



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Química

**IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA
TRANSMISIONES, BOMBAS, MOTORES, CILINDROS Y
VÁLVULAS HIDRÁULICAS DE MAQUINARIA PESADA
PARA LA CONSTRUCCIÓN**

Alexander Ottoniel De León De León
Asesorado por el Ing. Fredy Arnoldo de León de León

Guatemala, agosto de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA
TRANSMISIONES, BOMBAS, MOTORES, CILINDROS Y
VÁLVULAS HIDRÁULICAS DE MAQUINARIA PESADA
PARA LA CONSTRUCCIÓN**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

ALEXANDER OTTONIEL DE LEÓN DE LEÓN
ASESORADO POR EL ING. FREDY ARNOLDO DE LEÓN DE LEÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, FEBRERO DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
EXAMINADOR	Ing. Álvaro Antonio Ávila Pinzón
EXAMINADOR	Ing. Sergio Enrique Benítez de León
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA TRANSMISIONES, BOMBAS, MOTORES, CILINDROS Y VÁLVULAS HIDRÁULICAS DE MAQUINARIA PESADA PARA LA CONSTRUCCIÓN,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, el 19 de febrero de 2007.

Alexander Ottoniel De León De León

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG. 255.2008

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al trabajo de graduación titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA TRANSMISIONES, BOMBAS, MOTORES, CILINDROS Y VÁLVULAS HIDRÁULICAS DE MAQUINARIA PESADA PARA LA CONSTRUCCIÓN**, presentado por el estudiante universitario **Alexander Ottoniel De León De León**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
DECANO

Guatemala, agosto de 2008



/gdech

AGRADECIMIENTOS A:

DIOS Por haberme dado la capacidad, sabiduría y entendimiento para poder culminar esta carrera, a Él le dedico este triunfo con todo mi amor.

MIS PADRES Luis Andrés De León Estrada y Cleotilde De León Rosales, quienes me apoyaron y motivaron durante todo el proceso del presente trabajo de graduación hasta el día de hoy a ellos mi amor y gratitud eternamente.

MI ASESOR Fredy Arnoldo de León de León, por el tiempo dedicado a la asesoría del presente trabajo de graduación

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

En especial a la Facultad de Ingeniería, por la formación académica recibida; comprometiéndome a ejercer mi carrera profesional y éticamente.

ACTO QUE DEDICO A:

- DIOS** Por permitirme culminar esta carrera, estando conmigo en todo momento siendo mi luz y llenándome de sabiduría.
- MIS PADRES** Luis Andrés De León Estrada y Cleotilde De León Rosales, por estar siempre conmigo apoyando, ayudándome y sobre todo, dándome ese amor que solo ellos saben dar, a ustedes les dedico este logro, gracias por todo, este logro no es solo mío es de ustedes, disfrútenlo, los amo.
- MI ESPOSA E**
HIJOS Karen Marlene De León, Emily Angeline y Alexander David, para ti mi amor, mi triunfo es tu triunfo, te amo, para mis hijos, que este logro lo tomen como un ejemplo a seguir, y que en un futuro sean unos buenos y exitosos profesionales, hijos míos, los amo.
- MIS HERMANOS** Luis Andrés y Yesenia Marisol, por estar conmigo en todo momento, apoyándome y motivándome, esta meta alcanzada la comparto con ustedes, gracias por su cariño, los quiero mucho.

MI ABUELOS

Samuel Isaías De León y Angelina De León; por regalarme su amor, sabiduría, consejos y velar siempre por que fuera un buen hijo, y un buen hombre, gracias por todo, los quiero mucho.

MADRINA

Vidalia De León, por su cariño y sincero.

SUEGROS

Por brindarme su cariño.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XI
OBJETIVOS	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. MARCO TEÓRICO	1
1.1. Componentes de maquinaria	3
1.1.1. Transmisiones	4
1.1.2. Bombas hidráulicas	9
1.1.2.1. Bomba hidráulica de engranes	10
1.1.2.2. Bomba hidráulica de óvulo	14
1.1.2.3. Bomba hidráulica de pistón	15
1.1.3. Motores hidráulicos	17
1.1.3.1 Motor hidráulico de pistones radiales y axiales	18
1.1.3.1.1. Motor hidráulico de pistones radiales	18
1.1.3.1.2. Motor hidráulico de pistones axiales	20
1.1.3.1.2.1 Con bielas y eje inclinado	21
1.1.3.1.2.2 Con platillo inclinado y eje en línea	22
1.1.3.1.2.3 De tambor fijo	24
1.1.3.1.2.4 De cilindro fijo con dentado interior	25
1.1.3.1.3 Motor hidráulico de paletas	26
1.1.3.1.3.1 Motor sin equilibrar	27
1.1.3.1.3.2 Motor equilibrado	28
1.1.4. Cilindros hidráulicos	29

1.1.4.1	Características de los cilindros hidráulicos	29
1.1.4.2	Normas generales para determinar los requisitos del tamaño de un cilindro hidráulico	30
1.1.4.3	Velocidad de operación	30
1.1.4.4	Requisitos de potencia	31
1.1.4.5	Empuje y arrastre	31
1.1.5.	Válvulas hidráulicas	33
1.1.5.1	Válvula de control direccional	33
1.1.5.2	Válvulas centrales abiertas	34
1.1.5.3	Válvulas centrales cerradas	35
2.	BANCO DE PRUEBAS HIDRÁULICAS	37
2.1.	Banco de pruebas hidráulicas	37
2.1.1.	Definición	37
2.1.2.	Partes principales del banco de pruebas hidráulicas	37
2.1.2.1	Sistema principal	38
2.1.2.2	Consola de control	38
2.1.2.3	Soporte de trabajo con depósito de aceite	38
2.1.3.	Características de funcionamiento	40
2.1.3.1	Sistema de mando primario	40
2.1.3.2	Sistema hidrostático (mando principal)	40
2.1.3.3	Bomba de control	41
2.1.3.4	Control de velocidad del motor	41
2.1.3.5	Sistema de salida de flujo de aceite	41
2.1.3.6	Circuito de medición de presión y flujo de aceite	42
2.1.3.7	Bomba de suministro del sistema	42
2.1.3.8	Filtración	42
2.1.3.9	Control de temperatura de aceite	43
2.1.3.10	Capacidad del banco de pruebas	44

2.1.3.11	Depósito del soporte de trabajo	46
2.1.3.12	Consola de control	46
2.1.3.13	Funcionamiento	47
2.2	Montaje	51
2.3	Ventajas de este equipo	58
3	PRUEBA DE EQUIPO HIDRÁULICO	59
3.1	Ejemplo de una prueba de una transmisión después de la reparación	59
3.1.1	Características de la transmisión	59
3.1.2	Diagnóstico de la reparación	61
3.1.3	Reparación realizada	62
3.2	Prueba de transmisión en el banco de pruebas hidráulicas	64
3.2.1	Conexiones de la transmisión para la prueba	64
3.2.2	Procedimiento de la prueba	74
3.2.2.1	Prueba de solenoide	74
3.2.2.2	Revisar el encendido	74
3.2.2.3	Revisando fugas de los embragues	76
3.2.2.4	Revisando el circuito de lubricación	76
3.2.2.5	Prueba de sensor de velocidad	77
3.3	Ajustes	78
3.4	Resultados	79
4	IMPLEMENTACIÓN DE FORMATOS	81
4.1	Formatos	81
4.1.1	Revisiones del banco de pruebas hidráulicas	81
4.1.2	Órdenes de trabajo	83
4.1.3	Informes y recomendaciones de pruebas	85
4.1.4	Registros de pruebas	87

4.2 Beneficios	90
4.2.1 Beneficios para la empresa	90
4.2.2 Beneficios para el cliente	91
CONCLUSIONES	93
RECOMENDACIONES	95
BIBLIOGRAFÍA	97

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Fórmula del volumen respecto al área y desplazamiento	1
2. Fórmula de presión en relación fuerza vrs. área	2
3. Componentes internos de una transmisión	4
4. Componentes de un embrague	7
5. Bomba hidráulica de engrane con dentado exterior liso	11
6. Bombas hidráulicas de engrane con dentado exterior liso	13
7. Bomba de óvulo	15
8. Bombas hidráulicas de pistón (desplazamiento fijo y variable)	16
9. Bomba de pistón	17
10. Motores hidráulicos de pistones radiales	19
11. Motor hidráulico de pistones axiales con bielas y eje inclinado	21
12. Motor hidráulico de pistones axiales con platillo inclinado y eje en línea	22
13. Motor hidráulico de tambo fijo	24
14. Motor hidráulico de cilindro fijo con dentado interior	25
15. Motor hidráulico sin equilibrar	27
16. Motor hidráulico equilibrado	28
17. Varios estilos y tamaños de cilindros hidráulicos	32
18. Esquema de funcionamiento de válvulas centrales abiertas	35
19. Esquema de funcionamiento de válvulas centrales cerradas	35
20. Nomenclatura del banco de pruebas hidráulicas	39
21. Esquema de instalación del banco de pruebas (vista planta)	49
22. Esquema de instalación del banco de pruebas (vista lateral y frontal)	50

23. Conexión de líneas hidráulicas	53
24. Líneas de presión y suministro	52
25. Línea de drene de aceite y conector del deposito	52
26. Conexión de líneas hacia bombas hidráulicas	53
27. Conexión de cables eléctricos de las bombas hidráulicas	53
28. Conexión de líneas de suministro	54
29. Líneas de aceite, drene y suministro	54
30. Entrada y salida de agua	55
31. Actuador de conexiones eléctricas	56
32. Instalación de conexiones hidráulicas hacia la consola de control	56
33. Transmisión montada en el banco de pruebas	59
34. Montaje de transmisión sobre soporte	64
35. Aseguramiento de transmisión	64
36. Colocación de herramienta de unión	65
37. Instalación de acople	65
38. Instalación de eje de unión	66
39. Instalación de camisa protectora	66
40. Acoplamiento de eje cardán	67
41. Colocación de camisa protectora	67
42. Colocación de ganchos de levante	68
43. Aseguramiento de transmisión con cadenas	68
44. Instalación de banco hidráulico	69
45. Aseguramiento de control hidráulico	69
46. Instalación de tapones protectores	70
47. Conexión de manguera hidráulica	70
48. Conexión de manguera hidráulica	71
49. Conexión de manguera hidráulica	71
50. Instalación de manómetros	72
51. Remoción de plato cobertor	72

52. Conexión de conector eléctrico	73
53. Conexión de sensor eléctrico	73
54. Protección de transmisión	74
55. Vista del eje de rotación	75

TABLAS

I. Valores de velocidades vrs. embragues enganchados	9
II. Valores según el fabricante	60
III. Valores reales de la prueba realizada (presión vrs. velocidad)	61
IV. Resultados de la prueba realizada (fluido vrs. velocidad)	79
V. Lista de chequeo, inspección diaria	82
VI. Control de mantenimiento de fluidos y filtros	83
VII. Hoja de apertura de órdenes de trabajo	84
VIII. Informe y recomendaciones durante la prueba	86
IX. Registro de datos para la prueba en el banco de pruebas hidráulicas	88
X. Medición de presiones de embragues de transmisión (teórica)	89

GLOSARIO

HIDRÁULICA:	Rama de la física y la ingeniería que se relaciona con el estudio de las propiedades mecánicas de los fluidos.
TRANSMISIÓN:	Conjunto de mecanismos que comunican el movimiento de un componente a otro, alterando gradualmente su velocidad,
EMBRAGUE:	Componente que transmite la potencia a los ejes a partir de una velocidad nula de estos y con ello arrancar el tren de potencia.
HOUSING O CARCAZA:	Cuerpo o componente que protege todas las partes internas del mismo.
MOTOR HIDRÁULICO:	Realiza un trabajo mecánico en forma de movimiento giratoria ejerciendo un par en el eje de salida.
FILTRACIÓN:	Sistema compuesto por varios filtros de diferentes capacidades medidos en micrones.
POLIPASTO:	Máquina que se utiliza para levantar y/o trasladar una carga con una gran ventaja mecánica, porque se necesita aplicar una fuerza mucho menor al peso que hay que mover.

MANÓMETRO: Instrumento de medición que sirve para medir la presión de fluidos, contenidos en recipientes cerrados.

SOLENOIDE: Llamada también válvula solenoide, la cual responde a pulsos eléctricos respecto de su apertura y cierre.

RESUMEN

El siguiente trabajo de graduación consiste en la implementación de un banco de pruebas hidráulicas para transmisiones, bombas, motores, cilindros y válvulas hidráulicas de maquinaria pesada para la construcción. El banco de pruebas se instaló e implementó en el taller donde se reciben las transmisiones.

Este banco proveerá a la empresa un gran beneficio en cuanto a reducción de tiempo de entrega de transmisiones reparadas, así como, la satisfacción de entregar un componente reparado en una condición excelente, lista para que sea instalada en la máquina.

El cliente obtendrá una garantía única en cuanto a la reparación de su componente, porque sabrá que su componente no le fallará debido a que ha sido probado con anterioridad en el banco de pruebas como si este estuviera instalado ya en su máquina.

Los criterios para la implementación de dicho banco fue la urgencia de entregar transmisiones en buen estado comprobadas, después de haber sido reparadas, evitando así, reclamos posteriores de garantías por parte del cliente en cuanto a fallas del mismo. Esto evitará también reclamos del cliente, si este hace una mala instalación o mal manejo del componente reparado.

OBJETIVOS

GENERAL

Implementación de un banco de pruebas para transmisiones, bombas, motores, cilindros y válvulas hidráulicas de maquinaria pesada para la construcción.

ESPECÍFICOS

1. Conocer el funcionamiento de la utilización del banco de pruebas para componentes hidráulicos.
2. Diagnosticar mediante el banco de pruebas y realizar los ajustes óptimos para el buen funcionamiento de los componentes reparados.
3. Garantizar un trabajo excelente y sin problemas de funcionamiento, con la confianza de llevar un componente en buen estado y en buen funcionamiento óptimo

INTRODUCCIÓN

Actualmente, la maquinaria que ingresa para su mantenimiento o reparación, no tiene un respaldo de prueba de los repuestos o funcionamiento de los sistemas hidráulicos al terminar el trabajo. La única prueba que existe es haciendo funcionar la maquinaria. Si el funcionamiento aparentemente se ve bien, puede entregarse el trabajo, pero no hay un registro cuantificado y optimizado del trabajo que se hizo. Con un banco de pruebas se podrá garantizar que el trabajo y los repuestos utilizados que se realizaron, funcionarán correctamente con los estándares de fabricación, proporcionando así un mejor servicio y confianza a los clientes. Probando componentes hidráulicos también se asegura la optimización del funcionamiento y un mejor ajuste apropiado para una buena instalación dentro de la operación de la máquina.

Cuando se habla de maquinaria para la construcción queremos decir, lo que son: Excavadoras, Cargadores Frontales, Tractores, Retroexcavadoras; pero este banco de pruebas abarca componentes hidráulicos de otras clases de maquinaria, pero que en esta compañía en particular, se aplicará a la maquinaria mencionada.

Cada prueba que se realiza en el banco de pruebas, proporcionará también un diagnóstico de cualquier componente hidráulico que se quiera verificar, y saber si está funcionando adecuadamente, con esto podemos hacer reajustes si se requiere o hacer trabajos mayores.

Este banco de pruebas probará cualquier componente requiriendo una entrada superior de 150 HP a 950 rpm, para 60 hz. Con un máximo de 2,500 rpm..

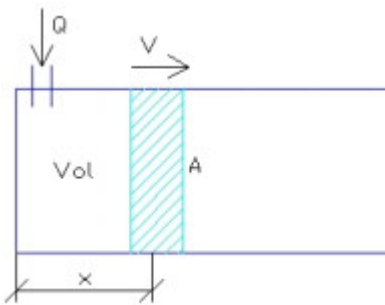
1. MARCO TEÓRICO

HIDRÁULICA

La hidráulica es una rama de la física y la ingeniería que se relaciona con el estudio de las propiedades mecánicas de los fluidos.

La hidráulica es la aplicación de la mecánica de fluidos en ingeniería, para construir dispositivos que funcionan con líquidos, por lo general agua o aceite. La hidráulica resuelve problemas como el flujo de fluidos por conductos o canales abiertos y el diseño de presas de embalse, bombas y turbinas. Su fundamento es el principio de Pascal, que establece que la presión aplicada en un punto de un fluido se transmite con la misma intensidad a cada punto del mismo.

Figura 1. Fórmula del volumen respecto al área y desplazamiento

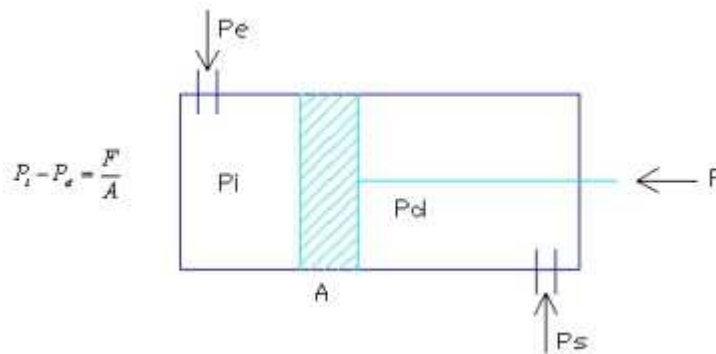
$$\begin{aligned}V &= \frac{dx}{dt} \\x &= \frac{Vol}{A} \\ \frac{dx}{dt} &= \frac{dVol}{A dt} \\ V &= \frac{1}{A} \frac{dVol}{dt} = \frac{1}{A} \frac{1}{\rho} \frac{dM}{dt} = \frac{1}{A\rho} Q\end{aligned}$$


En el caso de los accionamientos neumáticos la expresión no es del todo correcta pues $\rho = \rho(t)$, por lo que en la fase transitoria inicial no será válido lo

anterior. Esto hace además que el tiempo de respuesta no sea tan rápido como en los sistemas hidráulicos. Sin embargo, una vez el pistón empieza a desplazarse la variación de la densidad es despreciable, por lo que la velocidad, es también proporcional al caudal entrante.

La velocidad del pistón es controlable: por tanto regulando el caudal entrante al cilindro o saliente, mediante una válvula de estrangulación. Sin embargo, el caudal entrante o saliente no depende sólo de la posición de la válvula de estrangulación, sino también de la carga pues debe cumplirse:

Figura 2. Fórmula de presión en relación a la fuerza vrs. área.



Con lo cual, como una de las presiones P_i o P_d será fija ($P_i = P_e$ con estrangulación en la salida, $P_d = P_s$ con estrangulación en la entrada), la otra dependerá de la carga F y por tanto el valor de F afectará al caudal circulante.

