

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ
CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ



TESIS DE GRADO

**“PROYECTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS
DE LA DIRECCIÓN HIDRÁULICA EN EL TALLER DE LA ESCUELA DE
INGENIERÍA AUTOMOTRIZ DE LA FACULTAD DE MECÁNICA DE LA
ESPOCH”**

PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

PILAMUNGA AGUALONGO EDWIN ANÍBAL

Riobamba-Ecuador

2009

Dedicatoria

Lo dedico a Dios, a mi madre y hermanas por la ayuda y paciencia con la que supieron respaldarme en todo momento para la consecución de este anhelo mío, a todos quienes han estado presentes para guiarme y hacer de mí un joven útil a la sociedad.

Edwin Anibal

Agradecimiento

Con el desarrollo del presente trabajo expreso mis más sinceros agradecimientos a los docentes que nos ha transmitido sus conocimientos durante el periodo de formación académica, y de manera especial a los Ingenieros: Fernando Bedón, Wilson Molina y Celin Padilla.

Edwin Anibal

SUMARIO

En el taller de la Escuela de Ingeniería Automotriz de la Facultad de Mecánica de Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, se procede a la implementación de un banco de pruebas de la dirección hidráulica, el cual partió de un estudio previo para la ejecución de este proyecto.

Este banco de pruebas de la dirección hidráulica (piñón-cremallera), fue diseñado con la finalidad de unir tanto lo teórico como lo práctico, lo que contribuirá a desarrollar en los estudiantes habilidades y destrezas con alto nivel de conocimiento que respondan a las exigencias modernas en la actualidad.

Este modelo fue estructurado para que responda en situaciones reales de operación consta de elementos en perfectas condiciones, estos cumplen con los requerimientos básicos de operación.

En lo correspondiente a los ensayos se utilizó líquido hidráulico y fueron realizados a dos diferentes rangos de velocidad para observar el comportamiento y registrar los datos que nos proporcione el sistema en posición normal y extrema del volante respectivamente y al momento de cerrar la llave de paso.

Una vez obtenido los resultados se trató de equilibrar el banco de pruebas de tal manera que nos diera una mejor lectura al momento de ponerlo en marcha.

Se elaboró un plan de mantenimiento dirigido a los estudiantes los mismos que contarán con una guía con la finalidad de evitar futuros inconvenientes, además se recomienda en lo posible se lo pueda ir puliendo, anexando a su funcionamiento eléctrico un variador de velocidad para control del motor, para evitar el cambio de poleas lo cual representa una pérdida de tiempo.

SUMMARY

At the Automotive Engineering School of the Mechanics Faculty of the Escuela Superior Politécnica de Chimborazo the implementation of a testing bench of the hydraulic steering system from a previous study for the project execution was carried out.

This test of the hydraulic steering system (rack and pinion) was designed to link both the theoretical and practical field, which will contribute to developing in the students the skills and know-how with a high knowledge level to meet the modern requirements.

This model was structured to meet real operation situations; it consists of elements in perfect conditions meeting the basic operation requirements.

As to the trials, the hydraulic liquid was used. They carried out at two different speed ranges to observe behavior and record data given by the system in a normal and extreme position of the steering wheel respectively and at the moment of closing the bypass key.

After having obtained the results, the test bench was balanced so as to obtain a better reading at starting it.

A maintenance plan was elaborated targeted to the students who will have a guide to avoid future problems, moreover it is recommended, if possible, to give it a finish, annexing to its electric functioning a speed exchanger to control the motor and to avoid the pulley change which represents a time loss.

ÍNDICE

CAPITULO I	1
1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	18
1.1 Introducción	18
1.2 Objetivos	19
1.2.1 General	19
1.2.2 Específicos	19
CAPÍTULO II	20
2 MARCO TEÓRICO DEL SISTEMA HIDRÁULICO Y SISTEMA DE DIRECCIÓN	20
2.1 Antecedentes	20
2.2 Sistema hidráulico	21
2.2.1 Hidráulica	22
2.2.1.1 Ley de Pascal	22
2.2.1.2 Ley del menor esfuerzo	23
2.2.1.3 Energía hidráulica en acción	23
2.2.1.4 Resistencia al flujo de pérdidas por fricción	24
2.2.2 Conceptos Básicos	25
2.2.2.1 Fuerza	25
2.2.2.2 Área	26
2.2.2.3 Presión	26
2.2.2.4 Energía	26
2.2.2.5 Trabajo	27
2.2.2.6 Torque o torsión	27
2.2.2.7 Potencia	27
2.2.2.8 Caballos de fuerza	27
2.2.3 Fluidos como un multiplicador de fuerza	28
2.2.4 Bomba hidráulica	28

2.2.4.1	Bomba de engranajes -----	29
2.2.4.2	Bomba de paletas -----	30
2.2.5	Filtro -----	31
2.2.6	Válvula de control o direccional: -----	32
2.2.7	Válvula de presión máxima o válvula de alivio -----	32
2.2.8	La bomba hidráulica -----	33
2.2.9	Causa de problemas en las bombas hidráulicas-----	33
2.2.10	Contaminación por partículas finas -----	34
2.2.11	Contaminación por materias gruesas-----	34
2.2.12	Aireación y cavitación -----	35
2.2.13	Falta de aceite-----	35
2.2.14	Presión excesiva-----	36
2.2.14.1	Tolerancias insuficientes-----	36
2.2.14.2	Temperatura elevada del aceite -----	37
2.3	Sistema de dirección -----	37
2.3.1	Introducción al estudio de la dirección -----	37
2.3.2	Principio de Ackerman (Condición de Ackerman) -----	37
2.3.2.1	Cómo influye-----	39
2.3.2.2	Cómo se regula -----	40
2.3.3	Diferentes mecanismos de dirección -----	40
2.3.4	Mecanismo de tornillo sin fin-----	40
2.3.5	Mecanismo de sinfín cilíndrico con tuerca-----	41
2.3.6	Mecanismo de sinfín cilíndrico con sector dentado -----	42
2.3.7	Mecanismo de tornillo sinfín cilíndrico con dedo o leva -----	42
2.3.8	Mecanismo tornillo sinfín cilíndrico con tuerca e hilera de bolas-----	43
2.3.9	Mecanismo de tornillo sinfín globoide y rodillo -----	44
2.4	Dirección de cremallera-----	44
2.4.1	Comparación de los sistemas -----	45
2.4.2	Cualidades del sistema de dirección-----	46

2.5	Elementos de mando-----	46
2.6	Cotas de la dirección -----	48
2.6.1	Conservación mecánica -----	48
2.6.2	Ángulo de salida -----	49
2.6.3	Ángulo de caída-----	49
2.6.4	Convergencia-----	50
2.7	Cotas conjugadas -----	51
2.8	Conservación de los neumáticos. -----	52
2.9	Tipos alternativos de dirección-----	52
	<i>Dirección asistida hidráulica</i> -----	52
2.9.1	Dirección asistida neumática -----	54
2.9.2	Mantenimiento del sistema de dirección-----	54
CAPITULO III -----		56
3 IMPLEMENTACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL BANCO DE PRUEBAS-----		56
3.1	Selección de los elementos del banco de pruebas-----	56
3.1.1	Caja de dirección -----	57
3.1.2	Bomba de dirección-----	58
3.1.3	Volante-----	59
3.1.4	Columna de la dirección -----	60
3.1.5	Banda de transmisión -----	62
3.1.6	Acumulador -----	63
3.1.7	Mangueras cañería y acoples -----	64
3.1.8	Motor eléctrico-----	66
3.1.9	Manómetros -----	67
3.1.10	Bastidor -----	68
3.2	Determinación de las fuerzas actuantes en el banco de pruebas -----	71
3.3	Determinación de las fuerzas en el mecanismo piñón–cremallera-----	72
3.4	Resumen de especificaciones-----	75

3.5	Montaje del banco de pruebas -----	76
3.6	Requisitos previos de funcionamiento del equipo -----	78
3.7	Funcionamiento-----	79
3.8	Balanceo del banco de pruebas -----	80
3.8.1	Desbalance estático -----	81
3.8.2	Desbalance dinámico-----	81
3.8.3	Efectos del no-balanceo -----	82
CAPÍTULO IV-----		83
4	PRUEBAS Y ANÁLISIS-----	83
4.1	Funcionamiento del banco -----	83
4.1.1	Recomendaciones generales-----	83
4.2	GUÍAS DE LABORATORIO -----	84
4.2.1	GUÍA N ° 1 -----	84
4.2.2	GUÍA N ° 2 -----	87
4.2.3	GUÍA N° 3 -----	95
4.2.4	GUÍA N° 4 -----	102
4.3	Identificación de los puntos de medición -----	106
4.4	Observaciones -----	106
4.5	MANTENIMIENTO DEL BANCO DE PRUEBAS -----	108
CAPÍTULO V-----		110
5	ANÁLISIS DE COSTOS-----	111
5.1	Análisis de costos -----	111
5.2	Costos directos -----	113
5.3	Costos indirectos -----	115
CAPÍTULO VI-----		116
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES-----	116
6.1	Conclusiones -----	116
6.2	Recomendaciones. -----	117
7	BIBLIOGRAFÍA -----	¡Error! Marcador no definido.

- 8 ANEXOS ----- ¡Error! Marcador no definido.**
- 8.1 ANEXO 1 Registro de datos -----**¡Error! Marcador no definido.**
- 8.2 ANEXO 2 Tablero de control y fijación de manómetros--**¡Error! Marcador no definido.**
- 8.3 ANEXO 3 Como trabaja la dirección de piñón y cremallera-- **¡Error! Marcador no definido.**
- 8.4 ANEXO 4 Problemas en la cremallera, bomba y volante- **¡Error! Marcador no definido.**
- 8.5 ANEXO 5 Resumen de Especificaciones-----**¡Error! Marcador no definido.**
- 8.6 ANEXO 6 Tabla de torque para pernos acerados aleados - **¡Error! Marcador no definido.**
- 8.7 ANEXO 7 Herramientas útiles-----**¡Error! Marcador no definido.**

LISTA DE TABLAS

TABLA	PÁGINA
I. CARACTERÍSTICAS DE LA BANDA DE TRANSMISIÓN.....	61
II. PAR DE APRIETES (FIJACIÓN).....	73
III. VALORES NOMINALES DE PRESIÓN Y VELOCIDAD DEL MOTOR ELÉCTRICO EN POSICIÓN NORMAL DEL VOLANTE.....	102
IV. VALORES NOMINALES POSICIÓN EXTREMA DEL VOLANTE COMPORTAMIENTO (ALTA PRESIÓN) POSICIÓN NORMAL.....	102
V. COMPORTAMIENTO VOLANTE POSICIÓN EXTREMA.....	102
VI. COMPORTAMIENTO VOLANTE POSICIÓN EXTREMA.....	103
VII. PROPÓSITO DEL ANÁLISIS ECONÓMICO.....	110
VIII. ANÁLISIS DE COSTOS DE MATERIALES.....	111
IX. ANÁLISIS DE COSTOS DE ELEMENTOS DE MANDO.....	112
X. ANÁLISIS DE COSTOS DE MANO DE OBRA.....	112
XI. COSTOS INDIRECTOS.....	113
XII. REGISTRO DE DATOS.....	118
XIII. COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA CONDICIONES NORMALES.....	119
XIV. COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA EN PLENA OPERACIÓN.....	119
XV. CONDICIONES DEL TABLERO.....	120
XVI. PROBABLES DAÑOS Y SOLUCIONES EN LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA.....	123
XVII. RESUMEN DE ESPECIFICACIONES.....	127
XVIII. PERNOS BAJO CARBONO, MEDIO CARBONO Y ACERO ALEADOS.....	128
XIX. TORQUE DE PERNOS Y DE TUERCA ABOCINADAS.....	129
XX. HERRAMIENTAS ÚTILES.....	130

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	PAGINA
1. Ilustración de la ley de pascal.....	20
2. Ilustración de la ley del menor esfuerzo	21
3. Energía Hidráulica.....	22
4. Resistencia al fluido diferencia de presiones entre dos puntos.....	23
5. Ilustración de la presión y su efecto.....	24
6. Multiplicador de fuerza	26
7. Bomba de engranajes.....	27
8. Bomba de paletas.....	28
9. Filtro.....	30
10. Válvula de control.....	30
11. Válvula de presión máxima.....	31
12. Ilustración del exceso de presión.....	34
13. Condición de Ackerman.....	36
14. Sin fin y cremallera.....	39
15. Mecanismo de sinfín cilíndrico con tuerca.....	39
16. Mecanismo de sinfín cilíndrico con sector dentado.....	40
17. Mecanismo de tornillo sinfín cilíndrico con dedo o leva.....	41
18. Mecanismo tornillo sinfín cilíndrico con tuerca e hilera de bolas.....	41
19. Mecanismo de tornillo sinfín globoide y rodillo.....	42
20. Dirección de cremallera.....	43
21. Elementos de la dirección.....	45
22. Ángulo de salida	47

23. Angulo de caída.....	47
24. Convergencia.....	48
25. Cotas conjugadas.....	49
26. Dirección asistida hidráulica.....	51
27. Bosquejo del banco de pruebas.....	54
28. Caja de la dirección.....	56
29. Bomba de la dirección.....	57
30. Volante.....	58
31. Columna de la dirección.....	59
32. Acumulador.....	62
33. Mangueras y cañerías.....	63
34. Motor eléctrico.....	65
35. Manómetros.....	66
36. Bastidor.....	69
37. Fuerzas actuantes en el banco de pruebas.....	70
38. La presión hidráulica en la dirección.....	71
39. Análisis de fuerzas.....	71
40. Paso circular.....	72
41. Contactor de encendido.....	77
42. Almohadilla del volante.....	86
43. Cilindro de doble efecto.....	87
44. Embolo, piñón cremallera.....	87
45. Mecanismos de cremallera.....	88
46. Volante y carcasa de la columna de la dirección.....	88
47. Cuerpo de la caja de dirección, eje cremallera.....	89
48. Conductos, llave de paso y cañerías.....	95
49. Cuerpo del cajetín de la dirección.....	95
50. Cuerpo de la bomba desarmada, carcasa y ducto principal.....	96

51. Cuerpo de la bomba hidráulica, fijación de ejes de sujeción.....	96
52. Funcionamiento del sistema hidráulico.....	101
53. Tablero del banco de pruebas.....	120
54. Engranajes de piñón y cremallera.....	121

ABREVIATURAS

°C	Grados Celsius
°F	Grados Fahrenheit
EHPS	Electro-Hydraulic Powered Steering La dirección electro-hidráulica
EPS	Electrical Powered Steering Las direcciones eléctricas
ECU	Electronic control unit: unidad de control electrónica.
PSI	Pounds per square inch: libras por pulgada cuadrada.
SAE	Society of Automotive Engineer: Sociedad de Ingenieros Automotrices.
RPM	Revoluciones por minuto
ANSI	American National Standard: Instituto Nacional Americano de Estandares.
ASTM	American Society for Testi: Sociedad Americana para Materiales de Prueba.
HP	Horsepower caballo de fuerza Unidad equivalente a 33,000 lib*pies /min

BIBLIOGRAFÍA

- CASCAJOSA, Manuel. Ingeniería de Vehículos Sistemas y Cálculos.
2da. ed. México: Tébar, S.L, 2005.
- MOTT L, Robert. Diseño de Elementos de Máquinas. 2da.ed. México:
PEARSON UNIVERSITARI, 1992
- MIGUEL DE CASTRO, Suspensión Dirección Frenos Localización de
Averías. Barcelona: GRUPO EDITORIAL CEAC, 2001.
- MIGUEL DE CASTRO, Sistemas de Dirección Mecánicas Asistidas y
Especiales. 2da. ed. Barcelona: GRUPO EDITORIAL CEAC,
2000.
- HEITNER JOSEPH, Mecánica Automotriz: Principios Y Prácticas
2da. ed. México: Diana, 1982.
- CEAC, MANUAL CEAC DEL AUTOMÓVIL. Barcelona: CEAC
Grupo, 2003.
- SHIGLEY JOSEPH EDWARD, Diseño en Ingeniería Mecánica. 5ta. ed.
México: Alhambra S.A. 1990.

LINKOGRAFÍA:

- *Grupo de Discusión Mecánica Automotriz*
<http://www.emagister.com>
2009-03-20
- *Hidráulica General*
<http://www.geocities.com/gsilvam/hidro.htm>
2008-03-25
- *Fundamentos Físicos.*
<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/fluidos/estatica/prensa/prensa.htm>
2009-04-08
- *Mecánica del Automóvil Dirección Automotriz.*
<http://www.kalipedia.com/popup/popupWindow.html>
2009-04-15
- *Qué Diferencia Hay Entre Dirección Hidráulica y Asistida, y Cual Consideran que es Mejor*
<http://espanol.answers.yahoo.com/>
2009-05-25

CAPITULO I

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1 Introducción

La Dirección es un sistema que emplea un mecanismo de dirección en las cuatro ruedas para dirigir un coche controlado en las ruedas traseras por un ordenador. Con velocidades bajas del vehículo, girando las ruedas traseras en sentido contrario a las delanteras permite un aparcamiento más fácil y un radio de giro más cerrado. A alta velocidad en autopistas, girando las ruedas traseras en el mismo sentido que las delanteras, el sistema reduce el radio de giro y permite el cambio de carril con más suavidad y estabilidad rápido.

