

MANUAL DEL ESTUDIANTE INSTRUCCIÓN TÉCNICA



CURSO: Trenes de Potencia I - II
**TEMA: Conceptos, Mecanismos de
Transmisión, Tipos de
Transmisiones y Válvulas de Control**

INDICE

	Página
INDICE	i.
DESCRIPCIÓN DEL CURSO	iii.
Resumen	
Programa del Curso	
Objetivo General	
Requisitos	
AGENDA DEL CURSO	iv.
MATERIAL NECESARIO	v.
Literatura	
Literatura de Referencia	
Material de entrenamiento	
Herramienta y Equipo	
MODULO 1: CONCEPTOS Y MECANISMOS DE TRANSMISIÓN	
Lección 1.1: Introducción a los Trenes de Potencia	
Hoja 1.1: Funciones de un Tren de Potencia	
Hoja 1.2: Principios de Transición de Potencia	
Definiciones	
Fuerza / Trabajo / Potencia / Torque	
Hoja 1.3: Tipos de Tren de Potencia	
Mecánicos	
Hidrostaticos	
De Mando Electrico	
Lección 2.1: Mecanismos de Transmisión de Potencia	
Hoja 2.1: Engranajes	
Características Generales	
Ancho de cara	
Curva Involuta	
Angulo de Presion	
Juego entre Dientes	
Relacion de transmisión	
Engranajes Locos	
Beneficios de la transmisión por engranajes	
Tipos	
Rectos	
Helicoidales	
Doble hélice	
Conicos rectos	
Cónicos Helicoidales	
Conicos hipoidales	
Tornillo Sin fin	
Cremalleras	
Coronas (engranajes de dientes internos)	
Engranajes Planetarios	
Componentes	
Ventajas	

- Aplicaciones
- Piñón y engranaje Conico
 - Aplicaciones
- Diferenciales
 - Funciones del Diferencial
 - Componentes
 - Comportamiento
 - Diferenciales con traba
- Mandos Finales
 - Funcion
 - Tipos
- Hoja 2.2: Cadenas
 - Componentes
 - Tensión de cadenas
 - Beneficios de la Transmisión por Cadenas
 - Desventajas de la Transmisión por Cadenas
 - Tandem en las Motoniveladoras
- Hoja 2.3: Mecanismos de Fricción
 - Fricción
 - Beneficios de la Transmisión por Fricción
 - Mando por Discos o Embragues
 - Componentes
 - Operación
 - Tipos
 - Mecanismos de Actuación
 - Principios de Funcionamiento
- Mecanismos de Frenado
 - Frenos de Tipo Zapata
 - Frenos de Tipo Caliper
 - Frenos de Discos Múltiples
- Fajas
- Hoja 2.4: Fluidos
 - Bombas y Motores Hidráulicos
 - Propiedades de los Fluidos
 - Beneficios de la Transmisión por fluidos
 - Acoplamiento Hidráulicos
 - Convertidores y Divisores
 - Acoplamiento hidráulicos
 - Convertidor
 - Divisor
 - Embrague de Traba (Lock Up Clutch)
 - Embrague Unidireccional (On Way Clutch)
 - Embrague de Impelente (Impeller Clutch)
 - Convertidor de Capacidad Variable
 - Prueba de Calado
 - Pruebas de las válvulas de alivio de entrada y salida
 - Sistemas Hidrostáticos

MODULO 2: TIPOS DE TRANSMISIONES Y VÁLVULAS DE CONTROL

Lección 1.1: Otros Componentes de los Trenes de Potencia

- Hoja 1.1: Rodamientos y Cojinetes
 - Funciones
 - Cargas Radiales y Axiales
 - Cojinetes
 - Manguitos
 - Cojinetes Partidos
 - Beneficios de los Cojinetes
 - Rodamientos
 - Partes de Un Rodamiento

- Tipos de Rodamientos
 - De Bolas
 - De Rodillos
 - Cónicos
 - De Agujas
- Beneficios de Rodamientos
- Hoja 1.2: Sellos y Empaques
 - Tipos de Sellos
 - Empaques
 - O-Rings
 - Sellos de Labio
 - Duo Cone
- Lección 2.1: Transmisiones y Válvulas de control**
 - Hoja 2.1: Transmisiones Manuales
 - Componentes
 - Lubricación
 - Relaciones de Transmisión
 - Tipos
 - De Engranaje Deslizante
 - De Engranaje Deslizante con Ejes Alineados
 - Sincronizada
 - Hoja 2.2: Transmisiones Power Shift
 - Teoría de Operación
 - Embragues Hidráulicos
 - Tren de Engranajes
 - Transmisiones de Contraeje
 - Componentes
 - Flujo de Potencia
 - Funcionamiento
 - Transmisión Planetaria
 - Componentes
 - Funcionamiento del Tren Planetario
 - Transmisión con Mando Directo
 - Componentes
 - Funcionamiento
 - Hoja 2.3: Válvulas de Control
 - Modulación
 - Problemas con la Modulación
 - Sistema con P1 y P2
 - Sistema Hidráulico de la Transmisión
 - Válvula de Control
 - Sistema ICM
 - Sistema Hidráulico de la Transmisión
 - Grupo Selector
 - Válvula de Modulación
 - Sistema ECPC
 - Válvula de Modulación ECPC
 - Hoja 2.4: Sistema de Control Electrónico de la Transmisión
 - Funciones
 - Beneficios Principales

ENCUESTA

DESCRIPCIÓN DEL CURSO

CURSO: TRENES DE POTENCIA I - II

Tiempo de duración: 3 días (24 horas)

Numero de Participantes: 08 Estudiantes

DIRIGIDO A

Este curso a sido diseñado para mecánicos y supervisores que trabajan con maquinaria Caterpillar.

RESUMEN

Este curso introduce a los participantes en los fundamentos de la transmisión de potencia, tipos de trenes de potencia y en los mecanismos, componentes y métodos de transmisión de potencia que los conforman. El curso no trata de un sistema de transmisión específico de las maquinas CAT, a menos que se indique al inicio de la lección.

El curso se desarrollará 100% en el aula. La clase de aula abarcará la descripción de los principios de la transmisión de potencia, tipos de trenes de potencia, elementos, dispositivos, componentes que conforman los diferentes trenes de potencia Caterpillar.

PROGRAMA DEL CURSO

MODULO 1: CONCEPTOS Y MECANISMOS DE TRANSMISIÓN

Lección 1.1: Introducción a los Trenes de Potencia

Hoja 1.1: Funciones de un Tren de Potencia

Hoja 1.2: Principios de Transición de Potencia

Hoja 1.3: Tipos de Tren de Potencia

Lección 2.1: Mecanismos de Transmisión de Potencia

Hoja 2.1: Engranajes

Hoja 2.2: Cadenas

Hoja 2.3: Mecanismos de Friccion

Hoja 2.4: Fluidos

MODULO 2: TIPOS DE TRANSMISIONES Y VÁLVULAS DE CONTROL

Lección 1.1: Otros Componentes de los Trenes de Potencia

Hoja 1.1: Rodamientos y Cojinetes

Hoja 1.2: Sellos y Empaques

Lección 2.1: Transmisiones

Hoja 2.1: Transmisiones Manuales

Hoja 2.2: Transmisiones Power Shift

Hoja 2.3: Válvulas de Control

Hoja 2.4: Sistema de Control Electrónico de la Transmisión

ENCUESTA

OBJETIVOS GENERALES

Al termino de este curso, los estudiantes estaran en capacidad de:

- Demostrar los fundamentos básicos de la transmisión de potencia y su aplicación en el funcionamiento de un tren de potencia, respondiendo correctamente las preguntas de la evaluación de conocimientos.

REQUISITOS

Ninguno

- Describir las partes y explicar el funcionamiento de los diferentes componentes de un tren de potencia.
- Demostrar los fundamentos de operación de las transmisiones y su aplicación en los diferentes equipos CAT, respondiendo correctamente a las preguntas de la evaluación de conocimientos.
- Describir las partes y explicar el funcionamiento de los diferentes tipos de transmisiones y controles hidráulicos utilizados en ellas.

AGENDA DEL CURSO

PRIMER DIA	Mañana y Tarde	<ul style="list-style-type: none">• Presentación Inicial, Expectativas• Pre-Test• Lección 1 (M1), Introducción a los trenes de potencia• Lección 2, (M1) Mecanismos de Transmisión de Potencia
SEGUNDO DIA	Mañana y Tarde	<ul style="list-style-type: none">• Lección 1 (M2), Otros Componentes de los Trenes de Potencia• Lección 2 (M2), Transmisiones
TERCER DIA	Mañana Tarde	<ul style="list-style-type: none">• Lección 2 (M2), Transmisiones• Repaso de objetivos• Prueba final y encuesta
Horario de Clase:		De 08:30 am a 16:30 pm
Horarios de Intermedios recomendados:	10:15 am y 14:30 pm	Duración: 15 minutos
Horario de Almuerzo recomendado:	12:00 m	Duración: 45 minutos

MATERIAL NECESARIO

LITERATURA

- Manual del estudiante

LITERATURA DE REFERENCIA

- TSRV9004 Fundamentos de Transmisión de Potencia
- SEBV0533 The Gear Book

MATERIAL DE ENTRENAMIENTO

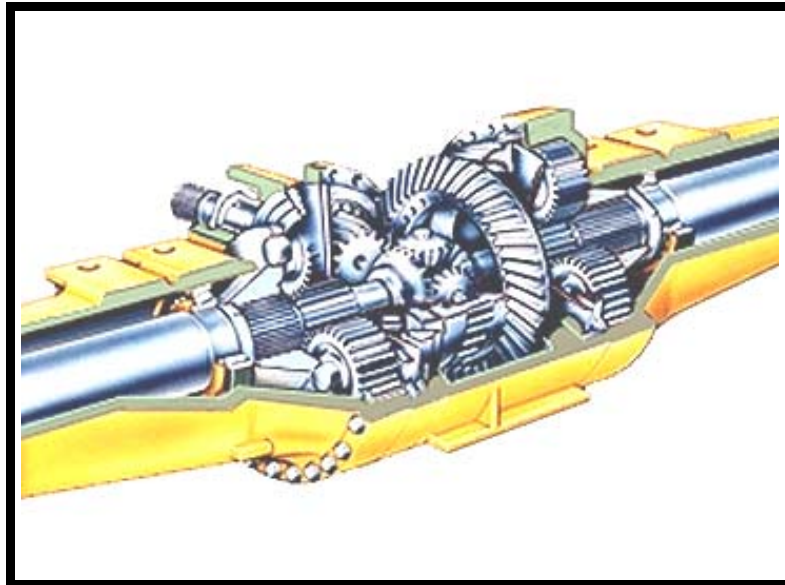
-

HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

-

Modulo 1

CONCEPTOS Y MECANISMOS DE TRANSMISION



MODULO 1: CONCEPTOS Y MECANISMOS DE TRANSMISION

El propósito de este modulo es introducir al estudiante en los conceptos y mecanismos que conforman los sistemas de tren de potencia utilizados en la maquinaria Caterpillar. Se incluirán elementos básicos, componentes básicos, embragues, frenos, convertidores, diferenciales y mandos finales. La operación y las partes de cada componente serán explicadas así como su función dentro del tren de potencia.

OBJETIVOS

Al termino de este modulo, el estudiante estará en capacidad de:



1. Demostrar los conceptos básicos de funcionamiento de un tren de potencia, respondiendo correctamente las preguntas de la evaluación de conocimientos.



2. Describir las partes y explicar el funcionamiento de los diferentes componentes de un tren de potencia.

Lección 1: INTRODUCCIÓN A LOS TRENES DE POTENCIA

CLASE



Esta lección presentara una introducción a los trenes de potencia. La unidad inicia con la teoría de cómo trabaja el tren de potencia, las leyes físicas que intervienen (como fuerza, trabajo, potencia y torque), sus componentes básicos y los diferentes tipos de sistemas de transmisión de potencia.

LABORATORIO DE CLASE



LABORATORIO DE CAMPO



MATERIAL NECESARIO



- Manual del estudiante

TEST



- Evaluación de inicio

Hoja 1.1: Funciones del tren de fuerza

En la moderna maquinaria de hoy, el tren de potencia transfiere potencia desde la volante de un motor a las ruedas o cadenas para propulsar la maquina. Pero el tren de potencia hace mas que eso. Si un motor es acoplado directamente a las ruedas del vehículo, el vehículo funcionaria constantemente a la velocidad del motor.

El tren de potencia provee un medio de desconexión y control de la potencia del motor. Las funciones básicas de un tren de potencia son:

Hoja 1.2: Principios de Transmisión de Potencia

La **POTENCIA** es un término usado para describir la relación entre el _____ y el _____. Se define potencia como la capacidad de realizar el trabajo o de transferir energía. En otras palabras, la potencia mide cuan rápido es realizado un trabajo. La energía es igual al trabajo realizado

dividido por la cantidad de tiempo que toma hacer el trabajo o $P = \frac{W}{t}$,

donde P es la potencia, W el trabajo y t el tiempo.

DEFINICIONES

FUERZA

FUERZA es la cantidad de energía de empuje que aplica un objeto contra otro.

La fuerza causa aceleración. Si usted aplica una fuerza a un carro de juguete (por ejemplo, empujándolo con la mano), éste empezará a moverse. El movimiento del carro está gobernado por la Segunda Ley de Isaac Newton. La Segunda Ley de Newton sostiene que la aceleración (a) de un objeto es directamente proporcional a la fuerza (F) aplicada, e inversamente proporcional a la masa del objeto (m). Es decir, a mayor fuerza que se aplique a un objeto, mayor será la aceleración; y a mayor masa del objeto, menor será la aceleración. La Segunda Ley de Newton se resume en la siguiente

fórmula: $a = F/m$, ó $F = mxa$.

TRABAJO

TRABAJO es igual a la _____ aplicada para mover un objeto multiplicado por la _____ por el objeto, o $W = Fxd$.

La _____ sólo se cuenta si está en la dirección de la _____ que se aplica.

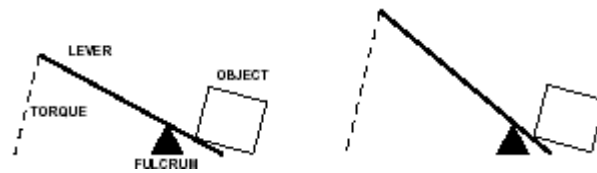
Por ejemplo, Levantar un peso desde el piso para colocarlo en una mesa es un buen ejemplo de trabajo mecánico realizado. La fuerza es igual al peso del objeto y la distancia es igual a la altura de la mesa. Si el peso se ubica en el

piso de otra habitación; es levantado, transportado y finalmente colocado sobre la misma mesa, realmente no se hizo más trabajo que el primer caso en donde no se pasa de una habitación a otra. Quizá la persona que se haya encargado de hacer esta tarea se sienta como si hubiera trabajado más, pero mientras la persona está caminando horizontalmente, la fuerza del peso es vertical y la fuerza del peso no desarrolló mayor trabajo que el primer caso.

TORQUE

TORQUE es la _____ aplicada a un objeto que lo hace _____ sobre su eje de rotación.

La magnitud o cantidad de torque es igual a la magnitud de la _____ aplicada multiplicada por la _____ entre el eje de rotación del objeto y el punto donde es aplicada. Mientras que una _____ aplicada a un objeto tiende a cambiar el movimiento _____ del objeto, el torque aplicado a un objeto tiende a cambiar el movimiento _____ del mismo.



ANOTACIONES

POTENCIA

Sustituyendo la definición de trabajo dentro de la definición de **POTENCIA** (energía) tenemos que la potencia es igual a la fuerza aplicada para mover un objeto multiplicada por la velocidad a la que viaja el objeto. $P = F \frac{d}{t}$, entonces la potencia es la medida de la rapidez con la que se puede hacer un Trabajo.

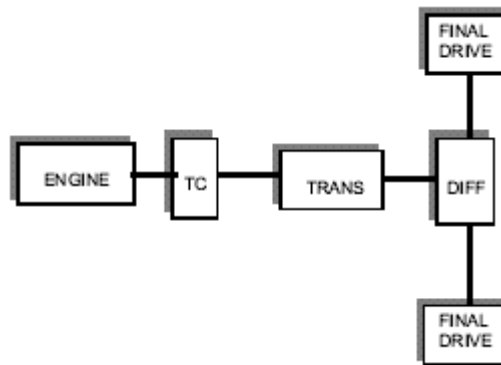
Por ejemplo, utilizando una palanca, se puede lograr 200 lbf-pie de torque. Pero podría hacer que la palanca gire unas 3000 veces por minuto? Esto es exactamente lo que el motor de un automóvil hace. La unidad del SI para medir la Potencia es el Vatio (Watt). Un vatio es igual a 1 Newton-metro por segundo (Nm/s). Usted puede multiplicar la cantidad de torque en Newton-metro por la velocidad de giro (1/s) para encontrar la potencia en Watts. Otra manera de ver la potencia es como una unidad de velocidad (m/s) combinada con una unidad de fuerza (N). Si usted estuviera empujando algo con una fuerza de 1 N logrando que se mueva a una velocidad de 1 m/s, la potencia desarrollada sería de 1 vatio.

Hoja 1.3: Tipos de Tren de Potencia

Los trenes de potencia utilizados en la mayoría de los equipos y maquinaria de construcción de hoy en día se pueden clasificar en tres tipos básicos:

- Mecánicos
- Hidrostáticos
- De Mando Eléctrico

1.3.1 Mecánicos

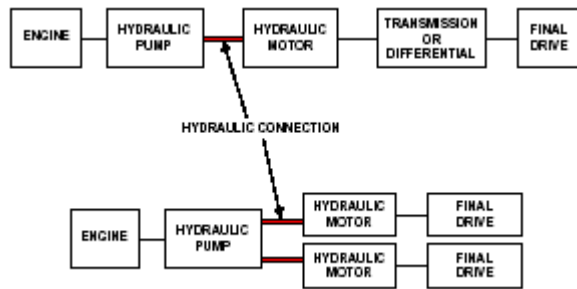


En el tren de potencia mecánico, la potencia del motor es transferida a través de un acoplamiento (embrague o convertidor de torque) a la transmisión. De la transmisión la potencia es transferida al diferencial, mandos finales y a las ruedas o cadenas.

Los trenes de potencia mecánicos cuentan con los siguientes componentes:

- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____

1.3.2 Hidrostáticos

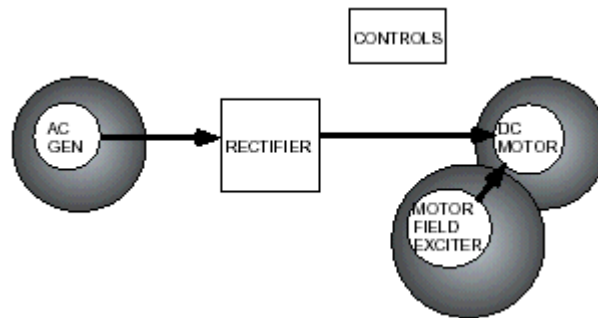


Los trenes de potencia hidrostáticos, como su nombre lo indica, usan un fluido para transmitir la potencia del motor a los mandos finales de la maquina. La potencia del motor es transferida a una bomba hidráulica. La bomba provee de caudal y presión de aceite a un motor hidráulico de mando. Este motor hidráulico transfiere la potencia a la transmisión o directamente al mando final.

Los componentes típicos de un tren de potencia hidrostático son los siguientes:

- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____

1.3.3 De Mandos Eléctricos



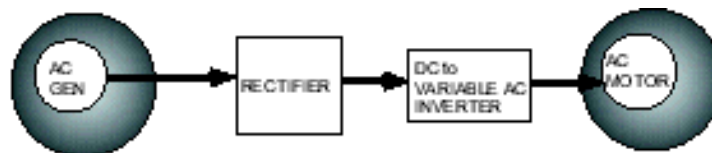
En trenes de potencia con mando eléctrico, la electricidad es utilizada para transmitir la potencia del motor a los mandos finales de la maquina. La potencia del motor es transferida a un generados de corriente alterna AC. La electricidad del generador es usada para accionar los motores eléctricos en los mandos finales. Estos motores pueden ser de corriente continua CC (como se muestra en la figura de arriba) o de corriente alterna CA.

Los componentes típicos de un tren de potencia con mando eléctrico son los siguientes:

Corriente continua CC

- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____

Corriente Alterna CA

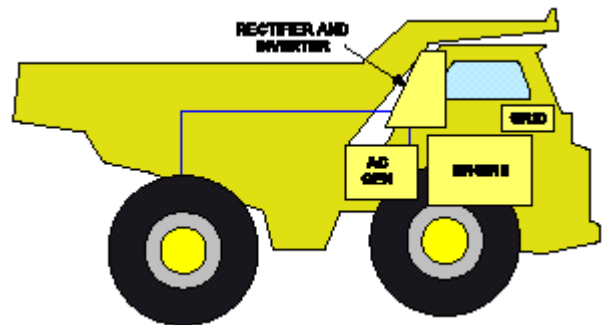


- _____
- _____
- _____

-
-
-
-

Los trenes de potencia con mando eléctrico se utilizan en algunos camiones mineros de la competencia. La mayoría de estos camiones tienen un mando eléctrico de CC, pero los camiones minería más grandes traen un mando eléctrico de CA.

Caterpillar no fabrica ninguna máquina con mando eléctrico. Los camiones de minería con impulsión mecánica han demostrado tener una eficacia del tren de potencia más alta y una velocidad de operación más elevadas. Los camiones mineros de la competencia también



confían en el freno dinámico en vez de usar frenos de disco enfriados por aceite. Por cuanto Caterpillar no fabrica ninguna máquina con mando eléctrico, no será incluido dentro de los temas de este curso.

Lección 2: MECANISMOS DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA

CLASE

Mientras que las funciones de todos los trenes de potencia son básicamente las mismas, una variedad de elementos y métodos se han ideado para realizar esas funciones. Los principales elementos / métodos usados para transferir potencia en la maquinaria pueden ser clasificados dentro de los siguientes tipos:

- Engranajes
- Cadenas
- Fricción
- Fluidos

LABORATORIO DE CLASE

LABORATORIO DE CAMPO

MATERIAL NECESARIO

– Manual del estudiante

TEST

– Evaluación final

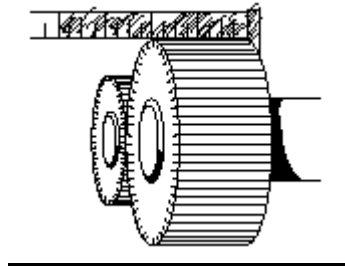
Hoja 2.1: Engranajes

2.1.1 Características generales

Por la definición, un engranaje es una _____ usado para transmitir _____ rotatorio o recíprocante de una parte de la máquina a otra. Los engranajes son los elementos más comúnmente usados en los trenes de potencia modernos. Esto porque representan uno de los medios más eficientes y más rentables para transferir la potencia del motor a los mandos finales de una máquina. Variando el tamaño y el número de engranajes es posible también modificar la potencia producida por un motor para satisfacer las necesidades del trabajo a ser realizado.

