



ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

ESPE - LATACUNGA

CARRERA DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ

PROYECTO DE GRADO

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE
SEGURIDAD PARA LA DIRECCIÓN HIDRÁULICA
DE UN AUTOBÚS MERCEDES BENZ OF1318**

REALIZADO POR:

MARCELO GONZALEZ

LATACUNGA – ECUADOR

2004

CERTIFICACIÓN

CERTIFICO QUE EL PRESENTE TRABAJO TEORICO PRÁCTICO FUE REALIZADO EN SU TOTALIDAD POR EL SEÑOR MARCELO EDUARDO GONZALEZ TORRES, EGRESADO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ, BAJO MI DIRECCIÓN Y CODIRECCIÓN.

ING. JUAN CASTRO
DIRECTOR

ING. GERMAN ERAZO
CODIRECTOR

DEDICATORIA

A DIOS, MI HIJA, ESPOSA, PADRES Y HERMANOS QUE ME HAN BRINDADO SU APOYO EN TODO MOMENTO DÁNDOME FUERZAS PARA CUMPLIR CON LAS METAS DE UNA PARTE DE MI VIDA.

AGRADECIMIENTO

A Dios que a pesar de todas mis desventuras ha sabido ayudarme y guiarme por el buen camino con su protección divina.

A mi hija y esposa que a pesar de los contratiempos que conlleva estar lejos de la familia han permanecido conmigo en buenas y malas dándome su apoyo.

A mis padres que a pesar de la distancia supieron confiar en mí y esperar con ansias el objetivo de su existencia, dejar a sus hijos un legado de educación.

A mi director, Ing. Juan Castro y codirector, Ing. Germán Erazo y demás profesores de la universidad por ser amigos y compartir en todo momento penas y alegrías, gracias a su calidad humana por impartir el desarrollo de la juventud.

INDICE

CONTENIDO	PAGINA
I.- DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD PARA LA DIRECCIÓN HIDRÁULICA DE UN AUTOBÚS MERCEDES BENZ OF1318	
1.1. Introducción	1
1.2. Antecedentes	1
1.3. Justificación	2
1.4. Objetivos	3
1.5. Misión	3
1.6. Visión	4
II.- ESTUDIO DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN HIDRÁULICA	
2.1 Definiciones básicas	5
2.2 Clasificación general de las direcciones hidráulicas	9
2.2.1 Servo dirección, dirección asistida	10
2.2.4 Cilindro de dirección	12
2.2.4.1 Varillaje de dirección con cilindro hidráulico incorporado	13
2.2.4.2 Varillaje de dirección con cilindro hidráulico separado	14
2.3 Estudio del aceite durante el trabajo	15
2.3.1 Generalidades	15
2.3.2 Hacer un muestreo para 15 y 30 días de trabajo	18
2.3.3 Determinación de la viscosidad	19
III.- SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN HIDRAULICA	
3.1 Análisis del sistema de dirección del vehículo	21
3.1.1 Vehículo marchando en línea recta	23
3.1.2 Vehículo en condiciones de giro a la derecha	23
3.1.3 Vehículo en condiciones de giro a la izquierda	25
3.2 Componentes actuales del sistema	26
3.3 Recursos disponibles para la adaptación	26
3.3.2 Tuberías	27

3.3.3 Mangueras	28
3.3.4 Acoples	30

IV.- DISEÑO Y SELECCION DEL SISTEMA AUXILIAR

4.1 Sistemas auxiliares	35
4.1.1 Sistema con acumulador hidráulico	35
4.1.8 Condiciones de servicio	43
4.2 Grupo motor electro hidráulico	46
4.2.1 Cables del circuito	49
4.3 Acople de motor eléctrico a la bomba de dirección	50
4.4 Selección del sistema	53

V.- CONSTRUCCIÓN Y ADAPTACIÓN

5.1 Componentes	55
5.1.1 Depósito	55
5.1.2 Bomba de dirección	57
5.1.2.1 Regulador de caudal y presión	60
5.1.2.2 Posición de la bomba	65
5.2 Manómetro de presión con glicerina de ¼"	67
5.3 Válvulas anti retorno de ¼"	69
5.4 T de conexión	70
5.5 Cruz de conexión	70
5.6 Mangueras	71
5.7 Neplos	73
5.8 Llaves de cierre	73
5.9 Sistema eléctrico	74
5.10 Grupo motor electro hidráulico	74
5.11 Cálculos de diseño	75
5.12 proceso de montaje	85
5.12 proceso de instalación	91

VI.- PRUEBAS	
6.1 Pruebas de presión	97
6.2 Pruebas con la bomba hidráulica en funcionamiento	100
6.3 Pruebas con el grupo motor en funcionamiento	102
VII.- MANTENIMIENTO Y NORMAS DE SEGURIDAD	
7.1 Planes de mantenimiento	104
7.1.1 Preventivo	104
7.1.2 Puntos de fugas en dirección de potencia	104
7.1.3 Puntos de fuga del sistema de dirección hidráulica	105
7.1.3.1 Juego de la dirección	106
7.1.4 Servicio a las mangueras	107
7.1.5 Correctivo	110
7.2 Normas de seguridad	111
VIII.- ANÁLISIS ECONOMICO	
8.1 Financiamiento	115
8.2 Ingresos y egresos	115
8.3 Gastos y costos	116
8.4 Recuperación de la inversión	117
IX.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
9.1 Conclusiones	119
9.2 Recomendaciones	120
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

I.- DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD PARA LA DIRECCIÓN HIDRÁULICA DE UN AUTOBÚS MERCEDES BENZ OF1318

1.1.- INTRODUCCIÓN.

En la actualidad todos los vehículos livianos o pesados constan de una dirección suave y segura la cual permite un mejor manejo del automotor ante cualquier eventualidad, ya que disponen de dispositivos electrónicos que regulan su funcionamiento.

Nuestro estudio se basa en un autobús Mercedes Benz OF 1318, con año de fabricación de 1994, con un motor OM 366 A, una caja de dirección ZF 8063, la cual esta en funcionamiento pero requiere de un sistema de seguridad que actúe en el instante que el sistema de dirección deje de recibir presión por parte de la bomba hidráulica, para que la dirección sea mas estable y segura.

1.2.- ANTECEDENTES.

La formación profesional que se ha impartido en la Carrera en Ingeniería Automotriz, se ve reflejada en los nuevos conceptos de mantenimiento, adaptación y repotenciación de los sistemas automotrices, en el área de seguridad pasiva empleando la electrónica, hidráulica, electricidad y la mecánica.

En la ciudad de Latacunga se encuentra ubicada la Escuela Politécnica del Ejército en la cual la Carrera de Ingeniería automotriz, proporciona el uso de sus herramientas y software para desarrollar sistemas que optimicen el funcionamiento de cualquier componente del vehículo.

El sistema de conjunto de dirección hidráulica del autobús esta compuesto por diversos componentes los cuales permiten el giro normal de la dirección del vehículo cuando el motor esta encendido.

Todos tenemos derecho a que nuestro vehículo tenga un periodo de vida útil más larga y por ende sentirnos seguros al viajar en este vehículo por lo tanto la optimización de funcionamiento del sistema de dirección hidráulica es indispensable.

1.3.- JUSTIFICACIÓN.

Es imperativo la optimización del sistema de dirección hidráulica del autobús en vista de la seguridad de los ocupantes y la preservación de los elementos mecánicos.

La mayoría de los autobuses tienen la particularidad de que al apagar el motor, la dirección se pone dura y no hay manera de hacerla girar, lo cual puede llevar a los ocupantes hacia un accidente de muerte y daños al autobús.

La carencia de un sistema de seguridad en la dirección hidráulica cuando el motor se ha apagado a generado muchos accidentes por falta de la adaptación de nuevos componentes, los cuales deben ser realizados por personal capacitado en el área de hidráulica.

Este sistema favorece al desarrollo de las nuevas tendencias en seguridad y mantiene siempre o momentáneamente operable la dirección hidráulica del autobús.

1.4.- OBJETIVOS.

- ☒ Desarrollar un proyecto de adaptación y optimización de la dirección hidráulica con el fin de que este sea operable y puesto en funcionamiento en un autobús.
- ☒ Verificar las diferentes presiones a la que trabaja la dirección hidráulica.
- ☒ Comprobar el funcionamiento de los componentes activos del sistema.
- ☒ Establecer las herramientas y equipo que vamos a utilizar para la adaptación y optimización de la dirección hidráulica.
- ☒ Comprobar que los implementos utilizados sean factibles de adaptar y accesibles de conseguir.
- ☒ Determinar al menos tres sistemas de seguridad y escoger de las tres opciones, la mejor.
- ☒ Seleccionar los componentes hidráulicos del sistema auxiliar.
- ☒ Realizar pruebas de funcionamiento en el autobús.¹

1.5.- MISIÓN.

- ☒ Lograr que el sistema activo de seguridad implementado en el vehículo funcione correctamente, llenando las expectativas de funcionamiento.
- ☒ Permitir que los sistemas de aviso de presión en la dirección, hagan reaccionar al conductor a activar el sistema por la seguridad de los pasajeros y del vehículo.
- ☒ Comprobar en todo momento que la presión en el sistema es el correcto, ya que los manómetros estarán en la parte superior del panel de instrumentos.
- ☒ Complementar nociones básicas de hidráulica basándose en el funcionamiento de la bomba hidráulica, el acumulador de presión y los dispositivos de medición.

¹ Gerencia de planeamiento de producto y asistencia técnica. Manual de Operación OF1318. Pág. 73. Mercedes Benz S.A. Brasil. 10/1993. 118 Págs

1.6.- VISIÓN.

- ☐ Solucionar el problema de la dirección dura cuando el motor del autobús se apague o la banda que acciona la bomba hidráulica se rompa y esta deje de funcionar.
- ☐ Conseguir una nueva plaza de trabajo en lo que se refiere en adaptaciones específicas en autobuses de tecnología anteriores.
- ☐ Crear planes de mantenimiento periódico al autobús para comprobar la eficiencia y duración con la que este nuevo sistema funciona.

II.- ESTUDIO DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN HIDRÁULICA

2.1.- DEFINICIONES BÁSICAS.

Todo tipo de mecanismo de dirección debe poseer las cualidades de precisión y que sea fácil de manejar, así como que las ruedas retornen a su posición central una vez que se haya completado la curva, con los sistemas de dirección hidráulica este proceso es más rápido, seguro y de menos esfuerzo.

Algunos modelos disponen de un sistema en que la columna de la dirección es ajustable, tanto en altura por ser telescópica como en inclinación brindando ergonomía al conductor.

La palabra hidráulica se deriva de las palabras griegas **hydros**, que significa agua, y **aulis**, que significa caño o tubo. Las razones evidentes por la que se ha aceptado los sistemas hidráulicos de preferencia a los mecánicos o eléctricos para transmitir y multiplicar potencia son:²

- 1) Movilidad.
- 2) Sencillez de control.
- 3) Flexibilidad extrema para colocarlos con respecto a las fuentes de energía.
- 4) Amplia variedad de velocidad y fuerza.
- 5) Reducción del desgaste de los componentes de movimiento controlando la aceleración y deceleración.
- 6) Limitación automática de la presión en las sobrecargas.
- 7) Vibración limitada.
- 8) Lubricación automática.

La *hidrodinámica* es la ciencia de los líquidos en movimiento.

La *hidrostática* es la ciencia de los líquidos bajo presión.

² C. MATAIX. Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas. Pág. 52. Harla. 2^{da} edición. México. 1982. 660 págs.

En unidades métricas el *volumen* ϵ se expresa en cm^3 y mm^3 o *L*. Para calcular el volumen de un cilindro, debe multiplicarse el área de la base por la altura o longitud.

$$V = R^2 * 3.14 * H$$

El movimiento de los líquidos tienen características indispensables como: velocidad, presión y rozamiento. Todo trabajo requiere energía y la energía produce trabajo. La energía, por lo que toca a la hidráulica tiene tres clasificaciones:

1. Energía potencial.
2. Energía cinética.
3. Energía térmica.

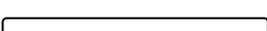
La **energía potencial** puede describirse como energía almacenada, capaz de hacer trabajo cuando se libera. Siempre esta en forma estática.

La **energía cinética** es energía en movimiento. Cuanto mayor es la velocidad, mayor es la energía cinética.

La **energía térmica** es el resultado de la energía cinética y en un sistema hidráulico, resulta en una pérdida de energía.

Cuando se convierte en factor la velocidad del movimiento de un líquido, tres factores se oponen a este movimiento; ellos son: rozamiento, viscosidad e inercia. No existe ley sencilla que rijan la relación entre ellos y los tres factores estáticos: presión atmosférica, gravedad y fuerza aplicada.

Al transmitir presión aplicada en un fluido incompresible en todas las direcciones, el mismo actúa con fuerza igual en áreas iguales, pero sus presiones se diferencian con colores en base a sus presiones.³

	Rojo	Presión del sistema u operación
	Azul	Flujo de escape
	Verde	Admisión o purgado
	Amarillo	Flujo de medición
	Anaranjado	Presión de carga o presión piloto
	Violeta	Presión intensificada
	Blanco	Fluido inactivo

PRINCIPIO DE BERNOULLI

La presión estática de un líquido en movimiento varía inversamente con la velocidad o al aumentar la velocidad, la presión disminuye o cuando la velocidad disminuye, la presión aumenta (fig. 2.1).

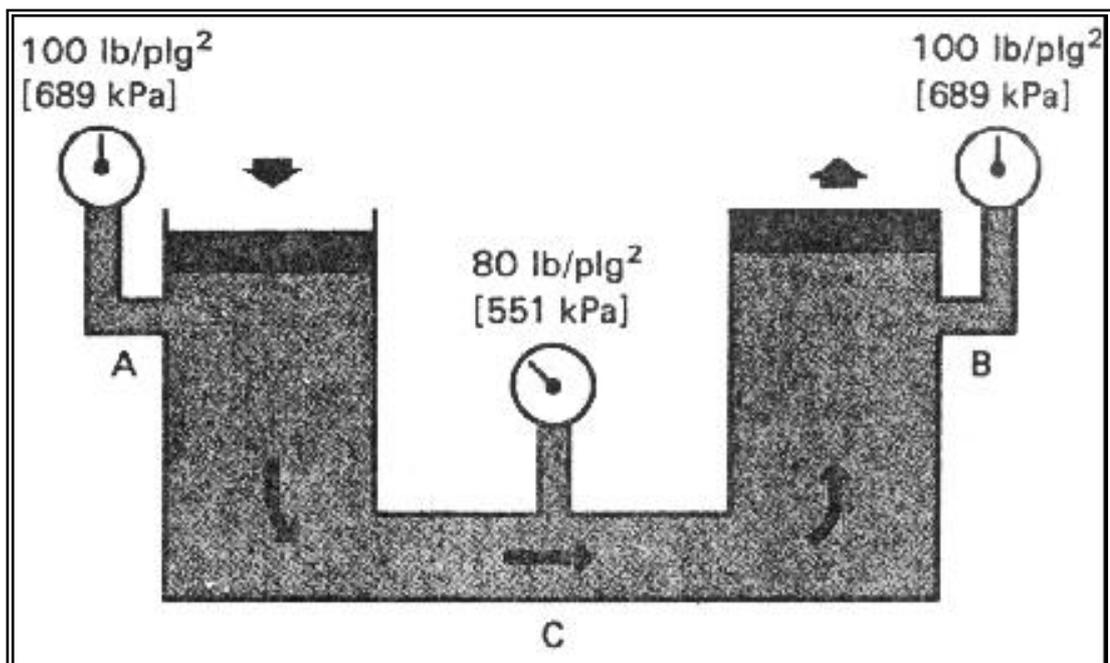


FIGURA 2.1 RELACIÓN ENTRE LA VELOCIDAD Y LA PRESION

³ E. SCHULZ; Equipo Diesel I, Lubricación, Hidráulica, Frenos, Ruedas. Pág. 32. CECSA. México. 1985. 494 págs.

La velocidad es la distancia recorrida en la unidad de tiempo por un liquido, se expresa en m/s. En la figura se muestran los efectos del rozamiento y de la velocidad en la presión. Bernoulli probó que la presión en B debe ser menor que en A por que la velocidad en B significa un aumento en energía cinética. En A la energía cinética extra se ha convertido de nuevo en presión. Si no hubiera pérdidas por rozamiento (energía calorífica), la presión en B sería igual (fig. 2.2).

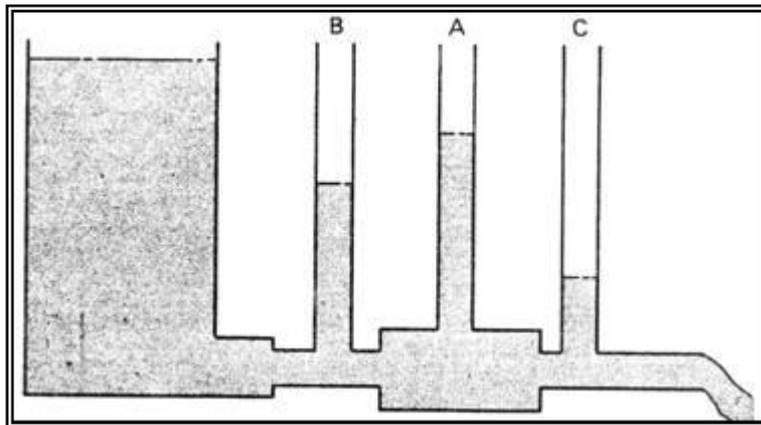


FIGURA 2.2 EFECTOS DE ROZAMIENTO Y VELOCIDAD EN LA PRESION

La geometría de la dirección proporciona el movimiento de las ruedas delanteras con el fin de orientar la trayectoria de la marcha del vehículo. La disposición de las ruedas busca una conducción con manejo suave y maniobrable de la dirección, perfectos asentamientos, giro y un desgaste igual en todas partes de la banda, estas figuras geométricas adoptadas por las ruedas constituyen primordialmente unos ángulos denominados sucesivamente “**Caster**, ángulo del avance del pivote”, “**Camber**, ángulo de caída”, “**Outward slant**, ángulo de salida del pivote”, “**Toe in**, convergencia”, “**Toe out**, divergencia”.⁴

La seguridad debe reunir una serie de cualidades que le permita ser capaz de ofrecer:

⁴ J. LÓPEZ. Manual práctico del automóvil “Dirección, frenos y carrocería”. Pág. 733. Vol. 4. Cultural. Madrid. 1999. 185 págs.

- ☞ Seguridad activa.
 - ☞ Seguridad pasiva.
 - ☞ Comodidad.
 - ☞ Suavidad.
 - ☞ Precisión.
 - ☞ Facilidad de manejo.
 - ☞ Estabilidad.

También han de tenerse en cuenta los factores de peso propio del vehículo, así como la gran superficie de contacto de los neumáticos basándose en su presión de inflado. Todas estas fuerzas de rozamiento necesitaran del desarrollo de diferentes mecanismos de dirección que permitan una conducción mas suave.

Los órganos que intervienen en la dirección han de ser robustos de construcción y con los ajustes precisos, en el volante, el eje de la columna de la dirección, el mecanismo y la tirantería de la dirección.

2.2.- CLASIFICACIÓN GENERAL DE LAS DIRECCIONES HIDRÁULICAS.

En la actualidad, muchos vehículos livianos y pesados tienen sistemas de dirección hidráulica ya que estos reducen en gran manera el esfuerzo de girar el volante, facilitando las maniobras a baja velocidad, tienen la ventaja de que a medida que aumenta la velocidad el vehículo, la dirección se endurece, a fin de que siempre se pueda tener el control direccional por

sensibilidad, en base a esto se clasificaran algunos tipos de direcciones hidráulicas.

2.2.1.- Servo-dirección o dirección asistida.

Estos sistemas emplean un fluido hidráulico o aceites ligeros con antiespumante, los cuales llegan a presión movidos por medio de una bomba accionada por el motor y abastecida por un depósito independiente, (fig. 2.3).

La presión que se aplica sobre el pistón depende de la fuerza que se aplique al volante. Los elementos del sistema son: una bomba hidráulica, válvula de regulación, cilindro de asistencia y tuberías de conexión.



FIGURA 2.3 DIRECCIÓN ASISTIDA HIDRAULICA

Cuando la dirección esta en su punto muerto central, no se hace accionar en ninguna dirección, el fluido hidráulico atraviesa dos orificios de iguales dimensiones, ejerciendo la misma presión contra las dos caras de un pistón, el cual va unido al mecanismo de la dirección.

Cuando el volante gira, se acciona un distribuidor del tipo de corredera que cierra uno de los orificios dejando el otro abierto. Esto provoca que el fluido a presión actúe contra una de las caras del pistón, desplazándolo y por lo tanto ayudando al mecanismo a orientar las ruedas en el sentido deseado.

2.2.2.- La fuente de energía.

Es una bomba hidráulica encargada de generar la presión y caudal necesario de aceite, un depósito de aceite y las tuberías de comunicación.

Estas bombas por lo general de tipo paletas, aunque también pueden ser de tipo excéntrico, han de proporcionar al ralentí una velocidad de giro al volante suficiente.

Por el contrario, a altas revoluciones, una válvula limitadora de 97 – 105 bar, en la propia bomba se encarga de limitar la presión de aceite para que no sea excesiva. Su colocación en el vehículo ha de permitir la adecuada temperatura de trabajo del aceite hidráulico, que no aparezcan ruidos ni llegue a formar espuma, que puede producir cavitación.

2.2.3.- Válvula de regulación.

La válvula de regulación, mediante el giro del volante, envía la presión correspondiente al cilindro de la dirección. Este tipo de válvulas se suelen montar del tipo llamado **abiertas en el centro**, es decir que esta en permanente flujo hidráulico, y cuando no actúa, el aceite sin presión vuelve al deposito. También existen las llamadas **cerradas en el centro**, que utilizan la energía de una bomba y un acumulador hidráulico (fig. 2.4).⁵

⁵ J. LÓPEZ. Manual práctico del automóvil "Dirección, frenos y carrocería". Pág. 740. Vol. 4. Cultural. Madrid. 1999. 185 págs.

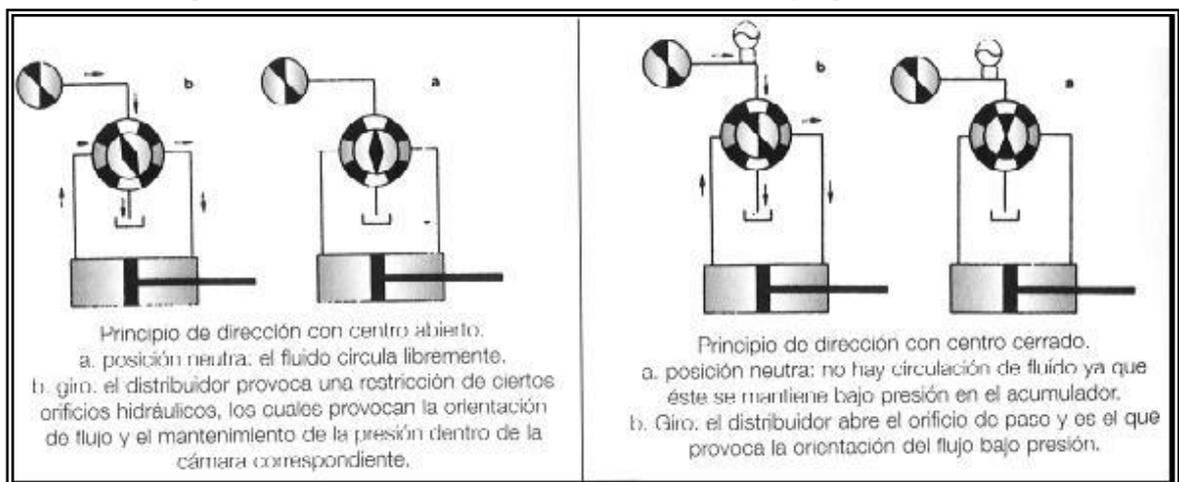


FIGURA 2.4 VÁLVULA DE REGULACION

2.2.4.- Cilindro de dirección.

Este es un tipo de cilindro de doble efecto que se encarga de transformar la presión del aceite en fuerza auxiliar que actúa sobre la cremallera de la dirección o de los diferentes mecanismos de mando.

En función del tipo de construcción adoptado los sistemas de dirección hidráulica los podemos clasificar en:

- ☞ Servo dirección hidráulica con cilindro exterior.
- ☞ Servo dirección hidráulica con cilindro integrado.

El sistema de piñón cremallera es uno de los mas extendidos y normalmente es utilizado como recurso con pistones exteriores. Estos pueden disponerse en dos tipos de configuraciones:

- ☐ Cilindro paralelo.
- ☐ Cilindro en el eje.

2.2.4.1.- Varillaje de dirección con cilindro hidráulico incorporado.

También denominado cilindro en el eje, es por su misma construcción, integrado al mecanismo de prolongación de la cremallera. Tiene la ventaja de no necesitar los elementos externos pistón de accionamiento, articulaciones, etc. Esta disposición requiere de unos ajustes más perfectos, así como de una mayor dificultad de desplazamiento. Al tener una unión de la cremallera con el pistón, le confiere una mayor longitud con lo que es necesario que su rectitud sea muy buena y estén perfectamente alineados (fig. 2.5). Tiene prestaciones como:

- ☐ Bajo nivel de frotamiento.
- ☐ Una estanqueidad perfecta.

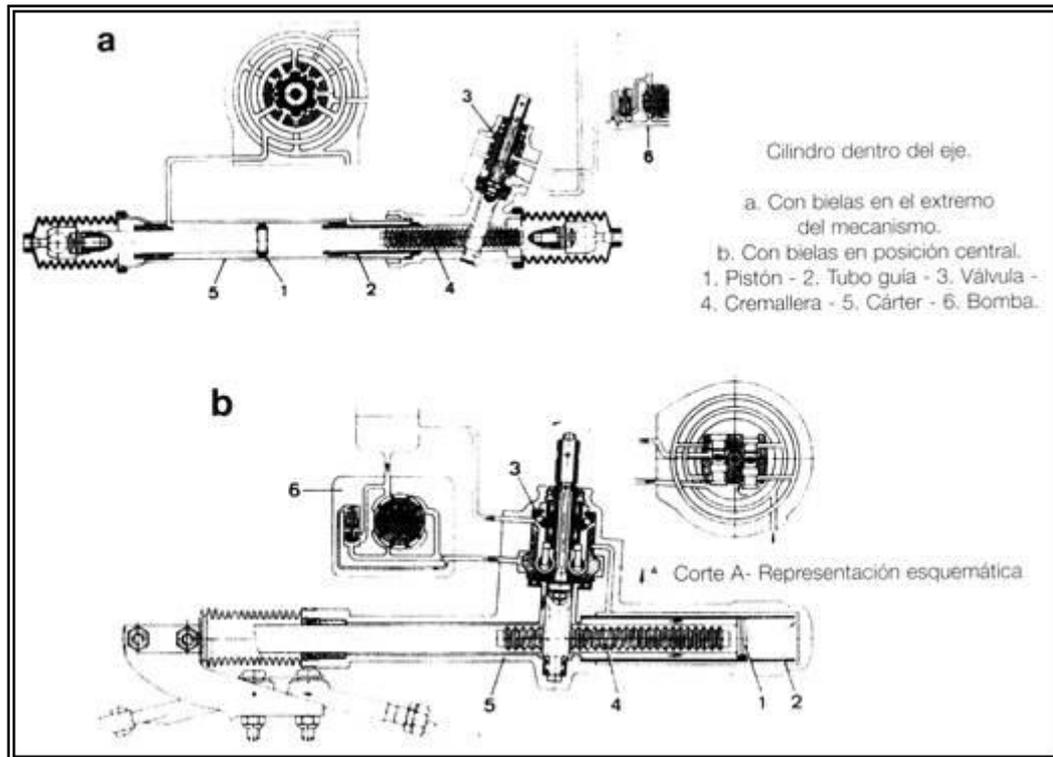


FIGURA 2.5 CILINDRO INCORPORADO

2.2.4.2.- Varillaje de dirección con cilindro hidráulico separado.