La dirección debe afectar tan solo a dos ruedas, debe tener limitadores de movimiento para evitar que el varillaje pueda trabajarse. El juego libre total en la dirección es de 7° medido en el volante.

La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo forma profesionales en las diferentes facultades siendo una de ellas la Facultad de Mecánica en la que se encuentra la Escuela de Ingeniería Automotriz, durante este tiempo se ha podido percibir la falta de laboratorios y talleres acorde a las exigencias modernas, razón por la que se hace necesario la implementación de una parte del equipamiento del taller automotriz (sistema de dirección hidráulica).

El presente proyecto didáctico sobre la dirección hidráulica por cremallera permite realizar pruebas y demostraciones de funcionamiento reales, simulando al sistema de un automóvil.

Cabe destacar que los elementos se encuentran en perfecto estado de operación, pudiendo ser desmontados y desarmados para realizar verificaciones y comprobaciones.

1.2 Objetivos

1.2.1 General

- Implementar un banco de pruebas de dirección hidráulica en el taller de la Escuela de Ingeniería Automotriz de la Facultad Mecánica de la ESPOCH.

1.2.2 Específicos

- Conocer los principios de la hidráulica y de los sistemas de dirección.
- Implementar un banco de pruebas de la dirección hidráulica.
- Ejecutar y evaluar las pruebas realizadas en el banco de pruebas.
- Analizar costos.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO DEL SISTEMA HIDRÁULICO Y SISTEMA DE DIRECCIÓN

2.1 Antecedentes

Al volverse los autos más pesados y dificultarse su dirección, los conductores comenzaron a exigir a los fabricantes que facilitasen el control de la dirección de los vehículos.

Así fue que en 1928 la firma Vickers, fabricó el primer sistema de dirección motriz hidráulica de tipo práctico, el cual fue desarrollado por Francis W. Davis. En la actualidad un sensor en el volante de dirección vigila la rotación del volante y le transmite señales a la computadora.

Este controla una válvula de regulación de flujo, en el conducto de admisión del líquido hidráulico, el cual se conecta a la cremallera. Cuando se hace girar el volante de dirección, se reduce el flujo hidráulico para que la dirección sea más firme.

Además, a velocidades de autopista, cuando se requiere un esfuerzo menor de la dirección, la computadora le indica a la válvula de control de flujo que reduzca el flujo del líquido hidráulico y le proporcione más firmeza a la dirección. Al estacionar o virar mientras el auto se mueve con lentitud, la computadora hace que la válvula de control aumente el flujo del líquido hidráulico. Esto permite dar vueltas al volante de dirección con mayor facilidad.

2.2 Sistema hidráulico

Los sistemas hidráulicos convierten la energía de una forma a otra para desempeñar labores útiles. El uso de fluidos evita muchos de los problemas de la electricidad, sobre todo cuando los equipos trabajan en lugares expuestos.

Conforme los equipos accionados hidráulicamente se hacen más sofisticados, la necesidad de un mejor entendimiento de su operación y mantenimiento se incrementa. Los sistemas hidráulicos pueden ser simples o complejos. Pueden operar a altas temperaturas (por ejemplo 60 °C, 140 °F), altas presiones y ciclos rápidos.

Las fuerzas mecánicas pueden ser transmitidas, multiplicadas y controladas mediante un fluido hidráulico bajo presión debido a que fuerza es igual a la presión por el área. El sistema cumple cuatro funciones simples:

- a) Transmitir potencia
- b) Lubricar la bomba, válvulas y sellos
- c) Proteger el sistema removiendo contaminantes
 - Humedad
 - Suciedad
 - Calor
 - Aire
- d) Sellar con los componentes internos

2.2.1 Hidráulica

La palabra “Hidráulica” proviene del griego “hydor” que significa “agua”. Hoy el término hidráulica se emplea para referirse a la transmisión y control de fuerzas y movimientos por medio de líquidos, es decir, se utilizan los líquidos para la transmisión de energía, en la mayoría de los casos se trata de aceites minerales pero también pueden emplearse otros fluidos, como líquidos sintéticos, agua o una emulsión agua-aceite.

Hoy en día, las máquinas usan la hidráulica para activar implementos, como el sistema de dirección, transmisiones, controles pilotos, etc. La necesidad de aumentar la productividad de la máquina ha traído como resultado el diseño y uso de sistemas de alta presión y mayor caudal con sistemas automáticos de control y de mando que requieren un mínimo esfuerzo de operación, resultando máquinas de alta confiabilidad y eficiencia.

2.2.1.1 Ley de Pascal

La ley más elemental de la física referida a la hidráulica y neumática fue descubierta y formulada por Blass Pascal (Gráfico 1), en 1653 y denominada Ley de Pascal, que dice:

“La presión existente en un líquido confinado actúa igualmente en todas direcciones, y lo hace formando ángulos rectos con la superficie del recipiente”.

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

Gráfico 1. Ley de Pascal

2.2.1.2 Ley del menor esfuerzo

La expresión clave de esta ley es que el líquido trabaja con igual fuerza en áreas iguales. En otras palabras, si tenemos dos cilindros idénticos (de igual área) conectados por una manguera; y si empujamos uno de los pistones hacia abajo con una fuerza de 20 lbs., por pulgada cuadrada el otro pistón estará obligado a elevarse con una fuerza de 20 lbs.

Porque las superficies de los dos pistones son iguales. Lógicamente deduciremos que si las superficies no son iguales, las fuerzas tampoco serán iguales (Ver gráfico 2).

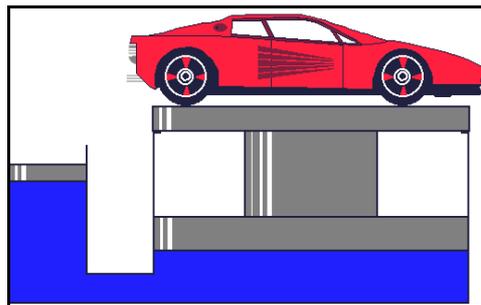


Gráfico 2. Ley del menor esfuerzo

Por supuesto no podemos ganar algo sin pagar previamente algún precio por ello y el precio en este caso es la distancia que el pistón de trabajo recorre.

2.2.1.3 Energía hidráulica en acción

La presión puede existir y en general acontece sin flujo alguno a causa de la gravedad (Ver gráfico 3).

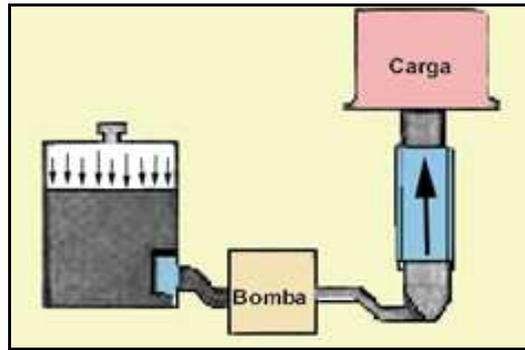


Gráfico 3. Energía Hidráulica

Cuando la gravedad es la única fuerza presente el líquido buscará su propio nivel. Lo que regularmente se llama succión de una bomba es en realidad esta fuerza de gravedad empujando al aceite dentro de una cámara que es vaciada continuamente por la acción rotativa de la bomba.

Esto nos lleva a considerar otra forma de presión la presión principal que pone el líquido a trabajar en la forma que llamamos energía hidráulica. Así como la presión ejercida por la fuerza de gravedad, pero la mayor parte de la presión proviene de la carga misma.

2.2.1.4 Resistencia al flujo de pérdidas por fricción

El líquido en movimiento crea ciertos efectos, cada conexión, cada válvula, cada abertura a través de la cual el líquido debe fluir, cada doblez, cada pulgada de manguera, crea una resistencia al flujo (pérdida de energía). Todos consumen presión (Ver gráfico 4), este consumo se manifiesta en forma de calor.

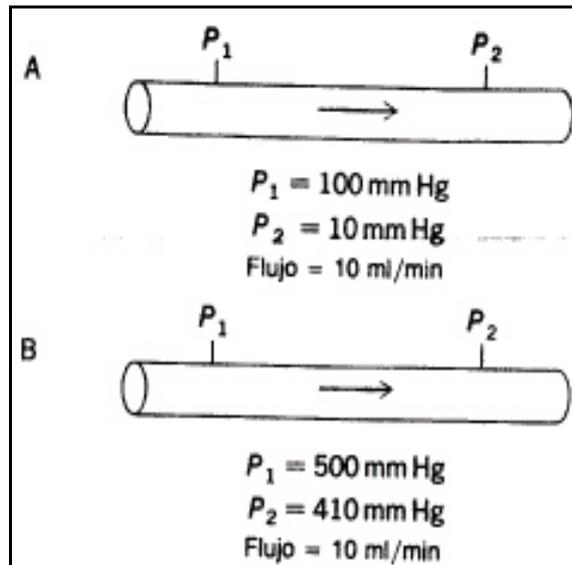


Gráfico 4. Resistencia al fluido diferencia de presiones entre dos puntos

Cualquier aumento en el flujo, la viscosidad del aceite o gravedad específica, cualquier modificación en el tamaño de las mangueras, cualquier cambio en tal sentido tiene una tendencia a aumentar las pérdidas y el calor.

2.2.2 Conceptos Básicos

2.2.2.1 Fuerza

Empuje o tiro. El empuje o tiro puede o no ser lo bastante fuerte para mover un auto u otro objeto. La fuerza puede resultar de la expansión de algún gas, el empuje o tiro de un imán, la acción de la gravedad terrestre o del impacto de un objeto contra otro. La fuerza se mide en libra, onzas, kilos, gramos, toneladas, etc.

2.2.2.2 Área

Es el tamaño o medida de una superficie. Se expresa en pulgadas cuadradas (pulg²), pie cuadrado (pie²), metro cuadrado (m²), centímetro cuadrado (cm²).

2.2.2.3 Presión

Es la fuerza actuando sobre una superficie área o sistema (Gráfico 5). Se expresa en libras por pulgada cuadrada, kilos por centímetro cuadrado, etc.

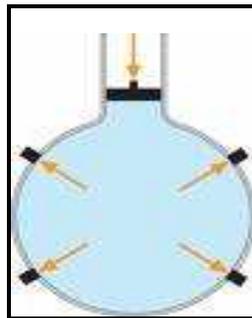


Gráfico 5. La Presión

2.2.2.4 Energía

La habilidad de realizar trabajo. La energía puede almacenarse y / o transferirse como en resortes y puede ser en forma de calor, luz, gases o líquidos comprimidos.

Los resortes pueden mover piezas mecánicas; y el calor causa la explosión de gases y metales; los gases y líquidos comprimidos son capaces de aplicar fuerza sobre objetos.

2.2.2.5 Trabajo

Es el movimiento de un objeto a través de una distancia. El trabajo es una función de fuerza por distancia. Si se aplica una fuerza de diez libras para mover un automóvil diez pies, entonces se ha realizado 100 lbs.-pie de trabajo no importa el peso del auto.

2.2.2.6 Torque o torsión

Es un esfuerzo de torcimiento o de giro, la torsión no tiene su resultado en movimiento rectilíneo. Si aplicamos al extremo de una llave de boca de dos pies de longitud para ajustar un perno, una fuerza o tiro de 10 lbs., hemos aplicado 20 lbs.-pie de torsión al perno.

2.2.2.7 Potencia

Es la cantidad de trabajo realizada en un periodo de tiempo o la velocidad a que una cantidad dada de trabajo se realiza. Un hombre puede cargar 5 toneladas de carbón en 8 horas, pero otro podría cargar 8 toneladas en 8 horas.

2.2.2.8 Caballos de fuerza

Esta es la base y el término utilizado para medir la potencia mecánica. Se requiere un caballo de fuerza para levantar 33,000 lbs., a un pie de altura en un minuto o 550 libras a un pie de altura en un segundo.

2.2.3 Fluidos como un multiplicador de fuerza

Estos son conjuntos de moléculas distribuidas al azar que se mantienen unidas por fuerzas cohesivas débiles y por fuerzas ejercidas por las paredes de un recipiente, que a lo largo del tiempo se ha dado usos que facilitan el movimiento de objetos, sistemas etc., lo cual resulta demasiado difícil moverlo a manualmente (Ver gráfico 6).

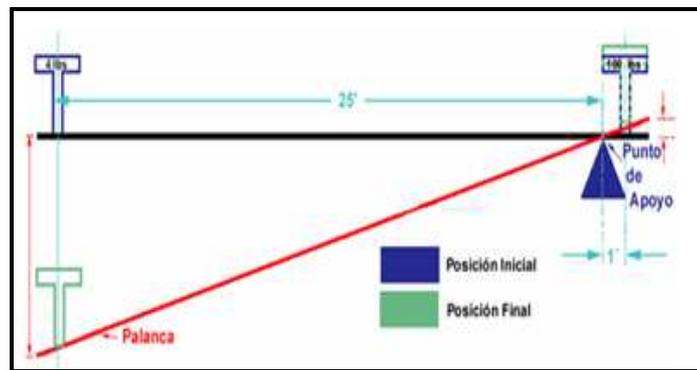


Gráfico 6. Multiplicador de fuerza

Debido a que no es comprensible, un líquido llena todas las áreas del recipiente o circuito que lo contiene, por lo tanto la presión ejercida en un fluido encerrado es transmitida sin disminuir en todas direcciones.

2.2.4 Bomba hidráulica

Es el corazón del sistema hidráulico su trabajo es crear flujo y no presión, siendo el componente sobre el cual recae la mayor responsabilidad en cuanto al funcionamiento del sistema hidráulico. Lo cual no quiere decir que sea el más importante, es en general el que trabaja durante más tiempo, y por su forma de construcción depende mucho de una buena filtración y cuidado del aceite.

Todos los sistemas hidráulicos siguen una secuencia de operaciones lógica determinada por el tipo de componentes dentro del circuito y de cómo están interconectados la bomba puede ser de engranajes, de paletas o de pistones.

2.2.4.1 Bomba de engranajes

Es de desplazamiento positivo (Ver gráfico 7), es decir una bomba en el cual el desplazamiento (caudal) por revolución no puede variarse.

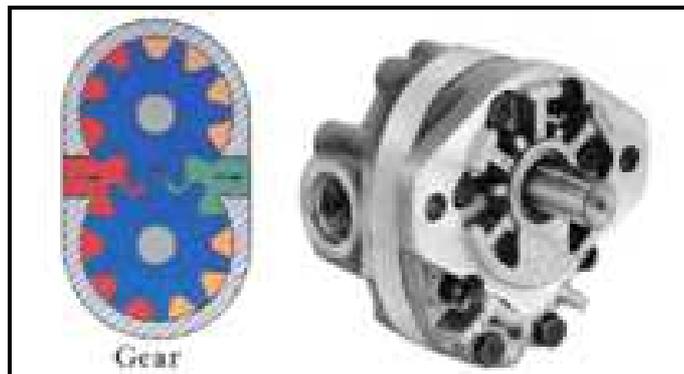


Gráfico 7. Bomba de engranajes

Ventajas:

- El caudal es constante dentro de una manera razonable sin importar la resistencia al flujo.
- La disminución en la cantidad de descarga debida a filtraciones que vuelve a la admisión es pequeña.
- La unidad es compacta.

Desventajas:

- Limitada a aplicaciones de baja presión, debido al desequilibrio hidráulico, (Cualquier presión excesiva que exista en la salida aplica una fuerza en los engranajes, produciendo la deflexión del eje).

2.2.4.2 Bomba de paletas

Todas las bombas de paletas mueven aceite por medio de un rotor ranurado en el que se alojan paletas, (ver Gráfico 8) que están acopladas al eje de accionamiento y giran dentro de un anillo ovalado, las paletas siguen la superficie interna del anillo cuando el rotor gira.

- Paletas rectas: Las ranuras para las paletas en el motor son rectas desde el centro, por lo tanto la bomba puede girar en cualquier dirección.
- De paletas rebajadas: La paleta tiene un rebajo en el cual actúa el aceite a presión que junto con la fuerza centrífuga mantiene las paletas contra el anillo.

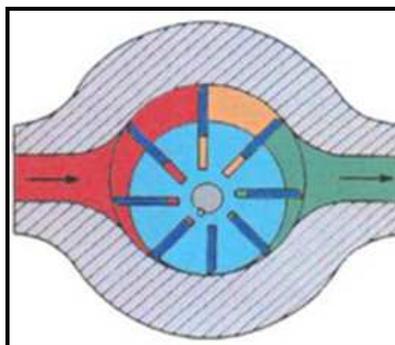


Gráfico 8. Bomba de paletas

Ventajas:

- El ajuste preciso entre las paletas y el anillo aumenta el caudal de estas bombas con respecto a las bombas de engranajes
- El caudal disminuye poco a medida que la resistencia al flujo aumenta.
- La mayor parte de las bombas de paletas son equilibradas hidráulicamente.

Desventajas:

- Gran cantidad de partes: muchas partes mecánicas, costo elevado.
- Más difícil de mantener que las bombas de engranajes: Pequeñas cantidades de materias extrañas causan desgaste rápido, debido al roce de las paletas.

2.2.5 Filtro

Dispositivo para separar las partículas sólidas que se hallan en suspensión en el aceite, el aceite es filtrado antes de que entre a la válvula de control.