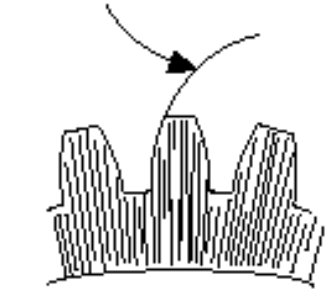
Los engranajes presentan algunas características como:

Ancho de cara

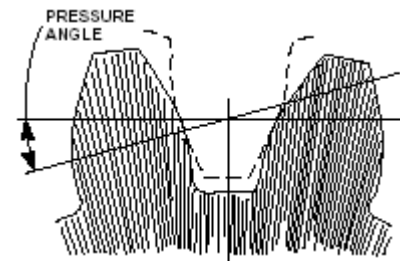


Curva Involuta

INVOLUTE CURVE



Angulo de presión

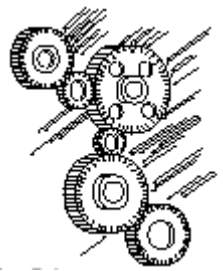
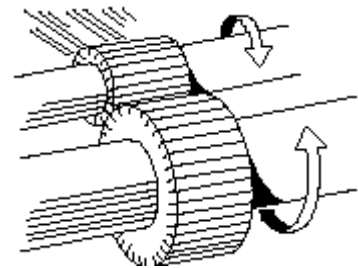


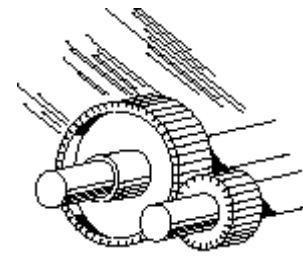
Juego entre dientes

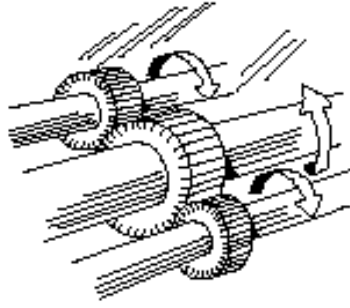


El acoplamiento _____ y _____ del engranaje es crítico para la apropiada operación del mismo. Si los dientes engranan demasiado apretados, ocurre un agarrotamiento que produce excesiva _____ y pérdida de _____. Si el engrane esta demasiado flojo, los engranajes trabajan _____ e _____. Una pequeña separación es requerida entre los dientes para permitir la lubricación, una operación suave y eficiente. Esta separación o juego permite un leve movimiento posterior llamado "_____ o _____". Un _____ excesivo es generalmente un indicio de _____ en los dientes del engranaje o de los _____ donde están montados. El _____ excesivo bajo carga puede dar lugar a dientes rotos o engranajes picados y/o fatigados. Durante las operaciones de servicio es necesario medir y ajustar el "_____ " de acuerdo a la especificación del manual, usando las _____ o _____ diseñadas para ese propósito.

Otras características de los trenes de potencia con engranajes son:

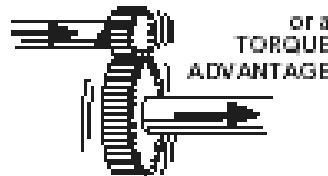
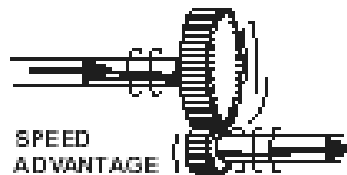




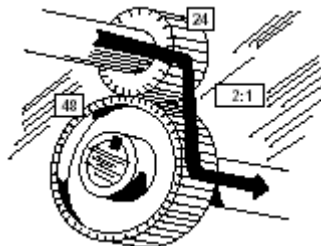


Relación de transmisión

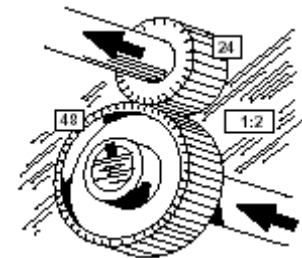
Los engranajes se utilizan con frecuencia en la maquinaria para proporcionar una mejora de velocidad o de torque. Los engranajes no proporcionan una mejora de la potencia. La potencia real de una máquina esta determinada por la capacidad del motor. Sin embargo, el uso de engranajes de diversos tamaños permite que las potencias y velocidades de motor sean utilizadas lo más eficientemente posible con variadas condiciones de carga. Cuando los engranajes se utilizan para aumentar el torque, se reduce la velocidad de salida. Cuando la velocidad de la salida se aumenta, se reduce el torque. Esta particularidad de los trenes de potencia es conocida como

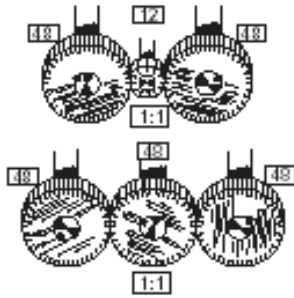


Relación de Transmisión 2:1:



Relación de Transmisión 1:2:





Relación de transmisión en Engranajes Locos.

Todas estas relaciones de transmisión están regidas por la siguiente formula:

Formula que representa la relación entre el número de dientes y las revoluciones a las que giran los engranajes. Donde:

$$\frac{n1}{n2} = \frac{Z2}{Z1}$$

2.1.2 Beneficios de la transmisión por engranajes

Los beneficios de la transmisión por engranajes son:

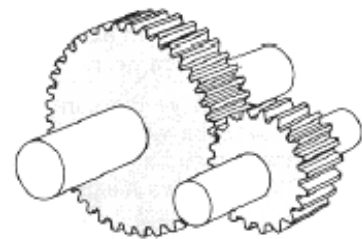
- _____
- _____

Así mismo son más resistentes que otros tipos de mandos y la distancia entre los ejes de entradas y salida es fijada por el diámetro de los engranajes.

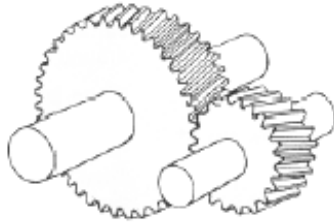
2.1.3 Tipos

Existen diversos tipos de engranajes, aquí algunos de ellos:

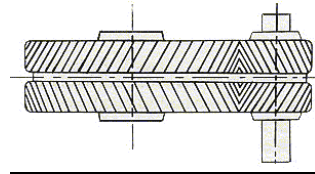
a. Rectos:



b. Helicoidales:



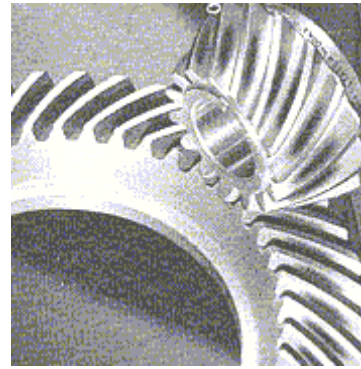
c. Doble helice (Herringbone):



d. Cónicos rectos:



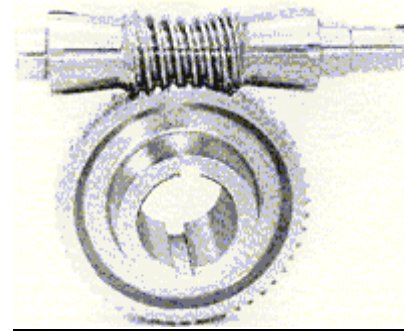
e. Cónicos helicoidales:



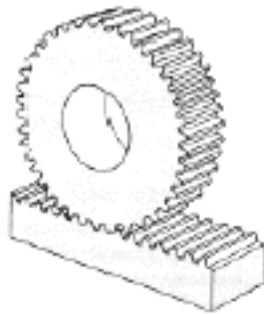


f. Cónicos hipoidales:

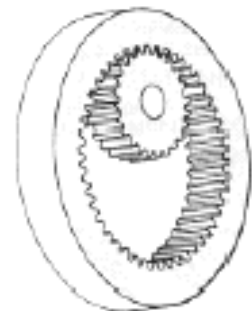
g. Tornillo sinfín y corona:



h. Cremalleras :

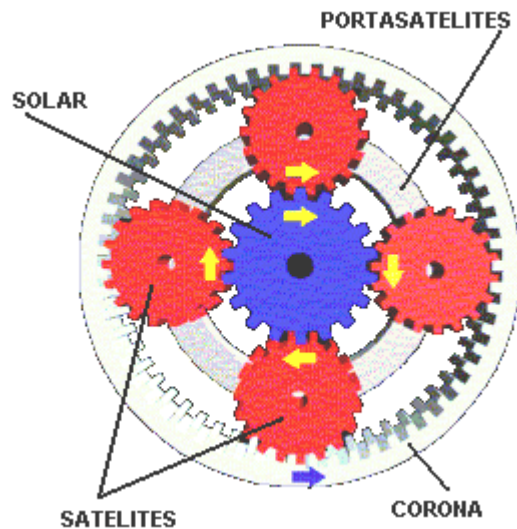


i. Coronas (Engranajes de dientes internos):



2.1.4 Engranajes planetarios

Los engranajes planetarios se utilizan de muchas maneras en las máquinas Caterpillar. Se requerirá menos espacio en una transmisión si se usan juegos de engranajes planetarios en lugar de engranajes de dientes externos. Los engranajes de dientes externos rotan en direcciones opuestas, sin embargo, la dirección de rotación no cambia con una corona. El piñón diferencial y la corona giran en la misma dirección y tienen más números de contactos lo que permite que se desgaste menos que los engranajes de dientes externos.

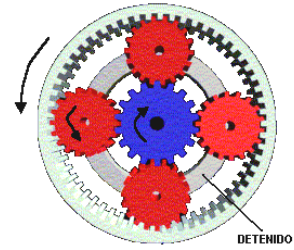


Los engranajes planetarios están sujetos a una base o portador llamado **porta satélites**. El engranaje externo se llama **corona**, el piñón diferencial en el centro se llama **engranaje o piñón solar**. Los **engranajes planetarios** (llamados a veces engranajes locos), giran libremente sobre sus propios cojinetes y engranan con los dientes internos de la corona y los dientes externos del engranaje solar. El porta satélites proporciona una superficie de montaje para los engranajes planetarios. La corona es el engranaje externo que tiene dientes en la parte interior del anillo para que los engranajes planetarios engranen con este. El engranaje solar es un engranaje de dientes externos que se mueve sobre un eje en el centro del juego de engranajes planetarios.

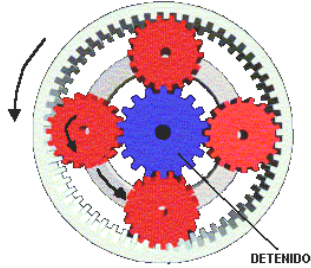
Combinaciones de juegos de engranajes planetarios

Los cambios de velocidad, dirección y par se efectúan deteniendo o impulsando varios de los componentes del juego de engranajes planetarios. Para transmitir potencia a través de un juego planetario un miembro es detenido, un miembro está impulsando y un miembro es impulsado. El miembro detenido no siempre es la corona. En algunos casos el porta satélites está detenido para obtener una rotación inversa.

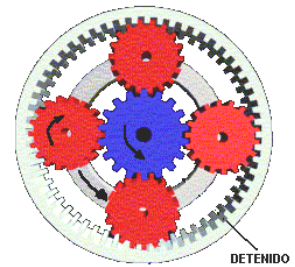
Porta satélites detenido:



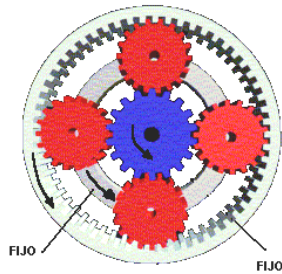
Engranaje solar detenido:



Corona detenida:



Neutral:



Ventajas de los engranajes planetarios

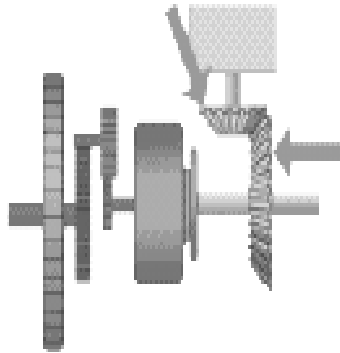
- ---
- ---
- ---
- ---
- ---

Aplicaciones

- ---
- ---
- ---

2.1.5 Piñón y engranaje cónico

Consta de un eje de piñón cónico y de una corona cónica. El juego de corona recibe la potencia del eje impulsor, conectado a _____, proporcionando reducción de la _____ y aumento de _____ que se transmite al diferencial.



1. **Piñón cónico:** Esta empalmado en estrías, por un extremo al conjunto de yugo u horquilla del eje impulsor. El otro extremo se intercepta con la corona en un ángulo de 90 grados. El eje del piñón cónico se apoya en cojinetes de rodillos cónicos en la caja del piñón.
2. **Corona Cónica:** Es impulsada por el piñón cónico y esta empernada al conjunto de la caja del diferencial, que proporciona potencia al diferencial.

Aplicaciones

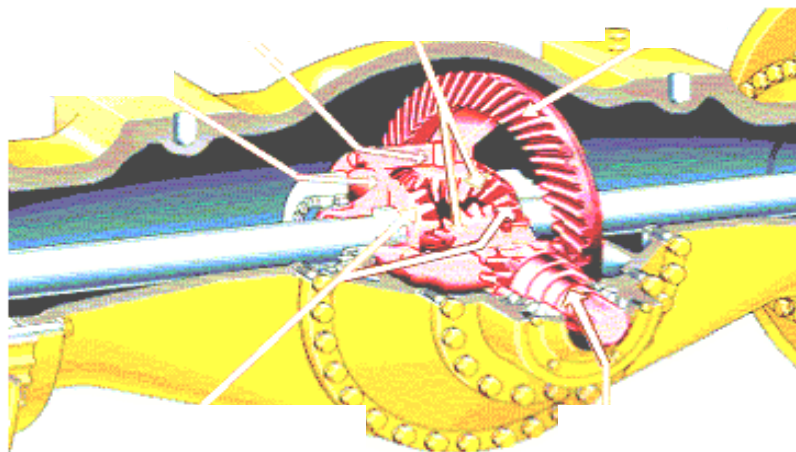
1. _____
2. _____
3. _____

2.1.6 Diferenciales

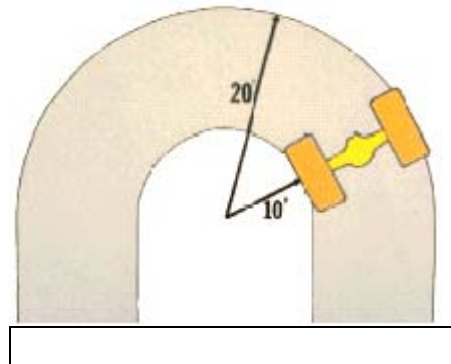
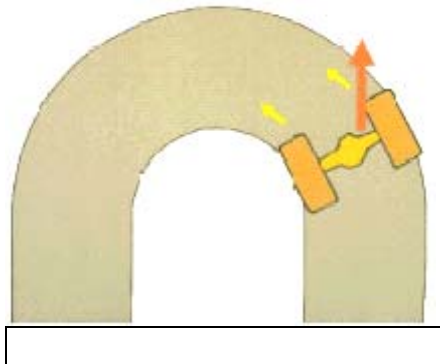
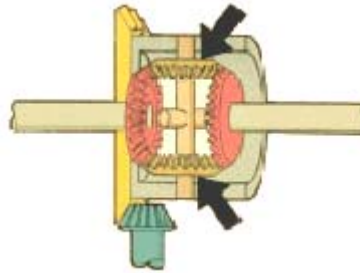
El diferencial proporciona potencia equilibrada a las ruedas y transfiere potencia a los mandos finales, reduciendo el desgaste de los componentes del tren de potencia..

Los componentes principales del conjunto de diferencia son:

1. Piñón de ataque o de entrada.
2. Corona.
3. Engranajes satélites.
4. Cruceta.
5. El conjunto de caja del diferencial.
6. Engranajes laterales o de salida.

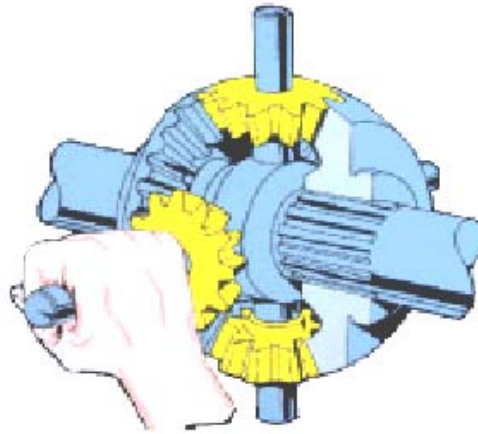


Durante un giro, las ruedas interiores ofrecen mayor resistencia a la rodadura que las ruedas exteriores. Esta resistencia origina diferentes torques en ambos engranajes laterales. Cuando uno de los ejes se detiene, los piñones diferenciales giran alrededor del engranaje lateral detenido. Le movimiento de los piñones diferenciales transfieren la potencia y velocidad sobrante al otro engranaje lateral aumentando su velocidad, esto provoca que ambos ejes giren a diferente velocidad. Cuando una rueda presenta mayor tracción que la otra el diferencial opera de la misma manera que si la maquina estuviera girando. La misma cantidad de torque es enviado a ambas ruedas. Este torque es solamente igual a la cantidad que es necesaria para girar la rueda con menos resistencia.



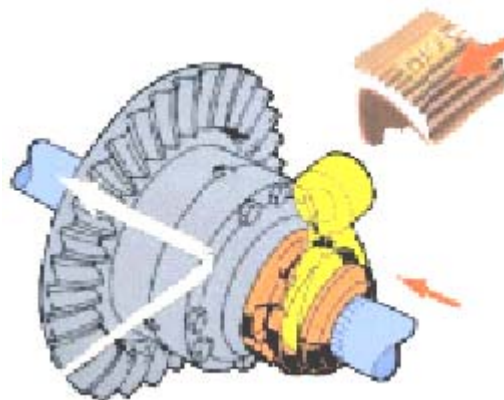
ANOTACIONES

Traba de Diferencial

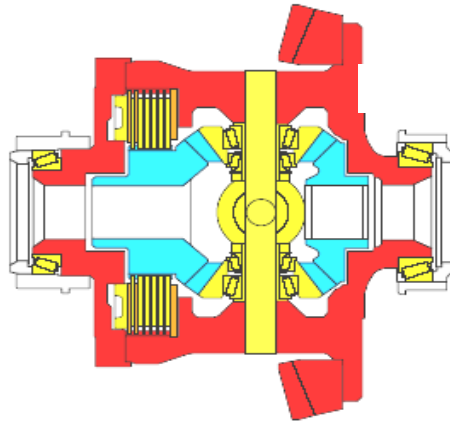


Sin una traba de diferencial, cuando una rueda motriz encuentre un terreno en malas condiciones (como barro) y no pueda desarrollar tracción, la misma girara libremente mientras que la otra se quedara inmóvil. Cuando esto ocurre, se detiene el avance de la maquina. La traba de diferencial _____ el _____ e impide la _____, permitiendo que la _____ llegue ha ambas ruedas haciéndolas girar simultáneamente a la misma velocidad. Existen diversos tipos de traba de diferencial aquí los mas utilizados en las maquinas Caterpillar:

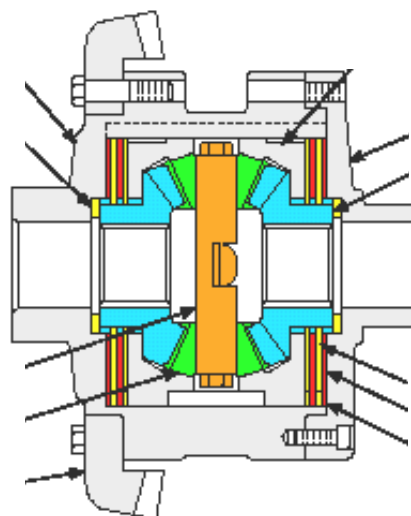
A. Traba de diferencial de embrague de mandíbula: Deja que el diferencial engrane o se libere mientras el vehículo esta bajo potencia y cuando las ruedas están girando a la misma velocidad. El operador elige cuando engranar o liberar el embrague de mandíbula. Un ejemplo es cuando la rueda comienza a patinar. La velocidad de la maquina debe de reducirse antes de engranar los embragues ya que las ruedas están girando a diferentes velocidades. El pedal de traba diferencial engrana el embrague de mandíbulas, el cual traba el semieje a la caja del diferencial, así ambas ruedas se traban conjuntamente y se ven obligadas a girar a la misma velocidad. La activación del embrague de mandíbulas puede realizarse mediante un mecanismo mecánico como neumático.



B. Traba de diferencial con discos múltiples: Deja que el diferencial engrane o se libere mientras el vehículo esta a plena potencia, independientemente de si la rueda patina o no. El operador elige cuando engranar la traba diferencial. Un ejemplo es cuando una rueda comienza a patinar. La velocidad de la maquina no necesita reducirse antes de engranar la traba diferencial si las ruedas están girando a diferentes velocidades.

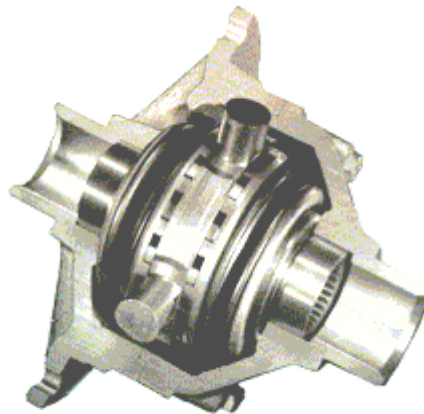


C. Diferencial de deslizamiento limitado: Este tipo de diferencial esta diseñado para proveer igual cantidad de potencia a ambas ruedas hasta que las condiciones del terreno origine una variación de la tracción entre la rueda derecha e izquierda. Para lograr esto posee dos embragues de discos múltiples. Cada embrague conecta un engranaje lateral a la caja del diferencial. En un diferencial estándar cuando una rueda empieza a patinar el diferencial no permite la transferencia de torque a la otra rueda perdiendo así eficiencia en la tracción. En el caso del diferencial con deslizamiento limitado los embragues resuelven esta condición mediante la fricción interna del diferencial. Cuando una diferencia de velocidad entre los ejes ocurre, las fuerzas de separación internas del mismo diferencial originan una compresión en los discos de embrague, así el torque de la rueda que patina es direccionado a la rueda con mejor. En el caso de una curva la fuerza de la misma es mayor a la de enganche de los embragues.



