

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
ESPE - LATACUNGA**



CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

PROYECTO DE GRADO

**DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y ADAPTACIÓN DE LA
DIRECCIÓN HIDRÁULICA EN UN TRACTOR AGRÍCOLA
“INTERNATIONAL 7-24”**

LUIS XAVIER ORBEA HINOJOSA

LATACUNGA - ECUADOR

2006

CERTIFICACION

Certificamos que el presente trabajo teórico-práctico fue realizado en su totalidad por el señor LUIS XAVIER ORBEA HINOJOSA, egresado de la Carrera de Ingeniería Automotriz bajo la dirección y codirección de:

Ing. Juan Castro
Director de Tesis

Ing. Oscar Arteaga
Codirector de Tesis

DEDICATORIA

A Dios por su infinita misericordia, a mis padres y hermanos que me han brindado su apoyo en todo momento y ayudado a cumplir las metas de una parte de mi vida.

Xavier O.

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento más sincero y profundo a la Escuela Politécnica del Ejército por haberme acogido en sus aulas, a mis maestros que a lo largo de mi carrera supieron compartirme sus conocimientos.

A mis Padres y Hermanos que han sabido guiarme por el camino del éxito dándome su apoyo moral y espiritual para poder culminar mi carrera estudiantil.

Aquellas personas compañeros y amigos que de una u otra manera me ayudaron con la culminación de este trabajo.

Xavier O.

INDICE

CONTENIDO	PAGINA
DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y ADAPTACIÓN DE LA DIRECCIÓN HIDRÁULICA EN UN TRACTOR AGRICOLA “INTERNATIONAL 7-24”	
I.- MARCO TEÓRICO.	1
1.1.- Introducción	1
1.2.- Antecedentes	2
1.3.- Justificación.	3
1.4.- Partes del sistema de dirección hidráulica.	3
1.5.- Funcionamiento del sistema de dirección hidráulica.	4
1.6.- Características del sistema de dirección hidráulica.	7
1.7.- Ventajas y desventajas del sistema de dirección hidráulica.	8
1.8.- Utilización.	10
II.- SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN.	11
2.1.- Análisis del sistema de dirección.	11
2.2.- Componentes actuales del sistema	12
2.3.- Recursos disponibles para la adaptación.	14
2.3.1.- Tuberías, acoples, mangueras.	16
III.- ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES DEL TRACTOR PARA LA INSTALACIÓN DE LA DIRECCIÓN ASISTIDA.	19
3.1.- Volante.	19
3.1.1.- Misión	19
3.2.- Columna de la dirección	21
3.2.1.- Misión	21
3.3.- Mecanismo de mando.	22
3.3.1.- Funcionamiento	22
3.3.1.1.- Brazo de mando.	22
3.3.1.2.- Tipos.	23
3.3.2.- Biela de dirección.	23
3.3.3.- Palanca de ataque	24
3.3.4.- Brazos de acoplamiento	25
3.3.5.- Rótulas.	25

3.4.- Bomba hidráulica.	27
3.4.1.- Misión	27
3.4.2.- Funcionamiento	29
3.4.3.- Bombas hidráulicas para dirección.	30
3.5.- Cilindro.	31
3.5.1.- Fundamentos para la selección de impulsores.	34
3.6.- Válvula distribuidora.	36
3.6.1.- Fundamentos para la selección de válvulas de control.	37
3.7.- Cañerías y mangueras	39
3.7.1.- Velocidad en cañerías.	40
3.8.- Tirantería.	41
IV.- CIRCUITO HIDRÁULICO.	42
4.1.- Elementos.	42
4.1.1.- Bombas	42
4.1.1.1.- Bomba de engranajes.	42
4.1.1.2.- Bomba de émbolos.	43
4.1.1.3.- Bomba rotativa.	43
4.1.2.- Depósito	44
4.1.3.- Acondicionadores de aire	44
4.1.3.1.- Filtro	45
4.1.3.2.- Manómetro	45
4.1.4.- Red de distribución.	45
4.2.- Elementos de regulación y control.	45
4.2.1.- Válvulas de dirección o distribuidores.	46
4.2.2.- Válvulas antirretorno.	46
4.2.3.- Válvulas de regulación de presión y caudal.	47
4.3.- Elementos actuadores o de trabajo.	47
4.3.1.- Cilindros.	48
4.3.1.1.- Cilindros de simple efecto.	48
4.3.1.2.- Cilindros de doble efecto.	49
4.4.- División del circuito hidráulico.	49
4.4.1.- Circuito de alimentación.	49
4.4.2.- Circuito de fuerza	50
4.5.- El fluido hidráulico.	51
4.5.1.- Definición.	51
4.5.2.- Funciones.	52
4.5.3.- Propiedades de los fluidos.	53

4.5.4.- Descripción de las características físicas de los fluidos	53
4.5.4.1.- Viscosidad	53
4.5.4.2.- Índice de viscosidad.	54
4.5.4.3.- Anti-desgaste.	54
4.5.4.4.- Estabilidad a la oxidación.	55
4.5.4.5.- Separabilidad del agua.	55
4.5.4.6.- Prevención de herrumbre.	55
4.5.4.7.- Resistencia a la espuma y liberación de aire.	56
4.5.5.- Selección del fluido.	56
V.- DISEÑO DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN HIDRÁULICA.	59
5.1.- Cálculos de diseño.	59
5.1.1.- Parámetros.	59
5.1.2.- Fuerza de giro del tractor.	60
5.1.3.- Cálculo de la fuerza de giro del tractor.	62
5.1.4.- Datos para el cálculo de la fuerza de dirección.	63
5.1.5.- Cálculo para la selección de impulsores	63
5.1.6.- Cálculo de líneas, mangueras y pasajes internos.	65
5.1.6.1.- Requisito de tamaño de mangueras.	65
5.1.7.- Cálculo de pérdidas en el circuito hidráulico.	65
5.1.7.1.- Longitud total de las cañerías y mangueras.	65
5.1.7.2.- Área del conductor.	66
5.1.7.3.- Volumen en toda la línea de distribución del circuito.	67
5.1.7.4.- Caudal en el circuito.	67
5.1.7.5.- Cálculo del número de reynolds del circuito.	67
5.1.7.6.- Pérdidas por presión primarias.	69
5.1.7.7.- Pérdidas por presión secundarias.	70
5.1.8.- Potencia en un sistema hidráulico.	74
5.1.9.- Caudal necesario para el sistema de dirección.	75
5.2.- Grupo motor C.I – bomba hidráulica.	75
5.3.- Acople de la bomba de dirección al motor de C.I.	76
5.4.- Acople del mecanismo de dirección al tractor agrícola.	77
VI.- CONSTRUCCION Y ADAPTACIÓN	79
6.1.- Componentes.	79
6.1.1.- Volante	79
6.1.2.- Columna de dirección.	80
6.1.3.- Mecanismo de mando.	81
6.1.4.- Cilindro hidráulico de doble efecto.	81

6.1.5.- Depósito.	82
6.1.6.- Bomba de dirección.	84
6.1.7.- Conjunto de válvulas.	85
6.1.8.- Cañerías y mangueras.	86
6.2.- Proceso de adaptación.	88
6.2.1.- El cuerpo de válvulas.	88
6.2.2.- Cilindro hidráulico.	89
6.2.3.- Cañerías y mangueras.	90
6.3.- Proceso de montaje.	92
6.4.- Proceso de instalación.	93
VII.- PRUEBAS	97
7.1.- Pruebas del fluido	97
7.2.- Reemplazo del fluido	97
7.3.- Revisión de presiones	97
7.3.1.- Comprobación de la presión del fluido.	97
7.3.2.- Comprobar que la temperatura del fluido es por lo menos (80°C 176°F)	98
7.3.3.- Arrancar el motor y hacerlo marchar en ralentí.	98
7.3.4.- Comprobar la lectura de la presión del fluido con la válvula cerrada.	98
7.3.5.- Abrir la válvula completamente.	99
7.3.6.- Comprobar y registrar la lectura de presión a 1000rpm.	100
7.3.7.- Comprobar y registrar la lectura de presión a 3000rpm.	100
7.3.8.- Comprobar la lectura de la presión con el volante de dirección girando completamente a un lado.	100
7.4.- Pruebas de la dirección hidráulica.	101
7.4.1.- Medir el esfuerzo de dirección.	101
7.5.- Resultados de las pruebas.	101
7.6.- Cuadro de pruebas.	106
VIII.- MANTENIMIENTO	107
8.1.- Mantenimiento preventivo	107
8.1.1.- Puntos de fuga del sistema de la dirección hidráulica.	108
8.1.2.- Mantenimiento de los mecanismos impulsores.	108
8.1.3.- Mantenimiento del depósito hidráulico.	110
8.1.4.- Mantenimiento de mangueras y cañerías hidráulicas.	112
8.2.- Mantenimiento correctivo.	115
IX.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	117
9.1.- Conclusiones	117
9.2.- Recomendaciones.	118

BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO

1.1.- INTRODUCCIÓN

La dirección, es junto con los frenos, el mecanismo de seguridad de mayor importancia de los automóviles. Una avería de este mecanismo durante la marcha puede representar las más fatales circunstancias para el conductor la pérdida del más importante órgano de control que posee en su automóvil. De ahí que la dirección deba recibir un trato de especial favor por parte de usuarios y mecánicos.

Pero la dirección está, además, muy vinculada a la llamada geometría de la dirección, compuesta por los ángulos de salida, caída, divergencia de las ruedas, convergencia, características que condicionan su correcto trabajo y de cuya perfección en el reglaje depende el funcionamiento sin esfuerzos de las barras, manguetas, bielas y demás elementos que constituyen los órganos de mando de la dirección. A esta segunda parte ya no se le suele dar importancia por parte de los usuarios ni de muchos mecánicos.

El presente trabajo, dedicado exclusivamente a este importante elemento de una máquina de trabajo pesado como lo es un tractor agrícola, pretende ser una recopilación de tipo teórico-práctico. En él demostraremos y buscaremos las maneras más apropiadas para un buen desempeño en la maniobrabilidad del tractor.

Buscaremos desarrollar un mecanismo de dirección asistida hidráulicamente, desechando así el obsoleto sistema actual de dirección netamente mecánico, para dejar de lado el esfuerzo del conductor y la poca eficiencia al efectuar el trabajo. Desarrollaremos un sistema mucho mas moderno, de mejor respuesta al manejo y lo mas importante mucho mas suave y seguro.

1.2.- ANTECEDENTES.

En vehículos pesados y camiones es imprescindible un sistema de ayuda a la dirección dada la necesidad de un gran esfuerzo para realizar el giro de las ruedas debido a las características de los camiones y/o tractores agrícolas: mucho peso en el eje directriz, neumáticos de gran dimensión, mayor número de ejes y por tanto mayor dificultad de maniobra.

El tema de tesis es propuesto con la finalidad de buscar e investigar las diferentes posibilidades para el mejoramiento en el manejo de máquinas agrícolas, realizando un cambio completo en la dirección de un tractor agrícola con dirección mecánica e instalar una dirección hidráulica.

En particular uno de los sistemas más importantes que hace que estas máquinas realicen su trabajo eficientemente es la dirección, con ayuda y aprovechando los sistemas hidráulicos de potencia.

Por tal razón debemos lograr implementar eficazmente este tipo de sistemas de dirección hidráulica, conocer como funciona y realizar un estudio de la misma.

1.3.- JUSTIFICACIÓN.

Desde el principio de los tiempos, el hombre que siempre ha gobernado el desplazamiento de un vehículo, ha tenido necesidad de manejar algún mando, que hiciera posible que aquel se desplazará por una trayectoria por él elegida

La seguridad durante la conducción y operación de los equipos y maquinaria pesada depende de que tan eficiente sea el accionamiento de la dirección.

Los sistemas hidráulicos de alta potencia están desarrollados para generar gran caudal, según los requerimientos del equipo y la utilidad para lo que han sido fabricados.

De tal manera todos estos equipos y principalmente la dirección hidráulica deben encontrarse en perfecto estado para la maniobra del equipo.

Ante esto el presente proyecto busca optimizar y diseñar un sistema de dirección hidráulica con componentes modernos, buscando mejorar el manejo de este tipo de equipos. Además el proyecto pretende realizar un estudio detallado de los mecanismos de direccionamiento.

1.4.- PARTES DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN HIDRÁULICA.

Las partes del sistema de dirección hidráulica son:

- Volante
- Columna de dirección
- Válvula distribuidora
- Válvula limitadora de presión
- Válvula limitadora de caudal
- Válvula check
- Cañerías y mangueras
- Depósito de fluido
- Bomba hidráulica
- Acoples
- Cilindro hidráulico de doble efecto
- Barra de acoplamiento
- Rótulas de dirección

1.5.- FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN HIDRÁULICA

El mecanismo tiene un bloque de accionamiento de las válvulas, designado con la letra E en la fig.1.1, montado en el extremo inferior de la columna de la dirección F, que, dividida en dos piezas, permite a la parte inferior de la columna inclinarse ligeramente. Este movimiento de inclinación permite al piñón de dientes rectos G que se desplace unas centésimas de milímetro con respecto al piñón H, situado en la parte superior de la parte inferior de la columna en la que va montado el sinfín. Cuando el volante se gira en uno u otro sentido, el par resultante de los piñones hace que el de la parte de columna unida al volante (G), suba o baje varios milímetros sobre el piñón unido a la parte de columna del sinfín H, movimiento que provoca el desplazamiento axial de bloque de accionamiento de

las válvulas E, y con ello, el cierre de uno u otro de los pares de válvulas en él contenidas. Veamos ahora lo que ocurre cuando movemos el volante en uno u otro sentido en todo el conjunto del servo.¹

¹ JOSE DURÁN ABARCA. La Dirección pág218. CEAC. 3^{da} edición. Barcelona España. 1980. 233 págs.

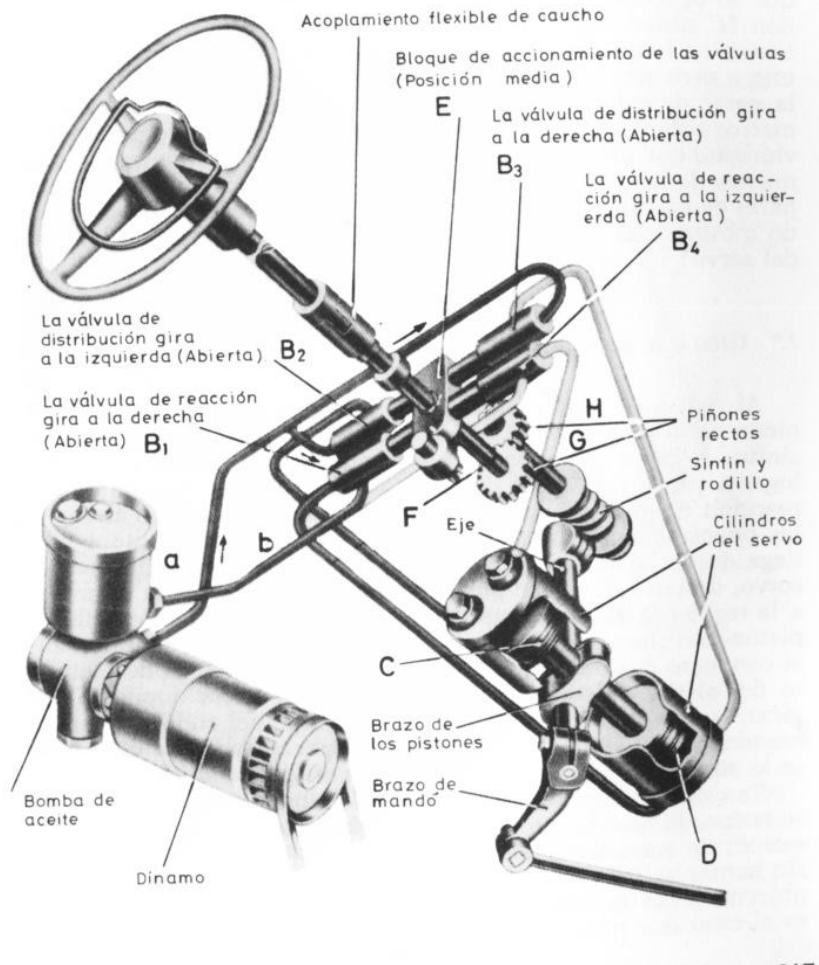


Fig.1.1.- Esquema de Funcionamiento de la Dirección Hidráulica.

Giro a la izquierda.

Al mover el volante girándolo hacia la izquierda (fig.1.2), el piñón de la primera sección de columna G, asciende respecto al del sinfín H y, por lo tanto, el bloque de válvulas E se eleva, dando lugar a que la válvula de distribución de giro a la derecha B₃ (fig.1.1), y la de reacción de giro a la izquierda B₄ se cierren, al mismo tiempo que las opuestas a las anteriores B₁ y B₂ se abren. El aceite a presión llega desde la bomba, por el conducto a, al cilindro izquierdo del servo, después de pasar por la válvula de distribución para el giro a la izquierda B₂, mientras que el aceite que existe en el cilindro y pistón derechos, se escapa a través de la válvula de reacción B₁ por el conducto b. como puede apreciarse (fig.1.1). El desplazamiento del pistón del un lado o del otro, según hacia donde se quiera girar, actúa sobre el brazo J, unido al eje del rodillo y brazo de mando, con lo que al par mecánico proporcionado por el conductor se le suma el par hidráulico proporcionado por el servo.

Tan pronto como cesa la acción del conductor sobre el volante, se reduce la reacción entre los dos piñones H y G, con lo que el bloque E, de accionamiento de las válvulas, ocupa la posición media sin actuar sobre el cierre de las válvulas permaneciendo las cuatro abiertas y por lo tanto la presión no actúa en los pistones tal como es el caso que presenta la fig.1.1.

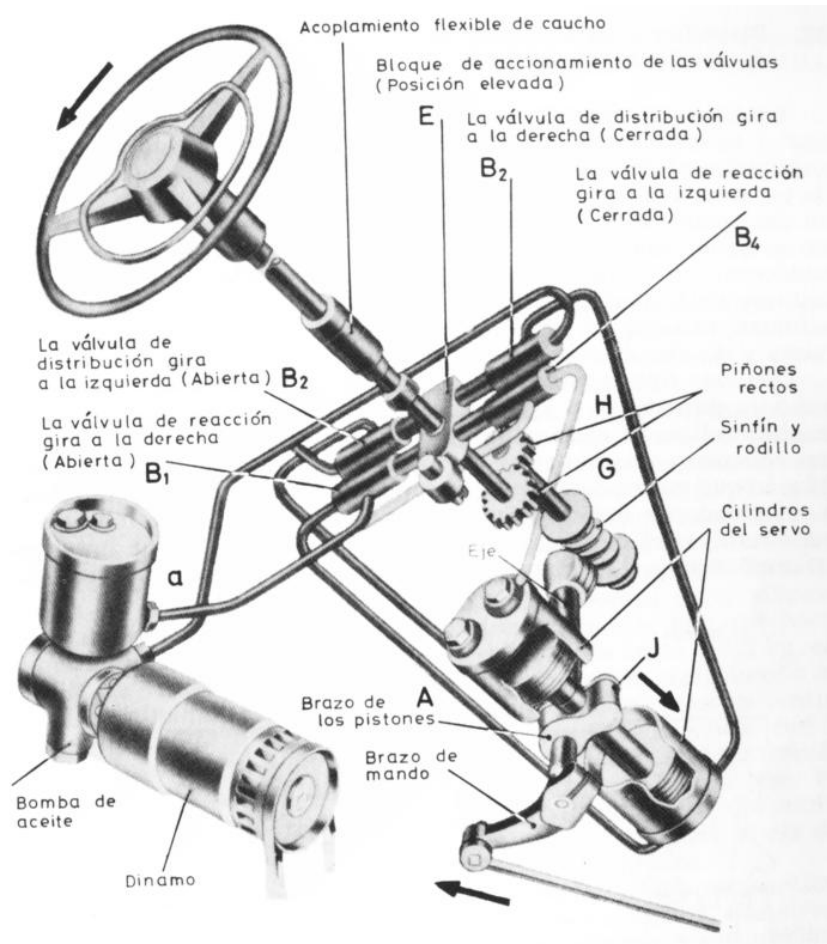


Fig.1.2.- Esquema de Funcionamiento de la Dirección Hidráulica. (Giro a la Izquierda.)