Colocado el filtro en la línea de retorno tiene también sus ventajas, unas de las mayores es su habilidad de atrapar materiales que entran al sistema desde los cilindros (ver gráfico 9).

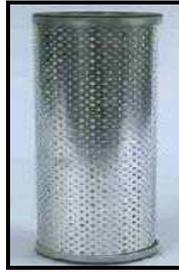


Gráfico 9. Filtro

2.2.6 Válvula de control o direccional:

Consiste en un carrete con dos o más bandas maquinadas que puede moverse dentro de una perforación o cuerpo de válvula. El juego entre las bandas de la válvula de carrete y la perforación en el cuerpo de la válvula es sumamente pequeño el ajuste de alta precisión de la válvula al cuerpo, necesario para impedir filtraciones a presión alta requiere limpieza absoluta para evitar desgastes prematuros (Ver gráfico 10). A fin de impedir distorsión del cuerpo de la válvula y atascamientos es necesario dar el torque correcto a todos los pernos al armar.

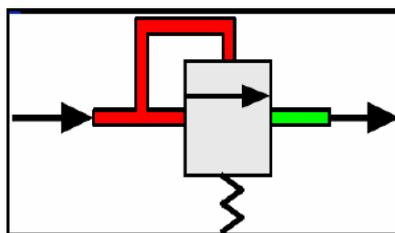


Gráfico 10. Válvula de control

2.2.7 Válvula de presión máxima o válvula de alivio

Son válvulas limitadoras y que no controlan la presión actual de trabajo. Solamente la carga controla esta presión (Ver gráfico 11). Recuerde que la bomba no produce

presión. La presión en el sistema hidráulico es el resultado de la restricción al flujo y la presión en cualquier momento dependerá de la carga aplicada en el cilindro hidráulico.

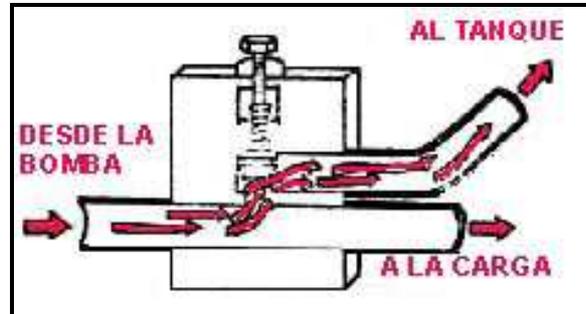


Gráfico 11. Válvula de presión máxima

2.2.8 La bomba hidráulica

En un sistema hidráulico se usan las bombas de desplazamiento positivo como las de engranajes, paletas o de pistones. El uso de éstas depende del rango de presiones del sistema.

Por ejemplo, los rangos donde trabajan sin afectar negativamente su eficiencia volumétrica son:

- Bomba de engranajes: hasta 1000 psi.
- Bomba de paletas: hasta 2000 psi.
- Bomba de pistones: hasta 5000 psi.

2.2.9 Causa de problemas en las bombas hidráulicas

Las fallas pueden ser diversas y será difícil aislar la causa inicial. A su vez, las causas pueden ser muchas pero las podemos agrupar como sigue:

- Contaminación por materias finas.
- Contaminación por materias gruesas
- Aireación
- Cavitación
- Falta de aceite
- Presión excesiva
- Tolerancia insuficiente
- Temperatura elevada del aceite
- Ensamble e instalación incorrecta

2.2.10 Contaminación por partículas finas

La suciedad y otras materias extrañas circulan a través del sistema causando desgaste en todos los componentes especialmente en las placas de presión, lumbreras del cuerpo y en el área del cojinete del eje en las bombas de engranaje. En la bomba de paletas produce desgaste en las paletas y en sus ranuras permitiendo que el aceite escape.

Al mismo tiempo se produce una pérdida de control de las paletas las cuales rebotan causando rayaduras al anillo.

2.2.11 Contaminación por materias gruesas

Los daños por estas partículas pueden ocurrir en cualquier momento y repentinamente dependiendo de la cantidad y tamaño de las partículas.

Indicativo de estos daños son las rayaduras en la superficie de las placas de presión, rayaduras del eje del cojinete; desgaste en las ranuras en la superficie del cuerpo de la bomba que hace contacto con la punta del diente del engranaje.

En la bomba de paletas se observarán exceso de raspaduras y ondulaciones en el anillo, las partículas metálicas pueden llegar al extremo de atascar el motor entre las placas torciendo o rompiendo el eje. De allí la importancia del cuidado que se debe tener con el conjunto de filtrado y colador magnético de partículas.

2.2.12 Aireación y cavitación

En ambos casos, el vapor del aceite y las burbujas de aire en el aceite causan daños en las bombas. La aireación y cavitación erosiona o pica las placas de presión y la caja de la bomba de engranajes.

La aireación se origina por el aire que entra al sistema por conexiones flojas, por una pequeña fuga o por la agitación del aceite en el tanque.

La cavitación se origina usualmente por la restricción de la línea de succión de la bomba, creando vacíos en el sistema.

2.2.13 Falta de aceite

La falta de aceite puede causar una falla casi instantánea de la bomba y puede ocurrir por: un bajo nivel de aceite en el tanque, gran succión de aire por la línea, funcionamiento en pendientes muy inclinadas, suciedad o conexiones flojas, viscosidad del aceite, etc. Los componentes de una bomba tomarán el color azul rápidamente por el recalentamiento.

2.2.14 Presión excesiva

La excesiva presión puede deberse a que la válvula de alivio no cumple su función. Esto produce grandes y repetidas vibraciones de excesiva presión. O puede deberse a una regulación muy alta de la válvula de alivio.

Como consecuencia puede ocurrir la rotura del eje o rajadura de la caja en una bomba de engranajes (Ver gráfico 12).

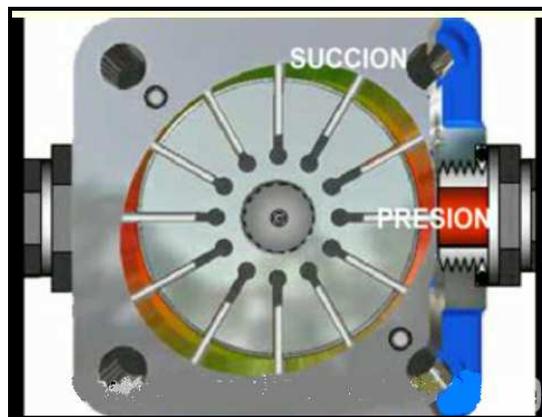


Gráfico 12. Exeso de presión

2.2.14.1 Tolerancias insuficientes

Las tolerancias de ajuste en cada sección de la bomba deben ser precisas estas a su vez se las deben realizar con la ayuda de una guía de despiece de este elemento, para que favorezcan las operaciones de trabajo a llevarse a cabo, de lo contrario se producirán fallas a pocas horas de funcionamiento.

2.2.14.2 Temperatura elevada del aceite

El calor excesivo pondrá negro las placas de presión y engranajes, y endurecerá los anillos o sellos. Si el calor excesivo es de corta duración, una temperatura de más de 3000°F es suficiente para producir estos problemas. La temperatura elevada resultará de una válvula pegada o de una válvula de alivio regulada a muy baja presión.

2.3 Sistema de dirección

2.3.1 Introducción al estudio de la dirección

Es el sistema del vehículo, encargado de guiar el vehículo sobre el camino por el cual transita a voluntad del conductor. Mantener la línea direccional del vehículo ya sea su trayectoria recta o en curvas.

La misión de los actuales sistemas de dirección como la asistida es reducir el esfuerzo que tiene que hacer el conductor al girar el volante, a través de un sistema hidráulico que realiza la mayor parte del trabajo necesario para girar la dirección.

2.3.2 Principio de Ackerman (Condición de Ackerman)

Cuando un vehículo gira en una curva, los ejes de todas las ruedas deben de concurrir en un punto llamado centro instantáneo de rotación. La mangueta de la rueda interior debe de girar un ángulo mayor que la rueda exterior, luego se precisa una divergencia de las ruedas delanteras cuando se toman las curvas para evitar el desgaste de las cubiertas y evitar el deslizamiento.

Para crear la geometría de la dirección apropiada, se disponen los brazos de la dirección y la barra de acoplamiento formando un trapecio, que produce un ángulo de giro mayor de la rueda interior que en la exterior (Ver gráfico 13).

En una curva cada una de las ruedas delanteras describe una circunferencia de distinto radio, como el radio que describe en la curva la rueda interior es menor que el de la exterior, si girasen igual las dos ruedas la interna se trabaaría, o sería arrastrada en las curvas.

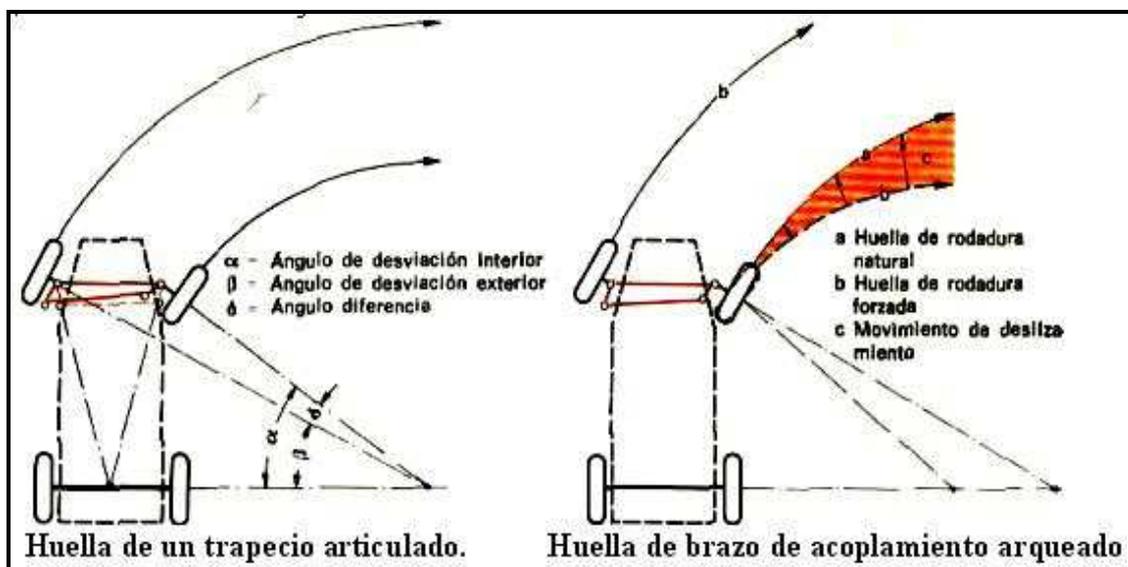


Gráfico 13. Condición de Ackerman

Para evitar esto, Ackerman, a principios de siglo estudiando los sistemas de dirección en los carruajes, estableció que era necesario que la prolongación de los brazos de dirección se corte a la altura del eje trasero. De esta forma la rueda interior de la curva girará más que la exterior y no será arrastrada.

A la diferencia entre los valores de los dos ángulos cuando la dirección se encuentra girada a tope, es a lo que se denomina efecto Ackerman o ángulo de viraje.

Sin embargo lo establecido por Ackerman para los carruajes no es igual de útil para los autos de competición, ya que en las curvas hay una gran transferencia de pesos y los neumáticos toman unos altos ángulos de deriva, por ello la geometría de dirección se modificada para que las prolongaciones de los brazos de dirección se corten por detrás o por delante del eje trasero, según sea necesario.

Si se cortan por detrás del eje trasero, la rueda interior girará proporcionalmente un poco menos que el efecto Ackerman original y se llama Ackerman paralelo. Por el contrario si se cortan por delante del eje trasero, la rueda interior al viraje gira proporcionalmente más y se denomina Ackerman incrementado (o forzado).

2.3.2.1 Cómo influye

El Ackerman incrementado favorece la acción de la rueda delantera interna, ésta gira más y hace que el auto entre mejor en las curvas. El efecto que se consigue es similar al que se obtiene dando divergencia a las ruedas delanteras, pero sin las desventajas que la divergencia permanente tiene en las rectas, ya que el efecto Ackerman solo se produce en las curvas.

Se recomienda utilizar un Ackerman incrementado cuando el auto es subvirador a la entrada de las curvas, su influencia es más marcada en las curvas de baja velocidad que en las de alta.

En los autos de tracción trasera donde más se nota es a la entrada de las curvas, ya que a la salida, al estar el tren delantero descargado, el efecto Ackerman tiene poca importancia. El Ackerman incrementado se recomienda especialmente en circuitos de poca adherencia. El Ackerman paralelo no se emplea prácticamente en el todo terreno.

2.3.2.2 Cómo se regula

Algunos autos tienen la posibilidad de utilizar dos tirantes de dirección de diferente longitud, en otros dicha longitud es regulable mediante una varilla de paso inverso, otra posibilidad es el empleo de posiciones diferentes de las rótulas donde anclan dichos tirantes. En todos los casos cuanto más corta sea la varilla, más diferencia habrá de ángulo de giro de las ruedas y viceversa.

2.3.3 Diferentes mecanismos de dirección

Se fabrican a partir de un disco cilíndrico, cortado de una plancha o de un trozo de barra maciza redonda. Este disco se lleva al proceso de fresado en donde se retira parte del metal para formar los dientes. Estos dientes tienen dos orientaciones: dientes rectos (paralelos al eje) y dientes helicoidales (inclinados con respecto al eje).

El sistema de engranaje de la dirección, constituye el elemento desmultiplicador de giro del volante y lo forma un conjunto de engranaje protegidos en un cárter y a su vez sirve de unión al bastidor.

2.3.4 Mecanismo de tornillo sin fin

Consiste en un tornillo que engrana constantemente con una rueda dentada. El tornillo se une al volante mediante la "columna de dirección", y la rueda lo hace al brazo de mando, el sistema de tornillo y sector dentado, que consiste en un tornillo sinfín, al que se une por medio de estrías la columna de la dirección.

El tornillo sinfín va alojado en una caja, en la que se apoya por medio de los cojinetes de rodillos. Uno de los extremos del sinfín recibe la tapa, roscada a la caja, con la cual puede reglarse el huelgo longitudinal del sinfín. El otro extremo de éste sobresale por un orificio en la parte opuesta de la carcasa, donde se acopla el reten, que impide la salida del aceite contenido en el interior de la caja de la dirección (Ver grafico 14).

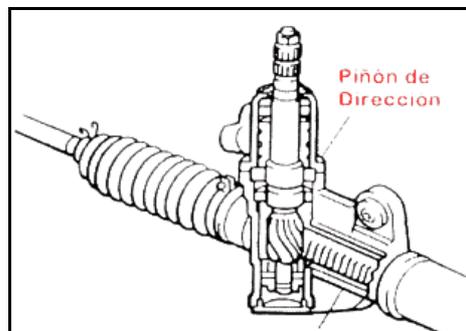


Gráfico 14. Sin fin y cremallera

2.3.5 Mecanismo de sinfín cilíndrico con tuerca

Sobre el tornillo sinfín se desplaza la tuerca, que engrana interiormente con el tornillo sinfín. El movimiento de la tuerca se transmite a una palanca que se monta sobre la tuerca (Ver gráfico 15). Esta palanca a su vez está unida al eje de giro de la palanca de mando haciéndola girar al accionar el volante de la dirección.



Gráfico 15. Sin fin cilíndrico con tuerca

2.3.6 Mecanismo de sinfín cilíndrico con sector dentado

La parte inferior de la barra o columna de la dirección termina en un sinfín donde engrana un sector dentado, que lleva fijo en su centro un eje, al que va unido el brazo de mando (Ver gráfico 16).

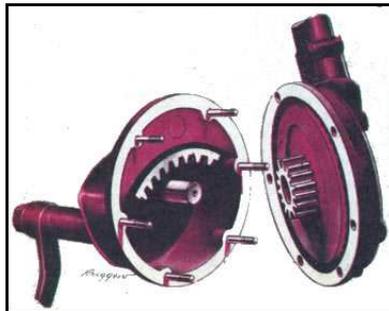


Gráfico 16. Sin fin cilíndrico con sector dentado

Al girar el volante y, con él, la columna de la dirección, el sector dentado se desplaza sobre el “sinfín” haciendo girar su eje que obliga a oscilar adelante y atrás, al brazo, de mando que, al estar articulado elásticamente a la biela, imprime a ésta un movimiento longitudinal en ambos sentidos.

2.3.7 Mecanismo de tornillo sinfín cilíndrico con dedo o leva

También denominado “palanca y leva”. La columna de la dirección termina en un husillo sobre cuya ranura puede desplazarse una leva o dedo fija al extremo de una palanca que mueve el brazo de mando (Ver gráfico 17). Al mover el volante, la leva se desplaza sobre el husillo, desplazamiento que a través de la palanca produce en el brazo de mando un movimiento longitudinal de delante hacia atrás.