LIMITED SLIP
DIFFERENTIAL

D. **Diferencial Nospin:** Es un diferencial de traba automática que obliga a ambas ruedas a girar a la misma velocidad, independientemente de las condiciones de tracción. El mismo traba eficazmente las ruedas en conjunto enviándoles hasta el 100 % del par disponible a una rueda, de ser necesario. Durante un giro la rueda exterior se desengancha y quedara libre y el diferencial NoSPIN es un reemplazo directo para los componentes internos del diferencial estándar. El mismo se ajusta directamente dentro del conjunto de la caja del diferencial estándar. Los principales componentes del diferencial NoSPIN son los engranajes laterales, los embragues impulsados, la leva central y la cruceta.



ANOTACIONES

E. Diferencial No-Spin vs Deslizamiento Limitado

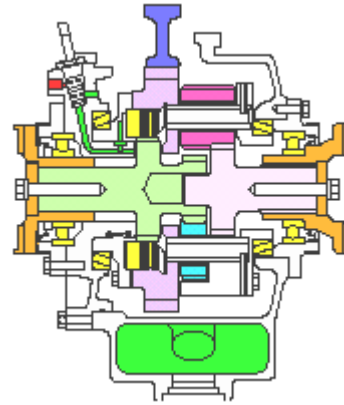
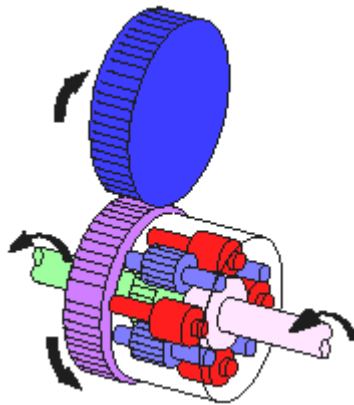
NO-SPIN

- No puede ser instalado en dos ejes, ejemplo un cargador de ruedas.
- Proporciona una mayor tracción, pero presenta problemas de maniobrabilidad en todo tipo de terreno
- Aumenta el desgaste de las llantas y disminuye la vida útil de los mandos finales.

DESLIZAMIENTO LIMITADO

- Muy efectivo aumentando la fuerza de tracción pero dificulta la maniobrabilidad en terreno resbaladizo.
 - Aumenta los costos de reparación.
 - Aumenta el consumo de combustible.
 - Aumenta la vida útil e las llantas pero disminuye la vida útil del tren de impulsión.
- Ambos son reemplazos directos del diferenciales estándar.
 - En maquinas con dos diferenciales, a veces un solo diferencial es reemplazado.
 - Un análisis de costo de operación puede darle un valor agregado al uso de estos diferenciales cuando la tracción es una necesidad.

F. **Diferencial Planetario:** Un engranaje acciona el porta planetarios en el diferencial planetario. Cuando no hay resistencia al giro en los ejes, los engranajes planetarios están detenidos y todo el torque se transmite a los engranajes en los ejes de salida. Cuando una resistencia al giro es detectada por uno de los ejes, los engranajes planetarios alrededor del eje más lento giran. Los dientes de los engranajes planetarios engranan con los dientes del otro juego de planetarios y obligan al otro eje a aumentar su velocidad. La división de torque especificada se mantiene entre los dos ejes. Cuando los engranajes de los ejes de salida no son del mismo tamaño, el torque transmitido a los ejes no es igual. Cuando se traba el diferencial planetario el cilindro de bloqueo del diferencial elimina aceite (o aire). Un paquete de embrague conecta directamente el porta planetarios con uno de los ejes de salida. Todo el torque es transmitido a ambos ejes.

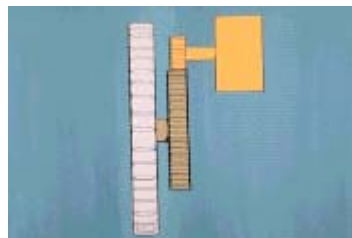


2.1.7 Mandos Finales

Función

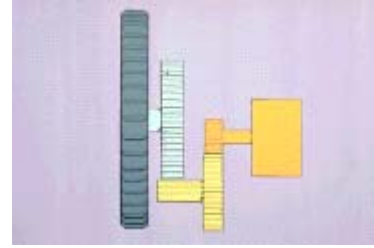
Los mandos finales proporcionan la ultima reducción de transmisión y ayuda a los otros componentes del tren de potencia a transformar la velocidad del motor en torque capaz de acarrear grandes cargas. Así mismo alivia al tren de potencia de los altos torques y extiende la vida útil de los componentes del sistema.

Tipos



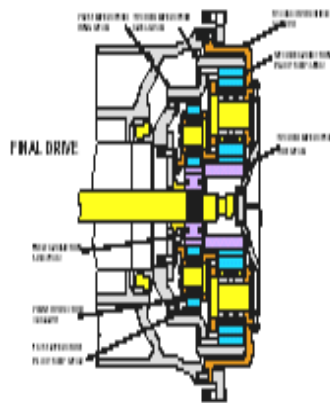
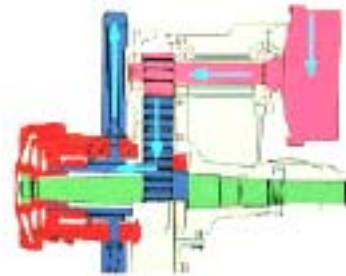
Mando Final de Reducción Simple:

Mando Final de Reducción Doble:



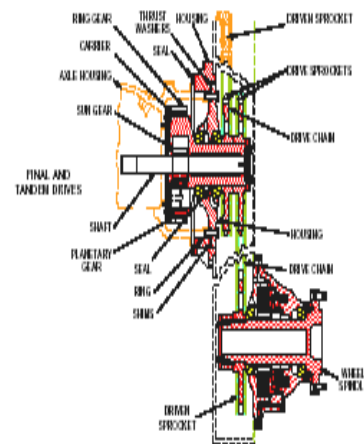
Mando Final Planetario:

Mando Final de Tractores de rueda motriz baja.



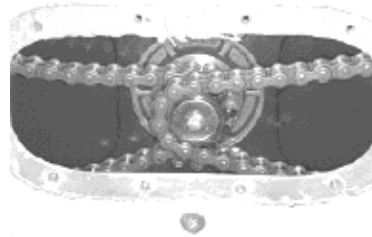
Mando final de Doble Reducción:

Mando final y Transmisión TANDEM:



Hoja 2.2: Cadenas

Una impulsión por cadenas es una variación de la impulsión por engranajes, que también se utiliza para transmitir potencia de un eje a otro. Los engranajes, generalmente llamados _____ o _____, no están acoplados directamente sino que por el contrario se conectan por medio de una cadena. Los eslabones de la cadena engranan con los dientes de la catalina de modo que la catalina conducida mantenga una velocidad constante con el piñón impulsor. Las cadenas de los tractores funcionan bajo los mismos principios que una cadena de transmisión de potencia.



Como los engranajes, los mandos por cadena eliminan virtualmente el deslizamiento. Las catalinas conectadas en el mismo lado de la cadena giran en la misma dirección. Las catalinas conectadas en diferentes lados de la cadena giraran en dirección opuesta. Para evitar desgaste excesivo, las catalinas para las transmisiones de cadena tener de 10 a más dientes. Si una cadena tiene un número par de espacios entre los acoplamientos las catalinas deben tener un número impar de dientes.

2.2.1 Componentes de una cadena de rodillos

Las cadenas de rodillos son los tipos más comúnmente usados en maquinaria pesada. Proporcionan un medio eficiente de llevar cargas pesadas a bajas velocidades entre ejes que están separados. La cadena de rodillos se compone de:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

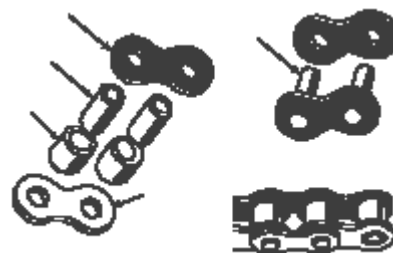


Fig. 1.1.40 Roller Chain Components

2.2.2 Tensión de Cadenas

Como los engranajes, las catalinas de la cadena se montan a menudo en los ejes por medio de chavetas o ejes estriados. El lado flojo de una cadena debe estar en la parte baja siempre que sea posible. Para una cadena más larga será necesario un rodillo tensor en el lado flojo de la cadena para mantener una tensión adecuada entre el piñón motriz y la catalina. Las cadenas se estiran por el uso, así que la tensión de la cadena debe ser ajustada regularmente. Esto se logra separando los piñones fijos o el rodillo templador, de estar equipado.

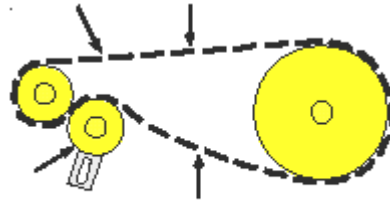


Fig. 1.1.41 Chain Tensioning

2.2.3 Ventajas de la transmisión por cadenas

Las ventajas de las transmisiones de cadena son:

- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____

2.2.4 Desventajas de la transmisión por cadenas

Las desventajas de las transmisiones de cadena.

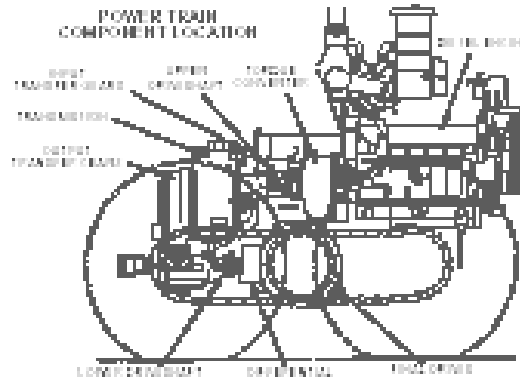
- _____
- _____
- _____



Las maquinas grandes usan diferentes tipos de transmisión de cadenas. Por ejemplo el tractor mostrado utiliza una versión de cadena llamada ORUGA ya que por medio de ella la maquina es propulsada

Maquinas menor como este mini cargador usan la cadena para transferir la potencia de los mandos finales a las ruedas. La cadena es conducida por un motor hidráulico a través de una catalina. Esta configuración también es utilizada en las moto niveladoras Caterpillar.



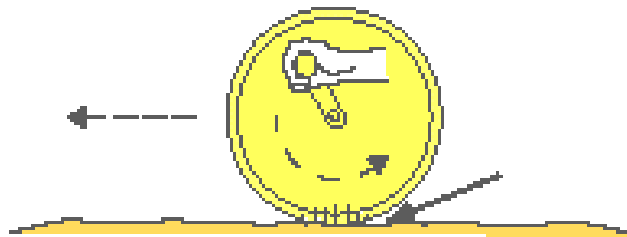


Sistema de Cadenas de una Moto niveladora

- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____

Hoja 2.3: Mecanismos de Fricción

2.3.1 Fricción



La fricción ocurre cuando las _____ de dos objetos se _____ entre si. Esta fricción puede ser utilizada para transmitir movimiento y potencia de un objeto a otro. La cantidad de fricción depende de los materiales principales, la fuerza con la cual los objetos entran en contacto y la temperatura de las superficies. A diferencia de los engranajes y de las cadenas, las transmisiones por fricción permiten que un cierto deslizamiento entre los componentes. Este deslizamiento es útil cuando se desea una transferencia de potencia gradual. Una de las aplicaciones más comunes de la fricción está en una rueda. La fricción entre un rodillo impulsor y la tierra propulsa la rueda y la máquina en la misma dirección en que la rueda está girando.

Fricción Entre Dos Ruedas.

Usando esta misma concepto, la energía puede ser transmitida poniendo un rodillo impulsor en contacto con la superficie de una segunda rueda. La segunda rueda girara en la dirección opuesta. Las ruedas usadas para transmitir energía de este modo son referidas a veces como

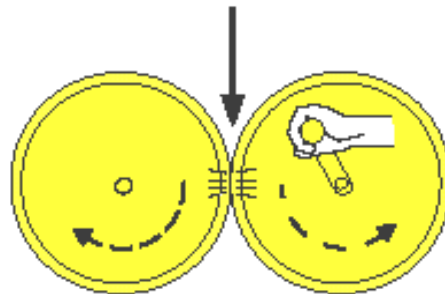


Fig. 1.1.46 Friction Between Two Wheels (Wheel to Wheel)

engranajes de fricción aunque las ruedas no tengan dientes. La velocidad y el torque de la transmisión por fricción dependen del tamaño de cada rueda. El mismo principio de velocidad y torque explicado anteriormente en los engranajes también se aplica a la transmisión por rueda de fricción. Una rueda pequeña que conduce una rueda grande da lugar a menos velocidad y a más torque. Una rueda grande que conduce una rueda pequeña da lugar a menos torque y a más velocidad. En la mayoría de los casos un área de contacto de 180° es necesaria para una transmisión eficiente. La transmisión por fricción es afectada por el deslizamiento, una elevación fuera de los rangos de temperatura originan desgaste y fallas prematuras.

2.3.2 Beneficios de la transmisión por Fricción

Las ventajas o beneficios de las transmisiones por fricción incluyen:

- _____
- _____
- _____
- _____

2.3.3 Mando por Discos o Embragues

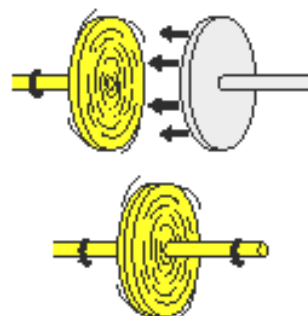


Fig. 1.1.47 Disc or Clutch Drive (Friction Disc)

Otra aplicación común es la de disco o embrague. Los embragues se utilizan para hacer que dos componentes roten juntos. Cuando se engancha el embrague, los discos y las placas son presionados por los resortes o por la presión hidráulica. La fricción hace que los discos y las placas roten juntos. En un embrague volante, dos discos se montan en un eje. Un disco está conectado con el motor, el otro al tren de potencia. Cuando los discos no están

en contacto, el disco conectado al motor opera gira libre, mientras que el disco acoplado al tren de potencia no es afectado. Cuando los discos se unen, el giro del motor es transferido por la fricción al disco del tren de potencia, que entonces gira en la misma dirección que el motor. Entonces la velocidad y el torque en cada disco fricción es igual.

Los embragues son utilizados en las transmisiones planetarias para cambiar el rango de velocidad entre el eje de la entrada y el eje de salida. Los embragues también se utilizan en convertidores de torque en los embragues de bloqueo para proporcionar una transmisión directa entre el eje de entrada y el eje de salida.

Componentes

La figura muestra los componentes básicos de un embrague de fricción básico. Estos están conformados por tres componentes básicos:

- 1.
- 2.
- 3.



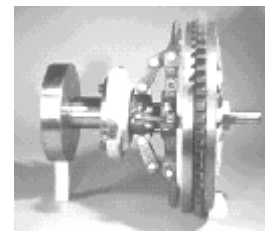
Todo el conjunto esta alineado con la volante del motor.

Tipos

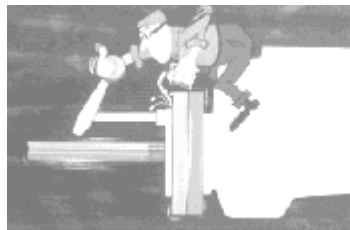
Existen dos tipos de embragues:

- Secos
- Húmedos

Embragues de disco seco



Embrague de disco húmedo

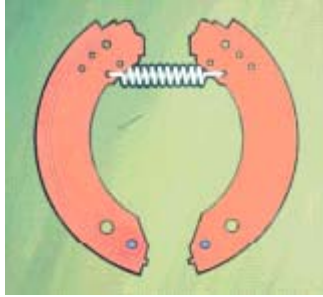


Principios de los embragues

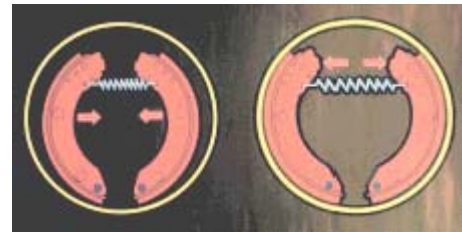
- ---
- ---
- ---
- ---
- ---
- ---
- ---
- ---

2.3.4 Mecanismos de Frenado

Frenos de Zapata

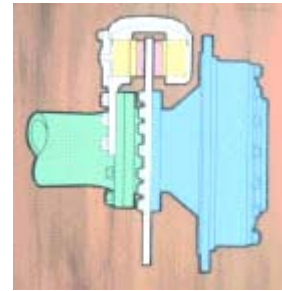






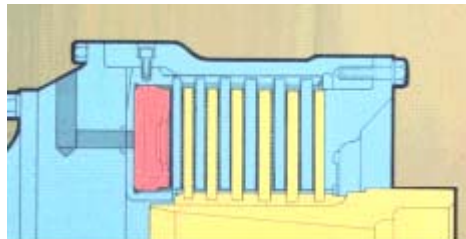
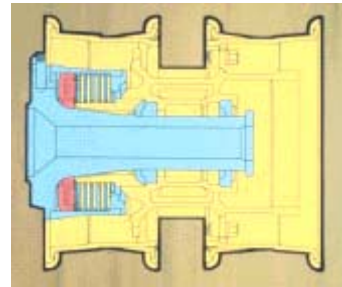
Frenos de disco (caliper)

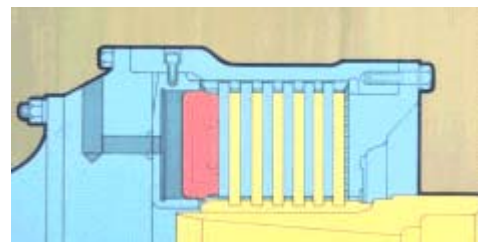




ANOTACIONES

Frenos multidiscos





2.3.5 Transmisión por Fajas

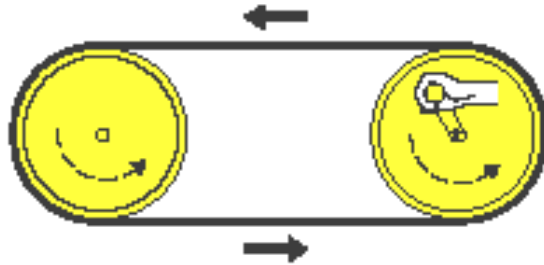
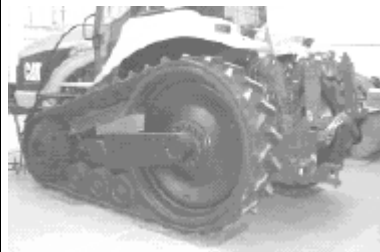


Fig. 1.148 Belt Drive

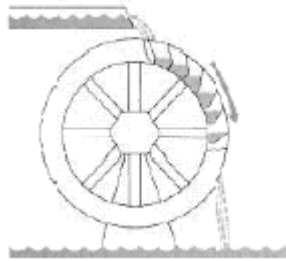
Las fajas son los medios más comunes de transferir potencia a partir de una rueda a otra. En una impulsión de faja (cuadro 1.1.48) las ruedas se refieren como poleas. Desempejante de las ruedas conducidas por el contacto directo de la fricción, las poleas rotan en la misma dirección. También las fajas proporcionan una transferencia más eficiente de la energía que las ruedas de fricción porque la faja entra en contacto con más de la superficie de la polea. La velocidad y el torque de las transmisiones de faja dependen del tamaño de cada polea. El mismo principio de la velocidad y del torque explicado anterior con respecto a transmisiones de los engranajes y de la rueda de fricción, también se aplica a las transmisiones de faja. Una polea pequeña que conduce una polea grande da lugar a menos velocidad y a más torque. Una polea grande que conduce una polea pequeña da lugar a menos torque y a más velocidad.



Las fajas de transmisión en los tractores Challenger utilizan la fricción para transferir la potencia de los mandos finales al terreno.

ANOTACIONES

Hoja 2.4: Transmisión por Fluidos



Las transmisiones por fluidos han estado en uso desde los primeros diseños de la maquinaria. Una de las formas más básicas de transmisión por fluido es la rueda de agua. Muchos de los molinos y de las fábricas en la América colonial fueron accionados muy eficientemente por ruedas de agua. Las transmisiones por fluidos ahora se utilizan en algunas de las más sofisticada maquinas modernas como las transmisiones hidrostáticas.

Los sistemas de transmisión por fluidos son susceptibles a las fugas y a los problemas relacionados con la temperatura.

2.4.1 Bombas y Motores Hidráulicos

La transmisión por fluido en un tren de potencia convierte la potencia mecánica del motor en potencia hidráulica y después convierte la potencia hidráulica de nuevo a potencia mecánica para mover la máquina. Esta conversión de potencia es hecha usando un sistema hidrostático o por la hidrodinámica. Un sistema hidrostático es un sistema hidráulico de circuito cerrado que utiliza el líquido bajo alta presión y baja velocidad para transmitir potencia. Una bomba hidráulica, accionada por el motor, proporciona el flujo de aceite a un motor hidráulico que propulsa la máquina.

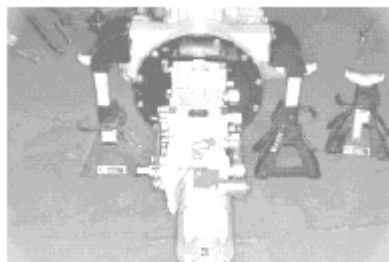


Fig. 1.1.53 Hydraulic Pump



Fig. 1.1.54 Motor

2.4.2 Propiedades de los fluidos

Dos principios de la hidráulica se requieren entender un sistema de impulsión hidrostático:

1.

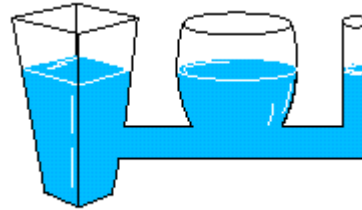


Fig. 1.1.56 Liquids Have No Shape of Their Own

2.

