensiones y reacciones.

Con ayuda de este software procederemos a la construcción de nuestro modelo, para ello utilizaremos de la opción líneas de construcción, ingresamos las coordenadas tanto en X, Y, Z para formar los nodos mediante los cuales se armara el bosquejo de nuestro banco

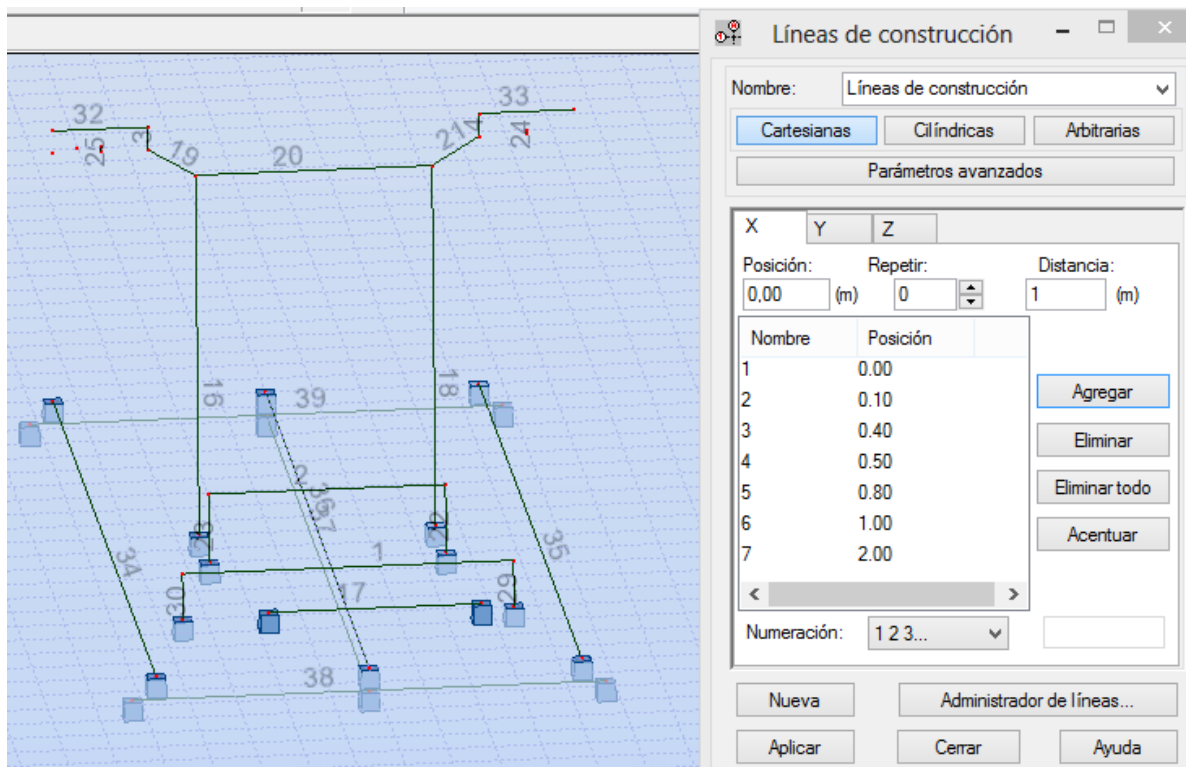


Figura 2.2  
Ingreso de las coordenadas  
Fuente: Autores

Al ingresar el valor de las coordenadas estas se les asignan un numero que en la figura podemos visualizar los nodos y sus respectivas posiciones en la estructura.

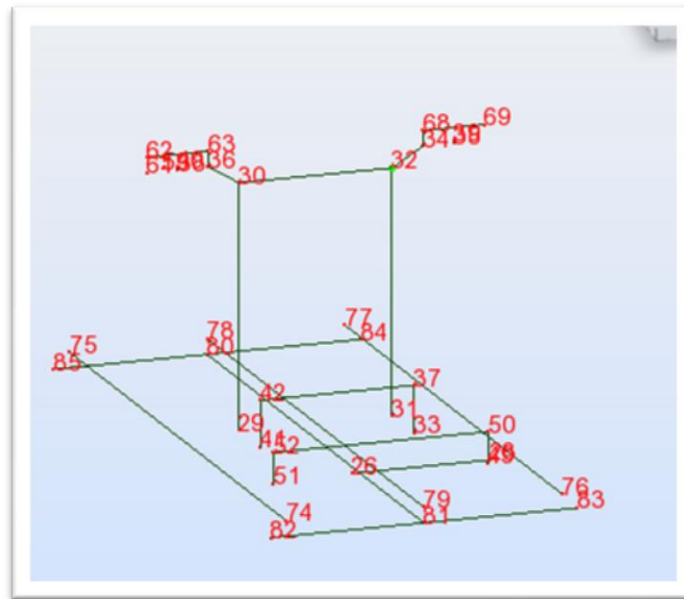


Figura 2.3  
**Números de nodos y posición**  
**Fuente: Autores**

Debemos indicar los nodos que van a ser empotrados para realizar el cálculo, como se puede apreciar en la tabla los nodos 82, 83, 84,85 se encuentran empotrados al ser estos los puntos sobre los cuales está apoyada nuestra estructura.

| Nudo | X (m) | Y (m) | Z (m) | Apoyo |
|------|-------|-------|-------|-------|
| 26   | 0,10  | 0,70  | 0,10  |       |
| 28   | 0,10  | 0,25  | 0,10  |       |
| 29   | 1,00  | 0,75  | 0,0   |       |
| 30   | 1,00  | 0,75  | 0,79  |       |
| 31   | 1,00  | 0,25  | 0,0   |       |
| 32   | 1,00  | 0,25  | 0,79  |       |
| 33   | 0,80  | 0,25  | 0,0   |       |
| 34   | 1,00  | 0,15  | 0,85  |       |
| 35   | 1,00  | 0,05  | 0,85  |       |
| 36   | 1,00  | 0,85  | 0,85  |       |
| 37   | 0,80  | 0,25  | 0,15  |       |
| 38   | 1,00  | 0,95  | 0,85  |       |
| 39   | 1,00  | 0,05  | 0,86  |       |
| 40   | 1,00  | 0,95  | 0,86  |       |
| 41   | 0,80  | 0,75  | 0,0   |       |
| 42   | 0,80  | 0,75  | 0,15  |       |
| 49   | 0,40  | 0,15  | 0,0   |       |
| 50   | 0,40  | 0,15  | 0,10  |       |
| 51   | 0,40  | 0,85  | 0,0   |       |
| 52   | 0,40  | 0,85  | 0,10  |       |
| 59   | 1,00  | 1,00  | 0,86  |       |
| 61   | 1,00  | 1,05  | 0,85  |       |
| 62   | 1,00  | 1,05  | 0,90  |       |
| 63   | 1,00  | 0,85  | 0,90  |       |
| 68   | 1,00  | 0,15  | 0,90  |       |

|    |      |       |       |           |
|----|------|-------|-------|-----------|
| 69 | 1,00 | -0,05 | 0,90  |           |
| 74 | 0,0  | 0,95  | 0,0   |           |
| 75 | 2,00 | 0,95  | 0,0   |           |
| 76 | 0,0  | 0,05  | 0,0   |           |
| 77 | 2,00 | 0,05  | 0,0   |           |
| 78 | 2,00 | 0,50  | 0,0   |           |
| 79 | 0,0  | 0,50  | 0,0   |           |
| 80 | 2,00 | 0,50  | -0,05 |           |
| 81 | 0,0  | 0,50  | -0,05 |           |
| 82 | 0,0  | 1,00  | -0,05 | Empotrado |
| 83 | 0,0  | 0,0   | -0,05 | Empotrado |
| 84 | 2,00 | 0,0   | -0,05 | Empotrado |
| 85 | 2,00 | 1,00  | -0,05 | Empotrado |

Tabla 2.1  
**Nodos**  
**Fuente: Autores**

Se establece barras para la construcción del mismo los cuales son de acero A36 las mismas están conformadas por tubos cuadrados, tubos redondos, planchas de metal y platinas. En la siguiente figura podemos apreciar las disposiciones de los materiales y su respectiva ubicación.

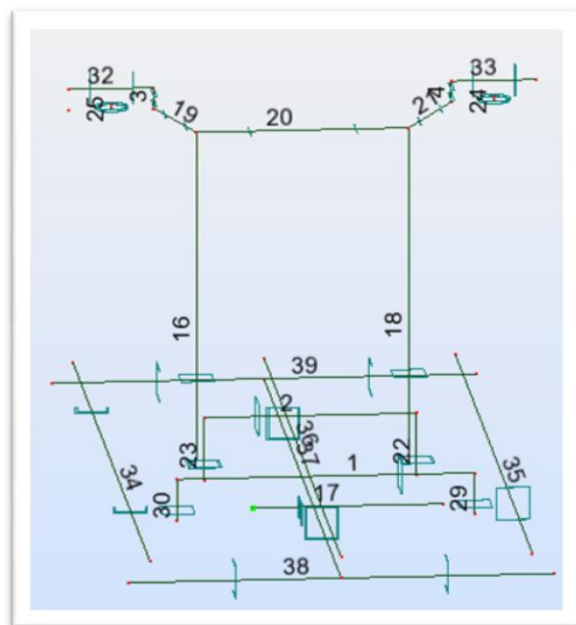


Figura 2.4  
**Numeración de Barras y materiales de los mismos**  
**Fuente: Autores**

Mediante este programa realizamos un modelado de nuestro banco como se muestra en la siguiente figura.

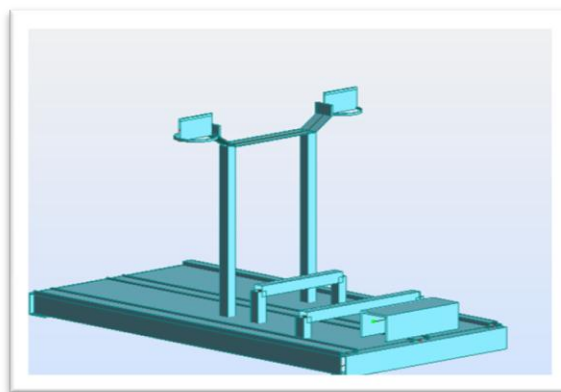


Figura 2.5  
**Modelo del Banco de Didáctico**  
**Fuente: autores**

Según las características de los perfiles seleccionados, tales como peso y sección el software nos muestra una tabla de las características de los perfiles seleccionados.

La determinación de estos perfiles, el software lo realiza mediante las características de sección, superficie y volumen de los mismos, esto con las propiedades de los materiales como son la densidad del acero de 7850 kg/m<sup>3</sup>.

$$\text{Peso (Kg)} = \text{densidad (kg / m}^3\text{)} \times \text{Volumen) (m}^3\text{)}^5$$

Densidad propia de cada material

Volumen: es el resultado del área de la sección por su longitud

| Tipo              | Número | Longitud (m) | Peso por unidad (Kg/m) | Peso de la barra (Kg) | Peso total (Kg) | Superficie pintada (m <sup>2</sup> ) |
|-------------------|--------|--------------|------------------------|-----------------------|-----------------|--------------------------------------|
| <b>ACERO</b>      |        |              |                        |                       |                 |                                      |
| <b>PERF_U_17</b>  | 1      | 0,45         | 30,63                  | 13,78                 | 14              | 0,36                                 |
| <b>PERF_U_V_5</b> | 1      | 2,00         | 5,50                   | 10,99                 | 11              | 0,58                                 |
| <b>PERF_U_V_6</b> | 2      | 1,00         | 11,39                  | 11,39                 | 23              | 1,18                                 |
| <b>PERF_U_V_6</b> | 1      | 2,00         | 11,39                  | 22,77                 | 23              | 1,18                                 |
| <b>aro</b>        | 2      | 0,01         | 24,05                  | 0,24                  | 0               | 0,01                                 |
| <b>base</b>       | 1      | 2,00         | 18,85                  | 37,69                 | 38              | 4,81                                 |
| <b>platina</b>    | 2      | 0,12         | 2,36                   | 0,28                  | 1               | 0,05                                 |
| <b>platina</b>    | 1      | 0,50         | 2,36                   | 1,18                  | 1               | 0,10                                 |
| <b>tbrec</b>      | 2      | 0,15         | 4,43                   | 0,66                  | 1               | 0,06                                 |
| <b>tubo1</b>      | 2      | 0,10         | 0,31                   | 0,03                  | 0               | 0,04                                 |

<sup>5</sup> Fuente: <http://es.scribd.com/doc/46568690/Peso-Especifico-Del-Acero>

|             |   |      |       |       |     |      |
|-------------|---|------|-------|-------|-----|------|
| tubo1       | 1 | 0,50 | 0,31  | 0,16  | 0   | 0,10 |
| tubo1       | 1 | 0,70 | 0,31  | 0,22  | 0   | 0,14 |
| tubo1       | 2 | 0,79 | 0,31  | 0,25  | 0   | 0,32 |
| tubo1       | 1 | 2,00 | 0,31  | 0,63  | 1   | 0,40 |
| Total       |   |      |       |       |     |      |
| PERF_T_V_2  | 2 | 0,40 | 7,85  | 3,14  | 3   | 0,09 |
| PERF_U_V_17 | 1 | 0,45 | 30,63 | 13,78 | 14  | 0,36 |
| PERF_U_V_5  | 1 | 2,00 | 5,50  | 10,99 | 11  | 0,58 |
| PERF_U_V_6  | 3 | 4,00 | 11,39 | 45,55 | 46  | 2,36 |
| aro         | 2 | 0,02 | 24,05 | 0,48  | 0   | 0,01 |
| base        | 1 | 2,00 | 18,85 | 37,69 | 38  | 4,81 |
| platina     | 3 | 0,74 | 2,36  | 1,74  | 2   | 0,15 |
| tbrec       | 2 | 0,30 | 4,43  | 1,33  | 1   | 0,06 |
| tubo1       | 7 | 4,98 | 0,31  | 1,56  | 2   | 1,00 |
| Total:      |   |      |       |       | 116 | 9,42 |

Tabla 2.2  
**Peso Propio**  
**Fuente: Autores**

Para la aplicación de cargas, a pesar con una balanza los elementos mecánicos que componen nuestro sistema.

- Suspensión (amortiguadores, muelles, soporte, eje de la rueda y neumático) con un peso de 50,99 kg (0,50 kN).
- Cremallera (brazos y rotulas) 12Kg (0,12kN)
- Motor eléctrico y bomba hidráulica 11Kg (0,11kN)
- Barra de Torsión 6Kg (0,6kN)

Con estos valores procedemos a colocar las cargas indicadas sobre los puntos de apoyo (figura) que soportara nuestra estructura, estos están indicados por la letra Z ya que están ubicados en el eje “Z” con signo negativo.



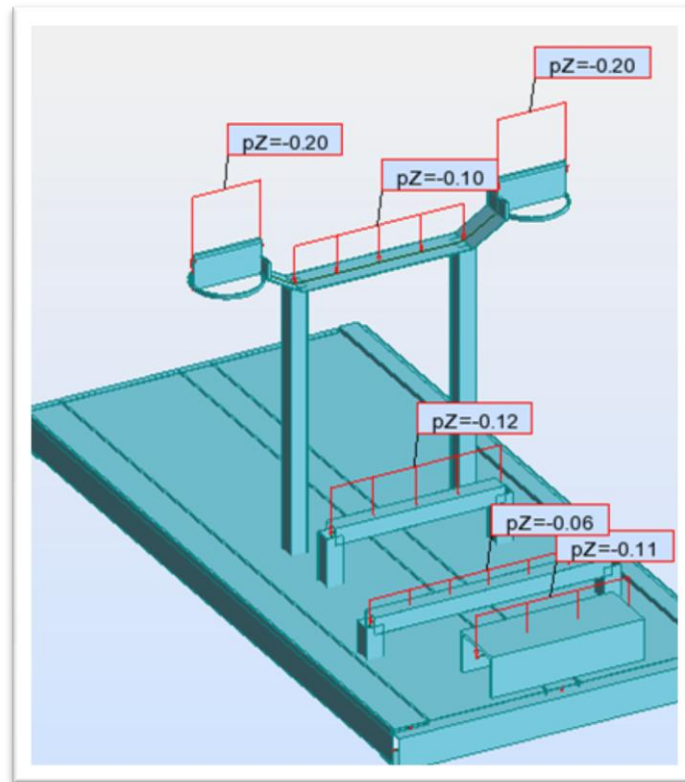


Figura 2.6

Aplicaciones de cargas las cuales se distribuyen en la estructura

Fuente: autores

En la siguiente tabla podemos apreciar los valores de las reacciones y momentos que se generan en los tres ejes X, Y, Z de la estructura.

| Nudo/Caso | FX<br>(kN) | FY<br>(kN) | FZ<br>(kN) | MX<br>(kNm) | MY<br>(kNm) | MZ<br>(kNm) |
|-----------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| 26/ 2     | 0,0        | 0,0        | 0,02       | -0,00       | 0,0         | 0,00        |
| 28/ 2     | 0,0        | 0,0        | 0,02       | 0,00        | 0,0         | -0,00       |
| 29/ 2     | 0,0        | 0,01       | 0,07       | -0,00       | 0,0         | 0,0         |
| 31/ 2     | 0,0        | -0,01      | 0,07       | 0,00        | 0,0         | 0,0         |
| 33/ 2     | 0,0        | 0,01       | 0,03       | 0,00        | 0,0         | 0,0         |
| 41/ 2     | 0,0        | -0,01      | 0,03       | -0,00       | 0,0         | 0,0         |
| 49/ 2     | 0,0        | 0,02       | 0,02       | -0,00       | 0,0         | 0,0         |
| 51/ 2     | 0,0        | -0,02      | 0,02       | 0,00        | 0,0         | 0,0         |
| 74/ 2     | 0,0        | 0,0        | 0,0        | 0,0         | 0,0         | 0,0         |
| 75/ 2     | 0,0        | 0,0        | 0,0        | 0,0         | 0,0         | 0,0         |
| 76/ 2     | 0,0        | 0,0        | 0,0        | 0,0         | 0,0         | 0,0         |
| 77/ 2     | 0,0        | 0,0        | 0,0        | 0,0         | 0,0         | 0,0         |
| 78/ 2     | 0,0        | 0,0        | 0,0        | 0,0         | 0,0         | 0,0         |
| 79/ 2     | 0,0        | 0,0        | 0,0        | 0,0         | 0,0         | 0,0         |
| 80/ 2     | 0,0        | 0,0        | 0,0        | 0,0         | 0,0         | 0,0         |
| 81/ 2     | 0,0        | 0,0        | 0,0        | 0,0         | 0,0         | 0,0         |
| 82/ 2     | 0,0        | 0,0        | 0,0        | 0,0         | 0,0         | 0,0         |

|                                |              |              |       |       |       |      |
|--------------------------------|--------------|--------------|-------|-------|-------|------|
| 83/ 2                          | 0,0          | 0,0          | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0  |
| 84/ 2                          | 0,0          | 0,0          | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0  |
| 85/ 2                          | 0,0          | 0,0          | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0  |
|                                |              |              |       |       |       |      |
| <b>Caso 2</b>                  | SOBRE CARGA  |              |       |       |       |      |
| <b>Suma final</b>              | 0,0          | 0,00         | 0,28  | -0,00 | 0,0   | 0,0  |
| <b>Suma de reacciones &lt;</b> | 0,0          | 0,00         | 0,28  | 0,14  | -0,20 | 0,00 |
| <b>Suma de esfuerzos</b>       | 0,0          | 0,0          | -0,28 | -0,14 | 0,20  | 0,0  |
| <b>Verificación</b>            | 0,0          | 0,00         | 0,00  | 0,00  | -0,00 | 0,00 |
| <b>Precisión:</b>              | 1,35751e-011 | 1,98457e-023 |       |       |       |      |

Tabla 2.3  
Valores de Reacciones  
Fuente: Autores

Como se puede apreciar en la figura se muestra las reacciones en el eje X, todas estas vienen en valores de (kN), se puede ver que se producen las reacciones de mayor valor en los nodos 31 y 30.

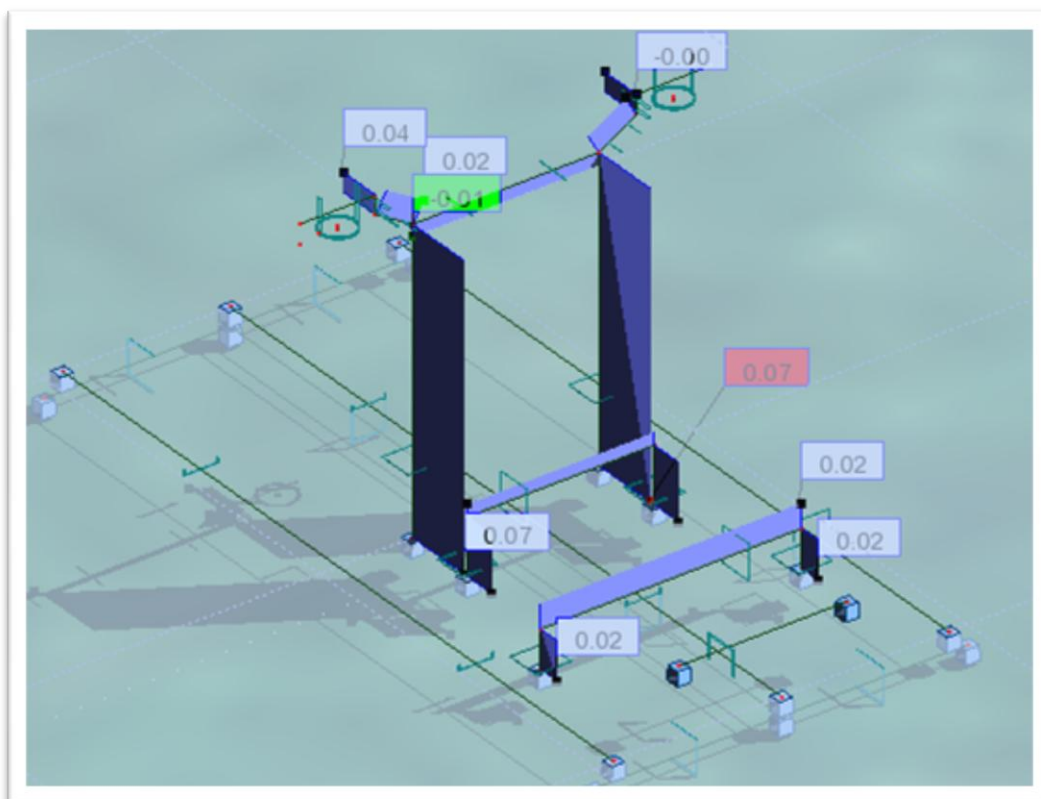


Figura 2.7  
Esfuerzos generados en el eje x  
Fuente: Autores

En la siguiente figura se muestra las reacciones que se generan en el eje Y, como se puede apreciar la mayor reacción se encuentra en el nodo 28 y 26.