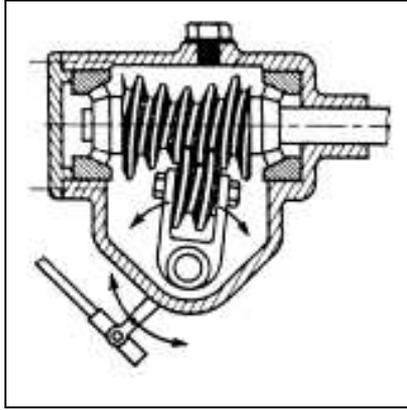


Gráfico 17. Tornillo sin fin cilíndrico

2.3.8 Mecanismo tornillo sinfín cilíndrico con tuerca e hilera de bolas

Se denomina también de circulación de bolas. Sobre el tornillo sinfín lleva una tuerca y entre ésta y el tornillo sinfín una hilera de bolas que recorren la hélice del tallado interior del tornillo y de la tuerca (Ver gráfico 18).

La tuerca lleva tallada una cremallera transmitiendo su movimiento a un sector dentado unido al brazo de mando.

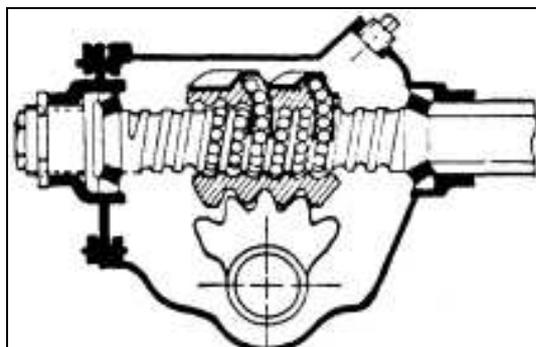


Gráfico 18. Sinfín cilíndrico con tuerca y bolas re circulantes

2.3.9 Mecanismo de tornillo sinfín globoide y rodillo

El sinfín globoide se aplica cuando el elemento de translación se desplaza describiendo un arco al girar sobre su propio eje de giro, como en el sistema tornillo y rodillo (Ver gráfico 19).

En este sistema la columna lleva en su parte inferior un tornillo roscado sobre el que rueda, engranado en su estría, un rodillo que forma parte del brazo de mando, al que imprime un movimiento.

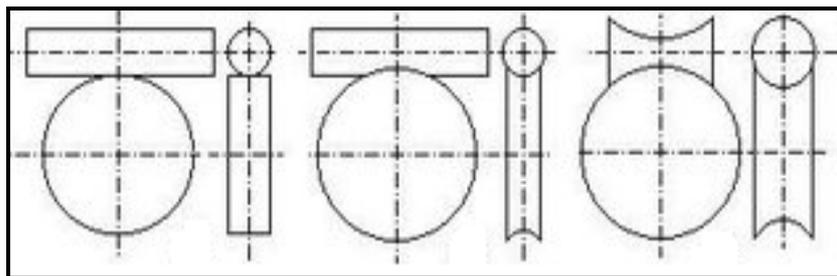


Gráfico 19. Sinfín globoide y rodillo

2.4 Dirección de cremallera

Este sistema se caracteriza por la reducción del número de elementos y su simplicidad de montaje (Ver gráfico 20).

Va acoplada directamente sobre los brazos de acoplamiento de las ruedas, al eliminar gran parte de la tirantería direccional tiene un gran rendimiento mecánico.

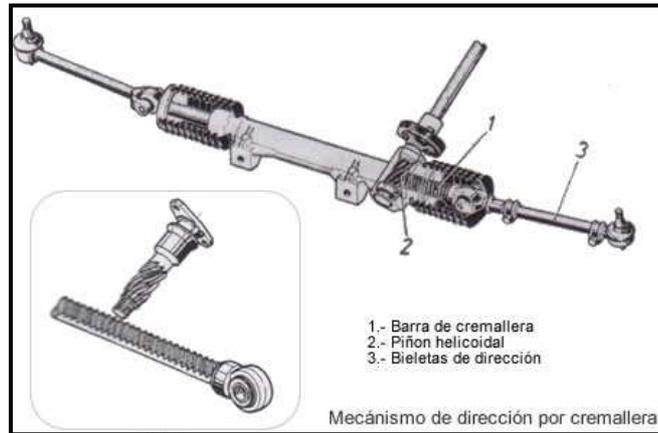


Gráfico 20. Dirección por cremallera

2.4.1 Comparación de los sistemas

Dirección asistida dependiente de la velocidad.- Significa que el vehículo resulta muy fácil de manejar, en velocidades más elevadas, un sistema sensor electrónico reduce gradualmente el grado de asistencia.

De este modo, el conductor puede controlar el vehículo a gran velocidad y mantenerlo en el carril elegido.

Dirección asistida electromecánica: En comparación los vehículos equipados con dirección asistida electromecánica se benefician de un menor consumo de combustible y de nuevas funciones de confort y seguridad, el retorno activo del volante a su punto central mejora la sensación de dirección alrededor del punto central, mientras la compensación del viento de costado ayuda al conductor cuando se circula con viento de costado constante o en una superficie de calzada inclinada hacia un lado.

2.4.2 Cualidades del sistema de dirección

Las cualidades en la dirección hacen para el conductor como para los que se trasladan en el vehículo la sensación de confort y plenitud.

- Seguridad que debe ofrecer al conductor, la fiabilidad en el automóvil.
- Suavidad al manipular se consigue con una desmultiplicación adecuada y un perfecto engrase.
- La dureza por carga excesiva sobre las ruedas directrices y por estar el eje o el chasis deformado, se corrige con un alineado a tiempo.
- Precisión se consigue haciendo que la dirección no sea muy dura ni muy suave. Si la dirección es muy dura por un excesivo ataque (mal reglaje) o pequeña desmultiplicación (inadecuada).
- Irreversibilidad: consiste en que el volante debe mandar el giro, debido a las incidencias del terreno, no deben ser transmitidas al volante.

2.5 Elementos de mando

Los elementos representan la organización clásica que constituye la cadena cinemática que transmite el movimiento de giro del volante a las ruedas, según el sentido de las flechas que se indican (Ver gráfico 21).

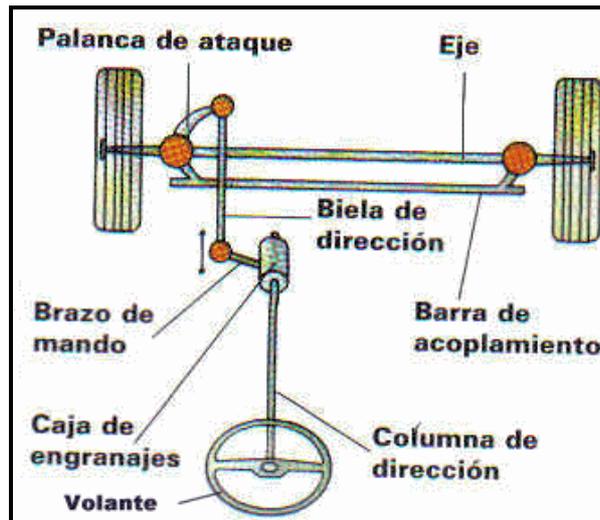


Gráfico 21. Elementos de la dirección

- Timón o volante: Permite al conductor orientar las ruedas. En el aspecto de seguridad, su zona central generalmente es de amplia superficie y acolchada, en los últimos años, esta parte central es el alojamiento de la bolsa de aire para proteger al conductor (airbag).
- Columna de dirección: Transmite el movimiento del volante a la caja de engranajes.
- Caja de engranajes: Sistema de desmultiplicación que minimiza el esfuerzo del conductor.
- Brazo de mando: Situado a la salida de la caja de engranajes, manda el movimiento de ésta a los restantes elementos de la dirección.
- Barra de dirección: Cuerpo cilíndrico de acero fijado al bastidor o a la carrocería dentro del cual gira el eje de la dirección que en un extremo está unido al manubrio y en el otro a la caja de dirección.
- El eje de la dirección gira en el interior de la columna que está fija, constituyendo un órgano de soporte y protección, para reducir el rozamiento en los extremos de la columna se colocan casquillos de bronce o en la

actualidad tienden a ser de plástico con bajo coeficiente de rozamiento que a veces adquieren juego y se siente un golpeteo en el manubrio.

- Biela: Transmite el movimiento a la palanca de ataque.
- Palanca de ataque: Está unida solidariamente con el brazo de acoplamiento.
- Brazo de acoplamiento: Recibe el movimiento de la palanca de ataque y lo transmite a la barra de acoplamiento y a las manguetas.
- Barra de acoplamiento: Hace posible que las ruedas giren al mismo tiempo.
- Pivotes: Están unidos al eje delantero y hace que al girar sobre su eje, oriente a las manguetas hacia el lugar deseado.
- Manguetas: Sujetan la rueda.
- Eje delantero: Sustenta parte de los elementos de dirección.
- Rótulas: Sirven para unir varios elementos de la dirección y hacen posible que, aunque estén unidos, se muevan en el sentido conveniente.

2.6 Cotas de la dirección

2.6.1 Conservación mecánica

La conservación mecánica se refiere a los elementos, al modo de cómo mantenerlos para que no pierda sus características y propiedades con el paso del tiempo puede sufrir, observando el aspecto para conservar en las mejores condiciones el sistema.

2.6.2 Ángulo de salida

Se lo conoce así al ángulo que forma la prolongación del eje del pivote, sobre el que gira la rueda para orientarse, con la prolongación del eje vertical que pasa por el centro de apoyo de la rueda y cuyo vértice coincide (ver gráfico 22). Este ángulo suele estar comprometido entre 5 y 10°, siendo en la mayoría de los vehículos de 6 a 7°.

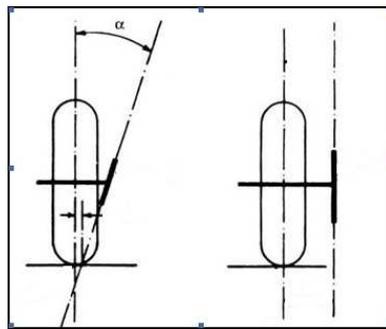


Gráfico 22. Ángulo de salida

2.6.3 Ángulo de caída

Se llama ángulo de caída al ángulo que forma la prolongación del eje de simetría de la rueda con el vertical que pasa por el centro de apoyo de la rueda.

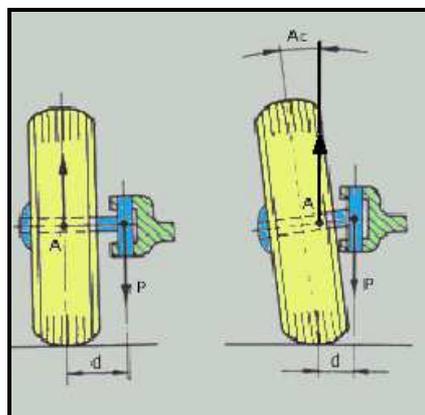


Gráfico 23. Ángulo de caída

Este ángulo se consigue dando al eje de la mangueta una cierta inclinación con respecto a la horizontal. Tiene por objeto desplazar el peso del vehículo que gravita sobre este eje hacia el interior de la mangueta, disminuyendo así el empuje lateral de los cojinetes sobre los que se apoya la rueda.

2.6.4 Convergencia

La convergencia o paralelismo de las ruedas delanteras es la posición que ocupan las dos ruedas con respecto al eje longitudinal del vehículo (ver gráfico 24). Este valor se mide en milímetros y es la diferencia de distancia existente entre las partes delanteras y traseras de las llantas a la altura de la mangueta; está entre 1 y 10 mm para vehículos con propulsión trasera y cero a menos 2 mm para vehículos con tracción.

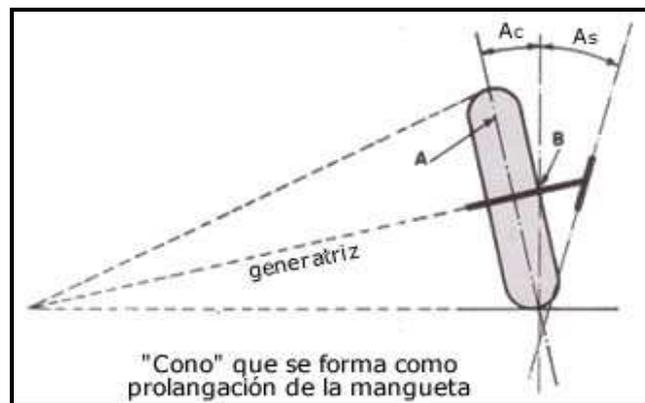


Gráfico 24. Convergencia

La convergencia también contrarresta el par de orientación que se forma entre el empuje y el rozamiento de la rueda y que tiende a abrirla, siendo esta la razón de que los automóviles con propulsión tengan mayor convergencia que los de tracción,

debido al avance y salida, la prolongación del pivote corta al suelo en un punto más adelantado y hacia el centro que el de apoyo del neumático.

2.7 Cotas conjugadas

Las cotas de salida y caída hacen que el avance corte a la línea de desplazamiento por delante y hacia la derecha de punto (A). De ello resulta que, para vehículos de propulsión trasera, el empuje que se transmite el eje delantero pasa de éste a la rueda por el pivote, teniendo su punto de tiro en la rueda sobre el punto (B), (Ver gráfico 25).

Como la resistencia de rodadura actúa sobre su punto de apoyo (A), resulta un par de fuerzas que tiende a abrir la rueda por delante, debiendo dar una convergencia a la rueda para corregir esta tendencia.

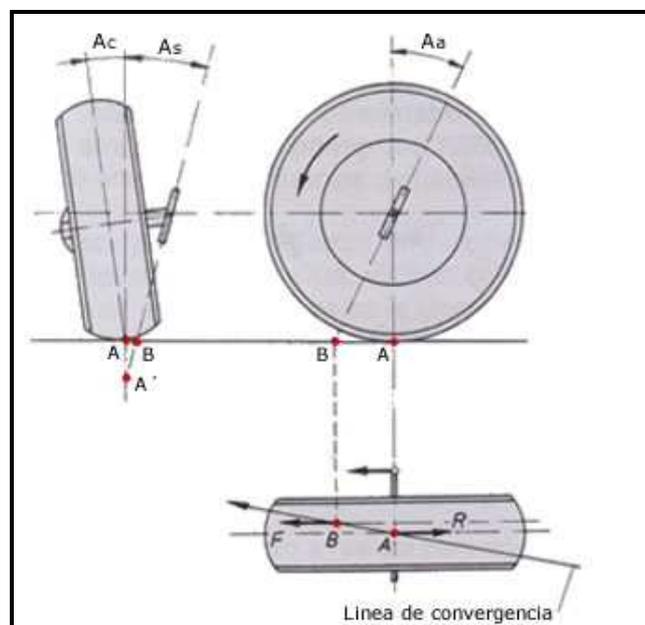


Gráfico 25. Cotas conjugadas

2.8 Conservación de los neumáticos.

Un neumático con presión baja es el peor defecto que puede permitirse en las ruedas, en cuanto a su economía.

Además de desgastarse desigualmente, por los bordes de la banda de rodadura, la destrucción es muy rápida, por la gran deformación a que está sometida la cubierta que, al rodar, produce tensiones y deformaciones con roces en los flancos que elevan su temperatura produciendo el corte de los tejidos que sirven para reforzar la goma.

Los defectos en la alineación de las ruedas influyen mucho en el desgaste rápido y desigual de las cubiertas e incluso con la sola observación de una rueda prematuramente desgastada un técnico puede deducir, aproximadamente la cota o cotas que han dado lugar al desgaste anormal.

2.9 Tipos alternativos de dirección

Existen en la actualidad una serie de variedad en cuanto a direcciones automotrices se refiere, podemos citar algunos e infinidad de nombres que a la final son resultado de mejoras que se han dado gracias a la investigación de especialistas con la finalidad de prestar un mejor servicio.

Dirección asistida hidráulica

Está formada por un dispositivo hidráulico de accionamiento, montado en su interior, y un mecanismo desmultiplicador del tipo sinfín y tuerca. El circuito hidráulico está constituido por una bomba de presión (2) accionada por el motor del vehículo y cuya misión es enviar aceite a presión al dispositivo de mando o mecanismo integral

(1) de la servodirección. El aceite es aspirado de un depósito (3) que lleva incorporado un filtro para la depuración del aceite. La conducción del aceite a presión entre los tres elementos se realiza a través de las tuberías flexibles (4, 5 y 6) del tipo de alta presión (Ver gráfico 26).

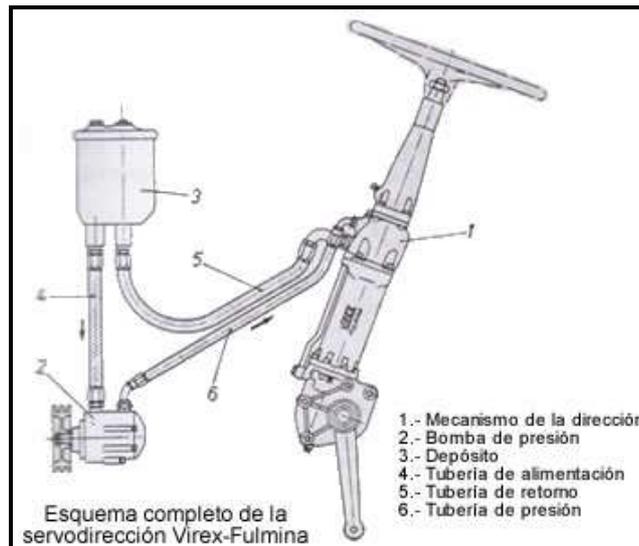


Gráfico 26. Dirección asistida

El émbolo del dispositivo hidráulico, alojado en el interior del mecanismo de la dirección, actúa al mismo tiempo como amortiguador de las oscilaciones que se pudieran transmitir desde las ruedas a la dirección.