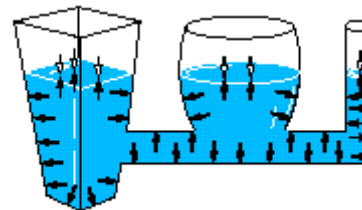


Fig. 1.1.57 Pascal's Law (Pascal's law)

2.4.3 Beneficios de la Trasmisión por fluidos

En un sistema de transmisión hidrostática, un número de pistones se utiliza para transmitir potencia. Un grupo de pistones en la bomba envía potencia a otro grupo de pistones en el motor. En una transmisión hidráulica tipo motor-bomba, el caudal de aceite determina la velocidad. La cantidad de torque es determinada por la presión. La dirección del flujo de aceite controla la dirección del flujo de potencia. Las ventajas de un sistema de transmisión por fluido incluyen:

- _____
- _____
- _____

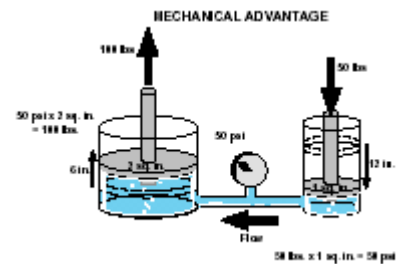


Fig. 1.1.58 Mechanical Advantage

C. Convertidor de Par

El convertidor de par conecta al motor con la transmisión. Su objetivo es transmitir la fuerza hidráulicamente de la volante del motor a la transmisión. El convertidor utiliza aceite para generar la fuerza entre el motor y la transmisión. Cuando una máquina está trabajando contra una carga, el convertidor puede multiplicar la fuerza del motor hacia la transmisión.



Componentes



- A. _____
- B. _____
- C. _____

Funcionamiento

El aceite fluye del impulsor a través de la parte interior de la carcasa y retorna luego de pasar por la turbina. De la turbina el aceite es redireccionado hacia el impulsor por el estator.

La carcasa esta conectada con al volante del motor y contiene al convertidor de torque. Una válvula de alivio de entrada y una válvula de alivio de salida controlan la presión del aceite.







El aceite de la bomba fluye a través de la válvula de alivio del convertidor (no mostrada). La válvula de alivio de entrada controla la presión máxima del aceite dentro del convertidor. El caudal de aceite atraviesa la caja del impulsor y lubrica los rodamientos. Entonces el aceite fluye a través del convertidor como se describiera previamente. El aceite sale del convertidor a través de la válvula de alivio de salida. La válvula de alivio controla la presión mínima dentro del convertidor. El aceite debe permanecer bajo presión en el convertidor para reducir o minimizar la capitación que reduce su eficiencia.

Principios del convertidor de torque

- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____

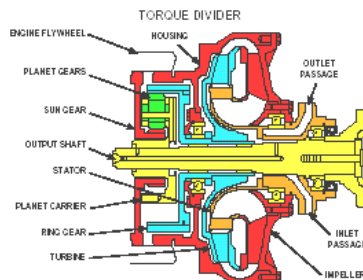
Ventajas

- _____
- _____
- _____
- _____

Aplicaciones

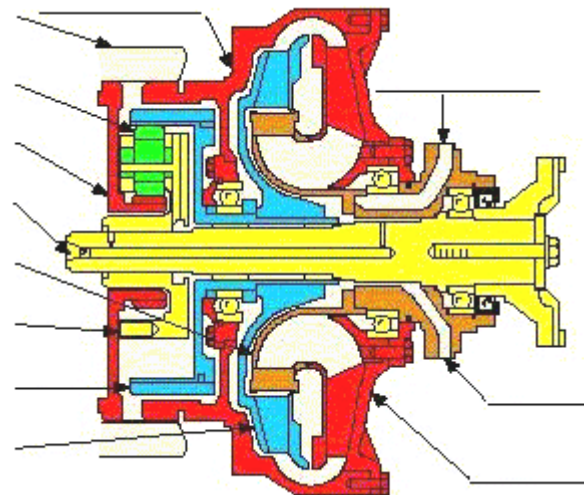
- _____

C. Divisor de Par



- Es un convertidor de par con engranajes planetarios integrados en su parte frontal.
- Esto permite una división variable del par del motor entre el juego de engranajes planetario y el convertidor.
- Las salidas del juego de engranajes y del convertidor están conectadas al eje de salida del divisor de par.
- El convertidor proporciona multiplicación de par para las cargas pesadas mientras que el juego de engranajes planetario proporciona cerca del 30% de transmisión mecánica en situaciones de carga ligera.
- La corona está empalmada a la turbina.
- El solar está conectado a la volante del motor.
- El porta satélites está empalmado al eje de salida.

- 1) Volante
- 2) Carcasa giratoria
- 3) Impelente
- 4) Turbina
- 5) Estator
- 6) Eje de salida
- 7) Conducto de ingreso de aceite
- 8) Conducto de salida de aceite
- 9) Solar
- 10) Satélite
- 11) Porta satélite
- 12) Anular



ANOTACIONES

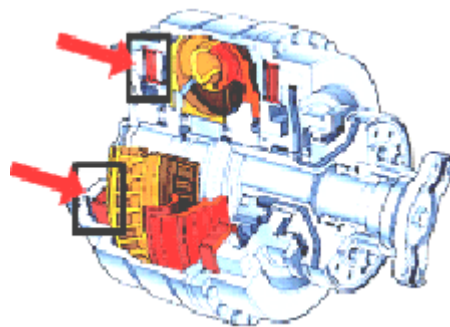
Ventajas

-
-
-
-
-

Aplicaciones

-

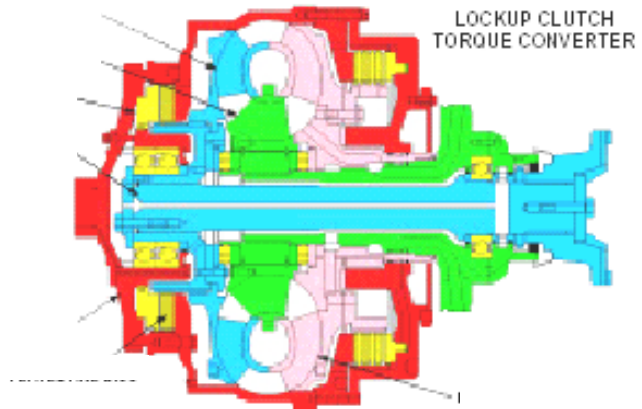
D. Embrague de Traba (Lock Up Clutch)



- Proporciona conexión directa entre la transmisión y el motor.
- Funciona igual que un convertidor de torque estándar cuando no está en mando directo.
- Se engancha automáticamente cada vez que las condiciones de funcionamiento exigen transmisión mecánica, dando mayor eficiencia al tren de mando.
- Su eficiencia es mayor a altas velocidades.
- Está situado dentro de la caja del convertidor.
- Engancha la turbina a la caja del convertidor haciendo que el impulsor y la turbina giren a la misma velocidad que el motor.
- El flujo de aceite hacia el embrague es controlado por la válvula solenoide del embrague que es activada por el ECM.
- Condiciones para que se active:
 - **Interruptor de habilitación en ON (conectado). En los camiones es automático.**
 - **La velocidad de salida del convertidor es mayor que las RPM especificadas para la activación.**
 - **La máquina ha estado en la velocidad y dirección actuales por al menos 2 segundos.**
 - **El pedal de freno izquierdo no debe estar oprimido.**
- Se desengancha durante un cambio o cuando la velocidad de salida del convertidor cae por debajo de las RPM especificadas para su activación.
- Por seguridad no puede engancharse si la velocidad de salida es de sobre revolución.

Componentes

1. Conjunto de Embrague
2. Válvula de control LockUp
3. Impulsor
4. Turbina
5. Estator
6. Caja



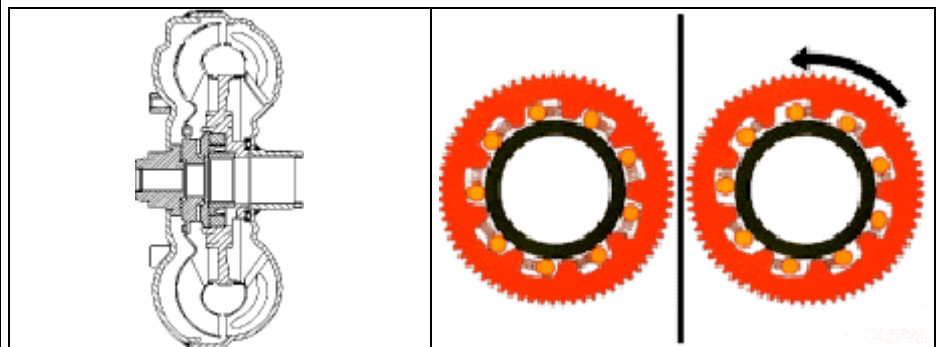
Ventajas del Convertidor LockUp

- _____
- _____
- _____
- _____
- _____

Aplicaciones

- _____

E. Embrague Unidireccional (One Way Clutch)



- Permite que el estator gire libremente cuando no es necesaria la multiplicación de par, haciendo que el convertidor funcione como un acoplamiento hidráulico.
- Tiene los siguientes elementos adicionales: Una leva, rodillos, resortes y una maza.
- Modo Cerrado.- Bajo carga, el aceite empuja los alabes del estator en sentido horario, por lo que los rodillos se traban y fijan al estator. En este caso el estator envía el aceite de regreso al impelente y multiplica el par.
- Modo Abierto.- Cuando la velocidad del impelente y la turbina se incrementan, el aceite golpea la parte posterior de los alabes del estator, haciendo que este gire en sentido antihorario. Esto hace que el estator pueda girar libremente sin enviar el aceite de regreso al impelente. En este caso el convertidor funciona simplemente con un acople.
- Es utilizado con los convertidores de lockup, permitiendo que el estator gire libremente en mando directo.

ANOTACIONES

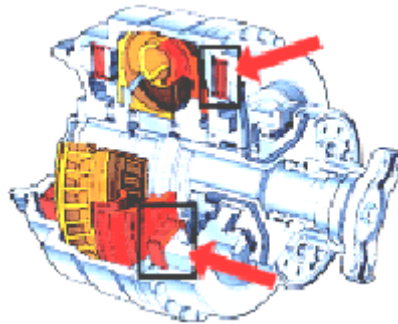
Ventajas

-
-
-
-
-

Aplicaciones

-

F. Embrague de Impelente (Impeller clutch)



- Hace posible la variación de par de salida del convertidor sobre una gama extensa.
- Incluye una válvula de solenoide de embrague y un paquete de embrague de discos múltiples.
- La válvula de solenoide del embrague del impelente, controlada por el módulo de control de la transmisión (ECM), se activa a través del pedal de freno izquierdo.
- El embrague se activa hidráulicamente. Acopla al impelente con la caja del convertidor.
- Cuando el ECM incrementa la corriente, se reduce la presión del embrague del impelente.
- Cuando la corriente está en cero, la presión está al máximo y funciona como un convertidor convencional.

Ventajas

- _____
- _____
- _____
- _____
- _____

Aplicaciones

- _____

G. Convertidor de Capacidad Variable



- Permite que el operador pueda limitar el incremento de fuerza en el convertidor de par para reducir el deslizamiento de las ruedas y desviar parte de la potencia del motor hacia el sistema hidráulico.
- Puede funcionar a capacidades diferentes. Un cambio en la capacidad del impelente trae como resultado un cambio de par de salida.
- Elementos adicionales:
 - Impelente Externo.- Es el segundo impelente dentro del convertidor de par. Esta unido a la caja del convertidor por un embrague accionado por un pistón.
 - Embrague del Impelente.- Es activado hidráulicamente y controlado por el sistema hidráulico de la transmisión.
- A una presión máxima del embrague del impulsor, el embrague se engancha por completo y no hay deslizamiento del embrague. Esto hace que el convertidor funcione como un convertidor convencional.
- A una presión mínima, el embrague se desengancha. En este caso la capacidad del convertidor está al mínimo pues sólo el impelente interno envía aceite.

ANOTACIONES

Ventajas

- _____
- _____
- _____
- _____
- _____

Aplicaciones

- _____

H. Prueba de Calado

- La prueba de calado deberá realizarse cuando se sospeche de un problema con el convertidor de torque.
- Consultar siempre su manual de servicio para los procedimientos de seguridad y de prueba.
- El eje de salida está detenido (velocidad de salida cero).
- Motor en máxima aceleración.
- Se mide la velocidad del motor.
- Una velocidad mayor o menor a la especificada es un indicio de problemas en el tren de potencia.
- Si la velocidad es mayor a la especificada = Problema en el tren de potencia.
- Si la velocidad es menor a la especificada = Problema en el motor.
- Debe calarse en la mínima velocidad posible.
- No debe calarse más de 20 segundos.
- Se debe dejar por lo menos 2 minutos entre calado y calado.

I. Pruebas de las Válvulas de Alivio de Entrada y Salida

- Consulte siempre su manual de servicio para los procedimientos de seguridad y de prueba.

- a) Válvula de alivio de entrada
 - Controla la presión máxima que llega al convertidor.
 - Evita daños cuando se arranca en frío.
 - Se mide la presión P3 con las RPM en alta y el aceite frío.
- b) Válvula de alivio de Salida
 - Mantiene la presión en el convertidor.
 - Evita la cavitación y asegura un funcionamiento eficiente.
 - Si la Presión es Baja
 - Puede indicar desgaste en el convertidor.
 - Flujo Pobre de la Bomba.
 - Válvula de alivio defectuosa.
 - Si la Presión es Alta
 - Válvula de alivio defectuosa.
 - Existe bloqueo en el sistema.
 - Se mide en la toma de presión de la válvula de alivio.

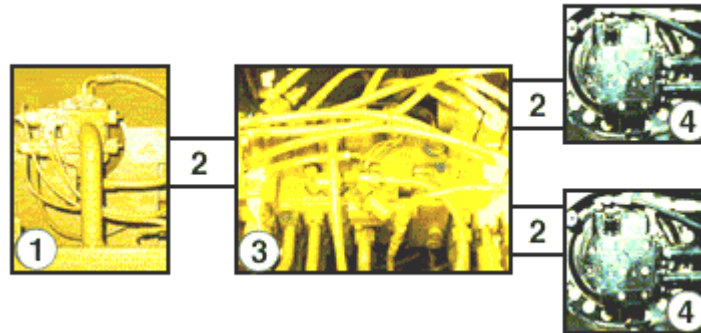


2.4.6 Sistemas Hidrostáticos

Los sistemas de mando hidráulico poseen la capacidad de velocidad infinitamente variable. Una bomba de desplazamiento variable transforma la potencia mecánica del motor en potencia hidráulica. Esta potencia se envía a través de las tuberías hidráulicas a la válvula de control y de la válvula de control al motor donde es convertida nuevamente en potencia mecánica para impulsar una carga. La bomba está diseñada para producir un flujo que puede ser variado. El flujo es enviado a través de una de las dos tuberías al motor hidráulico de mando. Esto permite que la máquina funcione a diferentes velocidades y en distintos sentidos.

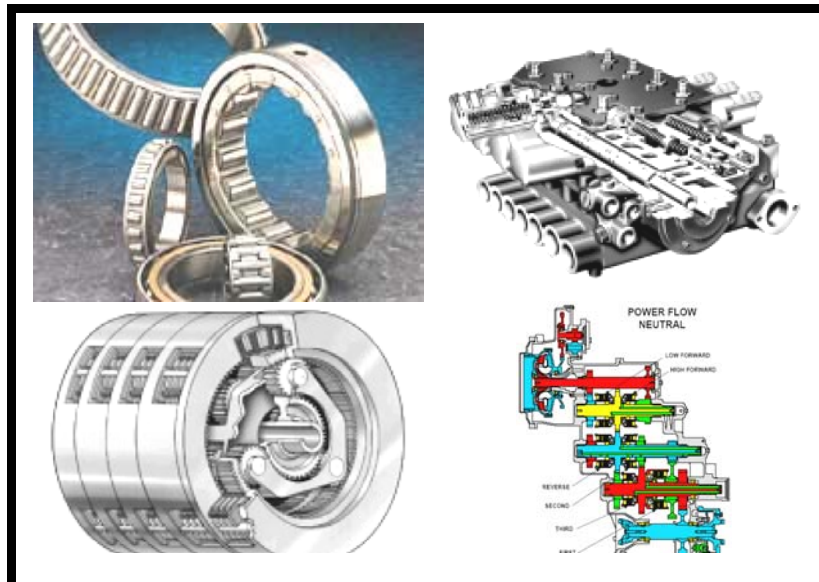
Los componentes de un sistema de mando hidráulico son los siguientes:

- _____
- _____
- _____
- _____
- _____



Modulo 2

TIPOS DE TRANSMISIONES Y VÁLVULAS DE CONTROL



MODULO 2: TIPOS DE TRANSMISIONES Y VÁLVULAS DE CONTROL

El propósito de este módulo es introducir al estudiante en los mecanismos que conforman los sistemas de tren de potencia utilizados en la maquinaria Caterpillar. Se incluirán elementos básicos como cojinetes, rodamientos, tipos de transmisiones y controles hidráulicos. La operación y las partes de cada componente serán explicadas así como su función dentro del tren de potencia.

OBJETIVOS

Al término de este módulo, el estudiante estará en la capacidad de:



1. Demostrar los conceptos básicos de funcionamiento y aplicaciones de los elementos básicos, respondiendo correctamente las preguntas de la evaluación de conocimientos.



2. Describir las partes y explicar el funcionamiento de los componentes de los diferentes tipos de transmisiones y la operación de las válvulas de control de la transmisión.

Lección 1: OTROS COMPONENTES DE LOS TRENES DE POTENCIA

CLASE



Esta lección presentará una introducción a los otros elementos y componentes que conforman los trenes de potencia. La unidad inicia con la descripción de los cojinetes, rodamientos, sellos y empaques, sus tipos básicos y sus beneficios.

LABORATORIO DE
CLASE



LABORATORIO DE
CAMPO



MATERIAL
NECESARIO



- Manual del estudiante

TEST



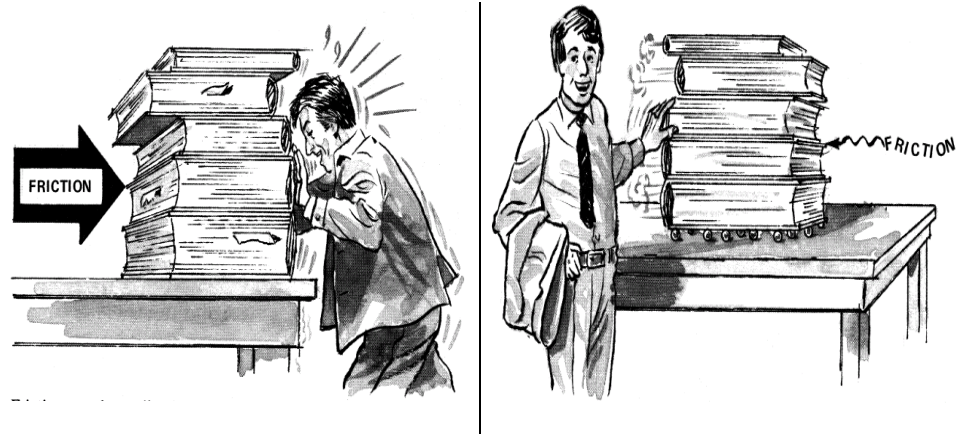
- Evaluación de inicio

Hoja 1.1: Rodamientos y Cojinetes



Un cojinete es un dispositivo o elemento mecánico que disminuye la fricción en una máquina en la cual sus partes móviles ejercen fuerzas sobre otras partes.

Fricción



Cuando un objeto se mueve sobre otro, se produce un cierto grado de resistencia al movimiento, producida por sus superficies. Esta resistencia es conocida como FRICCION (fig. superior). Mientras que la fricción es usada para transmitir movimiento de un objeto a otro, esta también trabaja para evitarlo. Una fricción continua origina aumento de temperatura que da como resultado el desgaste de las superficies en contacto. En la maquinaria, una fricción descontrolada puede originar rápidamente daños a las partes de la misma y su posterior paralización.

La fuerza de fricción es una fuerza que **se opone al movimiento**.
FACTORES QUE AFECTAN A LA FUERZA DE FRICCIÓN

La fuerza de fricción depende de:

1. Los materiales que están en contacto
2. El estado de las superficies (humedad, rugosidad, lubricación, etc.)
3. Es proporcional a la fuerza normal con que apoya un sólido en otro

TIPOS DE MOVIMIENTO BÁSICOS

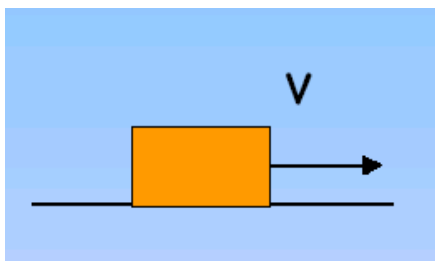


Fig. 1.12. Movimiento de deslizamiento

Deslizamiento.

Cuando en los puntos de contacto existe una velocidad tangencial respecto al otro cuerpo

Rodadura

Cuando el eje de rotación es una recta tangente a la superficie de contacto.

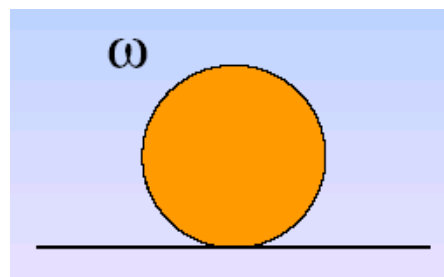


Fig. 1.13. Movimiento de rodadura

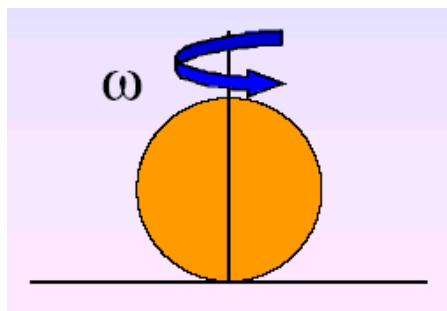
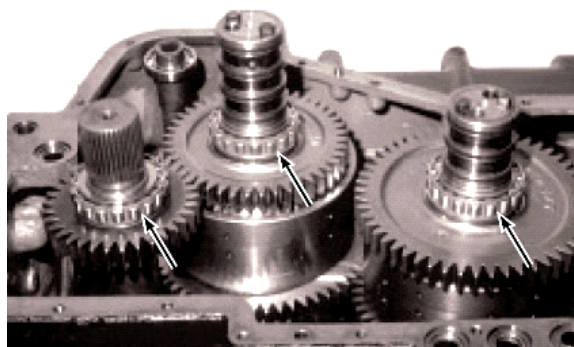


Fig. 1.14. Movimiento de pivotamiento

Pivotamiento

Cuando el eje de rotación es perpendicular a la superficie en el punto de contacto.

COJINETES



Comúnmente, los cojinetes soportan las partes en movimiento. Así mismo deben permitir un tipo de movimiento a la parte móvil, como la rotación, mientras que previene que esta se mueva en otra dirección, por ejemplo, lateralmente. Es por esto que los rodamientos se montan en los soportes rígidos de los ejes de rotación donde la fricción es muy grande.