Podemos ver la disposición de los componentes de un tipo de montaje de cilindro exterior en paralelo. Las ventajas que presentan estos sistemas son las de permitir un escaso desplazamiento axial y la facilidad de trabajo en caso de tener que desmontarse para su reparación. Por el contrario muestra el inconveniente de un desplazamiento radial y el hecho de que el esfuerzo de presión se aplique sobre un brazo de palanca en relación con el pistón. Este puede ser el origen de disfunciones con la creación de flexiones y esfuerzos de reacción excesivos (fig. 2.6).⁶

⁶ J. LÓPEZ. Manual práctico del automóvil "Dirección, frenos y carrocería". Pág. 739. Vol. 4. Cultural. Madrid. 1999. 185 págs.

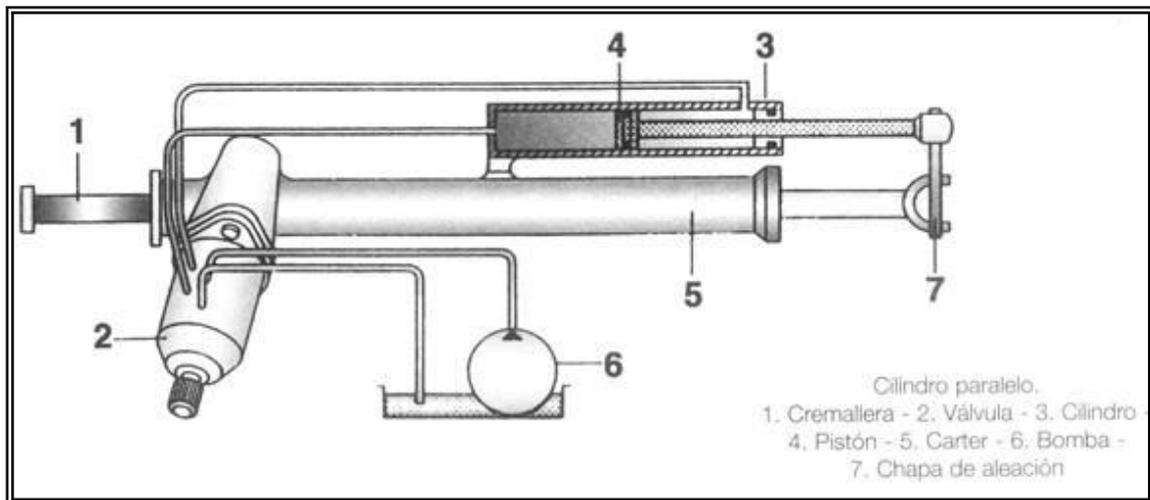


FIGURA 2.6 CILINDRO PARALELO

2.3.- ESTUDIO DEL ACEITE DURANTE EL TRABAJO.

2.3.1.- Generalidades.

En estos aceites, a diferencia de los de motor y transmisiones viene indicada primero la eficacia y después la viscosidad en grados ISO. Así, una denominación normal es **HV 68**, lo que nos indica por un lado que es un aceite con aditivos anticorrosión, antioxidantes, antidesgaste y mejoradores del índice de viscosidad y por otro que tiene una viscosidad de grado 68 en la escala ISO, equivalente a un SAE 20 de motor, o a un SAE 80 W de transmisiones. Además de estos datos suelen venir indicadas en el envase las especificaciones que cumplen los distintos fabricantes.

El aceite se degrada con el uso. Medir la viscosidad con sus dedos para determinar la calidad del aceite, puede ser engañoso.

Al implementar un programa de **análisis de aceite**, es importante seleccionar las pruebas que permitan detectar anomalías en el **aceite**.

Para que el análisis sea válido, tiene que contar con una muestra representativa del aceite, tomada en caliente y en condiciones limpias, al igual que las muestras históricas. Dichas muestras deberían ser enviadas al laboratorio de manera inmediata.

Es muy importante recalcar que si los métodos o procesos de tomar las muestras varían, los resultados de análisis también variarían.

- a. El propósito de un análisis de aceite es planificar el mantenimiento basado en condiciones. Algunas de las muestras analizadas solamente confirmarán que nuestro plan de mantenimiento es el adecuado, mientras que otras podrán indicar que podemos extender el intervalo entre cambios, problemas en el sistema básico de mantenimiento o condiciones específicas que requieren atención.
- b. Conocer el equipo y su funcionamiento, es decir, el punto de muestreo, condiciones de muestreo (en el cambio, antes de un aumento, caliente, frío, etc.). Si recién se aumentó aceite, la muestra indicará menos contaminación y menos degradación que un aceite 100% usado.
- c. Comunicación con el personal del laboratorio o consultor que provee los análisis. El personal del laboratorio tiene un buen conocimiento de resultados y promedios, por otra parte, el usuario del equipo conoce todos los detalles de operación, aumentos, problemas, paradas, clima, etc. Mientras mayor comunicación exista entre las personas involucradas, mejor serán las interpretaciones de los análisis.

- d. Considerar que los cambios en cantidad de partículas de desgaste son relativos, es decir que pueden variar sin ser significativos. Un cambio de 2 ppm a 4 ppm es un aumento de 100%. Pero no necesariamente representa un valor alto. Hay que considerar la relación entre la cantidad de aceite en el equipo y la superficie lubricada del metal.
- e. Seleccionar los peores reportes y concentrarse en soluciones de mayor impacto. Resultados que indican condiciones críticas, deberían ser evaluados primero y tomar acciones para corregir esos problemas identificados. Una vez corregidos los problemas serios, ya se puede tomar acciones sobre los que no son tan serios.
- f. Revisar la información básica del equipo, el aceite y las horas o kilómetros utilizados. Si no funciona el hodómetro o velocímetro no tendremos una base confiable para comparar muestras y procedimientos. Pueden haber errores de parte del personal al tomar la muestra, al identificar de que equipo provienen, cual es el aceite actual, etc.

Es importante saber el historial del equipo. Si recién fue reparado, el análisis indicará cosas que son normales para un motor recién reparado, o en su caso, peligrosas para un motor en funcionamiento normal.

Alarmas Proactivas: Un programa de mantenimiento proactivo requiere que el usuario coloque los límites donde quiere llegar para extender la vida útil y minimizar reparaciones. Estos límites coinciden con la filosofía de mantenimiento proactivo y mira otros equipos de los mismos modelos u otra marca para colocar límites que deberían ser posibles.

El principio estratégico en colocar estos límites es identificar niveles que requieren mejoramiento sobre niveles anteriores o garantizar niveles donde ya se ha visto desempeño optimizado. El rango entre estos límites se llama la **Banda de Seguridad**, (fig. 2.7).⁷

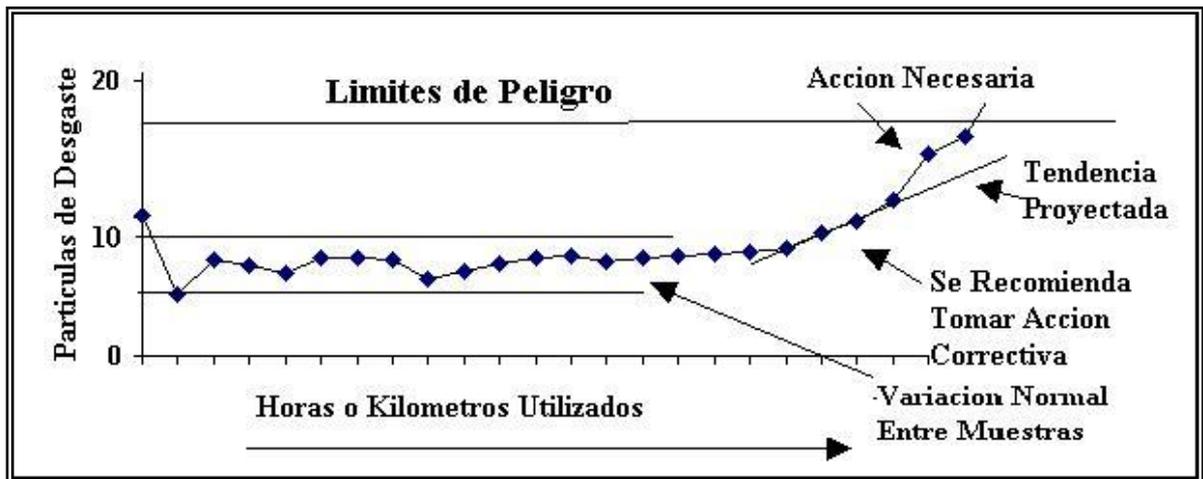


FIGURA 2.7 BANDA DE SEGURIDAD

2.3.2.- Hacer un muestreo para 15 y 30 días de trabajo.

- **Viscosidad:** Es la propiedad más crítica de cualquier **aceite**, es una medida de la resistencia del **aceite** a fluir. La viscosidad está directamente afectada por la temperatura y presión del sistema. Conforme aumenta la temperatura, la viscosidad decrece, conforme la presión crece la viscosidad decrece. Cualquier cambio en la viscosidad (aumento / disminución) indica contaminación o degradación.

- **Numero de ácido total (TAN):** Monitorear el nivel de ácidos orgánicos producidos por la oxidación del **aceite**. Todos los sistemas, en el cual existe el periodo de drenaje es prolongado o donde existe una potencial contaminación acidica deben ser monitoreados usando el TAN.

⁷ http://www.widman.biz/Análisis_de_Aceite/Interpretacion/body_interpretacion.html

- **Características espumosas:** Se realizan a diferentes temperaturas, con esto se determina la tendencia espumosa y su estabilidad. La tendencia del **aceite** a formar espuma, le imposibilita a lubricar adecuadamente, lo que puede provocar una falla mecánica.

- **Gravedad específica:** Es una tasa de la masa del volumen de un material a la del agua. Aumentos en este índice indican la presencia de contaminantes o materiales oxidantes.

- **Ferrografía de lectura directa:** Monitorea y lleva la tendencia de la concentración relativa de partículas de desgaste ferrosas. Y provee una tasa de la cantidad de esas partículas, se usa en sistemas o equipos que generan muchas partículas.

- **Ferrografía analítica:** Usa el análisis microscópico, para detectar la composición del material presente. Esta tecnología diferencia el tipo de material y determina su fuente.

Es usada para determinar las características de la maquinaria al evaluar el tamaño de la partícula, tipo, concentración, distribución y morfología. Esta información es vital para determinar la fuente y la posible solución al problema.

2.3.3.- Determinación de la viscosidad.

En la formación de partículas de desgaste se determinan 3 fases:

- **Desgaste inicial:** Ocurre cuando se arranca por primera vez una maquinaria. Y se generan muchas partículas de desgaste, las cuales serán removidas después de dos cambios de **aceite** normalmente.

- **Desgaste normal:** Ocurre después de la etapa inicial, durante esta etapa la maquinaria se estabiliza, la proporción de partículas se incrementa con el uso y se reduce al cambiársele el aceite.

- **Desgaste anormal:** Ocurre como resultado de fallas en la lubricación o problemas en la maquinaria. Durante esta etapa las partículas de desgaste aumentan significativamente.

Cuando el análisis de aceite se usa rutinariamente, es posible establecer un patrón para cada pieza de maquinaria. Conforme los datos de los análisis se desvían del patrón original se identifican patrones de desgaste anormales. Y se implementa la acción correctiva.

Una combinación de conocimiento en el análisis de aceites, equipo de análisis y bases de datos aseguran la mejor protección para su sistema hidráulico.

III.- SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN HIDRAULICA

3.1.- ANÁLISIS DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN DEL VEHÍCULO

La caja de dirección hidráulica es un modelo ZF 8036 de 1 litro de capacidad, con un diámetro de cilindro de 83 mm (3.27 plg) con un $n = 6$ y una $\varepsilon = 17.25:1$.

El cuerpo de la caja (1) tiene de la función del cilindro operador para el pistón (2), el cual transforma el giro del eje del conjunto de dirección y del árbol de mando (3), en un movimiento axial y de rotación del eje de mando de la tirantería o árbol de salida (4).

Sobre la parte interna del pistón (2), esta mecanizado un desarrollo helicoidal el cual se aloja el tornillo sin fin (5).

La unión entre las dos partes tiene lugar mediante la circulación de bolas (6), en circuito cerrado de la rotación del tornillo sin fin. Las bolas que alcancen el extremo del acoplamiento entre el tornillo sin fin y el pistón, vuelven nuevamente a introducirse por el otro extremo a través del tubo circulatorio (7).

De la caja de dirección sale el eje de mando (3) que se une al eje inferior del conjunto de mando de dirección a través de una junta cardan. En el interior de la caja, el eje de mando 3 tiene dos trazos provistos en sus extremos de dos pernos, aplicados perpendicularmente en los orificios practicados en los pistones, válvula (9 y 10).

La rotación del volante y por lo tanto del eje de mando (3), provoca un desplazamiento de los pistones (9 y 10) en sus correspondientes orificios de alojamiento. Dicho desplazamiento determina la apertura y el cierre de los orificios de paso de aceite, el cual se conduce a las cámaras A y B del

cilindro operador. El eje inferior del conjunto de dirección esta unido también con el tornillo sin fin (5) mediante una barra de torsión (18), (fig. 3.1).

Si el esfuerzo periférico aplicado sobre el volante, no supera el valor del tarado de la barra de torsión (18), esta acciona al tornillo sin fin (5) y el sistema funciona como una caja de dirección normal. Si el esfuerzo supera el valor indicado, tiene lugar, a causa de la elasticidad de la barra, una rotación relativa, entre el eje de mando (3) y el tornillo sin fin, necesaria para el desplazamiento axial de los pistones y por lo tanto para la intervención del dispositivo hidráulico. Al recuperar el volante, la barra de torsión (18) provoca el retorno de los pistones válvula (9 y 10) a la posición neutra. Dicho dispositivo permite pues una optima reversibilidad del sistema de dirección.⁸

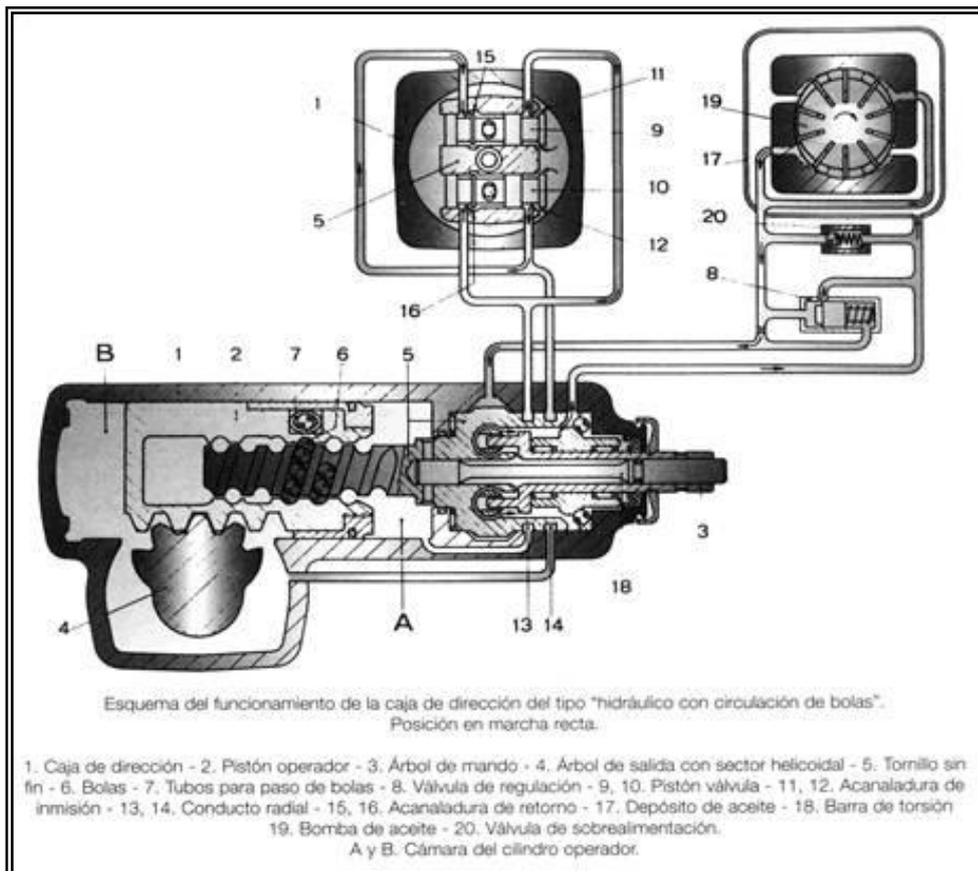


FIGURA 3.1 FUNCIONAMIENTO MARCHA RECTA

⁸ J. M. ALONSO. Circuitos de fluidos, suspensión y dirección. Pág. 18. Paraninfo. Madrid. 1996. 344 págs.

La cantidad de aceite bajo presión esta regulada por la válvula de regulación (8), incorporada en la bomba, la cual garantiza de aceite bajo presión necesaria independientemente del numero de revoluciones del motor.

3.1.1.- Vehículo marchando en línea recta.

El aceite que proviene de la bomba, actúa sobre los pistones válvula (9 y 10), los cuales se encuentran en posición neutra.

En dichas condiciones los canales de paso (11 y 12) están abiertos y en consecuencia permiten el paso de aceite a través de os orificios radiales (13y 14) y los correspondientes conductos a la cámara A y B del cilindro operador (1) y mediante los orificios (15 y 16) el flujo de aceite retorna al deposito (17).

3.1.2.- Vehículo en condiciones de giro a la derecha.

Haciendo girar el volante en sentido horario, condiciones de giro a la derecha, los pistones válvulas (9 y 10) asumen las posiciones ilustradas en la figura, con ello se abrirá la abertura de entrada (11) y del conducto (13), será conducido hacia la cámara A del cilindro operador.

En dicha cámara se genera una notable presión, la cual actúa sobre el pistón operador (2), y lo desplaza hacia abajo, transmitiendo el movimiento, a través de una cremallera, al sector dentado del árbol de salida (4) y este a las ruedas por medio de la tirantería de la dirección, (fig.3.2).

El aceite bajo presión llegara también a la abertura de retorno (16), la cual estando cerrada, no permitirá el flujo de aceite al centro del pistón (10). Al mismo tiempo el aceite contenido en la cámara B será obligado a fluir a través del conducto radial (14) y de la abertura de retorno (15), la cual estando abierta permitirá al aceite fluir al centro de los pistones (9 y 10) y de ellos al depósito de la bomba a través del tubo de retorno.

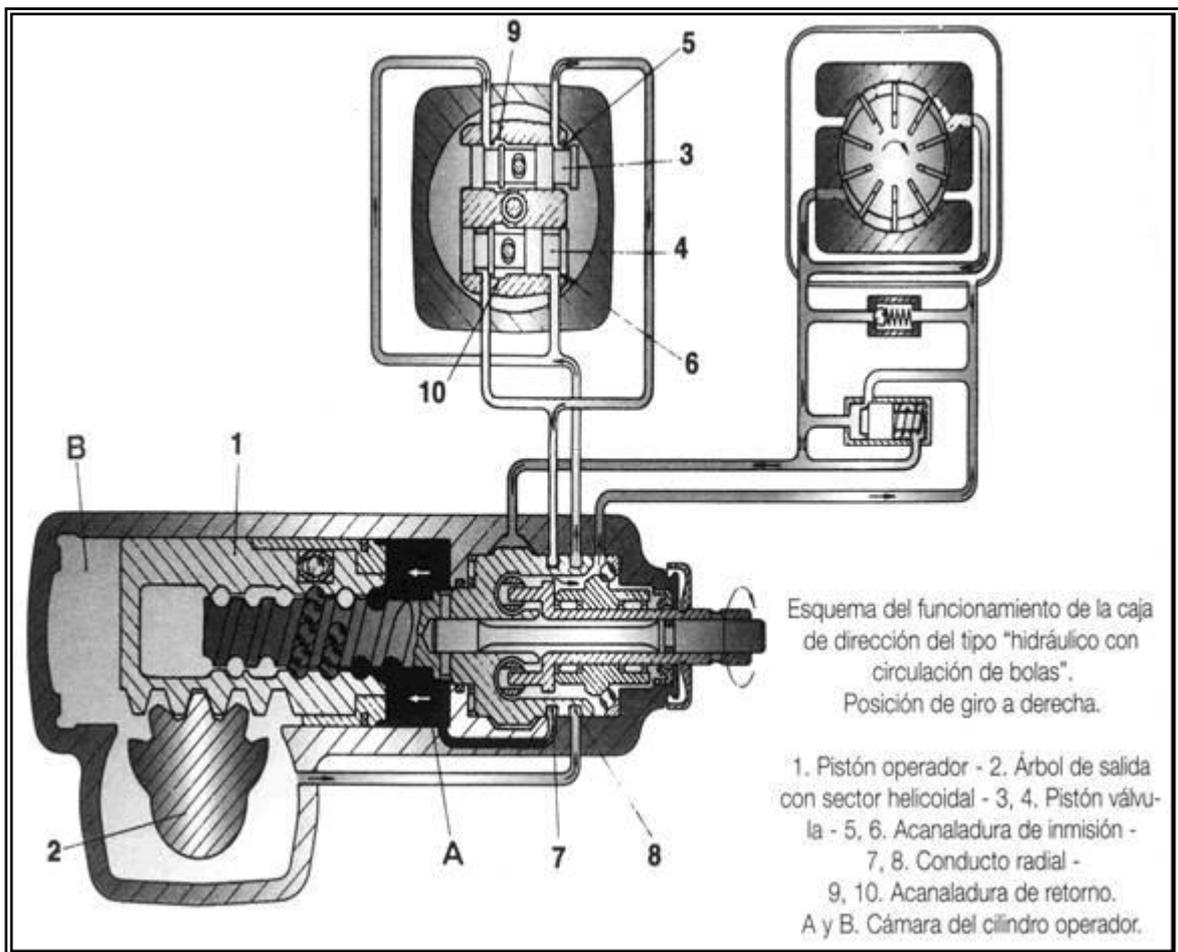


FIGURA 3.2 FUNCIONAMIENTO GIRO A DERECHA

3.1.3.- Vehículo en condiciones de giro a la izquierda.

Cuando el volante sea girado en sentido anti horario, condiciones de giro a la izquierda, el pistón (9) cerrara el paso de aceite, mientras que el pistón (10) abrirá mas la ranura (12) y el aceite fluirá a la cámara B a través del conducto radial (14).

La presión actuara sobre el pistón (2), haciéndolo retornar. Dicho pistón transmitirá el movimiento al sector dentado del árbol de salida (4) y de este a la tirantería de la dirección. El aceite bajo presión llegara también a la ranura de retorno (15), la cual al estar cerrada no permitirá que el flujo de aceite contenido en la cámara A será obligado a fluir a través del conducto radial (13) y ranura de retorno (16), la cual al estar abierta permitirá al aceite fluir al centro de los pistones (9 y 10) y de ellos al deposito de la bomba a través de las tuberías de retorno, (fig. 3.3).

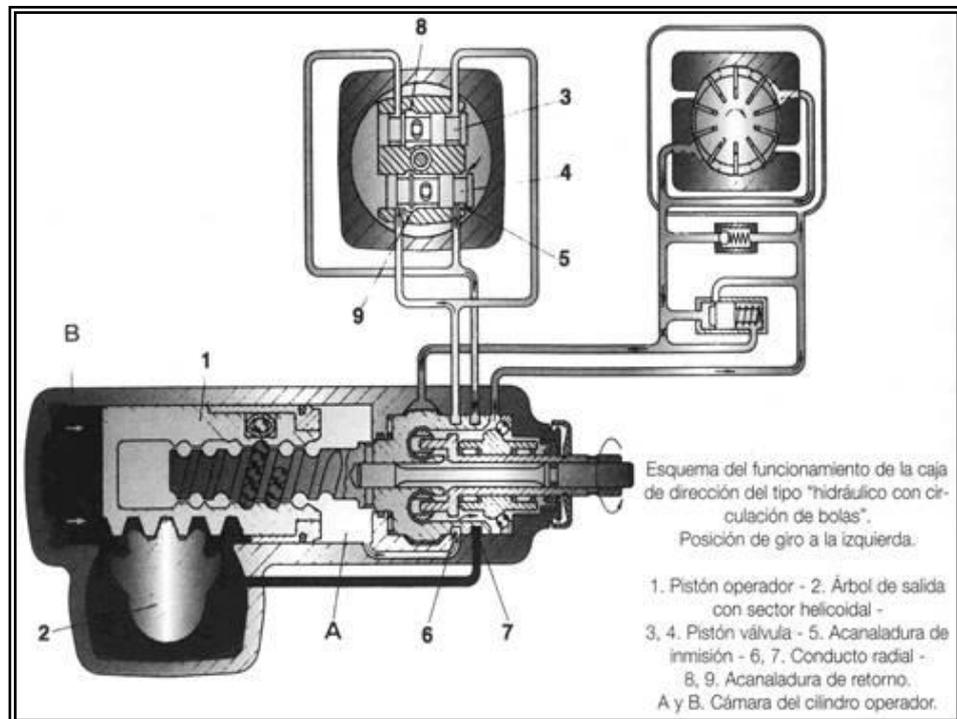


FIGURA 3.3 FUNCIONAMIENTO GIRO A LA IZQUIERDA

3.2.- COMPONENTES ACTUALES DEL SISTEMA.

Los componentes actuales con que cuenta el sistema de dirección del MB OF 1318 son:

- ☐ Bomba de aceite de alta presión del tipo de mecanismo giratorio con paletas radiales provista de válvula de regulación de la cantidad de aceite bajo presión, que es accionada por el motor mediante una correa trapezoidal.
- ☐ Un depósito de aceite hidráulico de 2 litros.
- ☐ La cañería de acero para la circulación del fluido hidráulico, para envío de presión desde la bomba hacia la caja de dirección es de 2 metros de largo con sus respectivas curvaturas y tiene un diámetro interior de 9 mm y exterior de 12 mm, y retorno respectivamente que unen el depósito a la bomba y a la caja de dirección son metálicas.
- ☐ Una caja de dirección modelo ZF 8063 que contiene un doble cilindro operador de bolas recirculantes, una válvula de dos pistones para el mando hidráulico y una dirección mecánica completa.⁹

3.3.- RECURSOS DISPONIBLES PARA LA ADAPTACIÓN

Para la adaptación el sistema auxiliar de la dirección hidráulica se dispone de espacios para colocar soportes en la parte delantera del autobús o colocar el elemento actuante en el travesaño delantero del chasis. Cañería, tacómetro, acoples, fusibles y relés.

3.3.1.- Base del montaje.

Contamos con una base para el montaje de cualquier sistema auxiliar, en la parte delantera del chasis que es donde puede soportar un peso excesivo y unas dimensiones mayores.

⁹ Gerencia de planeamiento de producto y asistencia técnica. Manual de Operación OF1318. Pág. 103. Mercedes Benz S.A. Brasil. 1993. 118 págs.

Además que no soporta temperaturas elevadas, humedad por parte de salpicaduras de aceite, agua o combustible del motor, (fig. 3.4).