Giro a la derecha.

Al mover el volante hacia la derecha, el piñón de la primera parte de la columna G, desciende con respecto al H, unido a la columna fija al sinfín, con lo que el bloque E se mueve hacia abajo y cierra las válvulas B₁ y B₂, abriendo las válvulas B₃ y B₄ (fig.1.1). El aceite a presión pasa al pistón

derecho y obliga al brazo J, a desplazarse en sentido contrario a como lo hizo en la maniobra anterior, con lo que el par hidráulico ayuda en el giro de las ruedas hacia la derecha.¹

1.6.- CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN HIDRÁULICA.

En el mecanismo de dirección servo asistidas hidráulicamente la energía necesaria para el servo, la proporciona una bomba, generalmente de engranajes o paletas, que coge el líquido (normalmente aceite fluido especial), de un depósito y lo manda a presión al sistema.

Esta bomba recibe el movimiento del motor, por medio de una correa trapezoidal, o mediante los piñones de la distribución del mismo motor.

La bomba manda líquido a presión siempre que esté funcionando el motor, aun cuando no se emplee el sistema por moverse el vehículo en línea recta, para ello, como es lógico tiene un sistema de canalizaciones que permiten constantemente el retorno del líquido oleoso y una válvula de descarga que mantiene la presión.

Estas servo-direcciones, requieren, la mayoría, dispositivos especiales en la caja de mecanismos, que hacen que sólo puedan ser aplicados en los vehículos que se han concebido para ello.

El mando de accionamiento del mecanismo por el aceite a presión depende en unos sistemas del propio giro del volante y, en otros, llamados por este motivo coaxiales, de un ligero desplazamiento longitudinal de la columna de la dirección como consecuencia de la reacción al giro de las ruedas.

Dentro de éste último tipo se encuentran las llamadas direcciones asistidas, en las cuales el servo hidráulico no entra en acción hasta que el conductor no tenga que aplicar un esfuerzo superior a 1 o 2 Kg.

1.7.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN HIDRÁULICA.

Podemos resumir las ventajas que se obtienen con las direcciones servo asistidas hidráulicamente en los puntos siguientes:

- 1) Menor esfuerzo en la conducción, que reduce la fatiga de los conductores, sobre todo en largos recorridos.
Según modelos, pueden obtenerse fuerzas sobre las ruedas de 800 a 1200Kg. Con un esfuerzo del conductor de 2 a 5 Kg. Sobre el volante.
- 2) Se puede maniobrar fácilmente, dando la sensación al conductor de flexibilidad, pero obligándole a aplicar cierto esfuerzo, de tal manera que él aplica un par físico proporcionado al par aplicado en las ruedas.
- 3) Permite montar, si se quiere, una dirección con menos desmultiplicación en la caja de mecanismos, para efectuar los giros con más rapidez, pudiéndose reducir como es lógico, las dimensiones del volante.
La menor desmultiplicación es muy importante en los modernos vehículos y maquinarias relativamente rápidas, ya que como es sabido, con grandes desmultiplicaciones si la velocidad del vehículo es grande, al conductor no le da tiempo a maniobrar con la rapidez necesaria en el volante.
- 4) En caso de reventón de un neumático, muchos sistemas, corrigen instantáneamente, y actúa en sentido contrario a la tendencia de giro que el reventón del neumático imprime a la dirección.
- 5) El montaje del servo no afecta para nada a las cotas o ángulos de la dirección.
- 6) La reversibilidad no esta afectada por la colocación del servo, que permite la tendencia a la recuperación de la posición primitiva, exactamente igual a los que tienen los vehículos sin servo.
- 7) En caso de avería en el sistema hidráulico del servo, el vehículo no se queda sin dirección pudiendo ser manejado como otro modelo corriente de dirección normal. Naturalmente en

algunos casos, con un poco más de fatiga, si se han disminuido, por ejemplo, las dimensiones del volante.¹

Las desventajas o inconvenientes de las servo-direcciones son muy pequeños o más bien, no existen, ya que se pueden resumir en dos puntos:

- 1) Que los conductores acostumbrados a emplear un esfuerzo mayor cuando efectúan los virajes, reprochan a algunos modelos de servo-direcciones, el carecer de reacción al volante, no dándoles una apreciación práctica del giro ni una transmisión de percusiones, como consecuencia de malos pavimentos.
- 2) La complejidad de más mecanismos, puede dar lugar a más averías y como es lógico, a una elevación del precio del vehículo.¹

1.8.- UTILIZACIÓN.

En la actualidad los vehículos de turismo como los de gran potencia y equipo pesado han sido modernizados, aumento de caballos de fuerza, aumento de velocidad, y pretenden ser lo más cómodos y confortables posibles, por lo que se han visto obligados a cambiar ciertos sistemas de los vehículos por otros de más eficiencia.

Este es el caso del sistema de dirección hidráulica que en la actualidad ya es muy común para el uso de la mayoría de transporte liviano como pesado.

CAPITULO II.- SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN.

2.1.- ANÁLISIS DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN.

El sistema de dirección original del tractor es un sistema mecánico que funciona con los principios básicos de la dirección, consta de un cajetín de dirección de tornillo sin fin y rueda, este gira por medio del volante que el operario manipula a su conveniencia, este movimiento es transmitido por la columna de dirección, luego pasa el movimiento hacia los elementos de la tirantería de la dirección que hace que gire las ruedas hacia la derecha o hacia la izquierda.

En esta máquina que trabaja especialmente en terrenos arenosos y difíciles, el operario realiza gran esfuerzo para el direccionamiento del vehículo, todo este esfuerzo que realiza se ve reflejado en inestabilidad al manejo, ineficiencia en el trabajo, consumo de combustible, cansancio y fatiga.

Como es conocido el sistema de dirección mecánica presenta grandes desventajas especialmente en este tipo de maquinaria.



Fig. 2.1.-Caja de dirección mecánica



Fig.2.2.- Brazo de mando y palanca de ataque de la dirección.

2.2.- COMPONENTES ACTUALES DEL SISTEMA

El tractor “INTERNATIONAL 724” DEL AÑO 1989 antes de la adaptación de la dirección hidráulica se encuentra inutilizado por algún tiempo debido a su dificultad al conducir, por el sistema de dirección dura.

Los componentes del sistema de dirección mecánica con que se encuentra actualmente el tractor son:

- Volante de dirección original con un diámetro de 440mm
- Funda
- Columna de dirección con una longitud de 450mm
- Caja de la dirección de tornillo sin fin y rueda con número de serie 7540900101-89166
– 369 con sus respectivos cojinetes
- Brazo de mando
- Biela de dirección
- Palanca de ataque
- Barra de acoplamiento
- Rótulas



a)



b)



c)



d)

Fig.2.3 a), b), c), d).- Tirantería de la dirección

2.3.- RECURSOS DISPONIBLES PARA LA ADAPTACIÓN.

Para la adaptación de la dirección hidráulica, se dispone de espacio para colocar cañerías, acoplas, manómetros, válvulas, cilindros y demás elementos que se requiera colocar.

Además el tractor esta fabricado con material resistente, que se puede mecanizar fácilmente, si se requiere soldar, limar, esmerilar, realizar agujeros, etc. Se lo puede hacer.

En la parte delantera del tractor se dispone de gran espacio que sobra cuando los elementos de la dirección mecánica sean retirados, en este espacio se puede colocar el cilindro o gato hidráulico, ya

que éste requiere estar libre y especialmente excepto de cargas o piezas que puedan influir al momento de desplazarse.

En lo concerniente a los elementos que dispone el tractor y que nos servirían para la adaptación de la dirección hidráulica están:

- Bomba hidráulica de alta presión
- Cañerías hidráulicas
- Volante de la dirección
- Rótulas
- Depósito del fluido
- Barra de acoplamiento
- Tren delantero del tractor



Fig.2.4.- Bomba hidráulica



Fig.2.5.-Cañerías del hidráulico



Fig.2.6.-Brazos de acoplamiento y rótula.

2.3.1.- Tuberías, acoples, mangueras.

Las tuberías, acoples y mangueras que nos servirán para la adaptación son los elementos que forman parte del circuito hidráulico central para subir y bajar los implementos o accesorios que utiliza el tractor agrícola como herramientas.

Entre las cuales se encuentran:

- La bomba hidráulica
- El depósito de aceite hidráulico
- Las cañerías
- Los acoples

- Y las mangueras para alta presión.



Fig.2.7.-Cañerías y acoples de la bomba hidráulica.

Los elementos anteriormente mencionados nos sirven para la adaptación como parte del circuito hidráulico de la dirección, ya que la bomba hidráulica de alta presión instalada en el tractor nos facilita o podemos aprovechar su gran potencia de salida, no solo para elevar los implementos, sino además para el mecanismo de dirección que pretendemos adaptar; ya que es una bomba hidráulica de tipo engranajes externos de doble cuerpo con las siguientes características.

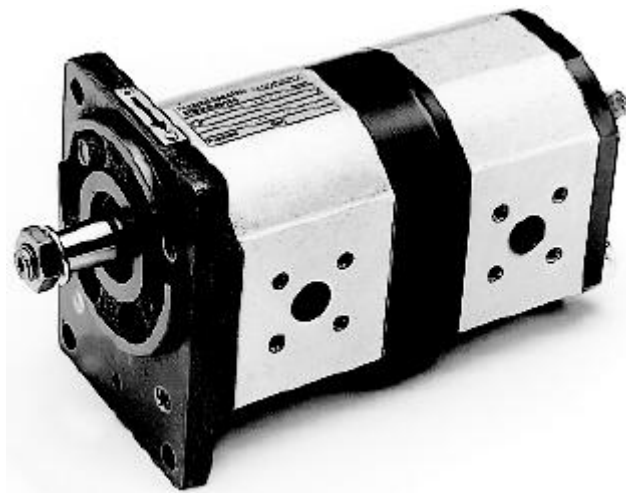


Fig2.8.-Bomba hidráulica de doble cuerpo.

Características de la bomba hidráulica.

MARCA	SAUER DANFOSS
DATE CODE:	02 D 19
TYPE:	A8. 3/8. 32 30083 A22
Bomba	A22
Cilindrada (in ³ /v)	0.08
Cilindrada (cc/v)	1.33
Presión cont. (PSI)	2540
Presión cont. (bar)	175
Presión int. (PSI)	2900
Presión int. (bar)	200
RPM a presión cont.	3000
Max. RPM	6000
Caudal (gl/min)	77
Caudal (L/min)	291.4

Tabla 2.1.- Características de la bomba hidráulica.²

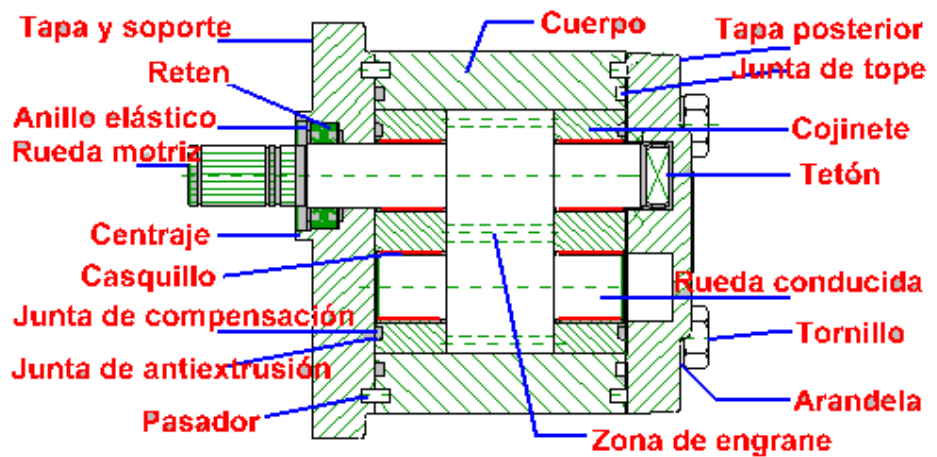


Fig.2.9.-Partes principales de la bomba hidráulica.

CAPITULO III.- ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES DEL TRACTOR PARA LA INSTALACIÓN DE LA DIRECCIÓN ASISTIDA.

3.1.- VOLANTE.

3.1.1.- Misión

Puede decirse que es el primer órgano de la dirección, ya que actuando directamente sobre él, el conductor consigue que el vehículo tome el camino elegido.

En las fig.3.1 puede verse un volante típico para automóviles, los cuales suelen tener una armadura de varilla de acero circular unida a un cuerpo central estriado interiormente, sobre una superficie cónica, por radios de varilla también. Esta armadura va recubierta de una pasta fundida que le da un aspecto muy vistoso y una apreciable comodidad en su manejo y en muchos casos, por el borde o la parte inferior del aro, tiene unos salientes para evitar que la mano pueda deslizarse sobre él.

Algunos volantes en automóviles modernos tienen los radios constituidos por alambres de acero cromados que les dan gran vistosidad y cierta flexión.

Aunque la inmensa mayoría tiene dos o tres radios hay algunos modelos que sólo tienen un radio o brazo. Se pretende, con este tipo, entre otras cosas, facilitar la lectura de los aparatos del tablero.

Hay también volantes acoplados a columnas telescópicas en automóviles muy modernos, para facilitar el reposo del conductor con el coche parado, y otros de caucho especial, para

hacer menos peligroso, en caso de accidente, el golpe del conductor sobre el volante que, como es sabido, es la causa principal, de los traumatismos en los conductores.

En la fig.3.1 se muestra un corte del montaje del volante en la columna de la dirección. En esta figura se aprecia este acoplamiento sencillo constituido por las estrías labradas en el interior cónico del reguesamiento central o *moju* del volante y las talladas en el extremo de la columna de la dirección, que termina en una espiga roscada para montar la tuerca que fija la unión.

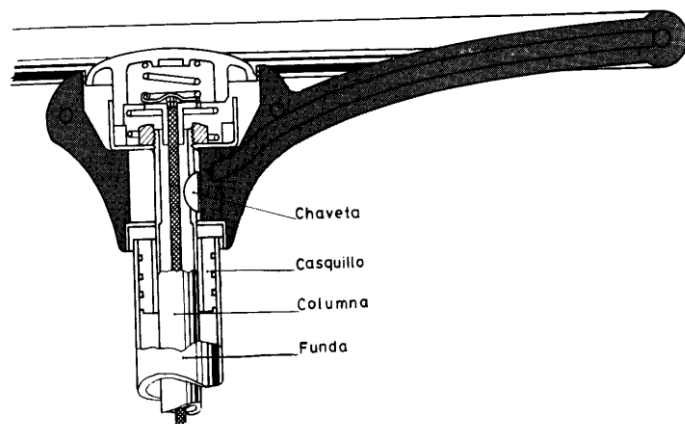


Fig.3.1.-Corte de montaje del volante de dirección.

3.2.- COLUMNA DE LA DIRECCIÓN

3.2.1.- Misión

Esta barra une por el extremo superior al volante, según hemos explicado, y por el inferior termina en el tornillo sinfín u otro tipo de engranaje, que acciona a través del sector el brazo de mando, suele ser un tubo de acero de gran calidad. Por su interior pasan los cables para el claxon, cuyo pulsador suele estar situado en el volante.

En la fig.3.2 se muestra un despiece del volante, columna y caja de mecanismos, así como la funda sobre la que se suelen montar, en muchos automóviles, el mando del cambio de velocidades y luces, en un modelo de los más corrientes. En ella pueden apreciarse los cojinetes que le permiten girar con suavidad y buen ajuste en la caja de mecanismos.

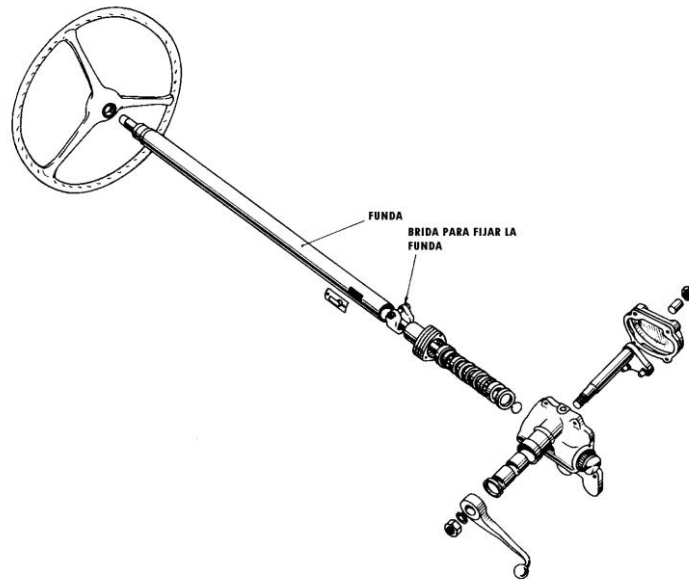


Fig.3.2.-Despiece del volante, columna y caja de mecanismos.

3.3.- MECANISMO DE MANDO.

3.3.1.- Funcionamiento

3.3.1.1.- Brazo de mando.

Este oscila con centro en el eje del sector, transversal al sinfín de la columna. Va enchavetado en el mencionado eje o por acoplamiento estriado sobre superficies cónicas (montaje más corriente), de forma análoga al también usado en la unión del volante y columna. Casi siempre solo puede montarse en una posición fija para permitir una correcta alineación. En la fig.3.3 se muestra el brazo desmontado, colocado a lado de su eje.