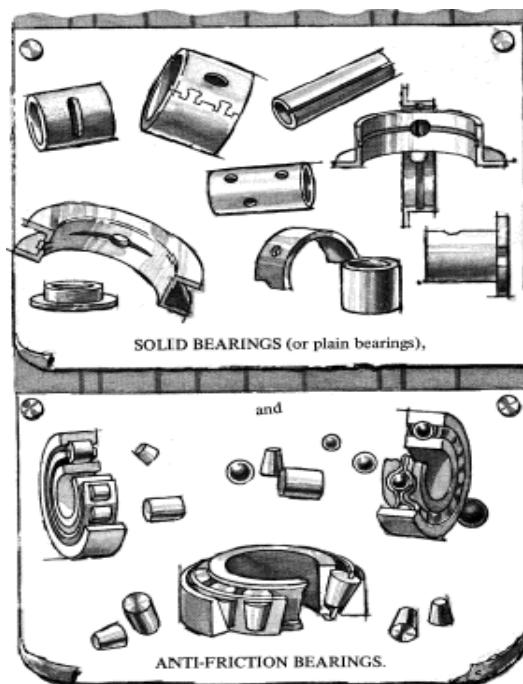
1.1.1 Funciones

Los cojinetes fueron inventados en los inicios de la historia. Cuando la rueda fue inventada, fue montada en un eje, y donde la rueda y el eje se tocaban había un cojinete. Los primeros cojinetes tenían superficies de madera o de cuero lubricado con grasa, grasa animal. Los cojinetes modernos se clasifican en **cojinetes de fricción y cojinetes antifricción**. Ninguno de los dos tipos de cojinete es totalmente antifricción pero ambos son eficientes en la reducción de la fricción en la maquinaria.

En la maquinaria, los métodos más comúnmente usados para reducir la fricción, el calor y el desgaste son la lubricación y los cojinetes. El aceite proporciona la película lubricante y la refrigeración pero no provee de soporte para los componentes en movimiento. Los cojinetes son particularmente útiles porque también soportan el peso estático y las cargas dinámicas de los ejes de transmisión, de los engranajes, de las bielas, etc. Por ejemplo, los cojinetes de la rueda soportan el peso total de la máquina. Los cojinetes del cigüeñal soportan el eje contra las fuerzas producidas por la biela del pistón.

Las funciones primarias de los cojinetes en una máquina son:

•
•
•
•
•

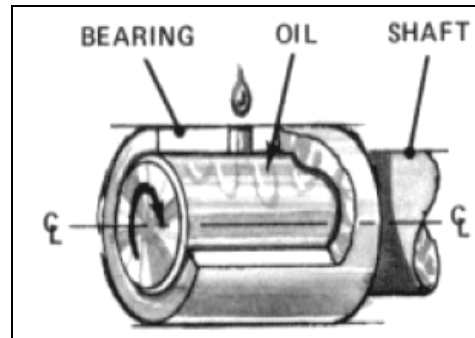


Existen muchas variedades específicas de cojinetes que son usados en la maquinaria moderna, los cojinetes se clasifican en dos tipos principales:

- Cojinetes sólidos (llanos), y
- Cojinetes antifricción (rodamientos).

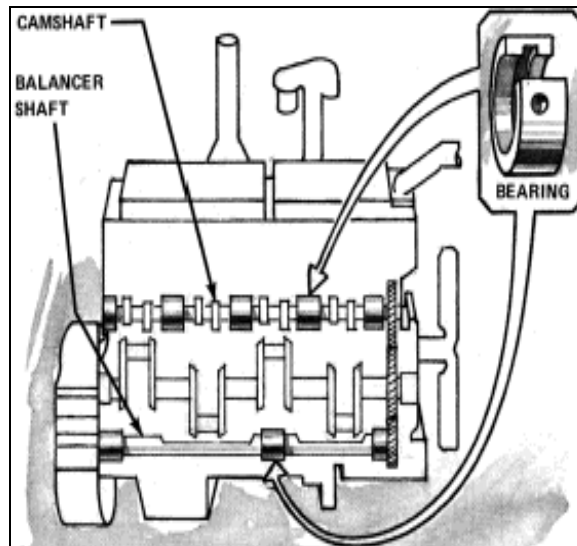
Los cojinetes sólidos son clasificados como manguitos o bocinas (bujes) y cojinetes partidos. Los cojinetes sólidos también se conocen como **cojinetes de fricción**.

En un cojinete sólido, el eje gira sobre la superficie del mismo. El eje y el cojinete están separados por una delgada capa de aceite lubricante. Al rotar a las velocidades de operación, el eje es a menudo soportado por esta delgada capa de aceite y no por el cojinete en sí.



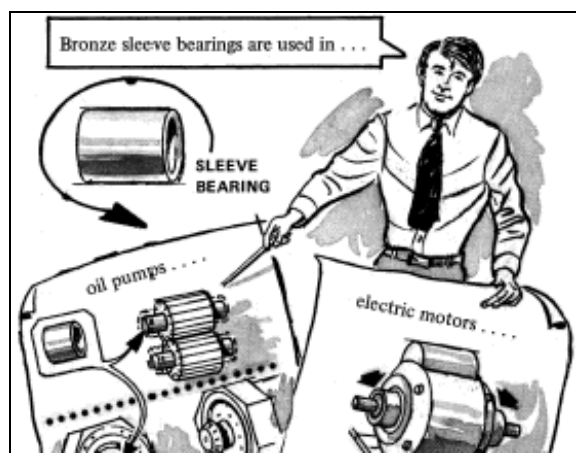
Mientras que la velocidad aumenta, la película de aceite se vuelve más densa (gruesa), de modo que la fricción aumenta en menor proporción que la velocidad. A bajas velocidades, la película de aceite es delgada si otros factores no son cambiados. A velocidades extremadamente bajas, la película puede romperse y las dos piezas pueden entrar en contacto. Por lo tanto, la fricción es alta cuando una máquina se pone en movimiento, y el cojinete puede fallar si es sometido a altos esfuerzos durante el inicio.

1.1.1.1 Manguitos (Sleeve)

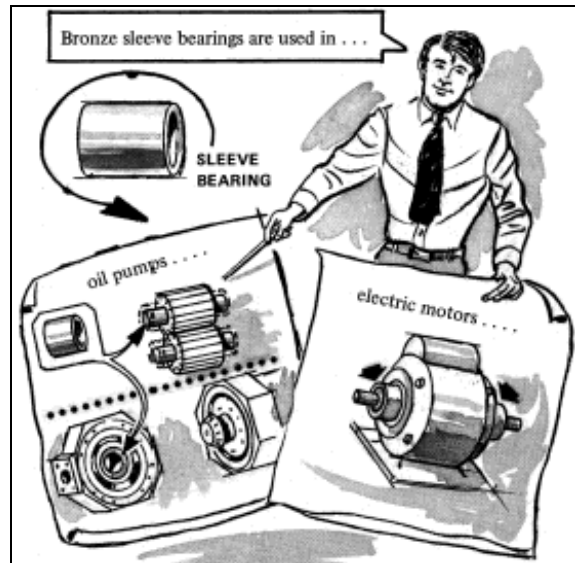


El tipo más simple de cojinete sólido son bujes de una sola pieza también llamados **manguitos**. Los manguitos se han utilizado en las ruedas y otros ejes rotativos desde épocas tempranas. El cojinete del tipo manguito es más simple que los cojinetes antifricción en cuanto a su construcción pero más complejos en la teoría y operación. La figura muestra un tipo de cojinete de manguito y un eje de levas. El eje de levas es soportado por los manguitos en el bloque de motor.

El eje apoyado por el cojinete se llama **muñón**, y la porción externa, **manguito**. Si el muñón y el manguito estuvieran hechos de acero, entre las superficies de soporte, incluso si hubiera lubricación, pueden generar suficiente fricción para producir escoriaciones o desprendimientos de metal el uno al otro. La mayoría de cojinetes o manguitos son por lo tanto acrobáticos



El eje apoyado por el cojinete se llama **muñón**, y la porción externa, **manguito**. Si el muñón y el manguito estuvieran hechos de acero, entre las superficies de soporte, incluso si hubiera lubricación, pueden generar suficiente fricción para producir escoriaciones o desprendimientos de metal el uno al otro. La mayoría de cojinetes o manguitos son por lo tanto recubiertos con latón, bronce, o metal antifricción. Los cojinetes de manguito de bronce se utilizan extensamente en bombas de aceite y motores eléctricos.



Los cojinetes sólidos son metales recubiertos con otros compuestos que son más suaves que el material de los ejes que giran sobre ellos, condición que permite el desgaste del cojinete antes de que lo haga el eje. Es típicamente más fácil y menos costoso sustituir un cojinete gastado que sustituir un eje.

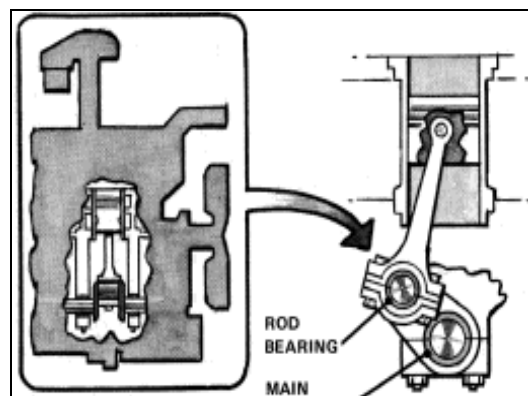
Los cojinetes de manguito son generalmente lubricados a presión a través de un agujero en el muñón o de la cubierta que contiene el cojinete. El manguito es a menudo acanalado para distribuir el aceite uniformemente sobre la superficie del mismo.

1.1.1.2 Cojinetes Partidos

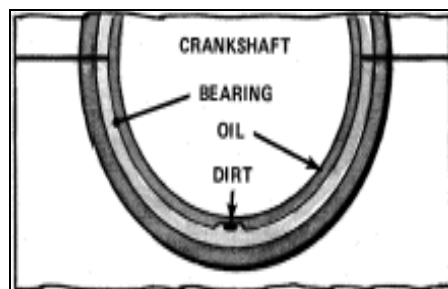
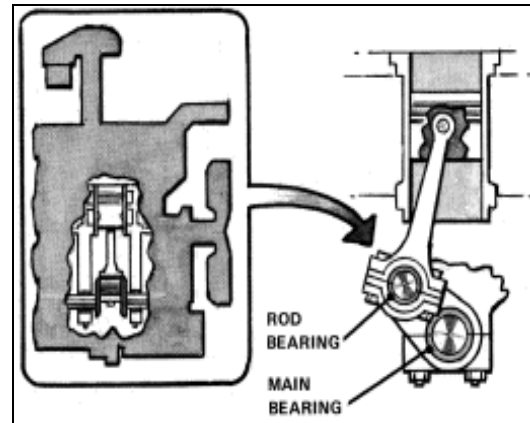


Un segundo tipo de cojinete sólido es el **cojinete partido**. Los cojinetes partidos son probablemente los más conocidos debido a su uso en motores a combustión. Las tapas de cojinete de biela tienen cojinetes partidos que se empernan con las bielas de pistón. Estos cojinetes pueden ser substituidos cuando se desgastan.

Los cojinetes partidos, además de los agujeros del aceite, incorporan a menudo surcos (canales) que permiten que el aceite fluya libremente alrededor de la cara del cojinete. Los cojinetes partidos pueden también tener lengüetas de fijación que se asientan en las muescas de la tapa. Estas lengüetas evitan que el cojinete resbale o deslice



Los cojinetes partidos, además de los agujeros del aceite, incorporan a menudo surcos (canales) que permiten que el aceite fluya libremente alrededor de la cara del cojinete. Los cojinetes partidos pueden también tener lengüetas de fijación que se asientan en las muescas de la tapa. Estas lengüetas evitan que el cojinete resbale o deslice horizontalmente sobre el eje.



Aunque son descritos como sólidos, los cojinetes partidos se fabrican a menudo de dos tipos de metal. El material de la superficie del cojinete es a menudo una aleación de aluminio, que es más suave que el acero y un buen conductor del calor. La relativa suavidad del aluminio permite que las partículas contaminantes que ingresan con el aceite se incrusten en el cojinete evitando daños al costoso cigüeñal.

1.1.1.3 Beneficios de los Cojinetes Sólidos

- Son menos costosos
- Manejan Grandes Cargas Radiales

1.1.2 Rodamientos (Cojinetes Antifricción)

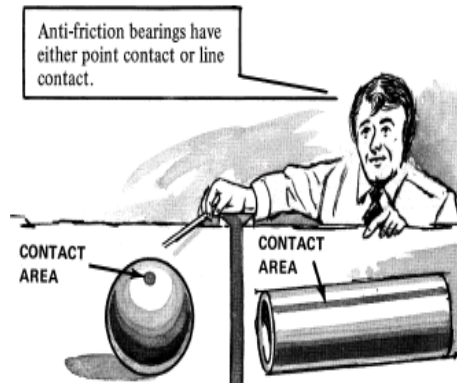


Los **cojinetes antifricción**, también conocidos como **rodamientos** utilizan la acción de rodadura para reducir la fricción y para tener una fuerza de fricción de arranque más baja que los cojinetes rígidos.

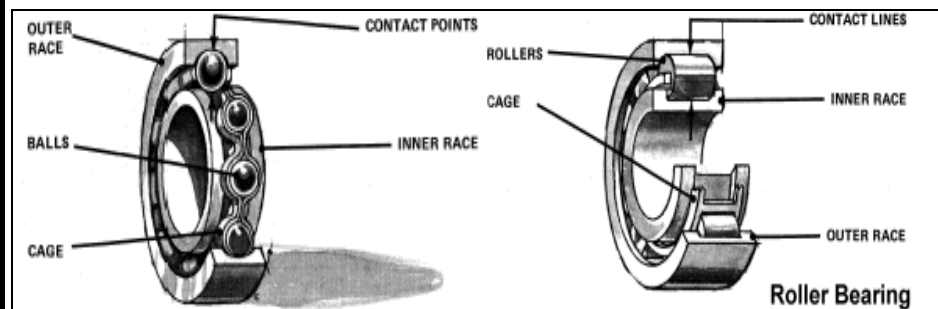
La acción de rodadura no es otra cosa que el movimiento mutuo entre los componentes del rodamiento. Este movimiento se produce en un punto o línea de contacto específico llamado área de contacto.

El punto de contacto es una pequeña área de la superficie del componente rodante (como la de las billas o bolas) que entra en contacto con las superficies de rodadura (Pistas).

La Línea de contacto es en cambio una pequeña línea continua en la superficie del componente rodante (como la de los rodillos) que entra en contacto con las superficies de rodadura (Pistas).



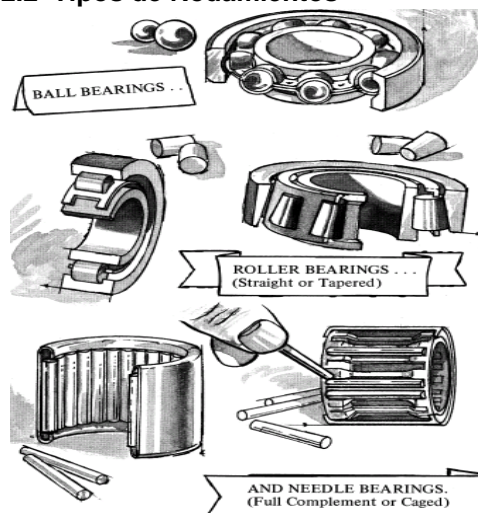
1.1.2.1 Partes de un Rodamiento



Los rodamientos se conforman en la mayoría de los casos de los siguientes componentes:

- a) **Pista interior o cono:** La pista interna es un anillo de acero endurecido con un canal trabajado a máquina o surco en el cual las bolas o rodillos viajan. La pista interna se une a menudo al eje de rotación que es soportado por el cojinete.
- b) **Pista exterior:** Similar a la pista interna, la pista externa es un anillo de acero endurecido con un canal o GROOVE que permite a las bolas o rodillos rodar internamente. La pista externa es normalmente un componente separado que va montado generalmente en el soporte fijo.
- c) **Bolas o rodillos:** Entre las pistas existen componentes que reducen la fricción. Éstos pueden ser bolas de acero endurecidas, de rodillos rectos o cónicos, o rodillos finos llamados agujas. Las bolas o los rodillos giran libremente entre las pistas internas y externas.
- d) **Jaula:** La jaula se coloca entre las pistas internas y externas y se utiliza para mantener el correcto espaciado entre las bolas o los rodillos.

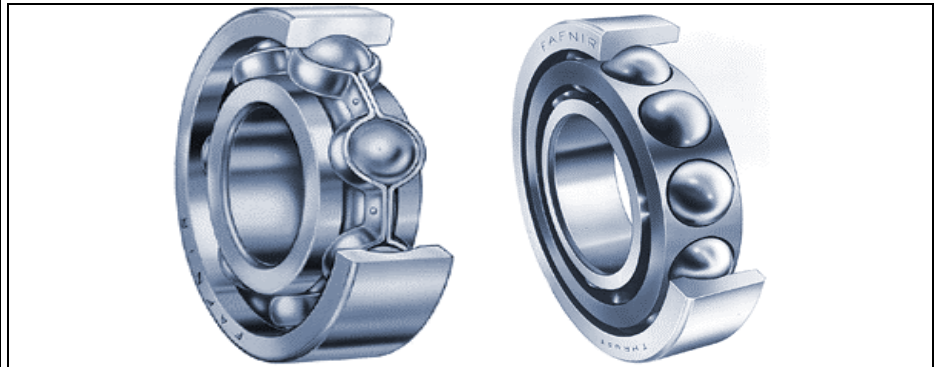
1.1.2.2 Tipos de Rodamientos



Existen tres tipos principales de rodamientos:

- De bolas,
- De rodillos (Rectos y Cónicos), y
- De aguja.

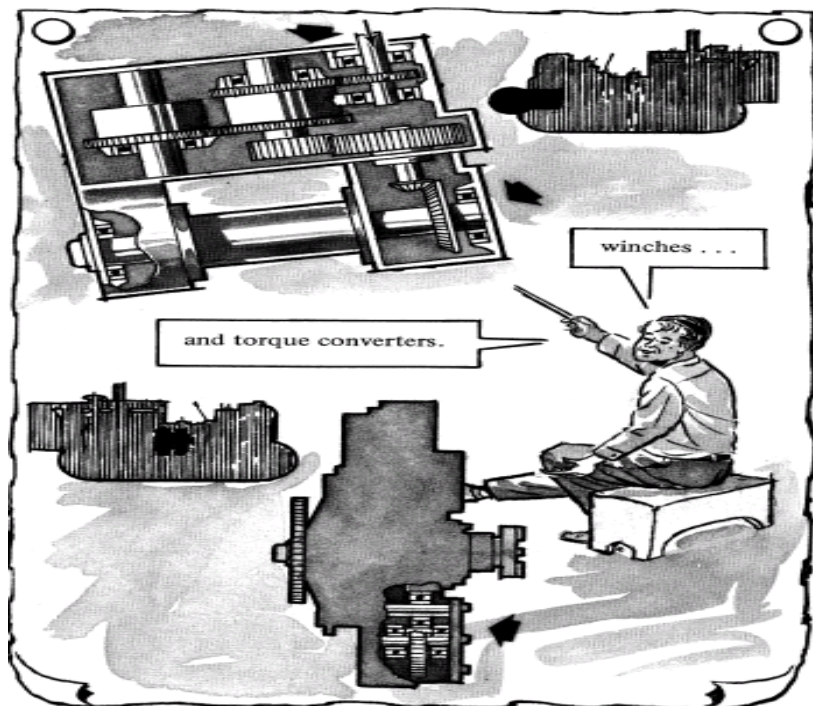
1.1.2.2.1 De Bolas



Este tipo de rodamientos está conformado por dos pistas con una amplia ranura en donde ruedan billas (bolas) de acero templado, las mismas que están separadas o soportadas entre sí por una canastilla o jaula de acero, bronce o material sintético.

Debido a su bajo par, son muy aconsejables en las aplicaciones que requieran altas velocidades y bajas pérdidas de potencia.

Los rodamientos de una hilera de bolas de ranura profunda son el tipo más común y su campo de aplicación es muy amplio. Se encuentran en motores eléctricos, alternadores de autos, compresores, ventiladores, y muchas otras aplicaciones.

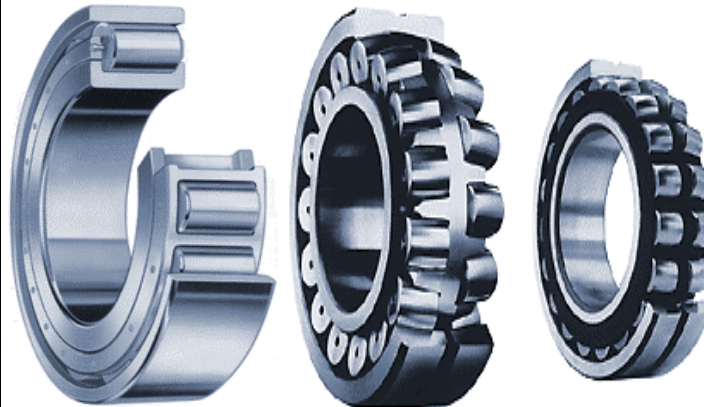


Dentro de este tipo de rodamiento podemos encontrar un tipo especial de rodamiento, los de contacto angular, que además de soportar cargas radiales también permiten grandes cargas axiales. Rodamientos con un mayor ángulo de contacto, se usan frecuentemente en bombas centrifugas, ventiladores, taladros y otras aplicaciones de la industria pesada que requieren sostener mayor carga axial. Rodamientos con un menor ángulo de contacto, se usan en máquinas de herramientas que requieren altas velocidades y precisión.

Características:

➤
➤
➤
➤
➤

1.1.2.2.2 De Rodillos



Este tipo de rodamientos está conformado por dos pistas rectas u ovaladas una puede presentar una ranura en donde ruedan rodillos de acero templado, y al igual que los rodamientos de bolas están separados entre sí por una canastilla de acero, bronce o material sintético.

Estos rodamientos pueden clasificarse como Rodillos Cilíndricos y de Rodillos Esféricos.

Rodamientos de Rodillos Cilíndricos

En rodamientos de este estilo, los rodillos cilíndricos están en contacto lineal con los caminos de rodadura. Esto le da una alta capacidad de carga radial. Además son aconsejables para altas velocidades.

Los rodamientos cilíndricos se usan en motores eléctricos, motores de tracción, reductores, transmisiones, equipo de construcción, ventiladores, grúas, turbinas, bombas y compresores. Los rodamientos de dos hileras de rodillos cilíndricos poseen alta rigidez radial y se usan principalmente en máquinas-herramienta de precisión.



Normalmente se utilizan jaulas de acero prensado o de latón mecanizado, aunque, a veces también se utilizan las de poliamida.