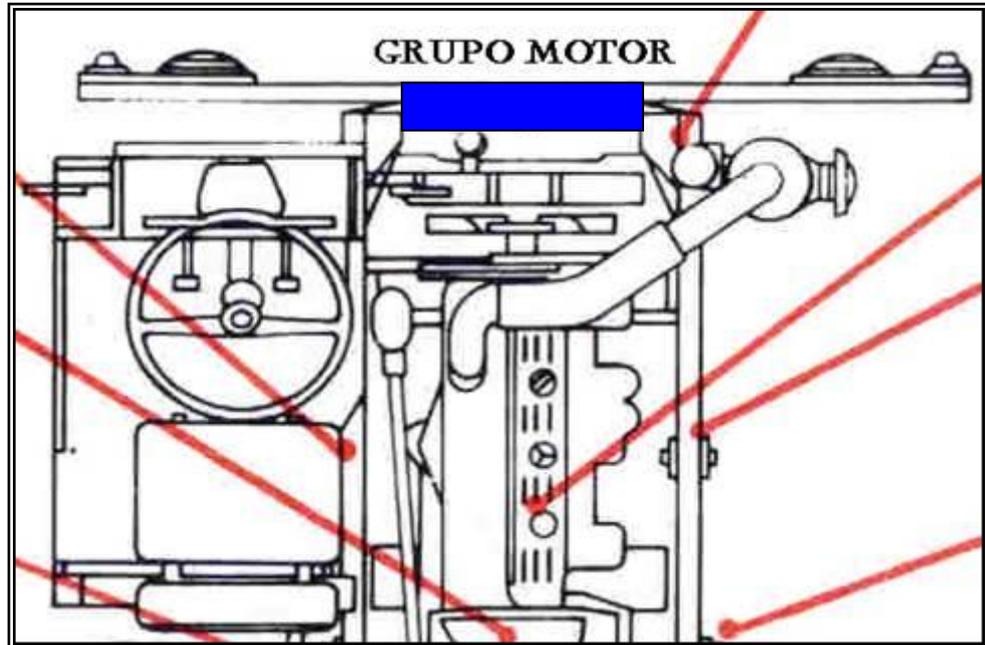


FIGURA 3.4 MONTAJE DEL GRUPO MOTOR

3.3.2.- TUBERIAS.

Las tuberías que conecten tanto desde la bomba hidráulica hacia la caja de dirección y desde esta hacia el depósito.

3.3.2.1.- Tuberías flexibles.

Los tubos hechos de nylon, neopreno o de otros materiales sintéticos se usan para conectar tuberías de combustible y de lubricación a los tableros de instrumentos. Este tipo de tuberías ha ganado mucha aceptación debido a su adaptabilidad, durabilidad y elevada resistencia a la vibración.

En el **Anexo A¹⁰** se proporciona los datos necesarios para hacer la selección del diámetro del tubo, del grueso de sus paredes, de los radios de las curvas, de la presión de trabajo y del tamaño de la conexión, (fig. 3.5).

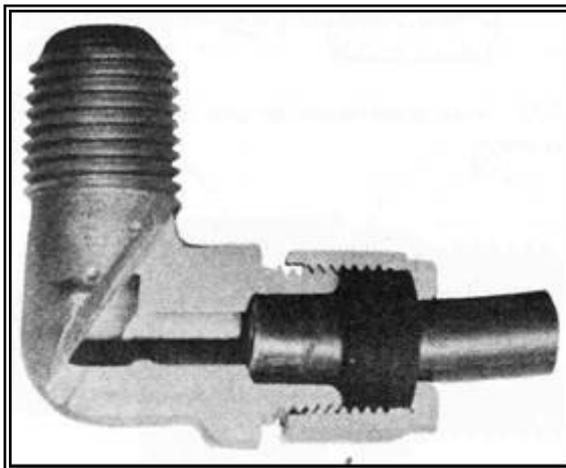


FIGURA 3.5 CONEXIONES FLEXIBLES

Por tener conexiones flexibles, puede usarse con tubos de acero, de cobre o de materiales sintéticos. La tuerca se apoya contra el adaptador, con lo que es imposible apretarla en exceso. Por tanto, no se deforma el tubo ni se restringe la circulación del líquido.

3.3.3.- MANGUERAS.

Los estilos y tamaños de mangueras son tan numerosos y variados como los de los tubos estándar y los especiales. Para abarcar las numerosas aplicaciones hidráulicas, los fabricantes han incluido en los estilos de sus mangueras cuatro o cinco grupos clasificados de acuerdo con la presión de trabajo. Cada grupo incluye mangueras de diferentes composiciones para adaptarles a los diferentes tipos de líquidos.

¹⁰ E. SCHULZ; Equipo Diesel I. Lubricación, Hidráulica, Frenos, Ruedas. Pág. 130. CECSA. México. 1985. 494 páginas

Los grupos de estilos de mangueras son los que siguen:

Grupo 1: baja presión con presión de funcionamiento máxima de 400 psi.

Grupo 2 : para presión media de trabajo hasta 2000 psi.

Grupo 3 : para presiones de trabajo elevadas hasta de 3000 psi.

Grupo 4: para presiones de trabajo muy elevadas hasta de 5000 psi.

En el **Anexo A** aparece el Grupo 1 con tres mangueras de baja presión para la misma presión de trabajo y de estallar. La única diferencia entre las producidas por las diferentes compañías radica en los materiales empleado para fabricar las mangueras. El Grupo 2, 3 y 4 muestran las siguientes diferencias: 1) material y construcción, 2) diámetro exterior del tamaño de la manguera, 3) presión de funcionamiento y para que estalle, 4) radio de las curvas, (TABLA 3.1).

	Características técnicas	
	mín. radio curvado	100 mm
	Presión de servicio Constante	250 bar
	Presión de servicio Intermitente	250 bar
	Tuerca de racor	m 8 L
Longitudes 500, 1000, 1600, 2500 mm. Presión de servicio Constante = 25% de la presión de reventón Intermitente = 20% de la presión de reventón	Las dos últimas cifras determinan la longitud (L) con muelle de protección, cincado.	500 mm = 16 1000 mm = 19 1600 mm = 21 2500 mm = 23

TABLA 3.1 CARACTERISTICAS MANGUERA

3.3.4.- ACOPLER PARA TUBOS.

Se fabrica una gran variedad de elementos de conexión para los tubos, los más comunes son las conexiones del tipo de rosca cónica y recta del sistema de sello seco. Las conexiones estándar pueden soportar una presión de operación hasta de 3000 psi y una presión de prueba de 15000 psi y una variación de temperatura de -54°C a 204°C .

A todas las roscas cónicas para tubos, después de haberlas apretado con la mano se les dará un mínimo de dos y media vueltas. Por otra parte, las roscas de tubo rectas pueden colocarse y luego sellarse con una contratuerca y un empaque circular, (fig. 3.6).

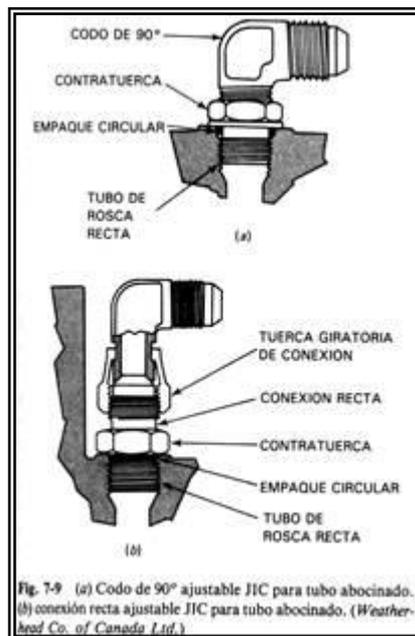


FIGURA 3.6 ACOPLER

Las tuberías y conexiones hidráulicas son tan importantes como cualquier otro componente de los sistemas hidráulicos. Al servir de medio de transporte del líquido, se convierten en parte integral del sistema.

Las tuberías malas o inadecuadas, cualesquiera que sean las que se usen, reducen no solamente la eficiencia del sistema sino también su vida útil.

Los tres tipos más comunes de tuberías para sistemas hidráulicos son: tubos ordinarios, tubos especiales y mangueras. La localización, temperatura y presión determinan el tipo de material que habrá que usar para la tubería hidráulica. El volumen del gasto determina su tamaño.

Menos comunes son las conexiones de platina y las soldadas, razón por la cual se presentan muchas fugas en estas conexiones ya que la presión vence material que no ha sido bien soldado, (fig. 3.7).



FIGURA 3.7 CONEXIONES DE PLATINA

En general, las conexiones y adaptadores de roscas para tubos se dividen en dos tipos: avellanados y de compresión, (fig. 3.8).

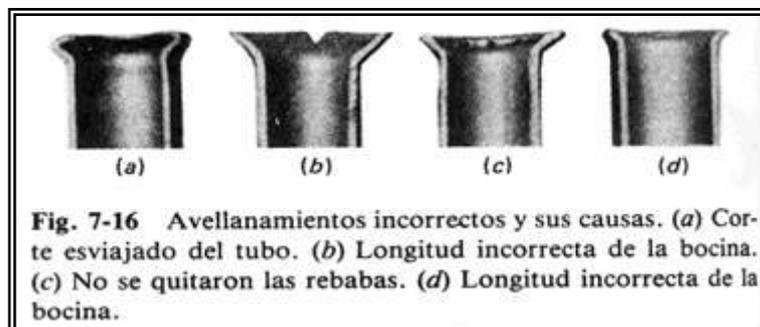


FIGURA 3.8 AVELLANAMIENTOS INCORRECTOS

Las conexiones avellanadas y adaptadores se conectan y sellan avellanando los extremos del tubo con un ángulo de 37° o de 45° . La tuerca de conexión y el adaptador, cuando están bien apretados formaran un sello seguro y a prueba de fugas, (fig. 3.9).

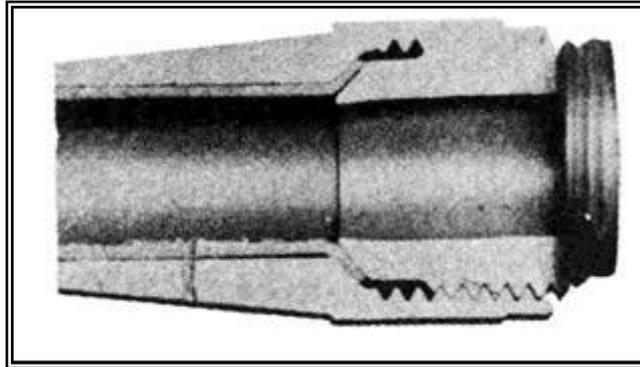


FIGURA 3.9 CONEXIÓN DE TUBO AVELLANADO SAE 45°

Las conexiones de compresión y los adaptadores se conectan y sellan atornillando la tuerca de ajuste al adaptador comprimiendo así el mango o su tuerca dentro del tubo, (fig. 3.10).

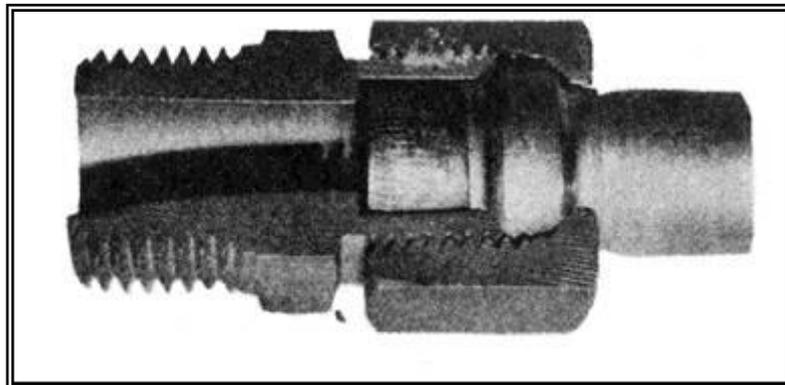


FIGURA 3.10 CONEXIÓN DE COMPRESION

Los seis conectores de rosca son los que siguen: 1) SAE 37° (JIC) los gemelos abocinados, 2) SAE 45° abocinado, 3) de 45° de avellanamiento invertido, 4) conexión de compresión, 5) de auto alineación y 6) de mango de rosca, (fig. 3.11).

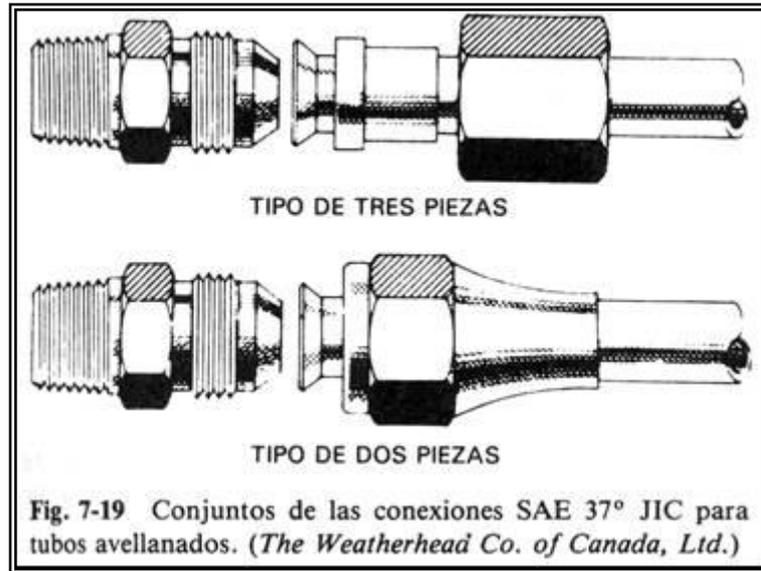


FIGURA 3.11 CONEXIONES SAE 37⁰

Debido a los numerosos tipos de conexiones y adaptadores, se usan varios tamaños de roscas. En el **Anexo B¹¹** se hacen comparaciones de los tamaños de las roscas de las seis conexiones, (fig. 3.12).



FIGURA 3.12 ADAPTADORES

¹¹ E. SCHULZ; Equipo Diesel I, Lubricación, Hidráulica, Frenos, Ruedas. Pág. 133. CECSA. México. 1985. 494 págs

3.3.4.1.- Conexiones para tubos sin avellanar.

No se recomienda las conexiones de mango con rosca las de alineación automático y las de compresión, en los lugares donde no puedan soportar la vibración. Usando tuercas largas en las conexiones de autoalineamiento y en las de compresión, se aumenta la resistencia a la vibración, (fig. 3.13).

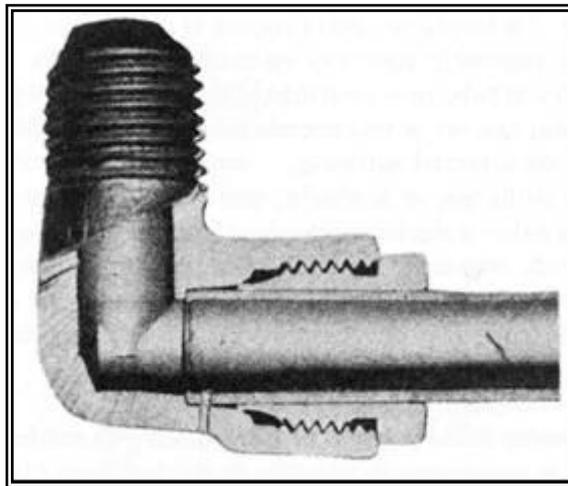


FIGURA 3.13 TUBO SIN AVELLANAR

Nótese que cuando se instala el tubo en este tipo conexión, el tubo debe apoyarse sobre el hombro del adaptador, no sobre la tuerca apretada. Además, después de que se arieta a mano la tuerca, se le aprieta dándole una vuelta y media mas, según se recomienda.

3.3.5.- SISTEMA ELÉCTRICO.

Dos baterías de 12 V cada una, fusibles, relés de 24 V de 10 / 20 A. Tacómetro en el panel de instrumentos para determinar las rpm de funcionamiento a las que trabaja el bus y así poder determinar algunos parámetros de funcionamiento.

IV.- DISEÑO Y SELECCION DEL SISTEMA AUXILIAR

4.1.- SISTEMAS AUXILIARES.

Existen tres sistemas disponibles para el funcionamiento alternativo adecuado de la dirección en el autobús, empleando características, tamaño, costos y fiabilidad en su operación, de la cual se escogerá uno de estos tres sistemas.

4.1.1.- Sistema con acumulador hidráulico.

Los acumuladores hidráulicos se utilizan, en la técnica de sujeción hidráulica, para acumular energía, para compensar fugas internas de aceite y para reducir la influencia de la temperatura en los sistemas de sujeción separados del generador de presión.¹²



FIGURA 4.1 ACUMULADOR HIDRAULICO

¹² <http://www.roemheld.de/rmweb/ES/hydrozub/3443d.htm>

En los sistemas hidráulicos se usa un acumulador principalmente para mantener una presión constante entre 2000 y 2200 psi o para mantener una presión fija trabajando como amortiguador.

Este acumulador utiliza un gas (nitrógeno) en vez de un resorte. Se usa el nitrógeno porque no explota cuando se mezcla con el aceite. El lado derecho del acumulador se carga con un cilindro lleno de nitrógeno en forma de gas a través de una válvula de aire a una presión determinada. El lado izquierdo del cilindro se conecta al sistema hidráulico. El aceite del sistema hidráulico entra al acumulador y conforme sube la presión, el pistón se mueve a la derecha. Este comprime el gas hasta que su presión es igual a la del aceite, digamos 2200 psi.

En otras aplicaciones el acumulador sirve como fuente de potencia de seguridad o de emergencia. En el caso de que la bomba hidráulica falle en suministrar aceite, el acumulador ha acumulado energía suficiente para alimentar el sistema de dirección con aceite a presión permitiendo ayudar a la dirección de potencia, (fig. 4.2).

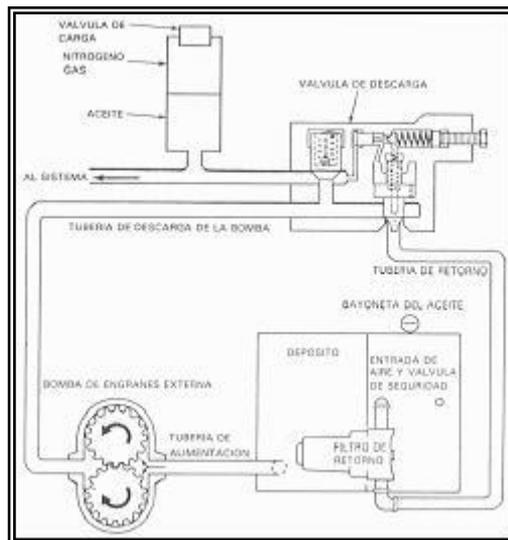


FIGURA 4.2 OPERACIÓN DEL SISTEMA DE UN ACUMULADOR

4.1.2.- Acumulación de energía.

Entre los ciclos de trabajo o cuando el volumen de aceite que se precisa sea inferior al caudal que proporciona la central hidráulica, se puede acumular energía y soltarla en el caso de necesidad.

En casos determinados, por ejemplo al conectar o desconectar conectores automáticos, el volumen de aceite queda liberado, es decir reducido durante el movimiento de conexión. Según el volumen de aceite en el útil, la presión hidráulica interna disminuye en un cierto valor al desconectar el conector. La pérdida de presión se reduce por la acumulación de energía en el acumulador hidráulico según el tamaño del acumulador. Sobre útiles de sujeción alimentados con presión estática, es también recomendable montar este elemento para disponer de una reserva de energía. El sistema de sujeción hidráulico deviene en tal modo elástico y puede reportarse en posición, por ejemplo si se verifica un movimiento de la pieza a mecanizar.

4.1.3.- Reducción de la influencia de la temperatura.

Un segundo caso de aplicación importante es la reducción de la influencia de la temperatura sobre sistemas de sujeción estáticos. Sin el elemento de acumulación, la presión de sujeción varía aproximadamente 10 bar por cada °C. Es posible de reducir esencialmente esta influencia según el tamaño del acumulador.

4.1.4.- Compensación de fugas internas.

Las fugas internas pueden producirse en el caso de ciertos componentes hidráulicos, por ejemplo válvulas de corredera o ejes distribuidores giratorios.

Como los generadores de presión de los sistemas hidráulicos de sujeción trabajan en funcionamiento intermitente, la frecuencia de conmutación sería intolerable sin acumulador hidráulico.

Un acumulador suficientemente dimensionado tiene la función de acumular energía en tal situación que compensa las fugas según las necesidades.

4.1.5.- Instrucción importante.

Los acumuladores hidráulicos no son apropiados para compensar fugas externas, causadas por ejemplo por racores defectuosos. Las fugas externas deben de ser eliminadas inmediatamente.

Cuando tiene que quitarse un acumulador, párese el motor, bloquéese el equipo y quítese el cable de tierra de la batería. Háganse funcionar las válvulas de control para quitar la presión al sistema y cuando resulte practico, quítese la presión al depósito.

Descomprímanse el nitrógeno apretando el núcleo de la válvula de aire hacia adentro para dejar que el gas se escape. Desconéctese la tubería hidráulica y tápanse las aberturas.

Quítese la válvula de carga y la tapa del extremo y sujetando el cilindro vertical contra un pedazo de madera, golpéese para quitar el pistón.

PRECAUCION. No se trate de sacar con aire el pistón del cilindro. El efecto seria tan peligroso como descargar una bala de un arma, por lo tanto existe un equipo para cargar el acumulador, (fig. 4.3).¹³

¹³ E. SCHULZ; Equipo Diesel I, Lubricación, Hidráulica, Frenos, Ruedas. Pág. 110. CECOSA. México. 1985. 494 págs



FIGURA 4.3 EQUIPO PARA CARGAR EL ACUMULADOR

4.1.6.- Dispositivos de seguridad.

Estos acumuladores hidráulicos están concebidos bajo las normas de seguridad para "recipientes acumuladores de presión" (VBG 17) de la asociación central de los sindicatos profesionales, pero según § 5 grupo II, no es obligatorio de examinarlos.

Los sistemas hidráulicos con acumuladores hidráulicos deben de estar equipados con los siguientes dispositivos de seguridad:

4.1.6.1- Manómetro.

Para controlar la presión en el acumulador es necesario instalar un manómetro indicando la presión de servicio presente, (fig. 4.4).

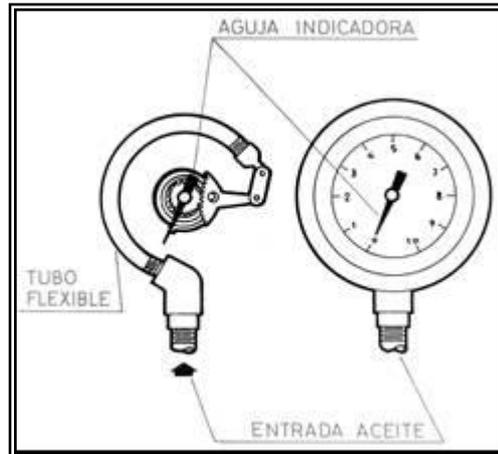


FIGURA 4.4 MANOMETRO

4.1.6.2.- Válvula de seguridad.

Una válvula de seguridad debe de controlar al acumulador para asegurar no sobrepasar la presión máx. de servicio. Esto puede efectuarse a causa de una regulación incorrecta de la válvula limitadora de presión del generador de presión, por calentamientos o cuando los cilindros hidráulicos deben de soportar fuerzas suplementarias.

La válvula de seguridad debe de estar dimensionada y regulada de modo que no sea posible sobrepasar la presión máx. de servicio de más del 10%. La válvula debe de estar en condiciones de evacuar todo el caudal del generador de presión.

En principio es suficiente una válvula limitadora de presión con bloqueo de seguridad apto para impedir alteraciones arbitrarias de la regulación (aumento). Por regla general, se utilizan las llamadas válvulas TÜV.

4.1.6.3.- Válvula de descarga.

Para reparaciones, etc. es necesario descargar los acumuladores. Por eso se debe prever una válvula de cierre que debe ser bien visible y tener posiciones inequívocas de abierto y cerrado.

4.1.6.4.- Válvulas estranguladoras con válvula anti retorno.

Cuando existe el peligro de que el acumulador hidráulico se descargue repentinamente a causa de conexiones o si la presión de servicio baja un corto tiempo por debajo de la pretensión del gas, debe de ser montada una válvula estranguladora con válvula anti retorno en la conducción de alimentación.

4.1.7.- Directivas de proyectos.

Para seleccionar los acumuladores hidráulicos apropiados se debe de tener en cuenta ciertos criterios para obtener un funcionamiento óptimo y una duración de servicio máxima.

4.1.7.1.- Presión máxima de servicio.

La presión máx. de servicio indicada en la tabla no debe de ser sobrepasada en ningún caso. Esto vale en particular para los previsible aumentos de temperatura. La fórmula empírica es: 30°C corresponden a una variación de presión de aprox. 10%.

En la práctica la presión máx. de servicio en el sistema hidráulico deberá de corresponder a aprox. el 80% de la presión máx. de servicio del acumulador.

4.1.7.2.- Selección correcta de la pretensión del gas.

La pretensión del gas determina la presión del gas de nitrógeno en la vejiga, en ausencia de la presión hidráulica en el acumulador.

Para poner el acumulador en condiciones de trabajo, la presión mín. del sistema hidráulico debe de sobrepasar aprox. 10% la presión de pretensión del gas. El acumulador puede acumular aceite sólo cuando la presión hidráulica sobrepasa la presión de pretensión del gas.

En la práctica la presión máx. de servicio y la presión de pretensión del gas no debe sobrepasar la relación de aprox. 5/1. Sobrepasando esta relación la capacidad de absorción del acumulador se reduce de modo considerable y se reduce también la duración de la membrana.

4.1.7.3.- Volumen de aceite.

El volumen de aceite retenido en el acumulador deberá de estar adaptado a la aplicación correspondiente.

- a. Para la compensación de fugas, en el caso de ejes distribuidores giratorios el acumulador deberá aumentar los intervalos de repuesta en marcha a 5 seg. por lo menos.

b. Para la compensación de temperatura, se deberá utilizar un acumulador con un volumen nominal de mín. 75 cm³, si el volumen total de aceite es superior a 100 cm³.

4.1.8.- Condiciones de servicio.

En la práctica se puede distinguir entre las condiciones adiabáticas e isotermas.

4.1.8.1.- Adiabáticas.

El proceso de acumulación o de descarga se efectúa así rápidamente que no se verifica una compensación de temperatura. El gas de nitrógeno se calienta por la compresión según la ecuación de estado termodinámica sin ceder este calor al ambiente durante el corto proceso de acumulación.

4.1.8.2.- Isotermas.

El proceso de acumulación o de descarga se efectúa así lentamente que en el lado del gas no se verifica una variación de temperatura.

En la hidráulica de sujeción se puede suponer la condición isotérmica. En efecto, el gas de nitrógeno está comprimido en condiciones adiabáticas, pero la presión se reduce junto a causa de la emisión de calor al ambiente con la reducción consecuente del volumen en la vejiga. Cuando la presión se reduce de más de 10%, la central hidráulica se pone en marcha y aumenta la presión de aceite de nuevo a la presión de servicio deseada.