- **Ventajas e inconvenientes de la hidráulica.**

Ventajas

- Consiguen fuerzas estáticas elevadas con relativamente poco espacio
- La conversión de energía es mediante mecanismos mecánicos, por tanto, no existen problemas eléctricos
- Existe un amplio rango de potencias
- La incompresibilidad del aceite lo hace ideal para mantener posiciones de presión durante tiempos elevados

Inconvenientes

- Son accionamientos caros
- Son pesados porque tienen sistemas mecánicos rígidos para poder aportar fuerzas elevadas
- Son sensibles a la suciedad. Pueden dar problemas de mantenimiento, por gripaje de los vástagos
- Necesitan muchas medidas de seguridad por las fuerzas elevadas con las que trabajan

1.1 Componentes de maquinaria

Estos componentes son los que producen movimiento para realizar un trabajo, como lo son transmisiones, bombas hidráulicas, motores hidráulicos, válvulas hidráulicas, cilindros hidráulicos.

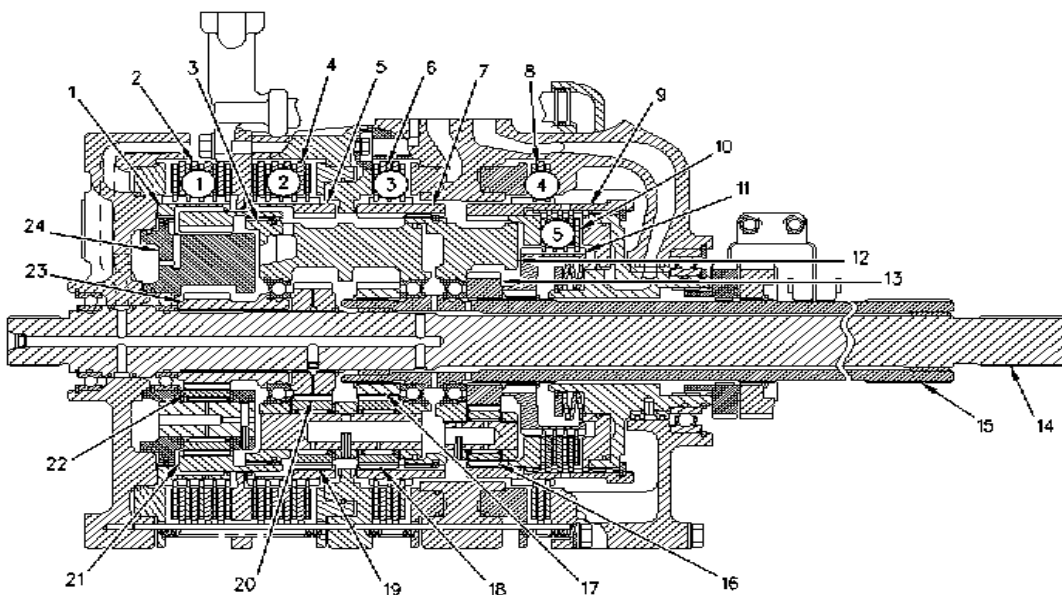
1.1.1 Transmisiones

El principio de funcionamiento de una transmisión mecánica se basa en el desplazamiento de engranajes.

Por medio de una varilla de mando, unida a un varillaje o a un sistema de guías, se empujan o halan piñones que según su número de dientes y diámetro proporcionan una velocidad de salida del motor.

- **Componentes de la Transmisión**

Figura 3. Componentes internos de una transmisión



Identificación de partes:

(1) Engranaje de anillo No.1

- (2) Embrague (reversa) No.1
- (3) Portador No.2 y No.3
- (4) Embrague (hacia delante) No.2
- (5) Engranaje de anillo No.2
- (6) Embrague No.3 (tercera velocidad)
- (7) Engrane de anillo No.3
- (8) Embrague (segunda velocidad)
- (9) Engranaje de anillo No.4
- (10) Engranaje (primera velocidad) No.5
- (11) Cubo
- (12) Cargador No.4
- (13) Engranaje solar No.4
- (14) Eje de entrada
- (15) Eje de salida
- (16) Engranajes planetarios No.4,
- (17) Engranaje solar, No.3
- (18) Engranajes planetarios No.3
- (19) Engranajes planetarios No.2
- (20) Engranaje solar No.2
- (21) Acoplamiento de engranajes
- (22) Engranajes planetarios No.1
- (23) Engranaje solar No.1
- (24) Cargador No.1.

Funcionamiento:

La transmisión está sujeta a la carcasa trasera de la máquina. La potencia desde el divisor de torque es enviada hacia el eje interno (14) por un

eje direccional. La potencia fluye desde la transmisión, a través del eje externo (15), y luego hacia la transferencia de engranajes.

La transmisión tiene cinco embragues activados hidráulicamente que proporcionan tres velocidades hacia delante y tres velocidades en reversa. La velocidad y dirección son seleccionadas manualmente.

El embrague 1 y el embrague 2 están localizados en la parte trasera de la transmisión. El embrague 1 es el embrague de dirección de reversa. El embrague 2 es el embrague de dirección hacia delante.

El embrague 3, embrague 4 y el embrague 5 son los embragues de velocidad. El embrague 3 proporciona la tercera velocidad. El embrague 4 proporciona la segunda velocidad y el embrague 5 proporciona la primera velocidad.

El embrague 5 es solamente un embrague para girar.

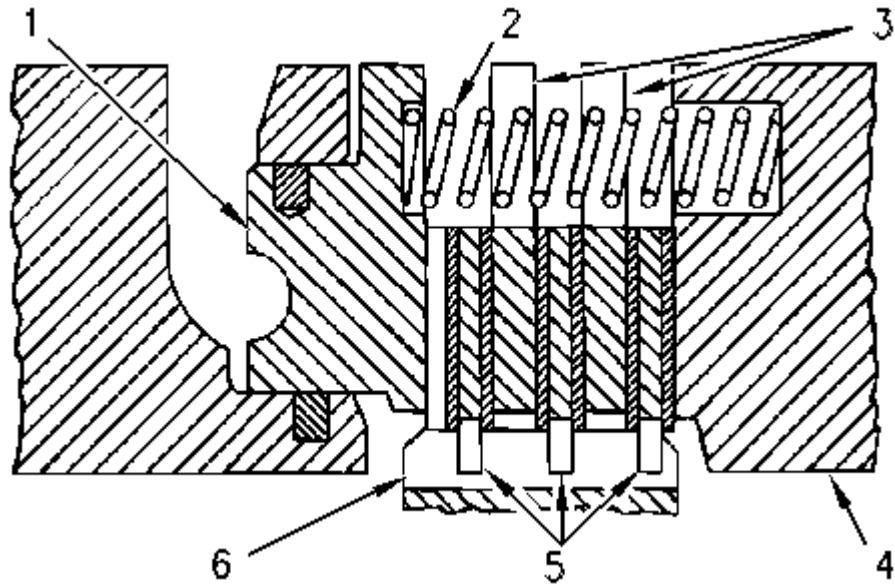
Una transmisión planetaria tiene tres velocidades de avance y tres de retroceso; Asimismo, utiliza embragues o engranes de gran diámetro, alta capacidad y enfriados por aceite.

La transmisión llamada también tren de potencia esta constituida por varios paquetes de engranes, los cuales se están conectados a un eje, y este a su vez, a una rueda dentada, la cual se encarga de transmitir la potencia a las cadenas del tractor.

La transmisión tiene cinco embragues activados hidráulicamente que proporcionan tres velocidades hacia adelante y tres velocidades hacia atrás. Las velocidades y la dirección son seleccionadas manualmente.

- **Componentes de un Embrague**

Figura 4. Componentes de un embrague



Identificación de partes:

- (1) Pistón
- (2) Resorte
- (3) Platos
- (4) Carcaza de embrague
- (5) Discos
- (6) Engranaje de anillo

Funcionamiento:

Los cinco embragues de la transmisión son de tipo disco. Cada embrague tiene discos (5) y platos (3) y cada embrague está localizado en una

carcaza separada. Los dientes internos de los discos (5) están enganchados con los dientes externos del engranaje de anillo (6).

Los cortes de diámetro externo de los platos (3) están enganchados con los pines de la carcaza del embrague. Los pines mantienen la rotación de los platos.

En la figura 2, los resortes (2) están entre la carcaza del embrague (4) y el pistón (1). Los resortes mantienen enganchados los embragues. Los embragues están enganchados cuando el aceite es enviado dentro del área detrás del pistón (1).

Cuando la presión del aceite dentro del área detrás del pistón incrementa, el pistón se mueve hacia la derecha. El pistón se mueve en contra de la fuerza del resorte (2) y el pistón presiona los discos junto con los platos. El embrague ahora está enganchado. Los discos mantienen el engranaje de anillo (6) desde la rotación.

Cuando el embrague es liberado, la presión en el área detrás del pistón (1) decrece y la fuerza del resorte (2) mueve el pistón hacia la izquierda. Los discos y los platos están ahora desenganchados. El embrague no está enganchado.

Ambos embragues de velocidad y el embrague de dirección deben estar enganchados para enviar potencia a través de la transmisión. La combinación de embragues que son enganchados para cada velocidad hacia delante y para cada velocidad de reversa están nombradas en la siguiente tabla.

Tabla I. Valores de velocidades vrs. embragues enganchados	
Velocidades de la transmisión	Embragues enganchados en la transmisión
1ra. Velocidad hacia adelante	2 y 5
2da. Velocidad hacia adelante	2 y 4
3ra. Velocidad hacia adelante	2 y 3
Neutral	3
1ra. Velocidad de Reversa	1 y 5
2da. Velocidad de Reversa	1 y 4
3ra. Velocidad de Reversa	1 y 3

1.1.2 Bombas hidráulicas

Una bomba hidráulica es un sistema mecánico o electro-mecánico que puede formar parte de un sistema hidráulico o hídrico, el cual aprovecha la energía del movimiento realizando acciones de regulación y control para elevar o mover el caudal del fluido (aceite).

Las bombas hidráulicas son usadas para crear flujo de aceite en un sistema hidráulico a través de presión.

Todas las bombas hidráulicas producen un flujo. La presión es creada como un resultado del sistema de restricción.

Existen varios tipos de bombas hidráulicas entre los más usados tenemos los siguientes:

- De Engranajes
- De Paletas
- De Óvulo
- De Pistón

1.1.2.1 Bomba hidráulica de engranes

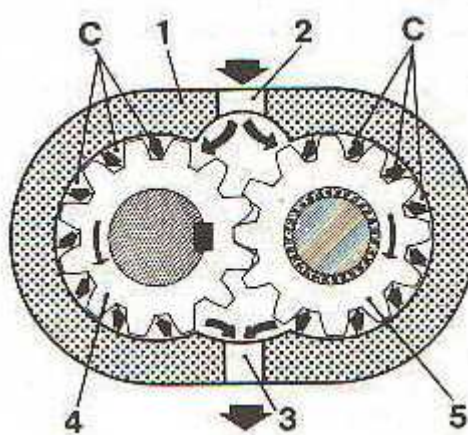
Una bomba de engranajes desarrolla un flujo llevando el fluido entre los dientes del engranaje y la carcasa, Hay dos tipos: externo e interno. Las bombas de engranajes externos tienen dos engranajes en malla ajustados a la carcasa.

Las bombas de engranajes internos también usan dos engranajes, pero un engranaje rota dentro del otro.

Las bombas de tipo engranaje y de paletas son también utilizadas, pero más raramente; trabajan generalmente a alta velocidad y a baja presión.

Componentes de una bomba hidráulica de engrane.

Figura 5. Bomba hidráulica de engrane con dentado exterior liso



Identificación de partes:

- (1) Housing o carcaza
- (2) Orificio de entrada
- (3) Orificio de salida
- (4) Piñón conductor
- (5) Piñón conducido
- (C) Espacio u orificio entre los dientes de los engranes

Funcionamiento:

La bomba hidráulica de engrane con dentado exterior liso está constituido por una carcasa (1) de fundición de hierro o de aleación de aluminio. Esta carcasa está provista de dos orificios: uno de alimentación (2) y otro de salida (3). En el interior de la carcasa van situados dos piñones (4 y 5) que normalmente llevan dentado recto rectificad. El piñón conductor (4) puede estar enchavetado en el eje o mecanizado directamente sobre él. El piñón conducido (5) no siempre es solidario del eje que le soporta, puede rodar sobre él a través de un cojinete de bronce o de un rodamiento de agujas. Debido al engrane, éstos giran mutuamente en sentido inverso.

El aceite que llega al orificio de alimentación (2) es arrastrado por los huecos (C) formados por los dentados. Durante la rotación de los piñones de la carcasa, el aceite no sólo se arrastra, si no que queda aprisionado entre los alojamientos de la carcasa y los huecos formados por el dentado de cada piñón. El aceite no se "libera" hasta que los huecos de los dentados desembocan en la cámara de salida (3). Entonces el aceite es "expulsado" en la tubería "de presión" hacia el distribuidor del sistema hidráulico.

Ventajas:

- Sistema simple
- Diseño compacto
- Mejora los residuos
- Buena manipulación de residuos
- Larga vida
- Costos bajos

Desventajas:

- Reparación desplazada
- Entrada de velocidad debe ser incrementada para obtener mas flujo en la salida
- Provoca una alta potencia

Lugar de uso:

- Bombas de aceite de motor
- Bombas de transmisión
- Sistemas hidráulicos de baja presión.

Figura 6. Bombas hidráulicas de engrane con dentado exterior liso



1.1.2.2 Bomba hidráulica de óvulo

Una bomba hidráulica de óvulo es similar a una bomba hidráulica interna, excepto que el juego de engranajes internos están dentro del engranaje externo, y el engranaje externo gira lentamente con relación al engranaje interno de algunos diseños. Otros diseños tienen engranajes externos arreglados y el engranaje interior gira alrededor del engranaje externo.

Ventajas:

- Diseño compacto
- Bajo costo

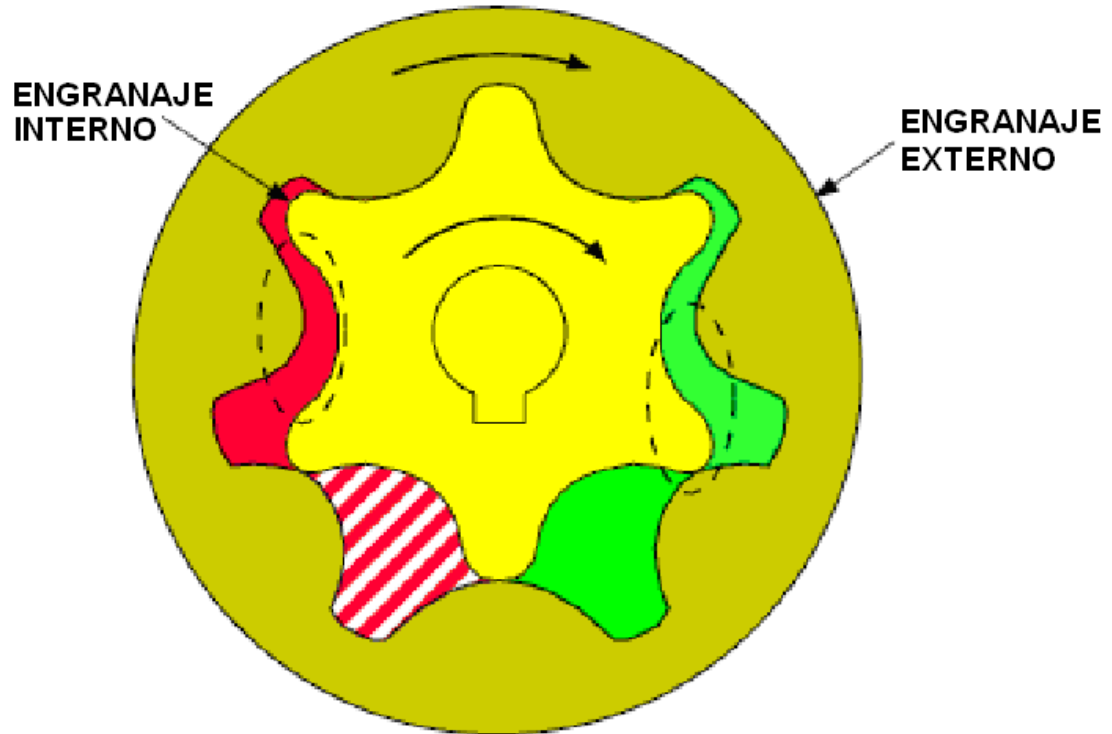
Desventajas:

- Desplazamiento reparado
- Velocidad de entrada deber ser incrementado para obtener mas en la salida
- Rango de presión bajo a comparación de otras bombas

Lugar de uso:

- Sistemas de dirección
- Bajo costo

Figura 7. Bomba de óvulo



1.1.2.3 Bomba hidráulica de pistón

Las bombas hidráulicas de pistón operan por medio de un pistón recíprocante el cual se encuentra en un compartimiento, así como la bomba rotativa. El pistón lleva el fluido, el cual es retractorado y retirado hacia el movimiento de avance.

Las bombas de pistón axial de desplazamiento arreglado operan usando una posición arreglada hacia el control de salida de los pistones. Las bombas de pistón axial de desplazamiento variable, el desplazamiento varía de acuerdo al ángulo del plato o engrane. La bomba de pistón radial son típicamente de desplazamiento variable, y este a su vez varía de acuerdo al movimiento o reacción del anillo al incrementar o disminuir el recorrido del pistón.

Ventajas:

- Capacidad de altas velocidades y presiones altas
- Capacidad de desplazamiento variable
- Reducción de altas potencias trazadas

Desventajas:

- Más complejo que una bomba de engranajes
- La superficie de la máquina esta ajustada, el cual demanda una limpieza del fluido hidráulico
- Costo inicial alto
- No existe tolerancia en la buena contaminación.