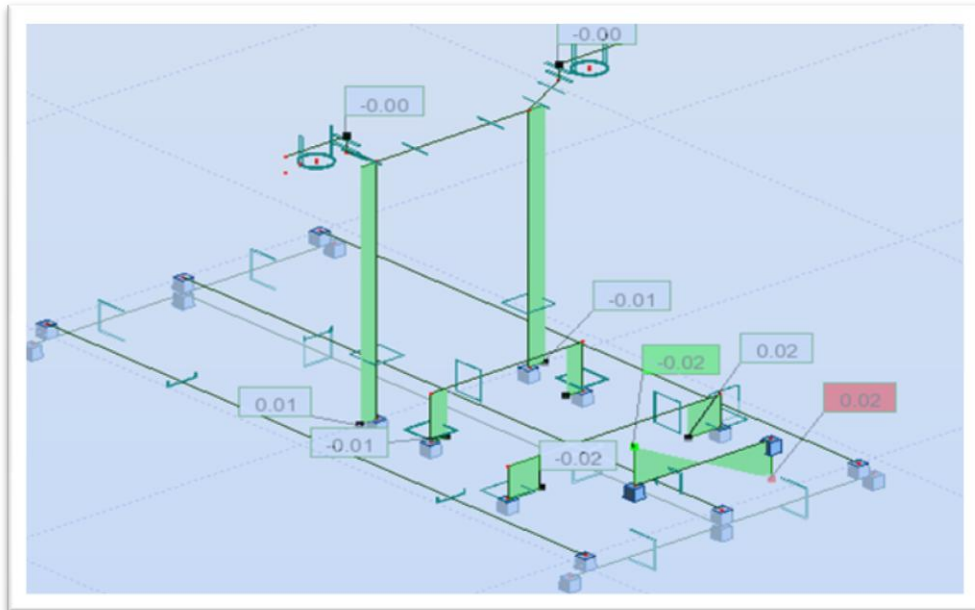


Figura 2.8  
**Esfuerzos que se producen en el eje y**  
**Fuente: autores**

En la siguiente figura se muestra las reacciones que se generan en el eje Z, puede apreciar que las mayores reacciones se generan en el nodo 68 y 63.

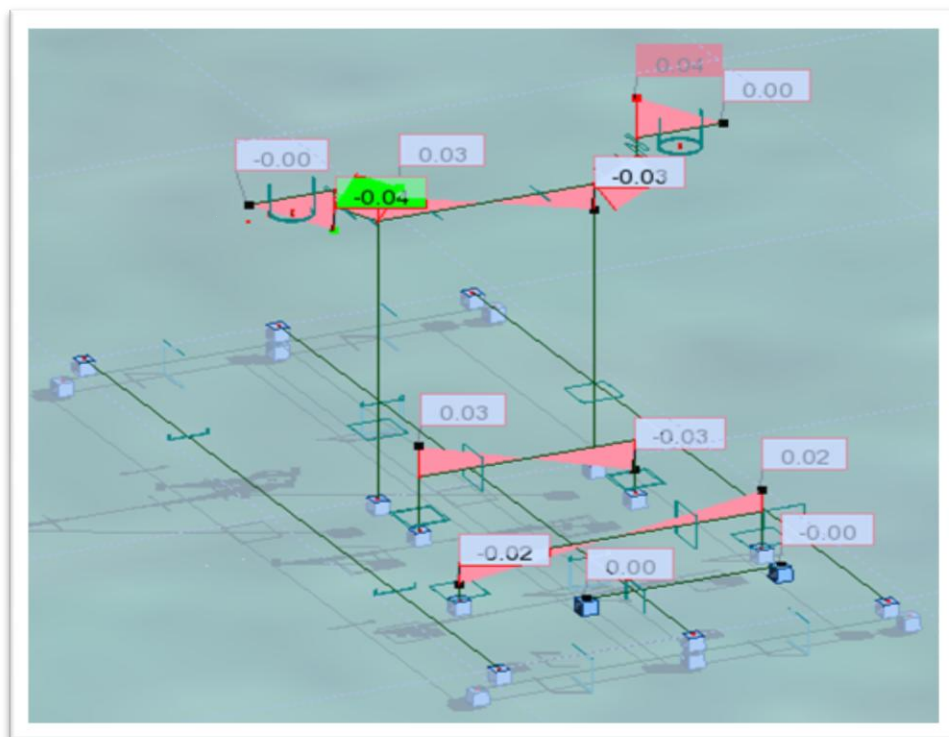


Figura 2.9  
**Esfuerzos que se producen en el eje z**  
**Fuente: Autores**

Como se puede apreciar en la tabla 8 no se producen deformaciones en el eje X ni tampoco en el eje Y, la mayor deformación de nuestra estructura se presentan en el eje Z en los nodos 34, 69, 68 y 62, 63, 36 comprendidos entre las barras 33, 4, 21 y 32, 19 y 3, en los cuales se presenta una deformación 0,4, 0,2 y 0,1 cm, siendo estos las mayores deformaciones que se presentan en el sistema, ya que estos son los puntos donde se encuentran distribuidos las cargas de nuestros elementos mecánicos.

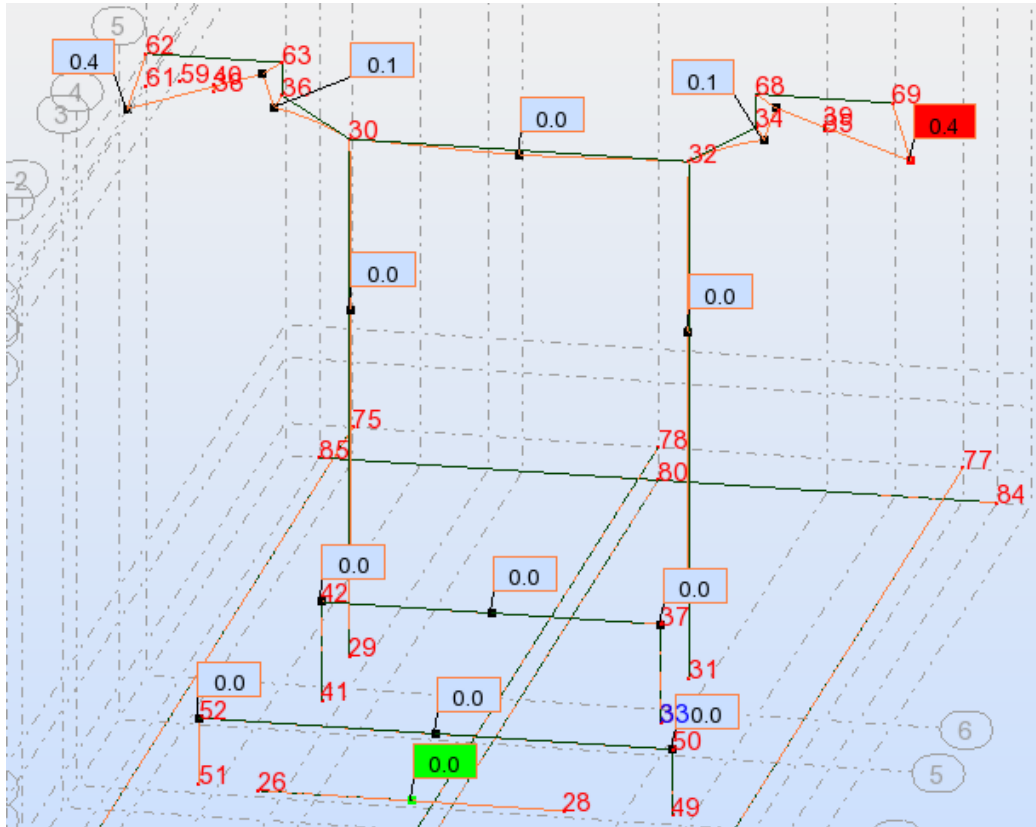


FIGURA 2.10  
Deformación Generada En El Banco  
Fuente: Autores

En la siguiente tabla podemos apreciar las deformaciones que se producen en los nodos afectados

| Nudo/Caso | UX (cm) | UY (cm) | UZ (cm) | RX (Rad) | RY (Rad) | RZ (Rad) |
|-----------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| 34/ 2     | 0,0     | -0,1    | -0,1    | 0,015    | 0,0      | 0,0      |
| 36/ 2     | 0,0     | 0,1     | -0,1    | -0,015   | 0,0      | 0,0      |
| 62/ 2     | 0,0     | 0,1     | -0,4    | -0,015   | 0,0      | 0,0      |
| 63/ 2     | 0,0     | 0,1     | -0,1    | -0,015   | 0,0      | 0,0      |
| 68/ 2     | 0,0     | -0,1    | -0,1    | 0,015    | 0,0      | 0,0      |
| 69/ 2     | 0,0     | -0,1    | -0,4    | 0,015    | 0,0      | 0,0      |

Tabla 2.4  
Deformaciones que se producen en las estructura  
Fuente: autores

En la tabla 9 se muestran las tensiones que ha sufrido nuestra estructura, estos son indicados en el nodo y en la barra, todos estos valores vienen en MPa. Nuestro software define al “S” como el esfuerzo al que está sometido cada uno de los elementos.

| Barra/Nudo/Caso |     |   | S max<br>(MPa) | S min<br>(MPa) | S max(My)<br>(MPa) | S max(Mz)<br>(MPa) | S min(My)<br>(MPa) | S min(Mz)<br>(MPa) | Fx/Ax<br>(MPa) |
|-----------------|-----|---|----------------|----------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------|
| 1/              | 50/ | 2 | 3,84           | -2,71          | 3,27               | 0,0                | -3,27              | 0,0                | 0,57           |
| 1/              | 52/ | 2 | 3,84           | -2,71          | 3,27               | 0,0                | -3,27              | 0,0                | 0,57           |
| 2/              | 42/ | 2 | 3,96           | -3,40          | 3,68               | 0,0                | -3,68              | 0,0                | 0,28           |
| 2/              | 37/ | 2 | 3,96           | -3,40          | 3,68               | 0,0                | -3,68              | 0,0                | 0,28           |
| 3/              | 63/ | 2 | 2,44           | -2,36          | 0,0                | 2,40               | 0,0                | -2,40              | 0,04           |
| 3/              | 36/ | 2 | 2,44           | -2,36          | 0,0                | 2,40               | 0,0                | -2,40              | 0,04           |
| 4/              | 68/ | 2 | 2,44           | -2,36          | 0,0                | 2,40               | 0,0                | -2,40              | 0,04           |
| 4/              | 34/ | 2 | 2,44           | -2,36          | 0,0                | 2,40               | 0,0                | -2,40              | 0,04           |
| 16/             | 29/ | 2 | 6,07           | -2,81          | 0,0                | 4,44               | 0,0                | -4,44              | 1,63           |
| 16/             | 30/ | 2 | 10,52          | -7,25          | 0,0                | 8,89               | 0,0                | -8,89              | 1,63           |
| 17/             | 26/ | 2 | 0,03           | -0,01          | 0,00               | 0,03               | -0,00              | -0,01              | 0,0            |
| 17/             | 28/ | 2 | 0,03           | -0,01          | 0,00               | 0,03               | -0,00              | -0,01              | 0,0            |
| 18/             | 31/ | 2 | 6,07           | -2,81          | 0,0                | 4,44               | 0,0                | -4,44              | 1,63           |
| 18/             | 32/ | 2 | 10,52          | -7,25          | 0,0                | 8,89               | 0,0                | -8,89              | 1,63           |
| 19/             | 30/ | 2 | 53,40          | -53,26         | 53,33              | 0,0                | -53,33             | 0,0                | 0,07           |
| 19/             | 36/ | 2 | 26,74          | -26,60         | 26,67              | 0,0                | -26,67             | 0,0                | 0,07           |
| 20/             | 30/ | 2 | 14,27          | -14,35         | 14,31              | 0,0                | -14,31             | 0,0                | -0,04          |
| 20/             | 32/ | 2 | 14,27          | -14,35         | 14,31              | 0,0                | -14,31             | 0,0                | -0,04          |
| 21/             | 34/ | 2 | 26,74          | -26,60         | 26,67              | 0,0                | -26,67             | 0,0                | 0,07           |
| 21/             | 32/ | 2 | 53,40          | -53,26         | 53,33              | 0,0                | -53,33             | 0,0                | 0,07           |
| 22/             | 33/ | 2 | 0,14           | -0,04          | 0,0                | 0,09               | 0,0                | -0,09              | 0,05           |
| 22/             | 37/ | 2 | 0,34           | -0,24          | 0,0                | 0,29               | 0,0                | -0,29              | 0,05           |
| 23/             | 41/ | 2 | 0,14           | -0,04          | 0,0                | 0,09               | 0,0                | -0,09              | 0,05           |
| 23/             | 42/ | 2 | 0,34           | -0,24          | 0,0                | 0,29               | 0,0                | -0,29              | 0,05           |
| 29/             | 49/ | 2 | 0,68           | 0,38           | 0,0                | 0,15               | 0,0                | -0,15              | 0,53           |
| 29/             | 50/ | 2 | 3,80           | -2,75          | 0,0                | 3,27               | 0,0                | -3,27              | 0,53           |
| 30/             | 51/ | 2 | 0,68           | 0,38           | 0,0                | 0,15               | 0,0                | -0,15              | 0,53           |
| 30/             | 52/ | 2 | 3,80           | -2,75          | 0,0                | 3,27               | 0,0                | -3,27              | 0,53           |
| 32/             | 62/ | 2 | 0,00           | -0,00          | 0,00               | 0,0                | -0,00              | 0,0                | 0,0            |
| 32/             | 63/ | 2 | 0,24           | -0,24          | 0,24               | 0,0                | -0,24              | 0,0                | 0,0            |
| 33/             | 68/ | 2 | 0,24           | -0,24          | 0,24               | 0,0                | -0,24              | 0,0                | -0,00          |
| 33/             | 69/ | 2 | 0,00           | -0,00          | 0,00               | 0,0                | -0,00              | 0,0                | -0,00          |

Tabla 2.5  
Tensiones máximas y mínimas producidas  
Fuente: Autores

Como se puede apreciar en la tabla 9 nuestro valor máximo de Esfuerzo de fluencia “S max” está en la barra 19 en el nodo 30 y en la barra 21 nodo 32, siendo este valor de 53,40 MPa el esfuerzo mayor que nuestra estructura va a soportar. Este software establece estos valores a través de las ecuaciones del círculo de Mohr.

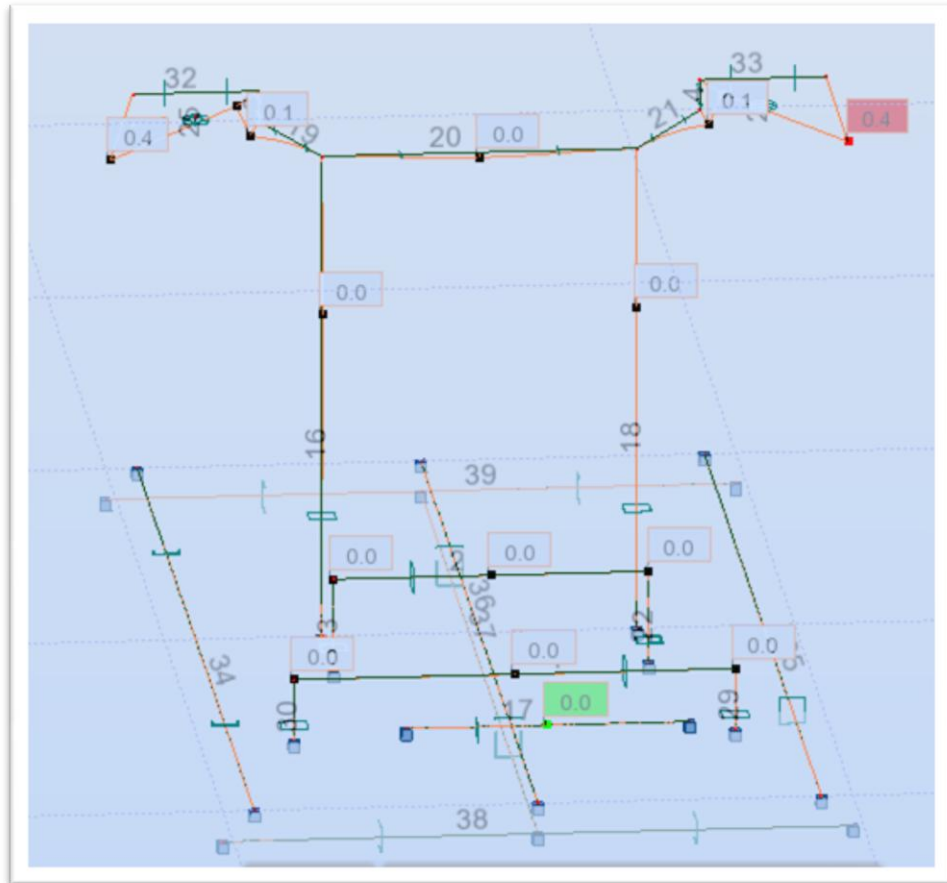


Figura 2.11  
Tensiones máxima y mínima producidas en la estructura  
Fuente: Autores

Para nuestro análisis vamos a considerar que el valor del esfuerzo máximo no deberá superar el esfuerzo de fluencia propio de cada material,

$$Fs = \frac{Re}{Smax}$$

6

Donde

Esfuerzo máximo de fluencia (Re) este valor es característico del material. (anexo)

Esfuerzo máximo (Smax) es el que soporta nuestra estructura.

Así tenemos

Re= 230MPa (tabla de características para aceros A36)

Smax 53,40 MPa (Tabla de tensiones máximas Software Robot Structural)

<sup>6</sup>JUVINALL, Robert , "DISEÑO DE ELEMENTOS DE MAQUINAS", 2DA EDICION, EDITORIAL LIMUSA WILEY, 2013, PAG 252

$$Fs = \frac{250(Mpa)}{53,40(Mpa)}$$

$$Fs = 4,68$$

El objetivo de elegir este valor de seguridad de 4,6 veces mayor que el normal, está considerado en función de la durabilidad de la estructura así como también las cargas a las que está sometida, con este factor de seguridad se está dando un valor de formación de 0,4 cm, por lo que al disminuir el factor de seguridad provocaríamos una mayor deformación en la estructura, lo que llevaría a problemas en su funcionamiento.

El factor de seguridad comprendido entre 4 y 5 son para materiales que no han sido examinado en condiciones ambientales de carga y esfuerzo promedio.<sup>7</sup>

## **2.2.- CONSTRUCCIÓN DE LOS BANCOS DIDÁCTICOS.**

En la construcción de los bancos didácticos de la dirección asistida se consideró la estructura y su diseño anteriormente establecido.

Se realizó el desmontaje de los elementos mecánicos, para determinar su estado y complemento de los elementos faltantes.

Se realizó una limpieza de los mismos, por último se aplicó una capa de pintura para garantizar su duración.

### **2.2.1.-ELEMENTOS MECÁNICOS**

Nuestras maquetas están conformadas por elementos de Chevrolet Esteem, con un sistema de suspensión McPherson. Entre los elementos que componen del sistema de dirección hidráulica asistida se encuentran:

- El conjunto de la tirantería de la dirección (rotulas, brazos de acoplamiento, palancas de las manguetas, pivote), posee una barra estabilizadora
- El conjunto del volante y la cremallera juntamente con sus brazos de acoplamiento.
- Neumáticos 175/70/R13 estos poseen un aro de 13 pulgadas.

## **2.3 DESMONTAJE Y COMPROBACIÓN DE LOS ELEMENTOS MECÁNICOS DE LA DIRECCIÓN**

### **2.3.1 DESMONTAJE DE LA BARRA DE ACOPLAMIENTO Y FUNDA DE LA CREMALLERA**

1. Desmontar la caja del mecanismo de la dirección del vehículo
2. Para facilitar el armado, debemos hacer una marca en la contratuerca del extremo de la barra de acoplamiento

---

<sup>7</sup> JUVINALL, Robert , "DISEÑO DE ELEMENTOS DE MAQUINAS", 2DA EDICION, EDITORIAL LIMUSA WILEY, 2013, PAG 255





Figura 2.12  
**Brazos de acoplamiento**  
**Fuente: autores**

3. Aflojamos la contratuerca y desmontamos el extremo de la barra de dirección.

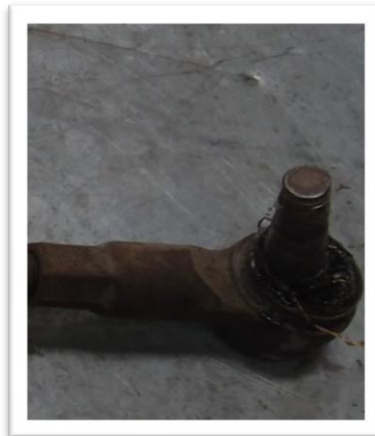


Figura 2.13  
**Rotula**  
**Fuente: Autores**

4. Retiramos la barra de acoplamiento de la cremallera mediante la utilización de una llave Inglesa



Figura 2.14  
**Remoción de la barra de acoplamiento**  
**Fuente: Autores**



### 2.3.2 DESARMADO DEL MECANISMO DE ASISTENCIA DE LA CREMALLERA

1. Colocamos la cremallera en una prensa para facilitar el desarmado del mecanismo de asistencia de la cremallera.



Figura 2.15

**Remoción del mecanismo de la dirección**

**Fuente: Autores**

2. Extraemos la válvula de presión, para esto utilizamos un dado 19 y la palanca de fuerza.



Figura 2.16

**Desmontaje de la válvula presión**

**Fuente: Autores**

3. Removemos la tuerca del extremo del tornillo sin fin. Debemos verificar cuantas arandelas están en este extremo porque de eso depende la calibración del juego entre el tornillo sin fin y la cremallera.

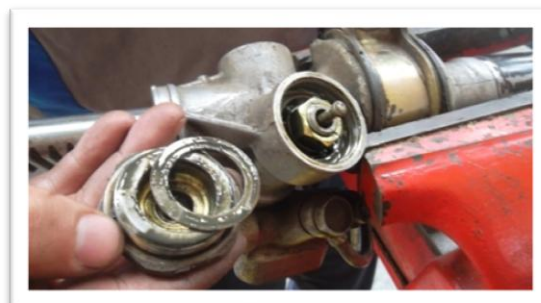


Figura 2.17

**Remoción del extremo del tornillo**

**Fuente: Autores**

4. Con una llave vaso 3/8 punta exterior torx retiramos los pernos de fijación de los conductos de entrada y salida del aceite de la asistencia.



Figura 2.18  
**Desmontaje válvula distribuidora**  
**Fuente: Autores**

5. Con una llave 12 y 14 desconectamos los conductos de entrada y salida del aceite de la asistencia.



Figura 2.19  
**Desmontaje Conductos**  
**Fuente: Autores**

6. Por último extraemos el tornillo sin fin.



Figura 2.20  
**Desmontaje del tornillo**  
**Fuente: Autores**

Hay que respetar los torques establecidos por el fabricante (**anexo**) para tener un ajuste perfecto y evitar daños de los elementos, así como también fugas de presión y lubricante.

### 2.3.3 DESARMADO DE LOS AMORTIGUADORES MCPHERSON

1. Removemos el conjunto del amortiguador McPherson del vehículo y colocamos en el banco de trabajo.
2. Comprimos el muelle, esto lo realizamos con la ayuda de herramientas especiales denominadas garras.