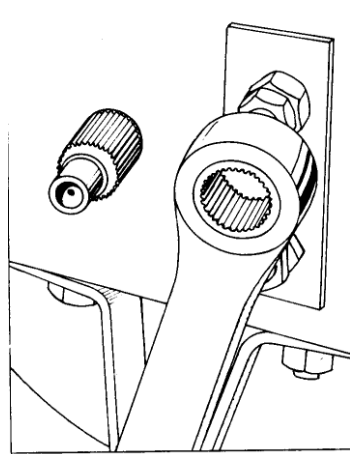
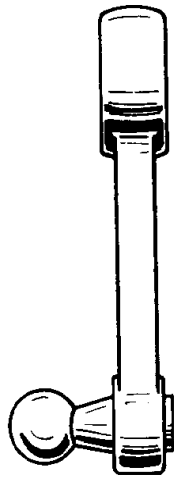


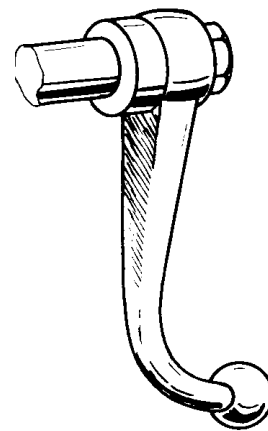
Fig.3.3.-Brazo de mando.

3.3.1.2.- Tipos.

En las fig.3.4 a) y b) podemos observar los dos tipos de brazos más comunes.
El que usa el tractor es el literal b)



a)



b)

Fig.3.4 a), b) .- Tipos de brazo de mando.

3.3.2.- Biela de dirección.

Esta biela es el medio de enlace entre el brazo de mando y la palanca de ataque, sus extremos terminan en articulaciones de rótula (fig.3.6), que pueden mantenerse a una distancia fija, o bien roscarse mas o menos dentro de la biela hueca (suele ser un tubo de acero), como en el caso de la fig.3.7 puede verse otro tipo de biela de dirección desmontada, en este caso, de tipo fijo.

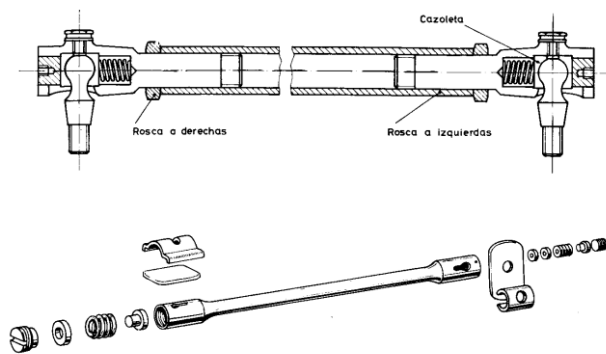


Fig.3.5.- Biela de dirección desmontada

3.3.3.- Palanca de ataque.

Como ya es sabido, en la organización básica del sistema de dirección, la palanca de ataque recibe el movimiento de la biela de dirección y es solidaria a la mangueta, pero también puede ir articulada al bastidor, muchas veces en forma de Y, según puede verse en la fig.3.6 y mandar directamente el movimiento a la barra de acoplamiento dividida. Hay gran variedad de formas, pero en todas ellas la unión a la biela de dirección se hace porque termina ésta en una esfera para la articulación de la rótula o en un orificio cónico para el montaje de la esfera de la mencionada rótula.

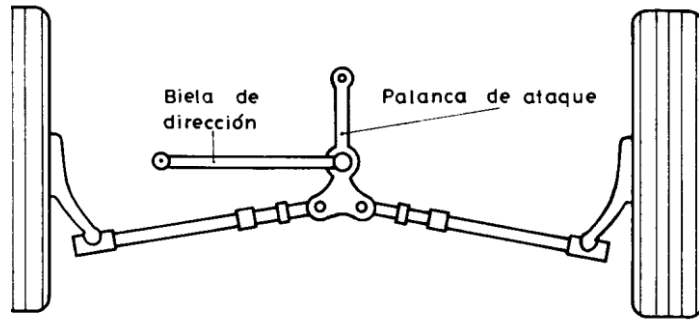


Fig.3.6.-Palanca de ataque.

3.3.4.- Brazos de acoplamiento.

Los brazos de acoplamiento forman una pieza rígida con la mangueta, bien forjados con ella, o atornillados. El extremo unido a la barra de acoplamiento se hace también con las disposiciones mencionadas anteriormente en la unión de la palanca de ataque y biela de dirección.¹

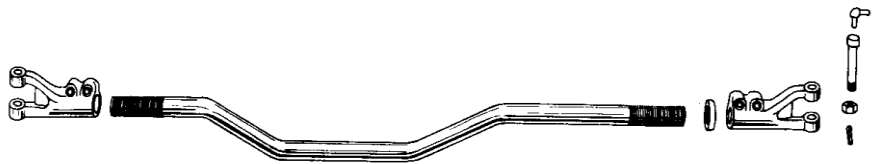


Fig.3.7.-Brazos de acoplamiento.

3.3.5.- Rótulas.

Hay dos tipos que difieren sustancialmente, unas, el montaje de la esfera se hace sin amortiguación elástica lateral, o lo que es lo mismo, sin posible variación en la longitud que separa las piezas enlazadas por la barra que lleve este tipo de rótulas; y otras, como las empleadas en la biela de dirección, que van situadas entre dos cazoletas o semicojinetes

esféricos presionados por muelles (fig.3.8), que permiten cierta amortiguación, muy necesaria, pues hay que tener en cuenta, que mientras la unión al brazo de mando es a un punto fijo, por estar éste unido al bastidor a través de la fijación de la caja de mecanismos, el otro extremo oscila con la suspensión, ya que es a la palanca de ataque fija a la mangueta. Esto obliga a cierta amortiguación que al mismo tiempo absorba las pequeñas variaciones de longitud que durante el trabajo se producen. El sistema puede ser con un solo muelle o con dos.

En la Fig.3.8 se ve un corte longitudinal y un despiece. Los cojinetes esféricos B, son obligados a fijarse en la esfera de la rótula, por la acción de los muelles R, que a su vez aumentan su apriete cuando se rosca el tornillo tapón fileteado T, que va en el interior de la barra o biela de dirección, para permitir un pequeño reglaje en la dureza de la unión y corregir ciertos desgastes. Este tapón o tornillo de reglaje se suele fijar por una grupilla E. o por un tornillo prisionero.

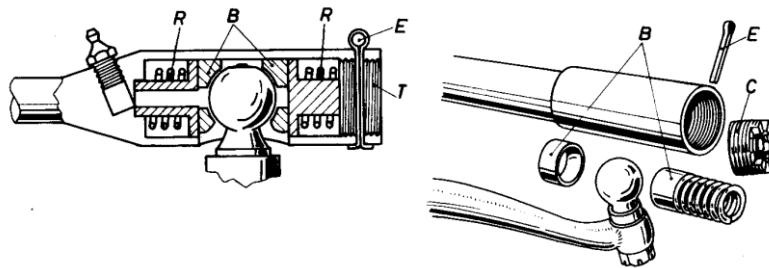


Figura3.8.-Rótulas (corte longitudinal y despiece)

Las rótulas más sencillas que suelen montarse en la barra de acoplamiento, también llevan un resorte, generalmente cónico helicoidal, que no permite variaciones en la longitud, pues va montado encima de la esfera, pero tiende a hacer más elástica la unión y a neutralizar los pequeños desgastes que se producen haciendo que la parte inferior de la esfera se acople en su cojinete, en todo momento en este tipo de articulaciones no es frecuente que el muelle tenga reglaje, pero en algunos casos también existe, con fijación análoga a la explicada anteriormente (Fig.3.9).

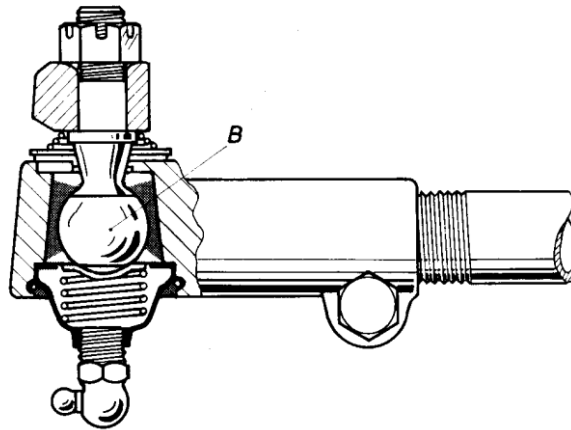


Fig.3.9.-Sección de rótula en corte.

En la Fig.3.9 puede verse una sección de rótula, en la cual, la parte de material sintético constituye la esfera de la rótula (sectores B de la Fig.3.9).¹

3.4.- BOMBA HIDRAULICA.

3.4.1.- Misión

Su misión, es la de transformar la energía mecánica suministrada por el motor de arrastre (de combustión Interna) en energía oleohidráulica. Dicho de otra manera, una bomba debe suministrar un caudal de aceite a una determinada presión.

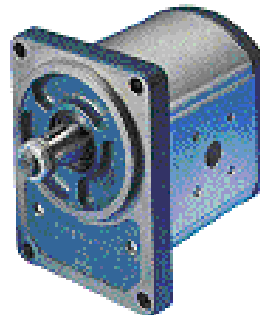


Fig.3.10.-Bomba de engranajes externos (un solo piso)

Una bomba hidráulica es un dispositivo tal que recibiendo energía mecánica de una fuente exterior la transforma en una energía de presión transmisible de un lugar a otro de un sistema hidráulico a través de un líquido cuyas moléculas están sometida precisamente a esa presión.

Pese a lo elemental de los conceptos físicos, vale la pena dar una versión intuitiva del trabajo de una bomba.

En primer lugar debemos fijarnos en que, a diferencia del caso de los fluidos compresibles, no podemos almacenar aceite a presión (a excepción de pequeñas cantidades en el acumulador); sólo habrá presión mientras actúe la bomba.

En segundo lugar, es fundamental ver que en los circuitos con fluidos incompresibles, la bomba no crea la presión por disminución del volumen ocupado por la masa del fluido -ya que esto no es posible- sino "empujando" el fluido que llena unos conductos, o pasa a través de unas restricciones.

Esto nos permite comprender como una pequeña bomba puede a veces mantenernos un circuito a muy alta presión, ya que su única misión será la de compensar las fugas y dar la presión a base de "intentar" introducir más aceite.

Si un circuito no tuviera fugas, ni fuera posible ninguna circulación de aceite, la presión iría aumentando (en fracciones de vuelta de la bomba) hasta frenar el motor de arrastre o romper la bomba o las conducciones. Es por esto que en cualquier circuito hay que poner elementos de protección contra sobre presiones.

3.4.2.- Funcionamiento

Todas las bombas funcionan básicamente bajo el mismo principio “utilizando el principio de desplazamiento”, generando un volumen pero los distintos tipos de bombas varían mucho en cuanto a métodos y sofisticación.

En cuanto a su función, podemos considerar dos posibilidades extremas de bombas: las que dan un gran caudal a pequeña presión y las que dan un pequeño caudal a alta presión.

La misión del primer tipo será evidentemente llenar rápidamente las conducciones y cavidades del circuito (como ocurre al hacer salir un cilindro que trabaje en vacío). Las del segundo tipo servirán para hacer subir y mantener la presión en el circuito. Claro que en la mayoría de los casos no se van a usar dos bombas y hay que buscar un compromiso entre estos extremos.

Actualmente contamos en el tractor colocada una bomba hidráulica de engranajes externos de doble cuerpo, la cual se encuentra en funcionamiento para el sistema hidráulico central con una presión nominal de 2540psi.



Fig.3.11.-Bomba hidráulica colocada en el tractor.

3.4.3.- Bombas hidráulicas para dirección.

La fuente de potencia para un sistema de dirección puede ser una bomba separada, la bomba del sistema hidráulico central o una combinación de ambos.

Bombas de engranaje o bombas de aspa de alta calidad se utilizan para presiones arriba de los 1500psi (10.3 MPa). La mayoría de las bombas de dirección de engranajes de alta calidad en tractores agrícolas, camiones y automóviles son de este tipo.

Las bombas de engrane y de aspa de presión balanceada extienden la capacidad de presión de 2000psi (13.8MPa) a 3000psi (20.7MPa). Las unidades de control de dirección más comerciales en el mercado tienen un coeficiente de operación de dirección alrededor de 2000psi.

La mayoría de las bombas comerciales de dirección de potencia están diseñadas para hacer impulsadas por bandas o engranes, tienen velocidades superiores a las velocidades de los motores típicos utilizados en tractores agrícolas.

Las velocidades máximas de las bombas comúnmente son de 3000 a 5000rpm. El flujo necesario requerido por la bomba está dado por:

$$Q = 0.260V / t(\text{gal} / \text{min})$$

ó

$$Q = 0.06V / t(L / \text{min})$$

Donde: V=desplazamiento total de volumen de impulsor, pulg³ (cm³)

t=tiempo deseado de dirección para giro de tope a tope, (s)

3.5.- CILINDRO.

Transforman la energía oleohidráulica en energía mecánica con un movimiento rectilíneo alternativo.

El cilindro es el dispositivo mas comúnmente utilizado para conversión de la energía antes mencionada en energía mecánica.

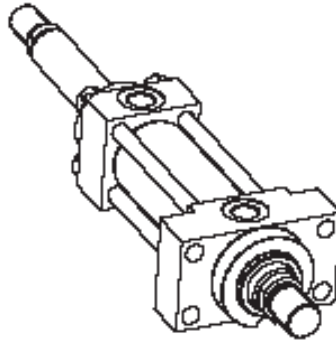


Fig.3.12.- Cilindro hidráulico

La presión del fluido determina la fuerza de empuje de un cilindro, el caudal de ese fluido es quien establece la velocidad de desplazamiento del mismo. La combinación de fuerza y recorrido produce trabajo, y cuando este trabajo es realizado en un determinado tiempo produce potencia. Ocasionalmente a los cilindros se los llama "motores lineales".

Tipos de cilindros.

- Cilindro de simple efecto.
- Cilindro de doble efecto.

Cilindros de simple efecto.

Sólo realizan trabajo útil en sentido de desplazamiento del vástago. Para que el émbolo recupere la posición de reposo se dota al cilindro de un muelle. Normalmente este muelle está diseñado para almacenar el 6% de la fuerza de empuje, o bien, como es el caso de los elevadores hidráulicos aprovechan la acción de la gravedad.

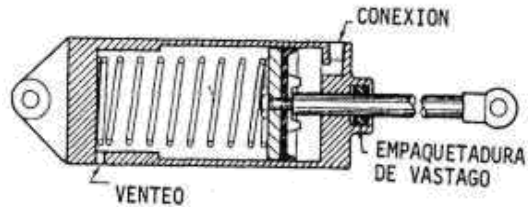


Fig.3.13.-Cilindro hidráulico de simple efecto.

Los cilindros de simple efecto con resorte interior se emplean en carreras cortas (máximas 100 mm.) ya que el resorte necesita un espacio adicional en la construcción del cilindro, lo que hace que estos sean mas largos que uno de doble efecto para la misma carrera.

Cilindros de doble efecto.

Estos elementos pueden realizar el trabajo en ambos sentidos de desplazamiento. Sin embargo hay que tener en cuenta que la fuerza de avance y retroceso es diferente, ya que en un sentido hay que tener en cuenta el diámetro del vástago.

En la Fig. 2.14, vemos un corte esquemático de un cilindro típico. Este es denominado de doble efecto por que realiza ambas carreras por la acción del fluido.³

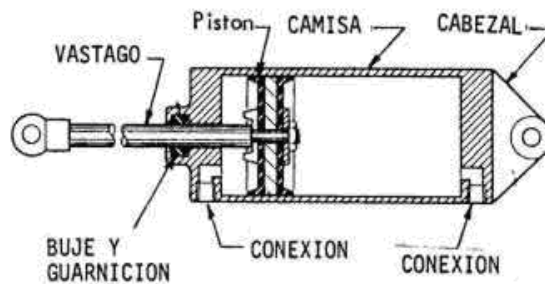


Fig.3.14.-Componentes de un cilindro hidráulico de doble efecto.

3.5.1.- Fundamentos para la selección de impulsores.

Aunque el flujo físico y energía en un sistema de dirección proviene de la bomba hacia el impulsor, el diseñador debe actuar en dirección contraria porque todos dependen de la carga. Tras determinar la carga, se le debe traducir en función de la salida de trabajo del impulsor. La situación del impulsor en el varillaje determina la eficiencia mecánica entre el miembro de la salida y la huella del neumático.

³ <http://www.oleohidráulicaonline.circuitos/circuitohidraulicos.html>

Fig.3.15.-Tipos de impulsores.

El trayecto de salida del impulsor (carrera o rotación angular), está regulado en cierta medida, por las limitaciones de la geometría de la dirección; sin embargo se recomienda seleccionar una relación diámetro-carrera para cilindros entre 5 y 8 de ser posible, para mantener una fuerza de columna adecuada y una aplicación servo-válvula favorable a la relación de deflexión del varillaje.

Además del desplazamiento del impulsor la presión de trabajo en el pistón cara del aspa debe ser conocida o se la debe elegir. Si se ha de proporcionar fuerza de una fuente existente de presión a la dirección los porcentajes y las pérdidas de flujo deben analizarse en este punto. Si es posible proceder a elegir alguna latitud en la presión de la bomba, una presión de carga

deseada y continuar o seleccionar el diseño del impulsor en base de las siguientes ecuaciones. Se supone una constante de torque, T, y la presión efectiva, P:

$$D = \sqrt{\frac{4aT}{\pi S P E_a E_1} + d^2} \quad (3.1)$$

Donde :

Ecuación 3.1. Tractores diseño y funcionamiento. Pág325. LIMUSA. 1ª edición. Mexico. 1984. 432 págs.

D=diámetro del pistón, mm

α =ángulo de dirección de tope a tope, radianes (en el pivote o en la articulación)

T=torque requerido del pivote o articulación, N mm

S=carrera del pistón, mm

P=presión efectiva en la cara del pistón

Ea=eficiencia total del impulsor

d=diámetro de biela del pistón, mm, (cuando sea aplicable)

E₁=eficiencia del varillaje

3.6.- VÁLVULA DISTRIBUIDORA.



Fig.3.16.- Válvula distribuidora

Las válvulas para el control direccional son cualesquiera capaces de controlar la dirección de la corriente. De esto se deduce que puede usarse casi cualquier válvula como control direccional.

La variedad de válvulas para un circuito hidráulico es muy amplia, pero tienen por finalidad dirigir y controlar el comportamiento del flujo hidráulico, enviado a los actuadores hidráulicos. Con ellas los actuadores, pueden ser controlados independientemente su funcionamiento, velocidad, fuerza, secuencia y cualquier otro control requerido para el correcto funcionamiento

Estos elementos se definen por el número de orificios (vías) y las posiciones posibles, así como por su forma de activación y desactivación.³

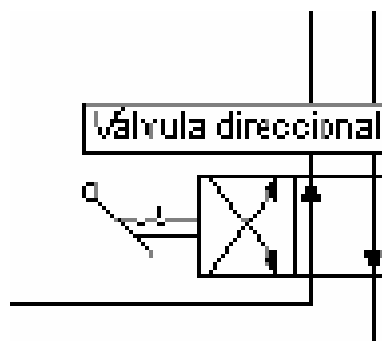


Fig.3.17.- Esquema de una válvula distribuidora

3.6.1.- Fundamentos para la selección de válvulas de control.