Figura 8. Bombas hidráulicas de pistón (desplazamiento fijo y variable)

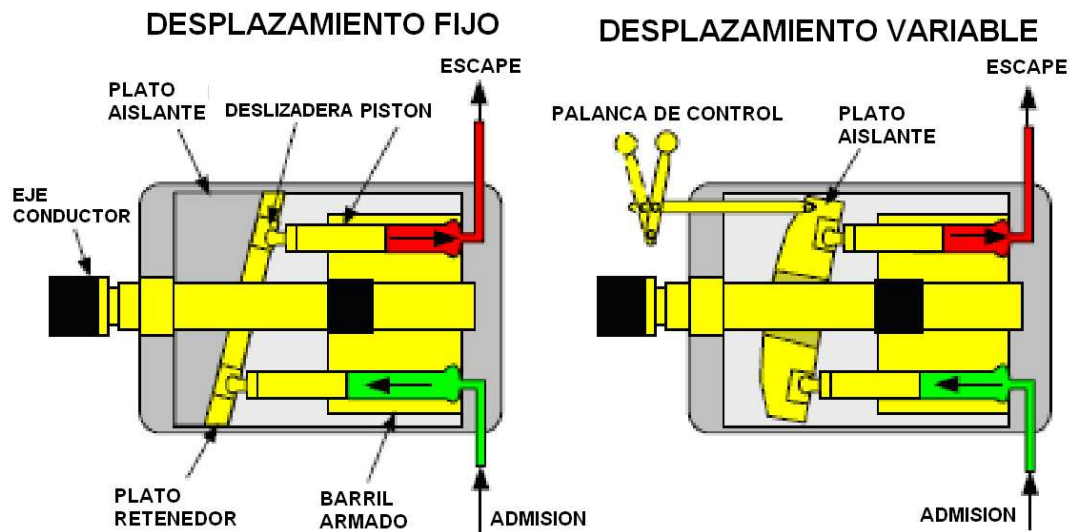
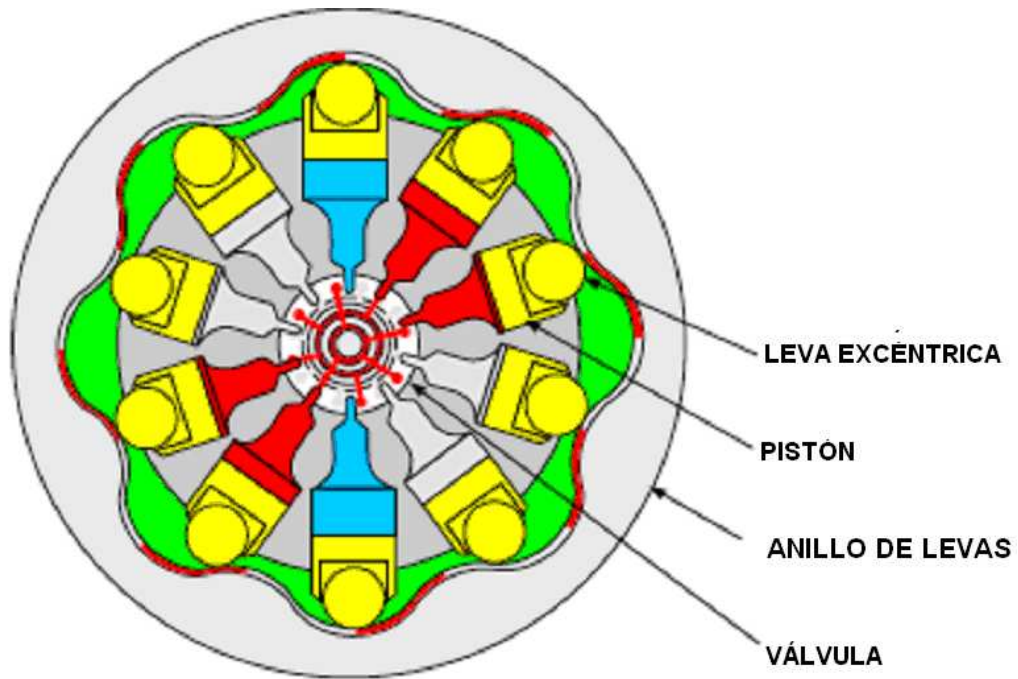


Figura 9. Bomba de pistón



1.1.3 Motores hidráulicos

En los motores hidráulicos, la energía del fluido que atraviesa la máquina disminuye, obteniéndose energía mecánica, mientras que en el caso de generadores hidráulicos, el proceso es el inverso, de modo que el fluido incrementa su energía al atravesar la máquina.

Los motores hidráulicos son los que producen movimientos giratorios con un alto torque de trabajo. Estos sistemas hidráulicos permiten un buen control de posición y velocidad de accionamiento, debido a la incompresibilidad del fluido. La velocidad de desplazamiento es directamente proporcional al caudal entrante al cilindro.

1.1.3.1 Motor hidráulico de pistones radiales y axiales

Estos motores de pistón para fluidos son los que se encargan de generar el movimiento en el mismo lugar mediante el movimiento de un pistón. Las bombas de pistones son del tipo bombas volumétricas y se emplean para el movimiento de fluidos a alta presión o fluidos de elevadas viscosidades o densidades.

Cada movimiento del pistón desaloja, en cada movimiento un mismo volumen de fluido, que equivale al volumen ocupado por el pistón durante la carrera del mismo.

1.1.3.1.1 Motor hidráulico de pistones radiales

Entre estos motores podemos encontrar los siguientes tipos de motores hidráulicos.

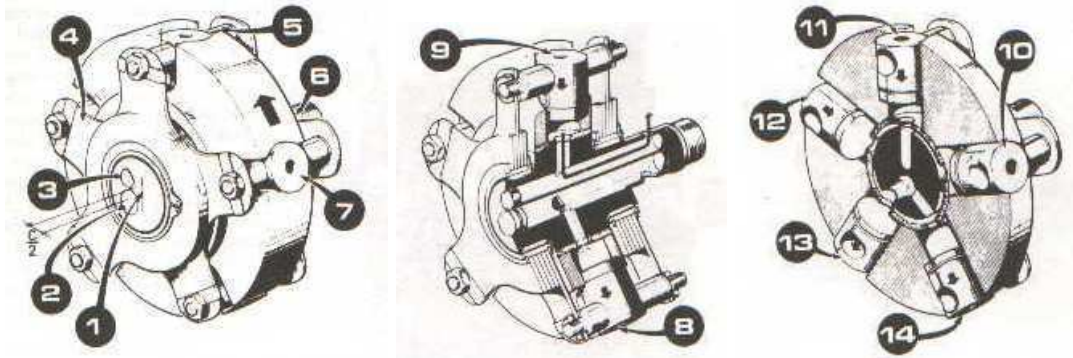
Con bloque de cilindros giratorios

Con cilindros fijos

Los motores radiales pueden estar contruidos de forma que sus pistones realicen una o varias carreras por cada giro, con lo que se consigue una multiplicación del par de salida (gran cilindrada).

La concepción radial está reservada a los motores llamados "lentos"; algunos pueden girar con régimen inferior a una vuelta por minuto. Estos motores realizan con frecuencia el papel de reductor.

Figura 10. Motores hidráulicos de pistones radiales



Identificación de partes:

- (1) Centro del cigüeñal
- (2) Tapón
- (3) Tapón
- (4) Bielas
- (5) Eje de pistón
- (6) Parte frontal del cigüeñal
- (7) Pistón (del numeral 8 al 14 son pistones en diferentes posiciones).

Funcionamiento:

La excentricidad del cigüeñal corresponde a la semi-carrera de los pistones (1: punto del centro del cigüeñal)

Los tapones (2 y 3) obturan los taladros de mecanizado para la alimentación y salida del fluido y van montados en la parte posterior del cigüeñal. Estos taladros desembocan en la parte delantera del cigüeñal (6).

Se ha indicado con una flecha el sentido de giro, siendo (4) las bielas, (5) los ejes de pistones, todos ellos de la misma longitud y (7) los pistones.

El pistón (8) se encuentra en la carrera ascendente, aproximándose a su punto muerto superior. En su movimiento crea una depresión en la canalización de alimentación, que hace que el aceite penetre en el cilindro. Al mismo tiempo, el pistón (9) se encuentra en su carrera descendente. Se aproxima a su punto muerto inferior y manda el aceite hacia el conducto de presión, es decir, hacia el distribuidor de la instalación hidráulica. Debido a la rotación del bloque de pistones y a la excentricidad del cigüeñal, todos los pistones están animados con un movimiento alternativo.

El pistón (10) se encuentra en su punto muerto superior. Ha terminado su fase de admisión y va a comenzar la de impulsión. El pistón (11) se encuentra en su carrera descendente, está pues en la fase de impulsión. Lo mismo ocurre con el pistón (12), pero éste está a punto de terminar la impulsión y de comenzar su alimentación. El pistón (13) se encuentra en plena alimentación y el pistón (14) está a punto de terminarla.

1.1.3.1.2 Motor hidráulico de pistones axiales

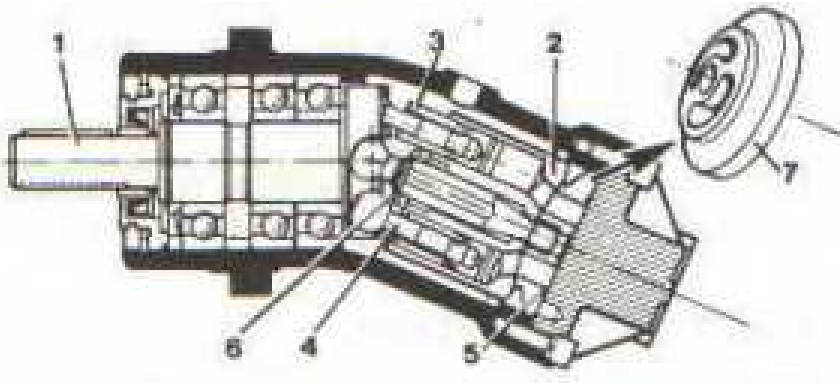
A continuación se describen algunos de los tipos que existen de motores hidráulicos de pistones axiales.

- Con bielas y eje inclinado
- Con platillo inclinado y eje en línea
- Con platillo inclinado giratorio, eje en línea y tambor fijo
- Con cilindro fijo (son los menos abundantes en el mercado), con dentado interior.

Los motores axiales no deben ser utilizados en las aplicaciones que necesiten regímenes inferiores a 50 rpm. Por el contrario, pueden trabajar con velocidades superiores a las 3,000 rpm.

1.1.3.1.2.1 Con bielas y eje inclinado

Figura 11. Motor hidráulico de pistones axiales con bielas y eje inclinado



Identificación de partes:

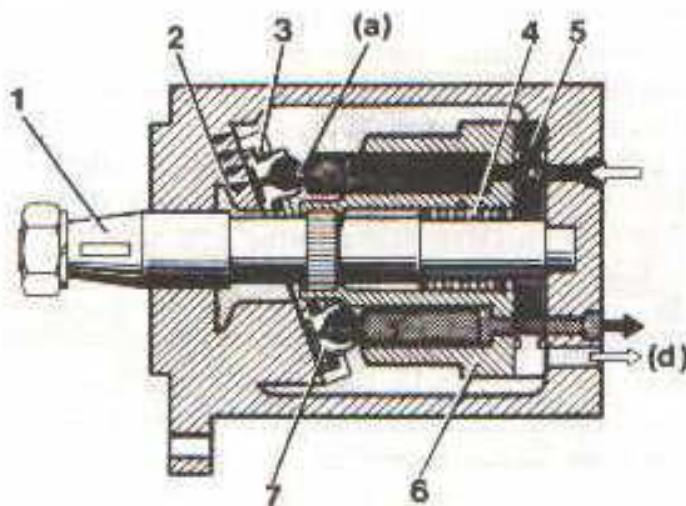
- (1) Eje de rotación
- (2) Tambor
- (3) Alojamiento interno del pistón
- (4) Bola
- (5) Lumbreira de distribución
- (6) Resortes y arandelas

Funcionamiento:

- Se genera el movimiento del eje de rotación (1) por el movimiento del tambor (2) a través del contacto realizado entre el exterior de las bolas (4) y los alojamientos internos de los pistones (3).
- Los pistones no están sometidos a movimiento alternativo, para un determinado diámetro de alojamiento, la cilindrada viene condicionada por el ángulo que forma el eje de entrada con el tambor.
- El contacto entre la cara posterior del tambor y la lumbrera de distribución (5) se efectúa mediante distintos sistemas: mecánicos (resortes o arandelas (6)) o hidráulicos (bombines o pistones).

1.1.3.1.2.2 Con platillo inclinado y eje en línea

Figura 12. Con platillo inclinado y eje en línea



Identificación de partes:

- (1) Eje de salida
- (2) Platillo inclinado
- (3) Anillo
- (4) Resorte
- (5) Lumbrera de distribución
- (6) Tambor
- (7) Patines

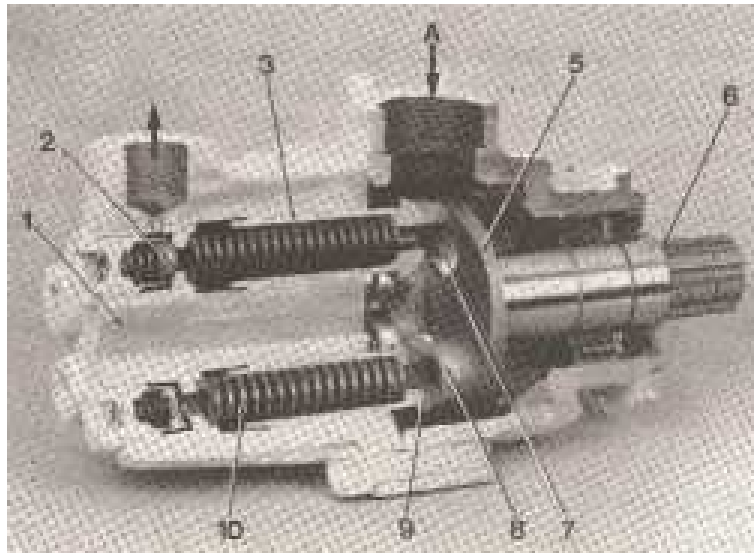
Funcionamiento:

El tambor (6) suele ir solidario con el eje de salida (1) mediante un acoplamiento por estrías. Las cabezas esféricas de los pistones están engatilladas en los patines (7) que, provistos de giro, deslizan sobre el platillo inclinado fijo (2). Un anillo (3) asegura la unión entre los patines y el platillo inclinado.

- La distribución del fluido se realiza del mismo modo, mediante unos orificios en forma de riñón, practicados en la lumbrera de distribución (5).
- En el momento de la puesta en marcha, el resorte (4) comprime la cara posterior del tambor contra la lumbrera de distribución.

1.1.3.1.2.3 De tambor fijo

Figura 13. Motor hidráulico de tambor fijo



Identificación de partes:

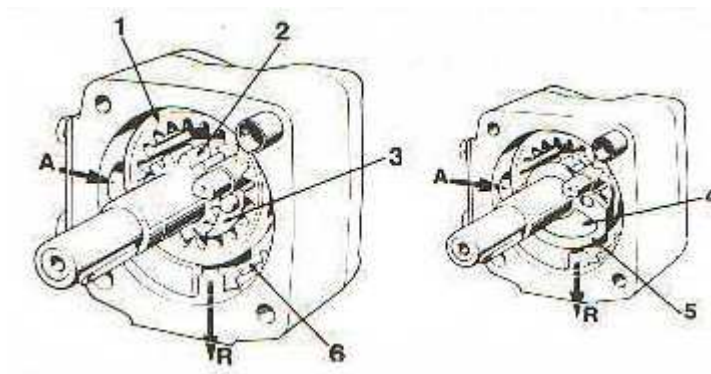
- (1) Depósito de instalación
- (2) Válvulas de impulsión
- (3) Pistón
- (4) Orificio
- (5) Plátano inclinado
- (6) Eje de salida
- (7) Lumbreira
- (8) Taco
- (9) Parte semiesférica
- (10) Resorte

Funcionamiento:

- El eje de salida (6) es solidario con el platillo inclinado (5) y con su rotación determina el movimiento alternativo de los pistones (3) en los alojamientos del tambor fijo (1). El depósito de la instalación va unido con el orificio (4).
- La entrada del fluido en los cilindros se efectúa a través de las lumbreras circunferenciales (7) en forma de riñón, talladas en el platillo inclinado (5), cuando los pistones (3) se encuentran en la posición más alejada de las válvulas de impulsión (2).
- La parte semiesférica (9) mecanizada en el extremo de cada pistón se apoya sobre un taco (8), que se mantiene en contacto con el platillo inclinado mediante unos resortes (10).

1.1.3.1.2.4 De cilindro fijo con dentado interior

Figura 14. Motor hidráulico de cilindro fijo con dentado interior



Identificación de partes:

- (1) Dentado interior (corona)
- (2) Piñón
- (3) Canal de media luna
- (4) Zona interna del dentado
- (5) Brida
- (6) Pistón
- (A) Orificio de entrada del fluido
- (R) Orificio de salida del fluido

Funcionamiento:

El fluido llega por el orificio (A) y penetra en el interior del elemento de bombeo a través de los taladros radiales practicados en la corona del dentado interior (1).

Por ser el piñón (2) conducido y la corona (1) motora, el aceite que entra en el elemento de bombeo se dirige hacia la salida (R), utilizando el canal bilateral realizado por la media luna (3).

En la zona (4) de la brida (5) es donde actúa la presión de salida (compensación axial). La compensación radial está encomendada al pistón (6).

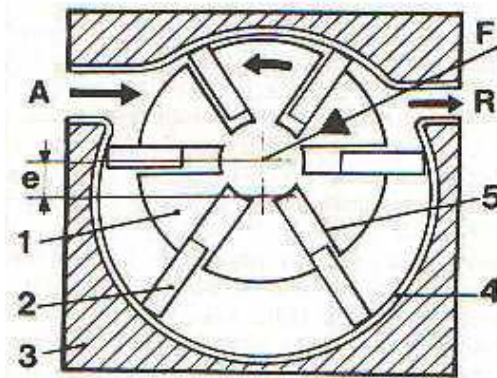
1.1.3.1.3. Motor hidráulico de paletas

- Motores sin equilibrar
- Motores equilibrados

Los motores de tipo engranaje y de paletas son también utilizados, pero más raramente; trabajan generalmente a alta velocidad y a baja presión.

1.1.3.1.3.1 Motor sin equilibrar

Figura 15. Motor hidráulico sin equilibrar



Identificación de partes:

- (1) Rotor
- (2) Paletas
- (3) Carcaza o housing del motor
- (4) Anillo
- (5) Superficie del rotor
- (A) Orificio de alimentación fluido
- (R) Orificio de salida del fluido
- (F) Empuje
- (e) Excentricidad

Funcionamiento:

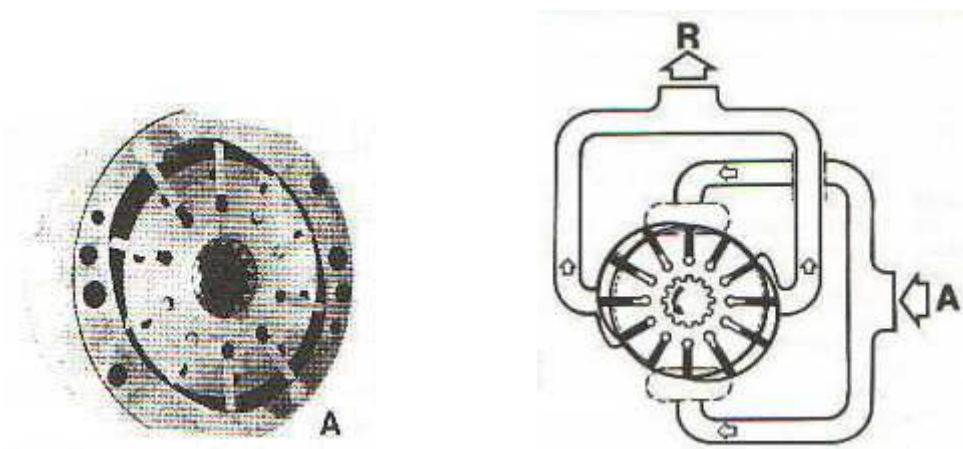
En cada revolución se obtienen un ciclo de alimentación y de salida. Durante el funcionamiento, la cámara comprendida entre dos paletas consecutivas comienza a aumentar de volumen al nivel del orificio de alimentación (A), volviendo a pasar por un mínimo en la zona del orificio de salida (R).