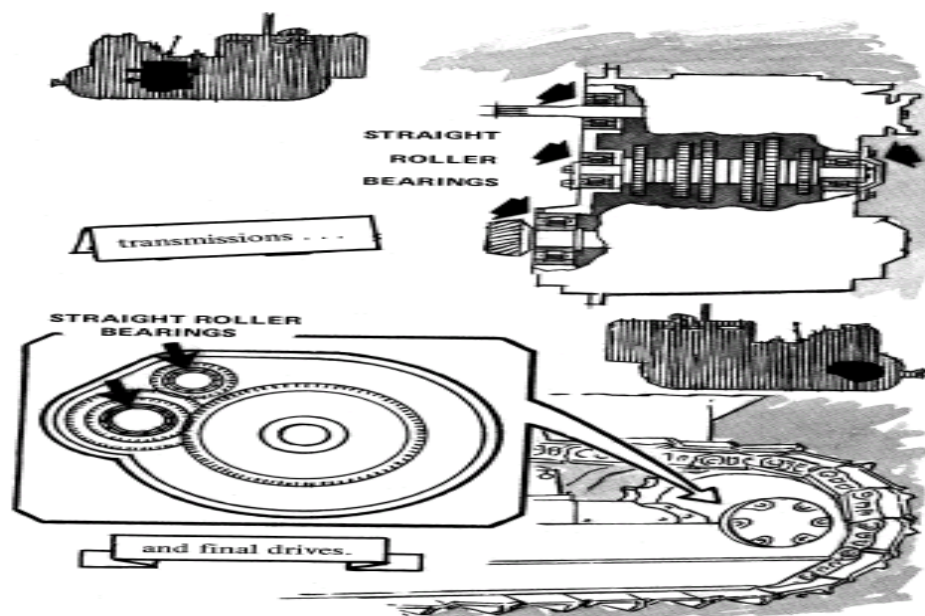
Rodamientos de Rodillos Esféricos



Estos rodamientos consisten de dos hileras de rodillos en forma de barril. El aro interno tiene dos caminos de rodadura y el aro exterior un solo camino de rodadura de forma esférica, puesto que el centro de curvatura de la superficie del camino de rodadura del aro exterior coincide con el centro del eje. Esto hace que sean autolineantes.

Es decir el aro interno (con rodillos y jaula) se puede inclinar con respecto al aro externo. El rango permisible de desalineamiento para un rodamiento esférico varía dependiendo de las condiciones de carga y serie dimensional del rodamiento, pero normalmente es aproximadamente de 1 a 2.5 grados. Esto es mucho mayor a un rodamiento de bola, el cuál no acepta un desalineamiento mayor de 0 grados y 4 minutos.

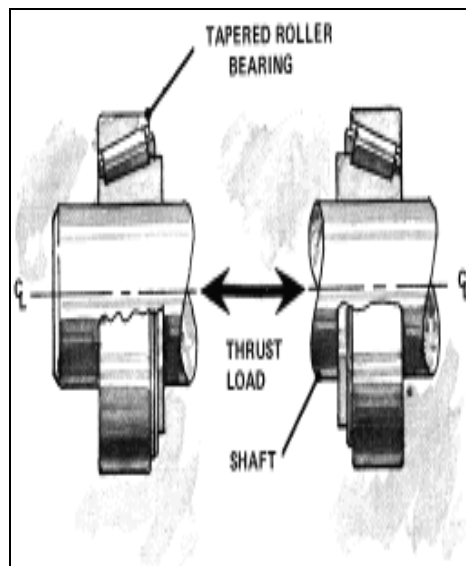
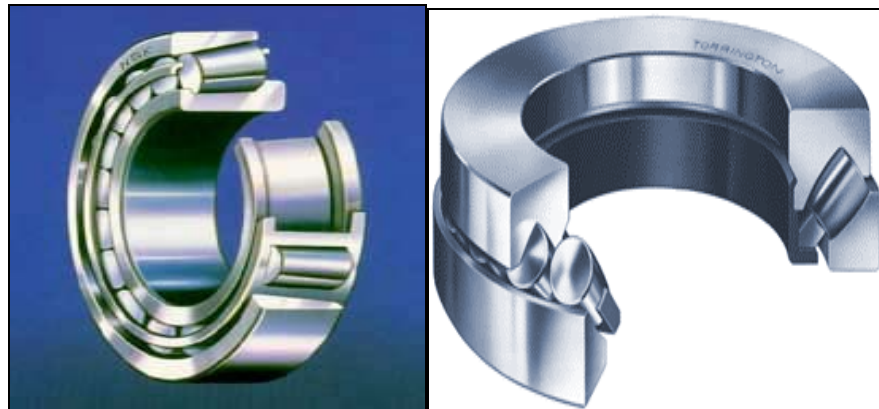
Estos rodamientos son usados en una gran variedad de industrias y aplicaciones, más que otros rodamientos de rodillos. Se usan en industrias pesadas como las de acero, papel, minas, cemento, construcción, petróleo, petroquímica, ferrocarril y otras. Aplicaciones comunes son: equipo de construcción, colada continua en siderúrgicas, molinos de cementos, cribas (mallas vibratorias), reductores, grúas, bombas, compresores, rodillos de mesa de transporte en siderúrgicas y otras.



Características:

➤
➤
➤
➤

1.1.2.2.3 Cónicos de Rodillos

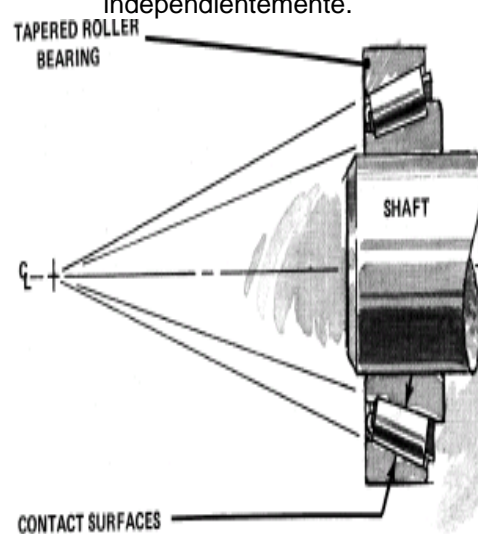


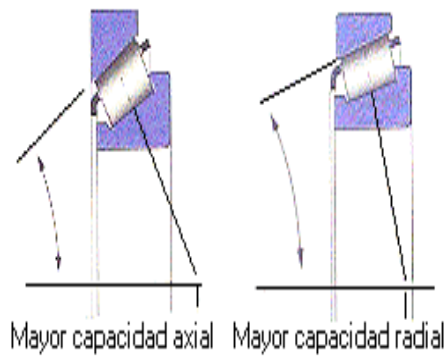
Los rodamientos de este estilo utilizan rodillos cónicos guiados por un reborde en la parte posterior del cono (aro interno con rodillos). Estos rodamientos pueden soportar altas cargas radiales así como cargas axiales en una sola dirección.

Normalmente son montados en pares de manera similar a los rodamientos de contacto angular. En estos casos se puede obtener un juego interno correcto ajustando la distancia axial entre las pistas exteriores o aros y los conos de los dos rodamientos opuestos. Puesto que son separables, los conjuntos de aro (cubeta) y conos pueden ser montados independientemente.

El rodamiento de rodillos cónicos está diseñado de tal modo, que la prolongación de las generatrices de las superficies de rodadura de las pistas y los rodillos, convergen en un punto común que se encuentra sobre el eje de rotación del rodamiento llamado ápex.

Esto permite que un auténtico movimiento de rodadura sin deslizamiento de los rodillos sobre la pista, se dé en todos y cada uno de los puntos de contacto.

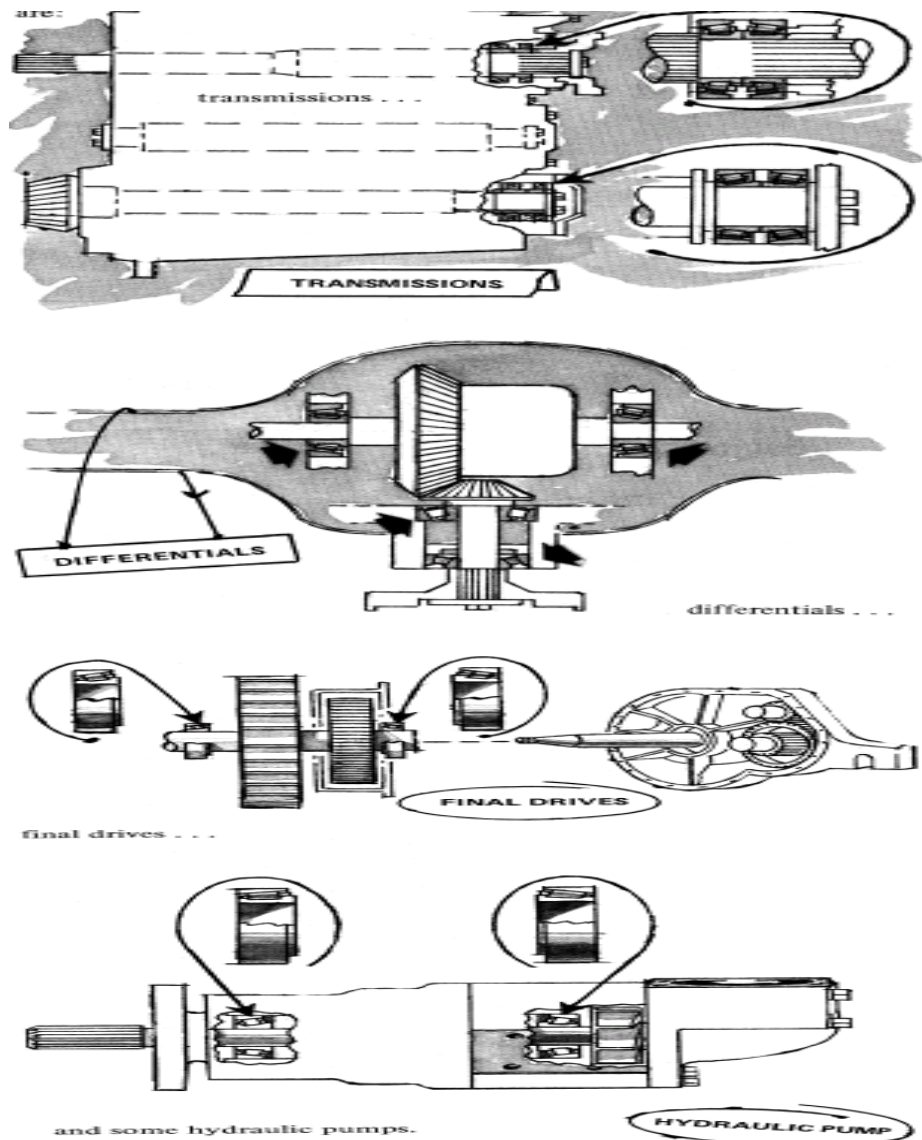




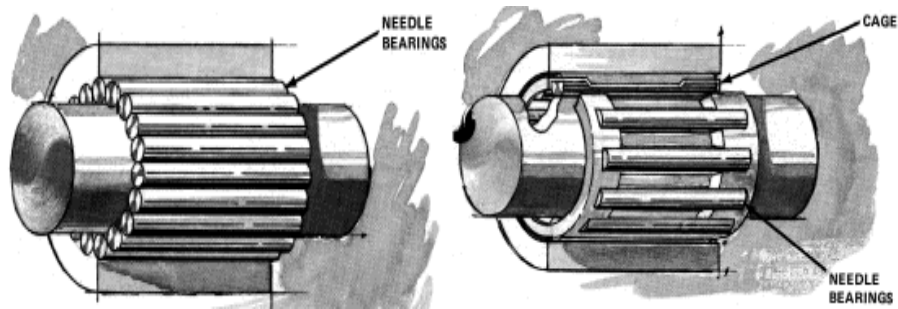
Además de esto, la forma del rodillo cónico permite combinar cargas axiales y radiales; la distribución de la carga es directamente proporcional a la inclinación del cono, es decir, si existe un mayor ángulo con respecto al eje de rotación, el rodamiento soportará más carga axial y si tiende a disminuir este ángulo, soportará mayor carga radial.

Dependiendo del ángulo de contacto, los rodamientos cónicos se dividen en tres tipos de ángulos: normal, mediano, y pronunciado. También están disponibles los rodamientos de dos y cuatros hileras de rodillos cónicos. Normalmente se usan jaulas de acero.

Los rodamientos de rodillos cónicos son usados en ruedas de camiones pesados, equipo de construcción, reductores, transmisiones automotrices, diferenciales automotrices, husillos, y otros.

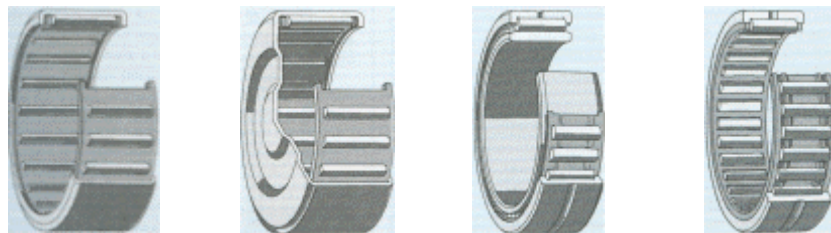


La amplia variedad de diseños, incluyendo rodamientos combinados para cargas radiales y axiales, permite unas disposiciones de rodamientos sencillas, compactas y económicas

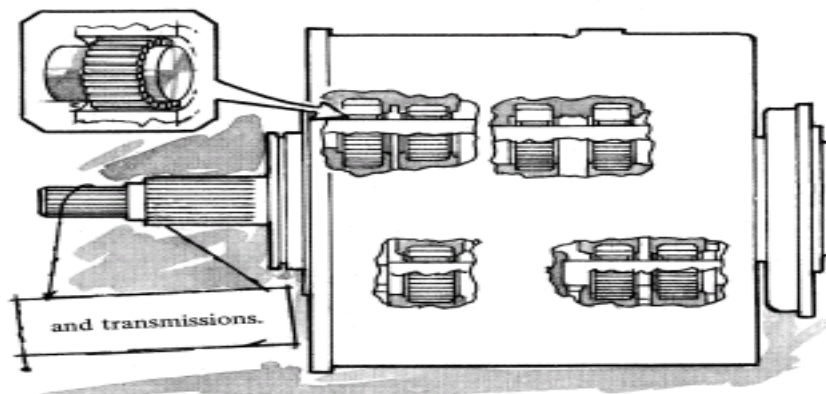
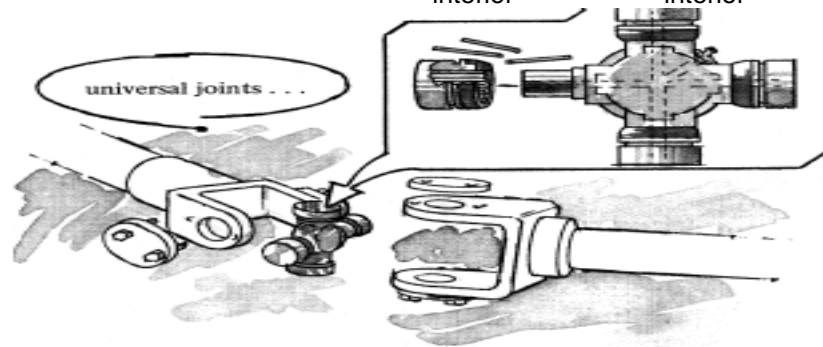


Dentro de esta variedad se tiene rodamientos de agujas con jaulas o canastillas los mismos que tienen una mayor capacidad de carga radial para el mismo espacio que los demás rodamientos pero su uso está limitado para agujeros con diámetros menores a 10 pulgadas (254 milímetros).

Las agujas tienen un perfil ligeramente bombeado hacia los extremos, lo que da lugar a una línea de contacto modificada entre las agujas y los caminos de rodadura que permite evitar los daños por cargas en los bordes.



Casquillo de agujas sin fondo de Casquillo de agujas con fondo de Rodamiento de agujas con interior de Rodamiento de agujas sin interior de Rodamiento de agujas con interior



Características:

➤
➤
➤

1.1.2.2.5 Beneficios de los Rodamientos

➤
➤
➤

Hoja 1.2: Sellos y Empaques



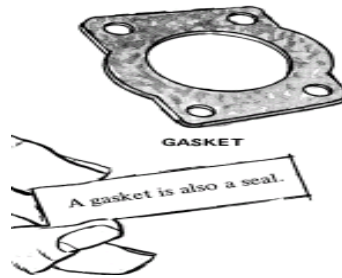
DUO-CONE® SEAL



O-RING SEAL



LIP-TYPE SEAL



GASKET

A gasket is also a seal.



PACKING RING

Some shafts have a seal called a packing or packing ring.

Para una operación suave con un mínimo desgaste, la mayoría de los engranajes y cojinetes requieren de lubricación constante. Desde tiempos remotos los ingenieros han ideado diversos medios de mantener el lubricante alrededor de piezas móviles y no permitir el ingreso del agua, polvo y la contaminación.

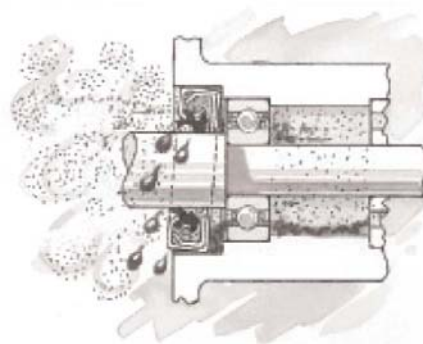
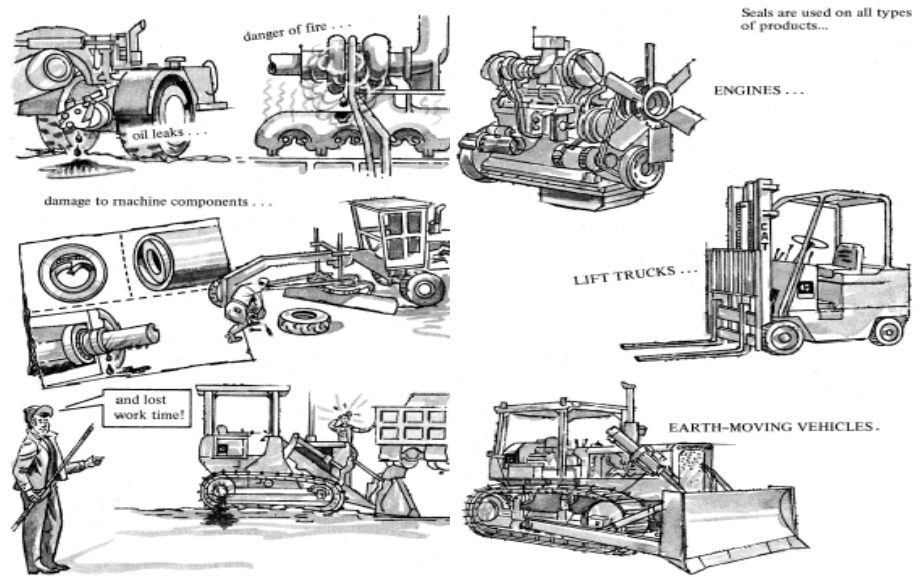


Fig. 1.2.19 Seal Failure

Dada las condiciones en las cuáles típicamente operan las máquinas de construcción, la efectividad de los sellos es particularmente importante. La falla de un sello da como resultado la paralización de la maquinaria además del tiempo y dinero perdido.



1.2.1 Tipos de Sellos



Un sello se define como una pieza de material o un método que prevenga o disminuya el flujo de un fluido o del aire entre dos superficies. Las superficies selladas pueden ser fijas o móviles. Algunas de las muchas funciones de un sello son:

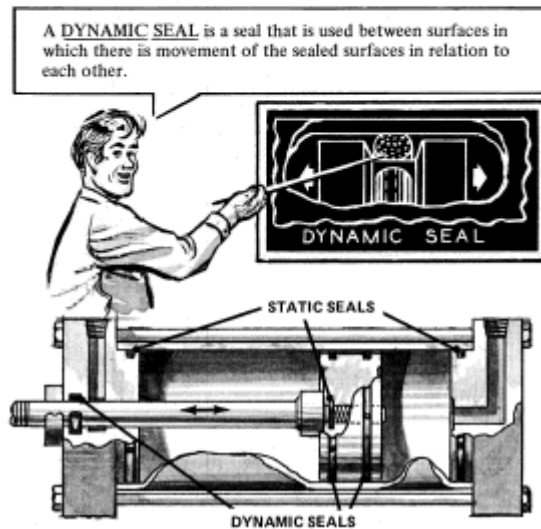
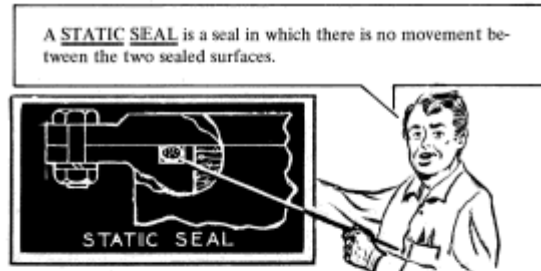
-
-
-
-
-
-

Los sellos se pueden clasificar en dos tipos básicos:

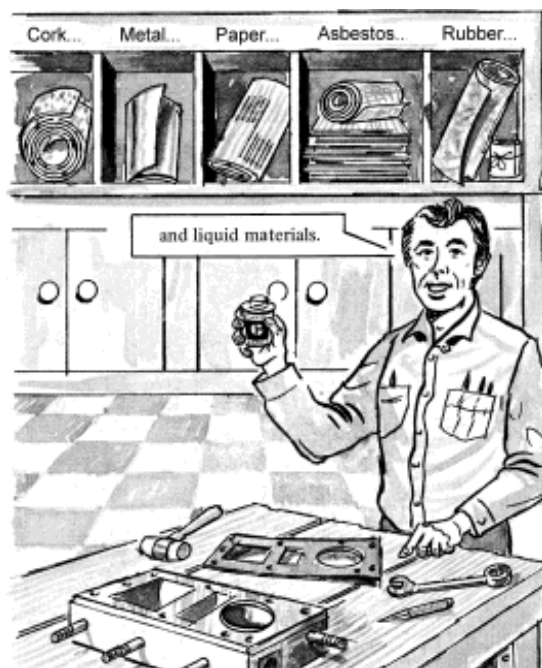
-
-

Se utilizan los sellos estáticos cuando no hay movimiento entre las dos superficies selladas. Se utilizan los sellos dinámicos cuando hay movimiento entre las superficies selladas.

Los sellos estáticos incluyen los sellos de anillo "O" (O-Ring), empaquetaduras y empaquetaduras / sellos líquidos. Los sellos dinámicos incluyen los sellos del anillo "O" (O-Ring), los sellos de labio, los sellos Duo Cone y los paquetes de anillos.