Existen dos tipos de válvulas, la de carrete y la de movimiento vertical, estos dos tipos son utilizadas en los sistemas de dirección hidráulica para tractores agrícolas. La válvula de carrete, debido a su relativa simplicidad hoy en día es el tipo más utilizado en los sistemas de dirección de potencia.

El tamaño de una válvula de control direccional utilizada para un porcentaje de flujo dado depende del tipo de sistema hidráulico

Además de las dimensiones de la válvula para obtener pérdidas aceptables de presión a flujo máximo, el diseño de la válvula también debe tener en cuenta una característica de ganancia de flujo con respecto al trayecto de la válvula a una caída de presión dada, para mantener un buen control sobre el espectro completo de operación de cargas, temperaturas y porcentaje de dirección.

Por fortuna, los sistemas de dirección de potencia pueden tolerar un error serio de entrada a salida o cambio de fase, a diferencia de los servo-sistemas de alta precisión para máquinas herramientas por ejemplo. La suavidad de operación y los costos razonables son más importantes que la precisión y se pueden lograr con válvulas fabricadas para tolerancias prácticas.

En los servo-sistemas de posición, comúnmente se utilizan dos tipos de válvulas de carrete de 4 vías

Las relaciones mecánicas o hidráulicas entre la orilla del volante de dirección y el viaje trayecto de la válvula de control en general son lo bastante altas para que las fuerzas que operan en la válvula no afecten de manera significativa el esfuerzo de dirección, suponiendo que se utilizan válvulas hidráulicamente balanceadas u operadas con piloto.

Cuando los porcentajes de flujo se aproximan a 25gpm (95L/min), como en los tractores grandes articulados, las fuerzas de la válvula de flujo se deben estudiar con más detenimiento.

Pero en el caso de altos porcentajes de flujo, la compensación de fuerza de flujo puede ser necesaria para mantener esfuerzos de dirección aceptables.

El límite aceptable es un viaje completo del borde de un volante de dirección de 12 pulgadas (300mm), aproximadamente igual a 90° de rotación en una rueda de diámetro de 16 pulgadas (400mm). Con el viaje total de una válvula que típicamente fluctúa entre 0.020 a 0.50 pulgadas (0.5 a 13mm), relaciones de 20 o menos permanecen dentro de este límite. Se sugiere un juego de válvula de aproximadamente 1 a 3 pulgadas (25 a 76mm) en el borde del volante de dirección mientras opera bajo potencia.

3.7.- CAÑERÍAS Y MANGUERAS

El ajustar al tamaño apropiado los pasajes de fluido requiere una determinación medianamente exacta de las pérdidas de presión en el circuito para varias combinaciones de porcentajes de flujo y temperaturas de operación. La exactitud es necesaria debido a la relación exponencial entre el flujo y la pérdida de presión, la cual deja un pequeño margen de error cuando se diseña para rendimiento máximo mientras se mantiene el tamaño y costo de los elementos del circuito dentro de límites prácticos.

Por fortuna, existe una gran similitud entre los sistemas hidráulicos, incluyendo la dirección hidráulica utilizada en tractores agrícolas. Por esto es posible reforzar la teoría con una gran cantidad de datos operacionales y de laboratorio dentro de límites definidos de temperatura, viscosidad del fluido, aspereza de pasajes y porcentaje de flujo.

Las velocidades típicas de flujo en los tractores agrícolas varían de una baja de 1.5m/s, para líneas de succión, a una alta de 9.1m/s para líneas de presión, con líneas de envío y retorno que caen entre éstas velocidades. En los accesorios asociados, aperturas de válvulas y orificios, pueden ocurrir velocidades localizadas significativamente altas.

Las temperaturas de operación fluctúan típicamente entre los 65° y 93°C, sin embargo, también se deben estudiar pérdidas de presión a las temperaturas más bajas esperadas para asegurar un arranque seguro en clima frío y buen rendimiento en calentamiento. La fluctuación de viscosidad de los aceites comúnmente utilizados para sistemas hidráulicos de tractor no es extrema. La mayoría se agrupan en viscosidades de 70 a 100 SUS a 65° C y de 45 a 60 SUS a 93° C. La amplitud se extiende considerablemente, sin embargo, a temperaturas bajas y variaciones significativas en condiciones de calentamiento en clima frío, deben determinarse y evaluarse a fondo.

La transición de un flujo de laminar a turbulento se ha determinado experimentalmente en función de una cantidad adimensional llamada número de Reynolds. Los resultados publicados varían, como es de esperar con datos empíricos, pero en general, el flujo laminar con los números de Reynolds alcanza alrededor de 2000 y el flujo completamente turbulento desarrolla entre 3000 y 4000. Los tubos más tersos con relaciones de aspereza relativamente bajas extienden la zona de transición por encima de los números de Reynolds mayores.

Por cuestiones de costo, espacio y cambios de rendimiento, el flujo turbulento casi siempre existe en sistemas de direcciones de tractores a niveles de máximo rendimiento, donde las pérdidas de presión son más importantes.

3.7.1.- Velocidad en cañerías.

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

Las velocidades típicas de flujo en los tractores varían de:

- Una baja de 1.5m/s, para líneas de succión.
- Una alta de 9.1m/s para líneas de presión.

3.8.- TIRANTERIA.

Es la unión de varias barras que acopladas sirven para transmitir el movimiento hacia las ruedas desde la biela de mando para luego pasar por varios elementos, con el fin de darles a las ruedas la orientación que el conductor desea.

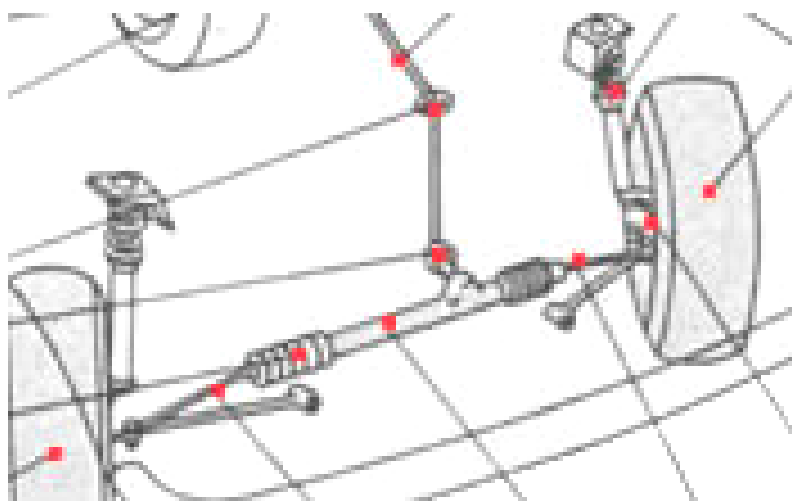


Fig.3.18.- Tirantería de la dirección.

CAPÍTULO IV.- CIRCUITO HIDRÁULICO.

4.1.- ELEMENTOS.

4.1.1.- Bombas

Nos proporcionan una presión y caudal adecuado de fluido a la instalación, los datos necesarios de las bombas son: Caudal que proporciona, presión de trabajo, los tipos de bombas más comunes son: De engranajes, de émbolos, y rotativas.

4.1.1.1.- Bomba de engranajes.

Esta compuesta por una caja (carcaza) y un par de engranajes con un mínimo de ajustes radial y lateral. Uno de los engranajes es accionado por el eje de la bomba y obliga girar al otro. Estos están situados lateralmente, cuando los dientes engranan, se crea un vacío parcial en la entrada, aspirando fluido en las cámaras formadas entre los dientes. Estas cámaras transportan el fluido por la parte exterior de los engranajes, donde es impulsado a presión fuera cuando los dientes engranan otra vez a la salida.

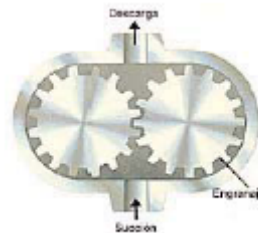


Fig.4.1.- Bomba de engranajes.

4.1.1.2.- Bomba de émbolos.

Todas las bombas de pistones funcionan según el principio de un cilindro hidráulico, donde un pistón es movido alternativamente dentro de un orificio, aspirará fluido al retraerse y lo expulsará en su carrera hacia delante.

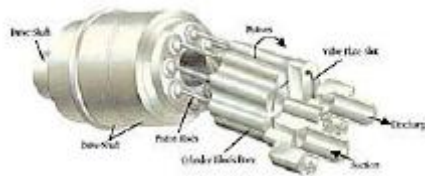


Fig.4.2.- Bomba de émbolos.

4.1.1.3.- Bomba rotativa.

Las bombas rotativas tienen muchas aplicaciones y pueden ser simples, dobles y triples.

Todas las bombas de paletas mueven aceite por medio de un rotor ranurado en el que se alojan paletas, que está acoplado al eje de accionamiento y gira dentro de un anillo ovalado. Las paletas siguen la superficie interna del anillo cuando el rotor gira, debido a que el anillo y el rotor son concéntricos, las cámaras van aumentando de tamaño, creando un vacío parcial que aspira fluido por el orificio de entrada. Cuando pasan por el centro éstas cámaras van disminuyendo de tamaño, impulsando el fluido a presión hacia la salida.

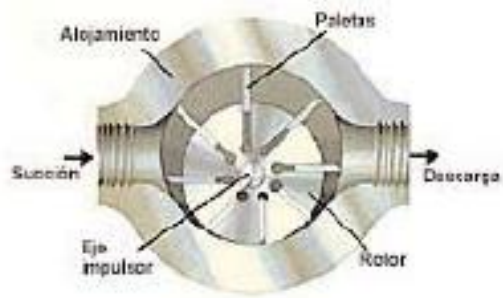


Fig.4.3.- Bomba rotativa.

4.1.2.- Depósito

Su misión es recuperar el fluido después de usarlo y mantener un nivel adecuado al uso de la instalación

4.1.3.- Acondicionadores de aire

Son dispositivos que nos permiten mantener el aceite en unas condiciones de limpieza adecuadas al uso de los elementos de la instalación, de tal manera, que alarga la vida de ésta. Estos elementos son:

4.1.3.1.- Filtro

Es el encargado de retirar las partículas sólidas en suspensión (trozos de metal, plástico, etc.)

4.1.3.2.- Manómetro

Se instala después de la bomba e indica la presión de trabajo.

4.1.4.- Red de distribución.

Debe garantizar la presión y velocidad del aceite en todos los puntos de uso. En las instalaciones oleohidráulicas, al contrario de las neumáticas, es necesario un circuito de retorno de fluido, ya que éste se vuelve a utilizar una y otra vez.

4.2.- ELEMENTOS DE REGULACIÓN Y CONTROL.

Son los encargados de regular el paso del aceite desde las bombas a los elementos actuadores. Estos elementos que se denominan válvulas, pueden ser activados de diferentes formas: manualmente, por circuitos eléctricos, neumáticos, hidráulicos o mecánicos. La clasificación de éstas válvulas se pueden hacer en tres grandes grupos.

4.2.1.- Válvulas de dirección o distribuidores.

Estos elementos se definen por el número de orificios (vías) y las posiciones posibles, así como por su forma de activación y desactivación.

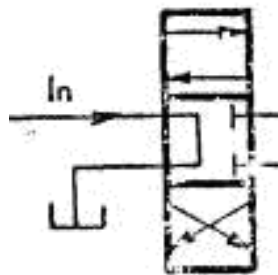


Fig.4.4.- Esquema de una válvula distribuidora.

4.2.2.- Válvulas antirretorno.

Permiten el paso del aceite en un determinado sentido, quedando bloqueado en sentido contrario.

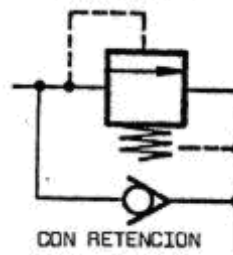


Fig.4.5.- Esquema de una válvula antirretorno.

4.2.3.- Válvulas de regulación de presión y caudal.

Son elementos que en una misma instalación hidráulica, nos permiten disponer de diferentes presiones y caudales. Pueden ser estranguladoras, temporizadoras, etc. Y se utilizan para modificar la velocidad de los elementos actuadores, también llamados de trabajo.

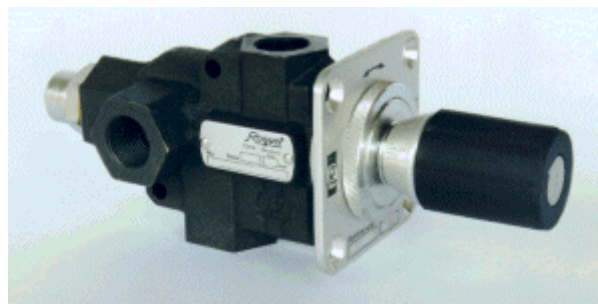


Fig.4.6.- Válvula reguladora

4.3.- ELEMENTOS ACTUADORES O DE TRABAJO.

Son los encargados de transformar la energía oleohidráulica en otra energía, generalmente de tipo mecánico. Los podemos clasificar en dos grandes grupos: cilindros y motores.

4.3.1.- Cilindros.

Transforman la energía oleohidráulica en energía mecánica con un movimiento rectilíneo alternativo, los hay de dos tipos.

4.3.1.1.- Cilindros de simple efecto.

Solo realizan trabajo útil en un sentido de desplazamiento del vástago, para que el émbolo recupere la posición de reposo se dota al cilindro de un muelle. Normalmente este muelle está diseñado para almacenar el 6% de la fuerza de empuje, o bien como es el caso de los elevadores hidráulicos, aprovechan la acción de la gravedad.



Fig.4.7.- Cilindro hidráulico de simple efecto.

4.3.1.2.- Cilindros de doble efecto.

Estos elementos pueden realizar trabajo en ambos sentidos de desplazamiento. Sin embargo hay que tener en cuenta que la fuerza de avance y retroceso es diferente, ya que en un sentido hay que tener en cuenta el diámetro del vástago.



Fig.4.8.- Cilindro hidráulico de doble efecto

4.4.- DIVISIÓN DEL CIRCUITO HIDRÁULICO.

El circuito hidráulico del sistema, se divide en dos circuitos básicos, los cuales son:

- El circuito de alimentación, que es el mismo para cualquier posición del volante
- El circuito de Fuerza, el cual se define según el giro del volante de la dirección

4.4.1.- Circuito de alimentación.

En el siguiente circuito hidráulico (Fig.4.9), el fluido hidráulico es absorbido por la bomba hidráulica (3) de engranajes externos desde el depósito (1), la cual eleva la presión de éste, conduciéndolo hasta el compartimiento de válvula (7), la cual distribuye el aceite hacia los extremos del cilindro hidráulico (8). La trayectoria del fluido no varía mientras el volante no cambie su posición.

4.4.2.- Circuito de fuerza

Este circuito varía según la posición del volante y puede adoptar las siguientes trayectorias, ayudado por el compartimiento de válvulas (7), que es el que distribuye el fluido en una u otra dirección.

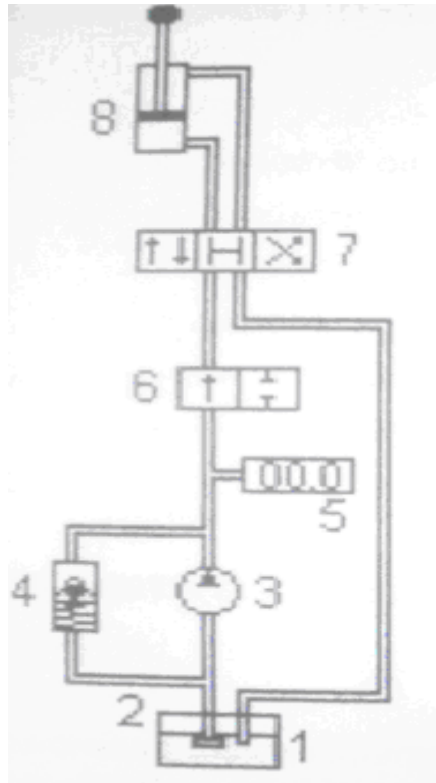


Fig.4.9.- Representación esquemática del circuito hidráulico del sistema de dirección.

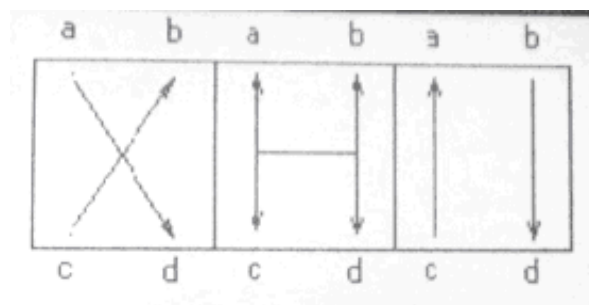


Fig.4.10.- Esquema de válvula distribuidora 4/3

La representación esquemática del circuito hidráulico del sistema de dirección puede verse en la Fig.4.9 y tiene los siguientes elementos.

1. Depósito
2. Filtro
3. Bomba
4. Válvula Reguladora de Presión
5. Manómetro
6. Llave de paso
7. Válvula distribuidora
8. Cilindro Doble efecto

4.5.- EL FLUIDO HIDRÁULICO.

4.5.1.- Definición.

Con base al comportamiento que desarrollan los fluidos se definen de la siguiente manera: “Fluido es una sustancia que se deforma continuamente, o sea se escurre, cuando esta sometido a un esfuerzo de corte o tangencial”. De esta definición se desprende que un fluido en reposo no soporta ningún esfuerzo de corte.

Fluidos hidráulicos son un grupo grande de líquidos compuestos de muchos tipos de sustancias químicas. Son usados en transmisiones automáticas de automóviles, frenos y servo dirección; vehículos para levantar cargas; tractores; niveladoras; maquinaria industrial; y aviones. Los tres tipos de fluidos hidráulicos más comunes son aceite mineral, éster de organofosfato, y polialfaolefina.

Ciertos fluidos hidráulicos tienen un aroma aceitoso suave, mientras otros no tienen olor; algunos pueden incendiarse en tanto otros no. Algunos fluidos hidráulicos son producidos de petróleo crudo y otros son manufacturados.⁴

4.5.2.- Funciones.

Un fluido hidráulico de base petróleo usado en un sistema hidráulico cumple muchas funciones críticas. Debe servir no sólo como un medio para la transmisión de energía, sino como lubricante, sellante, y medio de transferencia térmica. El fluido también debe maximizar la potencia y eficiencia minimizando el desgaste y la rotura del equipo.

Pero las necesidades específicas de los sistemas hidráulicos difieren. Algunos requieren un fluido con mayor estabilidad térmica y a la oxidación, algunos necesitan mayor protección antidesgaste, algunos requieren estabilidad adicional en el lubricante en ambientes de temperaturas extremas, y algunos necesitan la seguridad de fluidos resistentes al fuego.

⁴ <http://www./lubricantes/lubricantes7.htm>

4.5.3.- Propiedades de los fluidos.

Entre las más importantes tenemos:

- Viscosidad apropiada
- Variación mínima viscosidad / temperatura
- Baja compresibilidad
- Buen poder lubricante
- Inerte a los materiales de tubos y juntas
- Anti-Desgaste
- Características anticorrosivos
- Estabilidad a la oxidación
- Punto de escurrimiento
- Separabilidad del agua
- Prevención de herrumbre
- Resistencia a la espuma y liberación de aire

4.5.4.- Descripción de las características físicas de los fluidos

4.5.4.1.- Viscosidad

La viscosidad mide la resistencia a fluir de un fluido. Es afectada por varios factores, directamente o indirectamente.