La presión reinante en la salida ejerce sobre la superficie exterior del rotor que se encuentra en la zona de presión, un empuje (F), que se hace patente sobre los rodamientos y sobre el eje, por esta razón, ha de limitarse la presión de funcionamiento.

La excentricidad (e) entre rotor (1) y anillo (4) es el factor determinante en cuanto al caudal. Si la excentricidad pasa de derecha a izquierda o viceversa, la alimentación se convierte en salida y la salida en alimentación, con el mismo sentido de rotación del eje.

1.1.3.1.3.2. Motor equilibrado

Figura 16. Motor hidráulico equilibrado



La característica que diferencia a estos motores son: dos alimentaciones y dos salidas en cada vuelta, de lo que resulta un equilibrado de los empujes radiales sobre el eje, sobre los rodamientos o sobre los cojinetes.

1.1.4 Cilindros hidráulicos

Un cilindro de pared delgada tiene un espesor de pared tal, que la suposición de un esfuerzo constante a través de la pared causa un error despreciable.

Los cilindros que tienen razones del diámetro interno al espesor mayor que 10 se consideran, en general de pared delgada. Se supone que el casco es perfectamente redondo y de espesor uniforme, que el material obedece a la ley de Hooke, que el esfuerzo radial es despreciable y que la distribución de esfuerzos normales es lineal.

1.1.4.1 Características de los cilindros hidráulicos

- Tubos de acero de alta resistencia
- Extremos de varilla forjados
- Sellos de varilla de receptor en U de uretano, sellos amortiguadores de varilla y sellos de labio de varilla unidos a metal
- Varillas con plancha de cromo y templado por inducción
- Anillos de sello de pistón relleno de vidrio
- Montaje de muñón o pasador
- Doble acción

1.1.4.2 Normas generales para determinar sus requisitos de tamaño de cilindro:

- Especificaciones de cilindro:
 - Tamaño de orificio
 - Longitud de recorrido
- Presión de operación:
- Los cilindros han sido diseñados para su uso bajo presiones de operación entre 27,000 y 35,000 kPa. La presión de operación de un cilindro puede variar según la aplicación.

1.1.4.3 Velocidad de operación:

La velocidad de operación de los cilindros hidráulicos varía según el volumen del cilindro y los galones por minuto (gpm) de la bomba hidráulica en uso. Si la salida en gpm de la bomba y las dimensiones del cilindro son conocidas, se puede usar la siguiente fórmula para determinar el tiempo de operación (en segundos) de un cilindro para pasar de cerrado ha abierto totalmente:

- **$T = (60 \times \text{flujo (galones de EE.UU.)}) / (\text{capacidad de la bomba (gpm)})$**
- El tiempo de cierre es ligeramente más rápido debido al volumen del cilindro que ocupa la varilla. Para asegurar un mantenimiento mínimo y evitar la rotura de piezas, no seleccione nunca un cilindro que opere a una velocidad superior a la recomendada por el implemento o su aplicación.

1.1.4.4 Requisitos de potencia:

- La siguiente fórmula sirve para calcular los requisitos de potencia aproximada (hp) para aplicaciones hidráulicas:
- **HP = (0,6 X capacidad de la bomba (gpm) x lb-plg²) / 1000**

1.1.4.5 Empuje y arrastre:

La fuerza de empuje, también denominada fuerza de empuje y arrastre, es la fuerza que el cilindro ejerce expresada en libras. El empuje es la fuerza ejercida en la varilla del pistón cuando se aplica presión sobre el diámetro completo del pistón. El arrastre es la fuerza ejercida en la varilla del pistón cuando se aplica presión directamente sobre el lado de la varilla del pistón. El arrastre es siempre menor que el empuje por la reducción del área del cilindro debida a la presencia de la varilla del cilindro. Para averiguar la capacidad exacta de empuje de un cilindro, multiplique las pulgadas cuadradas del área de la cara del pistón por la presión del cilindro expresada en libras por pulgada cuadrada (área del pistón X lb.-plg²). Para averiguar la capacidad de arrastre exacta, utilice la misma fórmula, pero reste el área de la varilla en pulgadas cuadradas del área de la cara del pistón (área del pistón menos área de la varilla) X lb-plg².

- **Empuje = A X P**
Arrastre = [A - (0.785 x d²)] X P
A = área del cilindro en pulgadas cuadradas
P = presión de la bomba en lb-plg²
D = diámetro de la varilla del pistón en pulgadas

Cuando se puedan instalar de forma segura cilindros nuevos de diferente tamaño para operar un implemento, es muy importante utilizar un factor de seguridad en el diseño y fabricación de los soportes de montaje de los nuevos cilindros. Ese factor de seguridad debe considerar la presión máxima de alivio del sistema hidráulico, así como las posibles sobrecargas.

Figura 17. Varios estilos y tamaños de cilindros hidráulicos



1.1.5 Válvulas hidráulicas

Las necesidades crecientes que se presentaron y que se siguen presentando en el campo de la automatización industrial en cuanto hace a la fabricación de maquinarias, dispositivos y diversos elementos accionados hidráulicamente, y la extrema sencillez con que se pueden diseñar circuitos eléctricos que funcionan automáticamente comandados desde sencillos micro contactos, fin de carreras, micro contactos temporizadores, hasta los modernos controladores lógicos programables (PLCs) han hecho pensar a los ingenieros proyectistas hace algunas décadas atrás lo útil que resultaría comandar circuitos hidráulicos vía automatizaciones eléctricas.

Ello determinó en su momento la creación de la válvula de control direccional accionada por solenoides y/o electroimanes, y actualmente, este tipo de válvulas es el elemento indispensable para comandar cualquier máquina hidráulica, por medio de cualquier tipo de accionamiento eléctrico y/o electrónico.

Las válvulas que a continuación se detallan, son las más populares en el campo de válvula de control direccional de flujo hidráulico accionadas eléctricamente.

1.1.5.1 Válvula de control direccional

Un control de válvulas direccional, direcciona el suministro de aceite a un actuador. Un control de válvulas consiste de un cuerpo o carcasa con pasajes internos, los cuales conectados y disecionados por un carrete de válvulas movable. Dentro de las válvulas están los carretes de válvulas. El carrete de

válvula consiste de una superficie con surcos. En la superficie del block el aceite fluye a través del cuerpo de la válvula, mientras los surcos o anillos permiten que el aceite fluya alrededor del carrete y por el cuerpo de la válvula. Hay dos tipos básicos de válvulas de control direccional, válvulas centrales abiertas y válvulas centrales cerradas.

1.1.5.2 Válvulas centrales abiertas

Las válvulas centrales abiertas permiten al aceite fluir a través de la válvula todo el tiempo. En la posición neutral, el pasaje centralmente abierto permite al aceite fluir desde el sumidero hacia el actuador. El aceite retorna desde el actuador fluyendo a través de la válvula hacia el tanque. La válvula puede cambiar en la dirección opuesta, permitiendo a este suministrando a lado opuesto del actuador.

Los sistemas hidráulicos centralmente abiertos siempre están suministrando un flujo relativamente alto. Esto permite que el sistema hidráulico responda rápidamente cuando la válvula esta cambiada.

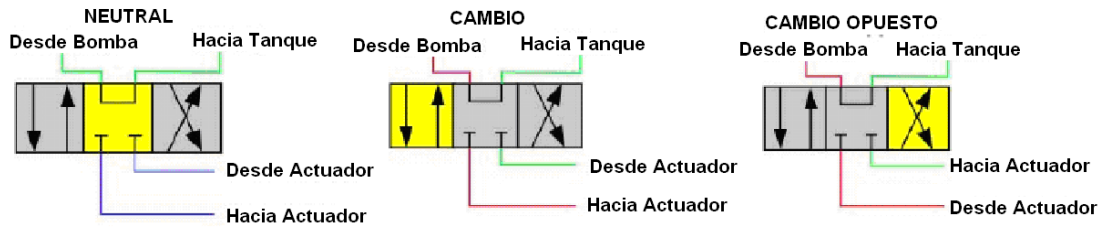
Ventajas:

- Respuesta rápida

Desventajas:

- Causa el cambio parcial del flujo hacia el tanque y el actuador, los cuales generan más calor.
- No puede ser controlado con precisión
- típicamente requiere una enfriado de aceite grande

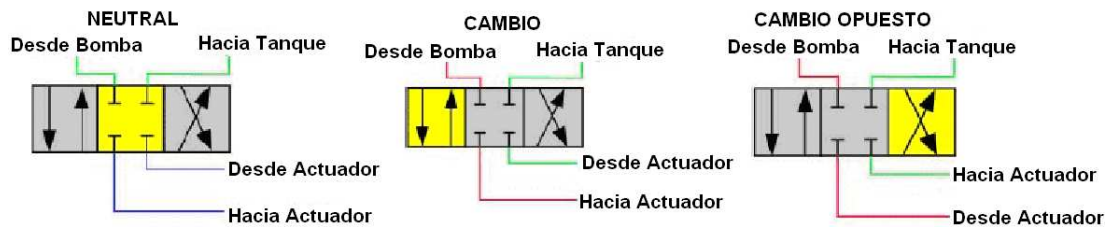
Figura 18. Esquema de funcionamiento de válvulas centrales abiertas



1.1.5.3 Válvulas centrales cerradas

Las válvulas centrales cerradas operan similarmente a las válvulas centrales abiertas, excepto en posición NEUTRAL. Las válvulas centrales cerradas bloquean el flujo

Figura 19. Esquema de funcionamiento de válvulas centrales abiertas



2 BANCO DE PRUEBAS HIDRÁULICAS

2.1 Banco de pruebas hidráulicas

2.1.1 Definición

El banco de pruebas hidráulicas es un sistema que permite facilitar a un bajo costo la prueba de componentes hidráulicos como lo son: la transmisión, bombas, motores, cilindros y válvulas hidráulicas, teniendo como fin una comprobación del buen funcionamiento del componente hidráulico reparado antes de ser instalado en la máquina.

El banco de pruebas hidráulicas probará cualquier componente que de acuerdo a las necesidades de opta por comprar un banco de pruebas hidráulicas que pruebe componentes arriba de 150 hp y 950 rpm a 60 Hz. Con un máximo de 2500 rpm. Muchos componentes grandes pueden ser probados usando valores conocidos. Probando los componentes hidráulicos asegura un buen trabajo y un buen ajuste antes de que el componente sea instalado sobre o dentro de la máquina.

2.1.2 Partes principales del banco de pruebas hidráulicas

El banco de pruebas hidráulicas está compuesto por tres partes principales, las cuales son: sistema principal, consola de control, soporte de trabajo con depósito de aceite.

1.1.3.1 Sistema principal

El sistema principal está compuesto por un sistema de filtros, panel eléctrico principal, conexiones del agua de servicio que se utiliza para el enfriamiento, el tanque principal de aceite, el cual es el que suministra el aceite hacia el componente a probar, también cuatro filtros en serie que sirven como by-pass, bomba de suministro (puerto No. 11), Reserva Principal entrada línea caliente.

1.1.3.2 Consola de control

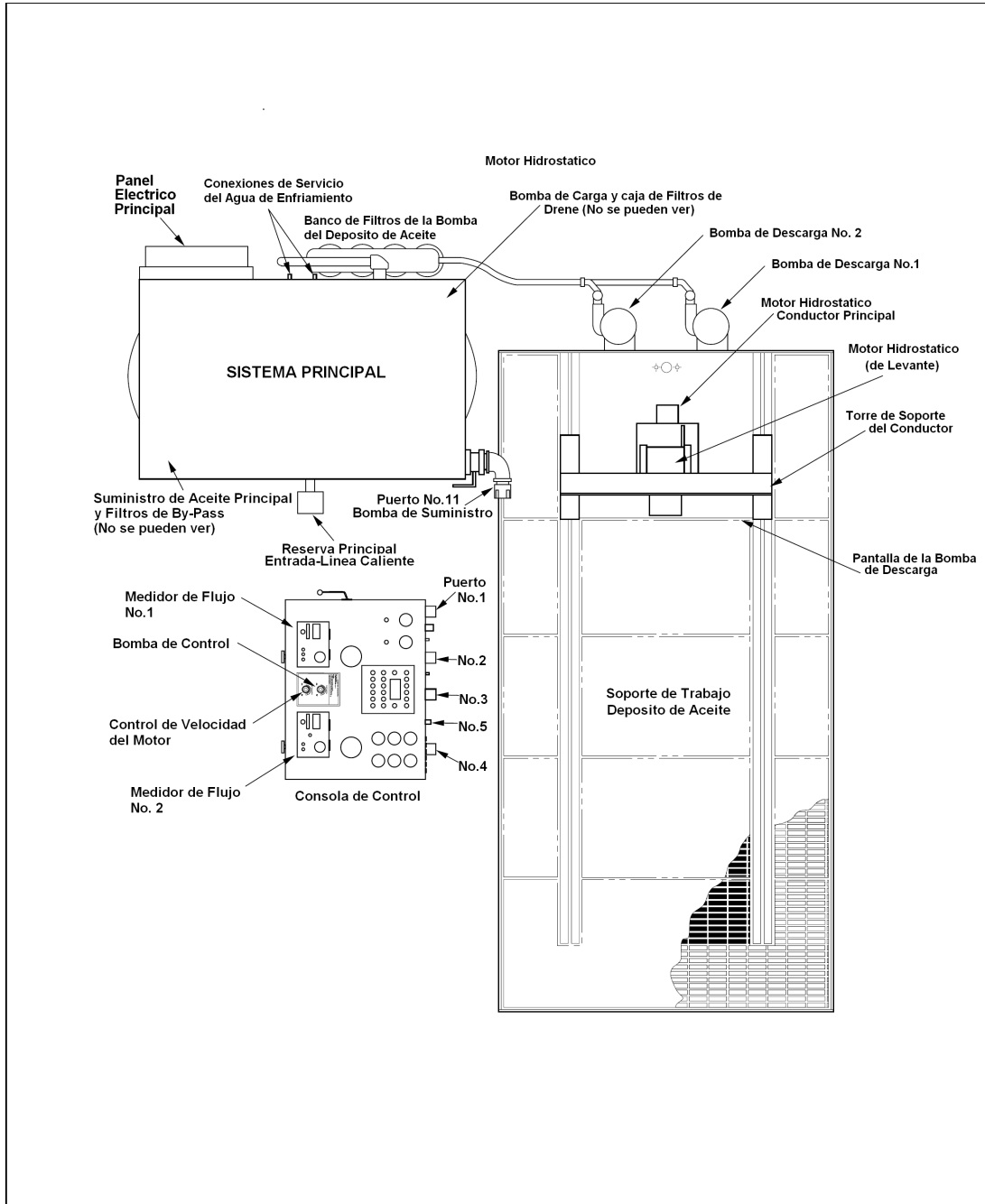
Está conformada por dos medidores de flujo, cinco puertos de ingreso y egreso de aceite, un control de velocidad de motor, control de la bomba, 10 manómetros.

1.1.3.3 Soporte de trabajo con depósito de aceite

Está conformado por dos bombas de descarga, dos motores hidrostáticos, una bomba de succión, una base un soporte del componente a probar y su depósito de aceite.

Figura 20. Nomenclatura del banco de pruebas hidráulicas

Nomenclatura



2.1.3 Características del funcionamiento

Las características del banco de pruebas para componentes hidráulicos se detallan a continuación:

2.1.3.1 Sistema de mando primario

El banco cuenta con un motor eléctrico principal para el sistema hidrostático y una bomba de engranajes la cual trabaja a 55 gpm.

60 Hertz ----- 150 hp a 1,755 rpm.

El motor eléctrico del banco de pruebas está disponible para una potencia comercial estándar, desde 208 hasta 575 voltios, de 3 fases, 50 o 60 Hertz.

2.1.3.2 Sistema hidrostático (mando principal)

Consiste de una bomba de pistón de desplazamiento variable, bomba de carga, y un motor hidrostático capaz de dar 2,500 rpm, 38,000 kPa (5,500 psi) con un máximo de 1,320 N·m (11,700 lb/plg²) de esfuerzo de torsión de salida.

2.1.3.3 Bomba de control

Proveído por una válvula de control variable. La válvula de control es variable a través del rango total hacia la velocidad máxima de 950 rpm en 60 Hz., hacia la derecha o hacia la izquierda de la rotación

2.1.3.4 Control de velocidad del motor

Proveído por una válvula de control variable. Las válvulas controlan las revoluciones por minuto del motor hidrostático desde 950 rpm en 60 Hz. (700 para 50 Hz.) a 2,500 rpm. El control de velocidad de motor incrementa las revoluciones por minuto, cuando el esfuerzo de torsión del motor decrece.

2.1.3.5 Sistema de salida de flujo de aceite

Un bomba de engranajes proporciona el suministro de aceite principal desde cero a 21,000 kPa (0 a 3,000 psi) arriba de 200 lpm (55 gpm) para pruebas de propósito general.

Un circuito de flujo del lubricante proporciona un flujo de aceite desde cero hasta 13,000 kPa (0 hasta 400 psi) arriba de 13 lpm (3.5 gpm) para la lubricación de los cojinetes / bujes o el control de componentes.

Una bomba de suministro del sistema proporciona un flujo positivo de aceite usando un flujo de gravedad desde el depósito principal, a través de la línea de 101 mm (4 plg) a la entrada de la bomba a que es probada.

2.1.3.6 Circuito de medición de presión y flujo de aceite

Dos circuitos de medición de presión y medición de flujo están disponibles para la prueba de componentes. Cada circuito puede retornar el aceite hacia el depósito con la apropiada manguera de conexión.

Un circuito de medición de flujo tiene un aceite presurizado agregado de 200 lpm (55 gpm).

Ambos circuitos son capaces de medir 475 lpm (125gpm) con una presión máxima de 47,000 kPa (8,600 psi). La carga del flujo de reserva puede ser desempeñada por ambos circuitos.