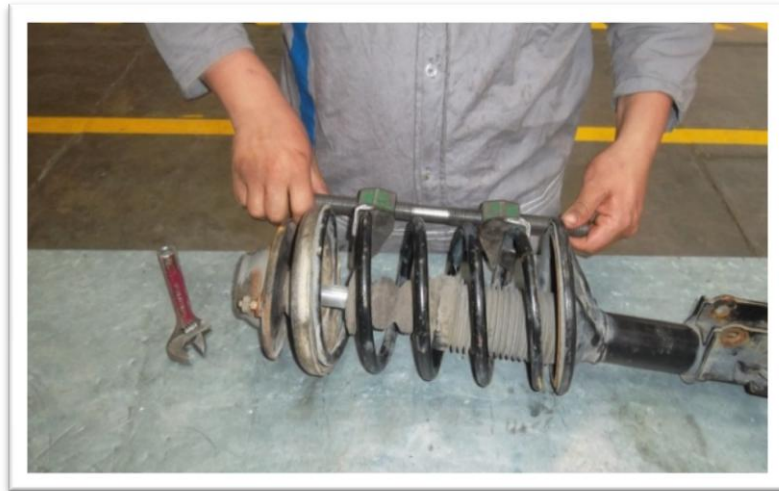


Figura 2.21  
**Compresión de muelle del Amortiguador**  
Fuente: Autores

3. Con el dado 14 mm retiramos la tapa superior



Figura 2.22  
**Remoción de sujeción**  
Fuente: Autores



Figura 2.23  
**Tapa superior**  
Fuente: Autores

Desmontamos el muelle de la base del amortiguador así como también los protectores (guardapolvos).



Figura 2.24

**Elementos del amortiguador**

**Fuente: Autores**

4. Comprobamos el estado del amortiguador, esto se realiza presionándolo hacia abajo para saber la fuerza de resistencia del mismo.

Una comprobación visual también la revisión del estado del amortiguador no posea fugas de aceite o presente humedad, esto sucede cuando los sellos del mismo fallan y el aceite sale del amortiguador.



Figura 2.25

**Sujeción amortiguador**

**Fuente: Autores**

### 2.3.4 DESARMADO DE LA BARRA DE DIRECCIÓN

1. Retiramos la barra de dirección del vehículo, luego la colocamos en el banco de trabajo.



Figura 2.26  
**Elementos dirección**  
**Fuente: Autores**

2. Removemos el eje de la cruceta que se encuentra colocada entre la parte inferior de la barra de dirección y el tornillo sin fin.



Figura 2.27  
**Conjunto tornillo sin fin y cruceta**  
**Fuente: Autores**

3. Extraemos el tornillo sin fin, la cruceta que une al tornillo sin fin con la columna de la dirección.



Figura 2.28  
**Conjunto Cruceta de la dirección**  
**Fuente: Autores**





Figura 2.29  
**Cruceta de la dirección**  
**Fuente: Autores**

4. Sacamos los rodamiento de agujas que está ubicado en la parte inferior de la columna de dirección



Figura 2.30  
**Rodillo de agujas**  
**Fuente: Autores**



Figura 2.31  
**Funda de la dirección**  
**Fuente: Autores**

5. Desmontamos la columna de la dirección de la funda de la dirección.



Figura 2.32  
**Funda y columna de la dirección**  
**Fuente: Autores**

Para el armado invertimos el proceso. Debemos limpiar todos los elementos utilizando gasolina y una brocha, también se respetan los torques especificados en la tabla **(anexo)**

## 2.4-DESARROLLO DE LA CONSTRUCCIÓN

Con estos elementos en perfecto estado, y con sus elementos faltantes completados se comenzó con la construcción de los bancos.

Para la fabricación de este banco se realizara la unión de los elementos con soldadura tipo MIG y soldadura eléctrica, los cortes por medio de cortadora industrial tipo cizalla, y tipo plasma. Lo dobleces necesarios por medio de un dobladora industrial.



Figura 2.33  
**Soldadora MIG**  
**Fuente: Autores**



Figura 2.34  
**Dobladora**  
**Fuente: Autores**



Figura 2.35  
**Cortadora**  
**Fuente: Autores**

Para el piso sobre el que estará montando las bases y soportes que sujetan los elementos mecánicos, se realizó con plancha corrugada de espesor de 2,5 mm, se la corto, se la realizó dobleces para estructurarla y que aumente su dureza, y se unió sus extremos con soldadura. Además se colocó refuerzos en perfil C de 4 mm.



Figura 2.36  
**Plancha corrugada**  
**Fuente: Autores**



Figura 2.37  
**Dobleces plancha corrugada**  
**Fuente: Autores**

Se realizó el mismo procedimiento para el marco de los tableros se utilizó plancha lisa de 4 mm.



Figura 2.38  
**Estructura armada**  
**Fuente: Autores**

Para la construcción de las bases de apoyo de la cremallera, platos de la suspensión, se trabajo con plancha de hierro de 6 mm para la cremallera cortándola y doblándola, además realizando orificios en la misma, para a asegurarlas contra el piso, además considerando la barra de la dirección.

En la construcción de los apoyos de la suspensión, utilizo tubo de diámetro 2 ½ pulgadas y plancha de 8mm, se construyó apoyos como se ve en la figura en los cuales se sujetarían los amortiguadores, realizando el dobles considerando el ángulo de caída de los mismos, así como estableciendo la altura en función de los neumáticos, todas las soldaduras se realizaron la MIG.





Figura 2.39  
**Base de sujeción amortiguadores**  
**Fuente: Autores**



Figura 2.40  
**Montaje de la estructura**  
**Fuente: Autores**

Se utilizó plancha de 2mm la cual fue doblada en sus extremidades para realizar la base donde irán los elementos eléctricos.



Figura 2.41  
**Bases**  
**Fuente: Autores**

Para la construcción de la base en donde irá el motor eléctrico y la bomba hidráulica de la dirección, se utilizó placa de 10mm ya que deberá soportar fuerzas grandes por el movimiento del motor.



Figura 2.42  
**Base de la bomba de la dirección y el motor eléctrico**  
**Fuente: Autores**

Todos los elementos fueron unidos por medio de soldadura MIG 0,9 mm y eléctrica de arco 6011 y 7018.

## 2.5. CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO

Para simular las revoluciones transmitidas del motor a la bomba de la dirección se procederá a la utilización de un motor eléctrico de las siguientes características:

|                 |                             |
|-----------------|-----------------------------|
| <b>Motor</b>    | Marca: Siemens.             |
| <b>Electico</b> | Voltaje: 220 V (trifásico). |
|                 | Potencia: 2Hp               |
|                 | 1 a 1700 rpm                |

El cual simulara las condiciones de ralentí, altas y bajas revoluciones producidas por el vehículo, más concretamente el motor térmico, para el control del motor eléctrico se procederá a controlarlo mediante un variador de frecuencia el cual nos permitirá modificar las revoluciones del motor variando la frecuencia.

## 2.6. DETERMINACION DEL PAR TRANSMITIDOS

$$Md = \frac{716,2 * N}{n} \quad 8$$

|               |                                                       |
|---------------|-------------------------------------------------------|
| DATOS         |                                                       |
| Par (Kg)      | Md                                                    |
| Potencia (Cv) | N = 2 hp * 1.0138696654236328 = 2.0277393308472655 CV |

$$Md = \frac{716,2 * 2.0277393308472655}{1700}$$

$$Md = 0,85 \text{ kg*m} = 8,38 \text{ N*m}$$

<sup>8</sup> Fuente: <http://www.indarbelt.es/html/formulas.htm#13>

## 2.7. DETERMINACION DE TRANSMISION POR POLEAS

Las condiciones para la selección de la polea que utilizaremos serán de 2 ½

$$N2/N1 = D1/D2$$

### DATOS

N2 1700 rpm salida

N1 1700 rpm entrada

D1 diámetro polea entrada

D2 diámetro polea salida

Por lo tanto nuestra relación de transmisión será

$$i = \frac{N2}{N1} = \frac{D2}{D1}$$

Será de 1:1 es decir por se transmitirá las mismas revoluciones que salen del motor eléctrico a la polea de la bomba hidráulica.

## 2.8. CÁLCULOS PARA EL DISEÑO DE BANDA DE TRANSMISIÓN.

La utilización de las bandas ya sea para la transmisión de velocidad constante o variable así como la potencia del motor a los elementos de transmisión.

Debido a su comportamiento de flexibilidad en aceleraciones y desaceleraciones bruscas absorbiendo los impactos producidos debido a la rotación de la transmisión.

### 2.8.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

Para nuestro diseño consideraremos los siguientes factores para el diseño de nuestra banda

- Diámetro del eje del motor eléctrico no debe exceder de los valores indicados en la tabla
- La longitud de la banda, podría presentarse un problema de tensión por u
- Potencia a transmitida debe considerar que el material de la banda será capaz de soportar y transmitir la potencia del motor a la polea.
- Condiciones de trabajo condiciones ambientales (humedad), así como también ubicación y protecciones.

---

<sup>9</sup> Fuente: <http://www.ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn121.html#seccion5>

### 2.8.2. VENTAJAS DE BANDAS.

- Aislamiento eléctrico
- Menos ruido
- No necesita lubricación.
- La variación de la distancia y centros de la flecha y el alineamiento de la flecha son mucho menos críticos.

### 2.8.3. CÁLCULOS PARA EL DISEÑO.

Datos impuestos para el cálculo

- Distancia entre centro de poleas.
- Diámetro de poleas.
- Horas de funcionamiento del banco didáctico.

#### Datos

| ELEMENTO                       | CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS                                                        |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Motor</b>                   | Marca: Siemens.<br>Voltaje: 220 V (trifásico).<br>Potencia: 2Hp<br>0 a 1700 rpm |
| <b>Bomba</b>                   | Presión 8000kp(80kg/cm <sup>2</sup> o 1137 psi)                                 |
| <b>Poleas</b>                  | Bomba 2 ½ pulgadas<br>Motor 2 ½ pulgadas                                        |
| <b>Distancia entre centros</b> | 285 mm                                                                          |

Factor de seguridad de servicio de la banda para el diseño de la banda será 1,2 (tomado de la tabla factor de seguridad para poleas, anexo)<sup>10</sup>

### 2.8.4. CALCULO DE LA POTENCIA DEL DISEÑO

Para determinar la potencia requerida para el diseño se procederá a obtener el producto de la potencia del motor eléctrico por el factor de seguridad.

$$Pd = P * Fs_{11}$$

#### Datos

|                                         |            |
|-----------------------------------------|------------|
| Potencia de diseño (potencia del banco) | Pd(Hp)     |
| Potencia nominal(motor eléctrico)       | P= 2.00 HP |
| Factor de seguridad                     | 1.2        |

$$Pd = 2 * 1.2 = 2.2 \text{ HP}$$

<sup>10</sup>SHIGLEY Joseph Edward 5 edición Pág. 764

<sup>11</sup> MOTT, Robert L. "Diseño de elementos de máquinas", EDITORIAL PEARSON, 2006

Para la selección de la sección transversal de la banda, esta estará en función de la potencia del diseño y las rpm de entrada, esta se puede determinar con la tabla de selección tipo de banda (anexos)

Ya que nuestra sección está entre los valores de potencia de diseño de 2,2 Hp y las revoluciones de 1700 rpm, nuestra sección determinada para la banda será A, como se muestra en la figura.

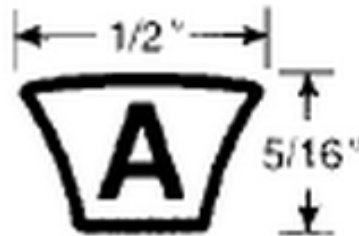


Figura 2.43

Sección de la banda a utilizar

Fuente: <http://dc302.4shared.com/doc/wuiglqx0/preview.html>

## 2.8.5. DETERMINACION DEL PERFIL DE CORREA

Utilizaremos la tabla diámetro primitivo mínimo recomendado para poleas acopladas a motores eléctricos (**anexo**) para verificar que nuestra polea se encuentre entre los valores mínimos para motores eléctricos.

Nuestra banda se encuentra entre los valores establecidos ya nuestra polea del motor es mayor a la indicada en la tabla.

## 2.8.6. CALCULO DE LA LONGITUD DE LA BANDA

Para calcular la longitud, se aplicará la siguiente fórmula.

### Datos

$l$  = Longitud de la banda

$C$  = Distancia entre centros

**285 mm (11,23 pulgadas)**

$D$  = Diámetro de la polea salida

Motor 2 ½ pulgadas

$d$  = Diámetro de la polea entrada

Bomba 2 ½ pulgadas

$$l = 2C + \frac{\pi}{2}(D + d) + \frac{(D - d)^2}{4C} \quad 12$$

$$l = 2(11,23 \text{ pulg}) + \frac{\pi}{2}(2,5 + 2,5) + \frac{(2,5 - 2,5)^2}{4(11,23)}$$

$$l = 30,31 \text{ pulg}$$

<sup>12</sup> Fuente: <http://www.ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn121.html#seccion5>

La longitud seleccionada será de 30,31 pulgadas buscando un valor comercial será de 31 pulgadas.

Los cálculos nos han indicado que la banda seleccionada debe tener una longitud externa de 31 pulgadas por lo cual revisaremos en la tabla de DESIGNACION Y LARGOS PRIMITIVOS (anexos), por lo cual la banda seleccionada será la A29 debido que se encuentra en el rango de la sección establecida anteriormente para la banda y posee una extensión aproximada al rango calculado.

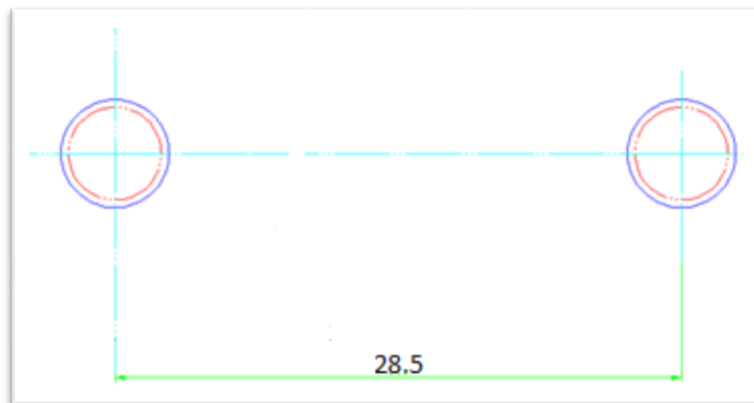


Figura 2.44  
**Largo primitivo**  
Fuente: Autores

## 2.9. CONSTRUCCIÓN DEL TABLERO DE VISUALIZACIÓN

Para la realización del tablero de visualización se lo construyo su estructura en perfiles G de 100x50 en 3mm.



Figura 2.45  
**Estructura del tablero**  
Fuente: autores

Además está conformado por la parte eléctrica, además de un esquema grafico de funcionamiento, el cual se encuentra iluminado por un conjunto de luces led las cuales funcionan conjuntamente al ser puesto en funcionamiento nuestro banco.

El sistema de luces led esta sincronizado con el sentido de giro simulando la dirección del fluido hidráulico de nuestro banco.

### 2.9.1. SEÑALIZACIÓN DE FLUIDOS DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN HIDRÁULICA

El objetivo de este circuito es simular el recorrido del fluido hidráulico, al girar el volante en la dirección requerida.

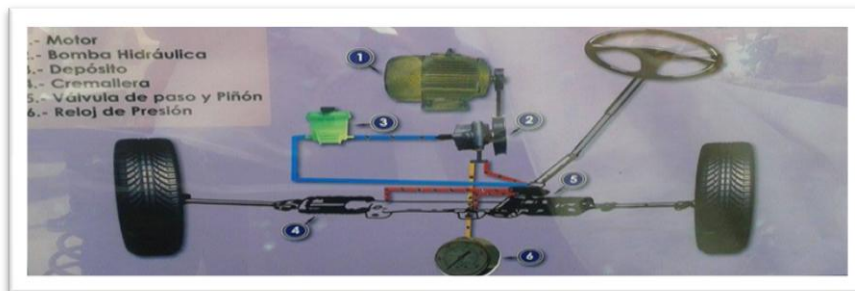


Figura 2.46  
**Tablero De Visualización**  
Fuente: Autores

### 2.9.2. ELEMENTOS Y FUNCIONAMIENTO

Este sistema está compuesto por cuatro bloques establecidos

- Fuente de 110v la cual estará encargada de abastecer nuestro circuito eléctrico
- Tarjeta del circuito, en este

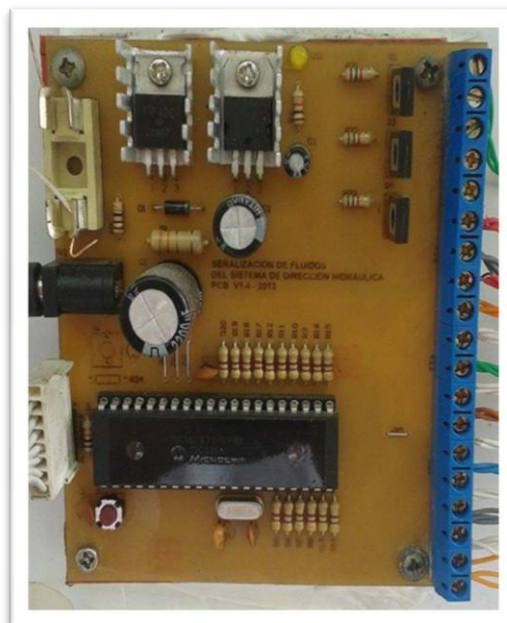


Figura 2.47  
**Tarjeta del circuito**  
Fuente: autores

### 2.9.3. DIAGRAMA DE FLUJO DEL CIRCUITO ELÉCTRICO

Mediante este diagrama, se realizó la conexión de todos los elementos eléctricos para que cumplan con las diferentes condiciones de funcionamiento.

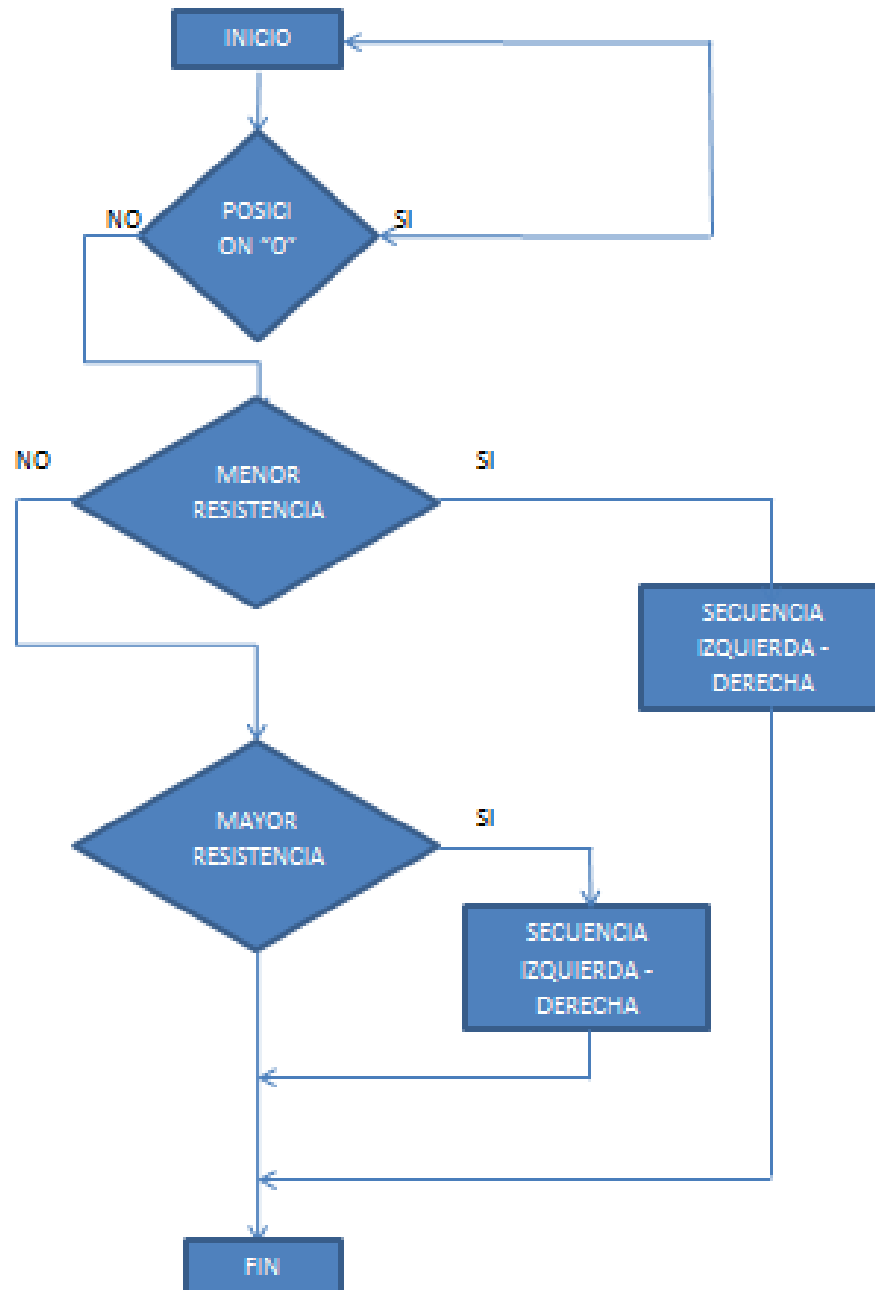


Figura 2.48  
Diagrama de funcionamiento en bloques del circuito  
Fuente: autores

El sentido de encendido de la luz está en función de la señal que envía la resistencia del potenciómetro.





Figura 2.49  
**Posición del potenciómetro en el banco**  
**Fuente: autores**

Al determinar el valor de la resistencia del potenciómetro el pic identifica la señal y produce el encendido de los leds ubicados en el tablero, iluminando el sentido si es a la derecha e izquierda cuando este esté en funcionamiento.