Los sistemas hidráulicos contienen piezas móviles (algunas diseñadas con tolerancias muy estrechas) que deben lubricarse efectivamente por el fluido hidráulico. La viscosidad del fluido debe ser lo suficientemente alta para asegurar una película fluida entre las superficies móviles pero no tan grande que cree excesiva fuerza friccional. Si la resistencia al flujo es demasiado grande, se desarrolla una excesiva fricción fluida dentro del sistema. Esto reduce la potencia de salida, derrocha energía y genera altas temperaturas en el sistema, todos los cuales reducirán la vida en servicio del fluido y crearán ineficiencias en el sistema hidráulico. El fluido debe tener también una viscosidad suficientemente alta para ayudar a prevenir las fugas a través de pistones, émbolos, paletas, y otros elementos de ajuste preciso en la bomba hidráulica.⁵

4.5.4.2.- Índice de viscosidad.

El índice de viscosidad (I.V.) mide la resistencia de un fluido a cambios en viscosidad con cambios en la temperatura. Cuanto más alto es el I.V. de un fluido, menor es su tendencia a cambiar su viscosidad con la temperatura.

4.5.4.3.- Anti-desgaste.

Los fluidos hidráulicos no sólo actúan como medio de transmisión de potencia, sino que también lubrican las piezas del sistema.

⁵ <http://www.esso/fluidos%20hidraulicos.pdf>

4.5.4.4.- Estabilidad a la oxidación.

La estabilidad a la oxidación es una medida de la habilidad del fluido para resistir la oxidación (deterioro químico) en presencia de aire, calor y otras influencias.

La resistencia a la oxidación es una cualidad importante en un fluido hidráulico. Los barnices y barros insolubles causados por la oxidación del fluido pueden interferir con el desempeño de un sistema hidráulico. El barniz y el barro pueden taponar líneas, mallas y filtros y evitar la acción normal de las válvulas. La remoción de estos contaminantes de un sistema puede ser costosa y consumidora de tiempo.

4.5.4.5.- Separabilidad del agua.

Los sistemas hidráulicos industriales tienen normalmente ventilación en el reservorio de aceite. Esto permite que el fluido contacte la atmósfera exterior, y que la humedad condensada del aire se mezcle con el fluido. El agua libre se separa rápidamente del aceite y puede ser drenada del fondo del tanque. Sin embargo, el agua que se emulsifica con el fluido es muy difícil de remover.

4.5.4.6.- Prevención de herrumbre.

Es difícil mantener a un sistema hidráulico diseñado convencionalmente libre de agua todo el tiempo. Aún bajo las condiciones más favorables, la herrumbre es una posibilidad... y un problema potencial.

La herrumbre puede rayar superficies en contacto, formar incrustaciones en cañerías, taponar pasajes y dañar válvulas. Los ejes de arietes hidráulicos a veces están expuestos directamente al clima, y cualquier picado en sus superficies altamente pulidas probablemente rompa el empaque a su alrededor.

4.5.4.7.- Resistencia a la espuma y liberación de aire.

Cuando el aceite hidráulico es batido en presencia de aire, puede ocurrir la formación de espuma y el atropamiento de aire. Estas condiciones pueden ser

causadas por cañerías incorrectas, tales como una línea de aceite que retorna al tope en lugar del fondo del reservorio.

También pueden ser causadas por fugas de aire en la succión de la bomba. La espuma puede crear un lío si rebalsa el reservorio. Puede causar problemas mecánicos serios si el nivel de fluido del reservorio cae al punto que la espuma sea arrastrada a la bomba. El aire atrapado (burbujas pequeñas y discretas de aire arrastradas en el cuerpo principal del fluido) es un problema ligeramente más severo que la espuma.

4.5.5.- Selección del fluido.

Para seleccionar el fluido que vamos a utilizar en la dirección de potencia, debemos tomar en cuenta varios parámetros tanto de funcionamiento del circuito como de las características del fabricante.

Entre los cuales podemos citar los siguientes:

a) Temperatura de funcionamiento

Es importante ya que ésta influye directamente sobre las propiedades física y química del fluido, las altas temperaturas condicionan su vida útil, su resistencia de película, su viscosidad, etc. En cambio las bajas temperaturas pueden presentar problemas en el bombeo.

b) Viscosidad.

Ésta afecta las propiedades de fricción del fluido, el funcionamiento de la bomba, la cavitación, etc.

c) Compatibilidad.

Consiste en determinar si el fluido es compatible con los metales del sistema con el fin de que no exista corrosión y con las juntas de cierres o empaques, para que así no existan fugas, etc.

d) Estabilidad

La estabilidad térmica e hidráulica y la resistencia a la oxidación son un factor muy importante para la vida útil tanto del fluido como del sistema.

e) Velocidad de Respuesta

Ésta característica es de mucha importancia debido a que de ésta depende la precisión de los movimientos de los mecanismos dirigidos, ésta depende de la viscosidad del fluido y de sus características de compresibilidad.

f) Resistencia de Potencia y Presión

Ésta propiedad está relacionada a la capacidad de reducir la fricción y el desgaste del fluido. La presión es importante para el rendimiento del fluido como para la vida del sistema, es por ello importante, que el fluido sea lo menos compresible para así tener una mayor precisión en los movimientos.

Luego de tomar en consideración todos estos parámetros seleccionamos el fluido hidráulico que es del tipo hidráulico que presenta las siguientes características.

Aceite hidráulico SAE 10/s

▪ Densidad del aceite hidráulico

$$\rho = 512.345 \text{Kg/m}^3$$

▪ Viscosidad Dinámica

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

▪ Viscosidad Cinemática

$$\nu = 162 \times 10^{-6} \text{m}^2/\text{seg} = 1.62 \text{ cm}^2/\text{seg.}$$

CAPITULO V.- DISEÑO DEL SISTEMA DE DIRECCIÓN HIDRÁULICA

5.1.- CÁLCULOS DE DISEÑO.

5.1.1.- Parámetros.

Los diferentes parámetros que influyen en los requerimientos de diseño de la dirección incluyen lo siguiente:

- 1.carga del neumático
- 2.superficie del camino y condiciones del terreno
- 3.presiones de inflado del neumático
- 4.tamaño del neumático
- 5.inclinación del pivote
- 6.ángulo caster
- 7.ángulo camber
- 8.compresión del pivote o radio inferior
- 9.convergencia y divergencia
10. velocidades de viaje
11. porcentajes de dirección
12. eficiencia del sistema
13. tipo de la parte delantera (triciclo, rueda sencilla, estándar)
14. fuerzas de tracción y de frenado
15. tipo de bastidor

Los parámetros que seleccionamos para un funcionamiento correcto del sistema de dirección son:

- Angulo de giro de las ruedas de tope a tope: 55°

- Un coeficiente de volante de dirección de menos de una revolución por segundo.
- Un tiempo de dirección t de 2 a 4s, de tope a tope es típico.

5.1.2.- Fuerza de giro del tractor.

Existen muchas otras acerca de la mecánica de la geometría de la dirección y el análisis de las fuerzas de encadenamiento. La mayoría de éstas se refiere a vehículos de carretera, sin embargo, las técnicas de diseño para la determinación de las fuerzas de dirección con un vehículo en estado estacionario, son válidas para los tractores agrícolas que utilizan una geometría de enlace similar. Puesto que las cargas de dirección más pesadas con el tipo de dirección Ackerman, (Fig.5.1), normalmente existen en un tractor estacionario sobre concreto limpio y seco, esta condición da un estándar conveniente para calcular los requerimientos máximos de potencia.

En los tractores de dirección tipo Ackerman, la carga del neumático es la variable más significativa que hace variar los requerimientos de potencia.

Si se aplica una fuerza de dirección excesiva, los neumáticos se pueden torcer en las llantas, o cuando los neumáticos se fijan, se pueden provocar daños estructurales sobre el varillaje o en los miembros del bastidor. Para evitar esta posibilidad se recomienda que las fuerzas de dirección se limiten a un 110% de la condición máxima de diseño.

Si la condición máxima de diseño elegida es un giro lento que crea un 10% de caída de presión entre la bomba y la carga, entonces el 10% de sobrecarga se manifestara durante un atascamiento de la dirección causado por cargas excesivas en los ejes u obstrucciones de las ruedas. Puesto que las cargas de golpes transitorios al sistema de dirección del doble de la capacidad de la capacidad de fluctuación son muy comunes, la fuerza estructural necesaria de ruedas, varillaje o de los componentes hidráulicos constituirá un factor de seguridad adecuado con respecto a la presión máxima de la bomba.

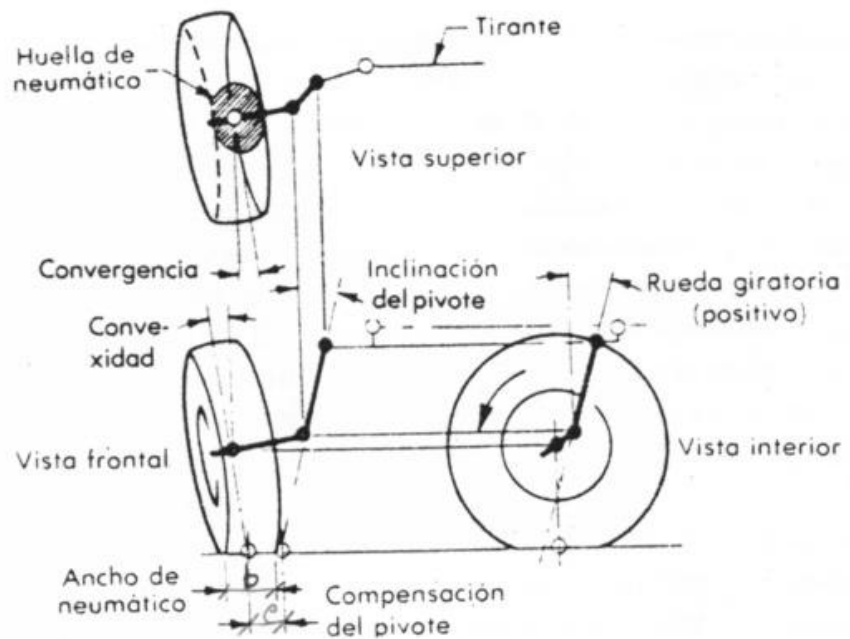


Fig.5.1.- Geometría del volante de dirección de un tractor.

El torque T del pivote requerido para girar la rueda bajo una curva vertical W se calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$T = Wf \sqrt{\frac{I_o}{A} + e^2} \quad (5.1)$$

Donde:

f = coeficiente de fricción efectivo

I_o = momento polar de inercia de la huella del neumático

e = compensación del pivote

A = área de huella del neumático.

Si se desconoce la forma exacta de la huella del neumático; se puede hacer una aproximación suponiendo ésta circular con un diámetro igual al ancho nominal del neumático, b . Puesto que I_o/A , entonces es igual a $b^2/8$, la ecuación queda como sigue.⁶

$$T = Wf \sqrt{\frac{b^2}{8} + e^2} \quad (5.2)$$

5.1.3.- Cálculo de la fuerza de giro del tractor.

Para conseguir que fuerza se necesita para girar las ruedas en el tractor utilizamos la Ecuación (5.2), y obtenemos el coeficiente de fricción de la Fig.5.2.

(5.1, 5.2) ⁶ Tractores diseño y funcionamiento. Pág321. LIMUSA. 1ª edición. Mexico. 1984. 432 págs.

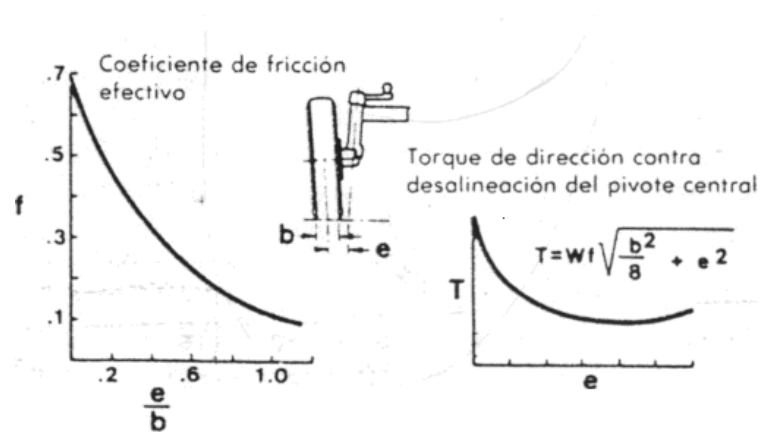


Fig. 5.2.- Curvas típicas de vehículos con neumáticos de hule sobre concreto seco.

5.1.4.- Datos para el cálculo de la fuerza de dirección.

$$W=6260\text{LBS} (2845.45\text{kg})$$

$$f =0.16$$

$$b =18\text{cm}$$

$$e =13\text{cm}$$

$$T = 2845.45 * (0.16) * \sqrt{\frac{18^2}{8} + 13^2}$$

$$T = 6589.65\text{Kg.cm} = 646246.97\text{Nmm}$$

5.1.5.- Cálculo para la selección de impulsores

Si queremos obtener el diámetro del cilindro para nuestro sistema de dirección utilizamos la ecuación (5.3).

$$D = \sqrt{\frac{4aT}{\pi S P E_a E_1} + d^2} \quad (5.3)$$

Datos:

$$P = F / A$$

$$F = T / d$$

$$F = 646246597Nmm / 130mm$$

$$F = 4971.13N$$

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi * 45^2}{4}$$

$$A = 1590.43mm^2$$

$$p = 4971.13N / 1590.43mm^2$$

$$p = 3.1256N / mm^2$$

$$\alpha = 55^\circ (1.9198rad)$$

$$T = 646246.97N.mm$$

$$S = 200mm$$

$$P = 3.1256N / mm^2$$

$$Ea = 95\%$$

$$E1 = 70\%$$

$$D = \sqrt{\frac{4(1.91)(646246.97)}{\pi(200)(3.1256)(0.95)(0.7)}}$$

$$D = 61.4863mm$$

Ecuación 5.3 Tractores diseño y funcionamiento. Pág321. LIMUSA. 1ª edición. Mexico. 1984. 432 págs.

5.1.6.- Cálculo de líneas, mangueras y pasajes internos.

5.1.6.1.- Requisito 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:

$$\text{AREA} = \text{Caudal (m}^3/\text{seg)} \times 0.3208 / \text{Velocidad (metros por segundo)}$$

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

$$\text{VELOCIDAD (metros por segundo)} = \text{Caudal (m}^3/\text{seg)} / \text{Área (m}^2)$$

$$\text{Vel} = \frac{1046.99 \text{cm}^3 / \text{s}}{5.629 \text{cm}^2}$$

$$\text{Vel} = 186 \text{cm} / \text{seg}$$

$$\text{Vel} = 1.86 \text{m} / \text{s}$$

5.1.7.- Cálculo de pérdidas en el circuito hidráulico.

5.1.7.1.- Longitud total de las cañerías y mangueras.

Tomando en cuenta de las dimensiones del tractor, y de la ubicación de los elementos del sistema de dirección hidráulica, las longitudes que necesitamos en las cañerías para todo el circuito hidráulico tenemos:

2 Cañerías de 128cm

2 Cañerías de 91cm

2 Cañerías de 20cm

2 Mangueras de 40cm

Longitud total = 558cm

Para aproximarnos al diseño de las cañerías y mangueras en el sistema de dirección, recurrimos a direcciones hidráulicas ya instaladas en otros tractores y acogiendo las recomendaciones obtenidas en el mercado, encontramos que lo mas acertado para la selección de cañerías son de:

Cañería rígida de acero de alta calidad con un radio interior de 4.8mm, y un radio exterior de 6.4mm.

Además seleccionamos una manguera de alta calidad 100R2 con 2 mallas de acero de 3/8"

5.1.7.2.- Área del conductor.

$$A = \pi(R^2 - r^2)$$

$$A = \pi(6.4^2 - 4.8^2)mm^2$$

$$A = 56.29mm^2 = 5.629cm^2$$

5.1.7.3.- Volumen en toda la línea de distribución del circuito.

$$V = AxL$$

$$V = 5.629cm^2 \times 558cm$$

$$V = 3140.98cm^3$$

5.1.7.4.- Caudal en el circuito.

$$Q = V(cm^3) / t(seg)$$

$$Q = 3140.98 / 3$$

$$Q = 1046.99cm^3 / seg$$

5.1.7.5.- Cálculo del número de reynolds del circuito.

Datos:

Densidad del aceite hidráulico. $\rho = 512.345 \text{Kg/m}^3$

Diámetro del conducto. $D = 1.28 \text{cm}$

Viscosidad cinemática del fluido. $\nu = 1.62 \text{cm}^2/\text{seg}$

Velocidad en las cañerías. $\text{Vel} = 186 \text{cm}/\text{seg}$

$$\text{Re} = (\text{Vel} \times D) / \nu$$

$$\text{Re} = \frac{186 \frac{\text{cm}}{\text{seg}} * 1.28 \text{cm}}{1.62 \frac{\text{cm}^2}{\text{seg}}}$$

$$\text{Re} = 137.777$$

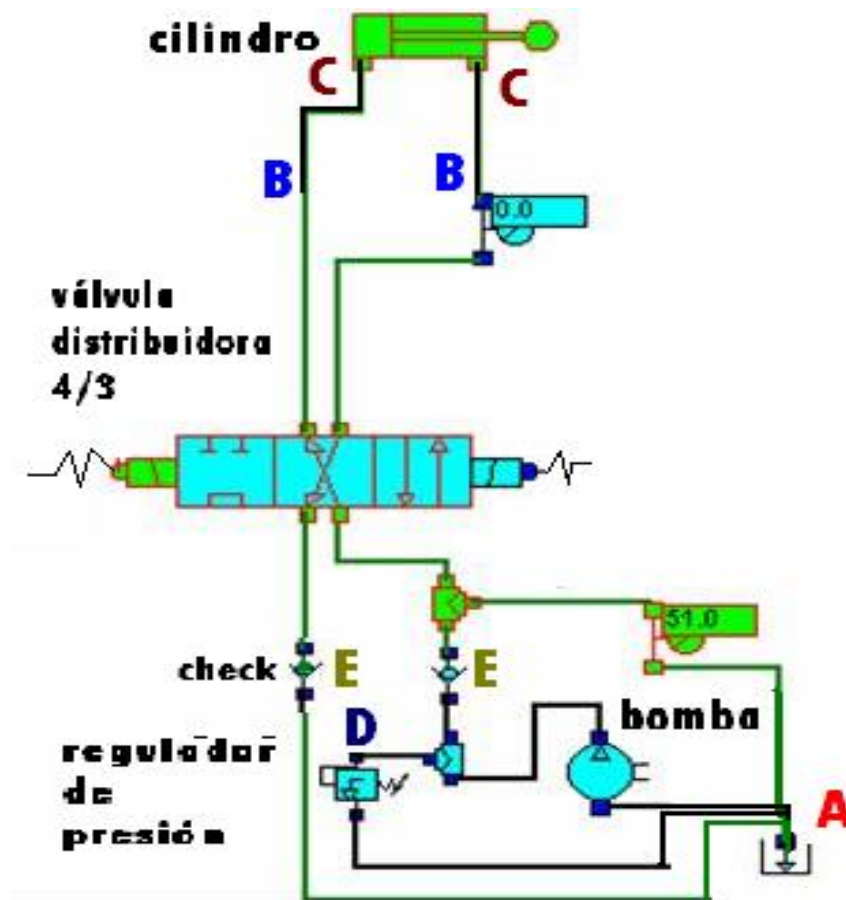


Fig. 5.3.- Circuito hidráulico del sistema de dirección.