2.1.3.7 Bomba de suministro del sistema

Dos bombas de suministro de 225 lpm (60 gpm) trabajan en combinación para retornar el aceite desde la parte trasera del depósito del soporte de trabajo hacia la reserva principal.

2.1.3.8 Filtración

Cuatro filtros absolutos de 10 micrones cada uno limpian el aceite retornándolo desde el depósito hacia la reserva Principal.

Cuatro filtros absolutos de 10 micrones cada uno limpian el aceite retornando el aceite desde el componente en prueba hacia la reserva principal.

Un filtro absoluto de la bomba de carga limpia el aceite desde la bomba de carga del sistema hidrostático.

Un filtro absoluto de 10 micrones drena la carcaza y limpia el aceite desde el drene de la carcaza del sistema hidrostático.

Dos filtros de derivación absolutos de 10 micrones cada uno, limpian el aceite desde el intercambiador de calor de la reserva principal.

2.1.3.9 Control de temperatura de aceite

Cada depósito de aceite es enfriado por intercambiadores de calor separados con un control de temperatura automático. El agua que se enfría para los intercambiadores de calor pueden ser suministrados desde un fuente de agua municipal o un sistema de enfriamiento de agua de circuito cerrado.

La temperatura de aceite en un deposito principal de 750 litros (200 Gal.) están controlados por un intercambiador de calor de aceite hacia agua y una línea de entrada de calor. Cuando se utiliza un aceite especial, la temperatura del depósito principal es controlada desde 115 hasta 125 grados Fahrenheit para simular la viscosidad del aceite por debajo de las condiciones de campo.

La temperatura de aceite en el depósito de 225 litros (60 Gal.) es controlada por un intercambiador de calor de aceite a agua con un control de temperatura automático para una eficiencia máxima del sistema hidrostático.

2.1.3.10 Capacidad del banco de pruebas

- Conexiones para transmisiones, bombas, motores, cilindros y válvulas hidráulicas.
- Potencia Principal arriba de 150 hp a 950 rpm por 60 Hz., para la rotación de transmisiones y bombas.
- Revoluciones máximas 2,500.
- El flujo de aceite probara los componentes que requieran un flujo de entrada de 55 gpm y/o presión máxima controlada hasta 6,800 psi.
- El caudal y la presión de aceite de entrada es ajustada de acuerdo a las especificaciones que requiera o indique el componente a través de uno de los dos circuitos medidores de flujo. El medidor de presión proporciona una lectura de presión usando una variable suministrada del aceite hacia el componente, y esta pueden ser usada como un medidor de flujo en un circuito cerrado. Los otros medidores proveen un circuito para leer solamente el caudal de flujo y las presiones. Ambos circuitos tienen flujo de reserva con capacidades cargables.
- El suministro de la bomba de carga compensa el aceite perdido dentro de cada bomba hidrostática o carcasa de motor. La bomba y el motor son auto contenidos en un circuito cerrado del sistema hidráulico, alimentado por una reserva de 60 galones.

- Los controles del banco de pruebas permiten al operador variar la salida de velocidad desde cero rpm hasta 2,500 rpm, rotando hacia la derecha. El circuito cerrado del sistema hidrostático sobre el banco de pruebas provee un fiable y fácil mantenimiento de la fuente de potencia.
- El aceite puede ser suministrado desde una o tres fuentes hacia el componente que será probado. El aceite presurizado puede ser suministrado desde 55 gpm de la bomba de engranajes (suministro de aceite principal) a 4 plg de la línea de succión (bomba de suministro) y a 3.5 gpm del circuito de lubricación. Dependiendo de la fuente de aceite, el banco de pruebas provee todos los requerimientos para proporcionar la prueba a los componentes hidráulicos.
- En el retorno de la bomba de suministro del sistema del tanque el aceite usado en la prueba de componentes es direccionado por debajo de la mesa del soporte de trabajo. Luego el aceite es regresado, a través de series de filtros hacia la reserva principal de 200 Gal., por las bombas de suministro las cuales están localizadas al final de la mesa de soporte de trabajo. También cualquier salida o derramamiento de aceite en la mesa de soporte de trabajo drena dentro del depósito.
- Dos bombas de suministro trabajan en combinación retornando el aceite hacia el depósito principal. Ambas bombas son controladas por un interruptor de flotador de tres posiciones. En el nivel bajo ambas bombas son apagadas. Durante la prueba, el nivel de aceite se levante a un Nivel intermedio, la bomba suministradora 1 se enciende. Finalmente si el nivel de aceite alcanza el nivel máximo la bomba suministradora 2 es girada al modo de encendido, y ambas bombas se mantienen encendidas hasta el “nivel bajo” éstas se apagarán.

El depósito de suministro de aceite tiene una capacidad de 200 galones y tiene las siguientes dimensiones:

- Longitud: 72 pulgadas
- Ancho : 54 pulgadas
- Altura: 67 pulgadas

2.1.3.11 Depósito del soporte de trabajo

El depósito del soporte de trabajo tiene una capacidad de 60 galones y tiene las siguientes dimensiones:

- Longitud: 148 pulgadas
- Ancho: 69 pulgadas
- Altura: 11 pulgadas
- Altura con el soporte del mástil principal: 93 pulgadas

2.1.3.12 Consola de control

La consola de control del banco de pruebas para componentes hidráulicos tiene las siguientes dimensiones:

- Longitud: 914 mm (36 plg)
- Ancho: 711 mm (28 plg)
- Altura: 1346 mm (53 plg)

2.1.3.13 Funcionamiento

Operación

A continuación se detallan los pasos a seguir antes de iniciar o arrancar el banco de pruebas para componentes hidráulicos para una operación diaria:

- Gire la perilla del control de potencia hacia el modo de encendido. La luz verde indicará que se encendió y esta deberá parpadear. Si la luz indicadora no parpadea, revise el botón de parada de emergencia.
- Gire el interruptor de la bomba de suministro hacia el auto ajuste y gire el interruptor del calentador hacia el modo de encendido.
- Arranque el motor eléctrico principal presionando el botón de inicio “Start”. Si el motor eléctrico no arrancara revise lo siguiente:
 - a. El botón de parada de emergencia deberá estar hacia afuera.
 - b. La luz indicadora del filtro de carga deberá estar en modo de apagado.
 - c. El interruptor del control de la bomba debe estar en la posición neutral, posición de apagado.
 - d. La luz indicadora de aceite deberá estar en modo de apagado.

NOTA: Si la luz indicadora del filtro de carga se encuentra en el modo de encendido en cualquier tiempo, el filtro de carga deberá ser reemplazado antes

de presionar el botón de reinicio. Este es un circuito de seguridad interno para asegurar que el filtro de carga hidrostático, esta sirviendo antes de comenzar de nuevo. La prueba del componente ahora puede ser completada.

MONTAJE

Figura 21. Esquema de instalación (vista planta)

Diseño de instalación

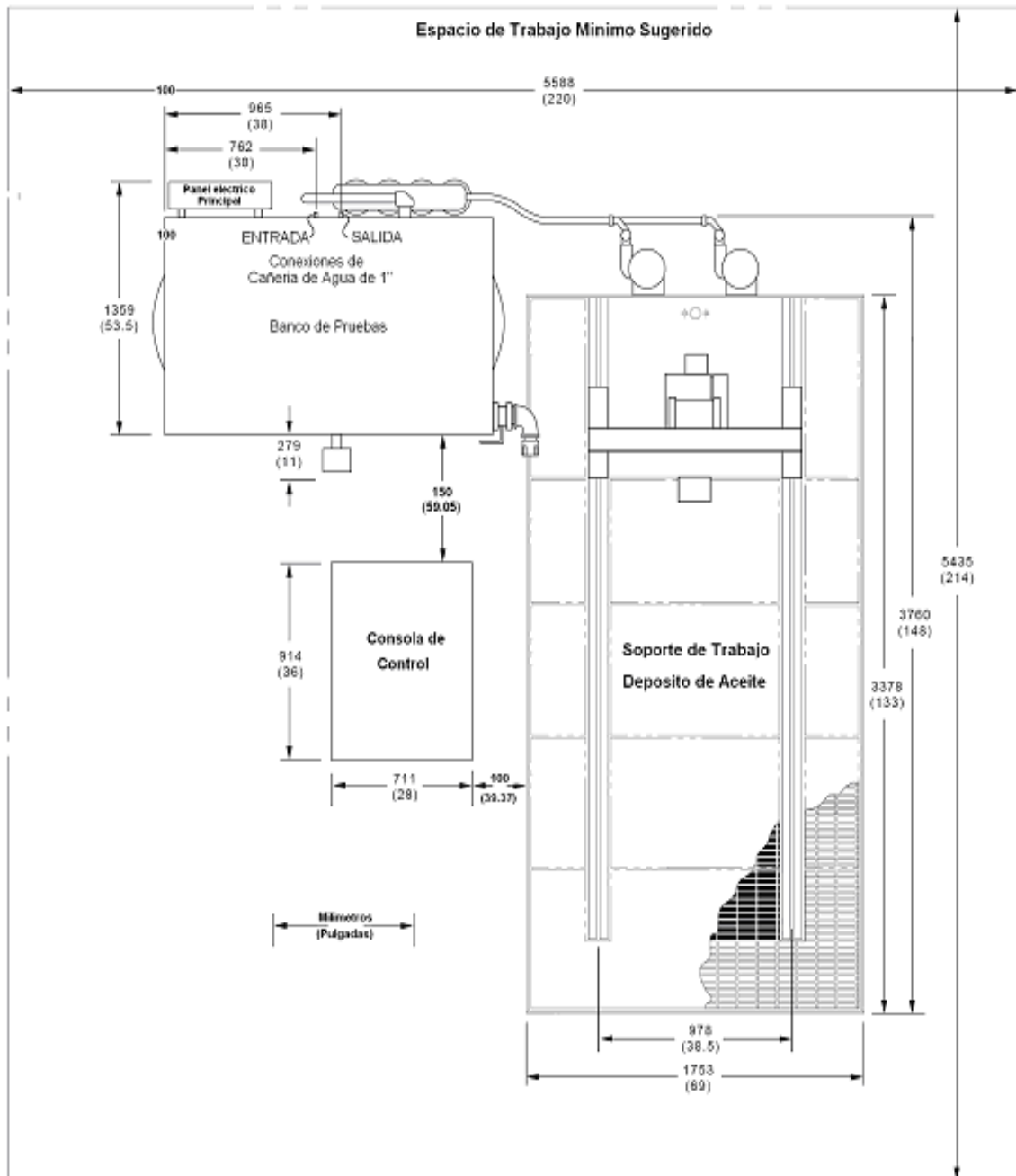
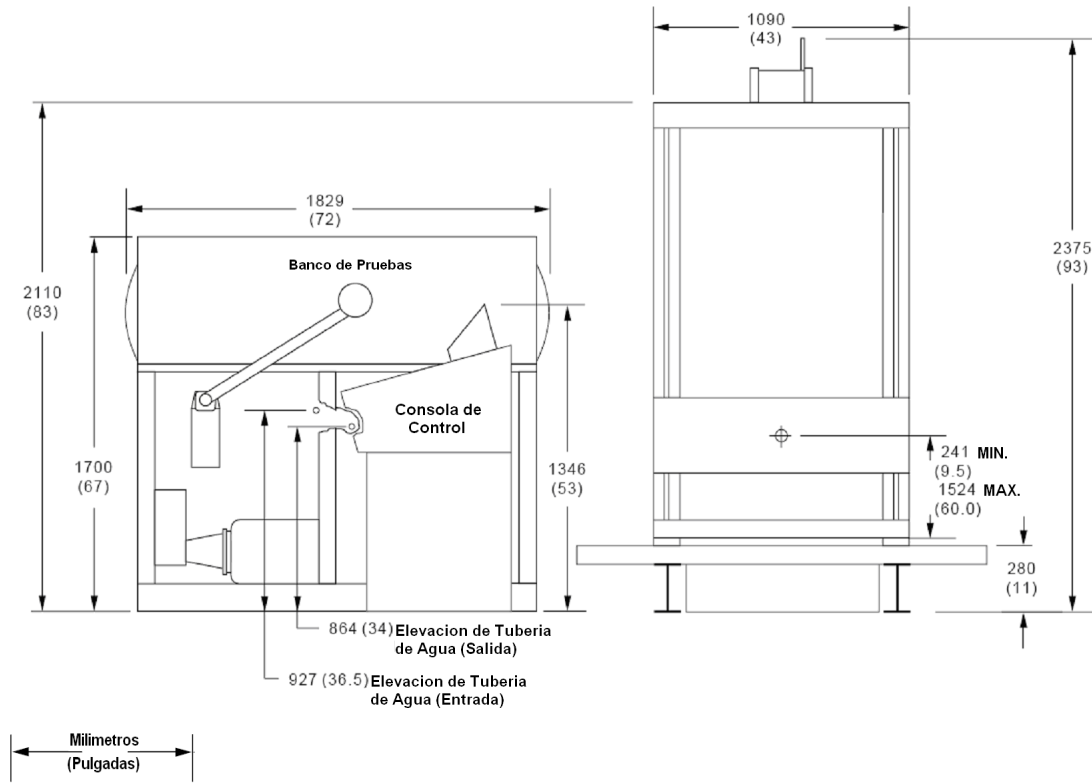


Figura 22. Esquema de instalación (vista lateral y frontal)

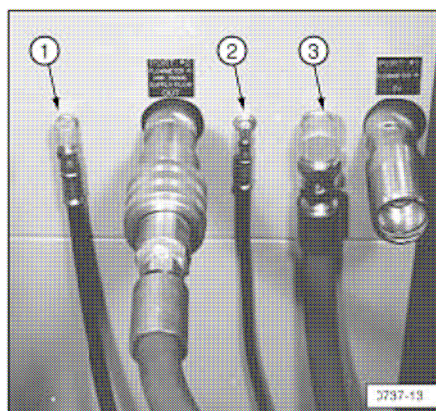


2.2 Montaje

El procedimiento de instalación es descrito detalladamente en los siguientes pasos:

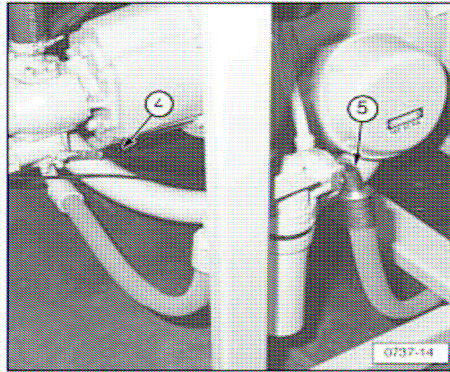
1. El banco de pruebas hidráulicas deberá ser montado sobre concreto u otra fundición estable. La ubicación exacta de los tres componentes que conforman el banco de pruebas se ajustaron de acuerdo a las necesidades de la empresa.
2. Los tornillos que aseguran el soporte de trabajo deben de sujetarse al piso.

Figura 23. Conexión de líneas hidráulicas



En la figura 23 se muestra la instalación de la siguientes líneas hidráulicas: (1) Línea de drene del aceite. Accesorio de la consola. (2) Control de la línea de presión, accesorios de conexión. (3) Línea de suministro del aceite principal, accesorios de conexión.

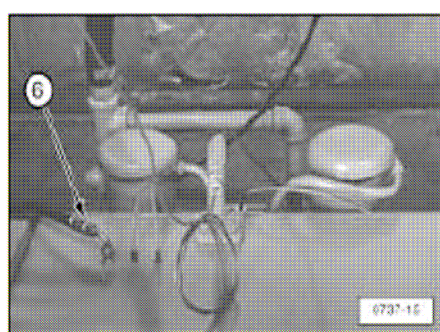
Figura 24. Líneas de presión y suministro



3. La línea de suministro de aceite principal (5) es enviada separadamente. La línea (5) esta conectada con el filtro de suministro de aceite principal y un conector (3) sobre la consola. La línea (4) de la línea de presión del control esta conectada al conector. (2) Ambas mangueras vienen desde la bomba de engranajes hidrostática ubicada en la parte trasera de la reserva hidrostática y sobre la esquina superior derecha de la consola de control.

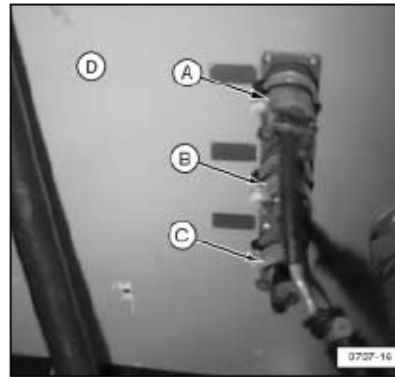
También la conexión de la línea de drene de aceite viene hacia el conector del deposito del soporte de trabajo

Figura 25. Línea de drene de aceite y conector del depósito



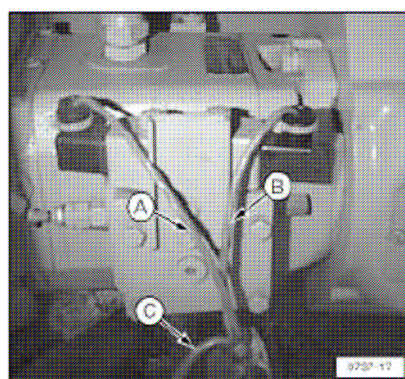
En la figura 25 se muestra la conexión de la línea de drene de aceite y el conector del deposito.

Figura 26. Conexión de líneas hacia bombas hidráulicas



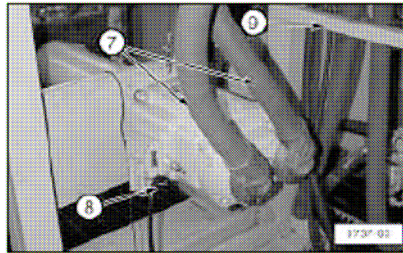
4. En la figura 26 se muestra la conexión de la señal de cables (A) y (B), el motor conecta la señal de cable (C) hacia la recepción sobre el lado trasero de la consola (D).

Figura 27. Conexión de cables eléctricos de las bombas hidráulicas



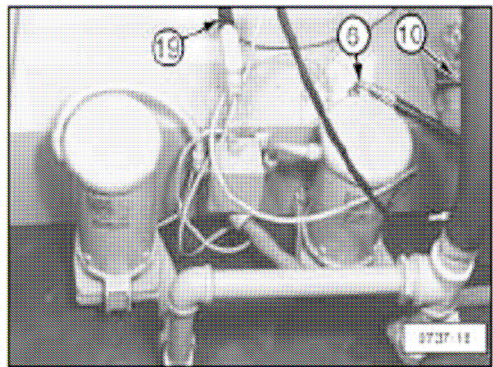
5. En la figura 27 se muestra la conexión de la bomba que conecta la señal de cables (A) y (B) hacia el solenoide de la bomba de control sobre la bomba hidrostática.