Por ejemplo, en caso de un reventón en una de las ruedas, la válvula de distribución reacciona automáticamente en sentido inverso al provocado por el reventón; esto permite al conductor mantener el control del vehículo hasta poderlo parar con solo mantener sujeto el volante.

2.9.1 Dirección asistida neumática

La dirección electro-hidráulica o EHPS (Electro-Hidráulica Powered Steering) es una evolución de la dirección hidráulica. En vez de utilizar una bomba hidráulica conectada al motor utiliza un motor eléctrico para mover la bomba hidráulica.

Su principal ventaja es que al no estar conectada al motor del vehículo evita los problemas mecánicos asociados a una transmisión por correa. Además reduce el consumo de combustible. En este caso la bomba hidráulica sólo funciona cuando y al ritmo que se necesita para operar la dirección. La alimentación del motor que mueve la bomba se hace a través de la batería. Estas ventajas frente a las hidráulicas ha hecho que las direcciones electro-hidráulicas hayan ido sustituyendo a las hidráulicas progresivamente. El funcionamiento de una dirección electro-hidráulica es similar al de una hidráulica.

2.9.2 Mantenimiento del sistema de dirección

- Revisar de forma periódica todos los elementos del sistema.
- En la columna de dirección revisar el piñón de dirección.
- En el sistema hidráulico se deberá comprobar que la presión de la bomba es la correcta y que no se producen fugas en el circuito.
- Verificar con el motor en marcha que los elementos de la dirección funcionen correctamente.
- La falta de lubricante provoca el desgaste del mecanismo de dirección que perjudican seriamente al sistema.
- Si la dirección se vuelve dura, inestable o si hace ruidos extraños, hacer una revisión completa antes de que los daños sean mayores.

- Nivel de líquido del depósito de dirección debe estar en el adecuado y si el caso amerita reemplazarlo según el aceite recomendado.
- Revisar la correa de impulsión de la bomba, en caso de escucharse un ruido y vibraciones ante giros bruscos del volante o al llevarla al tope y mantener, puede ser síntoma de una correa floja.
- Un ruido al accionar la dirección también puede delatar un nivel bajo de fluido. Si viene acompañado de un endurecimiento de la dirección, puede ser que alguna válvula está algo obstruida.

CAPITULO III

3 IMPLEMENTACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL BANCO DE PRUEBAS

3.1 Selección de los elementos del banco de pruebas

Para la selección se tuvo que tener en cuenta que los diferentes elementos (ver gráfico 27) cumplieran parámetros mínimos de funcionamiento tales como:

- Buen estado
- Buenas condiciones de trabajo
- Que los repuesto existan en el medio
- Sean de fácil entendimiento

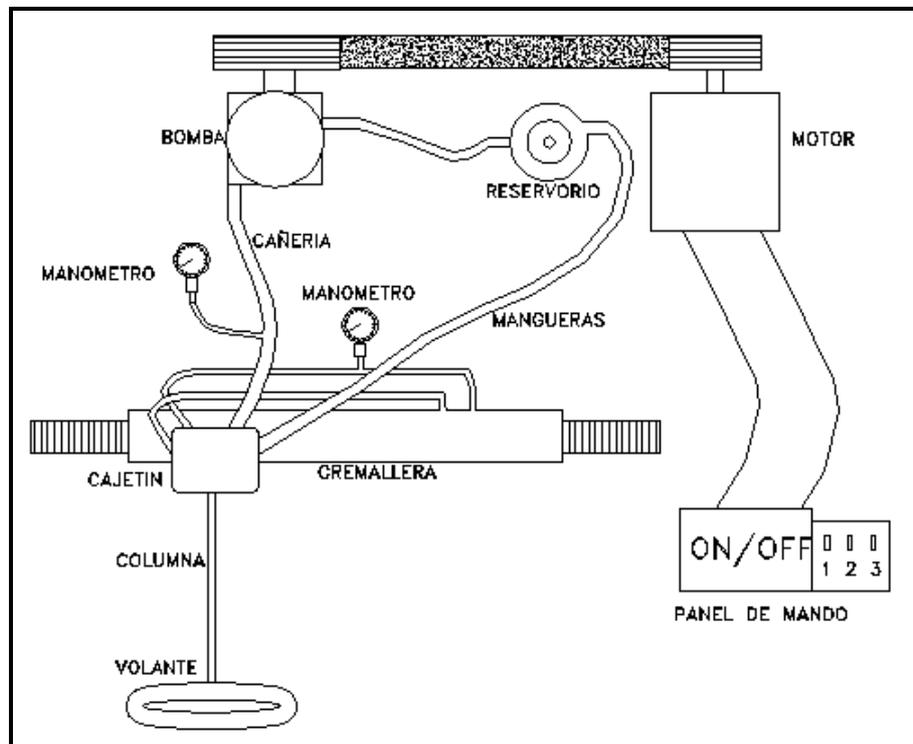


Gráfico 27. Bosquejo del banco de pruebas

3.1.1 Caja de dirección

El sistema de dirección hidráulica funciona a través de una bomba, que presuriza un fluido líquido y es enviado por tubos y mangueras a la caja de dirección.

La función principal de esta es la de reducir la fuerza realizada por el conductor sobre el volante, lo que permite reaccionar frente a imprevistos y efectuar con facilidad maniobras a bajas velocidades (Ver gráfico 28).

La caja de dirección utilizada pertenece a un Chevrolet Vitara, con una relación de transmisión cremallera / piñón de 25/7, esta caja de dirección de piñón y cremallera cumple con los requerimientos de funcionamiento:

- Su facilidad de maniobra
- Tiene pocas piezas comparada con otros mecanismos
- Por ser más ligero y compacto que otras direcciones hidráulicas
- Responde en condiciones de trabajo de acuerdo a los parámetros propuestos (presión, consistencia), tomando en cuenta las diferentes posiciones en las que se colocara al volante.
- Resulta desde el punto de vista didáctico comprensible y práctico para el estudiantado.

Éstas son características principales para el desarrollo del banco de pruebas.

NOTA.- El descuido de la caja pueden dañar retenedores de aceite por lo que se debe mantener lubricada, en el despiece hay que cuidar que no sufra golpes o torceduras.



Gráfico 28. Caja de dirección

3.1.2 Bomba de dirección

Considerado como corazón de todo sistema hidráulico, se encarga de presurizar el líquido hidráulico lo suficiente para hacer llegar a través de las guías de conducción a la caja de la dirección y de esta manera hacer un manejo más suave y versátil.

Está conformada por una polea de 104 mm., de diámetro exterior (Ver gráfico 29), cabe señalar que en su diseño original es una polea acanalada (de 6 canales).

La bomba de dirección hidráulica utilizada pertenece a un vehículo Chevrolet Corsa, es una de tipo de paletas que en relación al resto, ofrece características de funcionamiento acorde a las necesidades del proyecto como son:

- Fuerza para presurizar el aceite hidráulico
- Buena respuesta de trabajo
- Facilidad de comprender el despiece

- Se cuenta con abasto de elementos para cambio de retenes, cojinetes del eje, juntas tóricas etc.

Contribuyendo así a una mejor comprensión entre los estudiantes que desarrollen practicas en el banco de pruebas.

NOTA.- Se debe cuidar que la bomba no funcione mucho tiempo sin aceite hidráulico puesto que esto afectaría gravemente el rotor de la misma.



Gráfico 29. Bomba de la dirección

3.1.3 Volante

Este componente permite la maniobra de la columna de dirección, al manipularlo se debe realizar una determinada fuerza sobre este componente para poder mover la cremallera de dirección (Ver gráfico 30), consta de dos radios unidos por la tapa-interruptor del pito, su diámetro de 405 mm.

El volante se lo moverá de un lado a otro para realizar las pruebas, así en posición recta y extrema del mismo. El volante pertenece a un vehículo Toyota land cusiera, estas son sus características:

- Alma de acero
- Eje acerado columna
- Facilidad de armado y desarme, y que de esta manera los estudiantes tengan una mejor comprensión del funcionamiento.

NOTA.- Se debe controlar torque en sus tornillos y tuerca que sujeta al volante.



Gráfico 30. Volante

3.1.4 Columna de la dirección

Es la encargada de transmitir rotación desde el volante hacia la caja de dirección al aplicar una determinada fuerza sobre el volante, esta columna se halla protegida por

una cámara de acero (doble tubo retráctil), existen guías de ubicación que monta y aseguran al eje.

El tubo columna incluye un mecanismo por el cual se contrae absorbiendo el impacto (Ver gráfico 31) de la colisión de quien manipule comprende: platina de centramiento, articulación elástica y juntas universales.

Pertenece a un Toyota Land Cruiser, su longitud total es de 650.5 mm, se la utilizó gracias ha:

- Facilidad de desmontaje.
- Por ser una columna de seguridad (reacciona en caso de choque con la ayuda de la junta universal)
- Buen funcionamiento

De la misma manera aporta al conocimiento del estudiante.

NOTA.- Es importante la lubricación en su parte interna el muñón de centrado hacerlo periódicamente para prevenir su deterioro. Se debe asegurar que la barra de dirección no resulta limitada en ningún punto del giro y que no está excesivamente apretada.

El cuidado al momento de desarmar es importante, pues en caso de recibir golpes o torceduras afecta sensiblemente su funcionamiento.

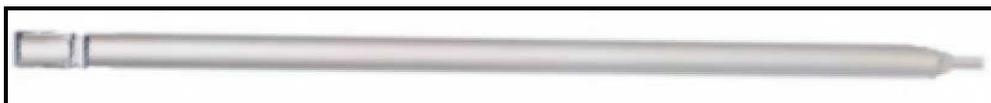


Gráfico 31. Columna de dirección

3.1.5 Banda de transmisión

Es la encargada de transmitir movimiento desde la polea del motor eléctrico hasta la polea de la bomba hidráulica.

Es una banda de caucho y nylon de 940 mm de largo, 15.5 mm de ancho y 5 mm de espesor, su forma es plana acanalada (Ver tabla 1). Pertenece a un vehículo Chevrolet, su selección se debe a que:

- Su la flexibilidad apta de trabajo.
- Buena adherencia.
- Buena respuesta motriz.

Además con la ayuda de una tabla de características generales de bandas y una vez conocida la potencia y velocidad que el motor nos proporcionó se eligió la apropiada observando la superficie de adherencia, la misma que debía coincidir con las superficies de las poleas del motor y bomba.

NOTA.- Su tensado debe ser revisado periódicamente antes del funcionamiento, para evitar el desplazamiento de la polea.

TABLA I. CRITERIO DE LA BANDA DE TRANSMISIÓN

Criterio	Plana
Carga en los árboles	muy grande
Trabajo a $V = 25 \text{ m/s}$	aceptable
Resistencia a los choques	muy buena
Eficiencia %	97 ... 98
Longitud de correa.	libre
Tolerancia a la desalineación	pequeña
Nivel de ruido	muy bajo
Sincronismo	no
Costo inicial	bajo
Necesidad de control del tensado	alguna
Facilidad de montaje entre apoyos	si
Ancho reducido	no
Diámetro reducido	si



3.1.6 Acumulador

El acumulador es un recipiente destinado a almacenar el aceite hidráulico (líquido incompresible), y para conservarlo a cierta presión.

Pertenece a un automóvil Nissan Sentra con 250 cc de capacidad (Ver gráfico 32), este acumulador presta todas las características necesarias como:

- Su forma
- Capacidad de almacenamiento
- Capacidad de aislar el líquido hidráulico

Estas son características ideales para el desarrollo del presente proyecto, lo cual se buscó en cada uno de los elementos, que su uso sea fácil de entender.

NOTA.- Ante todo se debe tomar las precauciones del caso para el acumulador será verificar que selle bien de la tapa y el nivel de aceite hidráulico que se lo realizara mediante la ayuda de un esparrago que viene incrustado en la tapa.



Gráfico 32. Acumulador

3.1.7 Mangueras cañería y acoples

Para la selección de mangueras se observó las propiedades técnicas como flexibilidad, resistencia, menor peso, radio de curvatura, durabilidad para cubrir las necesidades para las que fueron diseñadas.

Las mangueras de alta presión se halla construida con un material de caucho-lona recubierto con un alma de acero en diámetros de 1/4 y 3/8 pulg., cuya presión de trabajo es de 2.750 y 2.250 psi, respectivamente. La temperatura de trabajo oscila entre -40 y 100 ° C (Ver gráfico 33).

Las mangueras de baja presión se hallan construidas de caucho-lona. Su presión de trabajo es de 250 psi y su diámetro es de 3/8 pulg., la temperatura de trabajo está entre los -40°C a 100°C

Se utilizaron acoples de cobre machos y hembras de 1/4, 3/8 y 1/2 pulg. Respectivamente., existen también adaptaciones en el sistema las que sirven de conexión entre la bomba hidráulica y la caja de dirección así también en la cremallera se adaptaron acoples para fijar uno de los manómetros, de la misma manera se adquirió un acople T de acero para el retorno del cual se toma lectura de temperatura del aceite hidráulico que atraviesa todo el sistema de dirección.

Consta de una llave de paso de 3/8 pulg, para controlar el caudal de fluido desde la bomba hacia el manómetro de alta.

NOTA.- Al igual que anteriormente se debe verificar la posibles roturas en las mangueras así como en los neoplos.



Gráfico 33. Mangueras y cañerías

3.1.8 Motor eléctrico

Es el encargado de mover la bomba hidráulica través de una banda (anteriormente mencionada), posee 1 hp de potencia (Ver gráfico 34) y necesita de una fuente eléctrica de 110 voltios para que su arranque.

Se uso dos poleas para obtener las velocidades deseadas, las mismas que adaptadas al eje del motor generaron condiciones de velocidad similares al del auto como son: velocidad baja y velocidad alta, el control de este motor es mediante la manipulación de un braker sobrepuesto de encendido y apagado.

El motor genera estas velocidades:

- 1400 RPM
- 3520 RPM

NOTA.- Es primordial el cuidado de este componente que al ser eléctrico por lo general tiende a presentar deterioros en elementos como por ejemplo: cableado, carbones que sirven para alimentar a los rotores bobinados, estos con el tiempo se van desgastando y hay que cambiarlos, el fusible, esto dependerá del tiempo de uso y del trato que se dé al banco.

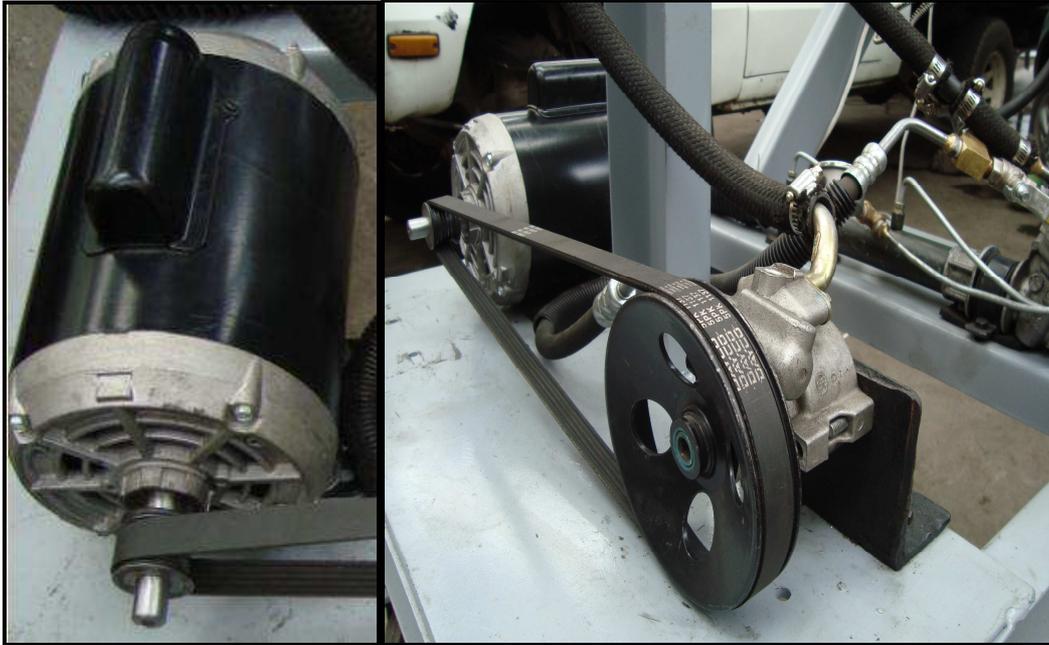


Gráfico 34. Motor eléctrico

3.1.9 Manómetros

Estos sirven para registrar la presión de funcionamiento del sistema hidráulico de dirección, utilizados en número de 2 a continuación se detalla a cada uno (Ver gráfico 35).

El manómetro de alta presión es de marca WINTERS, contiene glicerina para no ser afectado por vibraciones, con una presión máxima de 3000 psi.

El manómetro de baja presión es de marca USG y su presión máxima de medición es de 1500 psi, estos manómetros fueron escogidos por la resistencia que presentan, su capacidad que es apta para este tipo de trabajo así como es también muy didáctico pues se hallan graduados en dos escalas tanto en bar como en psi.