$\Delta P1$ = Pérdidas primarias (Superficie)

$\Delta P2$ = Pérdidas secundarias (Forma)

DATOS:

Q=3.48gpm

$\Phi_{mang} = 9.5mm = 3/8'' = 0.375pulg.$

5.1.7.6.- Pérdidas por presión primarias.

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

H_{rp} = Pérdidas de carga primarias

λ = Coeficiente de pérdidas primarias

L = Longitud de la corriente de flujo

D= diámetro del conducto

Vel= velocidad del flujo

g = Gravedad

Re= número de Reynolds.

Re<2000 → Flujo Laminar

Flujo Laminar → $\lambda = 64/Re$

$$\lambda = 64/137.777$$

$$\lambda = 0.46451$$

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

$$H_{rp} = 0.46451 * \frac{558cm}{12cm} * \frac{186 \frac{cm}{seg}}{2 * 981 \frac{cm}{seg}}$$

$$H_{rp} = 20.4771$$

$$\Delta P1 = H_{rp} * \rho * g$$

$$\Delta P1 = 20.4771 * 512.345 \frac{Kg}{m^3} * 9.81 \frac{m}{s^2}$$

$$\Delta P1 = 102920.44 N / m^2$$

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

$$\Delta P1 = 14.9403 psi$$

5.1.7.7.- Pérdidas por presión secundarias.

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

Hrs = Pérdidas de carga secundarias

ζ = Coeficiente adimensional de pérdida de carga secundaria.

Vel= velocidad del flujo

g = Gravedad

ζ_1 Pérdida por salida brusca del depósito

Tomando en consideración el circuito hidráulico (Fig.5.3. A) observamos que se encuentra a la salida del depósito una salida brusca de aceite por lo que se producen pérdidas de presión y debemos realizar el cálculo necesario.

Ver figura 5.4

$$L=3.5cm \quad L/d=2.916$$

$$\sigma/d=2.5 \times 10^{-3}$$

$d=1.2\text{cm}$

$\sigma=0.03\text{cm}$

$\zeta=0.98$

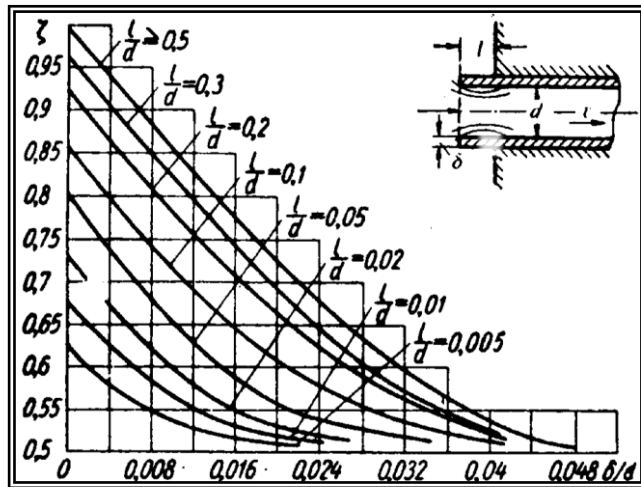


Fig.5.4.-Coeficiente de rozamiento para la salida brusca de un depósito

ζ_2 Contracciones Bruscas.

En la (Fig.5.3 B y C) se encuentra ubicados dos pares de reductores, aquí se producen pérdidas de presión y debemos realizar el cálculo respectivo.

Ver figura 5.5

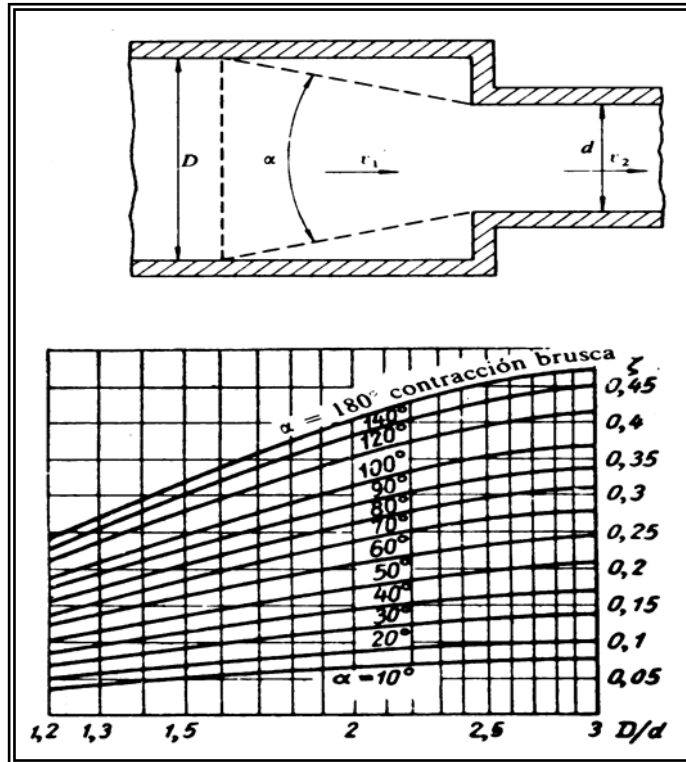


Fig.5.5.-Valores para contracciones bruscas y suaves

$D=12.3\text{mm}$

$D/d=1.2947$

$d=9.5\text{mm}$

$\alpha=120^\circ$

$N=2$ (número de reductores)

$\zeta_{2.1}=0.24$

$D=12.3\text{mm}$

$D/d=1.75$

$d=7\text{mm}$

$\alpha=120^\circ$

$N=2$ (número de reductores)

$\zeta_{2.2}=0.32$

$\zeta_2 = \zeta_{2.1} + \zeta_{2.2} = 0.24 + 0.32$

$\zeta_2 = 0.56$

ζ_3 . Válvulas

Además para el circuito necesitamos una válvula reguladora de presión (Fig.5.3 D), donde también se producen pérdidas de presión

Válvula reguladora de presión $\zeta_{3.1}=2.4$

También se encuentran en el circuito dos válvulas antirretorno (Fig.5.3. E)

Válvula antirretorno $\zeta_{3.2}=2.5$
 $N=2$ (Número de válvulas) $\zeta_{3.2Total} = \zeta_{3.2} \times N = 2.5 \times 2 = 5$

$$\zeta_3 = \zeta_{3.1} + \zeta_{3.2} = 2.4 + 5 = 7.4$$

$$\zeta_{Total} = \zeta_1 + \zeta_2 + \zeta_3 = 0.98 + 0.56 + 7.4$$

$$\zeta_{Total} = 8.94$$

$$Hrs = 8.94 * \frac{1.86^2}{2 * 9.81}$$

$$Hrs = 1.576m$$

$$\Delta P_2 = Hrs * \rho * g$$

$$\Delta P_2 = 1.576m * (512.345kg / m^3) * 9.81m / s^2$$

$$\Delta P_2 = 7923.1141N / m^2$$

$$\Delta P_2 = 1.1501Psi$$

$$PRESION POR PÉRDIDAS = \Delta P_1 + \Delta P_2$$

$$P_p = 14.9403Psi + 1.1501Psi$$

$$P_p = 16.0904Psi.$$

$$P_p = 110842.90N/m^2.$$

5.1.8.- 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:

Donde: P= presión nominal de la bomba hidráulica.

Pp= pérdidas por presión.

Q= caudal de la bomba

$$HP = \frac{Q * (P + Pp)}{1714}$$
$$HP = \frac{3.5 \text{ gpm} * (2540 \text{ psi} + 16.0904 \text{ psi})}{1714}$$
$$HP = 5.51 HP$$

Esta 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 del 80%, esta relación puede usarse para estimar requisitos de entrada de potencia.

80% DE EFICACIA **—————> 2044.87psi**

$$HP = Q * P * 0.0007$$

$$HP = 3.5 \text{ gpm} * (2044.87 \text{ psi}) * (0.0007)$$

$$HP = 5.009 HP$$

5.1.9.- Caudal necesario para el sistema de dirección.

Datos: Carrera del impulsor (S)= 20cm

$$\text{Área} = 331.830 \text{ cm}^2$$

$$Vimpulsor = CarreraxÁrea$$

$$Vimpulsor = 20cm * (331.830 cm^2)$$

$$Vimpulsor = 6636.6cm^3$$

$$Q = 0.260V / t(gal / min)$$

$$Q = 0.260 * (6636.6cm^3) / 3s$$

$$Q = 575.172cm^3 / s = 35.096gpm$$

Para nuestro estudio de dirección el caudal requerido por la bomba es de aproximadamente 36gpm. Si observamos las características de la bomba en la tabla 3.1 nos muestra que el caudal justifica plenamente para un funcionamiento eficaz del sistema de dirección.

5.2.- GRUPO MOTOR C.I – BOMBA HIDRÁULICA.

En los últimos años se han vuelto considerablemente importante el acople de diferentes accesorios para la facilidad de manejo de los vehículos; esto con ayuda del giro del motor de combustión interna. Transmitido el movimiento mediante bandas, o sistemas de engranajes.

En nuestro caso el grupo motor C.I.- bomba hidráulica esta conectado mediante un eje y sistema de engranajes.

Parte de la potencia del motor es aprovechada por la bomba hidráulica para girar y entregar la presión y el caudal necesario para un funcionamiento eficiente del sistema de dirección de potencia.



Fig. 5.6.- Conexión de la bomba hidráulica al motor de C.I.

5.3.- ACOPLA DE LA BOMBA DE DIRECCIÓN AL MOTOR DE C.I

El acople de la bomba de dirección al motor es simplemente en la misma posición que se encuentra originalmente ya que esta bomba es de doble cuerpo que quiere decir que un cuerpo es utilizado para el circuito hidráulico central, y el otro cuerpo va a ser utilizado para el sistema de dirección hidráulica.

De esta manera no tenemos mayor inconveniente al acoplar la bomba hidráulica al motor.

La conexión se la realiza mediante pernos que se enroscan en la tapa de la distribución del motor, y se conecta mediante un eje con chaveta.

5.4.- ACOPLA DEL MECANISMO DE DIRECCIÓN AL TRACTOR AGRÍCOLA.

El acople del mecanismo completo del sistema de dirección se lo realizará mediante adaptaciones del tipo mecánicas como hidráulicas. En el tractor se encuentra originalmente acopladas la bomba hidráulica y el depósito; los elementos de la dirección hidráulica que debemos colocar son: el cilindro hidráulico, el cuerpo de válvulas, las cañerías que interconectan entre si a la bomba, cilindro, válvulas y depósito, y los elementos mecánicos, las barras de dirección, y mecanismos de mando.

Según el diseño original del tractor y realizando un esquema del nuevo sistema de dirección podemos observar que se consigue el acople y se lo puede observar en la Fig.5.7.

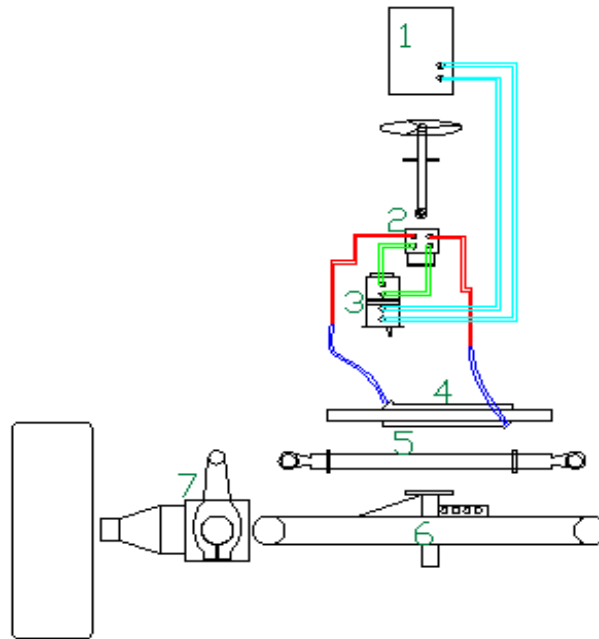


Fig. 5.7.- Esquema del sistema de dirección hidráulica

- 1 DEPÓSITO
- 2 CONJUNTO DE VÁLVULAS
- 3 BOMBA HIDRAÚLICA
- 4 CILINDRO
- 5 TIRANTERIA
- 6 PUENTE DELANTERO
- 7 BRAZOS DE MANDO

cañerías de acero
conectadas desde el cuerpo de válvulas
hacia el cilindro

mangueras en conexión con cañerías de acero
línea de presión desde la
bomba hacia las válvulas

líneas de retorno al depósito

CAPITULO VI.- CONSTRUCCION Y ADAPTACIÓN

6.1.- COMPONENTES.

Para instalar el nuevo sistema de dirección se encuentran seleccionados los siguientes elementos:

- Volante
- Columna de dirección
- Conjunto de válvulas
- Bomba hidráulica
- Cilindro hidráulico de doble efecto
- Depósito Hidráulico
- Filtro
- Cañerías
- Mangueras
- Acoples
- Articulaciones de rótula
- Brazos de acoplamiento
- Rótula

6.1.1.- Volante

El volante seleccionado es con armadura de varilla de acero circular unido a un cuerpo estriado interiormente, sobre una superficie cónica, también con radios de varilla. Esta armadura se encuentra recubierta con una pasta fundida que facilita la comodidad en su manejo, por el borde o la parte interior del aro, tiene unos salientes para evitar que la mano pueda deslizarse sobre él.

El volante seleccionado tiene las siguientes dimensiones:

- Diámetro=12pulgadas (400mm)
- Diámetro interior del estriado 21mm



Fig.6.1. Volante del tractor

6.1.2.- Columna de dirección.

La columna de dirección elegida tiene una longitud de 24pulgadas, construido de acero de gran calidad protegido con una funda que suele ser por lo general un tubo de metal, la columna de dirección se acopla en un extremo con el estriado interior del volante y con el otro extremo se une con el conjunto de válvulas.



Fig.6.2. Columna de la dirección.

6.1.3.- Mecanismo de mando.

Los mecanismos de mando que se van a utilizar son los mismos que en el sistema de dirección mecánica con algunas adaptaciones para facilitar el acople del cilindro hidráulico y los demás elementos que se van adaptar.

6.1.4.- Cilindro hidráulico de doble efecto.

El cilindro hidráulico que hemos elegido según el cálculo de fuerza necesaria para la dirección del tractor.

Realizando un estudio detallado de las características del cilindro y de los costos que tenemos en el mercado. Seleccionamos:

Un cilindro hidráulico de doble efecto

Nº de Serie.3146356R91

Diámetro del pistón 65mm

Carrera del pistón 200mm

Diámetro del cilindro 75mm

Longitud del cilindro 610mm

Presión Nominal. 150 bares (2133psi)

Rango de temperatura .20-80°C

Fluido. Aceite hidráulico SAE10/s

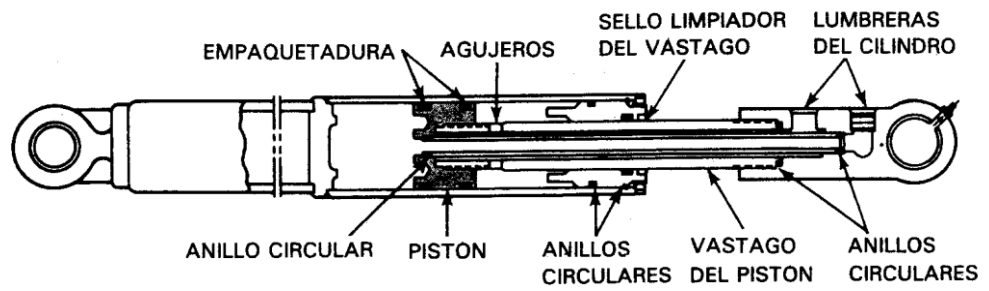


Fig.6.3.- Sección de un cilindro de dirección, diferencial de doble efecto.

6.1.5.- Depósito.

El depósito que se va a utilizar en el sistema de dirección es el mismo que se utiliza para el sistema hidráulico central. Ya que este depósito tiene la capacidad y las características necesarias para abastecer de fluido hidráulico a los dos sistemas.

Tiene una capacidad de 3,00 galones (11.36litros)

Contiene un filtro compuesto de papel y malla que aumenta la eficacia de filtrado y reduce el desgaste.

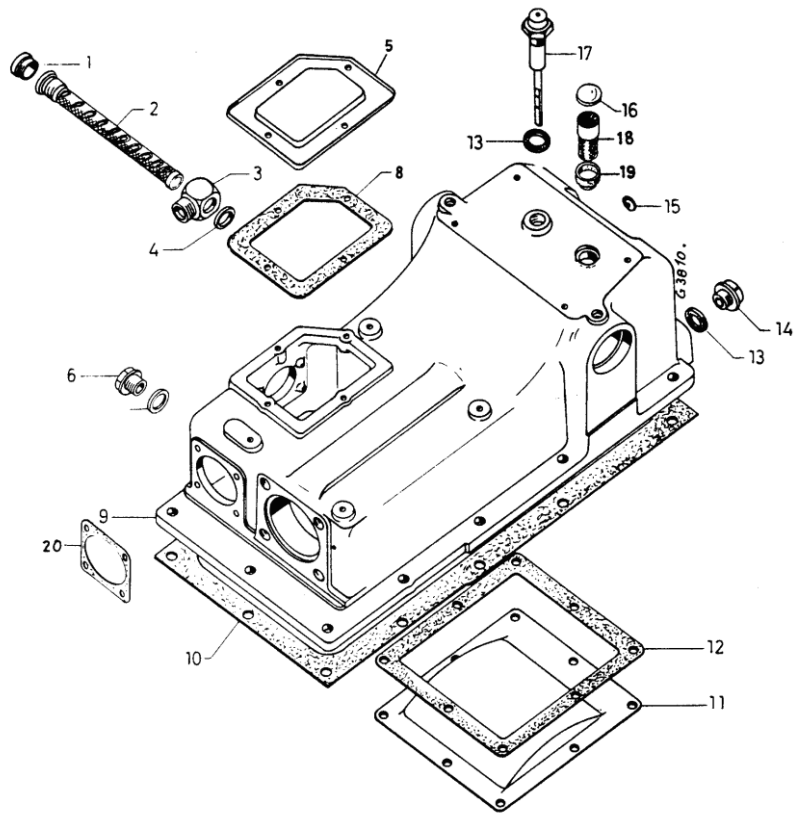


Fig. 6.4.- Componentes del depósito de aceite hidráulico.