Figura 28. Conexión de líneas de suministro



6. En la figura 28 se muestra la conexión de dos líneas de suministro hacia el motor hidrostático (7). Control de señal por cable (8) y carcasa de línea de drenaje (9) desde el banco de pruebas.

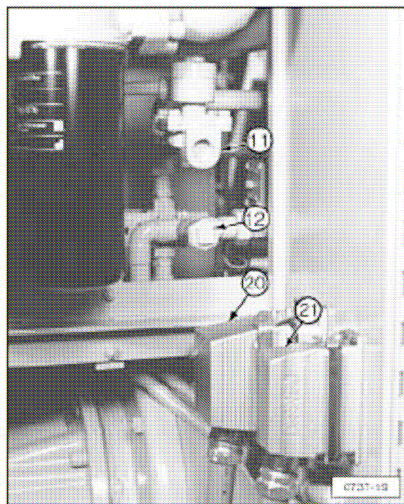
Figura 29. Líneas de aceite, drenaje y suministro.



7. En la figura 29 se muestra la conexión de la línea de la bomba de suministro (10) la cual está conectada hacia el múltiple de filtros de la bomba de suministro. La bujía es un conector de enlace magnético (19)

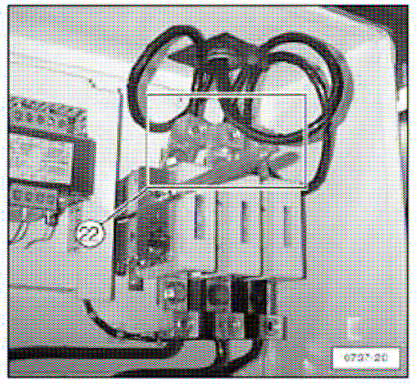
y esta asegurado mediante una tuerca. El enlace magnético esta montado sobre la tapadera del eje.

Figura 30. Entrada y salida de agua.



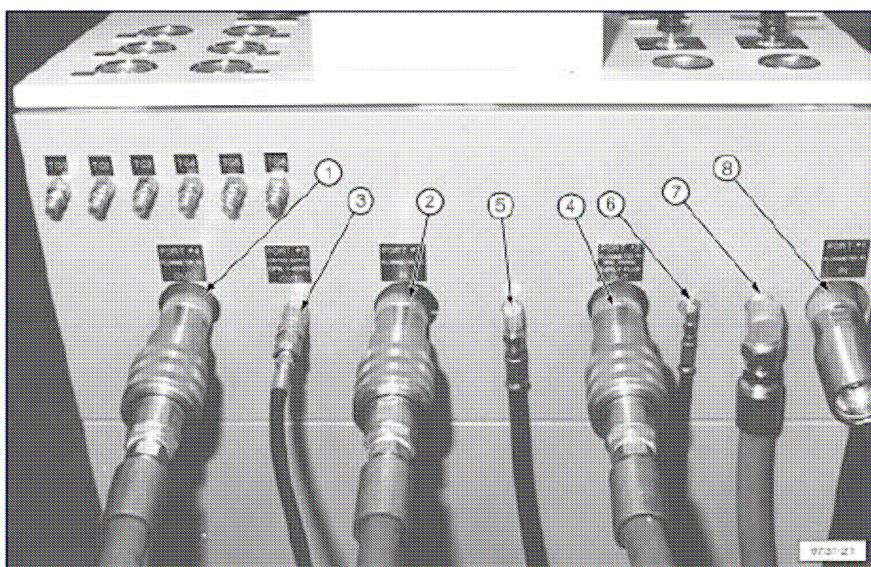
8. En la figura 30 se muestra la conexión de la entrada (10) y salida del suministro de agua (11) hacia los calentadores.
9. Conexiones eléctricas del control desde la consola de control (20) y desde el depósito del banco de trabajo (21), hacia el lado del circuito eléctrico. Enganche de los conectores presionando sobre la toma y cerrando dentro de la posición con la palanca de seguridad.

Figura 31. Actuador de conexiones eléctricas



10. La conexión principal viene del servicio eléctrico el cual lleva tres actuadores conectando (22) en la esquina superior derecha del panel eléctrico. El banco de pruebas requiere una potencia principal para ser correr a través un suministro de fusibles el cual posteriormente se desconectara.

Figura 32. Instalación de conexiones hidráulicas hacia la consola de control



1. Puerto 4 y el medidor de flujo 2 (salida): El puerto de salida es asegurado en el medidor de flujo 2. El flujo de aceite de salida puede ser medido y la presión puede ser controlada por la válvula de carga del medidor de flujo.
2. Puerto 3 y medidor de flujo 2 (entrada): El puerto de entrada engancha en el medidor de flujo 2. El aceite entrara dentro del medidor de flujo 2.
3. Puerto 5 y control de aceite y suministro de aceite: Una válvula suplementaria regula la presión de aceite para la lubricación de los cojinetes o los controles de los componentes de prueba. La presión de salida es variable ésta puede ser de cero a 300 kPa (cero a 400 psi).
4. Puerto 2 y flujo suministrado de aceite principal (salida), (medidor de flujo 1): El puerto de salida engancha en el medidor de flujo 1. El flujo de aceite de salida será medido y controlado por la presión mediante la válvula de carga del medidor de flujo 9.
5. Drene de aceite: Un control piloto para el drenado y válvulas reductoras de presión. Este aceite es drenado directamente hacia el depósito que se encuentra por debajo del banco de trabajo.
6. Línea Piloto de Control de presión: La línea piloto puede controlar los ajustes de la presión de la válvula de alivio del suministro de aceite principal de la bomba de engranes.
7. Línea de Suministro de Aceite Principal: Una entrada desde la bomba de engranes suministra 200 Lpm (55gpm) desde cero hasta 21,000 kPa (cero a 3000 psi). El aceite suministrado desde la bomba de engranes

es enviada directamente a través del medidor de flujo 1, y esta también es usada para el control y suministro de aceite lubricante para los cojinetes (puerto 5).

8. Puerto 1 y medidor de flujo 1 (entrada): El puerto de entrada engancha en el medidor de flujo 1. El enganche puede ser usado como un enganche en el medidor de flujo. El aceite viaja a través del medidor de flujo 1.

2.3 Ventajas de este equipo

La ventaja de contar con este equipo es de que las reparaciones que se realicen a las transmisiones, convertidores bombas, etc., hidráulicas, ya no se tendrán que entregarse al cliente con la confianza únicamente del técnico, es decir confiando única y específicamente en la buena reparación del componente por parte del técnico, esto incluye: Evaluación del componente antes, durante y después de la reparación, buen juicio al examinar cuidadosamente cada uno de los accesorios que conforman todo el componente, descartar todos los componentes inservibles y realizar el pedido de repuestos nuevos que reemplazaran los inservibles.

Al momento de tener reparado el componente (evaluado y armado por el técnico), se procede a la prueba del mismo en el banco de pruebas para verificar técnicamente que el funcionamiento del mismo quedo en óptimas condiciones y así la empresa pueda entregarle con una plena confianza del componente reparado con una certeza del 100% de que el mismo no fallará, y desempeñará con una eficiencia impecable, como si el componente saliera de la fábrica y no del área de reparación.

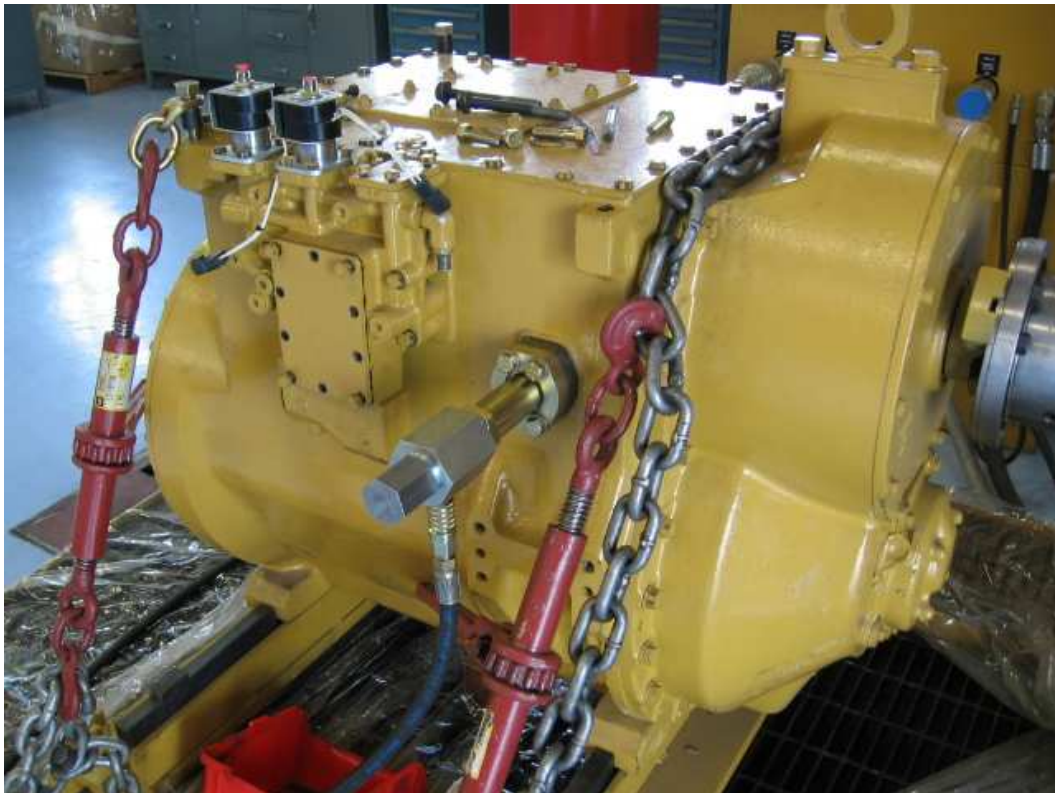
3 PRUEBA DE EQUIPO HIDRÁULICO

3.1 Ejemplo de prueba de una transmisión hidráulica

3.1.1 Características de la transmisión

La transmisión que a continuación se evaluara tiene las siguientes características:

Figura 33. Transmisión montada en el banco de pruebas



- Pertenece a un Tractor de cadena el cual realiza un trabajo extremadamente pesado y capaz de desarrollar una potencia para que sea rápida, efectiva y pueda trabajar lo mejor y lo más rápidamente posible.
- Esta transmisión tiene seis velocidades, las cuales son: Tres hacia delante (de avance) tres hacia atrás (retroceso) y una posición neutral, los cuales son acopladas mediante discos.

En la siguiente tabla se indican las presiones de acuerdo a cada velocidad recomendadas por el fabricante que debe de tener la transmisión.

Tabla II. Valores según el fabricante

TABLA DE MEDICIÓN DE PRESIONES DE EMBRAGUES DE TRANSMISIÓN						
Chequeo de Presión Final		Velocidad de salida: (2150 rpm) Temperatura: 49°C Flujo de Entrada: (50 gpm)				
Embragues		No.1	No.2	No.3	No.4	No.5
Posición de Velocidad	Embrague Enganchado	Presión (1)	Presión (1)	Presión (1)	Presión (1)	Presión (2)
NEUTRAL				390 psi		
Velocidad 1	2 y 5		450 psi			410 psi
Velocidad 2	2 y 4		450 psi		440 psi	
Velocidad 3	2 y 3		450 psi	425 psi		
Reversa 3	1 y 3	435 psi		425 psi		
Reversa 2	1 y 4	430 psi			430 psi	
Reversa 1	1 y 5	430 psi				410 psi

(1) La tolerancia es de ± 15 psi.
(2) La tolerancia es de ± 30 psi.

3.1.2 Diagnóstico de la reparación

Los resultados que se obtuvieron en la prueba de esta transmisión se especifican en el formato siguiente:

Tabla III. Valores reales de la prueba realizada (presión vrs. velocidad)

TABLA DE MEDICIÓN DE PRESIONES DE EMBRAGUES DE TRANSMISIÓN						
Chequeo de Presión Final		Velocidad de salida: (2130 ± 30 rpm) Temperatura: 50°C Flujo de Entrada: (50 ± 0.25 gpm)				
Embragues		No.1	No.2	No.3	No.4	No.5
Posición de Velocidad	Embrague Enganchado	Presión (1)	Presión (1)	Presión (1)	Presión (1)	Presión (2)
NEUTRAL				390 psi		
Velocidad 1	2 y 5		450 psi			410 psi
Velocidad 2	2 y 4		450 psi		440 psi	
Velocidad 3	2 y 3		450 psi	425 psi		
Reversa 3	1 y 3	435 psi		425 psi		
Reversa 2	1 y 4	430 psi			430 psi	
Reversa 1	1 y 5	430 psi				410 psi

(1) La tolerancia es de ± 15 psi.

(2) La tolerancia es de ± 30 psi.

Procedimos a realizar un diagnóstico en la máquina puesto que presentaba pérdida de potencia. Se diagnosticaron todos los sistemas relacionados con la pérdida de potencia (sistema hidráulico, motor, y tren de potencia), posteriormente a la prueba efectuada llegamos a la conclusión que en el sistema de tren de potencia radicaba el mal funcionamiento, determinando específicamente que el componente caja de velocidad o transmisión presentaba una deficiencia en la parte hidráulica y mecánica de la misma.

Para tomar la determinación que fallo la parte hidráulica se procedió a tomar presiones hidráulicas de la misma, resultado que comparamos con lo especificado según el manual de servicio de la máquina, presiones que se encontraban bajas de lo especificado.

Para tomar la determinación que falló la parte mecánica se procedió a efectuar una prueba de análisis de aceite de cuenta partículas y abrir los filtros para verificar si existían partículas visibles de desgaste de componentes internos, derivado de estas pruebas el cuenta partículas y la inspección visual de los filtros nos indicaron que los componentes internos presentan desgaste anormal basado en especificaciones del fabricante.

Se procedió a remover la transmisión de la máquina y éste fue trasladado al taller para su respectiva reparación.

3.1.3 Reparación realizada

Al tener la transmisión montada en el banco de reparación en el taller, el técnico procedió al desarmado del componente pieza por pieza, las cuales eran evaluadas minuciosamente una por una. Al evaluar completamente el componente se pudo observar que algunos componentes internos presentaban un desgaste fuera de lo normal, esto se pudo corroborar midiendo los componentes y comparándolos de acuerdo a las dimensiones permisibles que indica el fabricante. El diagnóstico del técnico al tener desarmado totalmente el componente fue de que las velocidades de la transmisión no conectaban debido a que los discos y platos de fricción de velocidades se encontraban con un desgaste excesivo, lo cual no permitía una buena conexión ya que los mismos

se deslizaban entre ellos, esto fue derivado a la falla en los sellos de pistón que tiene cada velocidad.

La reparación de la transmisión se dedujo en base a las pruebas realizadas (hidráulicas y mecánicas) cuando este componente aún se encontraba instalado sobre la máquina. Al momento de tener todos los componentes nuevos que se solicitaron los cuales suplementarán a los repuestos defectuosos o inservibles. Se procedió con el reemplazo de los mismos, empezando con los discos y platos de fricción ya que estos eran los que presentaban un desgaste excesivo, anormal, según especificaciones que indica el manual de fabrica sección “Pruebas y Ajustes”, así como los sellos de pistones, cojinetes dañados, estos últimos componentes también presentaban un desgaste en su superficie pero este desgaste fue debido por dos agentes: Un agente fue la fricción y el otro agente fue el sedimento que se encontró alojado en las paredes de la transmisión.

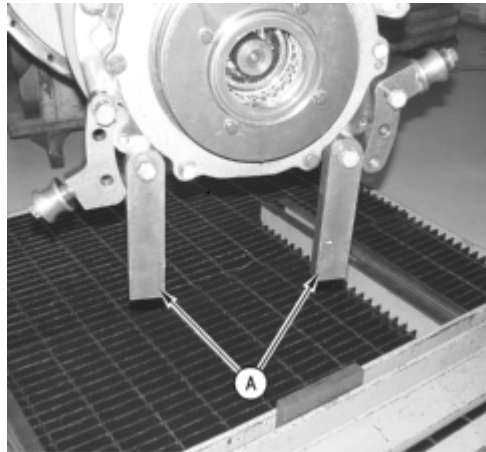
Seguidamente, se procedió a realizar al ensamblado de la transmisión pieza por pieza, donde cada pieza fue lubricada e instalada una por una teniendo el mayor cuidado posible, esto debido a que si se coloca un disco en o un plato en forma inadecuada o en mala posición, el componente en este caso la transmisión, al momento de la prueba los componentes internos podrían sufrir daños irreparables.

Ya teniendo lista la transmisión armada completamente y estando seguros de que tanto la reparación como el ensamblaje de la misma se realizo excelentemente, se procedió a trasladar el componente del banco de desarmado y armado al Banco de Pruebas Hidráulicas para realizar la respectiva prueba y así corroborar de manera técnica y eficientemente que la reparación de la transmisión fue un éxito.

3.2 Prueba de transmisión en el banco de pruebas hidráulicas

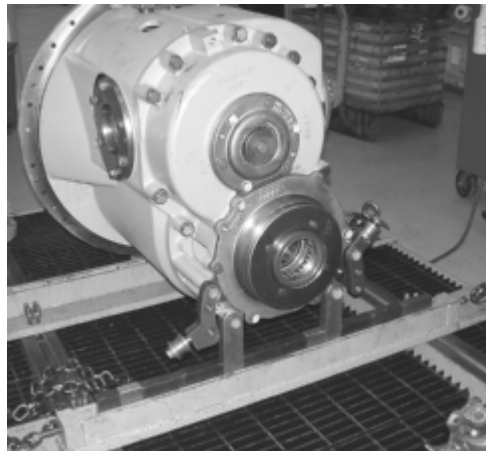
3.2.1 Conexiones de la transmisión para la prueba.

Figura 34. Montaje de transmisión sobre soporte



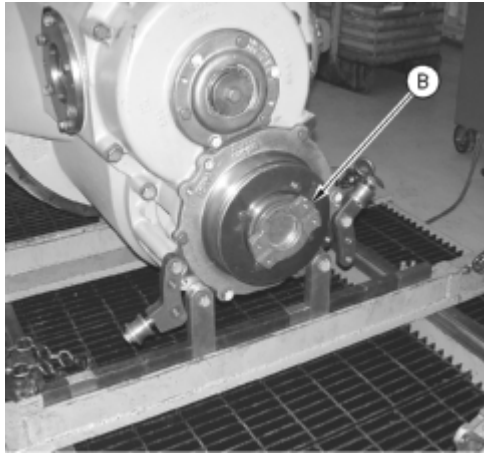
1. Instale la herramienta (A) al final de la entada de la transmisión, como se muestra.