Si el generador de presión debe adaptarse al útil de sujeción, deberá hacerse sólo cuando la central hidráulica ya no se ponga en marcha (en la práctica después de aprox. 15 seg.), (fig. 4.5).¹⁴

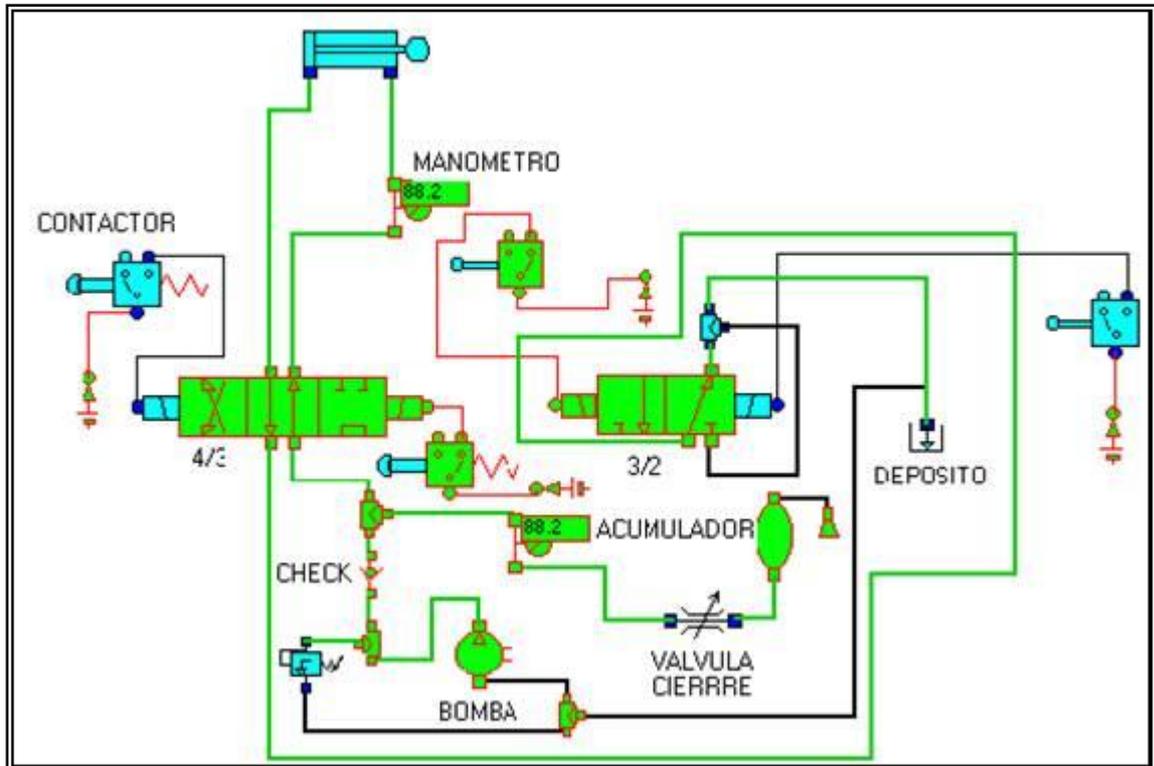


FIGURA 4.5 ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO BOMBA HIDRAULICA

Esta *figura 4.5* muestra el esquema de funcionamiento de la bomba hidráulica actuando en el sistema de dirección y a su vez cargando de volumen de aceite al acumulador el cual ya se encuentra con una pretensión de gas de nitrógeno.

¹⁴ Simulador de circuitos hidráulicos. Software HYD 2000. Laboratorio de hidráulica

En la *figura 4.6 y 4.7* podemos observar el momento en que la bomba hidráulica ha dejado de funcionar y se acciona el sistema del acumulador hidráulico, entregando cierta cantidad de aceite hidráulico al sistema de dirección el cual requiere gran volumen al momento de girar el volante ya que la cámara de la caja de dirección esta compensada por un litro de aceite hidráulico para su accionamiento.

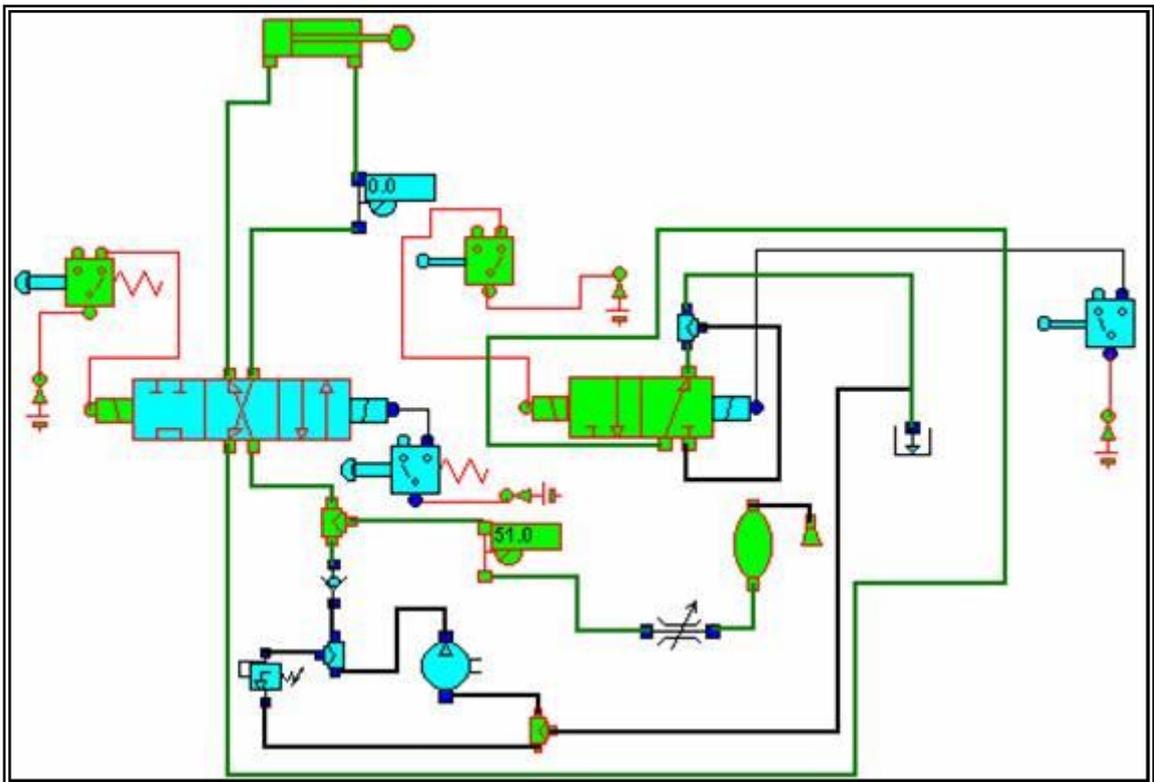


FIGURA 4.6 FUNCIONAMIENTO DEL ACUMULADOR HIDRÁULICO A DERECHA

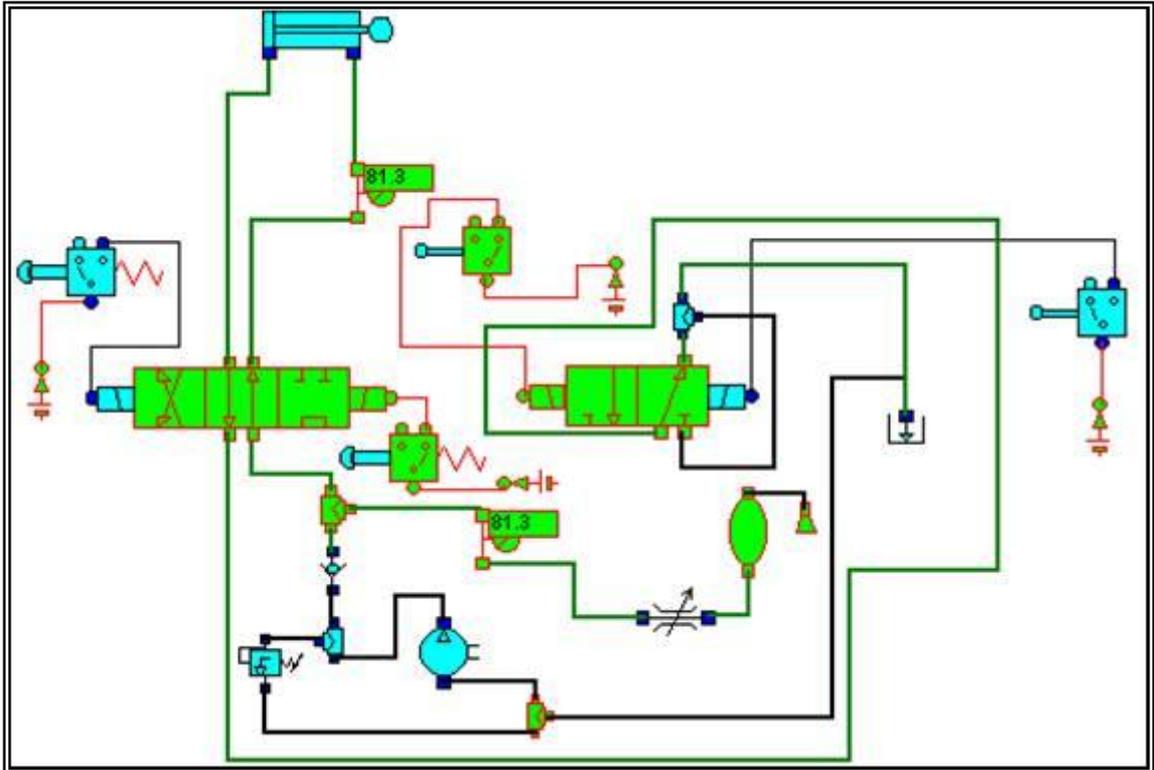


FIGURA 4.7 FUNCIONAMIENTO DEL ACUMULADOR HIDRÁULICO A IZQUIERDA

4.2.- GRUPO MOTOR ELECTRO HIDRAULICO.

El uso de unidades de accionamiento eléctrico han aumentado considerablemente en estos últimos años, desafiando el predominio de las unidades de accionamiento hidráulico por mando mecánico. La pregunta que se plantea es la siguiente: ¿dónde están las ventajas reales?

Un análisis metucioso revela que las unidades de accionamiento eléctrico son aproximadamente un 10% más eficientes que las unidades de accionamiento hidráulico modernas, que utilizan motores y bombas de desplazamiento variable de funcionamiento continuo.

La ventaja también radica en que se aprovecha mejor la entrega de potencia del motor hacia algunos elementos del sistema y al sistema de transmisión, ya que el torque que el motor debe entregar a la bomba hidráulica es del 30 % del torque que genera el motor.

El grupo motor electro hidráulico, consta de:

- ☐ Un motor eléctrico de corriente continua tipo compuesto, de 12 V que consume hasta 20 A.

Este motor compuesto presenta comportamientos de régimen diferentes, además presenta un par de arranque M_A ligeramente inferior al de un motor en serie equivalente.

Una bobina se encuentra conectada en paralelo y otra conectada en serie con el circuito del inducido. Con ello se consigue una mayor rapidez en la obtención de las prestaciones totales, al lograr que ya en los primeros giros del motor se abastezca plenamente el campo magnético cuya corriente pasa inducida al circuito.

- ☐ Bomba hidráulica de paletas que esta integrada en su interior por una válvula de alivio y una reguladora de presión y se encuentra alojada en el interior del depósito del grupo motor.
- ☐ Un depósito, el cual su volumen de almacenamiento debe ser igual al depósito del sistema original.

El sistema consta de mangueras, acoples, T , cruz, manómetro y dos válvulas de cierre que van dispuestas en la línea de retorno. El grupo motor empieza a funcionar el momento en que la bomba hidráulica se detiene a causa de la rotura de la banda, (fig. 4.8) o detención del motor del autobús lo cual provoca que no exista presión en el sistema.

En ese instante se procede a cerrar la llave de paso del depósito de la bomba y abrir la llave de paso del depósito del grupo motor y luego se activa el interruptor dispuesto en el panel de instrumentos el cual acciona el grupo motor por medio de un relé de 12 V que soporta de 20/30 A.

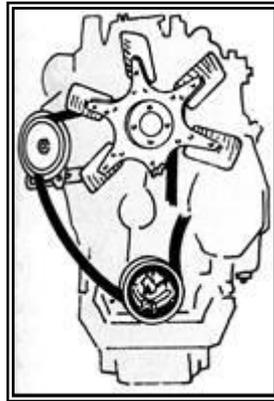


FIGURA 4.8 BANDA ROTA

Este esquema nos muestra el accionamiento del grupo motor el cual permita girar al volante hacia la derecha con la misma presión y suavidad con que se trabaja con la bomba hidráulica del motor, (fig. 4.9).

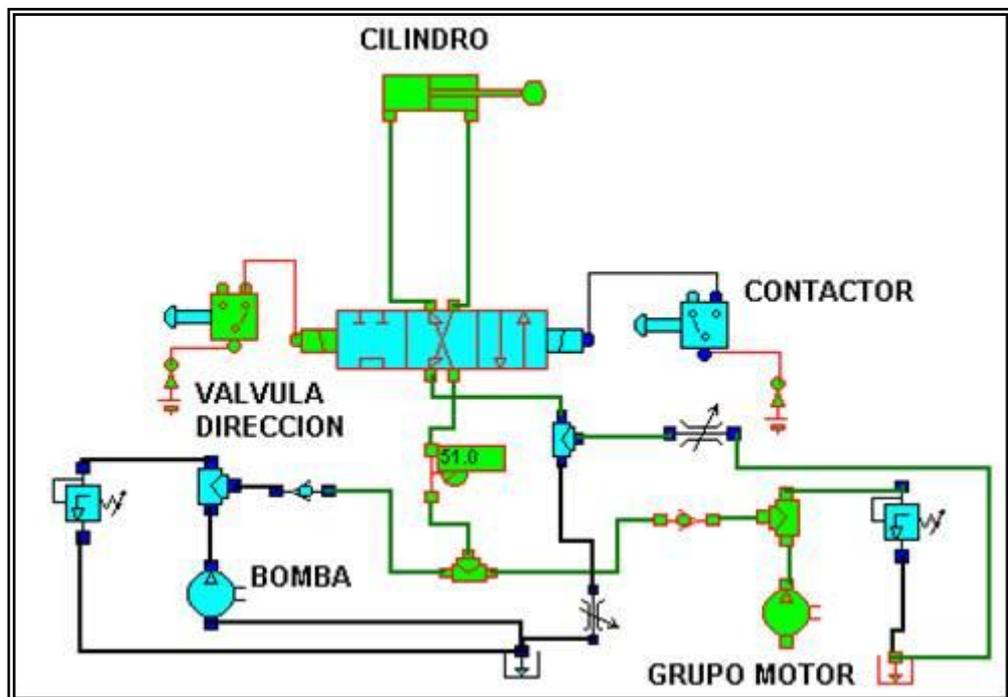


FIGURA 4.9 ACCIONAMIENTO GRUPO MOTOR A DERECHA

Este esquema nos muestra el accionamiento del grupo motor el cual permita girar al volante hacia la izquierda con la misma presión y suavidad con que se trabaja con la bomba hidráulica del motor.

Lo cual se puede comprobar por medio del manómetro que se encuentra dispuesto en el panel de instrumentos por medio de una manguera conectada a la línea de presión del sistema, (fig. 4.10).

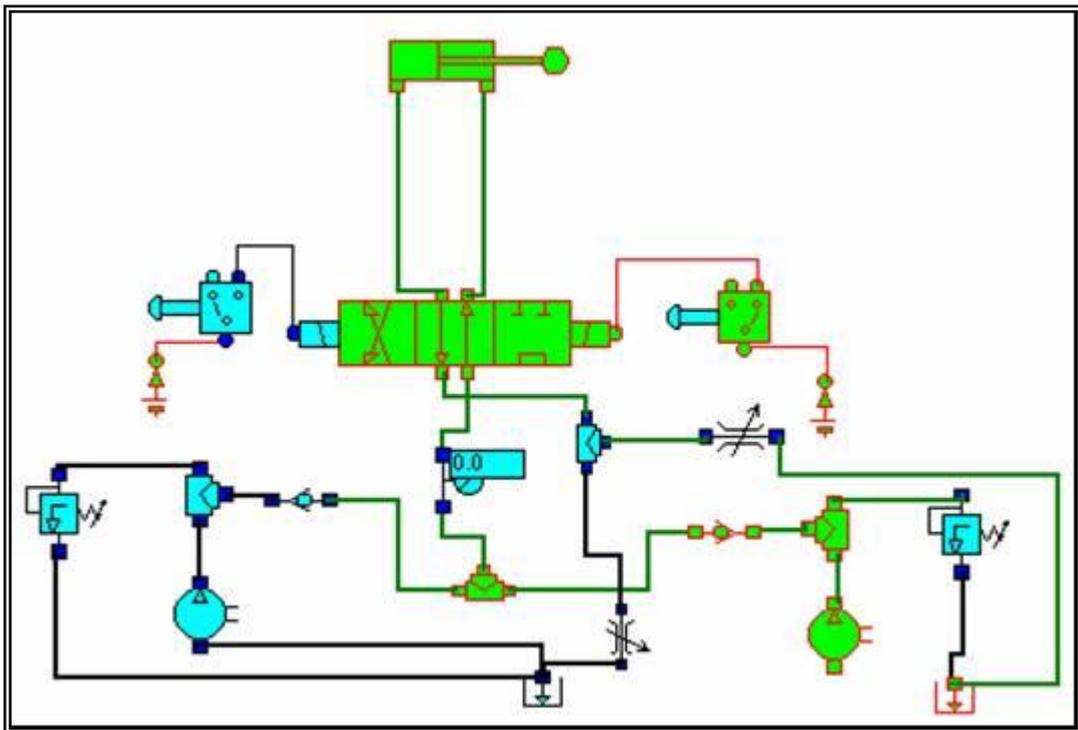


FIGURA 4.10 ACCIONAMIENTO GRUPO MOTOR A IZQUIERDA

4.2.1.- CABLES DEL CIRCUITO.

La resistencia de un conductor es la propiedad que tiene todos los materiales de oponerse al paso de la corriente eléctrica.

Los cables deben estar debidamente dimensionados para que pueda circular por ellos, sin caída aparente de tensión, la intensidad de corriente que precise el motor eléctrico que se desea encender.

Un cable grueso, corto y de un material buen conductor de la corriente, opondrá menos resistencia al paso de ésta que uno largo, fino y de un material mal conductor.

Partiendo de la base de que como máximo deberá circular por ellos una intensidad de corriente de 8 A por mm^2 , podrá determinarse la sección para cada cable. Por regla general la mayoría de los conjuntos de aparatos a que sirve cada uno de los cables del circuito de alumbrado precisan de una intensidad próxima a los 12 A, por lo que será útil instalar cables súper dimensionados de entre 2 y 4 mm^2 .¹⁵ En todo caso la sección de acuerdo con el consumo de corriente del elemento o del tiempo que estos funcionen, se escogió un cable N^o 14 y un cable N^o 16.

4.3.- ACOPLE DE MOTOR ELÉCTRICO A LA BOMBA DE DIRECCION.

Acoplamiento de un motor eléctrico de 12 o 24 V al eje de la bomba hidráulica, que cumpla con las características de funcionamiento de la bomba que son: 600 – 4500 rpm, vencer un par de 363 Nm a 1400 rpm, su acoplamiento será por medio de un engranaje macho en el eje de la bomba y hembra en el motor eléctrico el cual tiene una canal en su extremo en la cual va insertada una horquilla que es accionada por medio de un solenoide, (fig. 4.11).

Siempre que se presenta la acción de motor, se desarrolla también la acción de generador, cuando fluye una corriente como resultado de la FEM, habrá un conductor portador de corriente existente en un campo magnético; por lo tanto, se desarrolla la acción de motor. La fuerza desarrollada como resultado de la acción de motor se opone al movimiento que la produjo.

¹⁵ W. MULLER. Electrotecnia de potencia. Pág. 159. Editorial Reverte GTZ. Barcelona. 1984. 411 páginas

El funcionamiento de un motor de corriente continua, es cuando se aplica una tensión a las escobillas, con lo que circulara una corriente por la bobina. Si existe un campo excitador actuara una fuerza sobre la bobina recorrida por la corriente.

La fuerza esta aplicada a una distancia r del eje de rotación, con lo que también aparecerá un par.

El par M depende de la fuerza que actúa sobre los conductores recorridos por corriente. Esta gran intensidad de la corriente de arranque da lugar a un gran par de arranque M_A , con lo que la frecuencia de giro n crecerá muy rápidamente hasta alcanzar su valor de régimen. ¹⁶

Cuando el motor se carga disminuye su velocidad y por tanto la fuerza contraelectromotriz. Por consiguiente, la intensidad de inducido crecerá. La frecuencia de giro se ira reduciendo hasta que el aumento de la intensidad de inducido del motor provoque un momento de valor igual al par resistente de la máquina a impulsar.

Podemos apreciar en la (fig. 4.12),¹⁷ la conexión eléctrica del motor eléctrico que acciona a la bomba hidráulica por medio de un solenoide que activa una horquilla que empuja a una tuerca ranurada que permite el acople de ambos ejes y se produce el movimiento.

Esta misma conexión eléctrica se da para el motor eléctrico del grupo motor el cual es de las mismas características del motor eléctrico que acciona la bomba, por lo cual debemos tener en cuenta el calibre del cable y el voltaje y amperaje con que va a trabajar el relé.

¹⁶ I. L. KOSOW. Maquinas eléctricas y transformadores. Pág. 128.
²da edición. Prentice Hall. México. 1993. 700 págs.

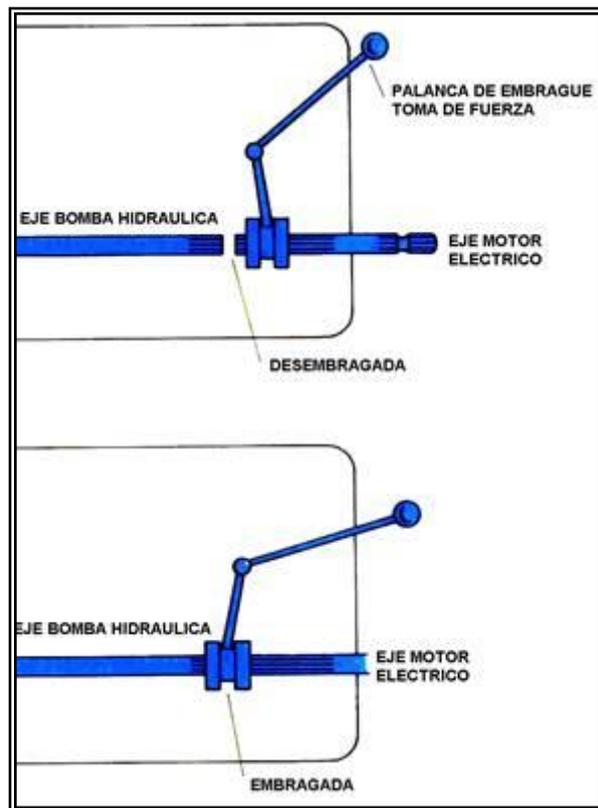


FIGURA 4.11 ACCIONAMIENTO DE BOMBA POR MOTOR ELECTRICO

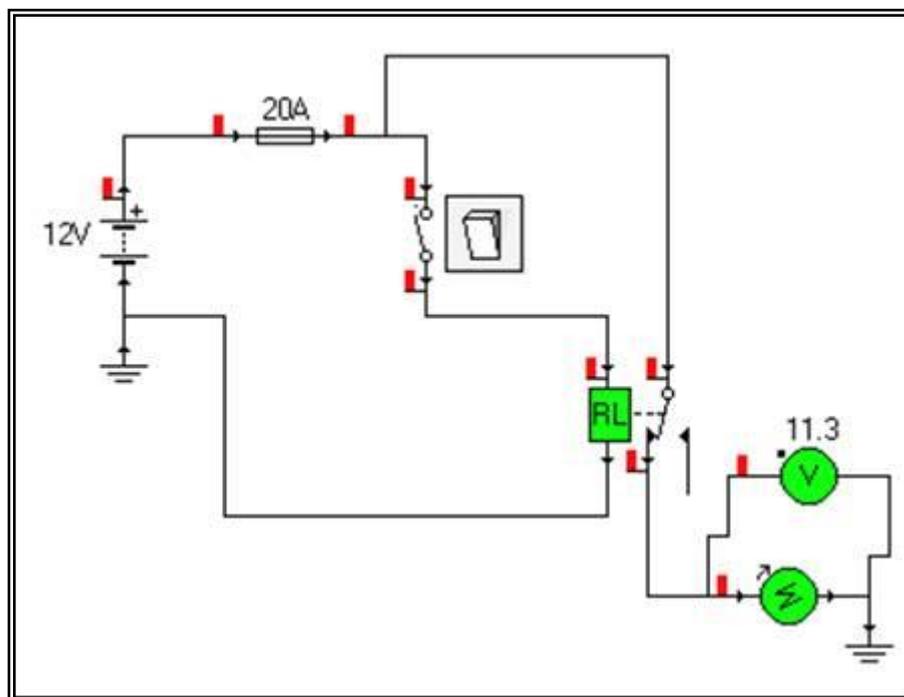


FIGURA 4.12 CONEXIÓN ELECTRICA

¹⁷ Soundwell College. Crocodile clips. Version 2. Bristol. New Road. 1993-1995

4.4.- SELECCIÓN DEL SISTEMA.

El mejor sistema en base al estudio de su funcionamiento, de accionamiento, la cantidad de accesorios a utilizar, tanto hidráulicos como eléctricos. La disposición en el autobús, la fiabilidad, factibilidad y proyección de sus costos a largo plazo se selecciono al sistema del grupo motor electro hidráulico.

Este sistema nos brinda la seguridad de trabajar a la misma presión hidráulica y caudal que la bomba hidráulica y por un tiempo definido, por lo tanto, nos brinda la seguridad de que terminaremos nuestra jornada de trabajo, con las mismas prestaciones de conducción en el volante por medio del conductor.

	ACUMULADOR	GRUPO MOTOR	MOTOR ELECTRICO
COSTOS	\$ 500.00 USD	\$ 320.00 USD	\$ 150.00 USD
VENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> ☞ Funciona como amortiguador de oscilaciones ☞ Ocupa poco espacio. 	<ul style="list-style-type: none"> ☞ Tiene acoplado motor eléctrico, bomba hidráulica y depósito en un solo conjunto. ☞ Flujo continuo de liquido hidráulico. ☞ Entrega la misma capacidad en presión y caudal que la bomba hidráulica. ☞ Ahorra un 30 % de entrega de potencia del motor a otros elementos del autobús. 	<ul style="list-style-type: none"> ☞ Menos costoso y ocupa poco espacio ☞ Genera movimiento directo a la bomba hidráulica. ☞ No ocupa elementos adicionales en el sistema de dirección.

DESVENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Poco tiempo de acción del fluido almacenado. ☒ Adaptar electroválvulas y dispositivos de seguridad que incrementan su costo. ☒ Reparación y recarga son un poco peligrosos y costosos por el nitrógeno a utilizar. 	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Disminuye la vida útil de las baterías, por su consumo de corriente. 	<ul style="list-style-type: none"> ☒ No existe espacio para colocar el motor CD en la parte frontal o lateral de la bomba hidráulica. ☒ El costo de la elaboración de los engranes y la adaptación del solenoide y la horquilla igualan o superan el valor del grupo motor. ☒ El par a vencer en la bomba es mayor a lo que el motor CD puede entregar.
--------------------	--	--	--

CUADRO 4.1 DIFERENCIAS ENTRE SISTEMAS AUXILIARES

V.- CONSTRUCCIÓN Y ADAPTACIÓN

5.1.- COMPONENTES

El sistema de dirección hidráulica o de potencia es el conjunto de muchos componentes los cuales deben poseer las mismas similitudes o características de operación en base al trabajo bajo presión que van a desarrollar, por eso es indispensable tener en cuenta los tamaños de los componentes, material del que están fabricados, medidas de los acoples y cañerías.

Vamos a describir las partes de estos y como funcionan independientemente en su estructura interna.

5.1.1.- Depósito.