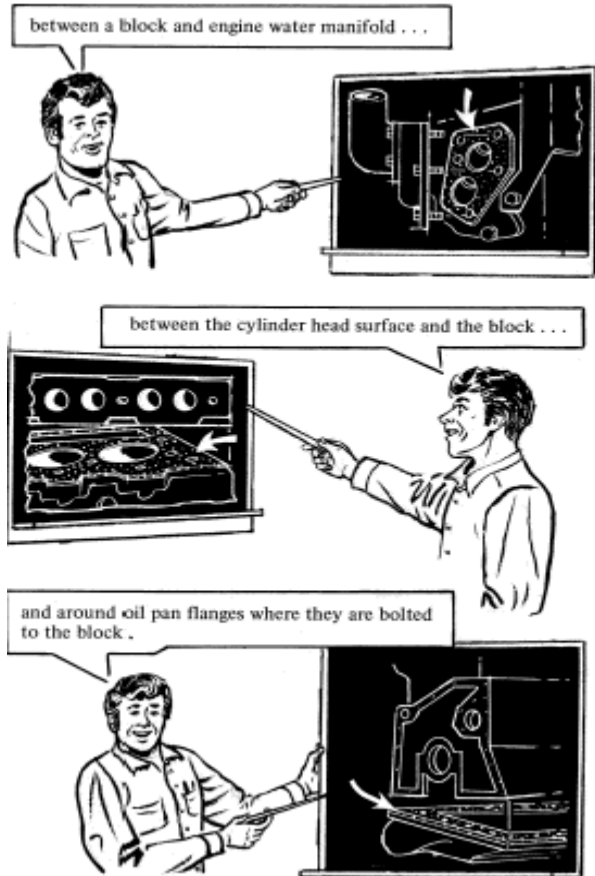


1.2.2 Empaques



Las empaquetaduras son uno de los sellos más comúnmente usados para sellar pequeñas luces entre las piezas estáticas o fijas de la maquinaria. Están hechas de materiales que previenen el paso del aire, gas o líquido entre las superficies. Las superficies donde se utilizan las empaquetaduras deben estar planas, limpias, secas y libres de ralladuras o hendiduras. La presión de los pernos o tornillos que unen las superficies es una parte importante de la acción del sellado de las empaquetaduras. Es esencial apretar los pernos o tornillos al torque especificado para evitar fugas.

Algunos de los lugares en donde se utilizan las empaquetaduras son entre la culata y el bloque de motor y entre el bloque de motor y el cárter de aceite.



1.2.3 O-Rings

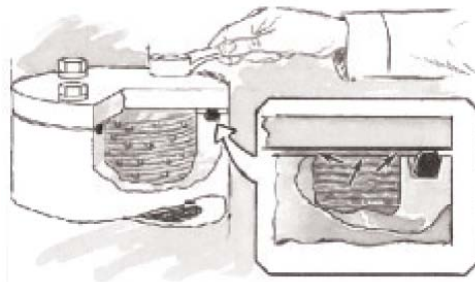
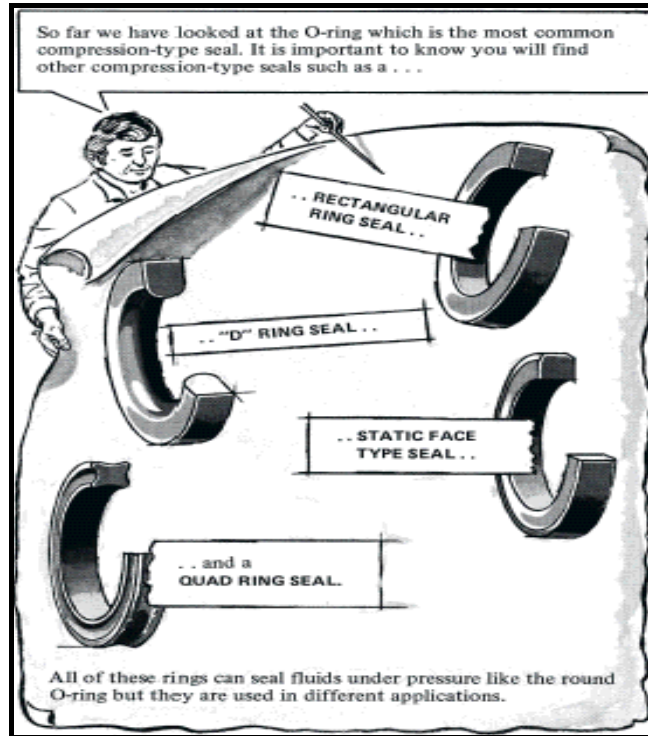


Fig. 1.2.22 O-ring Seal

Un O-Ring es un anillo circular liso hecho de caucho natural o sintético o de plástico. En operación, el anillo es generalmente comprimido entre las dos superficies, esto proporciona el sellado. El anillo se puede utilizar como sello estático de forma similar a una empaquetadura.

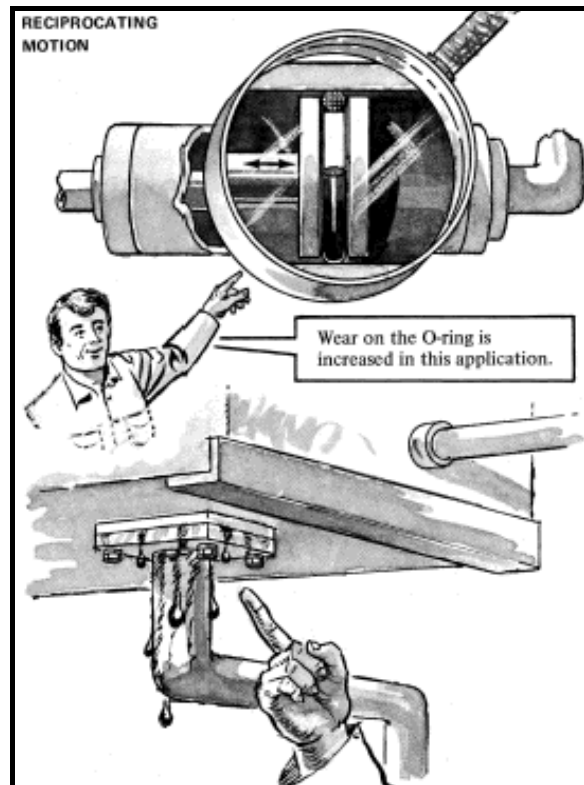


Mientras que los O-Ring más comúnmente usados tienen una sección transversal circular, hay otros tipos que se utilizan en aplicaciones específicas.

Cerciórese de que todas las superficies donde los O-Ring estén instalados se encuentren libres de suciedad y polvo.

Examine el O-Ring para saber si hay suciedad, cortes y rasguñaduras.

No tuerza ni estire el O-Ring durante la instalación. Al remover un O-Ring, utilice las herramientas que no dañarán la superficie de la pieza.



1.2.4 Sellos de Labio



Los sellos de labio son uno los sellos dinámicos más importantes usados en el equipo de construcción. Los sellos de labio soportan la operación en todos los tipos de condiciones severas y resisten al colapso (breakdown) debido a la acumulación del calor o el contacto con el lubricante o los fluidos hidráulicos. Son también resistentes al movimiento entre las partes que están sellando. Los sellos del labio son relativamente fáciles de remover para el reemplazo en servicio.

Los dos tipos más comunes de sellos de labio son:

➤
➤

Los sellos limpiadores se utilizan como los "raspadores" o "limpiadores" en los cilindros hidráulicos. Los sellos radiales se utilizan para prevenir las fugas en los ejes rotativos y son fabricados en muy variadas formas y tamaños para satisfacer aplicaciones específicas.

Los sellos de labio internos tienen el labio del sello en el diámetro interno del sello. Algunos de los sellos internos más comunes se muestran en la figura.

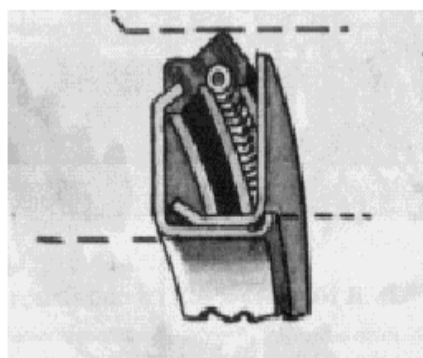
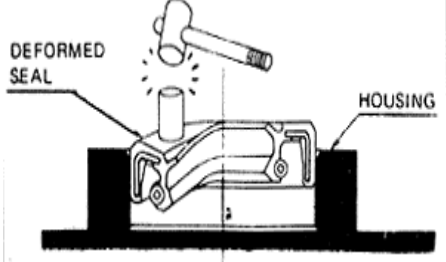
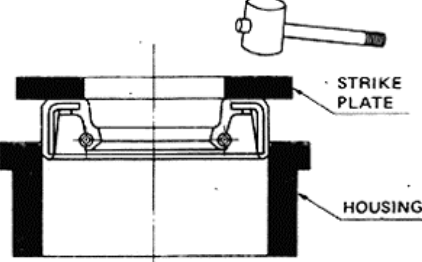
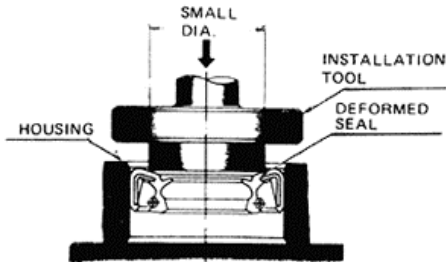
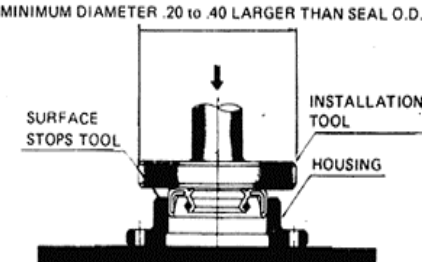
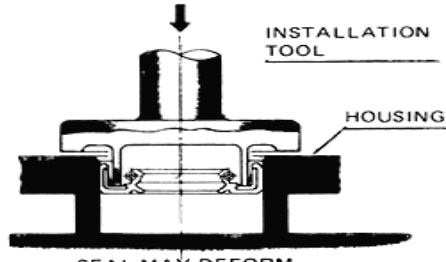
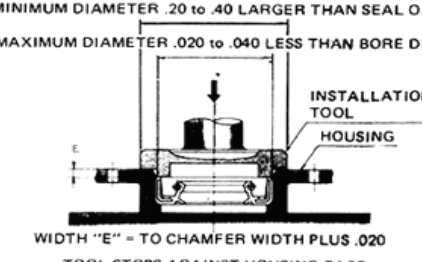
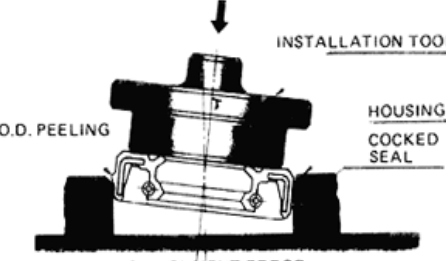
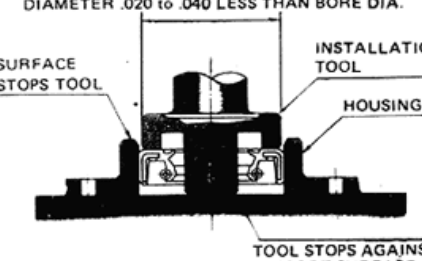


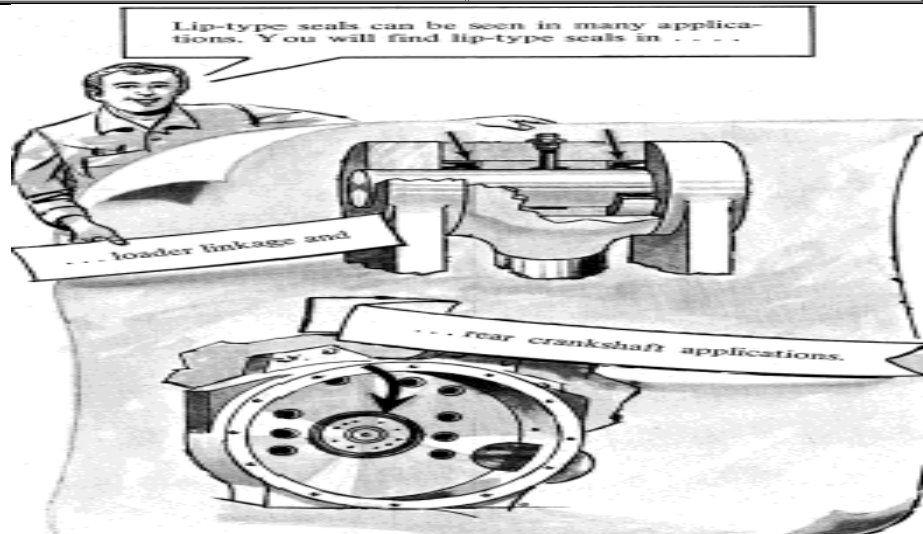
Fig. 1.2.25 External Lip Seals

Los sellos de labio externos tienen el labio del sello en el diámetro exterior del mismo.

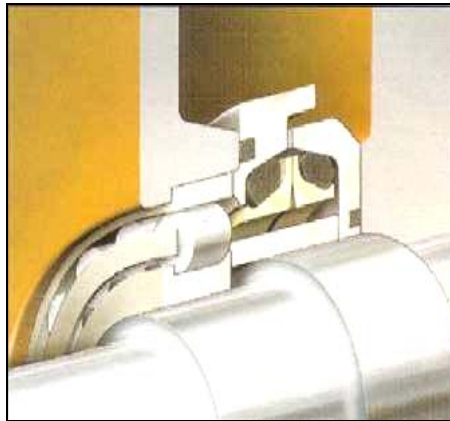
Asegúrese de que las superficies donde se utilizan los sellos de labio estén limpias y libres de rasguños y surcos. No utilice los sellos del labio cuando presenten rajaduras, fisuras o pérdida de material en la superficie del labio de contacto. No utilice los sellos de labio si el labio "se gira internamente o revira". Los sellos del labio se deben instalar y extraer con una herramienta especial.

El uso de la herramienta correcta o adecuada permitirá realizar un buen trabajo y en el menor tiempo posible, sin dañar el sello.

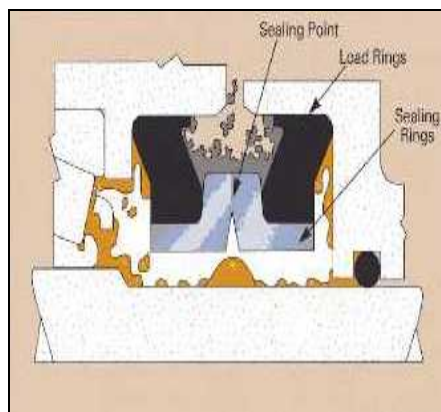
PROCEDIMIENTOS INCORRECTOS	PROCEDIMIENTOS CORRECTOS
 <p>DEFORMED SEAL</p> <p>HOUSING</p>	 <p>STRIKE PLATE</p> <p>HOUSING</p>
 <p>SMALL DIA.</p> <p>HOUSING</p> <p>INSTALLATION TOOL</p> <p>DEFORMED SEAL</p>	 <p>MINIMUM DIAMETER .20 to .40 LARGER THAN SEAL O.D.</p> <p>SURFACE STOPS TOOL</p> <p>INSTALLATION TOOL</p> <p>HOUSING</p>
 <p>INSTALLATION TOOL</p> <p>HOUSING</p> <p>SEAL MAY DEFORM</p>	 <p>MINIMUM DIAMETER .20 to .40 LARGER THAN SEAL O.D.</p> <p>MAXIMUM DIAMETER .020 to .040 LESS THAN BORE DIA.</p> <p>INSTALLATION TOOL</p> <p>HOUSING</p> <p>WIDTH "E" = TO CHAMFER WIDTH PLUS .020</p> <p>TOOL STOPS AGAINST HOUSING FACE</p>
 <p>INSTALLATION TOOL</p> <p>HOUSING</p> <p>O.D. PEELING</p> <p>COCKED SEAL</p> <p>MISALIGNMENT ERROR</p>	 <p>DIAMETER .020 to .040 LESS THAN BORE DIA.</p> <p>SURFACE STOPS TOOL</p> <p>INSTALLATION TOOL</p> <p>HOUSING</p> <p>TOOL STOPS AGAINST SUPPORT SURFACE</p>



1.2.5 Duo Cone



Los sellos DUO CONE están diseñados para mantener grandes cantidades de suciedad y lubricante separados (fuera – adentro). Debido a que son utilizados para condiciones severas de operación, los sellos duo cone deben ser resistentes a la corrosión durante un largo tiempo de operación con un mínimo de mantenimiento. Deben resistir también las flexiones del eje, el juego axial y las cargas de choque.



En la operación, el sello de caucho o los anillos tóricos mantienen unidos los anillos de metal para formar un sello. Estos también proporcionan un efecto amortiguador para los anillos de metal y mantiene las caras de sellado alineadas cuando el eje se mueve durante la operación de la máquina. Las superficies lisas de los anillos del metal se combinan con la viscosidad del aceite para sellar el eje.

Los sellos Duo-Cone se deben "ejercitar" para mantener las superficies metálicas del sello en perfectas condiciones. Si una máquina permanece detenida durante mucho tiempo, los sellos pueden comenzar a fugar. Esto no significa que los sellos deban ser reemplazados. Utilice las guías de operación para determinar si los sellos Duo-Cone han fallado.

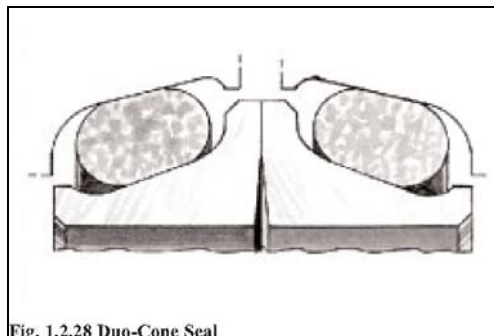
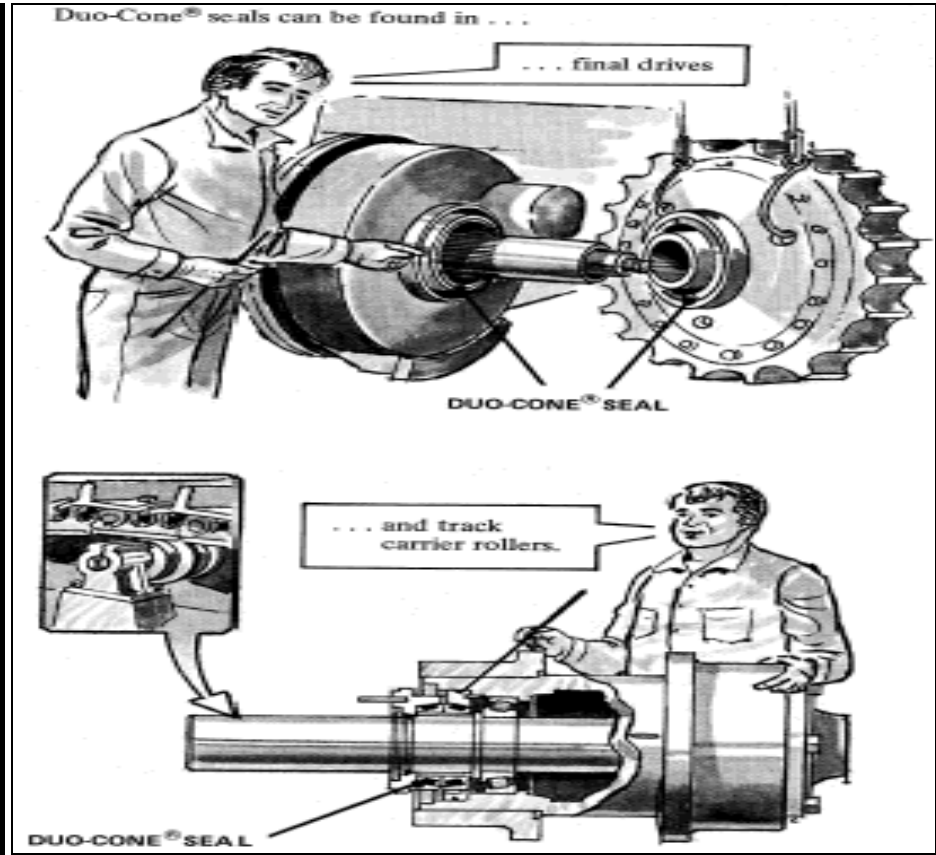


Fig. 1.2.28 Duo-Cone Seal

Al dar servicio a los sellos Duo-Cone, remueva completamente la capa de lubricante protector del sello nuevo. Utilice un solvente y cerciúrese de que todas las superficies estén secas. Antes del ensamble, limpie las caras del sello con un paño fino humedecido con aceite delgado aplicando cuidadosamente una capa de aceite en la cara metálica del sello. No aplique aceite en el anillo de goma. Utilice la herramienta de instalación adecuada para instalar el sello de la forma y fuerza correcta. Los sellos Duo-Cone siempre deben almacenarse en pares.



Lección 2: TRANSMISIONES Y VÁLVULAS DE CONTROL

CLASE



El componente que permite variar las diferentes velocidades (relaciones de transmisión) y sentido de marcha de los equipos pesados es la "Transmisión". En esta lección tratará de los diferentes tipos de transmisiones, su descripción, partes, funciones, operación y los diferentes controles (hidráulicos y electrónicos) que intervienen.

- Transmisiones Manuales
- Transmisiones Power Shift
- Válvulas de Control
- Control Electrónico

LABORATORIO DE CLASE



LABORATORIO DE CAMPO



MATERIAL NECESARIO



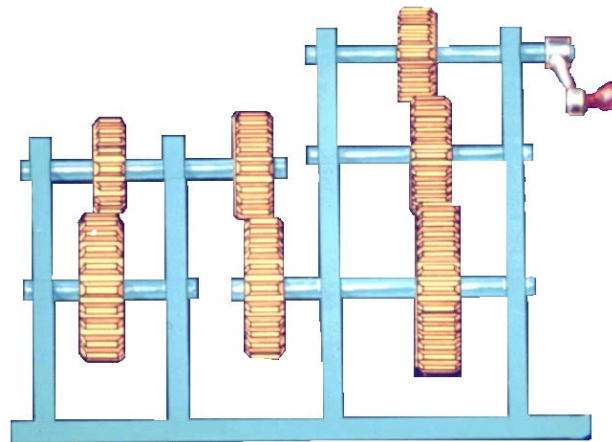
- Manual del estudiante

TEST



- Evaluación final

Hoja 2.1: Transmisiones Manuales



Una Transmisión Manual utiliza engranajes y ejes para seleccionar varias relaciones de transmisión. Un tren de engranaje es una serie de engranajes que están acoplados o engranados. El tren de engranaje transfiere y adapta la energía del motor a las ruedas o cadenas.