Figura 35. Aseguramiento de transmisión



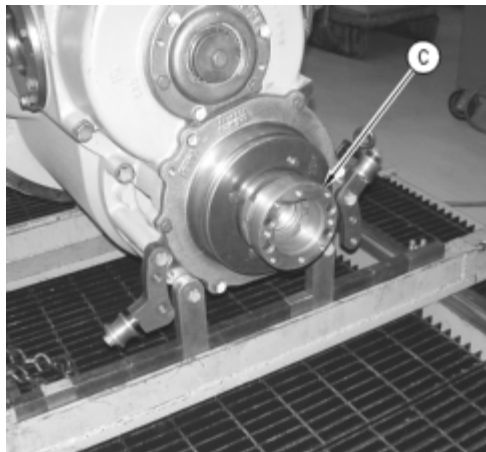
2. Utilice un polipasto para instalar la transmisión sobre el banco de pruebas. El peso de la transmisión es de aproximadamente 3,315 libras.

Figura 36. Colocación de herramienta de unión.



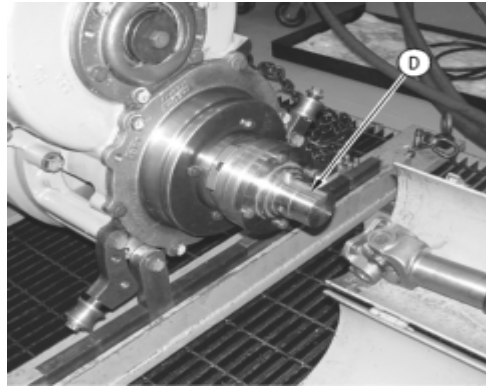
3. Instale la herramienta (B) como se muestra.

Figura 37. Instalación de acople



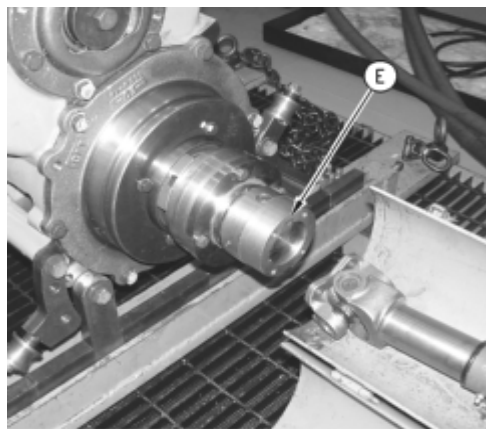
4. Instale la herramienta (C) sobre la herramienta (B)

Figura 38. Instalación de eje de unión



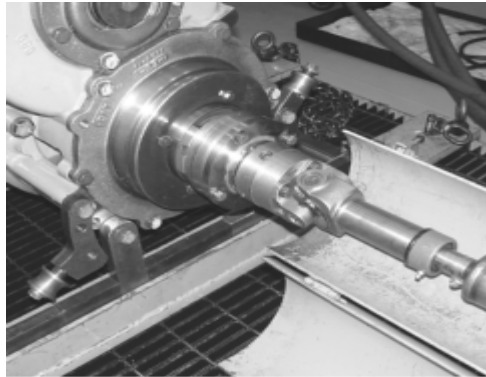
5. Instale la herramienta (D) sobre la herramienta (C).

Figura 39. Instalación de camisa protectora



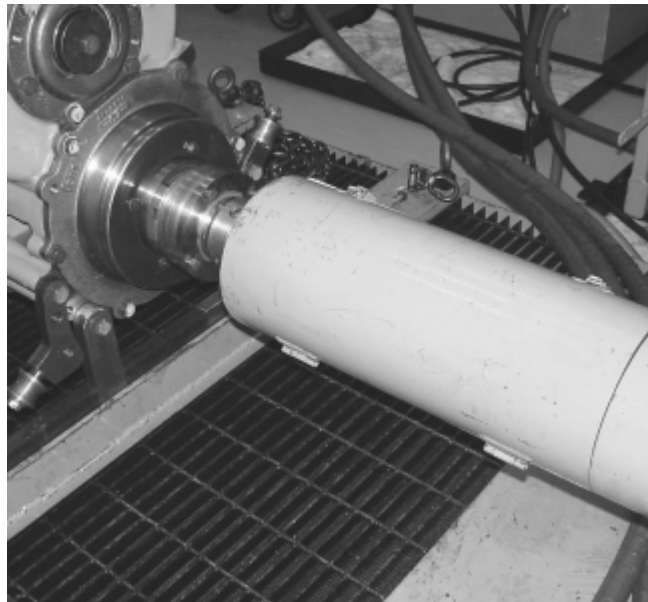
6. Instale la herramienta (E) sobre la herramienta (D).

Figura 40. Acoplamiento de eje cardán



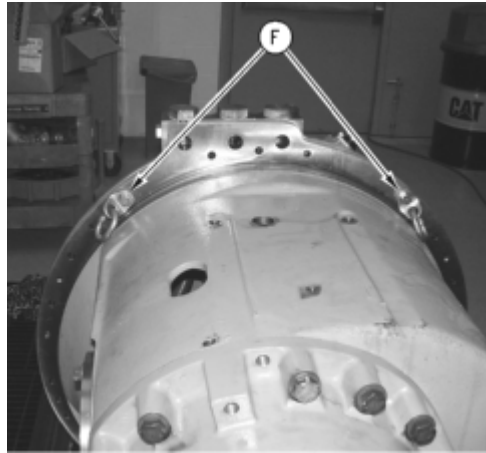
7. Instale la herramienta montada sobre la entrada del eje principal, como se muestra

Figura 41. Colocación de camisa protectora



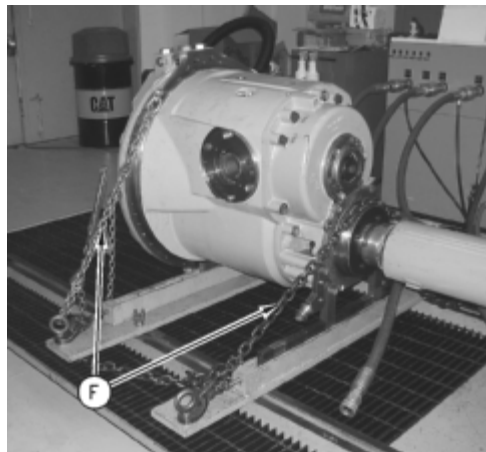
8. Alinee la transmisión hacia la entrada del eje principal.

Figura 42. Colocación de ganchos de levante



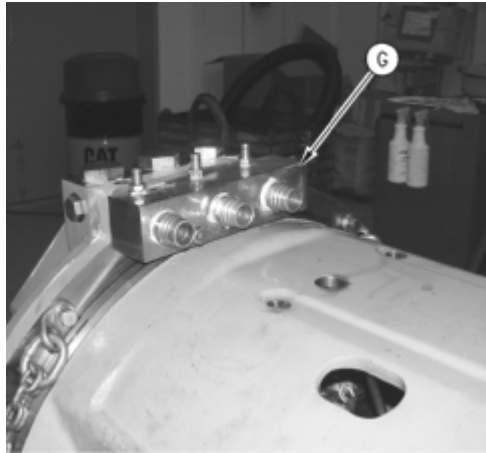
9. Coloque la herramienta (F), como se muestra.

Figura 43. Aseguramiento de transmisión con cadenas



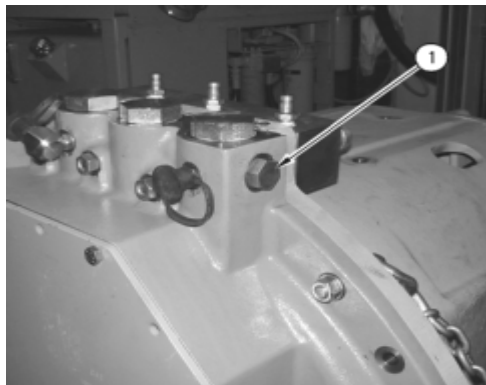
10. Instale la guarda protectora del eje principal y sujete la transmisión con las cadenas (F) para prevenir movimiento durante la prueba.

Figura 44. Instalación de banco hidráulico



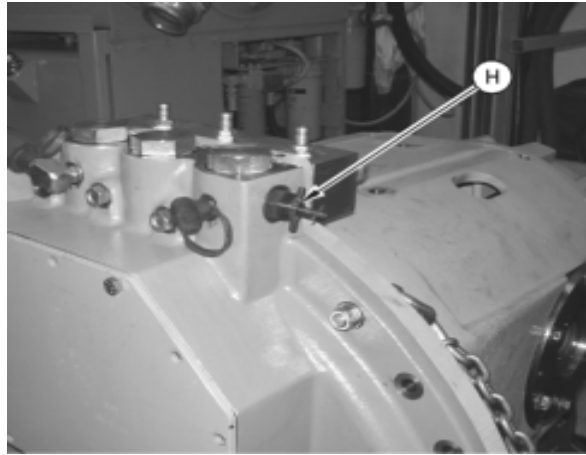
11. Instale la herramienta (G) sobre la transmisión.

Figura 45. Aseguramiento de control hidráulico



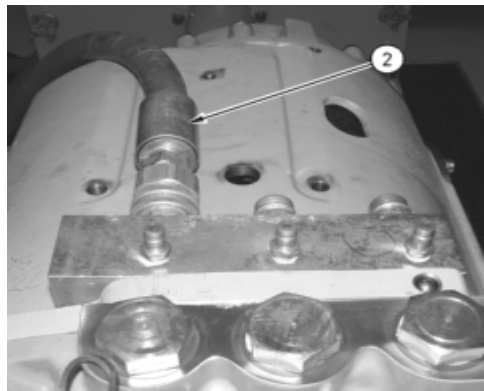
12. Asegúrese de apretar todos los tornillos (I) sobre la base del banco de pruebas.

Figura 46. Instalación de tapones protectores



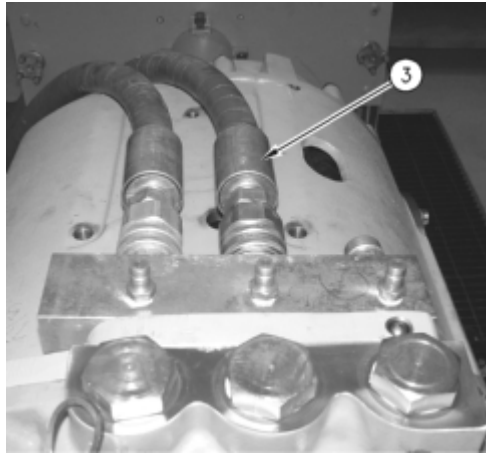
13. Instale la herramienta (H) en la carcasa de la transmisión.

Figura 47. Conexión de manguera hidráulica



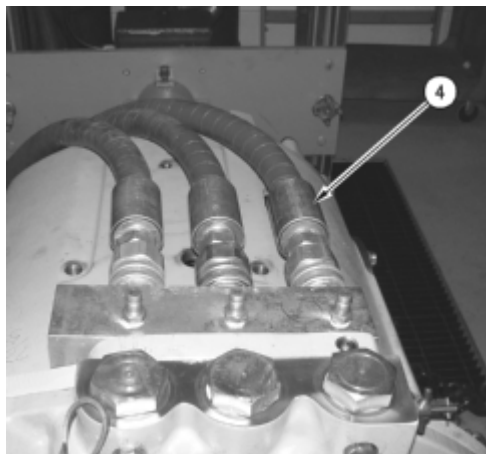
14. Conecte las mangueras ensambladas (2) desde el medidor de flujo presurizado hacia la herramienta (G).

Figura48. Conexión de manguera hidráulica



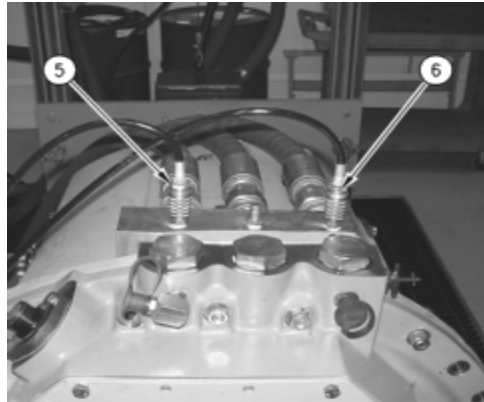
15. Conecte las mangueras ensambladas (3) desde el medidor de flujo 2 en la entrada de la herramienta (G).

Figura 49. Conexión de manguera hidráulica



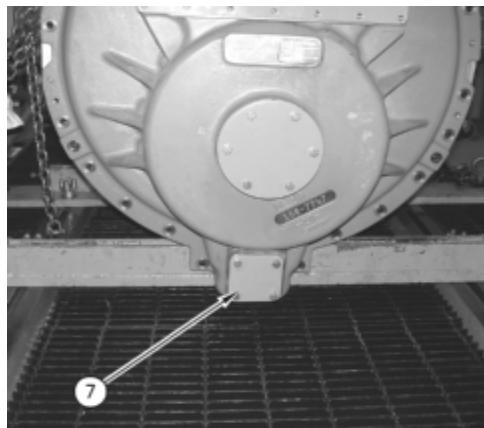
16. Conecte las mangueras ensambladas (4) desde el medidor de flujo 2 hacia la herramienta (G).

Figura 50. Instalación de manómetros



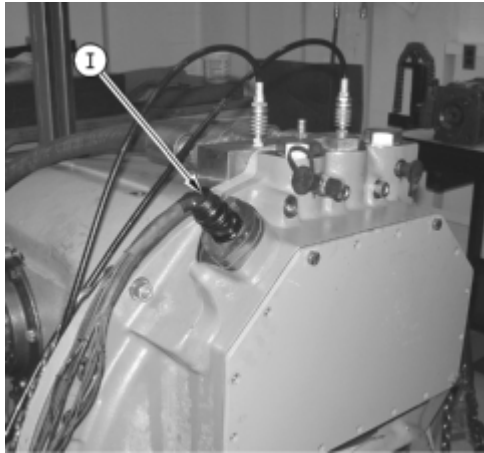
17. Conecte los manómetros de presión (5) hacia la llave de presión por la presión de lubricación de la transmisión. Conecte el manómetro de presión (6) hacia la llave de presión por la válvula de alivio principal de la transmisión (presión de suministro principal), (6) presión de lubricación de transmisión.
18. Conecte el manómetro de presión (5) hacia la herramienta (G)
19. Conecte el manómetro de presión (6) hacia la herramienta (G)

Figura 51. Remoción de plato cobertor



20. Remueva el plato cobertor (7).

Figura 52. Conexión de conector eléctrico



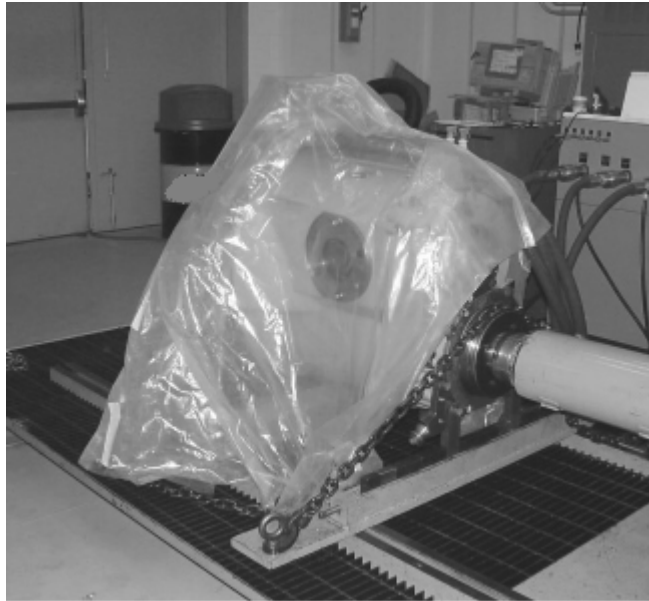
21. Conecte la herramienta (I) hacia la transmisión.

Figura 53. Conexión de sensor eléctrico



22. Conecte la Herramienta (I) hacia la ubicación recomendada, como se muestra.

Figura 54. Protección de transmisión



23. Cubra la transmisión. Use un cobertor limpio conveniente.

3.2.2 Procedimiento de prueba

3.2.2.1 Prueba de solenoide:

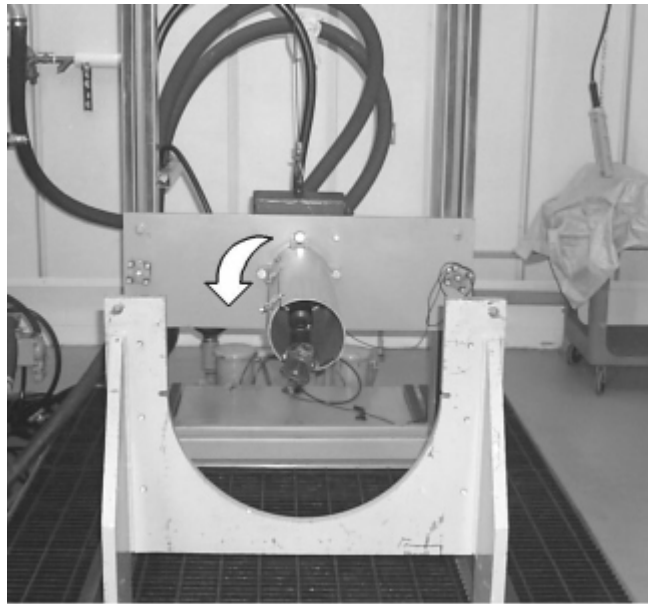
1. Asegúrese que el arnés este propiamente conectado.
2. Grabe los valores en la Tabla IV.

3.2.2.2 Revisar el encendido:

1. Si se utiliza un aceite SAE 10W, la temperatura del aceite deberá ser de 50° C (125° F). Si se utiliza aceite Mobil DTE11, la temperatura del aceite deberá ser de 34° C (95° F). Esta temperatura debe mantenerse durante la prueba.

2. Ajuste la entrada del flujo a 17.25 ± 0.25 gpm.
3. Revisar la presión de suministro. La presión de suministro correcta es de 438.0 ± 10.2 psi.

Figura 55. Vista del eje de rotación



4. Encender el suministro de agua de enfriamiento. Con la transmisión en la posición de NEUTRAL, rote el eje de entrada en dirección contra a las agujas del reloj. Ajuste la entrada de rotación a 700 ± 30 rpm.
5. Cambie la transmisión por todas la direcciones y por todos los rangos de velocidad para eliminar el aire desde los controles de la transmisión.
6. Cambie la transmisión hasta que todos los embragues estén llenos consistentes.