En este elemento se depositan 2 de los 3.5 litros de aceite de dirección hidráulica que permiten el funcionamiento del mismo, el nivel del liquido nunca debe sobrepasar la indicación del nivel máximo, (fig. 5.1).¹⁸

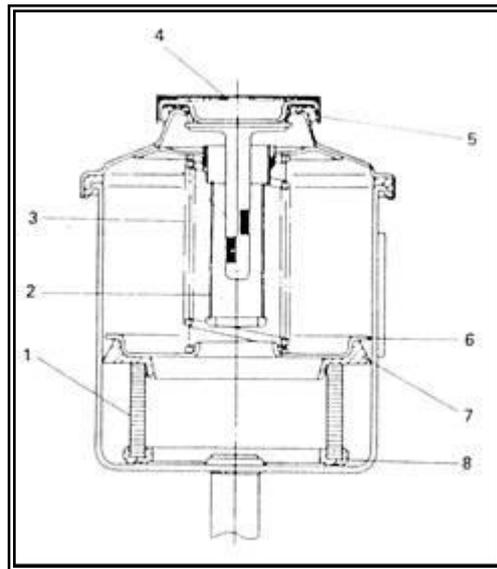


FIGURA 5.1 DEPOSITO

¹⁸ Gerencia de planeamiento de producto y asistencia técnica. Manual de Operación OF1318. Pág. 73 Mercedes Benz. Brasil. 10/1993. 118 págs.

- 1) Filtro de aceite
- 2) Colador de aceite
- 3) Resorte
- 4) Tapa con medidor de nivel de aceite
- 5) Sello guardapolvo
- 6) Cubierta del filtro
- 7) Sello de la cubierta del filtro
- 8) Empaquetadura del filtro

Al desconectar el motor, el nivel del líquido se eleva entre 1 y 2 cm encima del nivel máximo. Si el nivel del líquido supera los 2 cm, esto indica que existe aire en el sistema, haciendo necesaria la operación de purga del mismo.

- ☒ Se debe usar únicamente aire comprimido para limpiar el filtro.
- ☒ El filtro está hecho de resina sintética y por lo tanto, evite lavarlo con agua caliente o detergente a base de solvente.

Las funciones del depósito son:

- ☒ Disipar calor por convección, conducción y radiación.
- ☒ Detener las materias extrañas o sedimentos que se acumulen en el fondo del mismo.
- ☒ Separar el aire del sistema, lo que se logra por medio de tabiques deflectores que reducen la velocidad del aceite dentro del depósito y de mayor oportunidad a que las burbujas de aire para que escapen a la superficie.
- ☒ Tiene una capacidad triple para el aceite que la de los mandos para asegurarse de que la temperatura del aceite hidráulico no exceda en 37.8°C al ambiente.

5.1.2.- Bomba de dirección.

La bomba de dirección (fig. 5.2), es un conjunto de elementos como: cojinetes, válvulas, sellos y otros mas que permiten dar una presión adecuada al sistema de dirección para que este funcione adecuadamente, con los siguientes datos:¹⁹

- Tipo : De paletas
- Rango de velocidad : 500 – 6000 rpm
- Presión de alivio : 97- 105 bar (1380 – 1493 psi)
- Medida del caudal : 9 litros-min (2.4 US. Gal)

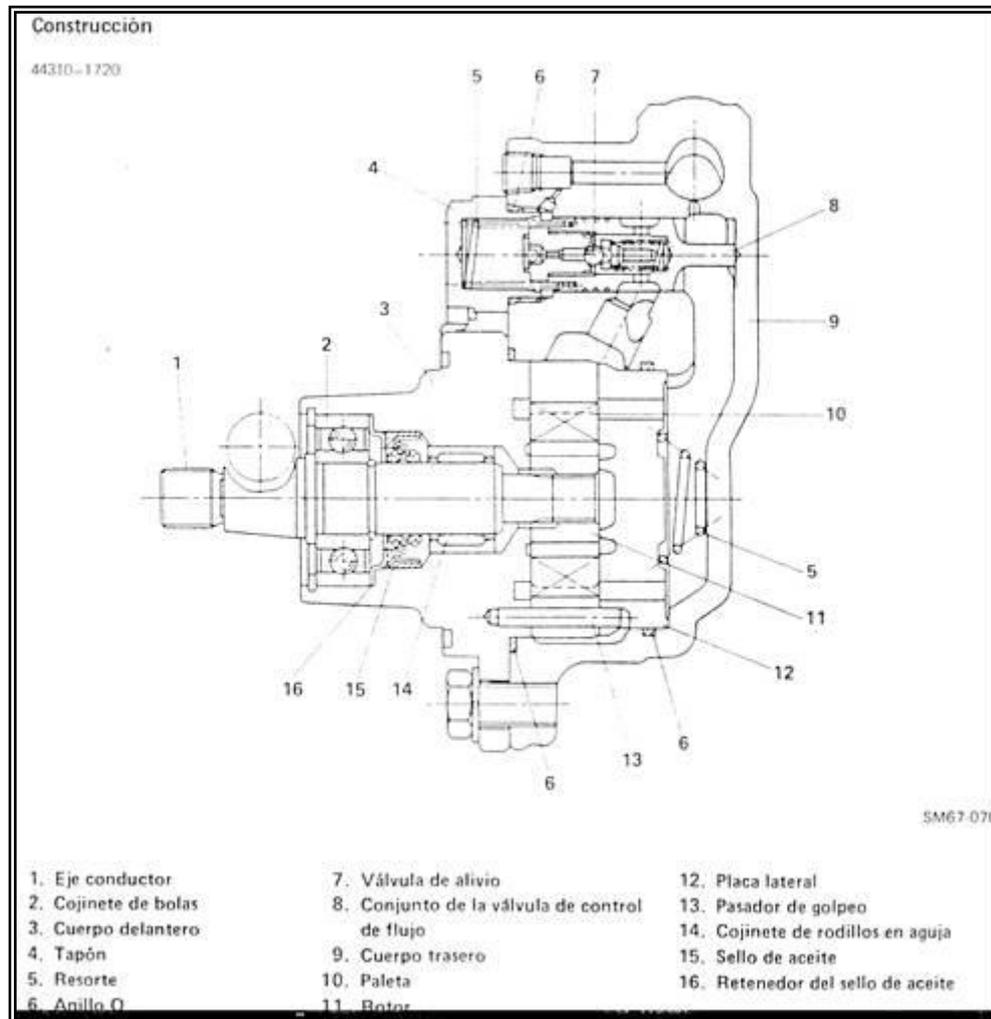


FIGURA 5.2 BOMBA HIDRAULICA

¹⁹ Gerencia de planeamiento de producto y asistencia técnica. Manual de Operación OF1318. Pág. 55. Mercedes Benz. Brasil. 10/1993. 118 págs

La operación interna de la bomba de dirección hidráulica se basa en la operación neutral, (fig. 5.3). La operación de la válvula de alivio, (fig. 5.4) y la operación de la válvula de control de flujo, (fig. 5.5).

Operación neutral cuando la válvula de control de flujo y válvula de alivio están en estado inactivo.

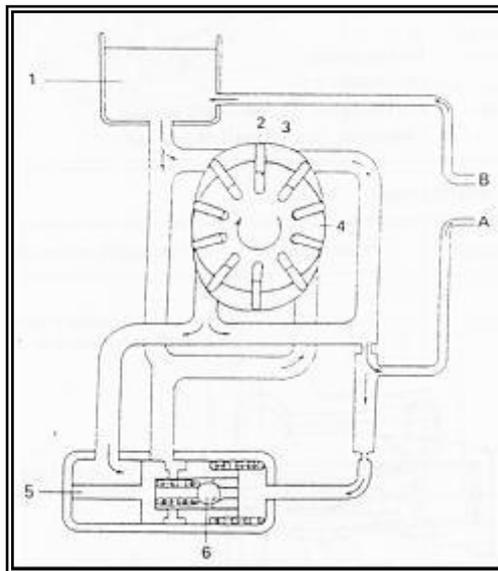


FIGURA 5.3 VALVULA ESTADO NEUTRA

1. Tanque
2. Paleta
3. Anillo de levas
4. Rotor
5. Conjunto de válvula de control de flujo
6. Válvula de alivio
- A. Al reforzador
- B. Del reforzador

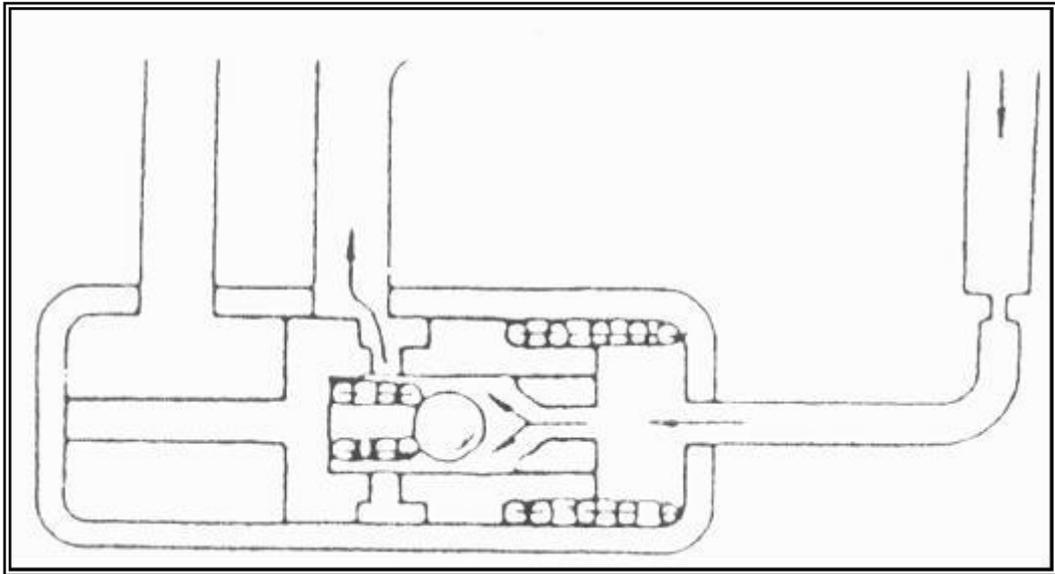


FIGURA 5.4 OPERACIÓN VÁLVULA DE ALIVIO

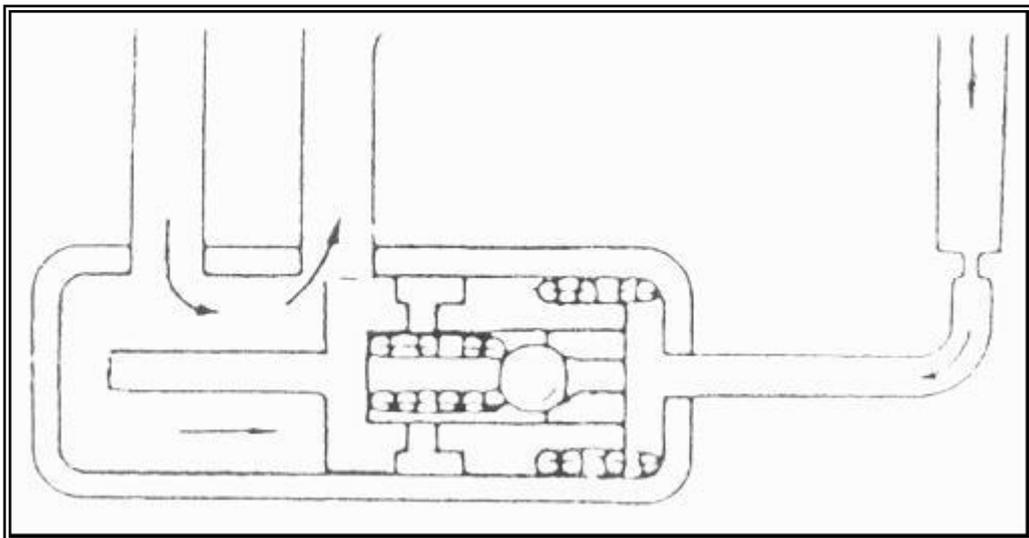


FIGURA 5.5 VÁLVULA DE CONTROL DE FLUJO

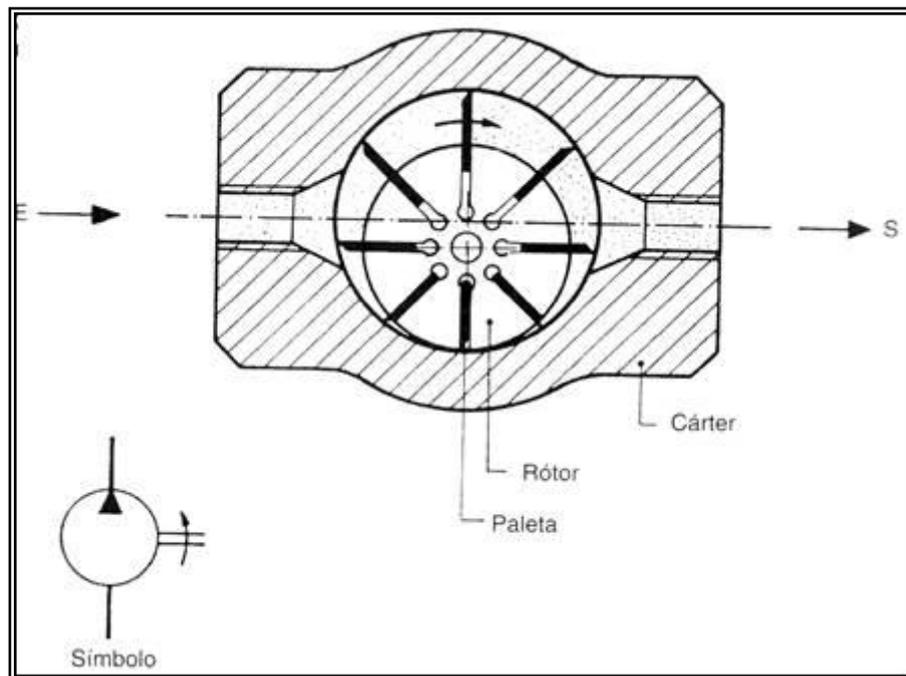


FIGURA 5.6 CONSTITUCION DE LA BOMBA HIDRAULICA

La constitución de la bomba hidráulica es fundamental ya que de ello depende saber a que número de rpm ésta trabaja, que cantidad de caudal entrega y a que presión trabajan la válvula de alivio y de control de flujo, (fig. 5.6).

5.1.2.1.- Regulador de caudal y presión.

Este dispositivo esta emplazado en la propia bomba, y conectado al circuito. Esta constituido por un cuerpo cilíndrico, en el que se aloja un émbolo (10), aplicado contra su asiento en la boca del embudo formado en el tornillo (3), por la acción del muelle (4). En su interior va dispuesta la válvula de descarga de presión, constituida por la bola (5) y el muelle (9), (fig. 5.7).²⁰

²⁰ J. M. ALONSO. Circuitos de fluidos, suspensión y dirección. Pág. 45. Paraninfo. Madrid. 1996. 344 páginas

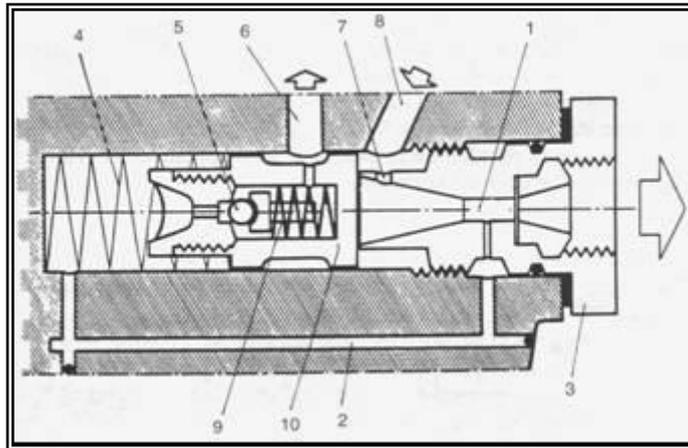


FIGURA 5.7 REGULADORA DE CAUDAL Y PRESION

La presión de envío de la bomba llega por el conducto (8), quedando aplicada a la cara delantera del pistón (10), a través del conducto (7) que desemboca en el venturi formado delante de él, desde donde alcanza la salida para la válvula rotativa a través del conducto (1), el cual esta comunicado también con la cara posterior del pistón, por medio del conducto (2). Esta presión puede alcanzar la salida para alimentación de la válvula rotativa de activación del sistema de asistencia o descargarse al depósito por el conducto (6), según las fases de funcionamiento. A este respecto consideramos los siguientes casos:

1) Funcionamiento a baja velocidad.-

Con el motor funcionando a ralentí, el aceite enviado a presión por la bomba pasa por el orificio (7) hasta el venturi, a través del cual es canalizado hacia la válvula rotativa, la cual, en posición de línea recta del volante, permite el retorno directo al deposito. En estas condiciones, el caudal de aceite en circulación es

importante y en el estrechamiento (1) del venturí se crea una cierta depresión con el aumento de velocidad en esta zona. La cual actúa sobre la cara posterior del pistón (10) transmitida por el conducto (2) contra la fuerza de su muelle antagonista (4).

En estas condiciones, la diferencia de presiones entre ambas caras del pistón produce un ligero desplazamiento del mismo hacia atrás que permite un ligero aumento de caudal, (fig. 5.8).

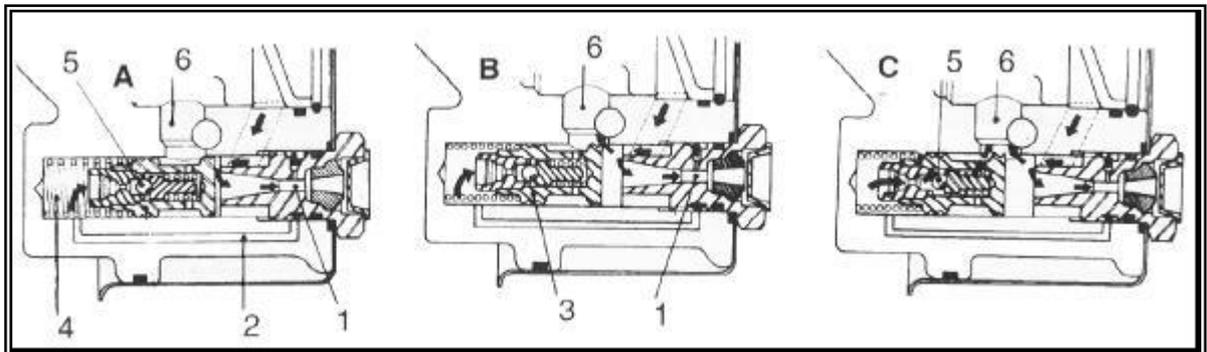


FIGURA 5.8 REGULADORA A BAJA VELOCIDAD

Si en esta situación se gira el volante para orientar las ruedas, la válvula rotativa corta el retorno de aceite al depósito al tiempo que permite el paso de aceite a presión hacia uno de los lados del gato hidráulico. En estas condiciones, la velocidad de paso del aceite por el venturí del regulador decrece rápidamente, con lo que se produce un aumento brusco de la presión, mientras por detrás del pistón la depresión ha caído bruscamente. El pistón se desplaza entonces hacia la derecha hasta su tope de recorrido permitiendo que la presión de la bomba quede aplicada íntegramente al gato para producir la asistencia necesaria.

2) Funcionamiento en línea recta a distintas velocidades.

Dado que el motor del vehículo gira ahora mas rápido, el régimen de rotación de la bomba de asistencia es superior al indicado en el caso anterior, con lo que, tanto la presión como la velocidad del aceite aumentan progresivamente y crece la depresión en el conducto (1), llegándose a una situación en la que, la diferencia de presiones entre ambas caras del pistón se hace mayor, pues esta en función de la diferencia de los cuadrados de las velocidades.

En estas condiciones se cumple que la presión actuante en la cara posterior del pistón (la existente en el conducto 1), más la fuerza del muelle (4), es menor que la presión enviada por la bomba, (la actuante en la cara delantera del pistón), con lo cual el pistón se desplazara hacia la izquierda (detalle B), destapando el conducto de retorno (6) al depósito, lo que implica una caída de la presión de envío de la bomba y por tanto de la que alimenta la válvula rotativa y seguidamente el gato de asistencia.

Como consecuencia de todo ello, queda reducida la asistencia de la dirección en estas condiciones de funcionamiento del vehículo.

3) Maniobras en tope.

Caso de una rueda contra el bordillo o cremallera a tope de recorrido: cuando se da alguna de estas circunstancias, la cremallera, así como el gato, quedan bloqueados, por lo cual el aceite enviado por la bomba circula por el circuito mientras se llena el gato y a partir de este instante, cesa la circulación y la presión de envío de la bomba crece rápidamente, transmitiéndose con igual intensidad a todo el circuito. Alcanzando un determinado valor, se produce la apertura de la válvula de descarga, cuya bola (5) se separa de su asiento permitiendo la descarga de presión hacia el conducto de retorno (6). Esta válvula limita el valor de la presión máxima que puede alcanzar el sistema.

4) Válvula rotativa.

En algunos modelos de dirección asistida del tipo tornillo sinfín, se dispone una válvula rotativa en la cual el eje rotor se une al husillo por medio de la barra de torsión en un montaje similar al de las direcciones de cremallera, (fig. 5.9). EL desplazamiento relativo en el giro del rotor con respecto al husillo es el que determina la apertura o cierre de los conductos de paso para lograr la asistencia.²¹

²¹ J. M. ALONSO. Circuitos de fluidos, suspensión y dirección. Pág. 48 Paraninfo. Madrid. 1996. 344 págs

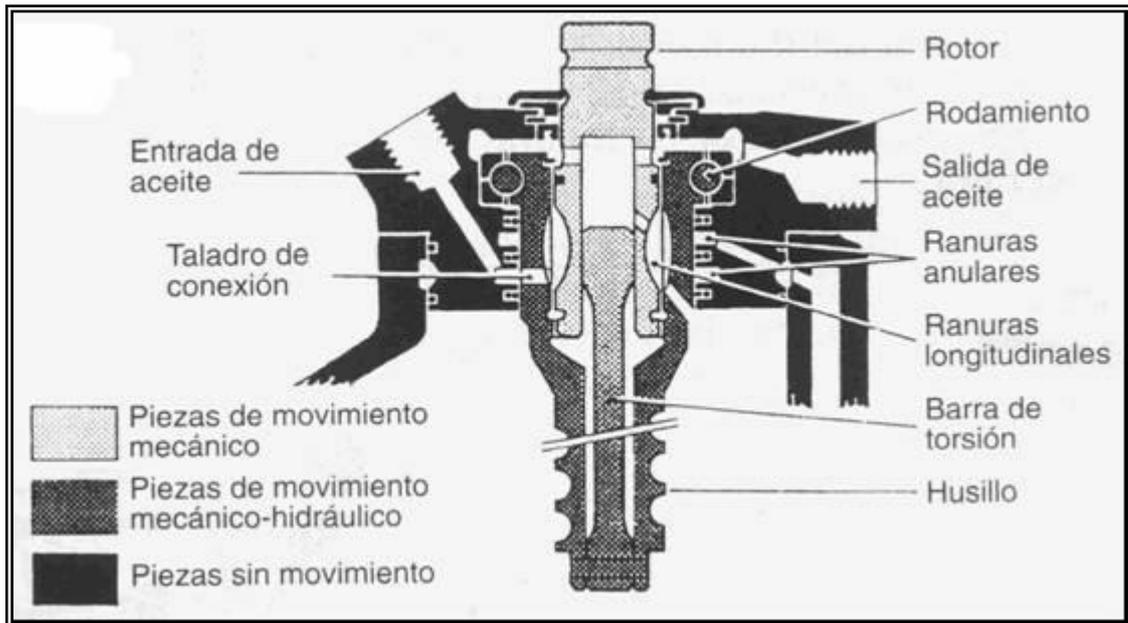


FIGURA 5.9 VALVULA ROTATIVA

5.1.2.2.- Posición de la bomba.

La colocación del depósito con relación a la bomba hidráulica es en especial importante ya que es necesario que haya una alimentación constante de líquido a la bomba hidráulica para mejorar su eficiencia y prolongar su vida y la del sistema en conjunto.

Para lograr estos objetivos, puede usarse, cualquiera de los cinco modelos: 1) la bomba hidráulica puede estar en el depósito, 2) la bomba puede estar abajo del depósito, 3) la bomba puede estar arriba del depósito, 4) la bomba principal puede estar sobrealimentada por una segunda bomba, 5) los modelos 1, 2 y 3 pueden usar un depósito a presión.²²

²² E. SCHULZ; Equipo Diesel I, Lubricación, Hidráulica, Frenos, Ruedas. Pág. 68. CECOSA. México. 1985. 494 págs

Es un conocimiento popular que nuestra atmósfera ejerce presión sobre la superficie de la tierra en relación a la altura del punto sobre el nivel del mar y que el aceite tiene peso y que este peso produce presión.

La entrada de una bomba normalmente es cargada por aceite con una diferencia de presión entre el depósito y la entrada de la bomba. Normalmente la presión en el depósito es presión atmosférica a 14.7 psi en una medida absoluta. Es entonces necesario tener un vacío parcial o una presión reducida a la entrada de la bomba para crear flujo.

La mayoría de los fabricantes de bombas recomiendan un vacío máximo de 5 pulgadas de mercurio, el equivalente de aproximadamente 12,2 psi absolutos a la entrada de la bomba. Con 14,7 psi de presión atmosférica disponible en el depósito, esto proporciona únicamente 2,5 psi de presión diferencial para empujar aceite en la bomba. El alzamiento excesivo debe evitarse y la línea de entrada de la bomba debe permitir que el aceite fluya con la menor resistencia posible.

Por lo tanto la posición de la bomba hidráulica esta 20 cm por debajo del depósito, lo cual va a dar una presión de carga positiva en la entrada de la bomba de .265 psi.

En el grupo motor no se tiene ningún problema con el depósito sobre o debajo la bomba, ya que la bomba y el depósito se encuentran en el mismo nivel.

5.2.- MANÓMETRO DE PRESIÓN CON GLICERINA DE ¼”.

Estos indicadores de presión proporcionan al conductor una indicación sobre la presión del fluido hidráulico en el sistema. Dicha indicación constituye una importante advertencia en el caso de que ocurra alguna anomalía en la presión del sistema de dirección que impida la normal circulación y lubricación de las partes vitales de la caja de dirección.

Los indicadores de presión son de dos tipos, los que se basan en el efecto producido por la presión en un tubo cerrado, llamados de mando directo y los de resistencia eléctrica.

5.2.1.- *Manómetro de mando directo.*

En este sistema se emplea un manómetro del tipo tubo Bourdon (encurvado) vacío, cerrado por un extremo y fijo por el otro. La presión de fluido hidráulico se aplica a dicho tubo a través de un conducto de alta presión proveniente de la bomba hidráulica o del grupo motor, produciéndose así un enderezamiento parcial del tubo Bourdon, proporcional a la presión, (fig. 5.10).²³

Este movimiento es transmitido a una aguja indicadora por el extremo libre del tubo y a través de un sistema de transmisión de varillas y engranajes. La aguja se mueve sobre un cuadrante, registrando así la presión del aceite. En la parte interna de su carátula contiene glicerina para que pueda soportar las variaciones de presión a la que va a estar sometida, además de medir presiones de 100 bar o 1500 psi, lo cual nos va a dar una lectura más exacta en cualquier magnitud, (fig. 5.11).