1. tapón del filtro
2. coladera principal
3. unión del filtro
4. anillo del filtro
5. tapa del empaque del filtro
6. tapón del depósito
7. anillo
8. empaquetadura de la tapa del filtro
9. alza de alojamiento del aceite
10. empaque del depósito hidráulico
11. tapa del empaque inferior del depósito
12. empaque de la tapa inferior
13. anillo de caucho de la bayoneta
14. tapón
15. tapón

- 16. tapón de llenado
- 17. bayoneta de nivel de aceite
- 18. coladera de llenado
- 19. anillo de soporte de la coladera
- 20. empaque del frente del depósito.

6.1.6.- Bomba de dirección.

La bomba seleccionada es una bomba de engranajes externos de alta presión de doble cuerpo; el primer cuerpo es utilizado para elevar los implementos del tractor, el segundo cuerpo o el cuerpo posterior es utilizado para el sistema de dirección.

La bomba hidráulica que se va instalar es de marca SAUER. DANFOSS

La bomba hidráulica tiene las siguientes características: (**ver tabla 3.1**)

MARCA	SAUER DANFOSS
DATE CODE:	02 D 19
TYPE:	A8. 3/8. 32 30083 A22

Tabla 6.1. Datos de la bomba hidráulica.

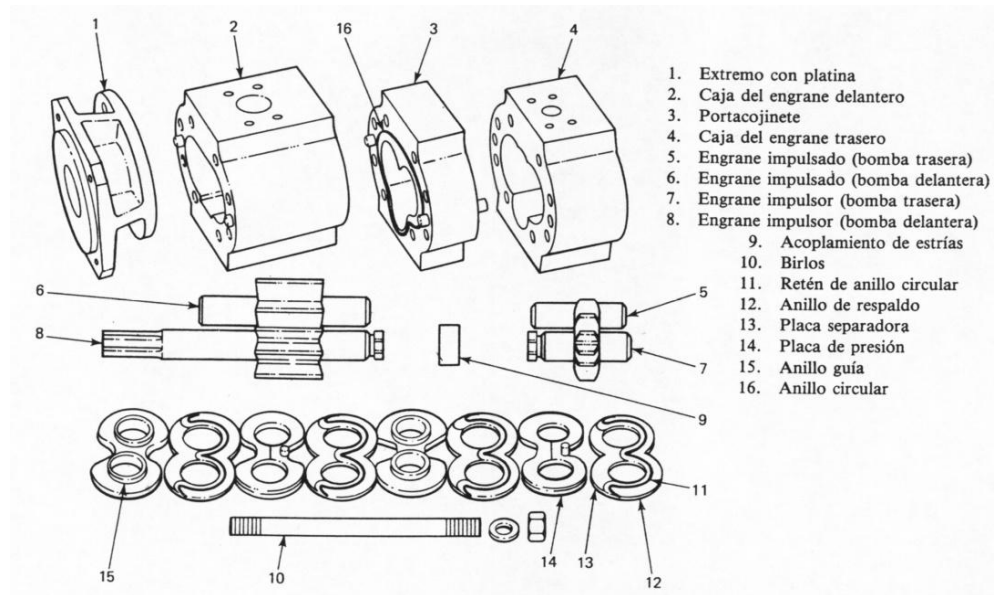


Fig.6.5.- Componentes de una bomba de engranes de varios pisos



Fig.6.6.- Bomba hidráulica de engranajes externos de doble cuerpo.

6.1.7.- Conjunto de válvulas.

El conjunto o cuerpo de válvulas seleccionado es de tipo completo. En su interior se encuentran:

- Válvula reguladora de caudal
- Válvula reguladora de presión,
- Válvula antirretorno
- Válvula distribuidora 4/3

Válvulas de carrete de 4 vías y 3 posiciones es la más recomendada.

Con un viaje total de una válvula de 0.040 pulgadas (0.1016mm)

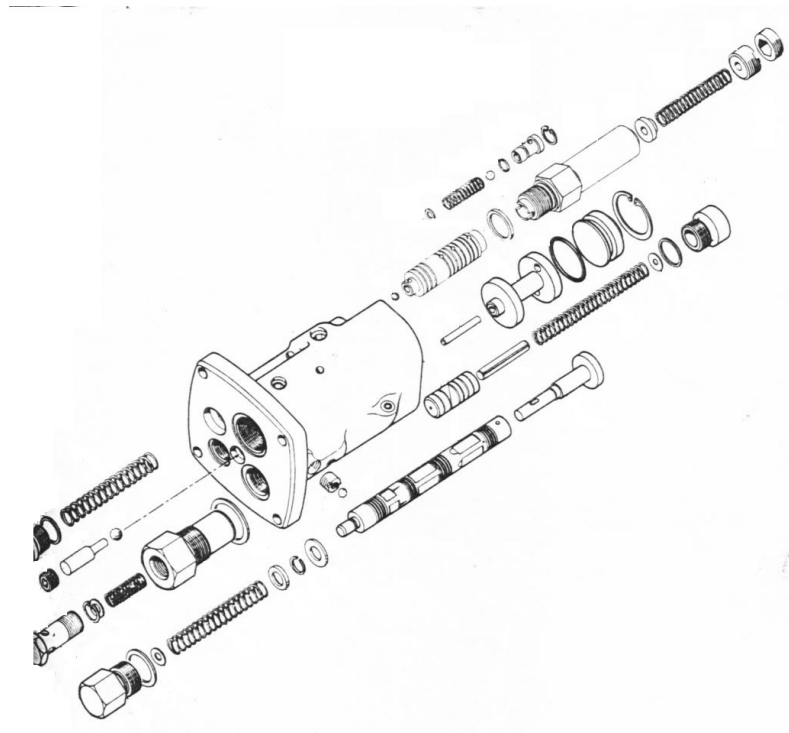


Fig.6.7.- Esquema del cuerpo de válvulas.

6.1.8.- Cañerías y mangueras.

El tipo de cañerías seleccionado según los requisitos de velocidad, temperatura, y presión a la que va a trabajar el circuito hidráulico de dirección.

Hemos elegido cañerías de acero de 3/8"
Con una longitud total de 558cm

La cañería será utilizada para las conexiones desde la bomba hasta el cuerpo de válvulas y desde el cuerpo de válvulas hasta el cilindro de dirección.

Al extremo de cada cañería se utiliza terminales para enroscar a la salida tanto de la bomba como del cuerpo de válvulas.

Además se utilizo dos mangueras 100R2 que significa que esta compuesta de 2 mallas de acero, de 3/8" de diámetro * 40cm de longitud y en el extremo de conexión con el punto de presión del grupo motor lleva un acople roscado (conexión de asiento plano).

Cada manguera con sus respectivos terminales para las conexiones.



Fig.6.8.- Manguera con terminal tipo ferrula.

6.2.- PROCESO DE ADAPTACIÓN.

El proceso de adaptación se lo realiza tanto en la parte hidráulica:

Lo que concierne a la adaptación del cuerpo de válvulas, las cañerías, y el cilindro hidráulico, todos estos elementos interconectados entre si además de la bomba hidráulica.

6.2.1.- El cuerpo de válvulas.

El cuerpo de válvulas es un sistema completo que para su adaptación necesitamos acoplar a la columna de la dirección, consta en un extremo de un eje con estriado externo que gira y abre o cierra las válvulas de acuerdo al giro que se le da. Para acoplar a la columna de la dirección se debe construir un eje con estriado interno que se una al eje del cuerpo de válvulas y formen un matrimonio este conjunto gira conforme se gire el volante.

Los elementos necesarios para construir y adaptar este conjunto se lo puede observar en la siguiente figura.



Fig.6.9.- Acople de la barra de dirección y el cuerpo de válvulas.

6.2.2.- Cilindro hidráulico.

Para instalar el cilindro hidráulico en el tractor necesitamos de espacio suficiente para que éste pueda realizar su trabajo sin problema.

Por comodidad y facilidad se va a instalar en la parte inferior del puente delantero del tractor, donde se encuentra la tirantería de la dirección, realizamos mediciones y comprobaciones con un esquema del tractor y es factible el montaje en ese sitio. Para la colocación del cilindro hidráulico necesitamos mecanizar y construir diferentes piezas para sujetar al cilindro.

En las siguientes figuras se puede observar el reforzamiento de los brazos y rótulas de la dirección para que no sufran roturas o agrietamientos por fatiga o torsión.



Fig.6.10.- Brazos de dirección reforzados.

Fue necesario soldar diferentes piezas adicionales tanto a los brazos de la dirección como al puente delantero para la sujeción del cilindro y para que gire las ruedas (Fig. 6.11).



Fig.6.11.- Terminal soldado para la conexión con el cilindro.

6.2.3.- Cañerías y mangueras.

Las cañerías y mangueras necesarias para el circuito de dirección de potencia son de alta calidad con un diámetro de 3/8".

La longitud de las cañerías fue medido aproximadamente según el esquema del circuito. Necesitamos dos cañerías que se dirigen desde el cuerpo de válvulas hacia las mangueras que conectan el cilindro hidráulico.

Para esto se necesito realizar varias pruebas de doblaje en las cañerías y ubicarlas en la mejor posición, quedando la forma de las cañerías como se muestra en la siguiente figura.



Fig.6.12.- Cañerías del sistema de dirección.

Las mangueras necesarias que conectan las cañerías con el cilindro hidráulico son dos, con una longitud de 40cm cada una, además con sus respectivos terminales en cada extremo para la conexión tanto en el cilindro como en las cañerías.



Fig.6.13.- Mangueras acopladas al cilindro hidráulico.

6.3.- PROCESO DE MONTAJE.

Para el montaje del sistema de dirección de potencia fue necesario diferentes adaptaciones para la ubicación correcta de los elementos que forman el circuito.

Entre estas adaptaciones están las realizadas al cuerpo de válvulas; que fue acoplar entre si el volante de dirección, la barra de dirección y el cuerpo de válvulas.



Fig.6.14.- Conjunto acoplado del volante-barra de dirección y cuerpo de válvulas.

Además tenemos que realizar una conexión lo mas ajustada posible de las cañerías y mangueras al circuito; las cañerías fueron dobladas y acomodadas según la ubicación de los elementos del mismo, en cada cañería y manguera fue colocado terminales de rosca para facilidad de armado y desarmado (Fig. 6.12).

Luego, otra adaptación que realizamos fue al momento de montar el cilindro al tractor. Para esto fue necesario soldar y mecanizar piezas en el puente delantero y en los brazos de dirección.

Al cilindro se le instalo terminales en los vástagos para que se acople con los brazos de dirección de las dos ruedas.

6.4.- PROCESO DE INSTALACIÓN.

En la instalación del circuito tenemos que realizar un acople de todos los elementos.

1. Colocamos el volante, la barra de dirección, y el cuerpo de válvulas acoplados entre sí, teniendo en cuenta que gire el volante con facilidad.
2. Colocamos la bomba de dirección en el tractor, asegurándonos de que no existan fugas de aceite y que este bien asegurada.



Fig.6.15. Acople de la bomba hidráulica al tractor

3. Instalamos el cilindro sujetándolo en el puente delantero del tractor, debemos realizar pruebas de funcionamiento anteriormente, verificar que el cilindro no este expuesto a ningún golpe o esfuerzo excesivo.



Fig.6.16. Montaje del cilindro.

4. Instalamos el cilindro de dirección a los brazos de las dos ruedas mediante los terminales y acoplamos toda la parte mecánica.



Fig.6.17 Montaje del cilindro a las ruedas.

5. Luego conectamos todos los elementos del circuito de dirección entre si mediante las cañerías y mangueras, asegurándonos que no existan fugas.





Fig.6.18 Conexión de las cañerías.

CAPÍTULO VII.- PRUEBAS

7.1.- PRUEBAS DEL FLUIDO

Esto se detalla más adelante con todo el procedimiento para las pruebas en el sistema de dirección.

7.2.- REEMPLAZO DEL FLUIDO

El fluido se reemplaza por uno nuevo con propiedades y características especiales para sistemas de dirección.⁷

7.3.- REVISIÓN DE PRESIONES

7.3.1.- Comprobación de la presión del fluido.

- 1. Conectar el manómetro de la presión a la salida de la bomba hidráulica.**
- 2. Conectar una válvula de cierre luego del manómetro de presión.**
- 3. Revisar que la válvula de cierre este completamente abierta.**

4. **Purgar el sistema. Arrancar el motor y girar el volante de dirección completamente en ambas direcciones 2 ó 3 veces.**
5. **Revisar que el nivel del fluido esté correcto.**



Fig. 7.1.- Conexión de la válvula y el manómetro en el sistema de dirección

7.3.2.- Comprobar que la temperatura del fluido es por lo menos 80°C (176°F)

7.3.3.- Arrancar el motor y hacerlo marchar en ralentí.

7.3.4.- Comprobar la lectura de la presión del fluido con la válvula cerrada.

Cerrar la válvula de medición de presión y observar la lectura en el medidor.

Presión mínima: **65Kg/cm² (924psi)**

⁷.TOYOTA. Manual de Entrenamiento. Sistema de Dirección.

Etapas 2

Nota. **No mantener la válvula cerrada por más de 10 segundos.**
Si la presión es baja, reparar o reemplazar la bomba de la servo – dirección.

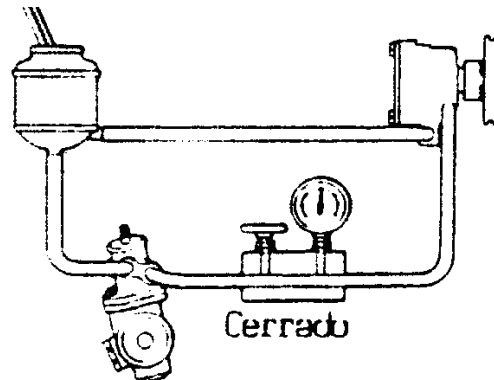


Fig. 7.2.- Esquema de un manómetro y válvula de cierre (cerrada) en el sistema de dirección.

7.3.5.- Abrir la válvula completamente.

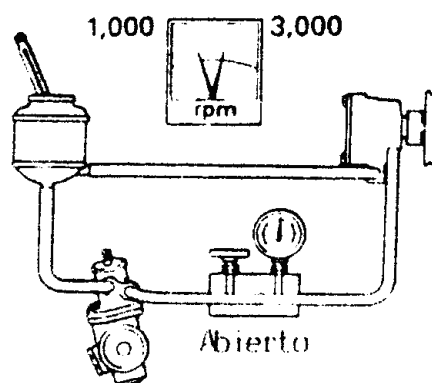


Fig. 7.3.- Esquema de un manómetro y válvula de cierre (abierta) en el sistema de dirección.

7.3.6.- Comprobar y registrar la lectura de presión a 1000rpm.

7.3.7.- Comprobar y registrar la lectura de presión a 3000RPM.

7.3.8.- Comprobar la lectura de la presión con el volante de dirección girando completamente a un lado.

Asegurarse que la válvula del medidor de presión está completamente abierta y el motor marchando en ralenti.

Presión mínima: **65Kg/cm² (924psi)**

Si la presión es muy baja el cilindro de dirección tiene fugas y debe repararse o reemplazarse.

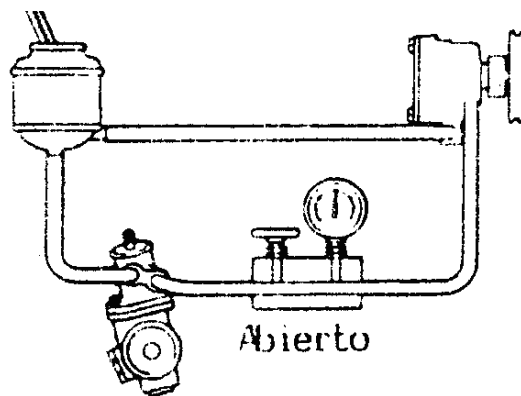


Fig. 7.4.- Esquema de un manómetro comprobando la presión en la bomba de dirección.

7.4.- PRUEBAS DE LA DIRECCIÓN HIDRÁULICA.

7.4.1.- Medir el esfuerzo de dirección.

Centrar el timón y hacer marchar el motor en ralentí.

Usando un medidor de torque medir el esfuerzo de dirección en ambas direcciones.

Esfuerzo de dirección máximo: **60Kg-cm (52lb-pulg, 5.9N.m)**

Si el esfuerzo de dirección, es excesivo reparar la unidad de la dirección de potencia.

Nota. Asegurarse de considerar el tipo de neumático, la presión y la superficie de contacto antes de diagnosticar.

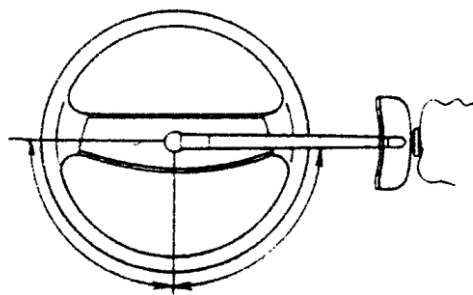


Fig. 7.5.- Llave torque para medir el esfuerzo en el volante de dirección

7.5.- RESULTADOS DE LAS PRUEBAS.

Antes de realizar las pruebas en el circuito de dirección tenemos en cuenta la revisión de niveles de aceite y el correcto funcionamiento de la misma

Purgamos el sistema de la servo dirección.

Además revisar si no existen fugas de aceite en el circuito.

Luego procedemos a encender el motor y elevar la temperatura del fluido 80°C (176°F).

Nuevamente comprobamos el nivel de fluido en el depósito.

Conectamos el manómetro de presión.

Nota: el manómetro con que se debe realizar las pruebas debe ser un manómetro hidráulico de alta presión, mínimo que soporte una presión de 2500psi.

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 del sistema de dirección.



Fig. 7.6.- Manómetro para pruebas en el sistema de dirección.

Hacemos marchar el motor en ralenti. Cerramos la válvula de medición y comprobamos la lectura del manómetro.

Resultado obtenido:1000psi.



Fig. 7.7.- Manómetro que indica una presión de 1000psi aprox.

Hacemos girar el motor a 1000rpm, abrimos la válvula completamente y comprobamos la lectura en el manómetro.



a)



b)

Fig. 7.8.- a) Tacómetro óptico comprobando las revoluciones del motor (914rpm aprox.). b) manómetro a 1000psi.

Resultado obtenido: 1100psi

Comprobamos y registramos la lectura de presión a 3000rpm

Resultado obtenido: 1200psi



Fig. 7.9.- Manómetro a 1200psi aprox.

Luego comprobamos la lectura del manómetro haciendo girar el volante completamente hacia a un lado. Asegurarse que la válvula esta completamente abierta.

Resultado obtenido: 1100psi.

Observamos por la lectura del manómetro y el funcionamiento de la dirección que es muy aceptable la entrega de presiones por parte de la bomba.

Prueba de esfuerzo de dirección máximo.

Para realizar esta prueba necesitamos un llave de torque del tipo aguja.

Al momento de realizar esta prueba debemos ubicar la llave torque en la tuerca que sujeta el volante y medir que esfuerzo hay que realizar para que giren las ruedas.

El esfuerzo medido en el volante fue de 20 lb-plg. Que es muy aceptable para este tipo de dirección.