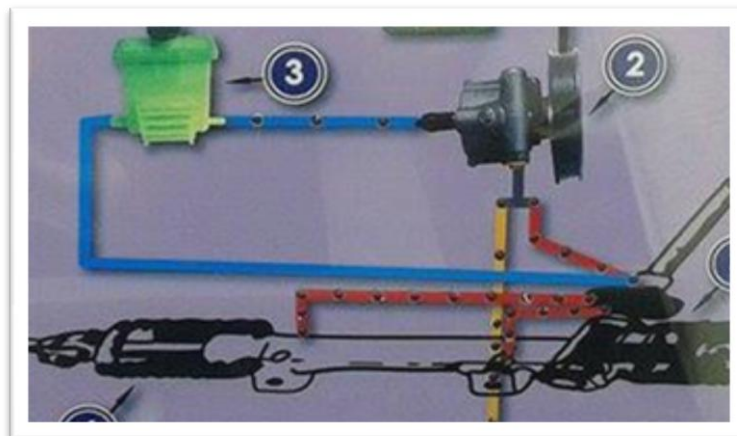


Figura 2.50  
**Ubicación de las luces led en el tablero**  
**Fuente: autores**

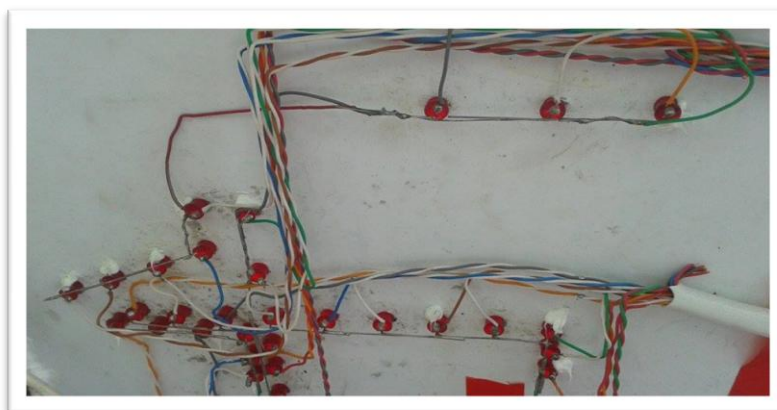


Figura 2.51  
**Instalación de luces en el tablero (posterior)**  
**Fuente: autores**

## 2.9.4. CONEXIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL VARIADOR DE FRECUENCIA G110

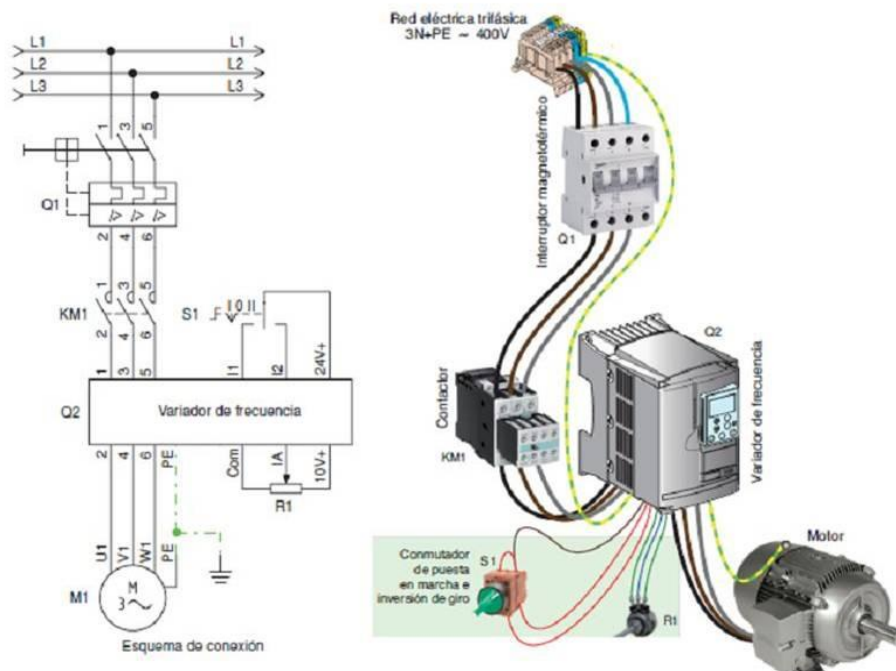


Figura 2.52

**Descripción gráfica del conexionado del variador de frecuencia**

**Fuente:** <http://automatismoindustrial.files.wordpress.com/2012/11/variador1.jpg>

Para la conexión se deben seleccionar los elementos, tanto el variador como el motor, que tengan los mismos parámetros de funcionamiento, pero hay que tener en cuenta que para la protección del sistema se debe adquirir el variador de denominación superior, por ejemplo si tenemos un motor de 2HP, el variador debe ser de 2,5 HP.

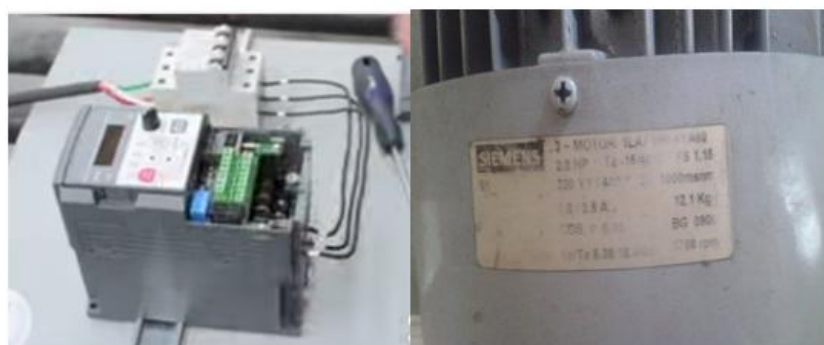


Figura 2.53

**Descripciones del motor y del variador utilizados**

**Fuente:** autores

Se debe tener en cuenta que la zona de trabajo debe estar libre de polvo y humedad, la acumulación de polvo podría disminuir la capacidad de enfriamiento del dispositivo y la humedad podría causar daños irreparables en el equipo.



Figura 2.54  
**Variador De Frecuencia**  
**Fuente: Autores**

Primero hay que conectar el variador con el interruptor, respetando las normativas y la designación de cada uno de los polos, después se realiza la conexión entre el variador y el motor, de la misma manera que la anterior y respetando la designación de los bornes.



Figura 2.55  
**Conexión del variador**  
**Fuente: Autores**

Al circuito también se le agrega elementos para mejorar las condiciones de funcionamiento así como elementos de protección los mismos que pueden ser: filtros, resistencias, tarjetas especiales entre otros.

Nuestro sistema consta de elementos de protección, los mismos que son un relé y un interruptor tipo switch.



Figura 2.56  
**Relé e interruptor montados en el banco**  
**Fuente: Autores**

Al alimentar el circuito se muestra en el display la frecuencia de salida de operación del motor. El display puede ir montado directamente sobre el variador de frecuencia (en nuestro caso) o también puede ir sobre un tablero y las conexiones entre el variador y el display se hacen por medio de un bus de datos.



Figura 2.57  
**Display**  
Fuente: Autores

Para que inicie el funcionamiento del motor, este tiene que estar desacoplado de la carga para verificar si el giro es el correcto y así evitar el daño de elementos conectados directamente al motor. En caso de que el giro no sea el correcto hay que oprimir el botón “Stop”, esperar que se detenga el motor e invertir la polaridad en los bornes T1 y T2 y luego realizar la comprobación de giro.



Figura 2.58  
**Funcionamientos Display**  
Fuente: Autores

Ahora para aumentar la frecuencia tenemos que presionar el botón UP con el cual aumentamos la frecuencia de funcionamiento hasta la deseada, y si deseamos bajar la frecuencia hacemos lo mismo pero con el botón Down. Esto se puede realizar con el motor en funcionamiento o apagado.

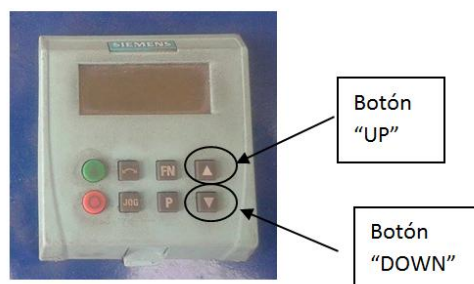


Figura 2.59  
**Elementos del display**  
Fuente: Autores

Para el aumento de la velocidad también se tiene en el sistema un potenciómetro el cual se encarga de controlar la intensidad de la corriente del sistema variando su resistencia. Este elemento se encuentra ubicado en el tablero frontal de control del sistema



Figura 2.60  
**Ubicación Del Potenciómetro**  
Fuente: Autores

**El panel de control también consta de dos pulsantes, los mismos que sirven como se describe a continuación:**

**Luego de energizar el circuito del motor- variador, accionamos el pulsante verde, el mismo que sirve para que el motor empiece su funcionamiento partiendo desde el reposo hasta alcanzar la frecuencia establecida en la memoria del variador. También tenemos implementado una luz indicadora de color verde, la misma que se prende cuando el motor está en funcionamiento.**



Figura 2.61  
**Ubicación pulsante de encendido**  
Fuente: Autores

Finalmente tenemos un pulsante de color rojo, el mismo que sirve de parada de emergencia, el mismo que detiene el funcionamiento del motor si existe algún inconveniente. También contamos una luz indicadora de color rojo, la misma que nos dice que el motor dejó de funcionar y regreso a su estado de reposo.



Figura 2.62  
**Ubicación pulsante de emergencia**  
Fuente: Autores

## 2.10. GUÍAS DE LAS PRÁCTICAS REALIZADAS EN EL BANCO FUNCIONAL DE LA DIRECCIÓN ASISTIDA HIDRÁULICAMENTE

### 2.10.1. DETERMINACIÓN DE LA FUERZA APLICADA EN EL VOLANTE DE LA DIRECCIÓN

| MANUAL DE PROCEDIMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                     |                                               |  |                      |    |                        |    |                   |    |                 |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------|--|----------------------|----|------------------------|----|-------------------|----|-----------------|----|
| <b>CARRERA:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                     | <b>PRÁCTICA: 1</b>                            |  |                      |    |                        |    |                   |    |                 |    |
| <b>EQUIPO:</b><br><br><b>Responsable /Equipo:</b><br><br><b>Accesorios:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>CÁTEDRA O MATERIA RELACIONADA</b><br><br>        | <b>REVISIÓN N°: 1</b><br><br><b>EDCIÓN: 1</b> |  |                      |    |                        |    |                   |    |                 |    |
| <b>DOCENTE:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>NÚMERO DE ESTUDIANTES POR EQUIPO O PRÁCTICA:</b> | <b>Fecha:</b>                                 |  |                      |    |                        |    |                   |    |                 |    |
| <p><b>1. Tema:</b> Determinación de la fuerza aplicada en el volante de la dirección</p> <p><b>2. Objetivos</b></p> <p style="margin-left: 20px;"><b>2.1 Objetivo General</b><br/>Determinar la fuerza que aplica el conductor al volante de la dirección asistida</p> <p style="margin-left: 20px;"><b>2.2 Objetivos Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reconocer el tipo de sistema</li> <li>Establecer valores de fuerza aplicada en el volante en distintos regímenes de giro del motor</li> </ul> <p><b>3. Sustento teórico</b><br/>Este conjunto es el encargado de la orientación de los vehículos, esto se logra con el giro del volante, el cual por medio de un engrane transmite el movimiento al mecanismo de dirección teniendo estabilidad, suavidad y seguridad en su funcionamiento. Los componentes de este mecanismo deben ser construidos los más robustos y confiables para evitar fallas del sistema.<br/>Para la determinación de las fuerzas se aplicara la formula</p> $F1 * R1 = F2 * R2$ <table style="width: 100%; margin-top: 10px;"> <tr> <td style="width: 35%;">Fuerza en el volante</td> <td style="width: 65%;">F1</td> </tr> <tr> <td>Esfuerzo en las ruedas</td> <td>F2</td> </tr> <tr> <td>Radio del volante</td> <td>R1</td> </tr> <tr> <td>Radio del piñón</td> <td>R2</td> </tr> </table> <p><b>4. Recursos (Accesorios y Material fungible):</b></p> <p style="margin-left: 20px;"><b>4.1 Herramientas y equipos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Balanza romana (en kg y libras)</li> <li>Flexometro</li> <li>Calibrador de exteriores (pie de rey)</li> <li>Llaves 12,14, 16</li> <li>Pinza de seguros</li> <li>Destornillador plano</li> <li>Martillo</li> <li>Llave torx 3/8</li> </ul> |                                                     |                                               |  | Fuerza en el volante | F1 | Esfuerzo en las ruedas | F2 | Radio del volante | R1 | Radio del piñón | R2 |
| Fuerza en el volante                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | F1                                                  |                                               |  |                      |    |                        |    |                   |    |                 |    |
| Esfuerzo en las ruedas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | F2                                                  |                                               |  |                      |    |                        |    |                   |    |                 |    |
| Radio del volante                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | R1                                                  |                                               |  |                      |    |                        |    |                   |    |                 |    |
| Radio del piñón                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | R2                                                  |                                               |  |                      |    |                        |    |                   |    |                 |    |



#### 4.2 Materiales e insumos:

- Franela
- Material Fungible

#### 4.3 Material didáctico:

- Banco didáctico de la dirección asistida
- Manuales
- Datos técnicos.

#### 4.4 Equipo de seguridad:

- Extintores para combustible
- Overol (por cada estudiante)
- Gafas de protección.

### 5. Procedimiento:

Para el desarrollo de esta práctica procederemos a la obtención de datos necesarios para determinar la fuerza ejercida.

Para reducir los esfuerzos aplicados en el volante por parte del conductor, utilizamos direcciones con asistencia, la cuales reducirán dichos esfuerzos, facilitando la maniobrabilidad del mismo, para determinar la fuerza que se aplica en el volante se realizaron pruebas para determinar este valor. Se considera la relación de par de esfuerzo el cual establece la fuerza aplicada al volante que es menor y el esfuerzo aplicado en las ruedas, así como también el radio del volante y la del piñón de la dirección.

$$F1 * R1 = F2 * R2$$

|                        |    |
|------------------------|----|
| Fuerza en el volante   | F1 |
| Esfuerzo en las ruedas | F2 |
| Radio del volante      | R1 |
| Radio del piñón        | R2 |

#### 5.1 Prueba 1

Mediante la utilización de la balanza romana se determinara la fuerza aplicada con el volante con las siguientes condiciones

##### DATOS

- Motor apagado (0 rpm)
- Dirección sin asistencia



Fig. 1

Medición de la fuerza aplicada al volante Prueba 1

Fuente: Autores

En esta prueba se obtuvo se determino que para mover volante se aplicara una fuerza de 4kgf

#### 5.2 Prueba 2

Mediante la utilización de la balanza romana se determinara la fuerza aplicada con el volante con las siguientes condiciones

**DATOS**

- Motor ralenti (30Hz, 850 rpm)
- Dirección con asistencia



Fig. 2

**Medición de la fuerza aplicada al volante Prueba 2**

**Fuente: Autores**

Es necesaria aplicarle una fuerza de 3kgf para mover el volante

**5.3 Prueba 3**

Mediante la utilización de la balanza romana se determinara la fuerza aplicada con el volante con las siguientes condiciones

**DATOS**

- Motor máximas rpm (60Hz, 1700 rpm)
- Dirección con asistencia



Fig. 3

**Medición de la fuerza aplicada al volante Prueba 3**

**Fuente: Autores**

Es necesaria una fuerza de 2,5 kgf para mover el volante a altas revoluciones con asistencia hidráulica.

**Prueba 4**

**4.1 Determinar de la fuerza en el volante**

Para reducir los esfuerzos aplicados en el volante por parte del conductor, utilizamos direcciones con asistencia, la cuales reducirán dichos esfuerzos, facilitando la maniobrabilidad del mismo.

Aplicamos la fórmula para obtener la media de estos valores.



$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{4 + 3 + 2,5}{3}$$

$$\bar{x} = 3,16 \text{ kgf}$$

#### 4.2 Calculo fuerza resultante para mover las ruedas

4.2.1.- Se procedió a medir el diámetro del volante de la dirección.



Fig. 4

Medición diámetro del volante

Fuente: Autores

Al utilizar el fluxómetro en la medición se obtuvo que nuestro volante tiene un diámetro de 32 cm, es decir un radio de 0,16 m

4.2.2.-Con las herramientas desmontamos el piñón de la dirección, para esto retiramos la columna de la dirección y posteriormente lo desmontamos de la cremallera.

Con ayuda del calibrador de exteriores medimos el diámetro del piñón de la dirección este valor es de 0,016 m es decir con un radio de 0,008 m



Fig. 5

Medición diámetro piñón de la dirección

Fuente: Autores

4.3.-Una vez obtenido estos valores podemos aplicar la formula

#### Datos

|                        |              |
|------------------------|--------------|
| Fuerza en el volante   | F1 =3,16 kgf |
| Esfuerzo en las ruedas | F2 = ?       |
| Radio del volante      | R1 =0.16 m   |
| Radio del piñón        | R2 = 0,008 m |

$$F1 * R1 = F2 * R2$$

$$F2 = \frac{F1 * R1}{R2} = \frac{3,16 \text{ kgf} * 0,16 \text{ m}}{0,008 \text{ m}}$$

$$F2 = 63,2 \text{ kgf}$$

La fuerza resultante para mover los neumáticos es de 63,2 kgf.



Fig. 6

**Determinación de la fuerza resultante en los neumáticos**

**Fuente: Autores**

#### 6. Registro de Resultados:

- La asistencia que brinda el fluido hidráulica reduce la fuerza aplicada en el volante, obteniendo una maniobrabilidad más efectiva durante la conducción.
- Las revoluciones del motor son inversamente proporcionales a la fuerza aplicada en el volante.
- La fuerza resultante para mover los neumáticos es de 63,2 kgf

#### 7. Anexos:

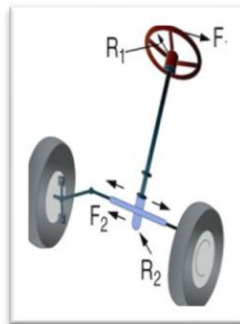


Fig. 7

**Ubicación de la fuerzas y radios**

**Fuente: Autores**

#### 8. Bibliografía:

- [1] ALONSO PEREZ, JOSE MANUEL. "Circuitos de fluidos, suspensión y dirección", International Thomson Editores Paraninfo. Madrid. 2000
- [2] FONT MEZQUITA, JOSE; DOLS RUIZ, JUAN F. "Tratado sobre automóviles" Alfaomega Grupo Editor. México. 2004.
- [3] WALPOLE, Ronald "Probabilidad y estadística para ingenieros" Editorial PEARSON, 1999
- [4] <http://es.scribd.com/doc/100032163/MA15-Sistema-de-direccion>

## 2.10.2. DETERMINACIÓN DEL CENTRO DE BALANCEO

| MANUAL DE PROCEDIMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                |              |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------|--|
| CARRERA:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                | PRÁCTICA: 2  |  |
| EQUIPO:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | CÁTEDRA O MATERIA RELACIONADA                  | REVISIÓN N°: |  |
| Responsable /Equipo:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                | EDICIÓN:     |  |
| Accesorios:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                |              |  |
| DOCENTE:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | NÚMERO DE ESTUDIANTES POR EQUIPO O PRÁCTICA: 4 | Fecha:       |  |
| <p><b>1. Tema:</b> Determinación del centro de balanceo</p> <p><b>Objetivos Generales:</b></p> <p><b>Objetivos Específicos:</b></p> <p><b>2. Objetivos</b></p> <p><b>2.1 Objetivo General</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Determinar la ubicación del centro de balanceo</li></ul> <p><b>2.2 Objetivos Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Determinar los parámetros necesarios para ubicar el centro de balanceo.</li></ul> <p><b>3. Sustento teórico</b></p> <p>Para analizar las suspensiones independientes se tomara en cuenta el un movimiento de rueda en sentido vertical tiene asociado un movimiento transversal que induce al deslizamiento entre rueda y el suelo y produce una modificación del ancho de vía (A) del vehículo.</p> <p>En caso general de una suspensión independiente, su comportamiento se puede asimilar al de un brazo equivalente, pivotando respecto a un punto P, o polo, fijo a la carrocería, como se representa en la figura. Cuanto más alto este ubicado el polo P, mayor modificación del ancho de vía sufrirá el vehículo ante deflexiones de la suspensión, si el polo estuviese en el suelo, la modificación sería mínima, presentando al mismo tiempo una menor modificación de la caída de rueda, como el inconveniente de que, al cargarse el vehículo, este punto baja, por debajo del nivel del suelo, proporcionando una caída negativa a la rueda ( con la mejora del comportamiento ante cargas laterales), pero</p> |                                                |              |  |

reduciendo el recorrido en compresión de la suspensión.

#### **4. Recursos (Accesorios y Material fungible):**

##### **4.1 Herramientas y equipos:**

- Juego básico de herramientas de mano (llaves, dados, destornilladores, etc.)
- Flexometro

##### **4.2 Materiales e insumos:**

- Franela
- Material Fungible

##### **4.3 Material didáctico:**

- Vehículos (proporcionados por los propios estudiantes)
- Manuales
- Datos técnicos.
- Maquetas didácticas
- Uso del software autocad

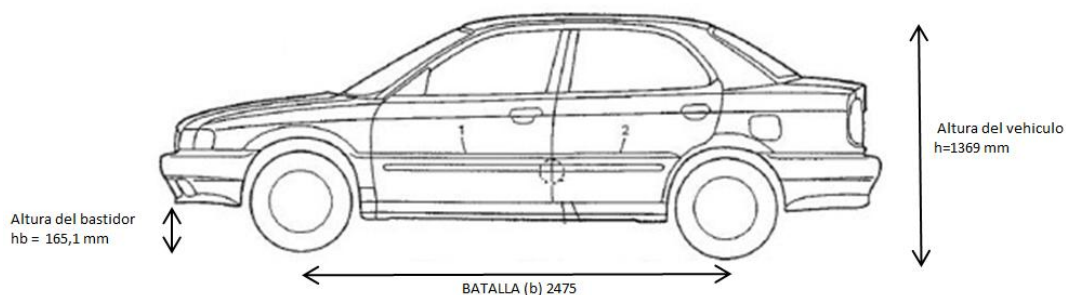
##### **4.4 Equipo de seguridad:**

- Extintores para combustible
- Overol (por cada estudiante)
- Gafas de protección.

#### **5. Procedimiento:**

##### **5.1 Calculo de la altura del centro de gravedad**

Con los datos obtenidos del manual del vehículo procedemos a determinar nuestro centro de balanceo aplicando la formula indicada



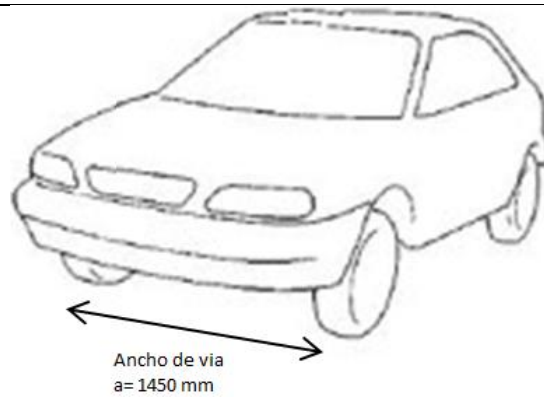


Fig. 1  
**Datos del vehículo**  
**Fuente: Autores**

#### DATOS

Altura del vehículo (h) = 1369 mm

Altura del bastidor (hb) = 165,1 mm

Batalla (b) = 2475 mm

5.1.1 Reemplazamos los datos en la formula

$$hcg = hb + \frac{h - hb}{2} \quad 13$$

$$hcg = 165,1 + \frac{1369 - 165,1}{2}$$

$$hcg = 767,05 \text{ mm}$$

5.2.-Para el cálculo del centro de balanceo se tomaran en cuenta las dimensiones y las características del vehículo, así como de los neumáticos

Para la determinación del centro de balanceo determinamos los ángulos q se formaran.

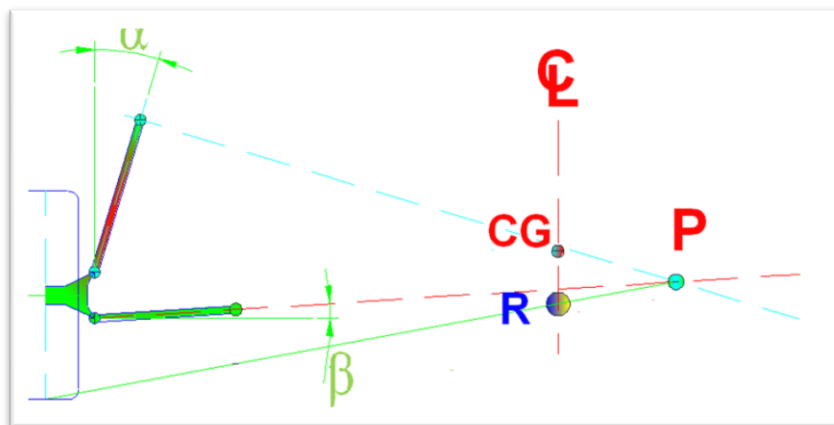


Fig.2  
**Centro de balanceo**  
**Fuente: Autores**

5.3.-Se procedió a determinar los ángulos, que resultan entre el amortiguador y la vertical así como el ángulo (β, α) que se forma en el brazo de la dirección; como se muestra en la figura.