NOTA.- Se debe tener cuidado con los cristales de los manómetros para que no sufran roturas, se debe revisar los tapones que poseen ambos manómetros por donde se puede vaciar la glicerina, esto no debe suceder.



Gráfico 35. Manómetros

3.1.10 Bastidor

Sirve para fijar los componentes del banco de pruebas de dirección hidráulica, tales como eléctrico, hidráulico y el mecanismo de piñón cremallera.

Su diseño estuvo expuesto a una serie de pruebas de dimensiones forma y consistencia, lo cual llevo tiempo para la obtención del diseño óptimo en geometría y aspecto.

Finalmente el diseño debía soportar cargas de componentes del banco de pruebas de la dirección así también su mismo peso lo cual se consiguió con la ayuda del programa de diseño SolidWorks (Ver gráfico 36).

Materiales usados:

- Perfiles en U de 100 x2 mm.
- Placa de acero de 1/2 de plg.
- Bases de acero forjado de 1/4 de plg. .

Propiedades físicas del Bastidor

Datos obtenidos del paquete electrónico SOLIDWORKS

Sistema de coordenadas de salida: -- predeterminado por el programa SolidWorks

Densidad = 1.00 gramos por centímetro cúbico

Masa = 9082.93 gramos

Volumen = 9082.93 centímetros³

Área de superficie = 41754.56 centímetros²

Centro de masa: (centímetros)

$$X = 64.10$$

$$Y = 42.03$$

$$Z = 15.15$$

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (gramos * centímetros²)

Medido desde el centro de masa.

$$I_x = (0.88, -0.02, 0.48) \quad P_x = 9711329.23$$

$$I_y = (0.00, 1.00, 0.03) \quad P_y = 13232343.48$$

$$I_z = (-0.48, -0.02, 0.88) \quad P_z = 16163557.68$$

Momentos de inercia: (gramos * centímetros²)

(Medido desde el centro de masa y alineado con el sistema de coordenadas resultante)

$$L_{xx} = 11196396.74 \quad L_{xy} = -79474.20 \quad L_{xz} = 2714792.71$$

$$L_{yx} = -79474.20 \quad L_{yy} = 13232766.21 \quad L_{yz} = 27656.35$$

$$L_{zx} = 2714792.71 \quad L_{zy} = 27656.35 \quad L_{zz} = 14678067.43$$

Momentos de inercia: (gramos * centímetros²)

Medido desde el sistema de coordenadas de salida.

$$I_{xx} = 29325216.07 \quad I_{xy} = 24388586.57 \quad I_{xz} = 11536743.29$$

$$I_{yx} = 24388586.57 \quad I_{yy} = 52635307.65 \quad I_{yz} = 5812047.69$$

$$I_{zx} = 11536743.29 \quad I_{zy} = 5812047.69 \quad I_{zz} = 68038307.73$$

NOTA.- Es necesario conocer que a pesar de la robustez de la estructura, esta puede tender a sufrir ciertos desperfectos ocasionados por agentes externos especialmente la humedad, por lo cual se recomienda tener cuidado tomando precauciones además de elementos de anclaje que se utilizaron para la fijación del mecanismos de la cremallera.



Gráfico 36. Bastidor

3.2 Determinación de las fuerzas actuantes en el banco de pruebas

El funcionamiento del banco de pruebas (Ver gráfico 37), está sometido a fuerzas externas e internas tales como:

- Reacciones en los 4 extremos de la estructura fuerzas intrínsecas, todo esto por efectos del movimiento al trasladar de un lado a otro la estructura y el peso de cada uno de los elementos.
- Vibraciones en el varillaje y articulaciones de la dirección a causa del movimiento del motor eléctrico y del fluido hidráulico.
- Se consideró las pérdidas mecánicas que ocasionarían los componentes, y se los analizó detenidamente para conseguir los resultados deseados.

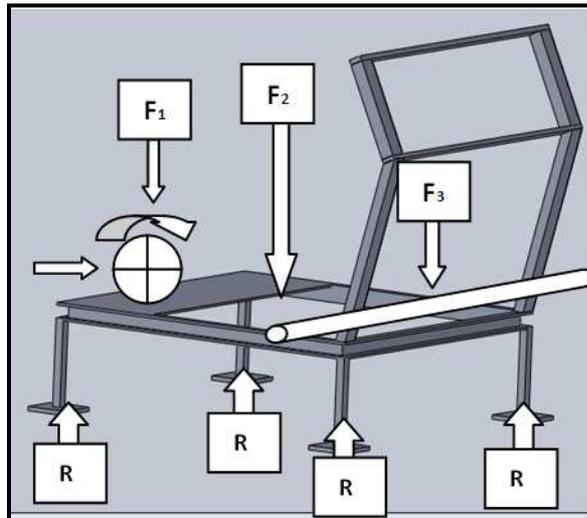


Gráfico 37. Fuerzas actuantes en el banco de pruebas

3.3 Determinación de las fuerzas en el mecanismo piñón–cremallera

Al estar formado por dos elementos componentes como son el piñón (rueda dentada normalmente) que funciona como un engranaje simple y la cremallera (pieza dentada que describe un movimiento rectilíneo), se convierten en zonas donde habrá mayor concentración de esfuerzos por impacto, esto significa que tanto la cremallera como el piñón van a tener un desgaste moderado.

Si se considera que al forzar el volante para que gire, el engrane del piñón y cremallera reduce su respuesta de 18 a 1.

La fuerza.- La fuerza para ayudar al cambio de dirección proviene de una bomba, (Ver gráfico 38). Fluido a presión dentro de la caja de dirección.

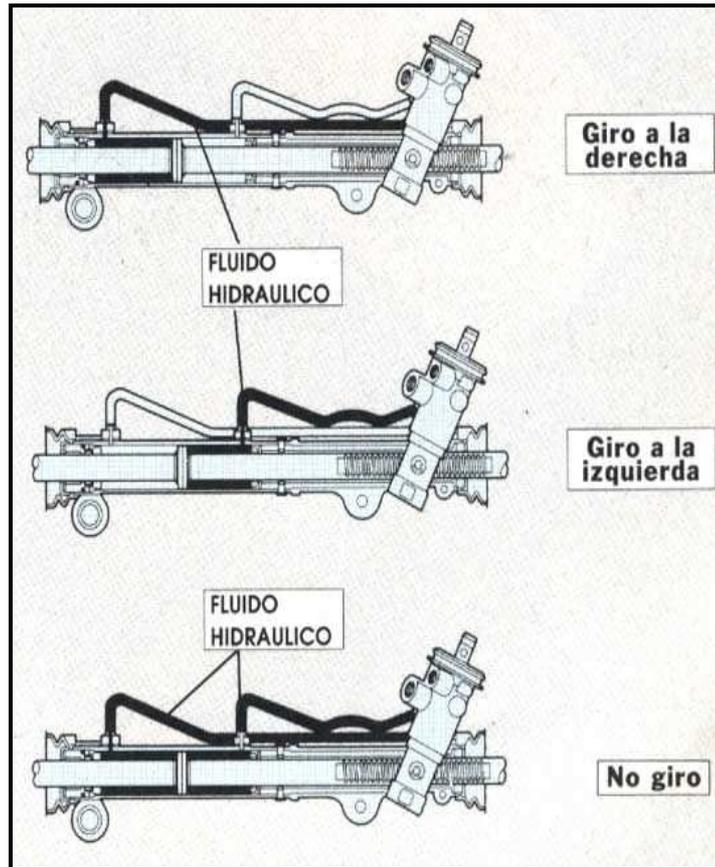


Gráfico 38. La presión hidráulica en la dirección

Fuerzas que actúen en el piñón y cremallera (Ver gráfico 39):

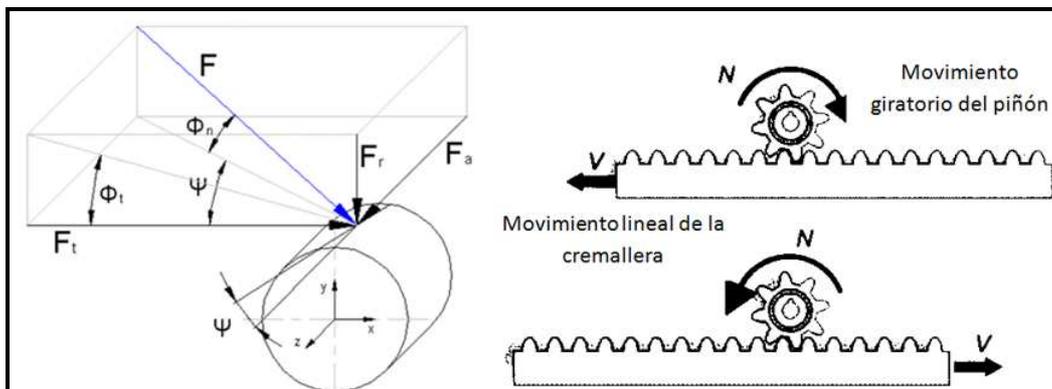


Gráfico 39. Análisis de fuerzas

Ψ = es el ángulo de hélice
 P_n = paso circular normal
 P_t = paso circular transversal
 $m = d/Z$
 d = diámetro de paso
 Z = número de dientes
 ϕ_1 = ángulo de presión normal

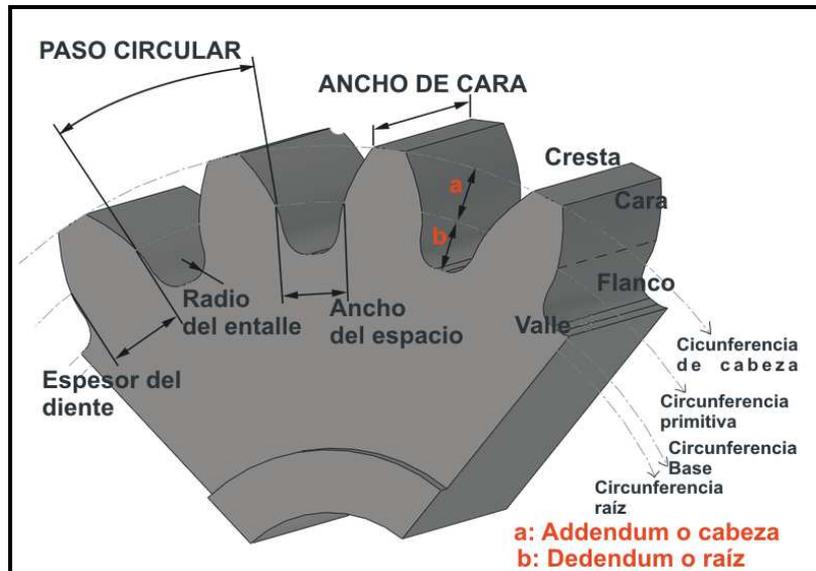


Gráfico 40. Paso circular

En este caso el piñón actúa como elemento motor y la cremallera, como elemento conducido (Ver gráfico 40), así se nota la transformación de movimientos circulares en movimientos rectilíneos.

3.4 Resumen de especificaciones

TABLA II. PAR DE APRIETES (FIJACIÓN)

PAR DE APRIETE	
Elementos	Par de apriete (kg-m)
Columna y eje de la dirección asistida	1,3 -1,8
Tornillo de fijación de la columna de la dirección	3,5 -4,5
Tuerca de bloqueo del volante	3,0 -3,5
Cremallera de piñón a conjunto de articulación	3,0 -3,5
Columna y eje de dirección a junta articulada	0,4 -0,6
Caja de cremallera de dirección asistida	
Tornillo de fijación (A) de la caja de cremallera	6,0 -8,0
Tornillo de fijación (B) de la caja de cremallera Contratuerca	9,0 -11,0
de la varilla de acoplamiento	5,0 -5,5
Tuerca de fijación de la rótula del extremo de la varilla de acoplamiento al brazo del porta mangueras	1,6 -3,4
Tubo de alimentación a caja de cremallera	1,2 -1,8
Caja de cremalleras a cuerpo de la válvula	2,0 -3,0
Contratuerca del tapón de la horquilla	5,0 -7,0
Elementos	Par de apriete (kg-m)
Bomba de aceite de dirección asistida	
Bomba de aceite a manguera de presión	5,5 -6,5
Tornillo de ajuste de la bomba de aceite	
1,6	2,5 -3,3
1,8	3,5 -5,0
Tornillo de fijación de la bomba de aceite	
1,6	2,0 -2,7

1,8	3,5 -5,0
Tornillo de fijación del soporte de la bomba de aceite	
1,6	2,0 -2,7
1,8	3,5 -5,0
Manguera de dirección asistida	
Tornillo de fijación del depósito de la dirección asistida	0,9 -1,4
Tornillo de fijación de la manguera de la dirección asistida	0,8 -1,2
Tornillo de fijación del tubo de la dirección asistida	0,8 -1,2

3.5 Montaje del banco de pruebas

Una vez con todos los elementos preparados se procedió al montaje del banco de pruebas de la dirección hidráulica, cabe recalcar que fueron previamente revisados para su posterior utilización.

El ensamble del banco se lo desarrollo en el taller de la Escuela de Ingeniería Automotriz con las correspondientes medidas de seguridad a tomar.

Procedimiento:

- Primero se procedió a la construcción del bastidor en función a las medidas y parámetros establecidos en el programa de diseño SolidWorks, el mismo que fue impreso en un formato A3 para servir de guía.
- Luego se preparó la superficie del bastidor para el montaje de todos los componentes del banco de pruebas.

- Se montó la cremallera para lo cual se realizaron perforaciones tanto en los elementos de anclaje como en el bastidor, para luego ser fijada con de pernos.
- En la ubicación de la bomba hidráulica, su base de acero de 1/2 pulg tuvo que ser perforada al igual que en el bastidor para su posterior fijación con pernos.
- Se procedió a la fijación del motor eléctrico este posee una base recorrible, se tuvo que perforar en la plataforma para anclarlo con pernos.
- Se instalo el panel de control el cual fue hecho a base de un tol de metal, a este se le dio forma para que sujete los elementos de medida como los manómetros.
- Luego se ubicó el volante y columna de dirección, para lo cual se elaboró un soporte de caucho, y se dispuso de otro elemento de anclaje para que sujetara a este componente.
- Se realizó una reducción en la junta universal, pues no daba la longitud deseada para su unión con la caja de dirección, al igual que los componentes anteriores se fijó con pernos.
- Se procedió a la ubicación del control de encendido y apagado del motor eléctrico en el panel antes mencionado, para lo cual se uso pernos de sujeción.
- Se colocó el reservorio adaptándolo en la superficie asignada, al igual que en lo anterior con penos de sujeción.
- Finalmente se montó las mangueras de conducción del liquido hidráulico cada una tiene distancias asignadas para toma de lecturas de presión y

toma de lectura de temperatura del aceite hidráulico esta fueron sujetadas por medio de abrazaderas de presión para que no fugue el aceite hidráulico.

3.6 Requisitos previos de funcionamiento del equipo

- a. Primero se debe tener una fuente de energización de 110 v, para alimentar al motor para así iniciar los diferentes procedimientos.
- b. La estructura debe estar estática en una cimentación que nos proporcione condiciones de trabajo ideales, de por si la estructura absorbe las vibraciones que se producen debido a la existencia de fuerzas de inercia no equilibradas y de los correspondientes momentos resultantes.
- c. Es necesario cerciorarse de los demás elementos y accesorios, en especial el nivel de llenado del acumulador, como también que todo esté bien fijado (torques) para empezar a realizar los diferentes procedimientos.
- d. Existen en el cuerpo de la cremallera un material flexible el cual debe registrar desgaste por lo que se recomienda su cambio periódicamente, estos se hallan en número de dos, y se encargan de absorber vibraciones provocadas por el movimiento del fluido hidráulico.
- e. Una vez revisado el sistema del banco de pruebas íntegramente se puede iniciar por el cebado del sistema hidráulico debido a que en este suele quedar burbujas de aire, lo cual no permitirá registrar una lectura correcta de funcionamiento.

- f. El contactor de encendido y apagado, tiene dos posiciones ON/OFF que controla el motor, es un elemento de protección para los conductores que conforman la instalación eléctrica (Ver gráfico 41).



Gráfico 41. Contactor de encendido

- g. El sistema se encuentra apto para poder ser usado, y desarrollar cada una de las pruebas, estas se deben realizar con el asesoramiento del personal asignado, de tal manera que no exista ningún percance sobre la marcha de los ensayos, se deben seguir las instrucciones de cada guía de trabajo.

3.7 Funcionamiento

- a. Activar el pulsador de encendido el cual energiza a todo el sistema interno del motor eléctrico.
- b. Colocar la primera polea para alcanzar la primera velocidad, luego de esto proceder a retirar esta polea y colocar la segunda polea para la velocidad alta de acuerdo con la necesidad (aquí cabe destacar de que se debe hacer con mucho cuidado al cambiar de polea).

- c. Verificar las revoluciones de funcionamiento iniciales y luego del resto de acuerdo a la necesidad del operario.
- d. Controlar la temperatura de funcionamiento que proviene del sistema hidráulico.
- e. A la primera velocidad revisar el funcionamiento acorde a lo sugerido.
- f. Mover el volante de dirección de un lado a otro revisar que este tenga una movilidad aceptable.
- g. El sistema se halla provisto de una llave de paso, moverla de arriba hacia abajo antes de encender, y luego de encender con cuidado cortar el fluido por no más de 5 segundos.