²³ F. J. THIESSEN. Manual técnico Automotriz. Operación, mantenimiento y servicio. Pág. 28 Tomo IV. Prentice Hall. 4^{ta} edición. México. 1996. 197 págs

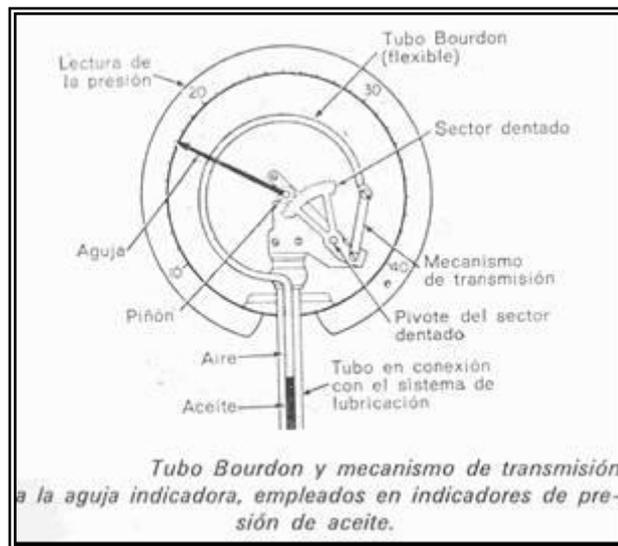


FIGURA 5.10 MANOMETRO DE TUBO BOURDON



FIGURA 5.11 MANOMETRO DE GLICERINA

En este sistema se emplea una indicación luminosa que al ponerse en marcha el motor, la luz de indicación queda conectada a la batería, encendiéndose. Al poco rato de realizarse el arranque, cuando aumenta la presión del aceite, un interruptor que actúa por la presión de éste, apaga la luz indicadora. Dicha luz permanece continuamente apagada, siempre que la presión del aceite se conserve dentro de límites normales.

Si, por un motivo cualquiera, la presión se redujera a límites prohibitivos, la luz vuelve a encenderse indicando así al conductor que la dirección se halla funcionando en condiciones anormales.

5.3.- VÁLVULAS ANTIRRETORNO DE 1/4".

Este sistema dispone de 2 válvulas antirretorno que van dispuestas una con flujo libre de la bomba hidráulica hacia la caja de dirección y opuesta al flujo de la presión del grupo motor, y la otra en flujo libre del grupo motor a la caja de dirección y opuesta al flujo de presión de la bomba hidráulica.

La oposición de estas válvulas antirretorno al flujo del grupo motor o de la bomba hidráulica se debe al caso en que la bomba hidráulica funcione y envíe presión al sistema de la caja de dirección no ingrese a la bomba del grupo motor y le haga girar en sentido contrario lo cual provocaría daños en el interior del rotor y sus paletas y a su vez del mismo modo en caso contrario que funcione el grupo motor y envíe presión al sistema este dañaría a la bomba hidráulica, (fig. 5.12).

Estas válvulas antirretorno soportan una presión de 345 bar o 5000 psi, y tienen una conexión de 3/8" con rosca interna,(fig. 5.13).



FIGURA 5.12 VALVULA ANTIRRETORNO

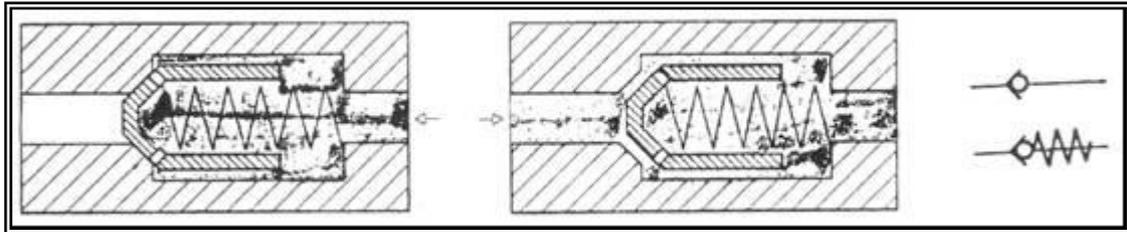


FIGURA 5.13 OPERACIÓN VÁLVULA ANTIRRETORNO

5.4.- T DE CONEXIÓN.

Esta T de conexión va acoplada al punto de retorno del líquido hidráulico en la caja de dirección ZF 8036, el otro extremo va roscado en la cañería que envía el líquido hidráulico al depósito de la bomba hidráulico y el tercer extremo une la manguera de retorno de líquido de la caja de dirección al depósito del grupo motor, (fig. 5.14).



FIGURA 5.14 TEE B127 1/4"

5.5.- CRUZ DE CONEXIÓN.

Esta cruz tiene 4 puntos de conexión, el primer punto se enrosca en el punto de envío de presión de la caja de dirección ZF 8036, en el segundo punto se conecta la manguera de envío de presión de fluido por parte de la bomba hidráulica o del grupo motor, en el tercer punto se conecta el manómetro de presión por medio de una manguera de 1/4" y en el cuarto punto de conexión va acoplado el presóstato que es el que indica cuando la

presión ha bajado en el sistema de envío de presión tanto de la bomba hidráulica como del grupo motor, (fig. 5.15).



FIGURA 5.15 CRUZ DE CONEXION

5.6.- MANGUERAS.

Las mangueras utilizadas reemplazaron la cañería original de acero del sistema de envío de presión de la bomba hidráulica a la caja de dirección, que es de 2 mts de longitud con un diámetro interior de 9 mm y un diámetro exterior de 12 mm, (fig. 5.16). **ANEXO C.**²⁴

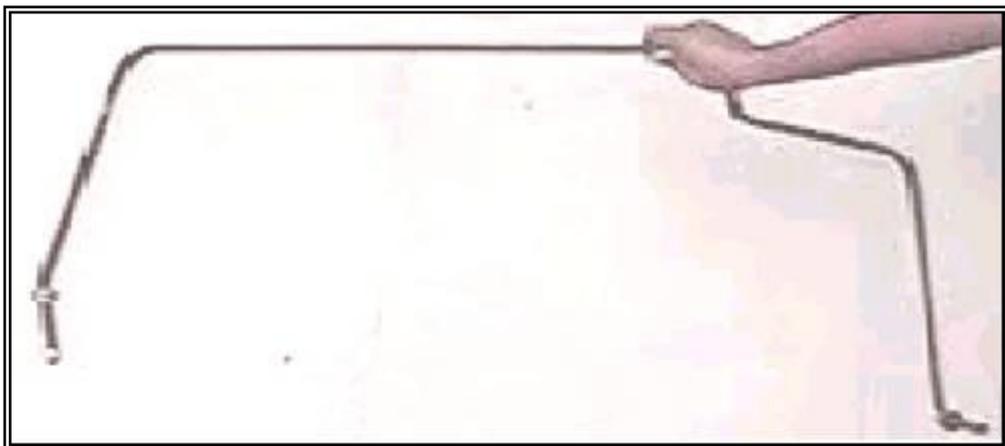


FIGURA 5.16 CAÑERIA DE ACERO ORIGINAL

²⁴ E. SCHULZ; Equipo Diesel I, Lubricación, Hidráulica, Frenos, Ruedas, Neumáticos. CECSA. México. 1985. 494 págs

- ☞ Para la conexión del punto de envío de presión del grupo motor a la válvula antirretorno, que está a su vez conectada a una T B127 de $\frac{1}{4}$ ", que une la bomba hidráulica y a la caja de dirección ZF 8036 se utilizó una manguera 100R2 que significa que esta compuesta de 2 mallas de acero, de $\frac{3}{8}$ " de diámetro * 0.80 mts de longitud y en el extremo de conexión con el punto de presión del grupo motor lleva un acople roscado denominada 6-6 seal que significa conexión de asiento plano.

- ☞ En el extremo con la conexión de la válvula antirretorno lleva una tuerca 6-4 MP que significa tubo de hilo macho de $\frac{1}{4}$ ", en ambos extremos lleva una ferrula prensada que es la que permite mayor ajuste y soporte de la presión en esas conexiones.

- ☞ Para la conexión de un extremo de la T que envía la presión de la bomba hidráulica o del grupo motor hacia la caja de dirección ZF 8036 se utilizó una manguera 100R2 de $\frac{3}{8}$ " * 2.10 mts, la cual en el extremo con la conexión a la válvula antirretorno tiene una tuerca 6-6 MP con un acople 1-6 MP y en el otro extremo que va conectado a la cruz de acero de $\frac{3}{8}$ " que va conectado a la caja de dirección ZF 8036 la designación es 6 FPx que significa hilo de tubo hembra y 1-6 MPx que significa hilo de tubo macho y en sus extremos va prensada por medio de unas ferrulas.

- ☞ Para la conexión del manómetro, a la cruz de conexión que se encuentra a la toma de entrada de presión de la caja de dirección ZF 8036 se empleó una manguera 100R2 de $\frac{1}{4}$ " x 2 $\frac{3}{4}$ " con un acople roscado 4-6 FP y otro 4-6 MP, además dos bushing B110 de $\frac{3}{8}$ " x $\frac{1}{4}$ " o sea casquillos reductores de $\frac{3}{8}$ " a $\frac{1}{4}$ " con ferrula prensada en sus extremos, (fig. 5.17).



FIGURA 5.17 MANGUERA CON FERRULA PRENSADA

- ☐ El retorno del fluido hidráulico de la caja de dirección ZF 8036 al depósito del grupo motor, está compuesta por una manguera sencilla transparente de 3/8" ya que aquí no existe mayor presión, no se debe emplear una manguera 100R2 o similares, para disminuir costos.

5.7.- NEPLOS.

Se empleo dos neplos de 1/2" x 1/2", para lo que fue la conexión de la T y la cruz a los puntos de envío y retorno de presión de la caja de dirección ZF 8036.

5.8.- LLAVES DE CIERRE.

Se utilizo dos llaves de cierre de 1/2" las cuales van conectadas en serie una en la manguera de retorno del depósito de la bomba hidráulica y otra llave de cierre en la manguera de retorno del depósito del grupo motor, las cuales se accionaran en el momento que empiece a funcionar el grupo motor o la bomba hidráulica, (fig. 5.18).



FIGURA 5.18 LLAVE DE CIERRE

5.9.- SISTEMA ELÉCTRICO.

El sistema eléctrico está compuesto por una batería de 12 V, 7 mts de cable N^o 14, 1 mt de cables N^o 16, un foco de advertencia en el panel de instrumentos, 1 relé de 12 V que soporta de 20/30 A con denominación 2262, un socket de relé y un switch de tres posiciones.

5.10.- GRUPO MOTOR ELECTROHIDRAULICO.

Es un elemento compuesto por tres partes las cuales son:

- 1) Motor eléctrico de 12 V y 25 A de las cuales sus dimensiones son de 15 cm de largo y 10 cm de diámetro.
- 2) Bomba hidráulica la cual va dispuesta internamente acoplada al eje del motor eléctrico y sumergida en el depósito, de la cual su dimensión es de 7 cm.
- 3) El depósito en el cual internamente va sumergida la bomba hidráulica, tiene un largo de 20 cm y un diámetro de 12 cm, su capacidad debe ser similar al depósito de la bomba hidráulica para que funcione con la misma capacidad todo el sistema ya sea con el sistema original o con el auxiliar.

El grupo motor en total tiene una longitud de 42 cm de largo y su diámetro mayor es de 15 cm, en la parte media donde esta la bomba hidráulica se encuentran distribuidos tres agujeros roscados los cuales van a ir sujetos por unos pernos en el travesaño delantero del motor el cual se encuentra por delante del radiador y a su vez va a estar funcionando en un ambiente fresco libre de temperaturas elevadas, salpicaduras de agua, combustible o aceite y polvo, (fig. 5.19).

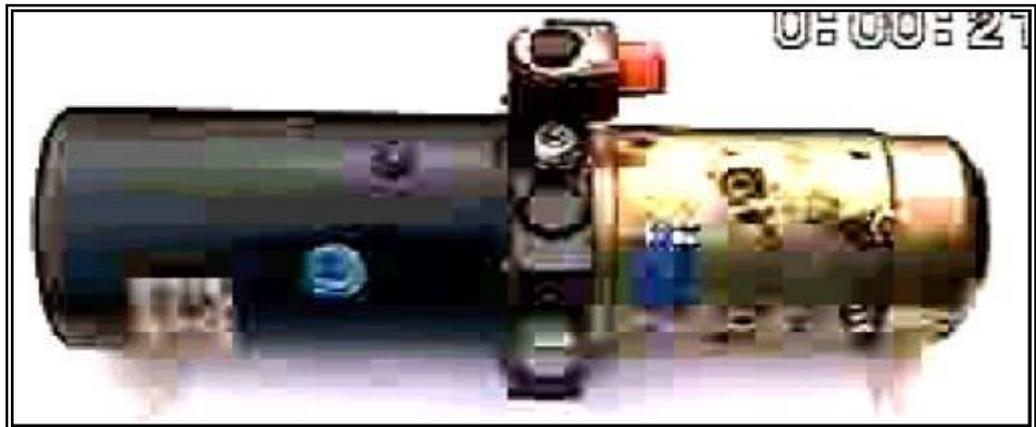


FIGURA 5.19 GRUPO MOTOR

5.11.- CALCULOS DE DISEÑO.

5.11.1.- Velocidad en cañerías.

La velocidad de los fluidos hidráulicos a través de las cañerías o mangueras son consideraciones de diseño muy importantes debido al efecto de velocidad en acción.

Normalmente, los rangos de velocidad recomendados son:²⁵

☞ Línea de entrada de la bomba = 0.6096 – 1.2192 mps
(2 - 4 fps)

☞ Líneas de trabajo = 2.13 – 6.1 mps (7 – 20 fps)

²⁵ C. MATAIX. Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas. Pág. 38. Harla. 2^{da} edición. México. 1982. 660 págs

En esta consideración, debe notarse que:

- 1) La fricción de un líquido que fluye a través de una línea es proporcional a la velocidad. Sin embargo, debido al flujo turbulento, la fricción varía.
- 2) La velocidad del fluido varía inversamente con el cuadrado del diámetro interior.

La fricción crea turbulencia en la corriente de aceite y por supuesto se resiste al flujo, generándose un incremento en la diferencia de presión a través de la línea. Se recomienda una velocidad muy baja para la línea de entrada de la bomba porque una diferencia de presión muy pequeña puede tolerarse allí.

5.11.2.- Requisitos de tamaño de mangueras.

Dos fórmulas están disponibles para clasificar el tamaño según las líneas hidráulicas. Si el caudal y la velocidad deseada son conocidos, use esta relación para encontrar el área transversal interior:

ÁREA = Caudal (gpm) x 0,3208 / Velocidad (pies por segundo)

$$A = \frac{Q * 0.3208}{V} = \frac{2.4 \text{ gpm} * 0.3208}{9.9 \text{ fps}} = 0.077 \text{ plg}^2$$

Cuando se dan el caudal y el tamaño de la cañería, use esta fórmula para encontrar la velocidad:

VELOCIDAD (pies por segundo) = Caudal / 3.177 x área

$$V = \frac{Q}{3.177 * A} = \frac{2.4 \text{ gpm}}{3.177 * 0.0766 \text{ plg}^2} = 9.9 \text{ fps}$$

5.11.3.- Potencia en un sistema hidráulico.

En un sistema hidráulico, la velocidad y distancia dependen del flujo o caudal en gpm y la fuerza de la presión. Así, nosotros podríamos expresar la potencia hidráulica de la siguiente manera:

Potencia = (galones / minuto)x (libras / pulgadas cuadradas)

Así la fórmula para determinar la potencia en Hp a partir del caudal y presión es:

$$Hp = \frac{Q * P}{1714} = \frac{2.4 \text{ gpm} * 1450 \text{ psi}}{1714} = 2.01 \text{ Hp}$$

Ésta fórmula nos permite conocer la potencia exacta a usarse en el sistema. El caballaje exigido para el manejo de la bomba será algo más alto que esto, debido a que el sistema no es 100% eficaz.

Si nosotros asumimos una media eficacia de 80%, esta relación puede usarse para estimar requisitos de entrada de potencia:

$$Hp = Q * P * 0.0007 = 2.4 \text{ gpm} * 1100 \text{ psi} * 0.0007 = 1.8 \text{ Hp}$$

5.11.4.- Potencia y torque.

También a menudo es deseable convertir la potencia a torque sin tener que calcular la presión y el flujo, esta fórmula es:

$$\text{Torque} = \frac{63025 * Pot}{rpm} = \frac{63025 * 2.01 Hp}{1450 rpm} = 87.4 \frac{lb}{p\lg}$$

5.11.5.- Cálculo de pérdidas en el circuito hidráulico.

$$\text{PRESIÓN POR PERDIDAS} = \Delta P1 + \Delta P2$$

$$\Delta P1 = \text{PERDIDAS PRIMARIAS (SUPERFICIE)}$$

$$\Delta P2 = \text{PERDIDAS SECUNDARIAS (FORMA)}$$

DATOS:

$$Q = 2.4 \text{ gpm} = 1.514 * 10^{-4} \text{ m}^3 / \text{seg}$$

$$\Phi_{\text{mang}} = 3/8" = 0.375 \text{ pulg} = 0.09525 \text{ m.}$$

Área del conducto:

$$A = \pi (R^2 - r^2) = \pi (6^2 - 4.5^2) \text{ mm}^2 = 49.5 \text{ mm}^2 = 0.0766 \text{ plg}^2$$

$$Vm = \frac{Q}{A} = \frac{1.514 * 10^{-4} \text{ m}^3 / \text{seg}}{4.945 * 10^{-5} \text{ m}^2} = 3.06 \frac{\text{m}}{\text{seg}}$$

Características del fluido.

Densidad del aceite hidráulico.

$$\rho = 512.345 \text{ Kg / m}^3 \text{ a } 40^\circ \text{ C.}$$

Viscosidad Dinámica.

$$\eta = 8.3 * 10^{-2} \text{ Kgm / seg}$$

Viscosidad Cinemática.

$$\nu = 162 * 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{seg}$$

PÉRDIDAS DE PRESIÓN PRIMARIAS

$$H_{rp} = \lambda * \frac{L}{D} * \frac{v^2}{2g}$$

λ = Coeficiente de pérdidas primaria.

L = Longitud de la corriente de flujo.

D = Diámetro del conducto.

v = velocidad media del flujo.

g = gravedad.

Re = Número de Reynolds

$$Re = \frac{v \times D}{\nu}$$

$$Re = \frac{3.06 \frac{m}{s} \times 0.012 m}{162 \times 10^{-6} m^2 / s} = 226.67$$

$Re < 2000 \rightarrow$ **Flujo Laminar.**

Flujo Laminar $\rightarrow \lambda = 64 / Re$

$$\lambda = \frac{64}{226.67} = 0.282$$

$$H_{rp} = 0.282 \times \frac{2m}{0.012m} \times \frac{6.06 m/s^2}{9.81 m/s^2} = 22.4$$

$$\Delta P_1 = H_{rp} \times \rho \times g$$

$$\Delta P_1 = 22.4 \times 512.345 \text{ kg/m}^3 \times 9.81 \text{ m/s}^2 = 112584.7 \frac{N}{m^2}$$

$$1 \text{ N/m}^2 = 145.164 \times 10^{-6} \text{ psi}$$

$$1 \text{ bar} = 14.5053 \text{ psi}$$

$$\Delta P_1 = 16.34 \text{ psi}$$

$$\Delta P_1 = 1.13 \text{ bar}$$

PÉRDIDAS DE PRESIÓN SECUNDARIAS.

$$H_{rs} = \zeta \times \frac{v^2}{2 * g}$$

H_{rs} = Pérdida de carga secundaria.

ζ = Coeficiente adimensional de pérdida de carga secundaria.

v = Velocidad media en la tubería.

ζ₁ Pérdida por salida brusca del depósito.

Ver figura 5.20

$$L = 4 \text{ cm}$$

$$d = 0.9525 \text{ cm}$$

$$b = 0.03 \text{ cm}$$

$$L/d = 4.2$$

$$b/d = 0.032$$

$$\zeta_1 = 0.58$$

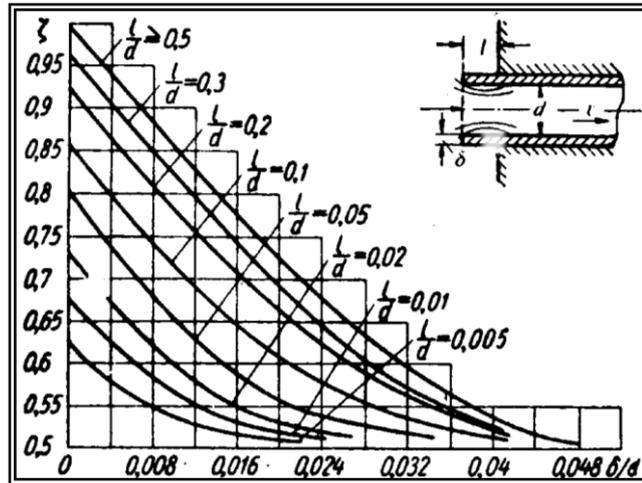


FIGURA 5.20 COEFICIENTE DE ROZAMIENTO PARA LA SALIDA BRUSCA DE UN DEPOSITO

ζ 2 Contracciones Bruscas.

Ver figura 5.21

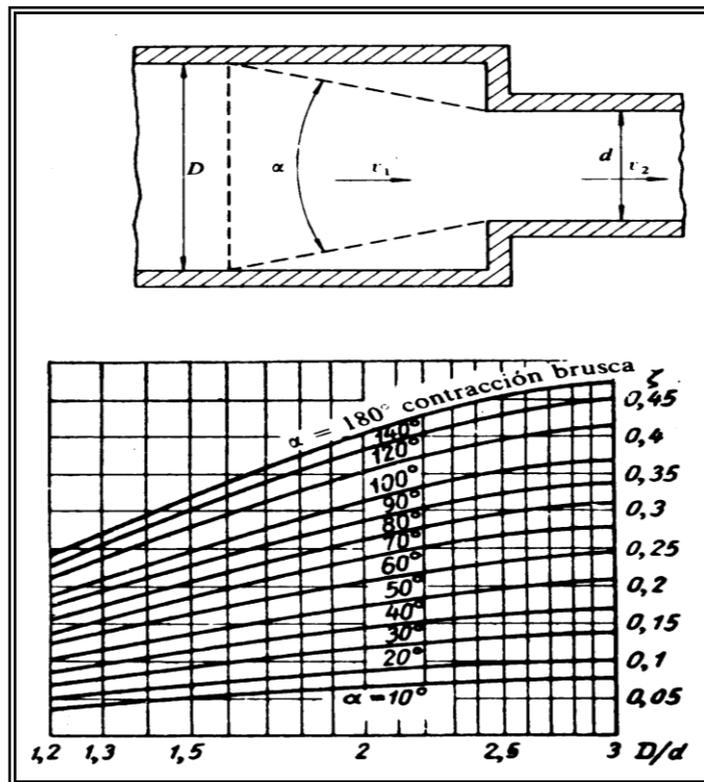


FIGURA 5.21 VALORES PARA CONTRACCIONES BRUSCAS Y SUAVES

$$D = 1/2 \text{ "}$$

$$d = 3/8 \text{ "} \quad D/d = 1.33 \quad \zeta_{2.1} = 0.28$$

$$\alpha = 180^\circ$$

$$N = 1 \text{ (número de reductores)}$$

$$D = 3/8 \text{ "}$$

$$d = 1/4 \text{ "} \quad D/d = 1.5 \quad \zeta_{2.2} = 0.33$$

$$\alpha = 180^\circ$$

$$N = 3 \text{ (número de reductores)} \quad \zeta_{2.2.T} = \zeta_{2.2} \times N = 0.33 \times 3 = 0.99$$

$$D = 3/4 \text{ "}$$

$$d = 1/2 \text{ "} \quad D/d = 1.5 \quad \zeta_{2.3} = 0.33$$

$$\alpha = 180^\circ$$

$$N = 1 \text{ (número de reductores)}$$

$$\zeta_2 = \zeta_{2.1} + \zeta_{2.2.T} + \zeta_{2.3} = 0.28 + 0.99 + 0.33 = 1.6$$

$$\zeta_2 = 1.6$$

ζ_3 Tes

Ver figura 5.22

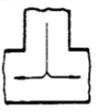
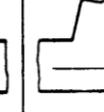
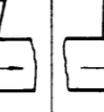
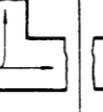
OTRAS FORMAS DE TES Y COEFICIENTES ζ PARA CADA FORMA					
Figura					
ζ	0.5	1.0	1.5	3.0	0.05
Figura					
ζ	0.1	0.15	2.0	3.0	

FIGURA 5.22 FORMAS DE TES

$$\zeta_{3.1} = 1.5 \quad T 90^\circ \text{ Convergente.}$$

$$N = 2 \text{ (Número de Tes.)}$$

$$\zeta_3 = \zeta_{3.1} \times N = 1.5 \times 2 = 3$$

$$\zeta_3 = 3$$

ζ 4 Codos.

Ver Fig. 5.23

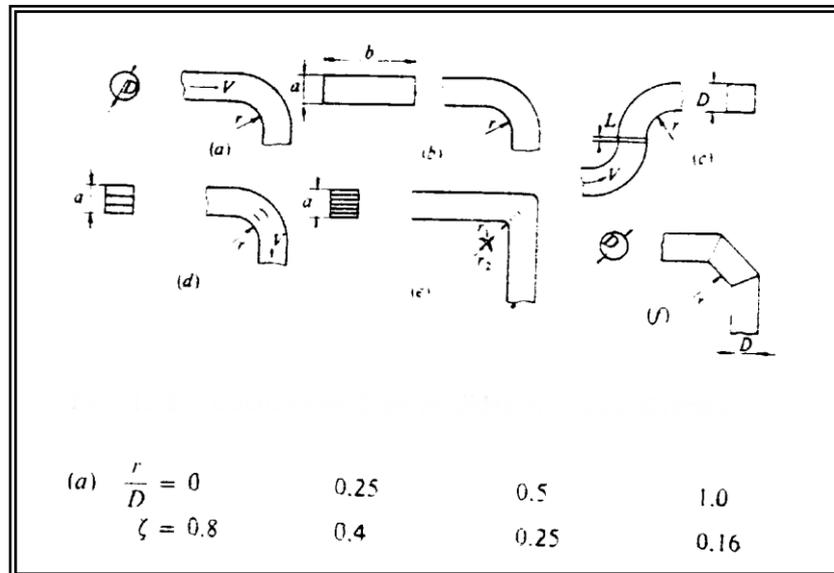


FIGURA 5.23 COEF. DE PERDIDAS EN CODOS DIVERSOS

Sección a).

$$r = 1.25 \text{ cm}$$

$$d = 0.9525 \text{ cm}$$

$$N = 6 \text{ (Número de codos)}$$

$$r/d = 1.3$$

De los valores existentes en la tabla interpolamos utilizando la siguiente fórmula:

$$\left(\frac{B-A}{D-C} \right) \times (C - X) + A = X$$

$$A = 0.16$$

$$B = 0.25$$

$$C = 1$$

$$D = 0.5$$

$$T = 1.5748$$

$$X = \zeta 4$$

$$\left(\frac{0.25 - 0.16}{0.5 - 1} \right) \times (1 - X) + 0.16 = 0.106$$

$$\zeta 4.1 = 0.106$$

$$\zeta 4.1.T = \zeta 4.1 \times N = 0.106 \times 6 = 0.636$$

ζ 5 Válvulas.

$$\text{Válvula reguladora de presión} \rightarrow \zeta_{5.1} = 2.4$$

$$\text{Válvula antirretorno} \rightarrow \zeta_{5.2} = 2.5$$

$$N = 2 \text{ (Número de válvulas)} \rightarrow \zeta_{5.2 T} = \zeta_{5.2} \times N = 2.5 \times 2 = 5$$

$$\zeta_5 = \zeta_{5.1} + \zeta_{5.2} = 2.4 + 5 = 7.4$$

$$\zeta_5 = 7.4$$

$$\zeta = \zeta_1 + \zeta_2 + \zeta_3 + \zeta_4 + \zeta_5$$

$$\zeta = 0.58 + 1.6 + 3 + 0.636 + 7.4$$

$$\zeta = \underline{13.22}$$

$$H_{rs} = 13.22 \times \frac{0.06 \text{ m/s}^2}{9.81 \text{ m/s}^2} = 6.31 \text{ m.}$$

$$\Delta P_2 = H_{rs} \times \rho \times g$$

$$\Delta P_2 = 6.31 \text{ m} \times 512.345 \text{ kg/m}^3 \times 9.81 \text{ m/s}^2 = 31714.72 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$\Delta P_2 = 4.6 \text{ psi}$$

$$\Delta P_2 = 0.32 \text{ bar}$$

$$\text{PRESIÓN POR PERDIDAS} = \Delta P_1 + \Delta P_2$$

$$P_p = 16.34 \text{ psi} + 4.6 \text{ psi}$$

$$P_p = 20.94 \text{ psi}$$

$$P_p = 1.4 \text{ bar}$$

5.12.- PROCESO DE MONTAJE.