<sup>13</sup><http://www.rubalingenieros.com/blog/index.php/vehiculos/calculo-de-la-estabilidad-lateral-y-longitudinal-de-un-vehiculo/>

5.4.-Para determinar el centro de balanceo (R) ya con los ángulos y distancias necesarias, procederemos a analizar la vista frontal de nuestro banco, trazando líneas proyectadas siguiendo la geometría del brazo de la dirección así como una perpendicular al del amortiguador hasta que las dos líneas se intercepten en algún punto (P), se trazara una línea desde el centro del neumático hacia el punto donde se interceptan las líneas(P), ahora trazaremos una línea vertical (CL) que pase por el centro de gravedad nuestro vehículo.

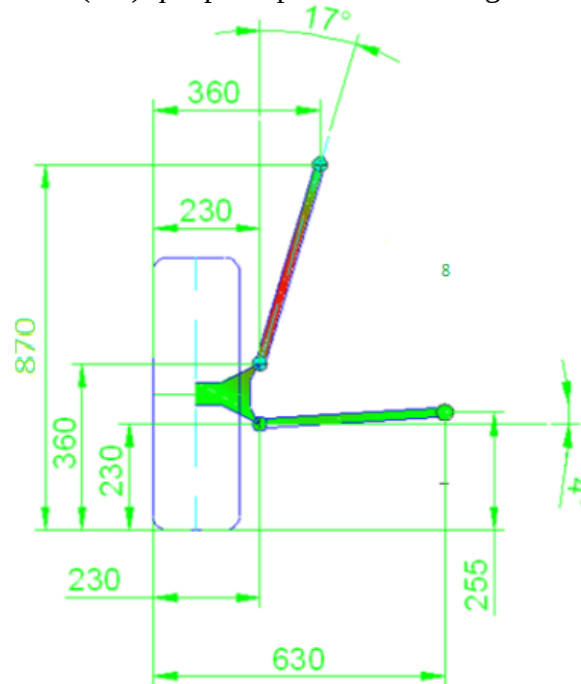


Fig. 3  
Medidas necesarias para el cálculo  
Fuente: Autores

5.5.-De esta forma el punto en el que se intercepten esta línea (CL) con la línea trazada desde el neumático será donde está ubicado nuestro centro de balanceo (R).

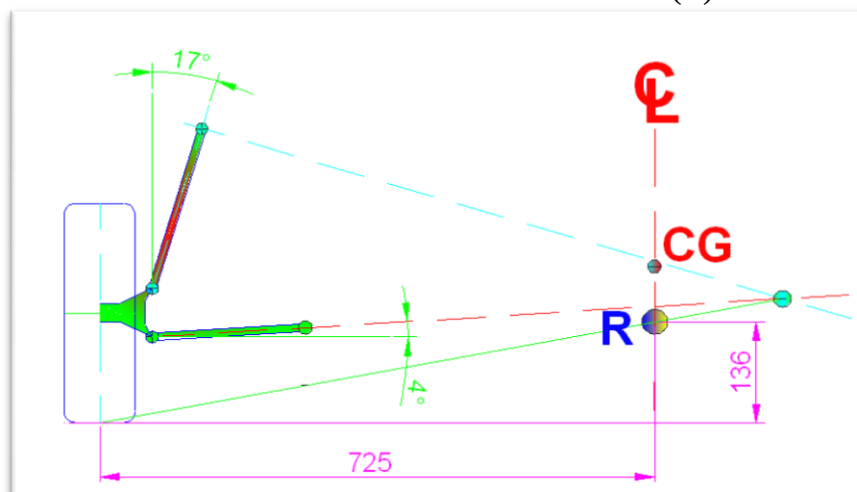


Fig.4  
Prolongación de líneas  
Fuente: Autores

Aplicando el método de grafico obtenemos la dirección de ubicación de nuestro centro de balanceo.

## 6. Registro de Resultados:

- En las deflexiones que se generan en las suspensiones independientes modificaran el ancho de vía, provocando ángulos de deriva, debido a la presencia de solicitaciones transversales estas afectan el comportamiento direccional.

## 7. Anexos:

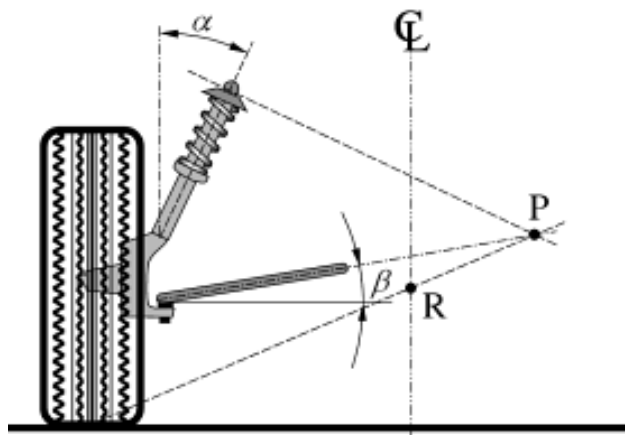


Figura 5

**Centro de Balanceo Para Una Suspensión Tipo McPherson**

Fuente: LUQUE, Pablo, "INGENIERIA DEL AUTOMOVIL: SISTEMA DE COMPORTAMIENTO DINAMICO", Ed. PARANINFO, 2004

## 8. Bibliografía:

- [1] ALONSO PEREZ, JOSE MANUEL. "Circuitos de fluidos, suspensión y dirección", International Thomson Editores Paraninfo. Madrid. 2000
- [2] LUQUE, Pablo, "INGENIERIA DEL AUTOMOVIL: SISTEMA DE COMPORTAMIENTO DINAMICO", Ed. PARANINFO, 2004
- [3] FONT MEZQUITA, JOSE; DOLS RUIZ, JUAN F. "Tratado sobre automóviles" Alfaomega Grupo Editor. México. 2001.

**2.10.3. DETERMINACIÓN DEL RADIO DE GIRO DEL BANCO DIDÁCTICO  
MEDIANTE EL MÉTODO GRAFICO Y EL MÉTODO PRÁCTICO.  
COMPROBACIONES MEDIANTE MÉTODO ANALÍTICA**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                       |                     |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------|--|
| <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                       |                     |  |
| <b>CARRERA:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                       | <b>PRÁCTICA: 3</b>  |  |
| <b>EQUIPO:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>CÁTEDRA O MATERIA RELACIONADA</b>                  | <b>REVISIÓN N°:</b> |  |
| <b>Responsable /Equipo:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                       | <b>EDICIÓN:</b>     |  |
| <b>Accesorios:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                       |                     |  |
| <b>DOCENTE:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>NÚMERO DE ESTUDIANTES POR EQUIPO O PRÁCTICA: 4</b> | <b>Fecha:</b>       |  |
| <p><b>9. Tema:</b> Determinación del radio de giro del banco didáctico mediante el método grafico y el método práctico. Comprobaciones mediante método analítica</p> <p><b>10. Objetivos</b></p> <p><b>2.1 Objetivo General</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar los ángulos de viraje interior y exterior de la dirección por medio de los métodos antes citados.</li> </ul> <p><b>2.2 Objetivos Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer los ángulos de viraje de la dirección</li> <li>• Realizar el método grafico de los ángulos de la dirección utilizando un software adecuado para este método</li> </ul> <p><b>11. Sustento teórico</b></p> <p>El viraje se lograba cuando la inclinación de los brazos se prolongaban hasta la mitad del eje trasero encontrándose en un punto común que es el centro de rotación de cada vehículo, esto se obtiene por la orientación de las ruedas directrices con el eje delantero articulado en 3 partes, en que las extremas pueden girar en torno a ejes verticales. Los cuadriláteros actuales se apartan de la regla de Jeantaud, debido a la posición de las ruedas y la deriva de los neumáticos</p> <p>Formulas para determinar los ángulos de viraje interior y exterior.</p> $\operatorname{tg}(\text{Ave}) = \frac{2b}{4b - a} \quad \operatorname{tg}(\text{Ave}) = \frac{2b}{4b + a}$ <p><b>12. Recursos (Accesorios y Material fungible):</b></p> <p><b>4.1 Herramientas y equipos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Juego básico de herramientas de mano (llaves, dados, destornilladores, etc.)</li> </ul> |                                                       |                     |  |



- Flexometro 10 mts
- Escuadra
- Tiza industrial
- Graduador

#### 4.2 Materiales e insumos:

- Franela
- Material Fungible

#### 4.3 Material didáctico:

- Manuales
- Datos técnicos.
- Maquetas didácticas
- Uso del software autocad

#### 4.4 Equipo de seguridad:

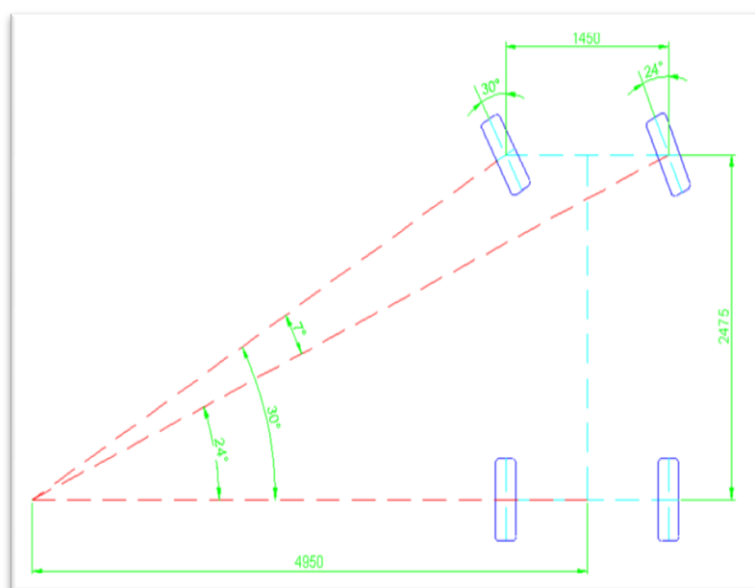
- Extintores para combustible
- Overol (por cada estudiante)
- Gafas de protección.

### 13. Procedimiento:

**5.1.-**Para determinar el radio de giro calibraremos ciertos parámetros de la dirección, como es la convergencia, al ser este un vehículo de tracción delantera, estableciendo que el valor para la calibración de esta cota de la dirección en vehículos de propulsión delantera es de  $0 \pm 2$  mm, estando nuestro valor situado en los 2 milímetros con el propósito que se note que las ruedas en su calibración poseen una convergencia negativa procedemos a determinar el radio de giro.

Para nuestro caso se obtuvo los valores de la batalla ( $b=2475$  mm) y de la vía ( $a= 1450$  mm),  $R=2b=2(2475= 4950$  mm)

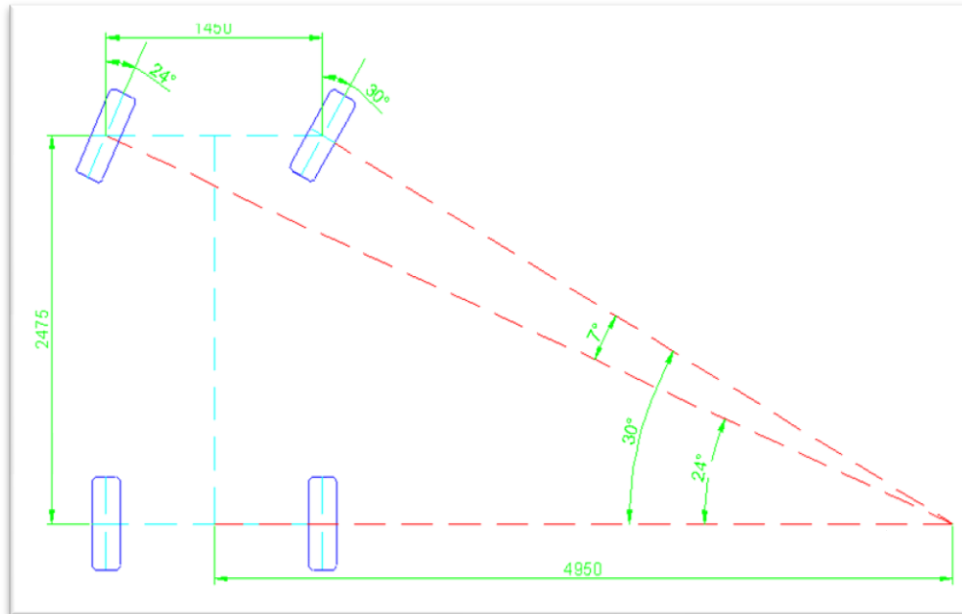
**5.1.1.-**Aplicando el método grafico mediante el AutoCaD2013 se realizó el trazo de los ejes y su determinación grafica



**Fig.1**  
**Giro a la izquierda**

**Fuente: Autores**

### 5.1.2.-Determinación del giro a la derecha, mediante el software Autocad



**Fig.2**

**Giro a la derecha**

**Fuente: Autores**

Según el software utilizado para este cálculo obtenemos los ángulos de giro siguientes:

Angulo externo: 30°

Angulo interno: 24°

Angulo entre las proyecciones de los neumáticos: 7°

### 5.3.-Determinación del radio de giro del banco didáctico mediante el método práctico

Para este método utilizamos los siguientes elementos: tiza industrial, regla, escuadra, graduador, Flexometro.

**5.3.1.-**Colocamos el banco didáctico en una superficie totalmente plana, con la medida de la batalla, obtenido en el manual de taller del Chevrolet Esteem, trazamos las líneas correspondientes a la distancia entre los centros de los neumáticos delantero y posterior, obteniendo así los puntos de referencia necesarios para los demás trazos. Este paso se omite en los vehículos porque los puntos de referencia son los centros de los neumáticos posteriores.



**Fig.3**  
**Medición de la batalla**  
**Fuente: Autores**

**5.3.2.-**Después trazamos, desde el centro de los puntos de referencia, una proyección de dos veces la batalla. Esta proyección debe ser paralela al eje delantero.



**Fig.4**  
**Proyección de líneas**  
**Fuente: Autores**

**5.3.3.-**Desde el punto final de la proyección, trazamos líneas al centro de los neumáticos tanto derecho como izquierdo y así obtenemos los ángulos del paralelogramo que se forma Con la ayuda de un graduador obtenemos dichos ángulos con los siguientes valores:

Angulo externo: 30°

Angulo interno: 24°

Angulo entre las proyecciones de los neumáticos: 7°



**Fig.5**

**Ángulos de viraje**

**Fuente: Autores**

#### **5.4.-Calculo Del Ángulo De Giro Máximo**

Aplicando las formulas establecidas en el primer capítulo para el ángulo de giro máximo tenemos:

##### **5.4.1.-Angulo de giro interior**

$$\operatorname{tg}(\operatorname{Avi}) = \frac{2b}{4b - a}$$

$$\operatorname{tg}(\operatorname{Avi}) = \frac{2(2479)}{4(2479) - 1439} = \frac{4958}{8473} = 0.58$$

$$\operatorname{Avi} = \operatorname{tg}^{-1}(0.58)$$

$$\operatorname{Avi} = 30,1$$

**Angulo de viraje interno es de 30°**

##### **5.4.2.-Angulo de giro exterior**

$$\operatorname{tg}(\operatorname{Ave}) = \frac{2b}{4b + a}$$

$$\operatorname{tg}(\text{Ave}) = \frac{2(2479)}{4(2479) + 1439} = \frac{4958}{11355} = 0.43$$

$$\text{Ave} = \operatorname{tg}^{-1}(0.43)$$

$$\text{Ave} = 23.9$$

**Angulo de viraje externo es de 24°**

#### 6.-Registro de Resultados:

Para determinar estos resultados contamos con distintos métodos de obtención:

- **Angulo de viraje interno es de 30°**
- **Angulo de viraje externo es de 24°**
- El radio de giro producirá que las ruedas giraren detallando un círculo de diámetro cuatro veces mayor que la batalla del vehículo.

#### 7.-Anexos:

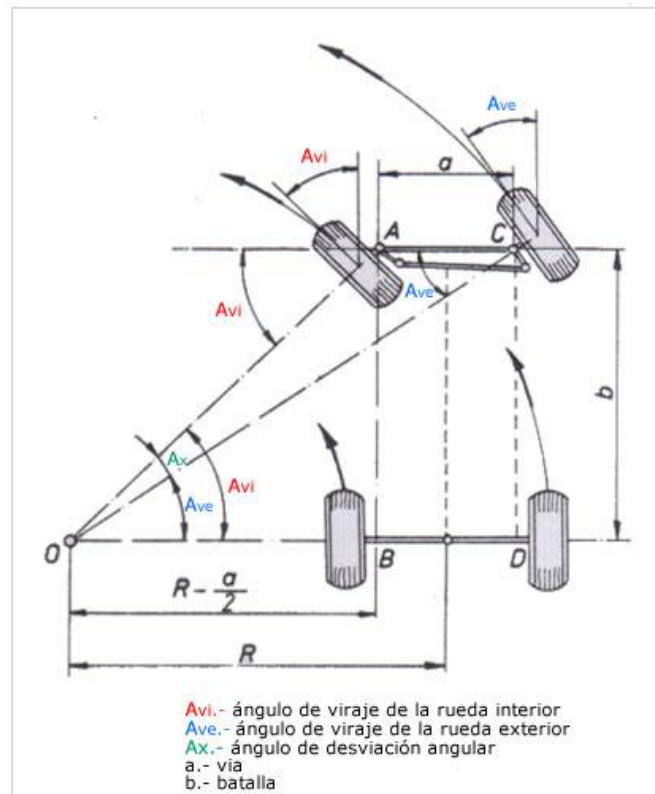


Fig.6

#### Angulo De Viraje De Las Ruedas

Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/direccion-geometria.htm>

#### 14. Bibliografía:

- [1] MANUAL DE TALLER DEL CHEVROLET ESTEEM
- [2] LUQUE, Pablo, "INGENIERIA DEL AUTOMOVIL: SISTEMA DE COMPORTAMIENTO DINAMICO", Ed. PARANINFO, 2004
- [3] FONT MEZQUITA, JOSE; DOLS RUIZ, JUAN F. "Tratado sobre automóviles" Alfaomega Grupo Editor. México. 2001.
- [4] <http://www.aficionadosalamecanica.net/direccion-geometria.htm>

## CAPITULO III

### 3.1 ELABORACIÓN DEL MATERIAL MULTIMEDIA DEL BANCO DIDÁCTICO

Para la creación del material multimedia se utilizó el software **CINEMA 4D R15** en el mismo que se representaron los elementos de forma separada para obtener mayores detalles de cada uno, luego se procedió a acoplar los elementos en un solo sistema funcional.

A continuación tenemos la representación gráfica de la bomba de dirección.

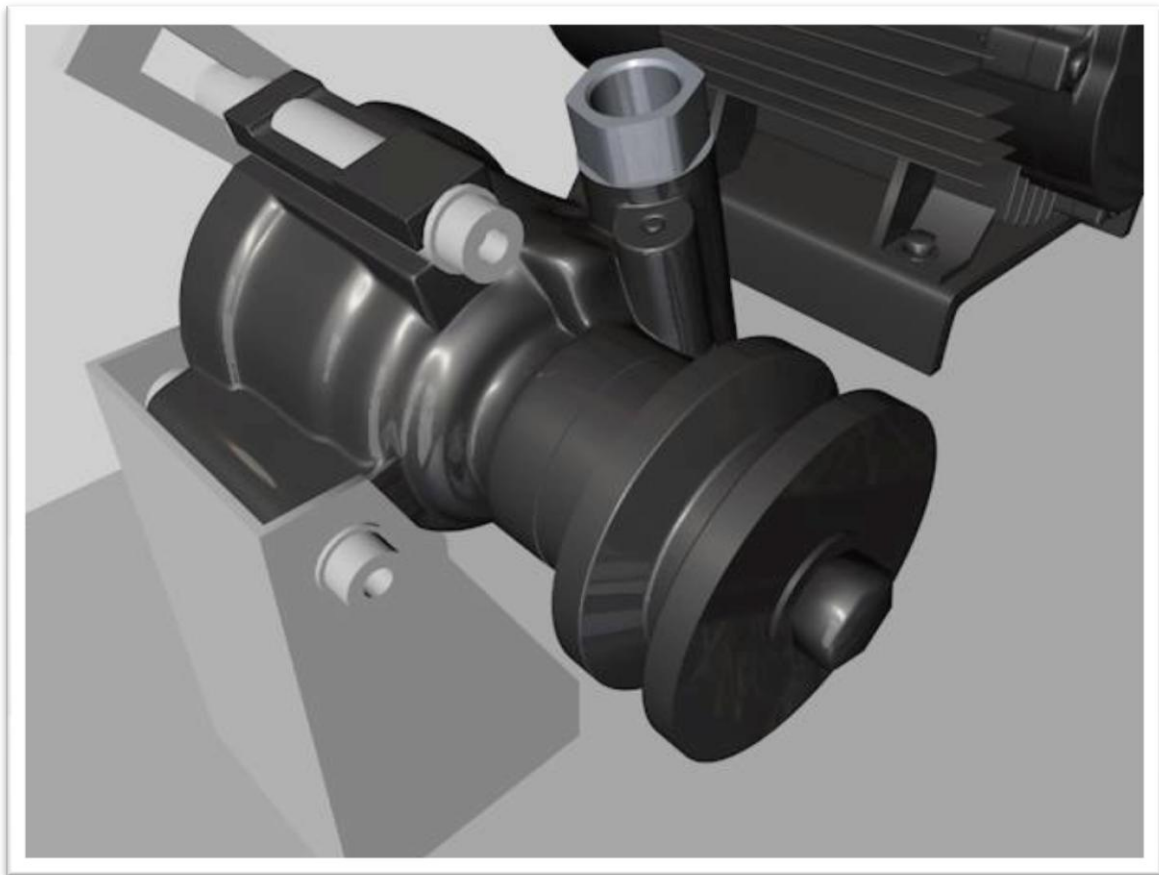


Figura 3.1  
**Bomba De La Dirección**  
Fuente: Autores

También se puede observar que está representada la polea con la cual este elemento se encuentra unido por medio de una banda al motor trifásico que desempeña las labores del motor de combustión interna.

Después representamos el motor trifásico, en el cual también se observa la polea que transmite el movimiento a la bomba de dirección.

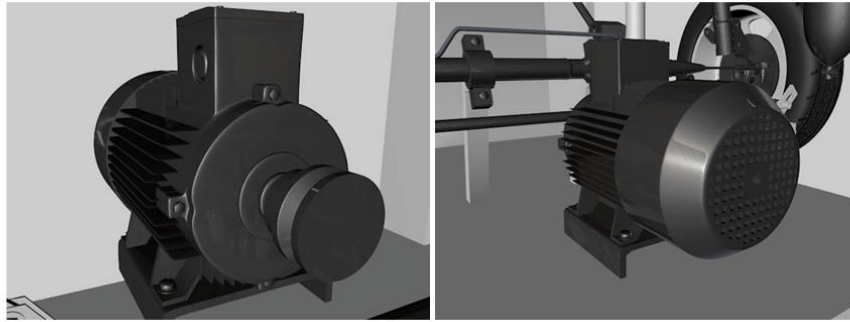


Figura 3.2  
**Representación del Motor Eléctrico**  
**Fuente: Autores**

Luego representamos el depósito de aceite, al mismo que está conectado las cañerías de alimentación del sistema como las de retorno para así tener la cantidad necesaria de aceite para el buen funcionamiento del sistema.