3.8 Balanceo del banco de pruebas

Debido a que el banco de pruebas está sometido a la acción de una fuerza radial producida por el motor, se realiza el balanceo en el montaje del motor y la bomba hidráulica.

El balanceo del banco de pruebas de la dirección hidráulica se lo realizó considerando lo siguiente:

- Las masas del rotor (motor eléctrico) y del eje de la bomba que se han distribuido alrededor de la plataforma.
- Distancias de separación entre poleas.
- Densidad del líquido hidráulico.

- Capacidad de adherencia de la banda de transmisión y deformación.
- Si hay exceso de peso.

Fue necesario que se realizara este procedimiento para estabilizar el banco de pruebas y que no se genere una fuerza centrífuga no equilibrada que afectaría a los apoyos, se aseguró de esta manera que la rotación no generara vibraciones.

3.8.1 Desbalance estático

Existe desbalance estático cuando el exceso de peso está en el mismo plano (perpendicular al eje de rotación) que el centro de gravedad del rotor.

Para lo cual se tuvo que:

- Equilibrar los pesos sobre la estructura.
- Corregir la transmisión que no se halle en el mismo eje de rotación.
- A propósito al banco se lo expuso a una fuerza externa mayor para ver su respuesta.

Logrando de esta manera que el conjunto se desplace paralelamente al eje de rotación cumpliendo con lo propuesto.

3.8.2 Desbalance dinámico

Es frecuente en componentes con eje principal de inercia (motor eléctrico), haciendo que dicho eje no sea paralelo al eje de rotación del componente.

Para lo cual se realizó lo siguiente:

- Balancear colocando contrapesos.
- En posiciones distintas del banco de pruebas se encendió el sistema.
- El desbalance estático y dinámico es definidos por la norma ISO 1925.

3.8.3 Efectos del no-balanceo

Son algunos pero tomando en cuenta el funcionamiento de los componentes se resumió en los siguientes:

- Vibraciones periódicas del equipo
- Daños en rodamientos, bujes, chumaceras, etc.
- Fatiga en soldaduras, uniones, etc.
- Daño a sistemas eléctricos y electrónicos
- Rozamiento de rotores en cuerpos de alojamiento
- Calentamiento
- Ruido
- Daños a cimentación de maquinaria o equipo

CAPÍTULO IV

4 PRUEBAS Y ANÁLISIS

4.1 Funcionamiento del banco

El banco de pruebas del sistema permite medir el flujo y la presión al aplicar la carga a la bomba a través de las líneas hidráulicas del sistema de dirección. Una válvula de restricción, ubicada cerca del indicador de presión, se usa para restringir o abrir el flujo de aceite al sistema.

4.1.1 Recomendaciones generales

Durante el desmontaje se revisaran todos los componentes de cada sistema que conforma el banco de pruebas de la dirección hidráulica, teniendo la precaución de no dejarlos a la intemperie o de golpearlos pues afectaría su funcionamiento, si el caso lo amerita se realizaran reemplazos de algún elemento que parezca defectuoso o deteriorado.

Prestar atención a la caja de dirección por si estuvieran mellado el estriado que lo une con la columna de dirección de manera que no dificulte su rotación.

4.2 GUÍAS DE LABORATORIO

4.2.1 GUÍA N ° 1

OBSERVACIÓN Y FUNCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL BANCO DE PRUEBAS DE LA DIRECCIÓN HIDRÁULICA

1. OBJETIVOS

- Familiarizarse con los componentes del banco de ensayos.
- Inspeccionar los componentes del sistema eléctrico e hidráulico del banco didáctico.
- Identificar el funcionamiento real de operación de estos componentes.

2. HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

- Tacómetro.
- Banco de pruebas.

3. REVISIÓN TEÓRICA

Sistema hidráulico y sistema eléctrico.¹

¹ Referencia en las páginas 4-11

4. PROCEDIMIENTO

- 1) Identifique la función de cada componente del modulo de control (tablero).
- 2) Con el tacómetro, observar las revoluciones de funcionamiento en la polea del motor y de la bomba hidráulica.
- 3) Identifique y realice el esquema de conexión de los componentes del sistema de dirección hidráulica.
- 4) Reconozca y grafique la conexión eléctrica en un diagrama eléctrico
 - Plaqueta de encendido, alimentación respuesta de esta.
 - Interruptores de encendido del motor eléctrico.
- 5) Explicar el funcionamiento de los componentes del sistema hidráulico.
- 6) Reconozca y grafique los diagramas del:
 - Manómetro de baja presión
 - Manómetro de alta presión

5. REVISIÓN DE RESULTADOS

Diseñar en papel los diagramas de:

- Sistema de dirección hidráulica.
- Sistema eléctrico.
- Conexión de manómetros.
- El banco de pruebas integro.

6. CUESTIONARIO

- a. ¿Cuál es la ventaja mecánica de una dirección hidráulica asistida?
- b. ¿Qué entiende por sistema dirección EHPAS?
 - Explique las partes del sistema dirección EHPAS
 - Características de funcionamiento
 - Ventajas
- c. ¿Qué precauciones técnicas se debe tomar para tener éxito en una revisión de rutina?
- d. Enunciar los tipos de dirección hidráulica y sus características particulares.
- e. ¿Qué tipo de aceite hidráulico recomienda utilizar?

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8. BIBLIOGRAFÍA

4.2.2 GUÍA N ° 2

COLUMNA Y CAJA DE DIRECCIÓN

1. OBJETIVOS

- Realizar el desmontaje de los siguientes elementos volante, columna y caja de dirección.
- Verificar y dar el necesario mantenimiento a dichos elementos.
- Montaje de los elementos y de ser necesario hacer cambios respectivos.

2. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- Caja de llaves mm, dados mm, destornilladores, alicate.
- Aceite hidráulico dexron III ATF.
- Teflón.
- Grasa.
- Recipiente limpio.
- Gasolina.
- Tela vencedor blanco.

3. REVISIÓN TEÓRICA

Caja de la dirección columna ²

² Referencia en las páginas 32-35

4. PROCEDIMIENTO

a. Desmontaje de la columna y caja de la dirección



Gráfico 42. Almohadilla del volante

- 1) Tire de la almohadilla del volante de dirección (Ver gráfico 42) y después desmóntela girándola en sentido anti horario.
- 2) Saque la tuerca del eje de dirección.
- 3) Trace marcar de coincidencia en el volante de dirección y en el eje para que sirvan de guía en la instalación.
- 4) Desmonte el volante con la ayuda de un “ Santiago”
- 5) Afloje el perno del muñón inferior de la columna.
- 6) Desmonte las tuercas de montaje de la columna de dirección.
- 7) Retire la columna del bastidor.
- 8) Saque el fluido del tanque de aceite con una jeringa o algo similar.
- 9) Desconecte las cañerías de alta y baja presión de la caja del mecanismo de dirección.

- 10) Desconecte las cañerías de cilindro "A" y "B" de la caja del mecanismo de la dirección (Ver gráfico 43).

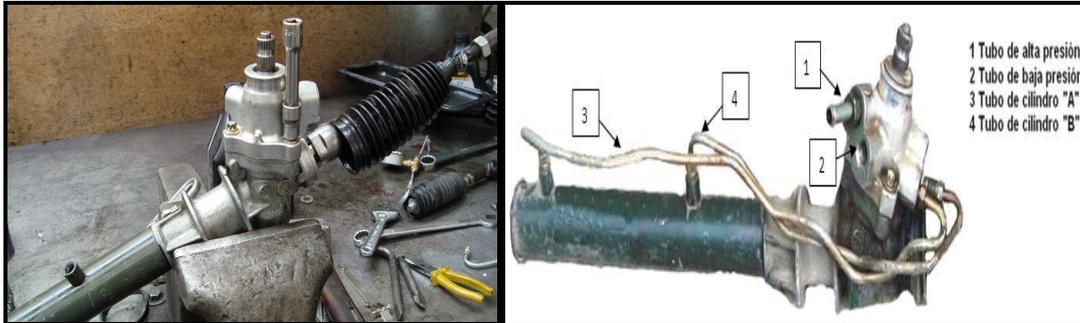


Gráfico 43. Cremallera

- 11) Desmonte los pernos de montaje de la caja del mecanismo de la dirección.
- 12) Sujete la caja de dirección en una entenalla (Ver gráfico 44).
- 13) Extraiga el conjunto del émbolo buzo de regulación de la cremallera.



Gráfico 44. Piñón cremallera y embolo

- 14) Saque los pernos hexagonales y desmonte la válvula distribuidora y el piñón.

- 15) Retire el tope de la envoltura de la cremallera (Ver gráfico 45).
- 16) Desmonte la cremallera en el sentido indicado en la figura.

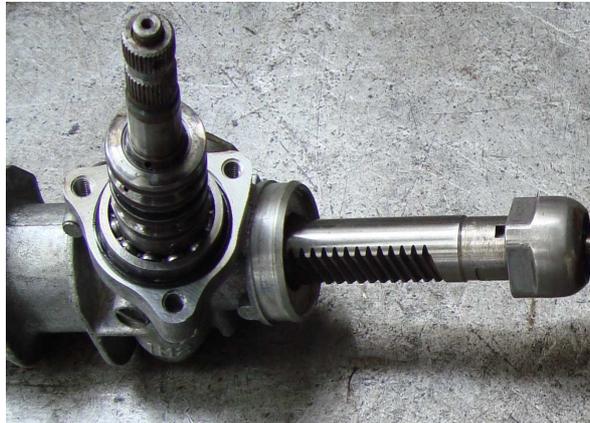


Gráfico 45. Cremallera

b. Inspección

- 1) Verificar que no existan torceduras ni deformaciones en el volante.
- 2) Comprobar que el estriado del eje de la columna esté en buen estado.
- 3) Mida la distancia “b” como se indica, b-532.5 mm.



Gráfico 46. Columna de la dirección

- 4) Revise las juntas del eje de dirección por si hay daños tales como grietas, rupturas, funcionamiento defectuoso o juego excesivo (Ver gráfico 46).
- 5) Compruebe que el eje de dirección gire con suavidad.
- 6) Revise el eje de dirección y la columna por si están doblados, agrietados o deformados.
- 7) Comprobar el descentramiento de la cremallera con la ayuda de un reloj palpador.
- 8) Verifique el estado del conjunto del émbolo buzo.
- 9) Revise los dientes del piñón y la cremallera, que no tengan desgaste o picaduras, si es necesario púlalos (Ver gráfico 47).
- 10) Revise el estado del anillo de teflón y la junta teórica de la cremallera.



Gráfico 47. Cuerpo de la caja de dirección, eje cremallera

- 11) Revise la válvula de control, debe girar con facilidad sobre el eje de la caja.

- 12) Con la caja armada haga pruebas de hermeticidad introduciendo aire comprimido por los dos lados del cilindro. Verifique la suavidad del movimiento de la cremallera.
- 13) Revise el estriado del eje de salida.
- 14) Revise las cañerías del cilindro de la caja.

NOTA: Antes del montaje se deben lavar y secar los elementos.

c. Montaje

- 1) Engrase la cremallera utilizando grasa de litio.
- 2) Monte la cremallera teniendo cuidado de no dañar el anillo de teflón de la misma. Se lo debe montar por el mismo lado que se lo desmontó para no dañar los retenes de la caja.
- 3) Coloque el tope de la envoltura de la cremallera.
- 4) Engrase el piñón.
- 5) Coloque el piñón y la válvula distribuidora. Tenga cuidado de no dañar los anillos de sellado. Verifique el buen contacto del piñón con la cremallera.
- 6) Engrase el émbolo buzo.
- 7) Monte el émbolo buzo. Verifique que la guía del émbolo se encuentre insertada en su base.
- 8) Coloque el resorte y luego el tornillo de regulación.
- 9) Asegure los pernos de la válvula distribuidora.
- 10) Conecte las cañerías del cilindro.

NOTA: Al conectar las cañerías asegúrese de colocar teflón en los neoplos y que el sellado sea correcto,

- 11) Instale la caja de dirección en el bastidor.
- 12) Conecte las cañerías de alta y baja presión de la caja de dirección.
- 13) Coloque fluido hidráulico en el reservorio y drene el sistema.
- 14) Verifique la regulación de la caja de dirección.
- 15) Inserte el muñón inferior de la columna en el eje de la caja de dirección y apriete el perno.
- 16) Coloque los pernos de sujeción de la columna.
- 17) Instale el volante de la dirección en el eje alineando las marcas de coincidencia.
- 18) Apriete la tuerca del eje de dirección al par especificado.
- 19) Instale la tapa del volante de dirección.

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

- Comparar el estado de los componentes anteriores al desarme con los actuales.
- Registrar el elemento que entro al cambio.
- Elabore un corto plan de mantenimiento para el volante, columna y caja de dirección.

6. CUESTIONARIO

- a. ¿Afecta en alguna manera el diámetro del volante de dirección? ¿Por qué?
- b. ¿Una columna retráctil en su estructura interna como se halla construida?
- c. ¿En la caja de la dirección identifique sus elementos?
- d. Explique la función de los émbolos de mando interior como exterior.
- e. Si las cañerías de alta y baja presión se colocan en sentido opuesto en la entrada de la caja de dirección. ¿Qué puede suceder?
- f. Si la regulación de la caja está demasiado ajustada o demasiado floja ¿Qué puede suceder?
- g. ¿Qué síntomas tiene el mecanismo de dirección si la válvula de limitación no funciona bien?
- h. Hable de la relación de transmisión entre piñón y cremallera. Identifique los márgenes de error y explique.
- i. En caso de dar algún tipo de problema escriba las operaciones correctivas que se deben tomar.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8. BIBLIOGRAFÍA

4.2.3 GUÍA Nº 3

BOMBA HIDRÁULICA, RESERVORIO Y CONDUCTOS

1. OBJETIVOS

- Identificar los componentes y función de la bomba de la dirección hidráulica.
- Conocer la función del reservorio y los conductos.
- Desmontar verificar y dar el necesario mantenimiento a dichos elementos para luego realizar el montaje respectivo.
- Capacitar para poder desempeñar operaciones de reparación y mantenimiento necesarias en dichos elementos.

2. EQUIPO Y HERRAMIENTAS

- Caja llaves mm y de dados mm, destornilladores, alicates.
- Aceite Dextron III ATF.
- Teflón.
- Recipiente limpio.
- Gasolina.
- Tela vencedor blanco.

3. REVISIÓN TEÓRICA

Bomba hidráulica reservorio y conductos.³

4. PROCEDIMIENTO

a. Desmontaje

- 1) Antes de desmontaje, limpie a fondo el exterior de la unidad a desmontaje se debe hacer en un área de trabajo limpia.
- 2) Colocar un recipiente en la parte inferior para poder recoger el aceite.
- 3) Desacoplar los neoplos de entrada y salida de la bomba hidráulica y dejar que salga el aceite.
- 4) Desmontar la correa.
- 5) Aflojar los pernos de sujeción inferior y de regulación superior para desmontar la bomba.
- 6) Sujetar la bomba en una entenalla.
- 7) Sacar el perno de roscada derecha de la polea.
- 8) Con la ayuda de un Santiago o mediante golpes ligeros desmontar la polea.
- 9) Desmontar la cañería de salida.
- 10) Desmontar la cañería y ductos de entrada teniendo cuidado de que no salte la válvula de control y su resorte. Retirar los anillos de caucho (Ver gráfico 48).

³ Referencia en páginas 44 y 45



Gráfico 48. Conductos, llave de paso y cañerías

- 11) Sacar la válvula de control y el resorte (Ver gráfico 49).

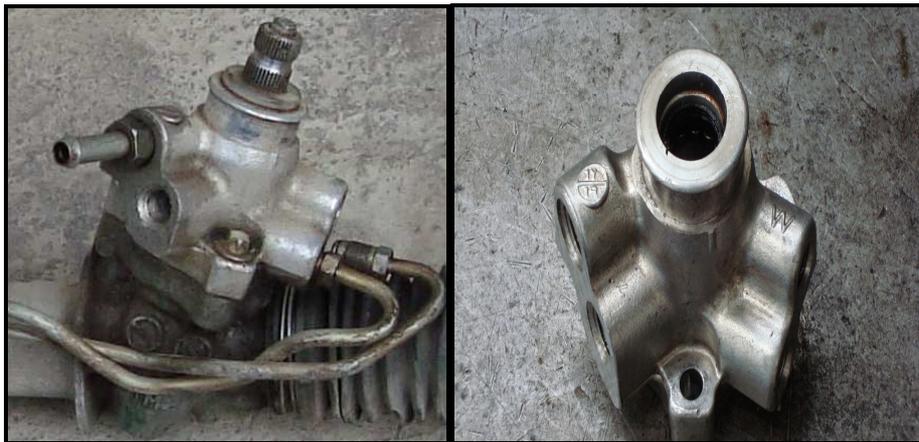


Gráfico 49. Cuerpo del cajetín de la dirección

- 12) Sacar los pernos de la carcasa y separar el conjunto de válvula del cuerpo de la bomba. Marcar con señales su posición (Ver gráfico 50).



Gráfico 50. Cuerpo de la bomba desarmada, carcasa y ducto principal

- 13) Retirar la tapa del cuerpo de la bomba. Marcar con señales su posición.
- 14) Desmontar los engranajes tomando en cuenta la ubicación de cada uno.
- 15) Desmontar los bocines de los ejes principal y secundario (Ver gráfico 51).