Una vez adquiridos todos los componentes a utilizar, procedemos a realizar primeramente el montaje o ensamble de algunos componentes como son:

- 1) La colocación de las ferrulas con sus acoples roscados en los extremos de la manguera de 3/8" de 2.10 mts, para la línea de presión de la bomba hidráulica y 0.80 mts del grupo motor, (fig. 5.24).



FIGURA 5.24 COLOCACION DE FERRULAS

- 2) En una prensa hidráulica de 3 toneladas se colocan 8 muelas de sujeción cónicas alrededor de la ferrula la que en el momento de accionar la prensa esta sube y presiona la ferrula contra el casquillo alojado en el interior de la manguera y de esta manera asegurar que la presión del fluido se mantenga constante y sin fugas, (fig. 5.25).



FIGURA 5.25 PRENSADO DE FERRULA EN PRENSA DE 3 TON

- 3) En una prensa hidráulica de pedestal de 2 toneladas, se colocan dos muelas de sujeción cónicas alrededor de la ferrula y un molde de anillo circular sobre ésta, la que en el momento de accionar la prensa la base sube y un cilindro actuador baja y presiona la ferrula contra el casquillo alojado en el interior de la manguera de $\frac{1}{4}$ " de 0.80 mts que va a ser utilizada para el manómetro, (fig. 5.26).



FIGURA 5.26 PRENSA DE PEDESTAL DE 2 TON

- 4) Producto final de la ferrula prensada alojada en la manguera de $\frac{3}{8}$ ", (fig. 5.27) .



FIGURA 5.27 FERRULA PRENSADA

- 5) Adaptación de un casquillo en la mitad de un tubo 3/8" para formar una T en la cual el casquillo que es fundido con soldadura autógena irá prensado con una ferrula en su manguera que esta dirigida hacia el depósito del grupo motor, (fig. 5.28).



FIGURA 5.28 SOLDADURA DE CASQUILLO DE 3/8"

- 6) Limpieza de la escoria en la T, la parte roscada irá acoplada con la cañería de retorno de la bomba hidráulica y la tuerca será enroscada en un extremo a la caja de dirección, (fig. 5.29).



FIGURA 5.29 LIMPIEZA DE ESCORIA

- 7) Perforación en el tubo de 3/8" para que permita el flujo de retorno desde la caja de dirección hacia el depósito del grupo motor por medio del casquillo, (fig. 5.30).



FIGURA 5.30 PERFORACIÓN DE TUBO DE 3/8"

- 8) Prensado de ferrula contra el casquillo alojado en el interior de la manguera de retorno del grupo motor, (fig. 5.31).



FIGURA 5.31 PRENSADO DE MANGUERA DE RETORNO

- 9) Colocación de una T, en la que a su izquierda va acoplada una válvula antirretorno y en su extremo el acople de la bomba hidráulica. A su derecha esta enroscada la manguera de envío de presión desde la bomba hidráulica o el grupo motor hacia la caja de dirección. En la parte inferior esta enroscada la válvula antirretorno proveniente del grupo motor la cual se encuentra opuesta al flujo de la bomba hidráulica, (fig. 5.32).

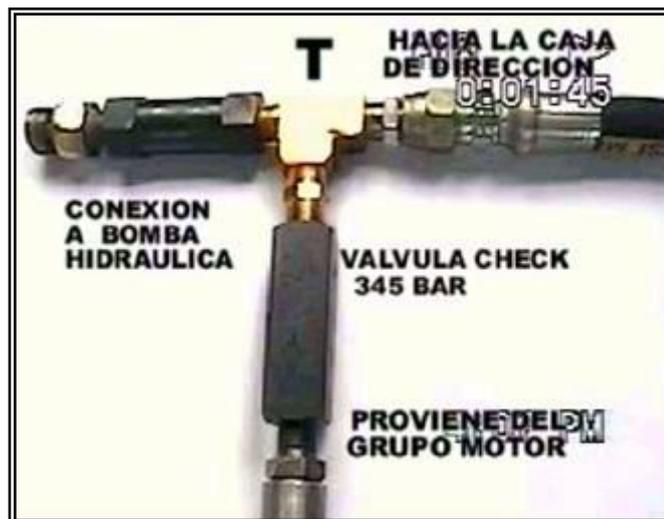


FIGURA 5.32 CONEXION VÁLVULAS

- 10) Conexión de una cruz en la cual su parte izquierda va conectada por medio de un acople a la caja de dirección al punto de entrada de presión, su parte superior estará acoplada por medio del manómetro, su parte inferior se alojara el presóstato y en su parte derecha la línea de presión proveniente de la bomba hidráulica o del grupo motor, (fig. 5.33).



FIGURA 5.33 DISTRIBUCION DE CONEXIÓN CRUZ

- 11) El grupo motor se aloja en la parte delantera del chasis por medio de tres pernos en su parte inferior ya que la carcasa del grupo motor tiene tres agujeros ranurados interiormente la cual soporta muy bien el peso de este y su vibración. Este lugar provee de ventilación adecuada al grupo motor y previene de salpicaduras de agua, aceite o combustible al grupo motor, (fig. 5.34).



FIGURA 5.34 MONTAJE DE GRUPO MOTOR

5.13.- PROCESO DE INSTALACIÓN.

- 1) Ajuste de la manguera de retorno, en el neplo del depósito del grupo motor, (fig. 5.35).



FIGURA 5.35 AJUSTE MANGUERA DE RETORNO

- 2) Ajuste de las mangueras a la cruz de conexión la cual irá acoplada a la caja de dirección, esto se debe realizar antes de acoplar la cruz al sistema ya que ajustarla después podría provocar la rotura de los neplos machos que están dispuestos entre la cruz y las mangueras, (fig. 5.36).



FIGURA 5.36 AJUSTE DE CRUZ DE CONEXIÓN

- 3) Conexión de la T al punto de retorno de fluido de la caja de dirección en la cual se encuentra la cañería del depósito de la bomba hidráulica de color rojo y en la parte inferior la manguera que se deriva al depósito del grupo motor, (fig. 5.37).



FIGURA 5.37 CONEXIÓN DE T

- 4) Ajuste de la T con la cañería de presión, proveniente de la bomba hidráulica las válvulas antirretorno y la línea de envío de presión hacia la caja de dirección, (fig. 5.38).



FIGURA 5.38 AJUSTE DE T A LÍNEA DE PRESION

- 5) Se instalo una llave de cierre a la manguera de retorno del grupo motor y a la del deposito de la bomba hidráulica las cuales deben ser accionadas en su momento oportuno, en esta líneas la presión es despreciable por lo tanto no se requirió de válvulas que soporten mayor presión, (fig. 5.39).



FIGURA 5.39 LLAVE DE CIERRE DE RETORNO

- 6) Ajuste del perno de la válvula reguladora de presión que se encuentra en el interior del grupo motor, lo cual permite establecer una presión de trabajo adecuada o igual al sistema original, se le aflojo completamente y se ajusto dos vueltas lo cual brinda una regulación de presión optima, (fig. 5.40).



FIGURA 5.40 AJUSTE DE REGULADORA DE PRESIÓN

- 7) Acople de manguera de ¼" al manómetro y colocación de una abrazadera alrededor de la tuerca del manómetro, atornillada en la parte inferior del panel de instrumentos, (fig. 5.41).



FIGURA 5.41 SUJECION DEL MANOMETRO

- 8) Soldadura de los terminales que van sujetos en el Socket en el cual se alojara el relé que permitirá accionar al grupo motor para mantener constante las condiciones de funcionamiento del motor eléctrico, (fig. 5.42).



FIGURA 5.42 SOLDADURA Y SUJECIÓN ELECTRICA

- 9) La activación del interruptor, (fig. 5.43), del grupo motor que esta dispuesto en el panel de instrumentos y conectado a un fusible de 20 A, proviene de la línea de 12 V de la batería del autobús, activando al relé para que permita el paso de corriente de forma continua y estable durante su funcionamiento, el cual podemos ver su activación en la figura 4.12.



FIGURA 5.43 INTERRUPTOR DEL GRUPO MOTOR

- 10) Una vez completo el sistema en su parte hidráulica y eléctrica, procedemos a elevar el vehículo y encenderlo para purgar el sistema de dirección hidráulica con la bomba hidráulica en funcionamiento. Para purgar el sistema cuando trabaje el grupo motor se debe apagar el vehículo y cerrar la llave de cierre del depósito de la bomba y abrir la llave de cierre del depósito del grupo motor, para luego encender el grupo motor y girar el volante a izquierda y derecha varias veces para eliminar el aire existente en el sistema, (fig. 5.44).



FIGURA 5.44 PURGADO DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN

- 11) Conexión total del grupo motor en el autobús, tanto la línea de envío de presión al sistema como la de retorno y a su vez la parte eléctrica, (fig. 5.45).



FIGURA 5.45 CONEXIONES GRUPO MOTOR

- 12) Presentación del autobús con el sistema del grupo motor acoplado a la dirección hidráulica, el cual podrá suplir a la bomba hidráulica por el tiempo requerido, permitiendo mantener una dirección suave y estable, (fig. 5.46).



FIGURA 5.46 AUTOBÚS CON SISTEMA AUXILIAR DE DIRECCION

VI.- PRUEBAS

6.1.- PRUEBAS DE PRESIÓN.

Para realizar estas pruebas se necesita un manómetro que mida en bar o en psi, mangueras y acoples que se puedan adaptar al sistema hidráulico de dirección y por lo menos soporte los 100 bares que genera la bomba hidráulica tanto de envío de presión como de retorno. Requiere de un tacómetro para revisar a las diferentes rpm que funciona el motor. El analizador es capaz de probar la presión del sistema, el flujo de la bomba, las fugas internas del mecanismo de la dirección y la presión de la válvula de alivio de la bomba. El procedimiento común incluye lo siguiente:

Instale el manómetro del sistema de la manera observada en la figura, después de instalar el manómetro del sistema, efectúe la purga de aire del sistema, (fig. 6.1).²⁶

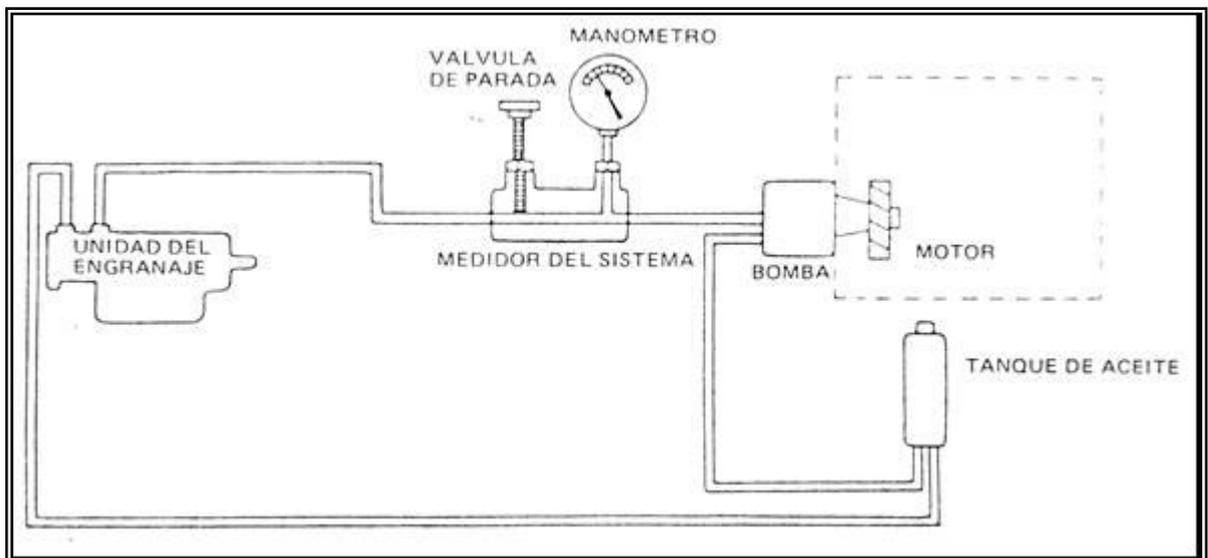


FIGURA 6.1 PRUEBA DE PRESION

²⁶ Hino Motors, LTD. Manual de taller. Chasis FB11. Página 69. Japón. 1993.

6.1.1.- A Ralentí.

Se debe revisar la operación de la válvula de control de flujo para lo cual debemos proceder de la siguiente manera:

1. Haga funcionar el motor en ralentí y cierre la válvula de parada para ajustar la presión del fluido a 50 bar (711 lb/plg²).
2. Haga funcionar el motor hasta 1500 rpm y luego reduzca repentinamente la velocidad del motor, (fig. 6.2).

NOTA. Repita esta operación mas de 5 veces.

3. Se considera satisfactorio si se recupera inmediatamente la presión de ajuste de 50 ± 0.5 bar (711 ± 7.11 psi).
4. Abra por completo la válvula de parada.

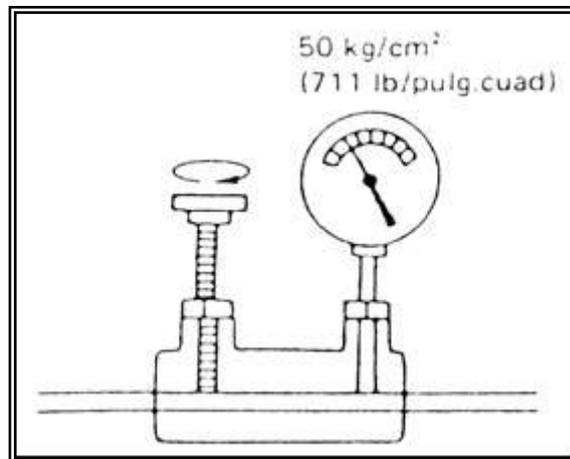


FIGURA 6.2 PRESIÓN A RALENTI

Después de esto se debe medir la presión hidráulica del sistema.

1. Compruebe si la válvula de parada esta completamente abierta.
2. Ponga el motor en ralentí y luego gire el volante de dirección hasta el tope total.

3. Aplique una fuerza de aproximadamente 33 lb al volante y mida la presión hidráulica de ambas direcciones que debe ser de 97 – 105 bar (1380–1493 psi).
4. Si no se obtiene la presión de arriba, mida la presión de descarga o repare la unidad del mecanismo de dirección, (fig. 6.3).

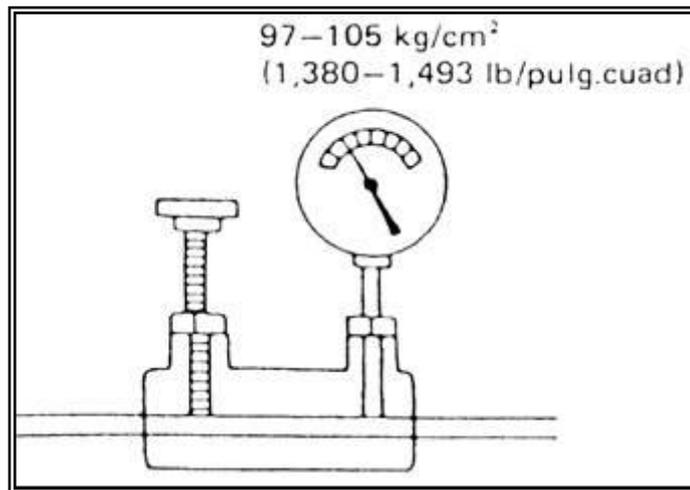


FIGURA 6.3 PRESIÓN DE DESCARGA

6.1.2.- A 1500 rpm

A este numero de revoluciones se debe revisar la operación de la válvula de alivio, de la siguiente manera:

1. Haga funcionar el motor hasta 1500 rpm.
2. Cierre la válvula de parada para ajustar la presión del fluido a 105 bar (1493 psi).

Nota. Preste atención de no exceder de 105 bar.

3. Se considera satisfactorio si la presión del fluido se mantiene a 97 – 105 bar (1380 – 1493 psi).

4. Si la presión es elevada, cambie el conjunto de la válvula de control de flujo, (fig. 6.4).

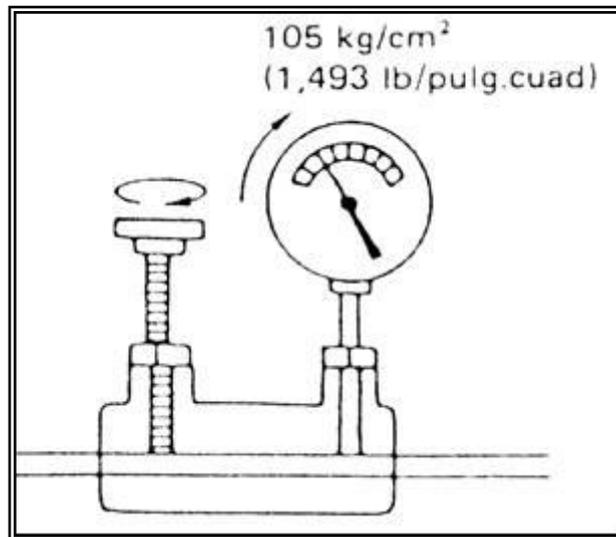


FIGURA 6.4 PRESIÓN DE ALIVIO

6.2.- PRUEBAS CON LA BOMBA HIDRAULICA EN FUNCIONAMIENTO.

Con la bomba hidráulica en funcionamiento a ralentí y el volante en la posición neutra obtenemos 5 bares de presión en el manómetro, (fig. 6.5).

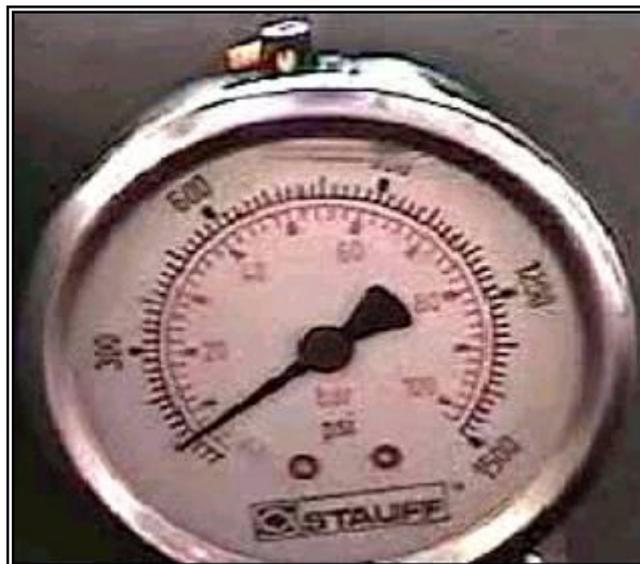


FIGURA 6.5 PRESIÓN MANÓMETRO A RALENTI

Se gira todo el volante hacia la derecha hasta el tope final para ver a que presión trabaja la válvula de alivio de la bomba hidráulica y esta llega hasta los 90 bares y luego descarga hasta llegar a los 30 bares, (fig. 6.6).

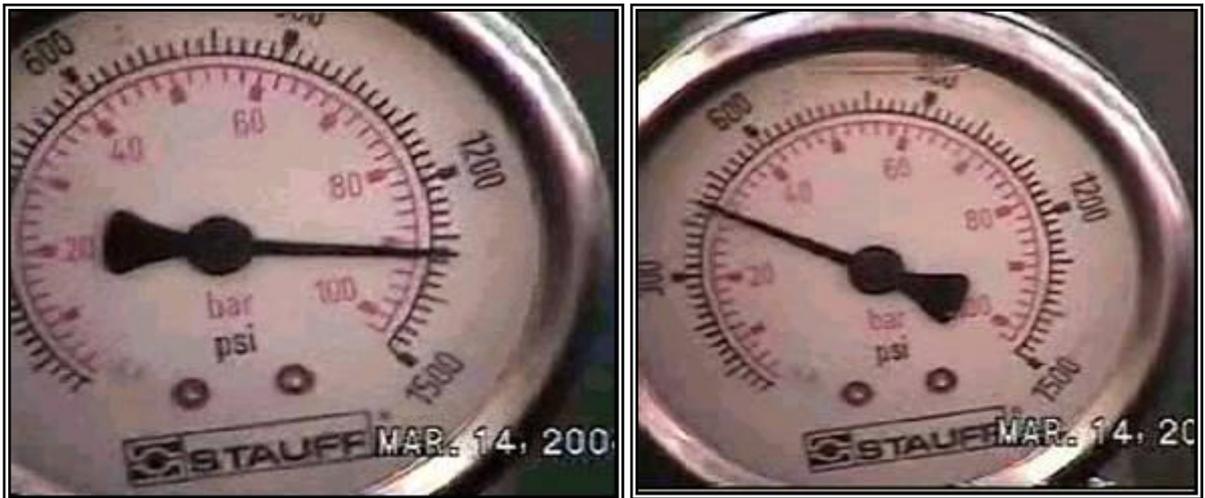


FIGURA 6.6 PRESIÓN DE VÁLVULA DE ALIVIO

Cuando el autobús se encuentra en movimiento girando a la derecha a por lo menos 1100 rpm del motor, el manómetro de presión indica que se ha generado 40 bares de presión, (fig. 6.7).



FIGURA 6.7 PRESIÓN DE GIRO A DERECHA

6.3.- PRUEBAS CON EL GRUPO MOTOR EN FUNCIONAMIENTO.

La primera prueba que realizamos en el vehículo es la de comprobar con un dinamómetro la fuerza ejercida en el volante para iniciar el giro de este, con lo cual nos dio un valor de 12 lbs, que es la misma fuerza que se ejerce con la bomba hidráulica en funcionamiento, (fig. 6.8).



FIGURA 6.8 DINAMOMETRO EN EL VOLANTE

Procedemos a girar el volante hacia la derecha y podemos observar que la presión en el sistema es de 32 bar ó 464 psi, lo que nos indica que el grupo motor entrega la misma presión, un poco menos de caudal que la bomba hidráulica, por lo tanto este sistema continuo de presión favorece en la conducción del autobús, (fig. 6.9).



FIGURA 6.9 GIRO A DERECHA

Podremos observar la presión que se ejerce en el volante es de 50 bar por medio del manómetro, al girar el vehículo a izquierda, media carga y 1200 rpm lo cual nos indica que requiere de mayor esfuerzo del grupo motor para que la dirección se mantenga suave, (fig. 6.10).



FIGURA 6.10 GIRO A IZQUIERDA EN MOVIMIENTO

Mediante el giro a izquierda una vez que empieza el volante a retornar a su posición original, actúa la válvula de alivio del grupo motor y la presión decae de 50 bar ó 725 psi a 5 bar ó 72.5 psi, lo cual nos indica que la presión de envío y la de seguridad o alivio en el grupo motor, funcionan bien, (fig. 6.11).



FIGURA 6.11 PRESIÓN DE ALIVIO

VII.- MANTENIMIENTO Y NORMAS DE SEGURIDAD

7.1.- PLANES DE MANTENIMIENTO

Existen planes de mantenimiento, predictivo, preventivo y correctivo los cuales se deben desarrollar en base a las anomalías que presenta un sistema, en horas o kilometraje de funcionamiento.

7.1.1.- Preventivo

Cada kilometraje recorrido u horas de trabajo se deben chequear los diferentes elementos que están sometidos a esfuerzos donde pueden desarrollarse fugas de fluido, ya que el sistema de dirección hidráulica opera a presiones tan altas como 1500 psi. Cuando se estén buscando fugas, limpie y deje seca el área sospechosa. Haga que alguien arranque el motor, lo opere en marcha en vacío y haga girar el volante de un lado a otro mientras usted busca fugas.

7.1.2.- Puntos de fuga en dirección de potencia.

- ☞ Sello en el eje Pitman.
- ☞ Sello de anillo **O** en la cubierta
- ☞ Sello en el eje del tornillo sin fin
- ☞ Tornillo de ajuste y tuerca de cierre suelto
- ☞ Sello de anillo **O** del tapón ajustador del cojinete del tornillo sin fin.
- ☞ Anillo **O** de la barra de torsión.
- ☞ Conectores de la tubería hidráulica.

7.1.3.- Puntos de fuga del sistema de la dirección hidráulica.

Existen lugares en todo el sistema de dirección hidráulica que pueden ocurrir fugas, (fig. 7.1), las cuales son las siguientes:²⁷

- ☒ Tapón del depósito sin estar bien cerrado
- ☒ Sello en el cuerpo del depósito de la bomba
- ☒ Depósito roto
- ☒ Sellos de anillo O en los pernos
- ☒ Sello en el eje propulsor de la bomba
- ☒ Conectores hidráulicos

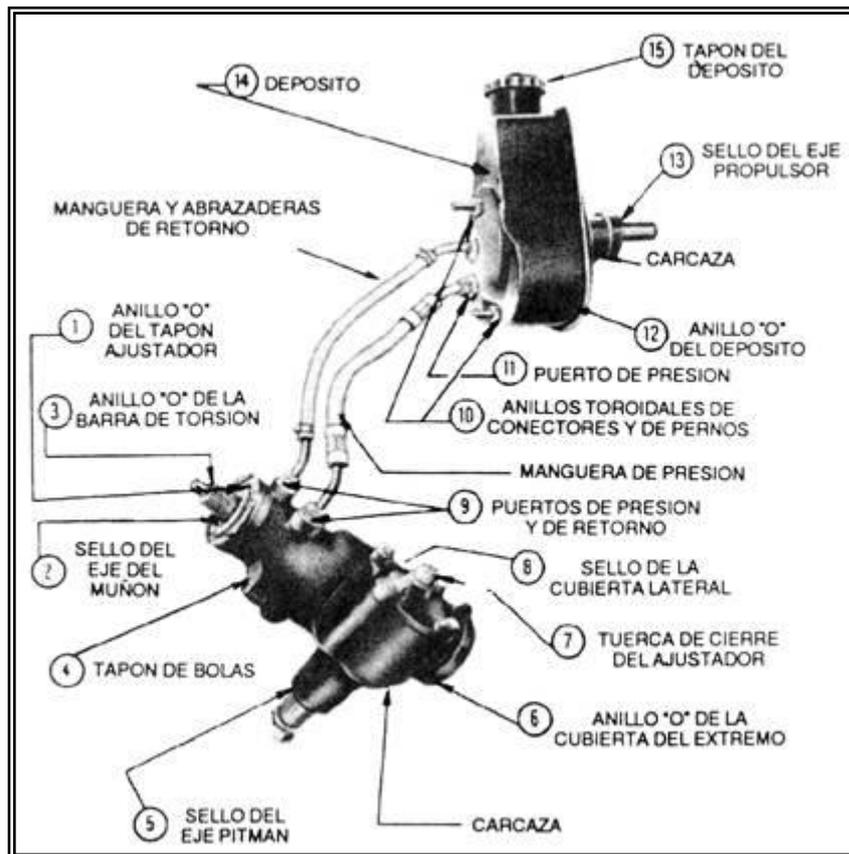


FIGURA 7.1 PUNTOS DE INSPECCION DE FUGAS EN DIRECCION

²⁷ F. J. THIESSEN. Manual técnico Automotriz. Operación y mantenimiento. Tomo IV. Pág. 55. Prentice Hall. 4ta edición. México. 1996. 197 págs.

7.1.3.1.- Juego de la dirección.