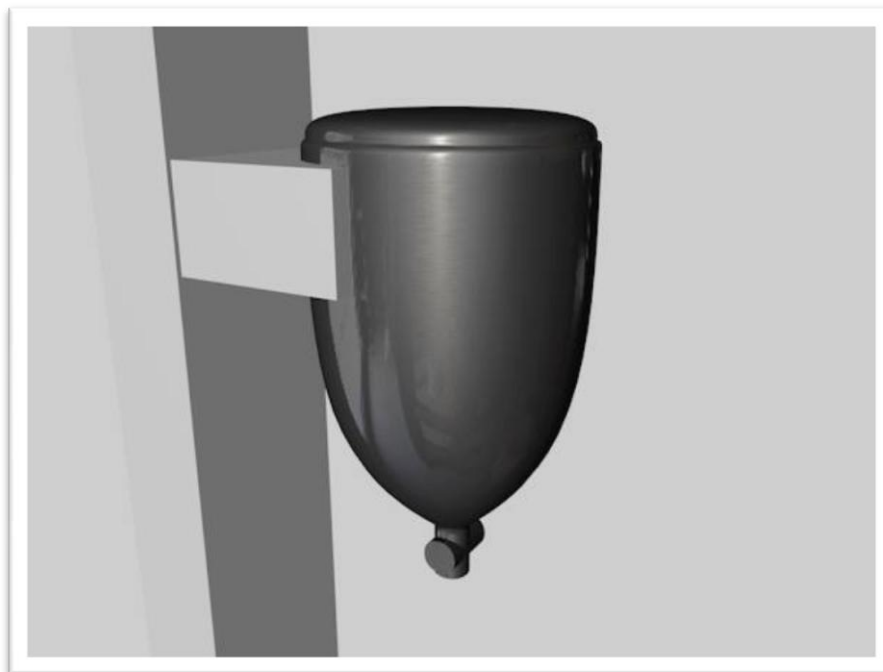


Figura 3.3  
**Depósito De Lubricante**  
**Fuente: Autores**

Posteriormente representamos la válvula de distribución de aceite, la misma que esta acoplada, por un lado a las cañerías de alimentación y retorno del aceite del depósito y por otro lado a las cañerías que van directamente a la cremallera de la dirección.



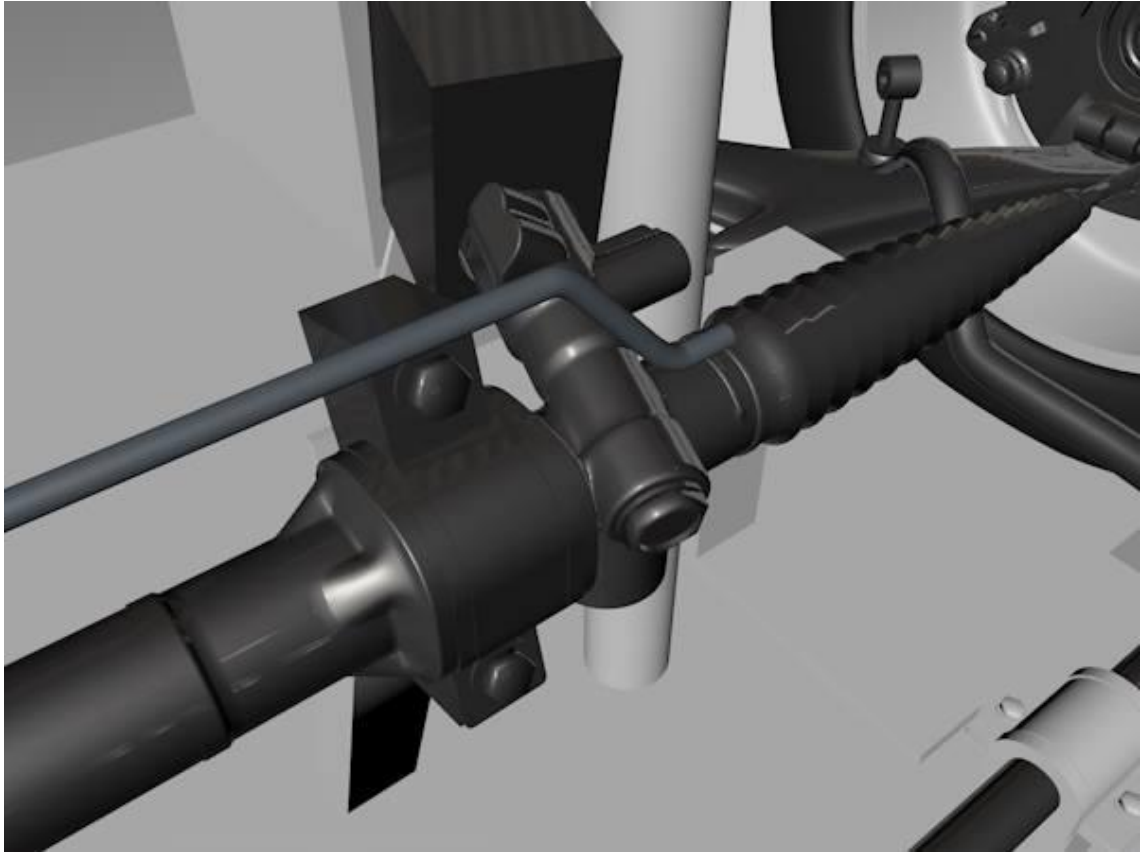


Figura 3.4  
**Representación Válvula Distribuidora**  
**Fuente: Autores**

Seguidamente tenemos representada la cremallera de la dirección en su totalidad y también los acoples con los que se une este elemento a los neumáticos.



Figura 3.5  
**Representación Cremallera**  
**Fuente: Autores**

Después tenemos representada la columna de la dirección, que es el elemento que une al volante con la cremallera. Este elemento también comanda la asistencia hidráulica por medio de la válvula distribuidora.



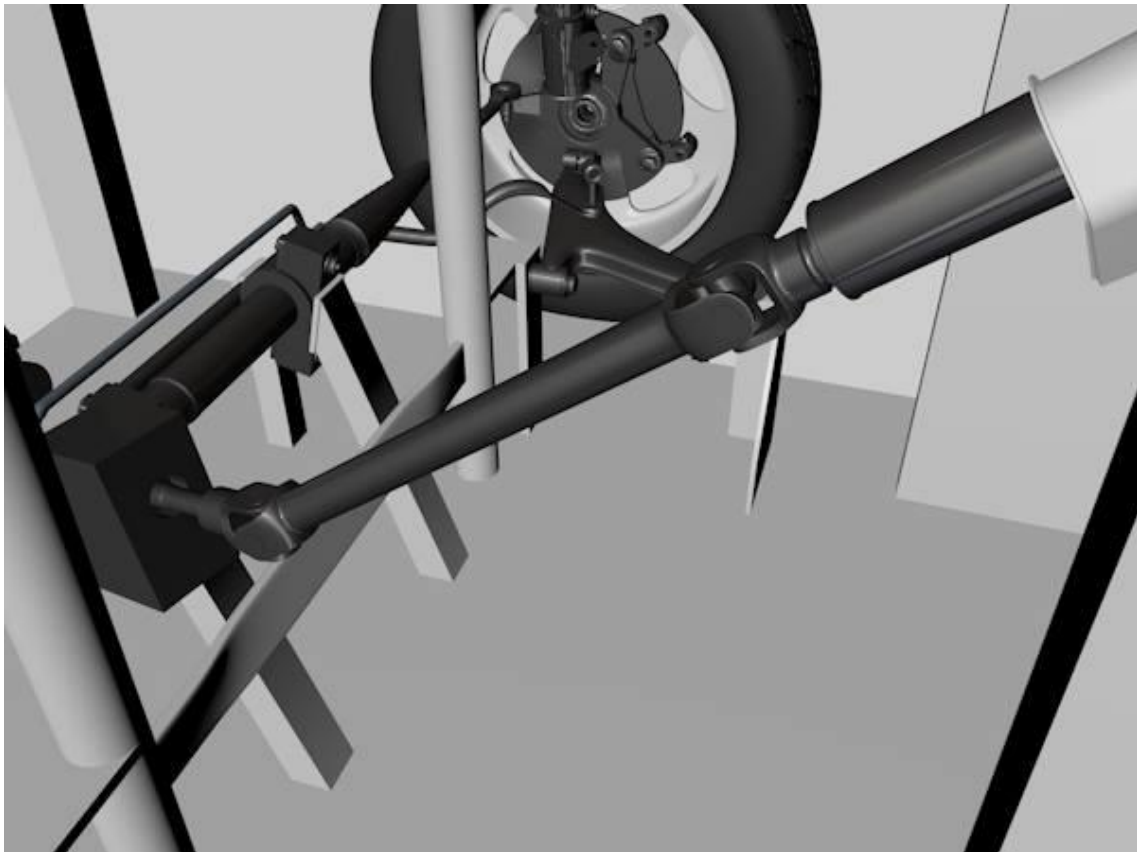


Figura 3.6  
**Representación Columna De La Dirección**  
**Fuente: Autores**

el volante de dirección que es el elemento por medio del cual el conductor ejerce una acción de movimiento circular y se transmite a todo el sistema, el mismo que lo convierte en movimiento lineal transmitido hacia los neumáticos por medio de la cremallera.

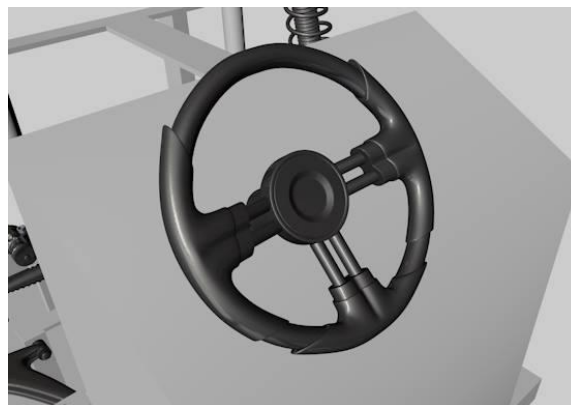


Figura 3.7  
**Volante De La Dirección**  
**Fuente: Autores**

Adicional a esto representamos los muelles de la suspensión, así como los amortiguadores, para esto tenemos en cuenta que la suspensión es de tipo McPherson y está unido a los soportes de la maqueta.



Figura 3.8  
**Representación de la suspensión**  
 Fuente: Autores

Luego de representar todos los elementos por separado, realizamos el acoplamiento en un solo conjunto y así obtenemos la representación completa del sistema de dirección asistida hidráulicamente.

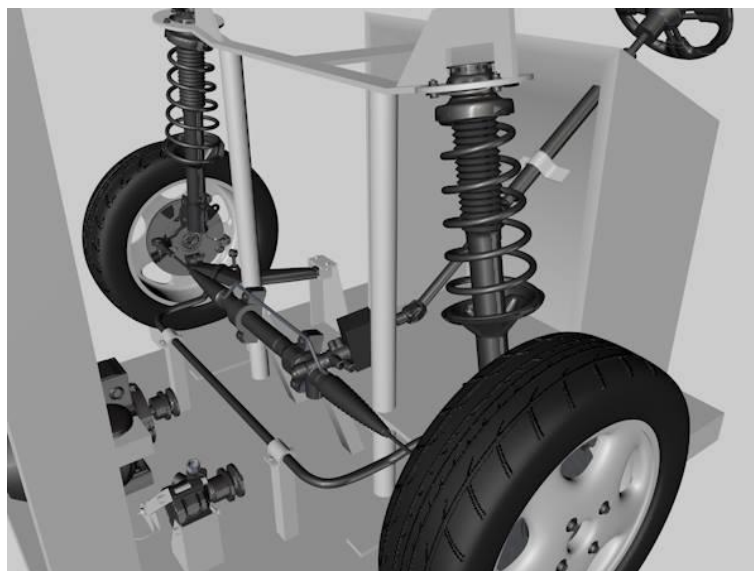


Figura 3.9  
**Representación Del Banco**  
 Fuente: Autores

## **CONCLUSIONES**

- El estudio de la mecánica automotriz se facilita al ser este aplicado a través de medios visuales y prácticos, provocando en el estudiante una mejor respuesta hacia el entendimiento de la dirección asistida hidráulicamente. Además también poder manipular este material didáctico, permitirá interpretar los distintos valores y resultados, simulando un funcionamiento aplicado lo más posible a la realidad. Al entender estos resultados e interpretarlos el estudiante será capaz de identificar elementos característicos así como también problemas y fallas.
- Por medio de este trabajo aprendimos sobre los diferentes sistemas de dirección que existen, así como también los elementos que la componen. Hicimos énfasis también en los sistemas de dirección asistida, ya que por medio del estudio de dicho sistema realizamos nuestro banco funcional así como el material didáctico, el mismo que nos explica, de forma animada, el funcionamiento de la dirección asistida.
- Las condiciones y características que influyen a la dirección asistida están muy ligadas a los factores físicos como son el estado de los neumáticos así como la presión de inflado de los mismos, la huella y su desgaste, modificando la geometría de la dirección.
- Nuestra estructura metálica será la encargada de soportar los elementos mecánicos así como también las fuerzas y reacciones que ejercen durante el funcionamiento del banco, por lo cual se la realizó con material de calidad, incluyendo refuerzos para asegurar su estabilidad, por lo que este valor quedó establecido con un factor de seguridad con un factor de 4,4. Garantizándonos su resistencia y su correcto funcionamiento, lo que le proporcionara a nuestro banco una vida de trabajo más larga.
- Para entender de mejor manera el funcionamiento de nuestro banco hemos incluido en nuestro producto de tesis el material didáctico que fue realizado en el programa Cinema 4D R15, el cual nos permite visualizar las distintas fases de funcionamiento de nuestro banco, principalmente el recorrido que cumple el fluido hidráulico, dependiendo del giro del volante, produciendo el movimiento de los neumáticos. Las vistas de funcionamiento del banco son tomadas de diferentes ángulos, esto nos permitirá apreciar de mejor forma el funcionamiento de la dirección.

## **RECOMENDACIONES**

- Para el perfecto funcionamiento de nuestro banco se necesita una fuente de 220v para la alimentación eléctrica y también un espacio de libre de humedad y polvo el cual afectaría el correcto funcionamiento de nuestro banco y también precipita el deterioro de nuestros elementos.

- Además al trabajar nuestro banco con fluido hidráulico, este debe ser revisado y completado al realizar cualquier prueba para garantizar la obtención de resultados concretos.
- El estado de presión de los neumáticos debe ser controlado también ya que esta puede disminuir con el paso del tiempo.

## **BIBLIOGRAFÍA:**

### **Libros:**

- LUQUE, Pablo, “INGENIERIA DEL AUTOMOVIL: SISTEMA DE COMPORTAMIENTO DINAMICO”, Ed. PARANINFO, 2004
- MANUAL DE TALLER DEL CHEVROLET ESTEEM
- JUVINALL, Robert , “DISEÑO DE ELEMENTOS DE MAQUINAS”, 2DA EDICION, Editorial LIMUSA WILEY, 2013, PAG 252
- MOTT, Robert L. “DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS”, Editorial PEARSON, 2006
- WALPOLE, Ronald “ PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA PARA INGENIEROS “ Editorial PEARSON, 1999
- ALONSO PEREZ, José Manuel. “CIRCUITOS DE FLUIDOS, SUSPENSIÓN Y DIRECCIÓN”, International Thomson Editores Paraninfo. Madrid. 2000
- FONT MEZQUITA, José; DOLS RUIZ, Juan F. “TRATADO SOBRE AUTOMÓVILES” Alfa Omega Grupo Editor. México. 2004.

### **Páginas web:**

- <http://widman.biz/mantenimiento/alineacion.html>
- [www.etp.uda.cl/areas/electromecanica/MODULOS%20%20TERCERO/SISTEMAS%20DE%20DIRECCI%C3%93N%20Y%20SUSPENSI%C3%93N/Gu%C3%ADA%20N%C2%BA%20%20Direcci%C3%B3n.pdf](http://www.etp.uda.cl/areas/electromecanica/MODULOS%20%20TERCERO/SISTEMAS%20DE%20DIRECCI%C3%93N%20Y%20SUSPENSI%C3%93N/Gu%C3%ADA%20N%C2%BA%20%20Direcci%C3%B3n.pdf)
- [www.aficionadosalamecanica.net/direccion-geometria.htm](http://www.aficionadosalamecanica.net/direccion-geometria.htm)
- <http://www.automotriz.net/tecnica/conocimientos-basicos-40.html>
- <http://www.mercadoracing.org/imagenes-anuncios/10/170150/vendo-volante-con-airbag-de-audi-s4-b5.jpg>
- <http://4b2010gsmc.blogspot.com/2010/04/columna-de-direccion-colapsable.html>
- [api.ning.com/files/Y69DD5MMCMJeh4T6uEpjdpXGkcQSym84ruxMIyGlvhlW5ZhvUeqIfGvg2cUNDOPHF0Z7yA7or\\*7t65pT5QVw94EUbdmwXbin/SistemasdeDirecciontrabajodeRober.pdf](http://api.ning.com/files/Y69DD5MMCMJeh4T6uEpjdpXGkcQSym84ruxMIyGlvhlW5ZhvUeqIfGvg2cUNDOPHF0Z7yA7or*7t65pT5QVw94EUbdmwXbin/SistemasdeDirecciontrabajodeRober.pdf)
- <http://aprendemostecnologia.org/2008/09/04/mecanismo-de-pinion-cremallera/>
- [http://elmerscar.com/images/guia/GUIATECNICAILUSTRADA\\_P%e1gina\\_12.jpg](http://elmerscar.com/images/guia/GUIATECNICAILUSTRADA_P%e1gina_12.jpg)
- <http://www.sabelotodo.org/automovil/sisdireccion.html>
- [http://190.0.130.136/archivos/mecanicageneral/MATERIAL%20BIBLIOGRAFICO%20TECNICO%20PARA%20APOYO%20DOCENTE/APORTES%20VARIOS%20PARA%20DOCENTES/OLEOHIDRAULICA/URL\\_06\\_MEC01.pdf](http://190.0.130.136/archivos/mecanicageneral/MATERIAL%20BIBLIOGRAFICO%20TECNICO%20PARA%20APOYO%20DOCENTE/APORTES%20VARIOS%20PARA%20DOCENTES/OLEOHIDRAULICA/URL_06_MEC01.pdf)
- <http://autos-mecanica.blogspot.com/>
- [https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/drive\\_tech/flender/Documents/Folleto%20SINAMICS%20G110%20en%20espa%C3%B1ol.pdf](https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/drive_tech/flender/Documents/Folleto%20SINAMICS%20G110%20en%20espa%C3%B1ol.pdf)
- [http://ingenieros.es/files/proyectos/Variadores\\_de\\_frecuencia.pdf](http://ingenieros.es/files/proyectos/Variadores_de_frecuencia.pdf)
- <http://es.slideshare.net/MARIAGUADALUPECUAMAT/ensayo-28026789?related=1>
- <http://es.scribd.com/doc/46568690/Peso-Especifico-Del-Acero>
- <http://www.indarbelt.es/html/formulas.htm#13>
- <http://www.ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn121.html#seccion5>
- [www.rubalingenieros.com/blog/index.php/vehiculos/calculo-de-la-estabilidad-lateral-y-longitudinal-de-un-vehiculo/](http://www.rubalingenieros.com/blog/index.php/vehiculos/calculo-de-la-estabilidad-lateral-y-longitudinal-de-un-vehiculo/)

## ANEXO 1

### MANUAL DEL USUARIO

#### **BANCO DIDACTICO FUNCIONAL DE LA DIRECCIÓN ASISTIDA HIDRÁULICAMENTE**

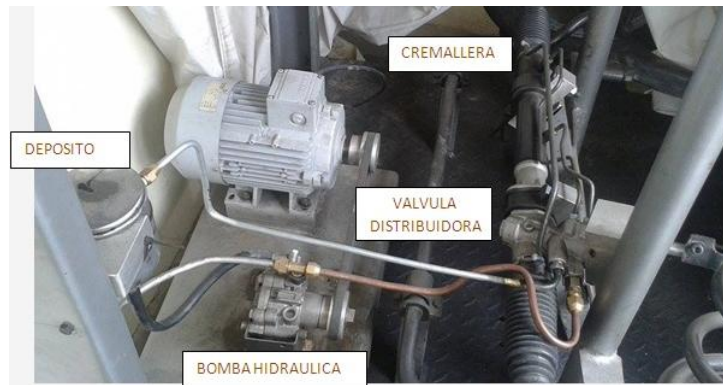
El objetivo principal es la de poder brindar al estudiante de mecánica automotriz una herramienta didáctica para comprender mejor el funcionamiento de la dirección asistida, así como también colaborar con el docente con una alternativa en la enseñanza sobre este tipo de mecanismos.

#### **ELEMENTOS Y FUNCIONAMIENTO**

A continuación indicaremos la correcta operación del banco didáctico de la dirección asistida, con el objetivo de instruir a los estudiantes y docentes sobre la manipulación de los bancos, así evitar el deterioro prematuro de los mismos.



Como primer punto, se realizaría una inspección visual de cañerías y depósitos del fluido hidráulico, previendo fugas las cuales agotarían el fluido del depósito, además se deberá revisar el nivel del mismo ya que al estar agotado produciría daños y un incorrecto funcionamiento del banco.

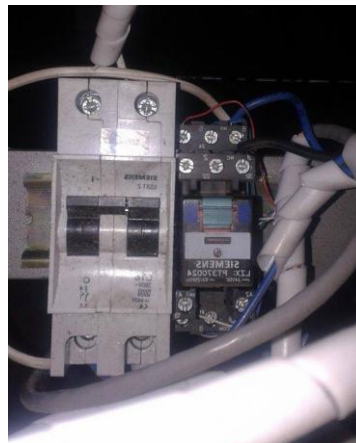


### **Banco didáctico de la dirección asistida hidráulicamente**

**Los elementos de este banco trabajan con un voltaje de alimentación de 220v a través de un enchufe especial.**



Nuestro sistema consta de elementos de protección, los mismos que son un relé y un interruptor tipo switch (breaker), el cual activamos manualmente para alimentar nuestro banco.

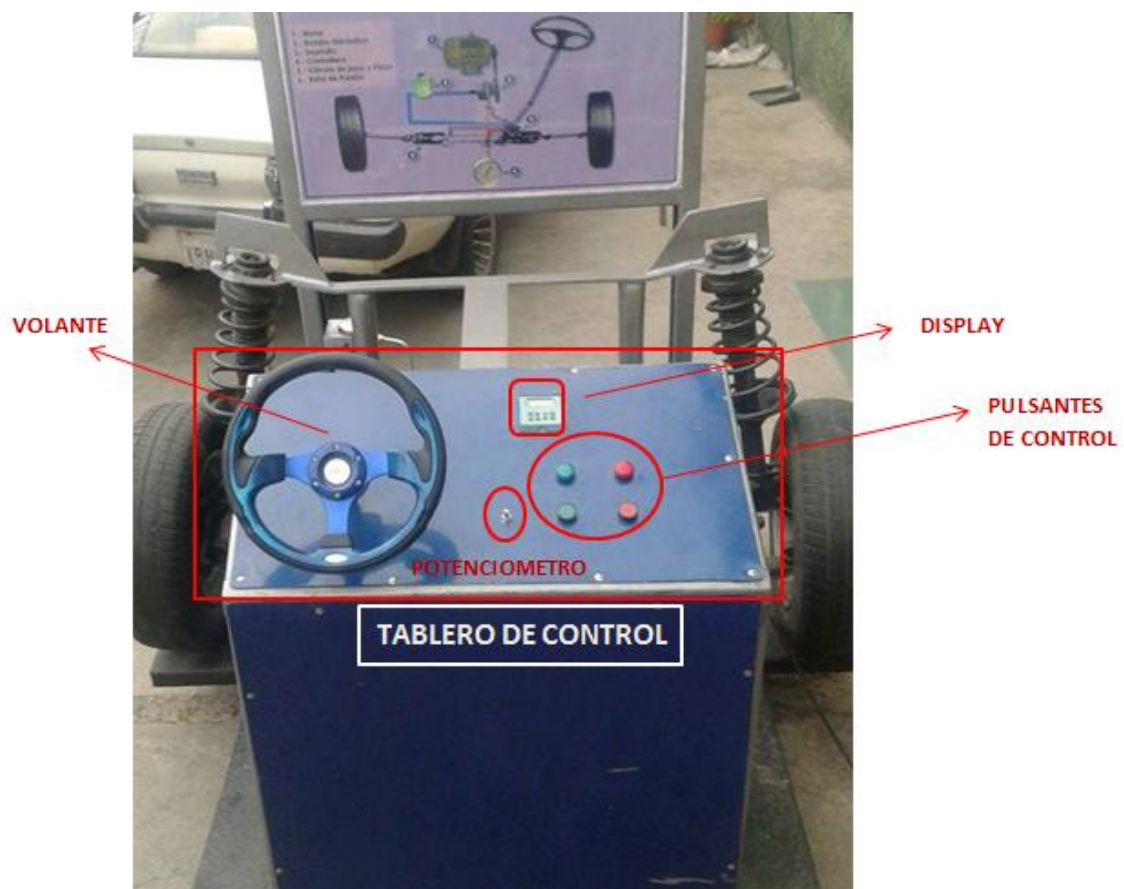


### **Relé e interruptor montados en el banco**

Estos se encuentran ubicados debajo del tablero de control; el cual consta de los siguientes elementos.