Gráfico 51. Cuerpo de la bomba hidráulica, fijación de ejes de sujeción

b. Inspección

- 1) Verificar el estado de las mangueras, que no tengan roturas, rajaduras o muestras de estropeo.
- 2) Comprobar que no existan fugas de aceite por las uniones de los neplos (con el conjunto armado).
- 3) Observar que no existan fugas de aceite por el reservorio.
- 4) Comprobar el sellado de la tapa del reservorio.
- 5) Cerciorarse del buen estado de los anillos de caucho de la bomba.
- 6) Cerciorarse del buen estado del empaque de caucho del conjunto de la válvula de control.
- 7) Verificar la condición de los dientes de los engranajes.
- 8) Observar que no se encuentren rayados los bocines de los ejes de la bomba hidráulica.
- 9) Comprobar que se encuentre en buen estado el retén de la tapa del cuerpo de la bomba.
- 10) Verificar las medidas del resorte de la válvula de control.
- 11) Verificar el filtro de la válvula de control.

c. Montaje

NOTA: Antes de realizar el montaje, limpiar bien todos los elementos y lubricarlos con aceite hidráulico, en los neplos colocar teflón.

- 1) Colocar los bocines de los ejes en sus guías.
- 2) Montar los engranajes tomando en cuenta la ubicación de cada uno.
- 3) Colocar la tapa del cuerpo de la bomba de acuerdo a las guías y señales. Instalar el empaque de caucho.
- 4) Acoplar el conjunto de la válvula de control al cuerpo de la bomba. Tomar en cuenta las señales marcadas. Instalar el empaque de caucho.
- 5) Enroscar los pernos de la carcasa.
- 6) Instalar la válvula de control y su resorte.
- 7) Montar la cañería y ducto de entrada. Colocar los anillos de caucho.
- 8) Montar la cañería de salida. Colocar el anillo de caucho.
- 9) Colocar la polea de la bomba.
- 10) Sujetar la bomba en el bastidor del módulo didáctico.
- 11) Colocar la polea y regularla.
- 12) Conectar los neoprenos de entrada y salida de la bomba hidráulica.
- 13) Colocar el aceite y drenar el sistema.

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Graficar en corte lo siguiente:

- Manguera de alta presión
- Bomba hidráulica
- Válvula de control

Realice un cuadro de mantenimiento de conductos, reservorio y bomba de dirección hidráulica.

6. CUESTIONARIO

- a. ¿Cuántos tipos de conductos se han utilizado?
- b. ¿Diga la estructura interna de qué están fabricados los conductos?
- c. ¿Cuál es la función del reservorio y su tapa?
- d. ¿Explique con razones técnicas la función de las placas internas que dividen al reservorio, alturas de succión y descarga?
- e. ¿Pueden invertirse la posición de los engranajes en la bomba hidráulica? ¿Diga el efecto que tendría?
- f. ¿Para qué sirven los canales que tienen internamente los ejes de la bomba?

4.2.4 GUÍA Nº 4

DIRECCIÓN HIDRÁULICA POR CREMALLERA

1. OBJETIVOS

- Realizar la verificación o control del sistema de dirección hidráulica con cremallera bajo diferentes condiciones de funcionamiento.
- Realizar curvas de funcionamiento.

2. EQUIPO Y HERRAMIENTAS

- Caja de llaves mm, dados mm y destornilladores.
- Aceite Dextron II ATF.
- Teflón.
- Recipiente limpio.
- Tela vencedor blanco.

3. REVISIÓN TEÓRICA

Dirección hidráulica por cremallera.⁴

⁴ Referencia en las páginas 20 a la 29 - 42 y 43

4. PROCEDIMIENTO



Gráfico 52. Funcionamiento del sistema hidráulico

a. Desmontaje

- 1) Con el equipo funcionando y el fluido hidráulico estabilizado a través de las cañerías de la cremallera se observara lo siguiente:
- 2) Al colocar en posición extrema (derecha o izquierda), al volante se debe observar el manómetro que se halla en la cañería de alta de la dirección (Ver gráfico 52).
- 3) Con cada movimiento del volante se identifica (en los puntos de aplicación) la presión de trabajo del banco de pruebas con los siguientes parámetros.

(Ver tabla 3):

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

a) *Con el volante en movimiento normal.*

TABLA III. VALORES NOMINALES POSICIÓN NORMAL DEL VOLANTE

RPM	Alta Pres	Baja presión (psi)
1420		
3520		

Baja Presión (psi)

b) *Con el volante en posición extrema (Ver tabla 4).*

TABLA IV. VALORES NOMINALES POSICIÓN EXTREMA DEL VOLANTE

RPM	Alta presión (psi)	Baja presión (psi)
1420		
3520		

c) *Con el volante en movimiento normal (Alta Presión) (Ver las tablas 5 y 6).*

TABLA V. COMPORTAMIENTO (ALTA PRESIÓN) VOLANTE POSICIÓN NORMAL

P (psi)	1500				
	1250				
	1000				
	750				
	500				
	250				
0					
3520	1000	2000	3000	4000	V (rpm)

d) *Con el volante en posición extrema. (Alta Presión)*

TABLA VI. COMPORTAMIENTO (ALTA PRESIÓN) VOLANTE POSICIÓN EXTREMA

P (psi)	3000				
	2500				
	2000				
	1500				
	1000				
	500				
	0				
3520	1000	2000	3000	4000V (rpm)	

6. CUESTIONARIO

- a. ¿Según el comportamiento observado en el sistema cuáles son sus apreciaciones?
- b. ¿A qué conclusión llega luego de esta práctica de acuerdo a las graficas de presión-velocidad?
- c. ¿Cuál es el valor nominal de la presión de envío al curvar el volante?
- d. ¿Revisar en manuales de vehículos relacionar y comparar con los valores obtenidos?

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8. BIBLIOGRAFÍA

4.3 Identificación de los puntos de medición

Existen puntos de medición del banco de pruebas de la dirección hidráulica el primero se encuentra entre la bomba de la dirección y la caja de la dirección hidráulica aquí con la ayuda de una válvula de abertura y cierre de flujo, obtenemos la lectura de presión de la bomba hidráulica. El segundo punto de medición se halla ubicado en la línea de alta presión de la caja de la dirección, aquí obtenemos lecturas de presión en dos fases de trabajo los cuales fueron preestablecidos.

Tomando en cuenta lo siguiente:

- A velocidad baja se necesita un par mayor, si la dirección genera más asistencia, la manipulación o aplicación de fuerza sobre el volante resulta en un esfuerzo pequeño, por el contrario a velocidades mayores se aplica un par menor haciendo una dirección dura por lo que se deberá hacer un esfuerzo mayor.
- Los niveles de asistencia bajos obligará al operador a un mayor esfuerzo, generalmente resultando en una manipulación más incómoda o cansada. Por lo contrario niveles de asistencia mayores obligarán al operario a esfuerzos menores, pero conlleva una dirección más sensible.

4.4 Observaciones

- Es posible que exista partículas de aire circulando por el sistema hidráulico, para lo cual simplemente se debe poner en marcha el motor, una vez realizado este proceso por unos minutos la presión generada por la bomba

logrará vaciar dichas partículas, esto se detallara en el mantenimiento del banco de pruebas de la dirección hidráulica.

- Al momento de terminar las pruebas en el banco de dirección hidráulico con el motor funcionando revisar el nivel de fluido.
- Si se completa el líquido al máx., al colocar el líquido hidráulico al MAX no pasa nada, al contrario así se podrá ver si tiene fugas pues se mirara el depósito vacío o que baje, puede suceder algo si no tiene el suficiente o líquido hidráulico. El nivel de aceite sólo es válido si se ha enroscado previamente el tapón. El nivel se debe encontrar en la zona –A-.
- El fluido correcto la mayoría de los sistemas recomiendan ATF Dexron III. Algunos utilizan un fluido especial para la dirección (parecido al Dexron III en comportamiento). NINGÚN sistema debería tener ATF Tipo A, no tiene el índice de viscosidad necesario para que funcione la bomba hidráulica cuando se calienta (ciudad, montañas, etc.) y no tiene las propiedades anti-desgastes ni anti-espuma requeridas.
- Mantener el nivel de fluido correcto, en frío debería estar en la línea más baja y cuando el fluido está caliente debería llegar a la línea superior. Nunca debe sobrepasar las líneas límites.
- Mantener el fluido limpio y seco cuando se oscurece, hay que cambiarlo. Un fluido oscuro está contaminado u oxidado. Causará desgaste de la bomba. El fluido ATF Dexron III debe ser rojo transparente y brillante.
- Dirección requiere engrase y revisión de vez en cuando. Cuando “hala” hacia un lado, hay que alinearlos correctamente. El uso de estas grasas acorta la vida útil de los elementos de la dirección.

4.5 MANTENIMIENTO DEL BANCO DE PRUEBAS

- Este banco de pruebas de dirección hidráulica como se ha dicho anteriormente se considera de bajo mantenimiento, a pesar de esto debe ser sometidos a inspecciones periódicas, en sus componentes tales como juntas de bola (terminales y rótulas), guardapolvos, nivel de fluidos de la bomba, reposición y/o reemplazo del fluido de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, mangueras, correas de impulsión de la bomba, etc.
- Es recomendable la inspección en busca de posibles fugas de fluido que delata el deterioro del sistema.
- Se puede cambiar el líquido del circuito de la dirección bien porque lo hemos perdido debido a una fuga, o voluntariamente para un mejor mantenimiento.
- Para cambiar el líquido de la dirección primero hay que vaciar el líquido que está en su circuito antes de proceder al llenado con líquido nuevo debido a que el banco de pruebas no se va a encontrar siempre funcionando se estima un aproximado en horas de trabajo en las cuales se debe realizar el cambio de líquido hidráulico que es de 500 horas de funcionamiento.
- Para el vaciado desconectar el tubo de baja presión (tubería de retorno) del depósito y recuperar el líquido usado en un recipiente para su reciclaje ya que este líquido es contaminante. Arrancar el motor (mantenerlo funcionando durante muy pocos segundos). Maniobrar lentamente el volante de dirección de tope a tope hasta que salga todo el líquido y parar a continuación el motor.

- Para llenar el depósito con el líquido recomendado. Arrancar el motor y dejarlo por unos minutos. Cuando comience a salir líquido por la tubería de retorno, parar el motor. Realizar varias veces la operación de llenado del depósito, de arranque y de paro del motor hasta que el líquido salga sin burbujas por el tubo (Tubería de retorno).
- Verificar el nivel correcto del líquido en el depósito. Si es necesario, rellenar. Arrancar el motor y dejarlo girar por unos minutos. Maniobrar el volante de dirección de tope a tope manteniéndolo de 2 a 3 segundos en cada extremo.

Verificar que el líquido no haga espuma, no se emulsiona y que el nivel no sobrepasa el máximo en el depósito. Medir el nivel de líquido en el depósito volviendo a parar el motor. El nivel no debe subir más de 5 mm con relación al nivel con motor en marcha.

- Desempalmar las tuberías hidráulicas de la válvula distribuidora y evitar que se derrame el líquido. Mover lentamente la dirección (con motor parado) de tope a tope y esperar que acabe de salir el líquido. Desprender el tubo de aspiración de la bomba de asistencia de dirección hasta que salga todo el líquido, y después empalmarlo de nuevo. La grasa se puede aplicar a los anillos o y a los sellos, substituir todas las juntas, sellos y anillos.
- Revisar de forma periódica todos los elementos de su sistema
- Selecciona las herramientas necesarias para realizar el trabajo.
- Desmonta y cambia las elementos necesarias del sistema de dirección, considerando los procedimientos y normas de calidad establecidos.
- Revisa la caja hidráulica y realiza el cambio de los elementos necesarios, considerando los procedimientos y parámetros establecidos.

- Realiza el montaje del sistema de dirección, de acuerdo a los procedimientos y parámetros establecidos.
- Realiza el purgado de la caja hidráulica, utilizando el tipo de aceite recomendado, considerando los parámetros y procedimientos técnicos establecidos.
- Realiza correctamente el alineamiento de dirección y balanceo, considerando los parámetros de regulación y procedimientos técnicos establecidos.
- En la barra de dirección los elementos que más se deterioran son los extremos de dirección, la cremallera de dirección y los bujes de guía de la barra.
- En la columna de dirección revisar el piñón de dirección.
- En el sistema hidráulico para direcciones comprobar que la presión de la bomba es la correcta y que no se producen fugas en el circuito.
- Verificar con el vehículo en marcha que los elementos de la dirección (ya sea mecánica o asistida) funcionan correctamente.
- Si la dirección se vuelve dura, inestable o si hace ruidos extraños, realizar una revisión completa antes de que los daños sean mayores a pesar de que es material didáctico.
- Aplicar las medidas de seguridad establecidas.

CAPÍTULO V

5 ANÁLISIS DE COSTOS

5.1 Análisis de costos

El costo del proyecto ha sido debidamente analizado (Ver tabla 8), a continuación se detalla el desglose de los gastos realizados:

TABLA VII. PROPÓSITO DEL ANÁLISIS ECONÓMICO

Propósito	Ventaja	Costo	Beneficio	Qué pasa si no se hace
Elaboración de un banco de pruebas de la dirección hidráulica por cremallera.	El banco de pruebas, servirá como instrumento de prácticas para los alumnos de esta escuela.	\$ 2,500.00	Existirá relación entre práctica y teoría, contribuyendo de esta manera a un mejor entendimiento por parte de los alumnos.	Imposibilitaría el normal desenvolvimiento por parte del estudiante, limitando el nivel de sus conocimientos.

5.2 Costos directos

El costo directo para el desarrollo de la tesis se detalla en la tabla 8 a continuación:

TABLA VIII. ANÁLISIS DE COSTOS DE MATERIALES

RECURSOS MATERIALES	Cantidad	Valor (\$)
Elementos dirección:		
Piñón-cremallera (cajetín)	1	120
Bomba de la dirección.	1	450
Reservorio	1	40
Sistema hidráulico		
Mangueras	5 m	20
Cañerías	2	50
Acoples	9	120
Adaptaciones	4	25
Abrazaderas	8	4
Llave de paso 1/2 plg	1	8
Orins	6	4
Teflón	3	1.50
Elementos de medición		
Manómetros	3	150
Medidor de temperatura	1	40
Sistema mecánico		
Volante de dirección	1	80
Juntas universales	2	30

Poleas	2	55
Banda de transmisión	1	9
Ruedas directrices	4	15
Modificaciones	8	80
Tornillos, tuercas y tornillos	50	45
Soporte:		
Elementos de unión (ángulos).	4	65
Lamina de acero	1 (1/4 plg)	15
Electrodos	3 lb	4.5
Tablero del banco	1	40
Pintura	3	15

Tabla IX. ANÁLISIS DE COSTOS DE ELEMENTOS DE MANDO

Elementos de puesta a marcha, mando y control:		
Motor eléctrico	2	350
Breaker LG	1	11
Cable	5 m	6
Enchufe industrial	1	2

Tabla X. ANÁLISIS DE COSTOS DE MANO DE OBRA

Recursos humanos		
Mano de obra	---	200
Asesoría técnica	---	---

5.3 Costos indirectos

Estos forman parte de la elaboración del proyecto (Ver tabla 11).

TABLA XI. COSTOS INDIRECTOS

	Cantidad	Valor (\$)
Papelería		
Papel	4 Resmas	104
Folders	10	3
Empastado		
Viajes		
Pasajes	---	70
Estadías	---	40
Gasto por encomienda	4	20
Otros		
Impresiones	---	35
Internet	---	20
Llamadas	---	18
Copias	---	30
	TOTAL	337

CAPÍTULO VI

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Se cumplió con el objetivo principal de la implementación del banco de pruebas, con un resultado satisfactorio.
- Se investigó acerca de la hidráulica y de la dirección (piñón cremallera), reforzando la base teórica.
- La implementación tomo un tiempo prudencial para su finalización a pesar de inconvenientes que aparecieron en el transcurso.
- Durante la evaluación de las guías asignadas se observó el comportamiento del sistema, y se tomo en cuenta detalles como reajustes y centramiento.
- Se gastó una determinada cantidad de recursos económicos para la conclusión del proyecto sin embargo no fueron suficientes.

6.2 Recomendaciones.

- a. Usar aceite de las especificaciones y cantidad recomendada.
- b. Calentar previamente el sistema hidráulico, antes de aplicarle carga.
- c. Verificar las posibles fugas de aceite por mangueras, cilindros, empaquetaduras, etc.
- d. Practicar el lavado del sistema hidráulico, de acuerdo a los métodos recomendados.
- e. Informar de cualquier anomalía en el funcionamiento del sistema hidráulico.
- f. Verificar periódicamente o cuando se requiera, la máxima presión del sistema usando instrumentos y personal especializado.
- g. Los implementos cuando no sean usados deberán permanecer sin ningún tipo de movimiento en lo posible reposo.
- h. Si el aceite está caliente, hay que tener cuidado al destapar el depósito pues se encuentra a presión.
- i. Usar mangueras, terminales, etc., de resistencia garantizada por el fabricante.
- j. Recordar que el enemigo número uno del sistema hidráulico es la suciedad.