El esfuerzo que debe realizar el conductor del tractor es muy mínimo.



Fig. 7.10.- Llave torque conectado en el volante del tractor.



Fig. 7.10.- Llave torque indicando un esfuerzo en el volante de dirección de 20lb-plg aprox.

7.6.- CUADRO DE PRUEBAS.

	Temperatura del aceite (°C)	Presión válvula cerrada (psi)	Presión a 1000rpm (psi)	Presión a 3000rpm (psi)	Esfuerzo de la dirección (lb-plg)
Parámetros recomendados	80	>924	>924	>valor medido a	Máximo 52.

por TOYOTA				1000rpm+5	
Valores medidos	80	1000	1100	1200	20
Conclusión. Los valores medidos durante las pruebas en el sistema, son aceptables de acuerdo con los parámetros recomendados. Esto justifica plenamente el correcto funcionamiento del sistema de dirección.					

Tabla7.1.- Pruebas de presión y esfuerzo de dirección.

CAPITULO IX.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1.- CONCLUSIONES

- Los elementos seleccionados para el sistema de dirección de potencia han sido elegidos mediante cálculos de operación, pruebas de presión, y un estudio de costos para ubicar un sistema de dirección seguro y eficiente.

- El sistema seleccionado es el mejor debido a las prestaciones que brinda al sistema de dirección, como lo es su presión y caudal suficiente, lo cual mantiene al sistema en las condiciones necesarias para su funcionamiento, además de los comparados con los otros sistemas de dirección.

- Luego de realizadas las pruebas necesarias en el sistema de dirección y analizar los datos conseguidos, podemos concluir que es un sistema de dirección que demuestra ser de mas eficiencia y presenta muchas ventajas ante el sistema de dirección mecánica.

- El funcionamiento de la dirección hidráulica esta basado a la ayuda de un fluido hidráulico a presión que entrega una bomba hidráulica hacia válvulas, éstas distribuyen hacia un cilindro que actúa de acuerdo al giro del volante, este sistema facilita la operación y manejo del tractor.

- Luego de armado y realizado pruebas encontramos que este sistema de dirección no presenta ninguna anomalía y su funcionamiento es eficiente.

- De acuerdo a los objetivos propuestos para el proyecto se han cumplido plenamente los mismos.

- La adquisición de componentes se lo realizó en el mercado de maquinaria pesada y con almacenes calificados y especializados en repuestos para tractores.
- La adaptación del sistema de dirección tubo un costo final de: USD 1600.00

9.2.- RECOMENDACIONES.

- Tener en cuenta que todos los servicios de mantenimiento se realicen en una forma adecuada según los requerimientos indicados y recomendados, para aumentar la vida útil de todos y cada uno de los elementos que forman el circuito de dirección de potencia y que su operación sea lo más eficientemente posible.
- 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.
- Al existir fugas de fluido existirá pérdidas de presión considerables, lo cual ocasionará el deficiente funcionamiento de la dirección. Esto conllevaría a posibles desgastes en los elementos del circuito, por lo tanto se recomienda revisar e instalar adecuadamente todos los elementos de la dirección para que no existan fugas de aceite.
- Si se encontrara un mal funcionamiento de la dirección y de no existir ninguna clase de fugas en el sistema, se recomienda revisar la presión de la bomba hidráulica, revisar el cuerpo de válvulas o las empaquetaduras interiores del cilindro hidráulico, pues estos elementos pueden estar en mal estado.
- El sistema de dirección hidráulica no funciona cuando el motor esta apagado, se recomienda siempre inspeccionar el funcionamiento correcto del motor.

- ▶ 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.

- ▶ Se debe 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.

- ▶ Antes de operar el tractor se debe siempre realizar una inspección general de todos los circuitos. En el circuito de dirección se debe revisar el nivel de aceite, que no existan fugas de aceite, que los neumáticos tengan la presión de inflado correcta y que los mecanismos estén debidamente ajustados.

- ▶ 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.

- ▶ La recomendación primordial de encontrarse fugas es la reparación inmediata de las mismas.

GLOSARIO

DEFINICIONES DE TÉRMINOS TÉCNICOS

ACTUADOR	Un dispositivo para convertir energía hidráulica en energía mecánica. Un motor o cilindro.
ÁREA	Superficie de la sección transversal de una cara polar o un conductor.
ATMÓSFERA	Es la medida de presión equivalente a 14.7 psi.
BOMBA	Un dispositivo que convierte fuerza mecánica y movimiento en poder fluido hidráulico.
CAVITACIÓN	Una condición gaseosa localizada dentro de un fluido líquido que ocurre donde la presión se reduce a la presión de vapor.
CÁMARA	Un compartimiento dentro de una unidad hidráulica. Puede contener elementos para ayudar en el funcionamiento o mando de una unidad. Ejemplos: cámara de muelle, cámara del desagüe, etc
CIRCUITO	Un arreglo de componentes interconectados para realizar una función específica dentro de un sistema.
COMPONENTE	Una sola unidad hidráulica.
COMPRESIBILIDAD	El cambio en volumen de un volumen de la unidad de un fluido cuando se sujeta a un cambio de la unidad en presión.
CILINDRO	Un dispositivo que convierte poder fluido en fuerza mecánica lineal y movimiento. Normalmente consiste en un elemento movable como un pistón y su vástago, el cual opera dentro de un taladrado cilíndrico.
CILINDRO DE DOBLE EFECTO	Un cilindro en el que puede aplicarse fuerza fluida al elemento movable en cualquier dirección.
CALOR	La forma de energía que tiene la capacidad para crear calor moderado o aumentar la temperatura de una sustancia. El calor es medido en calorías o en las Unidades Termales británicas (BTU). Un BTU es la cantidad de calor necesario para incrementar la temperatura de una libra de agua un grado Fahrenheit.
DESPLAZAMIENTO	La cantidad de fluido que puede atravesar una bomba, motor o cilindro en una sola revolución o carrera.
DEPÓSITO	Un recipiente para el almacenamiento de líquido en un sistema de poder fluido.
ENTREGA	El volumen de fluido descargado por una bomba en un tiempo dado, normalmente se expresa en galones por minuto (gpm).
EFICACIA	Es la proporción de rendimiento de la salida con respecto a la entrada. La eficacia volumétrica de una bomba es el rendimiento real en gpm dividido

	para el rendimiento teórico o rendimiento de diseño. Normalmente se expresa eficacia como un porcentaje.
ENERGÍA	La habilidad o capacidad para realizar un trabajo. Es medido en unidades de trabajo.
FILTRO	Un dispositivo cuya función primaria es la retención por medios de comunicación porosos de contaminantes insolubles de un fluido.
FLUIDO	Líquido con características especiales
FUERZA	Cualquier empujón o tirón medido en unidades de peso. En hidráulica, la fuerza total es expresada por el producto P (fuerza por unidad de área) y el área de la superficie en que actúa la presión. $F = P \times A$.
FLUJO LLENO	En un filtro, la condición donde todo el fluido debe atravesar el elemento o medio filtrante.
FLUJO LAMINAR	Una condición donde las partículas fluidas entran como caminos paralelos continuos. Flujo aerodinámico.
FLUJO TURBULENTO	Una condición donde las partículas fluidas entran por caminos al azar en lugar de caminos paralelos continuos.
LÍNEA	Un tubo o cañería que actúan como conductor de fluido hidráulico.
LÍNEA DE PRESIÓN	La línea que lleva el fluido de la toma de presión de la bomba al puerto presurizado del actuador.
LÍNEA DE RETORNO	Una línea que lleva el fluido de descarga del actuador hacia el sumidero.
MANDO MANUAL	Un mando actuado por el operador, sin tener en cuenta los medios de actuación. Ejemplo: Palanca, mando de pie para válvulas direccionales.
MOTOR	Un dispositivo que convierte el poder de fluido hidráulico en fuerza mecánica y movimiento. Normalmente proporciona movimiento mecánico rotatorio.
PRESIÓN ATMOSFÉRICA	Es la presión ejercida por la atmósfera a cualquier situación específica. (La presión del nivel del mar es aproximadamente 14.7 libras por la pulgada del cuadrado absoluto.)
PRESIÓN	La fuerza por unidad de área; normalmente expresado en libras por pulgada cuadrada (psi).
VÁLVULA	Un dispositivo que controla la dirección del fluido, presión, o proporción de flujo.
VÁLVULA CHECK	Una válvula que sólo permite flujo de fluido en una dirección.
VÁLVULA DE CENTRO CERRADA	Es en la que todos los puertos se bloquean en el centro o la posición neutra.
VÁLVULA DIRECCIONAL	Una válvula que selectivamente dirige o provee flujo fluido a los cauces

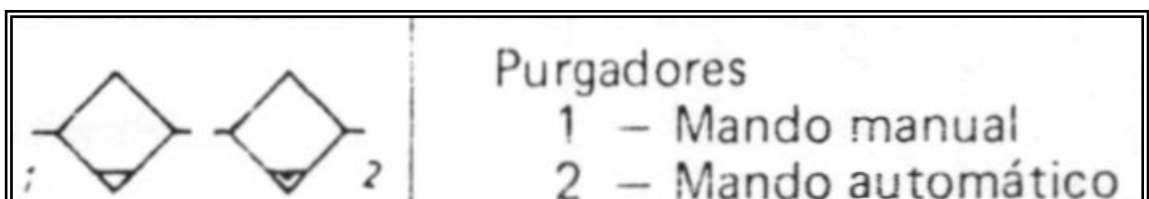
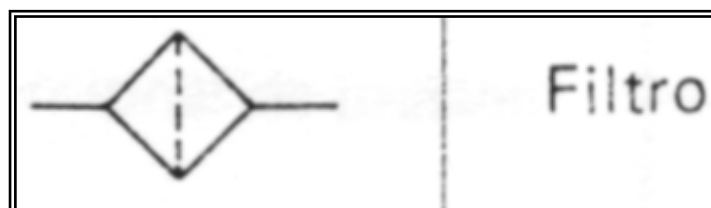
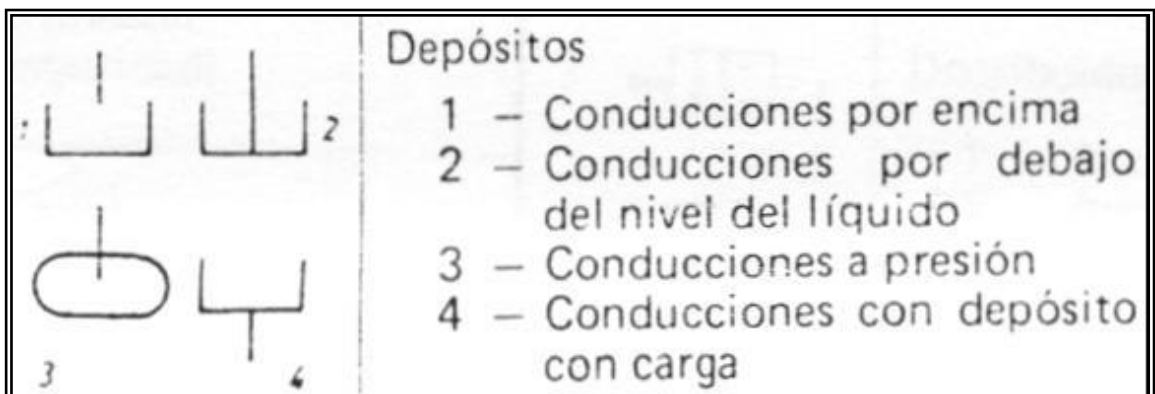
	deseados.
VÁLVULA REGULADORA DE PRESIÓN	Una válvula que limita la presión máxima a su toma de corriente o salida sin tener en cuenta la presión de la entrada.
VÁLVULA DE ALIVIO	Una válvula que opera la entrega de presión de la bomba a través de un By-Pass al depósito, limitando presión del sistema a un valor máximo predeterminado.
VELOCIDAD	La velocidad de flujo a través de una línea hidráulica. Expresado en pies por segundo (fps) o pulgadas por segundo (ips).
VISCOSIDAD	Una medida de la fricción interior o la resistencia de un fluido para fluir.
VOLUMEN	<ol style="list-style-type: none"> 1. Es el tamaño de un espacio o cámara en unidades cúbicas. 2. Expresa también el rendimiento de una bomba en galones por minuto (gpm).

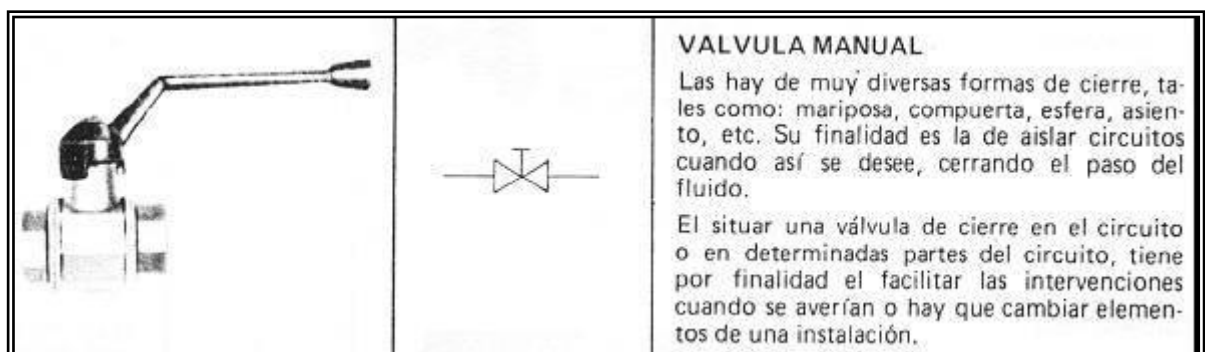
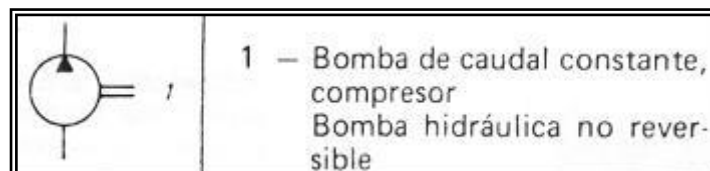
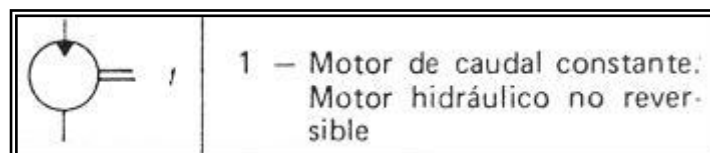
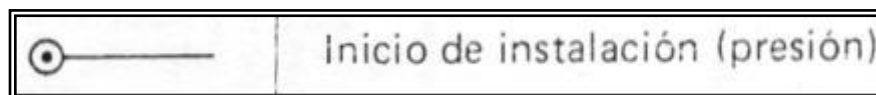
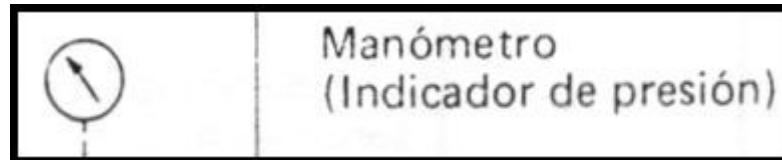
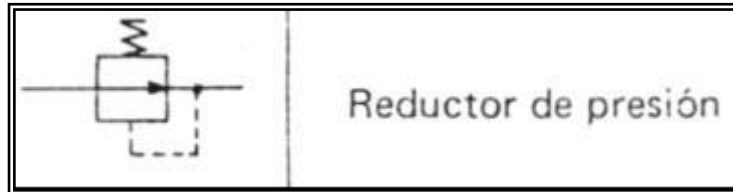
BIBLIOGRAFÍA

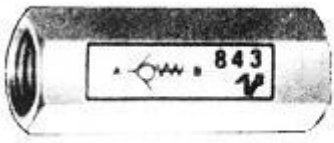
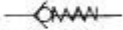
- JOSE DURÁN ABARCA. La Dirección CEAC. 3^{da} edición. Barcelona España. 1980. 233 páginas.
 - Características y especificaciones de las bombas hidráulicas. DIMAGRO Apuntes. Bomba hidráulica. Marca SAUER DANFOSS
 - Tractores diseño y funcionamiento. LIMUSA. 1^a edición. Mexico. 1984. 432 págs.
 - TOYOTA. Manual de Entrenamiento. Sistema de Dirección. Etapa 2
 - F. J. THIESSEN / D. N. DALES. Manual técnico Automotriz. Operación, mantenimiento y servicio. Tomo IV. Prentice Hall. 4^{ta} edición. México. 1996. 197 páginas.
 - 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.
 - C. MATAIX. Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas. Harla. 2^{da} edición. México. 1982. 660 páginas.
 - ANTONIO GUADILLA. Tractores: Mecánica Reparación y Mantenimiento. CEAC. Barcelona España. 1989. 845 páginas.
 - <http://www.oleohidraulicaonline.com>
 - <http://www.tecnicaoleohidraulica.com>
 - <http://www.oleohidraulicaonline.circuitos/circuitohidraulicos.html>
 - <http://www./lubricantes/lubricantes7.htm>
 - <http://www.esso/fluidos%20hidraulicos.pdf>
 - <http://www.riie.com.mx/?a=40821>
 - <http://www.sternhidraulica.com>
 - <http://www.sapiensman.com>
 - <http://www.solomantenimiento.com/articulos/contaminación-aceite-hidraulico.htm>
 - <http://www.tractordat.com/td/td2284.html>
 - <http://www.roemheld.de/USWEB/ES/hydrozub/3430d.htm> (mangueras)
- 111**
- <http://www.roemheld.de/rmweb/ES/hydrozub/3417d.htm> (tubos de acero)
 - <http://www.roemheld.de/rmweb/ES/hydrozub/3427d.htm> (manómetro)



Anexos

SIMBOLOGÍA HIDRÁULICA

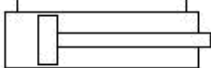
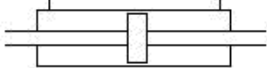




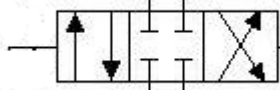
		<p>ANTIRRETORNO</p> <p>Su finalidad es la de impedir una sobrepresión en el circuito por retroceso del fluido empujado por las partes móviles del circuito.</p> <p>El antirretorno puede tener reglaje fijo o variable (ajustado a las necesidades del circuito)</p>
---	---	---

		<p>REGULADOR DE CAUDAL</p> <p>Cuando se desea controlar una maniobra haciéndola más lenta o más rápida, se intercala en el circuito un regulador de caudal, por medio del cual se regula el paso del fluido en cantidad (caudal) y tiempo.</p>
---	---	---

CILINDROS HIDRÁULICOS.

De doble efecto		Con un vástago
		Con doble vástago

VÁLVULA DISTRIBUIDORA

Cuatro vías y tres posiciones	
-------------------------------	--

Latacunga, Junio del 2006

ELABORADO POR

Sr. Luis Xavier Orbea Hinojosa.

DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

Ing. Juan Castro

SECRETARIO ACADÉMICO

Dr. Eduardo Vásquez.