**En la figura se puede apreciar en el gráfico nuestro banco está compuesto de tablero de control en el cual se encuentra el volante de la dirección así como también los botones de encendido y stop para controlar la parte eléctrica, así como también el potenciómetro mediante el cual se modifica la frecuencia del variador, en este también se ubica el display del mismo.**





El tablero de control consta de dos pulsantes, los mismos que sirven como se describe a continuación:

Energizado el circuito del motor- variador, accionamos el pulsante verde, el mismo que sirve para que el motor empiece su funcionamiento partiendo desde el reposo hasta alcanzar la frecuencia establecida en la memoria del variador. También tenemos implementado una luz indicadora de color verde, la misma que se prende cuando el motor está en funcionamiento.



**Pulsante de encendido**

Con botón “Start del display” se pone en funcionamiento el giro del motor eléctrico, al alimentar el circuito se muestra en el display la frecuencia de salida de operación del motor.





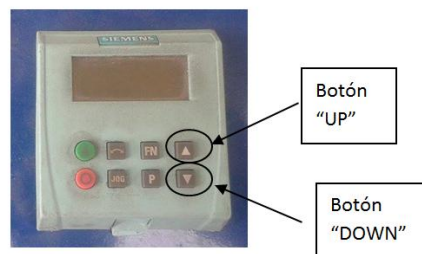
**Display**

Para poner en funcionamiento el motor, este tiene que estar desacoplado de la carga para verificar si el giro es el correcto y así evitar el daño de elementos conectados directamente al motor. En caso de que el giro no sea el correcto hay que oprimir el botón "Stop", esperar que se detenga el motor e invertir la polaridad en los bornes T1 y T2 y luego realizar la comprobación de giro.



**Funcionamientos display**

Para incrementar la frecuencia tenemos que presionar el botón UP con el cual aumentamos la frecuencia de funcionamiento hasta la requerida, y si deseamos bajar la frecuencia pulsamos el botón Down. Esto se puede realizar con el motor en funcionamiento o apagado.



**Elementos del display**

Para el aumento de la velocidad también se tiene en el sistema un potenciómetro el cual se encarga de controlar la intensidad de la corriente del sistema variando su resistencia. Este elemento se encuentra ubicado en el tablero frontal de control del sistema



**Ubicación del potenciómetro**

Finalmente tenemos un pulsante de color rojo, el mismo que sirve de parada de emergencia, el mismo que detiene el funcionamiento del motor si existe algún inconveniente. También contamos una luz indicadora de color rojo, la misma que nos dice que el motor dejó de funcionar y regreso a su estado de reposo.

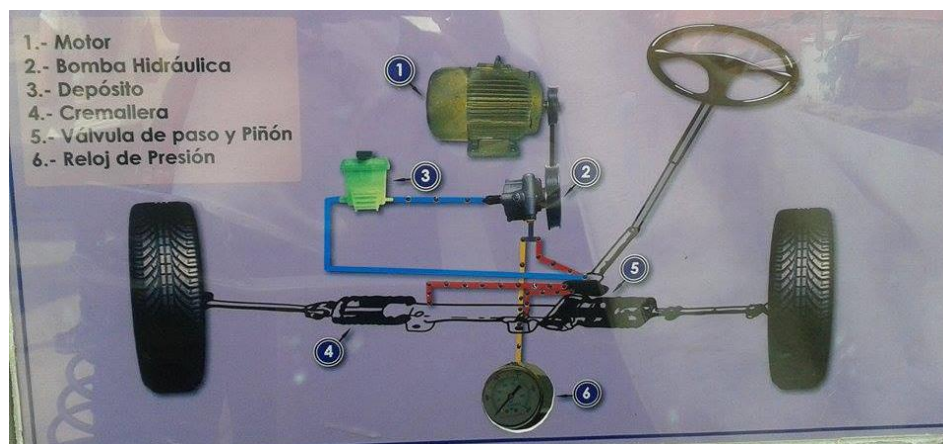


**Pulsante de emergencia**

## **TABLERO DE VISUALIZACIÓN DEL FLUIDO HIDRÁULICO**

Como se aprecia en la figura en este tablero tenemos un esquema enumerado de los elementos de nuestro sistema de dirección asistida, en estas se encuentran iluminadas con leds los conductos del aceite hidráulico, por los cuales circulan al momento de girar el volante en la dirección requerida.

Además el manómetro de presión el cual nos muestra la presión del fluido que genera la bomba.

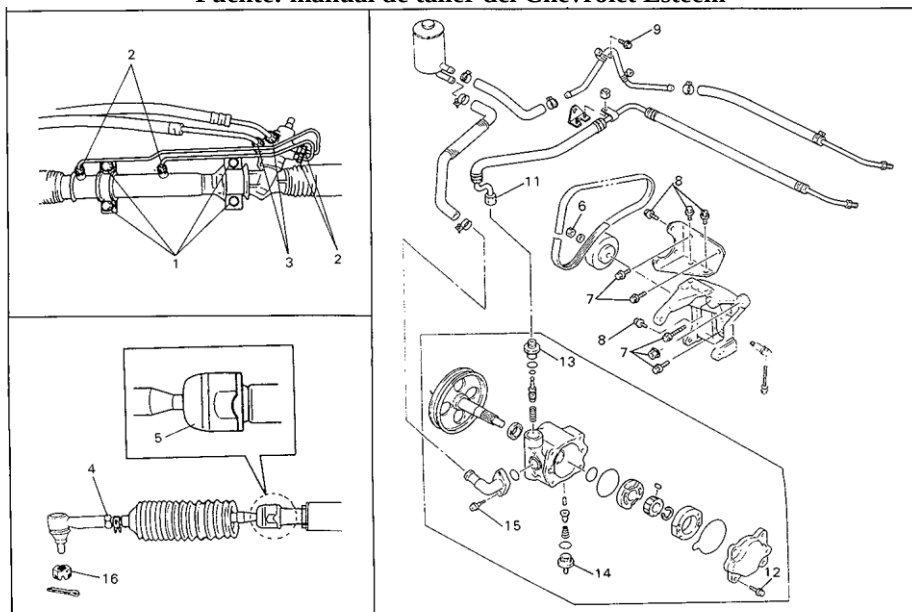


**TABLERO DE VIZUALIACION**

**ANEXO 2**  
**ESPECIFICACIONES DE LOS PARES DE APRIETE**

| Piezas De Sujeción                                                         | Par de Apriete |           |
|----------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------|
|                                                                            | N.m            | Kg.m      |
| 1. Perno de montaje de la caja del mecanismo                               | 55             | 5.5       |
| 2. Tuercas anchas del tubo de cilindro de la caja del mecanismo            | 20             | 2.0       |
| 3. Tuercas anchas del tubo de alta & baja presión de la caja del mecanismo | 33             | 3.3       |
| 4. Contratuerca del extremo de la barra de acoplamiento                    | 45             | 4.5       |
| 5. Tuerca esférica de la barra de acoplamiento                             | 90             | 9.0       |
| 6. Tuerca de la polea de tensión de la correa                              | 45             | 4.5       |
| 7. Perno de la ménsula del compresor                                       | 65             | 6.5       |
| 8. Pernos de montaje de la bomba de aceite y perno de la ménsula           | 35             | 3.5       |
| 9. Perno de abrazadera del tubo                                            | 10             | 1.0       |
| 10. Vacío                                                                  |                |           |
| 11. tuercas anchas de alta presión (tubo en la bomba)                      | 44             | 4.4       |
| 12. pernos de cubierta de la bomba                                         | 24             | 2.4       |
| 13. conector                                                               | 60             | 6.0       |
| 14. interruptor de presión (terminal)                                      | 18             | 1.8       |
| 15. pernos del conector de aspiración                                      | 10             | 1.0       |
| 16. tuerca almenada de extremo de la barra de acoplamiento                 | 35 - 55        | 3.5 – 5.5 |

**Pares De Apriete**  
**Fuente: manual de taller del Chevrolet Esteem**



**Pares De Apriete**  
**Fuente: manual de taller del Chevrolet Esteem**

## ANEXO 3

### TABLA DE PROPIEDADES DEL ACERO A36

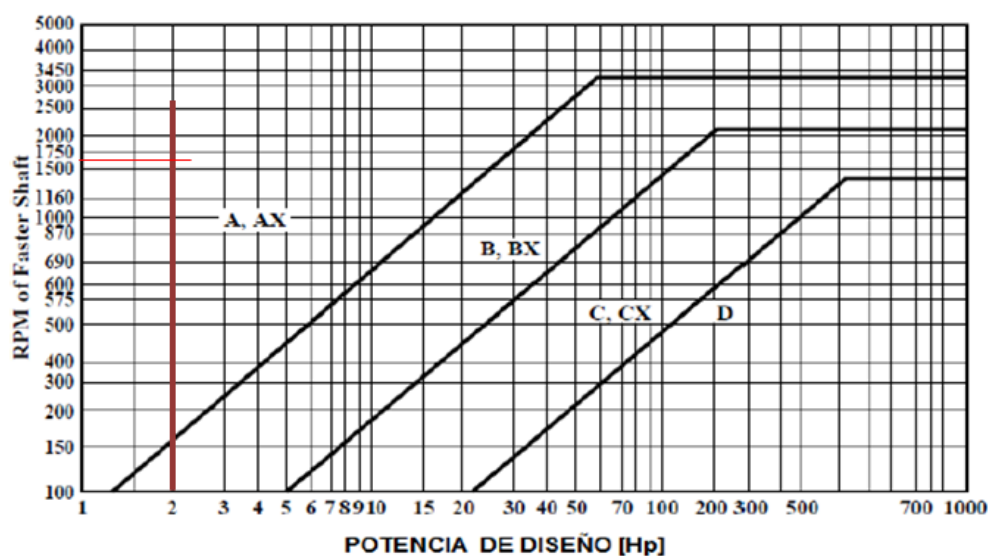
| Material                       | Densidad,<br>kg/m <sup>3</sup> | Resistencia última |                                 |                   | Fluencia <sup>2</sup> |                   | Módulo de elasticidad,<br>GPa | Módulo de rigidez,<br>GPa | Coeficiente de expansión térmica,<br>10 <sup>-6</sup> /°C | Ductilidad, porcentaje de elongación en 50 mm |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
|                                |                                | Tensión,<br>MPa    | Compresión, <sup>2</sup><br>MPa | Cor-tante,<br>MPa | Tensión,<br>MPa       | Cor-tante,<br>MPa |                               |                           |                                                           |                                               |
| <b>Acero</b>                   |                                |                    |                                 |                   |                       |                   |                               |                           |                                                           |                                               |
| Estructural (ASTM-A36)         | 7 860                          | 400                |                                 |                   | 250                   | 145               | 200                           | 77.2                      | 11.7                                                      | 21                                            |
| Alta resistencia-aleación baja |                                |                    |                                 |                   |                       |                   |                               |                           |                                                           |                                               |
| ASTM-A709 Grado 345            | 7 860                          | 450                |                                 |                   | 345                   |                   | 200                           | 77.2                      | 11.7                                                      | 21                                            |
| ASTM-A913 Grado 450            | 7 860                          | 550                |                                 |                   | 450                   |                   | 200                           | 77.2                      | 11.7                                                      | 17                                            |
| ASTM-A992 Grado 345            | 7 860                          | 450                |                                 |                   | 345                   |                   | 200                           | 77.2                      | 11.7                                                      | 21                                            |
| <b>Templado</b>                |                                |                    |                                 |                   |                       |                   |                               |                           |                                                           |                                               |
| ASTM-A709 Grado 690            | 7 860                          | 760                |                                 |                   | 690                   |                   | 200                           | 77.2                      | 11.7                                                      | 18                                            |
| <b>inoxidable, AISI 302</b>    |                                |                    |                                 |                   |                       |                   |                               |                           |                                                           |                                               |
| Laminado en frío               | 7 920                          | 860                |                                 |                   | 520                   |                   | 190                           | 75                        | 17.3                                                      | 12                                            |
| Recocido                       | 7 920                          | 655                |                                 |                   | 260                   | 150               | 190                           | 75                        | 17.3                                                      | 50                                            |
| <b>Acero de refuerzo</b>       |                                |                    |                                 |                   |                       |                   |                               |                           |                                                           |                                               |
| Resistencia media              | 7 860                          | 480                |                                 |                   | 275                   |                   | 200                           | 77                        | 11.7                                                      |                                               |
| Alta resistencia               | 7 860                          | 620                |                                 |                   | 415                   |                   | 200                           | 77                        | 11.7                                                      |                                               |

**Propiedades de los aceros utilizados en ingeniería**

**ANEXO 4**  
**TABLAS PARA CÁLCULO Y DETERMINACION DE POLEAS Y BANDAS**

| TIPO DE TRABAJO     | FACTOR DE CORRECCION | CONDICIONES DE TRABAJO                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Trabajo libre       | 1                    | Trabajo intermitente. Funcionamiento $\leq 6$ horas diarias<br>Sin sobrecargas.                                                                                                                                                |
| Trabajo Normal      | 1.2                  | sobrecarga máxima ,momentánea o carga en el arranque<br>Inicial, $\leq 150\%$ de carga normal.<br>Funcionamiento de 6-16 horas diarias.                                                                                        |
| Trabajo Pesado      | 1.4                  | Sobrecarga máxima momentánea o con carga de arranque<br>Inicial, $\leq 250\%$ de carga normal. Funcionamiento continuo<br>16-24 horas diarias.                                                                                 |
| Trabajo Extrapesado | 1.6-2                | Sobrecarga máxima momentánea o con carga de arranque<br>inicial, $>250\%$ de carga normal. Frecuentes sobrecargas<br>momentáneas o frecuentes arranques<br>.funcionamiento<br>Continuo de 24 horas diarias ,7 días por semana. |

**FACTOR DE SEGURIDAD PARA POLEAS**  
**FUENTE: SHIGLEY Joseph Edward 5 edición Pág. 764**



**SELECCIÓN TIPO DE BANDA**  
**Fuente: SPOTTS. M.F. Shoup.T.E. “Elemento de maquinas”**

| Potencia del motor |        | RPM DEL MOTOR |     |         |     |         |     |           |     |           |     |           |     |
|--------------------|--------|---------------|-----|---------|-----|---------|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|
|                    |        | 600/575       |     | 720/695 |     | 900/870 |     | 1200/1160 |     | 1800/1750 |     | 3600/3450 |     |
| HP                 | Kw.    | pul           | mm  | pul     | mm  | pul     | mm  | pul       | mm  | pul       | mm  | pul       | mm  |
| 0.50               | 0.38   | 2.50          | 64  | 2.50    | 64  | 2.50    | 64  |           |     |           |     |           |     |
| 0.75               | 0.56   | 3.00          | 76  | 2.50    | 64  | 2.50    | 64  | 2.50      | 64  |           |     |           |     |
| 1.00               | 0.75   | 3.00          | 76  | 3.00    | 76  | 2.50    | 64  | 2.50      | 64  | 2.25      | 57  |           |     |
| 1.50               | 1.13   | 3.00          | 76  | 3.00    | 76  | 3.00    | 76  | 2.50      | 64  | 2.50      | 64  | 5.25      | 57  |
| 2.00               | 1.50   | 3.75          | 95  | 3.00    | 76  | 3.00    | 76  | 2.50      | 64  | 2.50      | 64  | 2.50      | 64  |
| 3.00               | 2.25   | 4.50          | 114 | 3.75    | 85  | 3.00    | 76  | 3.00      | 76  | 2.50      | 64  | 2.50      | 64  |
| 5.00               | 3.75   | 4.50          | 114 | 4.50    | 114 | 3.75    | 95  | 3.00      | 76  | 3.00      | 76  | 2.50      | 64  |
| 7.50               | 5.63   | 5.25          | 133 | 4.50    | 114 | 4.50    | 114 | 3.75      | 95  | 3.00      | 76  | 3.00      | 76  |
| 10.00              | 7.50   | 6.00          | 152 | 5.25    | 133 | 4.50    | 114 | 4.50      | 14  | 3.75      | 95  | 3.00      | 76  |
| 15.00              | 11.25  | 6.75          | 171 | 6.00    | 152 | 5.25    | 133 | 4.50      | 114 | 4.50      | 114 | 3.75      | 95  |
| 20.00              | 15.00  | 8.25          | 210 | 6.75    | 171 | 6.00    | 152 | 5.25      | 133 | 4.50      | 114 | 4.50      | 114 |
| 25.00              | 18.75  | 9.00          | 229 | 8.25    | 210 | 6.75    | 171 | 6.00      | 152 | 4.50      | 114 | 4.50      | 114 |
| 30.00              | 22.50  | 10.00         | 254 | 9.00    | 229 | 6.75    | 171 | 6.75      | 171 | 5.25      | 133 |           |     |
| 40.00              | 30.00  | 10.00         | 254 | 10.00   | 254 | 8.25    | 210 | 6.75      | 171 | 6.00      | 152 |           |     |
| 50.00              | 37.50  | 11.00         | 279 | 10.00   | 254 | 9.00    | 229 | 8.25      | 210 | 6.57      | 171 |           |     |
| 60.00              | 45.00  | 12.00         | 305 | 11.00   | 279 | 10.00   | 254 | 9.00      | 229 | 7.50      | 191 |           |     |
| 75.00              | 56.25  | 14.00         | 356 | 13.00   | 330 | 10.00   | 254 | 10.00     | 254 | 9.00      | 229 |           |     |
| 100.00             | 75.00  | 18.00         | 457 | 15.00   | 381 | 13.00   | 330 | 13.00     | 330 | 10.00     | 254 |           |     |
| 125.00             | 93.75  | 20.00         | 508 | 18.00   | 457 | 15.00   | 381 | 13.00     | 330 | 11.00     | 279 |           |     |
| 150.00             | 112.50 | 22.00         | 559 | 20.00   | 508 | 18.00   | 457 | 13.00     | 330 |           |     |           |     |
| 200.00             | 150.00 | 22.00         | 559 | 22.00   | 559 | 22.00   | 559 |           |     |           |     |           |     |
| 250.00             | 187.50 | 22.00         | 559 | 22.00   | 559 |         |     |           |     |           |     |           |     |
| 300.00             | 225.00 | 27.00         | 686 | 27.00   | 686 |         |     |           |     |           |     |           |     |

**DIAMETRO PRIMITIVO MINIMO RECOMENDADO PARA POLEAS ACOPLADAS A MOTORES ELECTRICOS**

**FUENTE: SPOTTS. M.F. SHOUP.T.E. Elemento de maquinas.pag.728**

| SECCION A                                                                                              |                     |        |                     | SECCION B                                                                                                 |                     |        |                     | SECCION C                                                                                               |                     |        |                     | SECCION D                                                                                               |                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Dimensiones Nominales<br>Ancho Superior:1/2"-13mm<br>Espesor:5/16"-8mm<br>Angulo:40+-1<br>LP=LE-0.7 in |                     |        |                     | Dimensiones Nominales<br>Ancho Superior:21/32"-17mm<br>Espesor:13/32"-11mm<br>Angulo:40+-1<br>LP=LE-1.2in |                     |        |                     | Dimensiones Nominales<br>Ancho Superior:7/8"-22mm<br>Espesor:17/32"-14mm<br>Angulo:40+-1<br>LP=LE-1.1in |                     |        |                     | Dimensiones Nominales<br>Ancho Superior:1 1/4"-32mm<br>Espesor:3/4"-19mm<br>Angulo:40+-1<br>LP=LE-1.7in |                     |
| Tamaño                                                                                                 | Largo Externo (pul) | Tamaño | Largo Externo (pul) | Tamaño                                                                                                    | Largo Externo (pul) | Tamaño | Largo Externo (pul) | Tamaño                                                                                                  | Largo Externo (pul) | Tamaño | Largo Externo (pul) | Tamaño                                                                                                  | Largo Externo (pul) |
| A-22                                                                                                   | 24                  | 61     | 63                  | B-26                                                                                                      | 29                  | 78     | 81                  | C-47                                                                                                    | 51                  | 105    | 109                 | D-120                                                                                                   | 125                 |
| 23                                                                                                     | 25                  | 62     | 64                  | 27                                                                                                        | 30                  | 80     | 83                  | 50                                                                                                      | 54                  | 11     | 115                 | 128                                                                                                     | 133                 |
| 24                                                                                                     | 26                  | 63     | 65                  | 30                                                                                                        | 33                  | 81     | 84                  | 51                                                                                                      | 55                  | 112    | 116                 | 136                                                                                                     | 141                 |
| 25                                                                                                     | 27                  | 64     | 66                  | 32                                                                                                        | 35                  | 83     | 86                  | 53                                                                                                      | 57                  | 119    | 123                 | 144                                                                                                     | 149                 |
| 26                                                                                                     | 28                  | 65     | 67                  | 34                                                                                                        | 37                  | 84     | 87                  | 54                                                                                                      | 58                  | 120    | 124                 | 158                                                                                                     | 163                 |
| 27                                                                                                     | 29                  | 66     | 68                  | 35                                                                                                        | 38                  | 85     | 88                  | 55                                                                                                      | 59                  | 128    | 132                 | 162                                                                                                     | 167                 |
| 28                                                                                                     | 30                  | 67     | 69                  | 36                                                                                                        | 39                  | 88     | 91                  | 56                                                                                                      | 60                  | 131    | 135                 | 164                                                                                                     | 169                 |
| 29                                                                                                     | 31                  | 68     | 70                  | 37                                                                                                        | 40                  | 89     | 92                  | 57                                                                                                      | 61                  | 136    | 140                 | 173                                                                                                     | 178                 |
| 30                                                                                                     | 32                  | 69     | 71                  | 38                                                                                                        | 41                  | 90     | 93                  | 59                                                                                                      | 63                  | 138    | 142                 | 180                                                                                                     | 185                 |
| 31                                                                                                     | 33                  | 70     | 72                  | 39                                                                                                        | 42                  | 92     | 95                  | 60                                                                                                      | 64                  | 40     | 144                 | 195                                                                                                     | 200                 |
| 32                                                                                                     | 34                  | 71     | 73                  | 40                                                                                                        | 43                  | 93     | 96                  | 62                                                                                                      | 66                  | 143    | 147                 | 210                                                                                                     | 215                 |
| 33                                                                                                     | 35                  | 74     | 76                  | 41                                                                                                        | 44                  | 95     | 98                  | 63                                                                                                      | 67                  | 144    | 148                 | 225                                                                                                     | 227.5               |