7. La presión de lubricación deber estar entre 2.5 psi y 5.1 psi para continuar.
8. Grabe los valores en la tabla III.

3.2.2.3 Revisando fugas de los embragues:

1. Ajuste la entrada del flujo a 5 ± 0.25 gpm.
2. Ajuste la entrada de rotación a $2,130 \pm 30$ rpm en la posición NEUTRAL.
3. La presión del lubricante debe ser menor a 18 psi.
4. Chequear la presión de suministro. La presión de suministro correcta deber ser de 470 ± 30 psi.
5. Ajustar la entrada de rotación a 700 ± 30 rpm.
6. Cambie la transmisión hacia la velocidad 1.
7. Ajuste la entrada de rotación a $2,100 \pm 30$ rpm en la posición NEUTRAL.
8. Grabe los datos de entrada y salida del flujo en la tabla IV.
9. La fugas son obtenidas mediante la sustracción del flujo de salida desde el flujo de entrada.
10. Ajuste la rotación de entrada a 700 ± 30 rpm.
11. La diferencia en fugas entre el segundo y tercer engrane no debería exceder de 0.6 gpm.
12. La diferencia en fugas entre el primer engrane y todos los demás no debería de exceder de $1.8 \pm .08$ gpm.,

3.2.2.4 Revisando el circuito de lubricación:

1. Ajuste la entrada del flujo hasta que el flujo sea de 20 ± 0.2 gpm.
2. Ajuste la rotación de entrada a 700 ± 30 rpm.

3. Cambie la velocidad de la transmisión hacia la velocidad de avance 2.
4. Ajuste la rotación de entrada hacia $2,100 \pm 30$ rpm.
5. La presión de lubricación debe estar entre 1.3 psi del promedio para el arreglo de esta transmisión.
6. Grabe los datos obtenidos en la tabla IV.

Ya instalada la transmisión en el banco de pruebas hidráulicas se procedió a acoplarle todas las tomas rápidas para medir presiones, los acoples que sirven para poderle suministrar aceite hidráulico, sensores de velocidad (rpm), sensores de cambio de velocidades.

La transmisión se acoplo al eje de la torre de movimiento (simulador de motor de combustión), para que este al momento de girar también hiciera girar los componentes internos de la transmisión.

Se procedió a encender el Banco de Pruebas, liberando fluido hidráulico hacia el componente, aumentando gradualmente las revoluciones hasta alcanzar la temperatura indicada por el manual de servicio del componente, al tener las revoluciones y la temperatura indicadas se procedió a realizarse los cambios de velocidad una por una para comprobar electrónicamente el funcionamiento de cada una de las velocidades.

3.2.2.5 Prueba de sensor de velocidad

La transmisión tiene cuatro sensores de velocidad que deben ser probados. Hay dos sensores de velocidad intermedios y dos sensores de velocidad de salida. Es muy importante identificar cada sensor de velocidad.

Pasos a seguir para probar los sensores de velocidad:

1. Ajustar el flujo de entrada a 17.25 ± 0.25 gpm.
2. Ajustar la entrada de rotación a 700 ± 5 rpm.
3. Cambie a velocidad 1 la transmisión.
4. Conecte la herramienta (I) (amperímetro) hacia la herramienta (H).
5. Use la herramienta (I) para medir la señal del voltaje del sensor. Mida cada sensor de velocidad.
6. Grabe los valores en la tabla IV.
7. El voltaje mínimo podría ser 2.8 Vrms por los cuatro sensores de velocidad.

3.3 Ajustes

Al momento de tener colocada la transmisión en el banco de pruebas hidráulicas y en el momento de la prueba se pudo observar que necesitaba algunos ajustes, estos se dieron en lo siguiente:

Válvula de Alivio: Ya que la presión que le llegaba no era la suficientemente necesaria para poder abrir la válvula.

Sensor de Velocidad Neutral: Se procedió a detener la prueba y se reviso detenidamente el sensor y se pudo constatar que el mismo estaba defectuoso por lo que se procedió a cambiarlo, este sensor es el que se encarga de enviar la señal hacia la válvula que realiza el cambio de velocidad, ya que según nos dimos cuenta en la prueba este sensor no estaba desempeñando su trabajo.

Seguidamente, se procedió a realizar nuevamente la prueba y se pudo observar que la transmisión trabajo de una manera óptima y eficiente, no hubo necesidad de más ajustes ni de paradas innecesarias.

3.4 Resultados

Los resultados que a continuación se detallaran en la presente tabla, son los tomados durante la prueba de la transmisión, y se pudo observar que los mismos están en el rango permisible de operación según el manual del fabricante de la transmisión.

Tabla IV. Resultados reales de la prueba realizada (fluido vrs. velocidad)

Hoja de prueba de datos del banco de pruebas hidráulicas							
No. Orden de Trabajo:	51045	Modelo de la Máquina:	D10R	Serie de la Máquina:	AKT		
Nombre del cliente:	AGREGADOS DE GUATEMALA						
Chequeo de Velocidades y/o Embragues	Velocidad de Salida: (1900 ± 30 rpm)						
	Entrada de Flujo 97 ± 1.0 l/min. (25.85 ± 0.26 gpm)		" 26 gpm "				
	Presión de Suministro 3000 ± 70 kPa (435 ± 10 psi)		" 440 psi "				
	Rango de Lubricación debería ser: 200 kPa (29 psi) y 230 kPa (33.4 psi)		Presión a Trabajar: " 31 psi."				
No. de Velocidad	1F	2F	3F	3R	2R	1R	N
Entrada de Flujo	48.93	48.80	48.75	48.48	48.55	48.40	48.48
Salida de Flujo	42.74	44.66	44.70	44.55	43.84	41.48	43.60
Fuga de Presión	6.19	4.14	4.05	3.93	4.71	6.92	4.88
Promedio de Distribución	45.83	46.73	46.72	46.51	46.19	44.94	46.04
Adonias Pirir				Ubaldo García.			
TÉCNICO				SUPERVISOR			

4 IMPLEMENTACIÓN DE FORMATOS

4.1 Formatos

Los formatos son cuadros donde en ellos se llevaran de una manera segura, ordenada, y estadísticamente para el control de cada una de las pruebas realizadas a cada componente reparado. También se podrá llevar un control del estado físico y mecánico del banco de pruebas hidráulicas diariamente para que este se encuentre siempre en buenas condiciones y así optimizar la vida útil del mismo. Los formatos básicos que son necesarios a utilizar se describen a continuación:

4.1.1 Revisiones del banco de pruebas hidráulicas

Estos formatos se dividen en dos; formato de inspección diaria y formato de control de mantenimiento de fluidos y filtros. El primero se utiliza para realizar el chequeo del estado físico en el que se encuentra el banco de Pruebas Hidráulicas diariamente, en cuanto a la limpieza del mismo y sus accesorios, estado de manómetros, indicadores de luz, mangueras limpias en buen estado, boquillas tapadas, etc., así como su entorno, que éste se encuentre libre de componentes pequeños ajenos al banco de pruebas. Donde se califica el estado del mismo, como excelente (√), requiere inmediata atención (x), necesita mejorar y/o remplazarse (o), y cualquier observación, ver formato I.

Tabla V. Lista de chequeo, inspección diaria

BANCO DE PRUEBAS HIDRÁULICAS						
Lista de chequeo / Inspección diaria					Fecha:	
No.	Descripción	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
1	Está limpia el Área y sus alrededores?					
2	Está Limpio el Sumidero y la mesa de Trabajo?					
3	Está limpio el Panel de Control?					
4	Están todas las luces de los indicadores Trabajando?					
5	Están todos los manómetros en buen estado?					
6	Está el nivel de aceite aceptable?					
7	Están los gabinetes limpios y ordenados?					
8	Están las mangueras en su lugar y tapadas en la boquilla?					
9	Está colocado el reporte ISO actual?					
10	Existe wipie u otro material sobre el banco de pruebas?					
Observaciones:						
<p>Nota: Cada día de la semana marque cualquiera de los siguientes símbolos un (√), (X), or (O) en cada casilla de acuerdo al día que esta revisando.</p> <p>√----- Excelente</p> <p>X----- Requiere inmediata atención</p> <p>O----- Necesita Mejorar y/o reemplazarse</p>						
<p>_____ Nombre de la Persona Responsable de la Revisión</p>			<p>_____ Firma de la Persona encargada de la revisión</p>			

Tabla VII. Hoja de apertura de órdenes de trabajo

AUTORIZACIÓN PARA APERTURA DE ÓRDEN DE TRABAJO DE COMPONENTES

NÚMERO DE ORDEN DE TRABAJO: _____ FECHA: _____
 NOMBRE DEL CLIENTE O EMPRESA: _____

MARCA: _____ MODELO: _____ SERIE: _____

REPARACIÓN EVALUACIÓN PRUEBA EN BANCO

SEGMENTOS DE TRABAJO:	CENTRO DE COSTO
1 _____	_____
2 _____	_____
3 _____	_____
4 _____	_____
5 _____	_____
6 _____	_____
7 _____	_____
8 _____	_____
9 _____	_____
10 _____	_____

* Si se solicita elaborar un presupuesto real después de la prueba y este no es autorizado, se cobrara el valor de la evaluación, prueba en el banco de pruebas y elaboración del presupuesto según tarifa y/o tiempo invertido

* La persona que autoriza la apertura de la orden de trabajo se responsabiliza por el pago para la cancelación de la factura.

* después de 60 días no nos responsabilizamos por componentes olvidados o abandonados que hayan sido reparados o cuya reparación no haya sido autorizada.

 NOMBRE

 CARGO

 FIRMA

Original: File.

Copia: Cliente.

4.1.3 Informes y recomendaciones de pruebas

En general este formato permite informar de las eventualidades ocurridas con base a temperaturas obtenidas durante la prueba, con lo que nos permite saber si existe algún tipo de falla como fugas, ruidos, niveles de aceite u otro. Se anotaran todas las observaciones y comentarios concernientes a la prueba del componente.

Tabla VIII. Informe y recomendaciones durante la prueba

INFORME Y RECOMENDACIONES DURANTE LA PRUEBA			
PRESIONES			
BOMBA HIDRÁULICA		PSI	
EMBRAGUES DE VELOCIDAD HACIA ADELANTE			
1ra.		2da.	
		3ra.	
			PSI
REVERSA			
1ra.		2da.	
		3ra.	
			PSI
LUBRICACIÓN DE TRANSMISIÓN			
			PSI
ENTRADA DEL CONVERTIDOR			
			PSI
SALIDA DEL CONVERTIDOR			
			PSI
EMBRAGUE DE DIRECCIÓN:			
DERECHA:		IZQUIERDA:	
			PSI
REFORZADOR FRENOS:			
DERECHO:		IZQUIERDO:	
			PSI
OTROS: 			
TEMPERATURAS			
TRANSMISIÓN Y LUBRICACIÓN	° F		FRENOS
SALIDA DEL CONVERTIDOR	° F		RETARDADOR
SALIDA ENFRIADOR DE ACEITE	° F		° F
OBSERVACIONES: (FUGAS, RUIDOS, NIVELES, OTROS), ESPECIFIQUE.			
COMENTARIOS:			
EVALUACIÓN REALIZADA POR: 			
NOMBRE		FIRMA	
FECHA:			

4.1.4 Registros de pruebas

Estos formatos nos ayudan a controlar de una manera ordenada y eficiente los resultados de cada prueba realizada en el banco de pruebas hidráulicas.

El primer formato indicará como se comporta cada embrague, mediante una velocidad de salida, entrada de flujo, presión de suministro y rango de lubricación, todos estos constantes. Teniendo estos valores constantes nos revelara si existe alguna fuga de presión interna en el componente, de ser así se debe de desarmar nuevamente el componente y revisar detenidamente que cada componente este bien colocado en el lugar que le corresponde.

Tabla IX. Registro de datos para la prueba en el banco de pruebas hidráulicas

Hoja de prueba de datos del banco de pruebas hidráulicas							
No. Orden de Trabajo:		Modelo de la Máquina:			Serie de la Máquina:		
Nombre del cliente: AGREGADOS DE GUATEMALA							
Chequeo de Velocidades y/o Embragues	Velocidad de Salida: (1900 ± 30 rpm)						
	Entrada de Flujo 97 ± 1.0 l/min. (25.85 ± 0.26 gpm) Presión de Suministro 3000 ± 70 kPa (435 ± 10 psi) Rango de Lubricación debería ser: 200 kPa (29 psi) y Presión a Trabajar: 230 kPa (33.4 psi)						
No. de Velocidad	1F	2F	3F	3R	2R	1R	N
Entrada de Flujo							
Salida de Flujo							
Fuga de Presión							
Promedio de Distribución							
_____ Adonias Pirir TÉCNICO				_____ Ubaldo García. SUPERVISOR			

El siguiente formato es el que se utilizará para registrar los datos obtenidos de la prueba del componente en el banco de pruebas.

Los datos que se muestran en la siguiente tabla, son los valores en los cuales deben de oscilar los resultados obtenidos de la transmisión en el banco de pruebas, estos datos fueron obtenidos del manual del fabricante de la transmisión.

Para medir la velocidad de avance 1 es necesario tener presión en los embragues 2 y 5, para medir la velocidad de avance 2 es necesario tener presión en los embragues 2 y 4, para medir la velocidad de avance 3 es necesario tener presión en los embragues 2 y 3. Para la velocidad de reversa 3 es necesario tener presión en los embragues 1 y 3, para la velocidad de reversa 2 es necesario tener presión en los embragues 1 y 4, para la velocidad de reversa 1 es necesario tener presión en los embragues 1 y 5.

Tabla X. Medición de presiones de embragues de transmisión (teórica)

TABLA DE MEDICIÓN DE PRESIONES DE EMBRAGUES DE TRANSMISIÓN

Chequeo de Presión Final		Velocidad de salida: (2150 rpm) Temperatura: 49°C Flujo de Entrada: (50 gpm)				
Embragues		No.1	No.2	No.3	No.4	No.5
Posición de Velocidad	Embrague Enganchado	Presión (1)	Presión (1)	Presión (1)	Presión (1)	Presión (2)
NEUTRAL						
Velocidad 1	2 y 5		438 psi			450 psi
Velocidad 2	2 y 4		438 psi		438 psi	
Velocidad 3	2 y 3		438 psi	438 psi		
Reversa 3	1 y 3	438 psi		438 psi		
Reversa 2	1 y 4	438 psi			438 psi	
Reversa 1	1 y 5	438 psi				440 psi

(1) La tolerancia es de \pm 15 psi.

(2) La tolerancia es de \pm 30 psi.

4.2 Beneficios

Los beneficios están enfocados a la satisfacción de cliente y en la empresa reducirá reclamos de garantía por falla en reparaciones.

4.2.1 Beneficios para la empresa

La implementación del banco de pruebas hidráulicas beneficiara a la empresa en:

- El taller tendrá el equipo adecuado para determinar que las transmisiones reparadas cumplan o no con las condiciones de operación (condiciones reales de trabajo).
- El banco permite obtener registros de los datos de las diferentes mediciones.
- Optimización del control, especialmente al utilizar técnicas modernas de válvula proporcional para combinaciones hidráulicas embrague-freno y embragues de cambios hidráulicos.
- Disminución de reclamos de garantía de transmisiones reparadas en el taller (satisfacción al cliente).
- Disminución de costos de operación por garantías a transmisiones ya reparadas.
- Mejora en el tiempo de entrega de reparaciones a transmisiones.

- Le da a la empresa diferenciación en el servicio, ya que es el único a nivel nacional que pone al servicio este equipo.

4.2.2. Beneficios para el cliente

Los beneficios que obtendrá el cliente con la implementación del Banco de Pruebas hidráulicas son:

- Obtendrá un valor agregado de seguridad, confianza y satisfacción en reparaciones debidamente probadas y garantizadas.
- Ahorrara costos en tiempo de trabajo y pérdidas de operación de su maquinaria debido a que recibe un componente garantizado por la prueba realizada eficientemente..
- Confiabilidad en el componente reparado y probado en el banco de pruebas.
- Reducción de tiempos de recepción de transmisiones reparadas.

CONCLUSIONES

1. Sabiendo que la transmisión es una parte esencial en una máquina para trabajo pesado, la implementación de un banco de pruebas hidráulicas para este tipo de componentes mejorará la calidad de entrega de componentes reparados reduciendo así el porcentaje de falla al momento de operación en la máquina.
2. El banco de pruebas proporcionará a la empresa, una reducción en costos por trabajos de garantía, ya que esto anteriormente se daba frecuentemente debido a que no se contaba con este equipo y por tal razón se entregaba el componente reparado confiando en el buen armado y reparación del técnico.
3. Capacitar constante a técnicos, sobre la operación y mantenimiento de este banco de pruebas hidráulicas, para tener siempre en buenas condiciones este equipo así como aumentar la vida útil del mismo.
4. Este equipo es de mucha utilidad, ya que se podrá ofrecer un servicio con un respaldo comprobable de los componentes examinados y/o reparados, previo a la instalación en la máquina, esto garantizará que el componente funcionará de una manera óptima y el cliente tendrá la certeza que la reparación de su componente funcionará correctamente.

RECOMENDACIONES

1. Realizar una inspección diariamente al banco de pruebas hidráulicas, según indica la tabla No. V, así como su mantenimiento preventivo, de acuerdo al manual del fabricante cuando le corresponda.
2. Asesorar y capacitar a todo el personal involucrado en la operación y mantenimiento del banco de pruebas, para que no ocurra alguna falla por mala operación o por el desconocimiento del funcionamiento del banco y este pueda incurrir en algún daño humano y/o material.
3. Proporcionar al cliente todas las piezas en mal estado y el por qué de su reemplazo, para que el cliente no tenga ninguna duda al respecto de la reparación efectuada.
4. Señalizar y trazar el área donde se encuentra el banco de pruebas, para protección personal y del equipo.
5. Se recomienda entregar el componente reparado y probado con su reporte de prueba donde se especifica su buen funcionamiento, así como entregarlo protegido para su manejo en el traslado, este podría ser cubierto con nylon transparente, para que este no se empolve y sobre una tarima de madera, para evitar golpes y mal manejo del mismo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Avallone, Eugene. **Manual del Ingeniero Mecánico**. 3ra. Edición. (Tomo I y II). USA: Editorial MacGraw-Hill, 2002
2. De León De León, Fredy Arnoldo Diseño de un sistema de expulsión para máquinas inyectoras de plástico (brazo neumático). Tesis Ing. Mec. Guatemala, universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1997.
3. Caterpillar, "Tool Operating Manual" **Series Hydraulic Test Bench**. (Peoria, Illinois) (1);36.1999.
4. Caterpillar, "Tool Operating Manual" **Series Hydraulic Test Bench**. (Peoria, Illinois) (1);47.2001.
5. Caterpillar, "Basic Hydraulic Systems" **Service Training** (Peoria, Illinois) (1);24.2004.
6. Díaz Rodríguez, Fausto. **Equipos industriales, guía practica de reparación y mantenimiento**. 5ta ed. (Tomo I). USA: Editorial McGraw-hill, 1990. 250pp.
7. www.wikipedia.com, septiembre 2,007.