Además se debe inspeccionar el juego de la dirección por seguridad de los ocupantes y terceros, ya que un giro excesivo puede dañar elementos mecánicos del varillaje de dirección o hidráulicos del sistema como la bomba hidráulica o la caja de dirección, por lo cual se debe medir el juego de la dirección de la siguiente manera, (fig. 7.2).



FIGURA 7.2 JUEGO DE LA DIRECCION

El juego del volante es de 15 – 35 mm (0.6 – 1.37) plg. La fuerza de giro que se ejerce con el dinamómetro en el volante es de 12 lb con ayuda de la bomba hidráulica ó el grupo motor y de 40 lb sin la ayuda de estos provocando el endurecimiento de la misma.²⁸

²⁸ Gerencia de planeamiento de producto y asistencia técnica. Manual de Operación OF1318. Página 72. Mercedes Benz. Brasil. 10/1993.118 págs

7.1.4.- Servicio a las mangueras.

Revise las mangueras de la dirección hidráulica, en busca de grietas, ampollas, engrosamiento o fuga. Al cambiar una manguera de la dirección hidráulica, protéjase los ojos. Al hacer esto hay pérdida de fluido durante la operación.

Con el motor parado, utilice llaves de tubería para aflojar los conectores. Utilice dos llaves cuando exista la posibilidad de que las tuberías o los conectores puedan deformarse. Mantenga fijo el conector con una de las llaves, mientras que con la otra la afloja. Instale la manguera nueva y apriete los conectores según las especificaciones.

7.1.4.1.- Mantenimiento de las mangueras.

Las mangueras hidráulicas son rara vez la causa de que se pare un equipo. Las fallas que se producen se deben a que se arman mal, a que tiene longitud incorrecta a que se instalan mal o a que su aplicación no es correcta.

- a) Una manguera cambiara ligeramente de longitud (de 2 a 4 %) cuando se somete a presión. Debe dejársela manguera un poco sobrada de longitud, para compensar cualquier cambio de longitud que pueda ocurrir, (fig. 7.3).²⁹

²⁹ E. SCHULZ; Equipo Diesel I, Lubricación, Hidráulica, Frenos, Ruedas, Neumáticos. CECSA. México. 1985. 494 págs

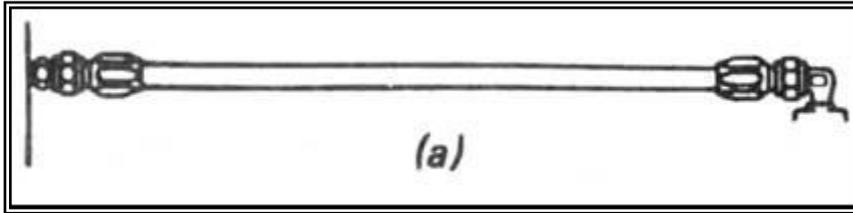


FIGURA 7.3 LONGITUD DE MANGUERA

- b) Las mangueras o tubos que pasen cerca de un múltiple de escape caliente se dañaran. Deberán protegerse con un deflector a prueba de incendio, (fig. 7.4).

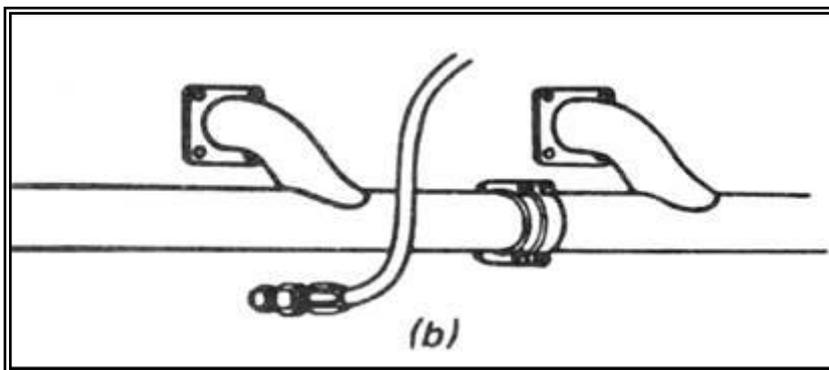


FIGURA 7.4 PROTECCION MANGUERAS

- c) Para obtener una apariencia mas ordenada y mas fácil, úsese codos y adaptadores si el gato hidráulico es pequeño, (fig. 7.5).

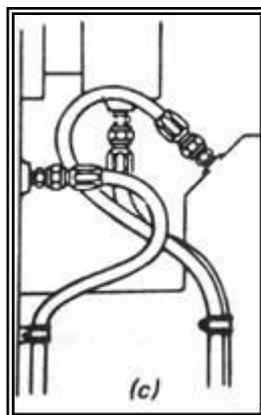


FIGURA 7.5 ADAPTADOR MANGUERAS

- d) Cualquier vibración o fuerza externa que se produzca aquí puede producir fallas debido al soporte insuficiente de la manguera o tubería. Si se usarán abrazaderas forradas de hule, se evitaría el daño externo y la vibración excesiva (fig. 7.6).

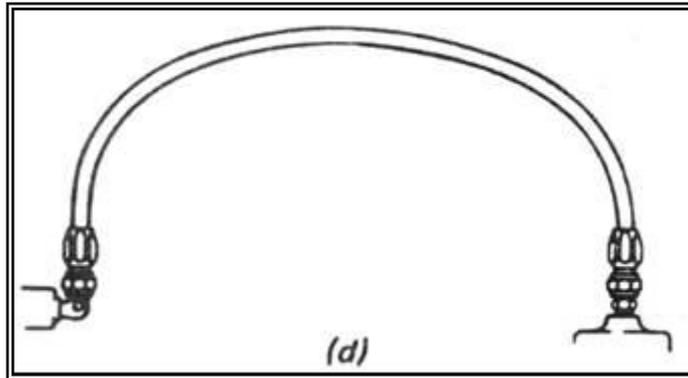


FIGURA 7.6 ABRAZADERAS

- e) El radio de curvatura en esta manguera no permite la circulación de un volumen suficiente de agua y por tanto reduce la presión. Cualquier presión elevada pudiera causar aquí la falla de la tubería. Para asegurar la máxima seguridad en la conexión, el radio de curvatura debe aumentarse (fig. 7.7).

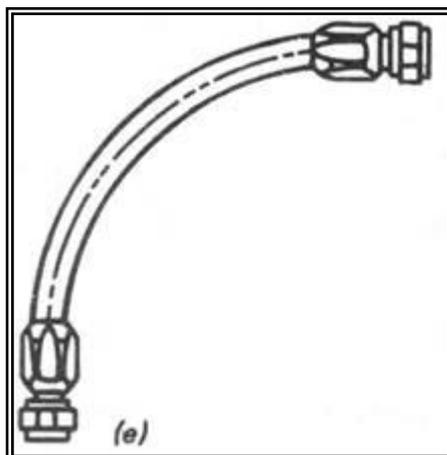


FIGURA 7.7 RADIO DE MANGUERA

- f) Una manguera torcida reducirá el volumen que circula. Además, pudiera aflojarse el casquillo bajo una presión elevada (fig. 7.8).

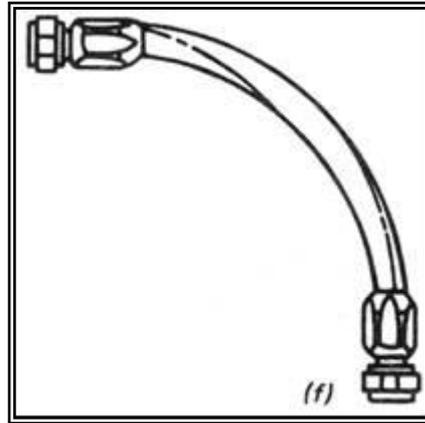


FIGURA 7.8 MANGUERA TORCIDA

7.1.5.- Correctivo.

El mantenimiento correctivo que podemos realizar es el purgado del sistema de dirección después de haber cambiado una cañería o manguera, reparado la bomba hidráulica o cambiado algún sello de la caja de dirección, para este efecto se deben levantar las ruedas delanteras al mismo nivel por medio de una gata hidráulica dispuesta en el centro del frontal.

Se debe encender el motor y acelerarlo hasta las 1100 rpm, luego hacer girar el volante toda su carrera, hasta el final; una vez en su tope máximo se procede a girar la purga para que sea expulsado el aire existente en el sistema para que la dirección no se ponga dura, se debe revisar el nivel de aceite en caso de que falte agregar hasta su nivel indicado, (fig. 7.9).³⁰

³⁰ Hino Motors, LTD. Manual de taller. Pág. 65. Chasis FB11. México. 1993. 350 págs

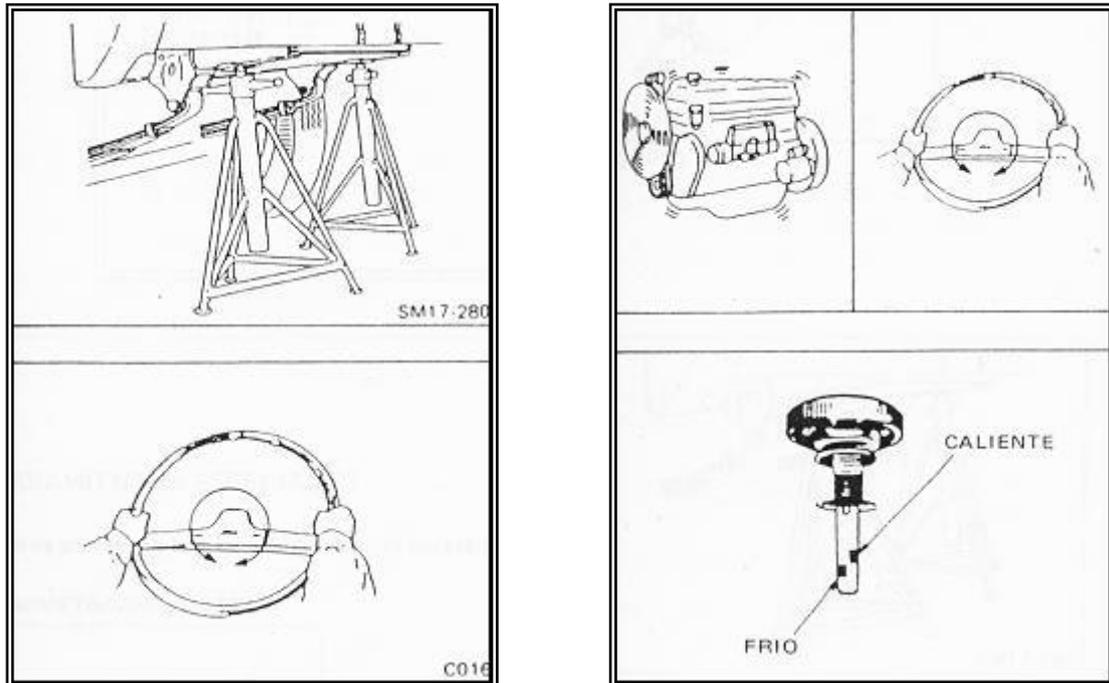


FIGURA 7.9 PURGADO DEL SISTEMA DE DIRECCION

7.2.- NORMAS DE SEGURIDAD.

7.2.1.- Generales.

Todo buen trabajo se basa en la calidad de la mano de obra y las seguridades que en este se utilicen. Por que, no por hacerlo mas rápido se deben obviar ciertas normas básicas de higiene, planificación, ubicación y procedimientos a realizarse en cualquier tarea, por el bienestar propio del trabajador y de la empresa, deben respetarse las normas.

7.2.2.- Durante el mantenimiento.

En el momento que se van a realizar pruebas de presión en el sistema para determinar el funcionamiento de la bomba hidráulica y caja de dirección, se deben tener en cuenta los siguientes puntos:

1. Protéjase los ojos.
2. Conecte el indicador de prueba en la tubería de alta presión, con el indicador entre la bomba y la válvula de control del probador.
3. Abra la válvula de control.
4. Apriete todos los conectores según las especificaciones.
5. Asegúrese que el sistema esta lleno de fluido.
6. Arranque el motor y opérelo en marcha en vacío.
7. Haga girar el volante de un lado a otro varias veces para calentar el fluido de (50 a 60)⁰ C.
8. Cierre parcialmente la válvula, para producir aproximadamente 700 psi de presión. Si la presión se abate, la bomba de dirección hidráulica esta defectuosa.
9. Cierre y abra la válvula de control tres veces. No permita que la válvula de control este cerrada por mas de cinco segundos. Note la presión máxima y compárela con las especificaciones. Si queda por debajo de lo especificado, la válvula de alivio o la bomba esta defectuosa.
10. Con la válvula de control abierta, haga girar el volante ligeramente en ambas direcciones y suelte el volante rápidamente. El indicador deberá moverse hacia arriba de la lectura normal de presión abierta de la válvula y regresar rápidamente cuando el volante se ha liberado. Si la aguja regresa lentamente, la válvula rotativa en el engranaje de la dirección hidráulica esta pegada o existe algo que la traba en la columna de la dirección.
11. Apague el motor, retire el equipo de prueba, y vuelva a conectar la tubería de alta presión. Arranque el motor y gire el volante hacia la izquierda y hacia la derecha varias veces. Verifique y corrija el nivel de fluido.

7.2.2.1.- Servicio a la bomba de la dirección hidráulica.

La bomba de la dirección hidráulica defectuosa debe ser retirada y repararla ó reemplazarla. Algunas bombas de la dirección no pueden ser reparadas y si están defectuosas deben ser reemplazadas. Los factores determinantes son disponibilidad de partes, costos de mano de obra y tiempo en que no se utiliza el vehículo.

El procedimiento general para la reconstrucción de la bomba es desarmarla, limpiarla e inspeccionar todas sus partes, especialmente los elementos de bombeo y válvulas de control. Los componentes defectuosos se reemplazan. Durante el ensamble se utilizarán nuevas juntas y sellos. Durante el ensamble todos los componentes se lubricarán con fluido de la dirección hidráulica.

7.2.2.2.- Servicio al mecanismo de la dirección hidráulica.

Recuerden que varían el desmontaje y los procedimientos de reconstrucción de los engranes de la dirección, según el diseño del sistema. Algunos mecanismos de dirección hidráulica no pueden ser reparados y si están defectuosos deben ser reparados.

7.2.2.3.- Servicio a la columna de la dirección.

El servicio a la columna de la dirección incluye el reemplazo del acoplamiento del eje de la dirección y de las partes internas defectuosas, como cerradura e interruptor de la llave del encendido y mecanismo de

traba del volante. La mayor parte de los componentes de la columna de la dirección pueden repararse sin necesidad de quitarla.

7.2.3.- En el empleo de los equipos de diagnóstico.

El equipo de diagnóstico a utilizar es el manómetro de glicerina marca STAUFF que soporta 100 bar ó 1500 psi, la cual esta acoplada a la línea de presión de la bomba hidráulica y del grupo motor, por medio de una manguera de ¼”.

Este manómetro se encuentra dispuesto cerca del tablero de instrumentos para que el conductor puede visualizar cualquier anomalía en el sistema.

VIII.- ANÁLISIS ECONOMICO

8.1.- FINANCIAMIENTO.

El financiamiento lo va a realizar el Sr. Carlos Maria González propietario del autobús Mercedes Benz OF 1318, el cual en vista de continuos desperfectos en la banda de accionamiento de la bomba hidráulica y en la bomba misma, evidenciaba la falta de entrega de presión de esta hacia la caja de dirección la cual dejaba el volante de dirección muy duro como para seguir maniobrándolo durante todo su recorrido que es de 2 horas por la ciudad de Guayaquil, además de estar expuesto a colisionar contra otros vehículos, personas o casas lo cual traería un desenlace fatal, lo cual muchas veces ya ha ocurrido con otros buses, como vemos ha diario en los noticieros.

Al ocurrir este desperfecto se debía detener el vehículo en un lugar seguro con mucha dificultad, para luego hacer la devolución de los pasajes y reponer la banda de la dirección. Mientras esto ocurría se había perdido de realizar otro recorrido lo que visto a largo plazo representa gastos de producción.

Por lo tanto el propietario del autobús estuvo de acuerdo en adaptar un sistema auxiliar al sistema de dirección que permita evitar, todo este tipo de contratiempos y gastos a propios y terceros.

8.2.- INGRESOS Y EGRESOS.

Como ingreso se tiene previsto un capital de \$ 700 USD, para todo lo concerniente a equipos, accesorios e implementos de conexión y montaje del sistema auxiliar de dirección en el autobús. Además de la impresión de la información del sistema auxiliar.

Los egresos que se presentaron en lo que se refiere a la conexión e implementación del sistema auxiliar de dirección, fueron por un valor de \$ 550 USD, aparte de los gastos extras por transporte y empleo de líquidos solventes para la limpieza de algunas partes y fluido hidráulico para el funcionamiento del sistema.

8.3.- GASTOS Y COSTOS.

La lista de gastos que se presento es la siguiente:

CANT	DENOMINACIÓN	VALOR USD
01	Grupo motor bomba Power Fluid	320.00
01	Manómetro 0 – 1500 psi; 0 – 100 bar	36.00
02	Válvula antiretorno ¼”	70.00
01	Relay 2262 12 V 20/30 A	6.00
01	Socket Relay	1.00
07	Metros de cable N ^o 14	1.40
02	Terminales	0.20
01	Metro de cable N ^o 16	0.20
01	Foco advertencia	0.80
01	Manguera N ^o 100R2 3/8” x 0.80 mts + 1. 6-6 seal +1 6-4 MP prensada	26.00
01	Manguera N ^o 100R2 3/8” x 2.10 mts + 2. 6-6 MP +2 1-6 MP – 6 FPX + 1-6 MPX 4 MP prensada	33.37
01	Tee B 127 – ¼”	3.50
01	Tee B 122 – ¼” x ¼”	0.80
01	Cruz acero – 3/8”	6.80
01	Adaptador milimétrico	5.50
01	Macho ¼” soldado	3.00
01	Tapón 3/8”	0.80
01	Bushing B110 3/8” x ¼”	0.80

02	Rollos de Teflón	0.70
01	6 MP – 6 FPX	3.00
01	4 MP – 6 FPX	2.60
01	Manguera N ^o 100R2 ¼" x 2 ¾" 0.80 mts + 1. 4-6 FP +1 4-6 MP +2. Bushing 3/8" x ¼" +2 con ferrula prensada	16.50
02	Neplos de ½" x ½"	5.00
02	Copas de ½" STD	2.00
01	Llave de paso de ½"	4.00
	TOTAL	549.97

Los costos extras que se presentaron fueron de:

CANT	DENOMINACIÓN	VALOR USD
	Transporte	15.00
04	Litros de liquido hidráulico	4.00
04	Impresiones y empastado de la tesis del sistema auxiliar	92.00
240	Horas de computadora, incluido escaneo	48.00
	TOTAL	159.00

Los gastos y costos empleados en la implementación y documentación del sistema auxiliar fueron de \$ 708.00 USD, lo cual evidencia un exceso de \$ 8.00 USD , lo cual debe ser cancelado por parte del realizador de la tesis.

8.4.- RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN.

La inversión del proyecto será recuperada a largo plazo debido a que los daños que se presenten en el sistema de dirección no se dan con frecuencias secuenciales, como lo es el daño del embrague, caja de cambios, cambios de aceite y suspensión.

Cuando se presenta un daño en la bomba hidráulica que puede ser 1 vez al año, ya sea por mantenimiento o fugas de aceite por medio de los sellos, se debe llevar al autobús al taller por un tiempo de 2 horas lo cual representa 2 vueltas pérdidas, que en dinero se expresan en \$ 30.00 USD.

Cuando se presenta la rotura de la banda, el autobús debe parar y realizar la devolución del pasaje a los pasajeros, son \$ 10.00 por lo menos y \$ 30.00 mas porque se perdió esa vuelta y la otra que se iba a dar por que no todos los horarios son buenos, y esto nos ha ocurrido dos veces ya en este año.

El accionamiento del grupo motor electro hidráulico nos ahorra el tiempo en el taller por la reparación de la bomba ó la devolución de los pasajes por la rotura de la banda. Por lo tanto se concluye que la recuperación de la inversión será en 4 años dependiendo del alza de los pasajes que se puedan surgir en ese lapso de tiempo.

El sistema en el momento de la adaptación en el autobús les pareció interesante a otros dueños de buses los cuales pensarían en adaptar un sistema igual, lo cual se lograría reducir sus costos comprando los accesorios al por mayor e importando el grupo motor directo desde el fabricante, ya que este es el de mayor costo.

IX.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1.- CONCLUSIONES

Prestar atención para que todos los servicios de mantenimiento en el sistema de dirección se lleven a efecto siguiendo los intervalos recomendados por el fabricante, para garantizar la eficiencia total y la seguridad de su funcionamiento.

- ☒ La inversión de este proyecto es compensada a largo plazo, debido a las fallas que se vayan generando en el sistema el autobús podrá seguir funcionando normalmente gracias al accionamiento del grupo motor y por ende no habrá pérdidas económicas, al tener el autobús que parar por 2 o 5 horas hasta que sea reparado su sistema.
- ☒ Cuando la bomba hidráulica sufra algún desperfecto esta puede ser desmontada y el grupo motor permitirá funcionar al sistema muy bien sin peligro de derrame de liquido gracias a sus válvulas antirretorno.
- ☒ En el momento que el autobús llegue a ser remolcado por la parte trasera, ya que el motor esta dañado y no puede accionar la bomba hidráulica, el grupo motor es accionado y la dirección se mantendrá suave hasta llegar al centro de servicio.
- ☒ Podemos visualizar todo el tiempo, como funciona nuestra dirección tanto con la bomba hidráulica como con el grupo motor gracias al manómetro ubicado cerca del panel de instrumentos.
- ☒ El sistema seleccionado es el mejor debido a las prestaciones que brinda al sistema de dirección, como lo es su presión y caudal continuo lo cual mantiene al sistema bajo las condiciones originales de trabajo, además de los costos comparados con los otros sistemas auxiliares.

9.2.- RECOMENDACIONES

- ☞ Las prácticas de forzar demasiado la dirección contra los topes u obstáculos frente a las ruedas y la de accionar la dirección con el vehículo parado, son perjudiciales al sistema y deben ser evitadas.
- ☞ En emergencias, en el caso de sufrir averías el sistema hidráulico, se notará un juego menor en el volante de la dirección y la dirección se quedara sensiblemente más pesada.
- ☞ Si el accionamiento de la bomba hidráulica se realiza directamente por correa y apareciesen averías en la bomba o hubiese pérdida total del líquido, la correa tiene que ser desmontada para que la bomba no sufra mayores daños.
- ☞ No conducir el vehículo por mas de 50 km con el sistema hidráulico desactivado, con el fin de evitar mayores daños en el sistema de la dirección.
- ☞ El juego de la dirección se mide en la parte periférica del volante y debe ser de 30 mm, como máximo. Esta medición se ha de ejecutar dejando funcionar el motor en ralentí.
- ☞ En cualquier circuito la circulación de corriente lleva consigo pérdida de energía en forma de calor y pueden producirse calentamientos excesivos a causa de ser recorridos por una intensidad de corriente superior a lo normal, generándose una sobrecarga, lo cual se evita con el dimensionamiento adecuado de los cables a utilizar en el motor CD del grupo motor.
- ☞ Evitarse que queden directamente unidos dos cables, entre los cuales exista una tensión eléctrica ya que esto ocasionaría un cortocircuito lo cual aumentaría la intensidad y a su vez genera calor terminando por fundir los puntos mas débiles del circuito y cortarse el cable en esos puntos y dejando de funcionar el sistema y averiando otros dispositivos.
- ☞ Para evitar las graves consecuencias que puedan acarrear las sobrecargas y sobre todo los cortocircuitos, se debe colocar un fusible, que no es mas que un mini elemento conductor de fácil reposición en la

línea de alimentación, para que en caso de anomalía ese fusible se caliente, funda y quede cortado, quedando así interrumpido el paso de corriente, en este sistema hemos colocado un fusible de 20 A para que soporte el motor CD del grupo motor.

- ☞ Prevención de contaminación mediante filtración fluida apropiada.
- ☞ Establecer intervalos de cambio para que el fluido se reemplace antes de que se estropee. El proveedor puede usar muestras y realizar pruebas de laboratorio a fin de ayudar a establecer la frecuencia de los cambios.
- ☞ Mantener el depósito lleno a su nivel para aprovechar las características de disipación de calor e impedir que la humedad se condense dentro de las paredes del sistema.
- ☞ Reparación inmediata de goteras y fugas.

BIBLIOGRAFÍA

- # J. LÓPEZ. Manual práctico del automóvil “Dirección, frenos y carrocería”. Vol. 4. Cultural. Madrid. 1999. 185 páginas.
- # Gerencia de planeamiento de producto y asistencia técnica. Manual de Operación OF1318. Editado por Mercedes Benz de Brasil S.A. Brasil. 10/1993. 118 páginas.
- # Hino Motors, LTD. Manual de taller. Chasis FB11. Japón. 1993. 350 páginas
- # Ing. B. BARRIGA. Óleo hidráulica Industrial. Impreso en la Pontificia universidad católica. PERU. Octubre 1994. 180 paginas.
- # E. SCHULZ; Equipo Diesel I, Lubricación, Hidráulica, Frenos, Ruedas, Neumáticos. CECSA. México. 1985. 494 páginas.
- # Simulador de circuitos hidráulicos. Software HYD 2000. Laboratorio de hidráulica.
- # J. M. ALONSO. Circuitos de fluidos, suspensión y dirección. Paraninfo. Madrid. 1996. 344 páginas.
- # C. MATAIX. Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas. Harla. 2^{da} edición. México. 1982. 660 páginas.
- # F. J. THIESSEN / D. N. DALES. Manual técnico Automotriz. Operación, mantenimiento y servicio. Tomo IV. Prentice Hall. 4^{ta} edición. México. 1996. 197 páginas.
- # P. V. ANTARES – A. L. BLANCA. Tractores y motores agrícolas. 3^{era} edición; Mundi prensa. México. 2000. 547 páginas.
- # W. MULLER. Electrotecnia de potencia. Editorial Reverte GTZ. Barcelona. 1984. 411 páginas.
- # I. L. KOSOW. Maquinas eléctricas y transformadores. 2^{da} edición. Prentice Hall. México. 1993. 700 páginas.
- # <http://www.roemheld.de/homepage/es/default.htm>
- # <http://www.roemheld.de/rmweb/ES/hydrozub/3443d.htm> (acumulador)
- # <http://www.roemheld.de/rmweb/ES/hydrozub/3441d.htm>
- # http://www.widman.biz/Análisis_de_Aceite/Pérdida_de_Viscosidad/pérdida_de_viscosidad.html

- ▣ http://www.widman.biz/Analisis_de_Aceite/Interpretacion/body_interpretacion.html (banda de seguridad proactiva)
- ▣ <http://www.plastunivers.es/Tecnica/Hemeroteca/ArticuloCompleto.asp?ID=6674> (concepto hidromecánico)
- ▣ <http://www.roemheld.de/USWEB/ES/hydrozub/3430d.htm> (mangueras)
- ▣ <http://www.roemheld.de/rmweb/ES/hydrozub/3415d.htm> (racor doble)
- ▣ <http://www.roemheld.de/rmweb/ES/hydrozub/3417d.htm> (tubos de acero)
- ▣ <http://www.roemheld.de/rmweb/ES/hydrozub/3446d.htm> (presóstato)
- ▣ <http://www.roemheld.de/rmweb/ES/hydrozub/3418d.htm> (antirretorno)
- ▣ <http://www.roemheld.de/rmweb/ES/hydrozub/3427d.htm> (manómetro)
- ▣ <http://www.roemheld.de/rmweb/ES/hydrozub/3430d.htm> (tubos flexibles)
- ▣ <http://www.roemheld.de/rmweb/ES/hydrozub/3435d.htm> (cañerías)