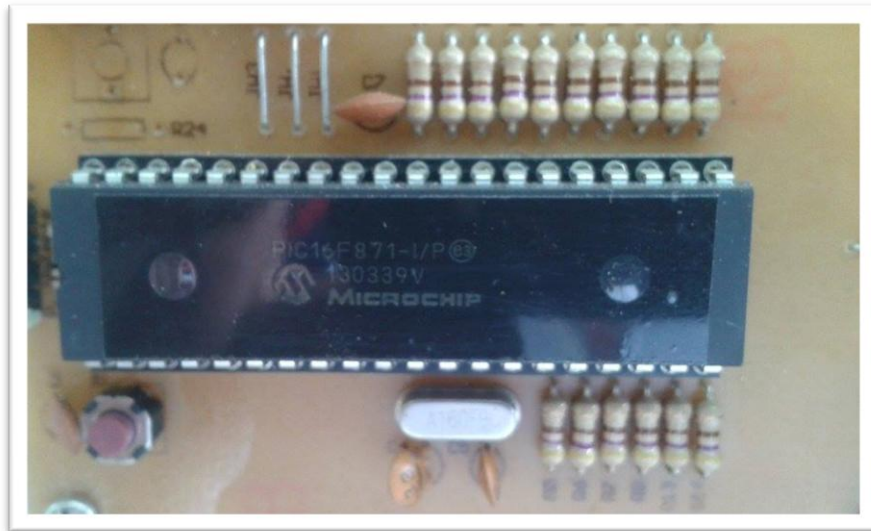
|    |    |     |     |    |    |     |     |    |     |     |     |     |       |
|----|----|-----|-----|----|----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-------|
| 34 | 36 | 75  | 77  | 42 | 45 | 96  | 99  | 64 | 68  | 147 | 151 | 240 | 242.5 |
| 35 | 37 | 78  | 80  | 43 | 46 | 97  | 100 | 67 | 71  | 148 | 152 | 250 | 252.5 |
| 36 | 38 | 79  | 81  | 44 | 47 | 100 | 103 | 68 | 72  | 149 | 153 | 270 | 272.5 |
| 37 | 39 | 80  | 82  | 45 | 48 | 103 | 106 | 70 | 74  | 151 | 155 | 300 | 302.5 |
| 38 | 40 | 82  | 84  | 46 | 49 | 105 | 108 | 71 | 75  | 156 | 160 | 330 | 332.5 |
| 39 | 41 | 84  | 86  | 47 | 50 | 111 | 114 | 72 | 76  | 158 | 162 | 360 | 362.5 |
| 40 | 42 | 85  | 87  | 48 | 51 | 112 | 115 | 73 | 77  | 160 | 164 | 390 | 392.5 |
| 41 | 43 | 89  | 91  | 49 | 52 | 119 | 122 | 74 | 78  | 161 | 165 | 420 | 422.5 |
| 42 | 44 | 90  | 92  | 50 | 53 | 120 | 123 | 75 | 79  | 162 | 166 | 480 | 482.5 |
| 43 | 45 | 92  | 94  | 51 | 54 | 123 | 126 | 76 | 80  | 163 | 167 |     |       |
| 44 | 46 | 95  | 97  | 52 | 55 | 124 | 127 | 77 | 81  | 166 | 170 |     |       |
| 45 | 47 | 96  | 98  | 53 | 56 | 126 | 129 | 78 | 82  | 169 | 173 |     |       |
| 46 | 48 | 104 | 106 | 54 | 57 | 128 | 131 | 79 | 83  | 170 | 174 |     |       |
| 47 | 49 | 105 | 107 | 55 | 58 | 130 | 133 | 80 | 84  | 172 | 176 |     |       |
| 48 | 50 | 111 | 113 | 56 | 59 | 131 | 134 | 81 | 85  | 173 | 177 |     |       |
| 49 | 51 | 112 | 114 | 57 | 60 | 136 | 139 | 82 | 86  | 180 | 184 |     |       |
| 50 | 52 | 119 | 121 | 58 | 61 | 138 | 141 | 84 | 88  | 195 | 199 |     |       |
| 51 | 53 | 120 | 122 | 59 | 62 | 144 | 147 | 85 | 89  | 210 | 214 |     |       |
| 52 | 54 | 126 | 128 | 60 | 63 | 158 | 161 | 88 | 92  | 225 | 227 |     |       |
| 53 | 55 | 28  | 130 | 62 | 65 | 162 | 165 | 89 | 93  | 240 | 242 |     |       |
| 54 | 56 | 136 | 138 | 63 | 66 | 173 | 176 | 90 | 94  | 255 | 257 |     |       |
| 55 | 57 | 144 | 146 | 64 | 67 | 174 | 177 | 91 | 95  | 270 | 272 |     |       |
| 56 | 58 | 158 | 160 | 65 | 68 | 178 | 181 | 95 | 99  | 300 | 302 |     |       |
| 57 | 59 | 162 | 164 | 67 | 70 | 180 | 183 | 96 | 100 | 315 | 317 |     |       |
| 58 | 60 | 173 | 175 | 68 | 71 | 195 | 198 | 97 | 101 | 330 | 332 |     |       |
| 59 | 61 | 180 | 182 | 70 | 73 | 210 | 213 | 98 | 102 | 360 | 362 |     |       |

#### DESIGNACION Y LARGOS PRIMITIVOS

FUENTE:<https://www.uclm.es/profesorado/porrasysoriano/elementos/Tema05.pdf>

## Anexo 5

### CARACTERISTICAS DEL MICROPROCESADOR PIC 16F871



**Microprocesador PIC 16f871**

**Fuente: autores**

|                                |                                           |
|--------------------------------|-------------------------------------------|
| MEMORIA DE PROGRAMA            | 8K PALABRAS DE 14 BITS TIPO FLASH         |
| MEMORIA DE DATOS RAM           | 33 BYTES                                  |
| MEMORIA DE DATOS               | 64 BYTES                                  |
| EEPROM                         |                                           |
| JUEGO DE INSTRUCCIONES         | 35 INSTRUCCIONES                          |
| ENCAPSULADO                    | DIP DE 40 PINES.                          |
| FRECUENCIA DE TRABAJO:         | 20 MHZ MÁXIMA                             |
| TEMPORIZADORES:                | TMR0. 8 BITS CON PREDIVISOR PROGRAMABLE.  |
|                                | TMR1. 16 BITS CON PREDIVISOR PROGRAMABLE. |
|                                | TMR2. 8 BITS CON PREDIVISOR Y POSTDIVISOR |
| LÍNEAS DE ENTRADA/SALIDA:      | 33                                        |
| CONVERTIDOR ANALÓGICO/DIGITAL: | SI                                        |
| VOLTAJE DE ALIMENTACIÓN (VDD): | DE 2 A 5,5 V DC                           |

**Datos características pic 16f871.**

**Fuente:** <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/30569C.pdf>

Memoria de programa 8k palabras de 14 bits tipo flash



Pin Diagram

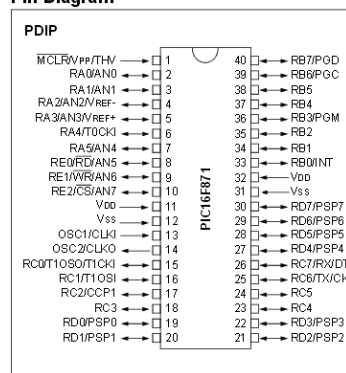


Diagrama del pic 16f871

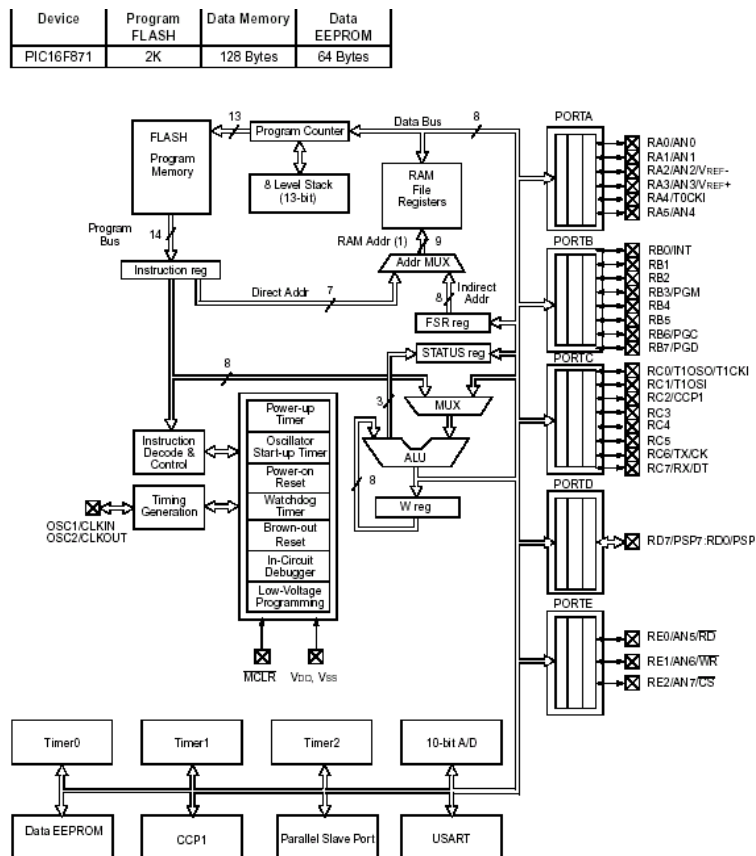
Fuente: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/30569c.pdf>

| Nombre del Pin  | Nombre del Pin | Nombre del Pin | Nombre del Pin                                            |
|-----------------|----------------|----------------|-----------------------------------------------------------|
| OSC1/CLKIN      | 13             | E              | Entrada del cristal oscilador/ entrada de reloj externo   |
| OSC2/CLKOUT     | 14             | s              | Salida del cristal oscilador/                             |
| MCLR/VPP        | 1              |                | Entrada de borrador maestro activo en bajo.               |
| RA0/AN0 .       | 0              | E/S            | 2 Ra puede ser utilizada como entrada analógica 0.        |
| RA1/AN1         | 3              | E/S            | Ra1 puede ser utilizada como entrada analógica 1.         |
| RA2/AN2/VREF    | 4              | E/S            | RA2 puede ser utilizada como entrada analógica 2 o        |
| (-)             |                |                | referencia de voltaje analógico negativo.                 |
| RA3/AN3/VREF(+) | 5              | E/S            | RA3 puede ser utilizada como entrada analógica 3 o        |
|                 |                |                | referencia de voltaje analógico positivo.                 |
| RA4/T0CKI       | 6              | E/S            | RA4 puede ser también la entrada de reloj al módulo del   |
|                 |                |                | timer 0.                                                  |
| RA5/AN4         | 7              | E/S            | RA5 puede ser también entrada analógica 4                 |
| RB0/INT         | 33             | E/S            | RB0 puede ser también el pin interruptor externo          |
| RB1             | 34             | E/S            |                                                           |
| RB2             | 35             | E/S            |                                                           |
| RB3/PGM         | 36             | E/S            | RB3 puede ser también la entrada de programación de bajo  |
|                 |                |                | voltaje.                                                  |
| RB4             | 37             | E/S            | Interrupción                                              |
| RB5             | 38             | E/S            | Interrupción.                                             |
| RB6/PGC         | 39             | E/S            | Interrupción, pin de depuración. Reloj de programación    |
|                 |                |                | serial.                                                   |
| RB7/PGD         | 40             | E/S            | Interrupción, pin de depuración. Datos de programación    |
|                 |                |                | serial.                                                   |
| RC0/T1OSO/T1    | 15             | E/S            | Rc0 puede ser también la salida del oscilador del         |
| CKL             |                |                | Timer1 o la entrada del reloj del timer1                  |
| RC1/T1OSI       | 16             | E/S            | RC1 puede ser también la entrada del oscilador del        |
|                 |                |                | Timer1                                                    |
| RC2/CCP1        | 17             | E/S            | RC2 puede ser también la entrada de captura1/salida del   |
|                 |                |                | comparador 1/salida pwm1                                  |
| RC3             | 18             | E/S            |                                                           |
| RC4             | 23             | E/S            |                                                           |
| RC5             | 24             | E/S            |                                                           |
| RC6/TX/CK       | 25             | E/S            | RC6 puede ser también el transmisor usart asíncrono o el  |
|                 |                |                | reloj síncrono.                                           |
| RC7/RX/DT       | 26             | E/S            | RC7 puede ser también el receptor usart asíncrono o de    |
|                 |                |                | datos síncronos.                                          |
|                 |                |                | El puesto d es un bus bidireccional de entrada o salida o |
|                 |                |                | también puede ser utilizado como puerto esclavo cuando    |
|                 |                |                | hay una interface con un bus de microprocesador.          |
| RD0/PSP0        | 19             | E/S            |                                                           |
| RD1/PSP1        | 20             | E/S            |                                                           |
| RD2/PSP2        | 21             | E/S            |                                                           |

|               |    |     |                                                            |
|---------------|----|-----|------------------------------------------------------------|
| RD3/PSP3      | 22 | E/S | El puerto es un puertos bidireccional de entrada o salida  |
| RE0/RD/AN5    | 8  | E/S | Puede ser utilizado como el control de lectura o una       |
| RE1/WR/AN6    | 9  | E/S | Puede ser utilizado como el control de escritura o una     |
|               |    |     | entrada analógica 6                                        |
| RE2/CS/AN7    | 10 | E/S | Puede ser utilizado como pin de control de selección o una |
|               |    |     | entrada analógica 7                                        |
| VSS 12        | P  |     | Referencia a tierra para pines de entrada o salida         |
| 31            |    |     |                                                            |
| VDD 11,       |    |     | P suministro positivo para los pines de entrada y salida.  |
| 32            |    |     |                                                            |
| P – Poder,    |    |     |                                                            |
| alimentación. |    |     |                                                            |
| E – Entrada.  |    |     |                                                            |
| S – Salida    |    |     |                                                            |

### Sistema de bloques del funcionamiento del circuito

Fuente: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/30569c.pdf>



### Organización interna del microprocesador

Fuente: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/30569c.pdf>

## ANEXO 5

**GUÍAS DE LAS PRACTICAS REALIZADAS EN EL BANCO DIDÁCTICO  
FUNCIONAL DE LA DIRECCIÓN ASISTIDA HIDRÁULICAMENTE.**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                      |                              |  |                      |    |                        |    |                   |    |                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------|--|----------------------|----|------------------------|----|-------------------|----|-----------------|----|
| <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                      |                              |  |                      |    |                        |    |                   |    |                 |    |
| <b>CARRERA:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                      | <b>PRÁCTICA: 1</b>           |  |                      |    |                        |    |                   |    |                 |    |
| <b>EQUIPO:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>CÁTEDRA O MATERIA<br/>RELACIONADA</b>             | <b>REVISIÓN N°: 1</b>        |  |                      |    |                        |    |                   |    |                 |    |
| <b>Responsable /Equipo:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                      | <b>EDICIÓN: 1</b>            |  |                      |    |                        |    |                   |    |                 |    |
| <b>Accesorios:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                      |                              |  |                      |    |                        |    |                   |    |                 |    |
| <b>DOCENTE:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>NÚMERO<br/>ESTUDIANTES<br/>EQUIPO O PRÁCTICA:</b> | <b>DE<br/>POR<br/>Fecha:</b> |  |                      |    |                        |    |                   |    |                 |    |
| <p><b>9. Tema:</b> Determinación de la fuerza aplicada en el volante de la dirección</p> <p><b>10. Objetivos</b></p> <p><b>2.1 Objetivo General</b><br/>Determinar la fuerza que aplica el conductor al volante de la dirección asistida</p> <p><b>2.2 Objetivos Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconocer el tipo de sistema</li> <li>• Establecer valores de fuerza aplicada en el volante en distintos regímenes de giro del motor</li> </ul> <p><b>11. Sustento teórico</b><br/>Este conjunto es el encargado de la orientación de los vehículos, esto se logra con el giro del volante, el cual por medio de un engrane transmite el movimiento al mecanismo de dirección teniendo estabilidad, suavidad y seguridad en su funcionamiento. Los componentes de este mecanismo deben ser construidos los más robustos y confiables para evitar fallas del sistema.</p> <p>Para la determinación de las fuerzas se aplicara la formula</p> $F1 * R1 = F2 * R2$ <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">Fuerza en el volante</td> <td style="width: 50%;">F1</td> </tr> <tr> <td>Esfuerzo en las ruedas</td> <td>F2</td> </tr> <tr> <td>Radio del volante</td> <td>R1</td> </tr> <tr> <td>Radio del piñón</td> <td>R2</td> </tr> </table> |                                                      |                              |  | Fuerza en el volante | F1 | Esfuerzo en las ruedas | F2 | Radio del volante | R1 | Radio del piñón | R2 |
| Fuerza en el volante                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | F1                                                   |                              |  |                      |    |                        |    |                   |    |                 |    |
| Esfuerzo en las ruedas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | F2                                                   |                              |  |                      |    |                        |    |                   |    |                 |    |
| Radio del volante                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | R1                                                   |                              |  |                      |    |                        |    |                   |    |                 |    |
| Radio del piñón                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | R2                                                   |                              |  |                      |    |                        |    |                   |    |                 |    |

## **12. Recursos (Accesorios y Material fungible):**

### **4.1 Herramientas y equipos:**

- Balanza romana (en kg y libras)
- Flexometro
- Calibrador de exteriores (pie de rey)
- Llaves 12,14, 16
- Pinza de seguros
- Destornillador plano
- Martillo
- Llave torx 3/8

### **4.2 Materiales e insumos:**

- Franela
- Material Fungible

### **4.3 Material didáctico:**

- Banco didáctico de la dirección asistida
- Manuales
- Datos técnicos.

### **4.4 Equipo de seguridad:**

- Extintores para combustible
- Overol (por cada estudiante)
- Gafas de protección.

## **13. Procedimiento:**

## **14. Registro de Resultados:**

## **15. Anexos:**

## **16. Bibliografía:**

| MANUAL DE PROCEDIMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                |              |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------|--|
| CARRERA:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                | PRÁCTICA: 2  |  |
| EQUIPO:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | CÁTEDRA O MATERIA RELACIONADA                  | REVISIÓN N°: |  |
| Responsable /Equipo:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                | EDICIÓN:     |  |
| Accesorios:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                |              |  |
| DOCENTE:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | NÚMERO DE ESTUDIANTES POR EQUIPO O PRÁCTICA: 4 | Fecha:       |  |
| <p><b>1. Tema:</b> Determinación del centro de balanceo</p> <p><b>2. Objetivos</b></p> <p><b>2.1 Objetivo General</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar la ubicación del centro de balanceo</li> </ul> <p><b>2.2 Objetivos Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar los parámetros necesarios para ubicar el centro de balanceo.</li> </ul> <p><b>3. Sustento teórico</b></p> <p>Para analizar las suspensiones independientes se tomara en cuenta el un movimiento de rueda en sentido vertical tiene asociado un movimiento transversal que induce al deslizamiento entre rueda y el suelo y produce una modificación del ancho de vía (A) del vehículo.</p> <p>En caso general de una suspensión independiente, su comportamiento se puede asimilar al de un brazo equivalente, pivotando respecto a un punto P, o polo, fijo a la carrocería, como se representa en la figura. Cuanto más alto este ubicado el polo P, mayor modificación del ancho de vía sufrirá el vehículo ante deflexiones de la suspensión, si el polo estuviese en el suelo, la modificación sería mínima, presentando al mismo tiempo una menor modificación de la caída de rueda, como el inconveniente de que, al cargarse el vehículo, este punto baja, por debajo del nivel del suelo, proporcionando una caída negativa a la rueda ( con la mejora del comportamiento ante cargas laterales), pero reduciendo el recorrido en compresión de la suspensión.</p> |                                                |              |  |

#### **4. Recursos (Accesorios y Material fungible):**

##### **4.1 Herramientas y equipos:**

- Juego básico de herramientas de mano (llaves, dados, destornilladores, etc.)
- Flexometro

##### **4.2 Materiales e insumos:**

- Franela
- Material Fungible

##### **4.3 Material didáctico:**

- Vehículos (proporcionados por los propios estudiantes)
- Manuales
- Datos técnicos.
- Maquetas didácticas
- Uso del software autocad

##### **4.4 Equipo de seguridad:**

- Extintores para combustible
- Overol (por cada estudiante)
- Gafas de protección.

#### **5. Procedimiento:**

#### **6. Registro de Resultados:**

#### **7. Anexos:**

#### **8. Bibliografía:**

| MANUAL DE PROCEDIMIENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                |              |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------|--|
| CARRERA:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                | PRÁCTICA: 3  |  |
| EQUIPO:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | CÁTEDRA O MATERIA RELACIONADA                  | REVISIÓN N°: |  |
| Responsable /Equipo:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                | EDICIÓN:     |  |
| Accesorios:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                |              |  |
| DOCENTE:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | NÚMERO DE ESTUDIANTES POR EQUIPO O PRÁCTICA: 4 | Fecha:       |  |
| <p><b>1. Tema:</b> Determinación del radio de giro del banco didáctico mediante el método grafico y el método práctico. Comprobaciones mediante método analítica</p> <p><b>2. Objetivos</b></p> <p><b>2.1 Objetivo General</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar los ángulos de viraje interior y exterior de la dirección por medio de los métodos antes citados.</li> </ul> <p><b>2.2 Objetivos Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Conocer los ángulos de viraje de la dirección</li> <li>Realizar el método grafico de los ángulos de la dirección utilizando un software adecuado para este método</li> </ul> <p><b>3. Sustento teórico</b></p> <p>El viraje se lograba cuando la inclinación de los brazos se prolongaban hasta la mitad del eje trasero encontrándose en un punto común que es el centro de rotación de cada vehículo, esto se obtiene por la orientación de las ruedas directrices con el eje delantero articulado en 3 partes, en que las extremas pueden girar en torno a ejes verticales. Los cuadriláteros actuales se apartan de la regla de Jeantaud, debido a la posición de las ruedas y la deriva de los neumáticos</p> <p>Formulas para determinar los ángulos de viraje interior y exterior.</p> $\operatorname{tg}(\text{Avi}) = \frac{2b}{4b - a} \quad \operatorname{tg}(\text{Ave}) = \frac{2b}{4b + a}$ <p><b>4. Recursos (Accesorios y Material fungible):</b></p> <p><b>4.1 Herramientas y equipos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Juego básico de herramientas de mano (llaves, dados, destornilladores, etc.)</li> </ul> |                                                |              |  |

- Flexometro 10 mts
- Escuadra
- Tiza industrial
- Graduador

#### **4.2 Materiales e insumos:**

- Franela
- Material Fungible

#### **4.3 Material didáctico:**

- Manuales
- Datos técnicos.
- Maquetas didácticas
- Uso del software autocad

#### **4.4 Equipo de seguridad:**

- Extintores para combustible
- Overol (por cada estudiante)
- Gafas de protección.

### **5. Procedimiento:**

### **6. Registro de Resultados:**

### **7. Anexos:**

### **8. Bibliografía:**