La velocidad del eje de salida comparada con la velocidad del eje de entrada varía en cada posición de los engranajes. Esto permite que el operador cambie el torque que se provee al mando final. Cuando se selecciona una baja relación entre engranajes, se aumenta el torque y se disminuye la velocidad. Al seleccionar una alta relación entre engranajes, se disminuye el torque y se aumenta la velocidad.

Reducción de marcha y Sobre marcha

La reducción de marcha ocurre cuando un engranaje pequeño conduce un engranaje más grande para aumentar la fuerza de giro o torque. La reducción de marcha se utiliza en las relaciones de engranajes más bajas de la transmisión. La sobre marcha se genera cuando un engranaje más grande conduce un engranaje más pequeño. La velocidad del engranaje de salida aumenta, pero el torque disminuye. Las transmisiones manuales utilizan generalmente engranajes rectos o engranajes helicoidales.

2.1.1 Componentes

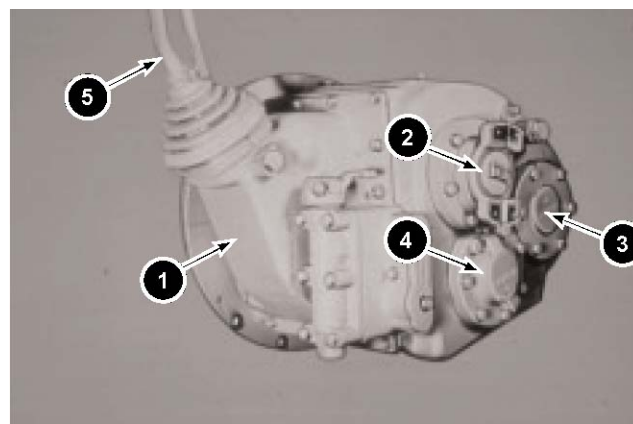
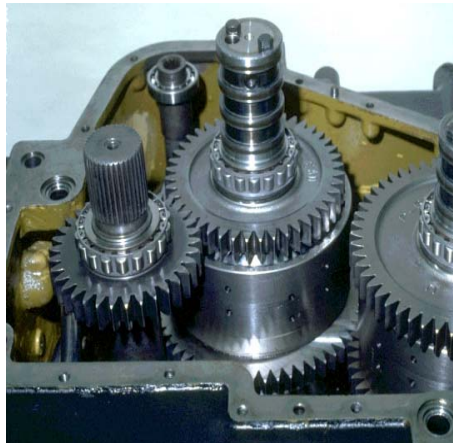


Fig. 3.1.5 Manual Transmission Basic Components

La figura 3.1.5 ilustra los componentes principales de una transmisión manual. La localización y la función de estos componentes se describen a continuación:

1)
2)
3)
4)
5)

2.1.2 Lubricación



Los cojinetes, ejes, engranajes y otras piezas móviles en una transmisión manual son lubricados por inmersión en aceite o lubricación por salpicadura. Mientras que los engranajes giran, estos lanzan el aceite contra las paredes interiores de la carcasa de la transmisión.

Se usan rodamientos para reducir la fricción entre las partes y superficies giratorias de la transmisión. Las transmisiones manuales utilizan típicamente tres tipos básicos de rodamientos: de bolas, de rodillo y de aguja. Estos son lubricados por el efecto de aspersion de aceite originado por el movimiento de los engranajes de la transmisión.

Otro tópico importante para la lubricación de la transmisión es la selección del aceite correcto.



Una lubricación insuficiente puede originar el desgaste prematuro de los dientes de los engranajes y de las demás partes móviles de la transmisión.

Dentro de esta clasificación se encuentran los DTO o Drive Train Oils, dentro de los cuales podemos encontrar una amplia gama de

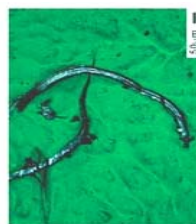


Dentro de esta clasificación se encuentran los DTO o Drive Train Oils, dentro de los cuales podemos encontrar una amplia gama de productos para los diversos compartimientos del tren de fuerza y las distintas condiciones de operación. Estos son:

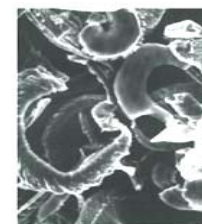
- Cat TDTO
- Cat TDTO-TMS (Tr.MultiSeason)
- Cat MTO (Multitrain agrícolas)
- Cat FDAO



Cutting Wear on a Ferrogram



Tempered Particles on a Patch



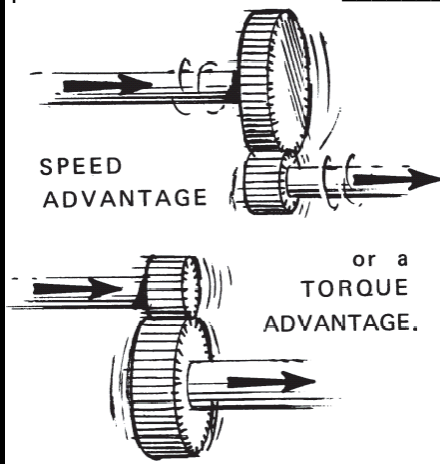
SEM Photo of Cutting Wear of Hard Steel

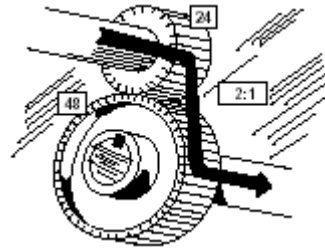
Figure 7. These Ferroglyphic Images are Typical of the Shape of Wear Particles Produced by Three-body Abrasive Wear.

2.1.3 Relaciones de Transmisión

Relación de transmisión

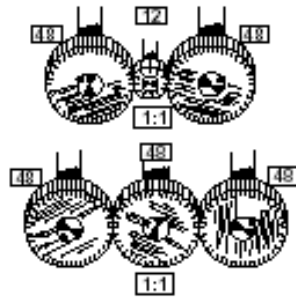
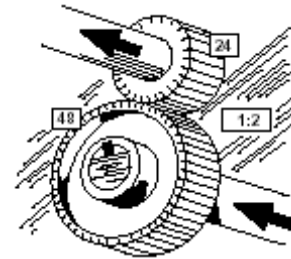
Los engranajes se utilizan con frecuencia en la maquinaria para proporcionar una mejora de velocidad o de torque. Los engranajes no proporcionan una mejora de la potencia. La potencia real de una máquina está determinada por la capacidad del motor. Sin embargo, el uso de engranajes de diversos tamaños permite que las potencias y velocidades de motor sean utilizadas lo más eficientemente posible con variadas condiciones de carga. Cuando los engranajes se utilizan para aumentar el torque, se reduce la velocidad de salida. Cuando la velocidad de la salida se aumenta, se reduce el torque. Esta particularidad de los trenes de potencia es conocida como _____.





Relación de Transmisión 2:1:

Relación de Transmisión 1:2:



Relación de transmisión en Engranajes Locos.

Todas estas relaciones de transmisión están regidas por la siguiente fórmula:

Representa la relación entre el número de dientes y las revoluciones a las que giran los engranajes. Donde:

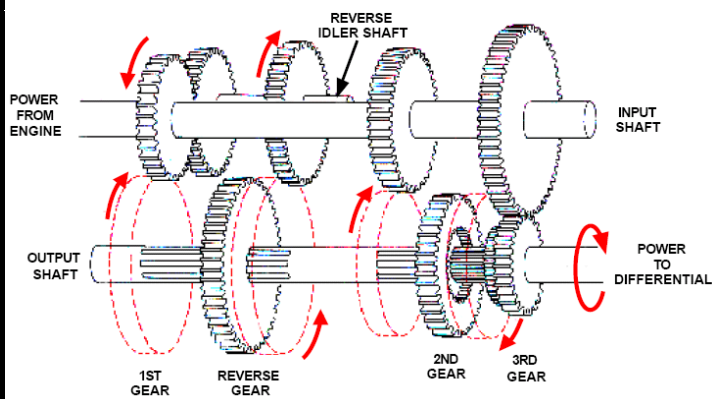
$$\frac{n1}{n2} = \frac{Z2}{Z1}$$

2.1.4 Tipos de transmisiones manuales

Los tres tipos más comunes de transmisiones manuales son:

- Transmisión de engranajes deslizantes: Tiene dos o más ejes montados en paralelo o en línea con engranajes rectos deslizantes dispuestos de forma que engranen uno con otro y proporcionen un cambio en velocidad o dirección.
- Transmisión de collar deslizante: Tiene ejes paralelos de acoplamiento constante, el cambio de marcha se logra trabando los engranajes de giro libre a sus ejes usando collares deslizantes.
- Transmisión Sincronizada: También tiene engranajes en acoplamiento constante, las velocidades de los engranajes acoplados se sincronizan antes de que engranchen para eliminar el ruido.

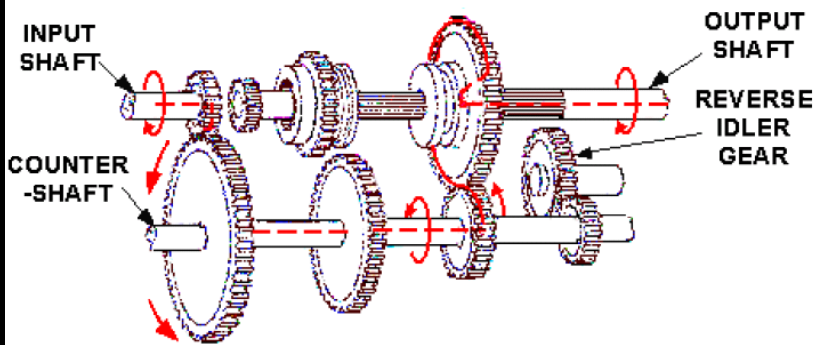
2.1.4.1 De Engranaje Deslizante



La transmisión de engranajes deslizantes pueden encontrarse en pequeñas cortadoras de césped y pequeños tractores agrícolas. Algunos tractores Caterpillar antiguos como los D3, D4 y D6 utilizan este tipo de transmisión.

Esta transmisión contiene principalmente engranajes rectos y ejes que proveen una amplia variedad de velocidades. Asimismo se puede configurar con ejes de entrada y salida en paralelo (figura 3.1.7) o con ejes de entrada y salida en línea.

Cuando los ejes de entrada y salida están en paralelo, el eje de entrada conduce al eje de salida. El eje de salida transmite la energía. Hay normalmente un tercer eje (eje loco de reversa figura 3.1.7) que invierte o varía aún más el flujo de energía. Los tres ejes están en paralelo y trabajan conjuntamente al cambiar la posición de sus engranajes. La configuración mostrada (figura 3.1.7) proporciona tres velocidades hacia adelante y una velocidad en reversa.

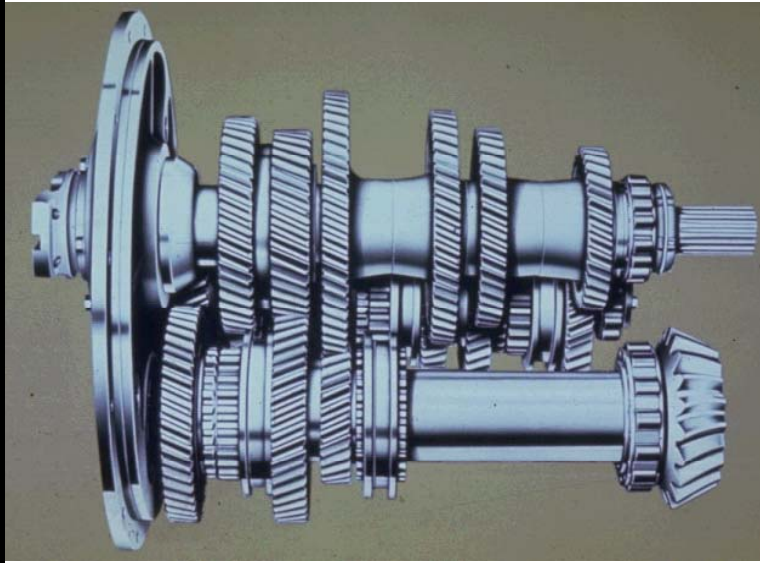


Transmisión de engranajes deslizantes con ejes en línea

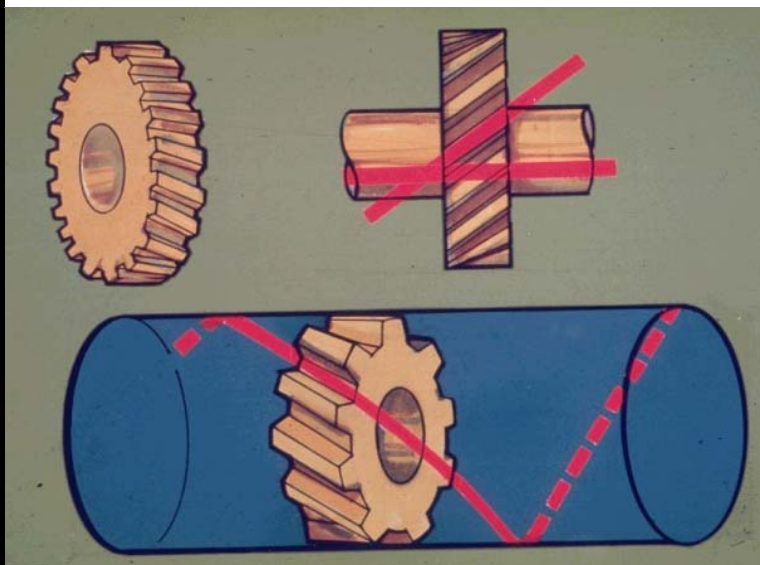
Cuando los ejes de entrada y salida se montan en línea recta pero no están conectados (figura 3.1.8), un contraeje transmite la energía entre ellos. El flujo de energía mostrado en la figura superior corresponde a la primera marcha. La energía está fluyendo desde el engranaje A en el eje de entrada al engranaje D en el contraeje, que gira en conjunto con el engranaje F. El engranaje F entra en contacto con el engranaje deslizante C originando la rotación del eje de salida y así transmitir la energía a las ruedas.

Una característica de esta transmisión es una alta relación de transmisión, la cual es transferida por medio del contraeje. Esto es generado al conectar los engranajes A y B, que traban los ejes de entrada y salida.

2.1.4.2 De Collar Deslizante

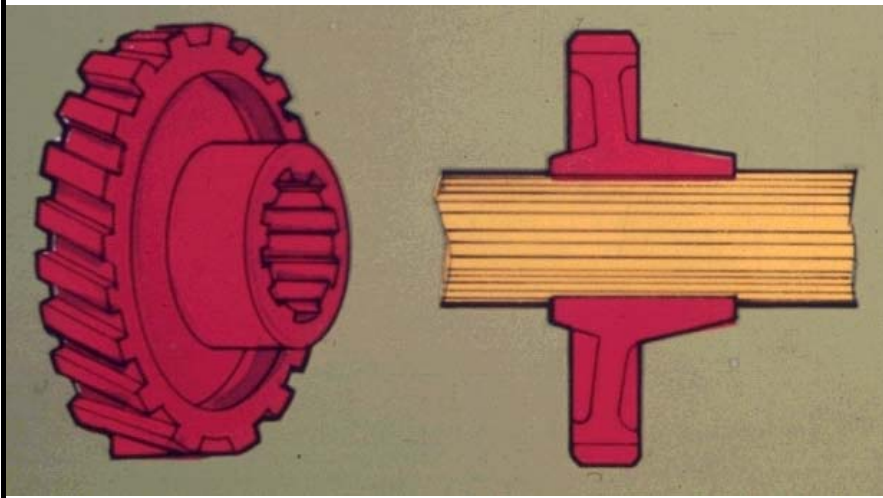


La transmisión de collar deslizante puede ser encontrada en algunos tractores antiguos como los D7 y D8. Este tipo de transmisión presenta ejes paralelos con engranajes en acoplamiento constante. En marcha neutra, los engranajes giran libremente hasta que se selecciona una marcha y son trabados a sus ejes por medio de collares deslizantes. La transmisión de D7E (de collar deslizante) se ilustra en la figura 3.1.18.

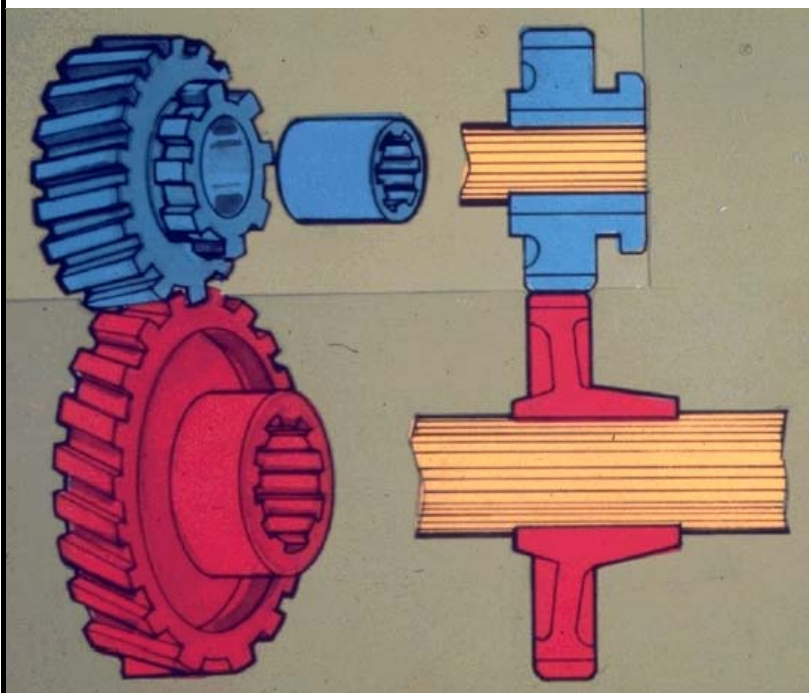


Este tipo de transmisión usa engranajes helicoidales (figura superior) que permanecen en acoplamiento constante. Hay varias razones por las que los engranajes helicoidales se utilizan en las transmisiones de tractores más grandes. Si tenemos un engranaje de dientes helicoidales y otro de dientes rectos, ambos del mismo ancho, el engranaje helicoidal podrá soportar más carga, al ser sus dientes más largos que los del engranaje de dientes rectos. Además, los engranajes helicoidales funcionan más suave y silenciosamente que los engranajes rectos, porque varios dientes de un engranaje helicoidal están permanentemente engranados.

2.1.4.2.1 Funcionamiento

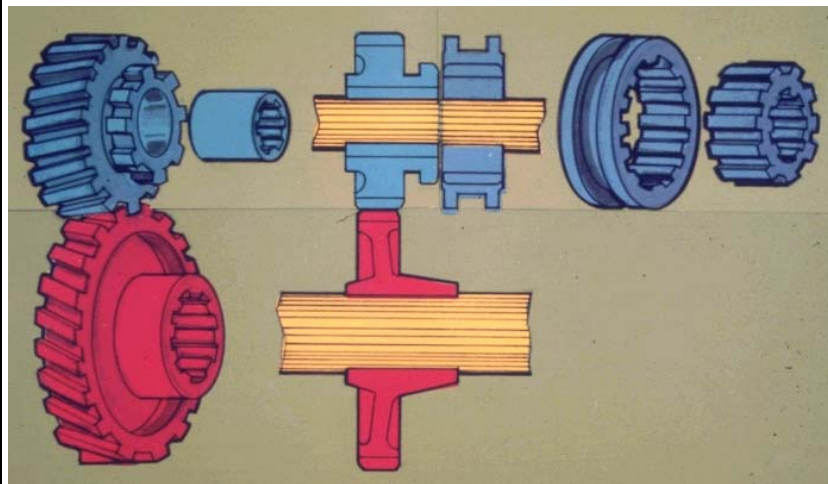


La operación de una transmisión de collar será explicada mediante la demostración de un tren de engranaje de acople constante típico. Los engranajes impulsores (figura superior) están ranurados en conjunto a sus ejes y giran con ellos.



Los engranajes conducidos tienen agujeros lisos y giran sobre bocinas (fig. superior). Las bocinas son ranuradas y se acoplan a los ejes. El agujero del engranaje se ajusta sobre la bocina. El borde del cubo del engranaje conducido tiene dientes externos maquinados sobre él. Estos dientes se emparejan con los dientes internos del collar deslizante. Los engranajes conductores y los engranajes conducidos están acoplados siempre. Cuando los engranajes conductores giran y el collar deslizante no se está utilizando, los engranajes conducidos giran libremente sobre sus bocinas. Puesto que los engranajes están constantemente acoplados y no pueden deslizarse sobre sus ejes, un engranaje de cada juego de engranajes gira libremente en su eje cuando la máquina está en marcha neutra.

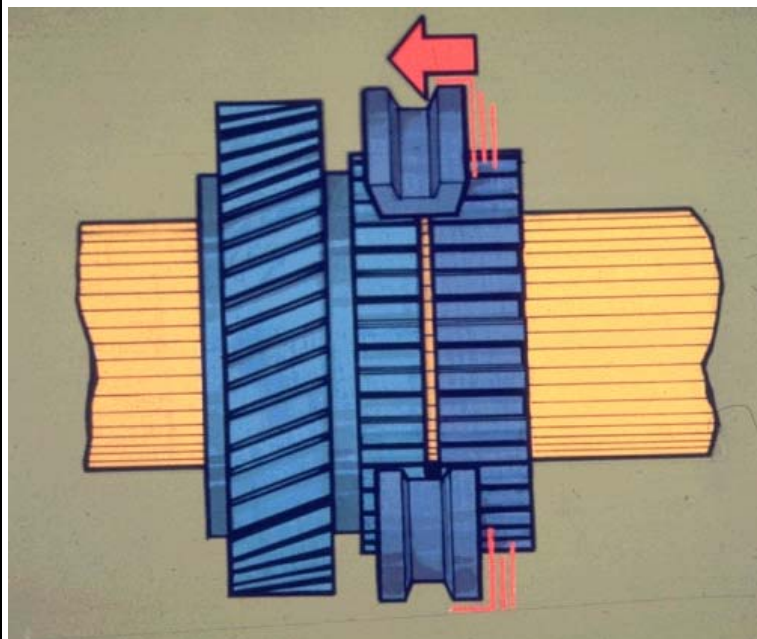
2.1.4.2.2 Conjunto de Collar Deslizante



Cada engranaje conducido tiene un conjunto de collar deslizante junto a él, próximo a su cubo dentado (Figura 3.1.22). Un conjunto de collar deslizante tiene dos partes:

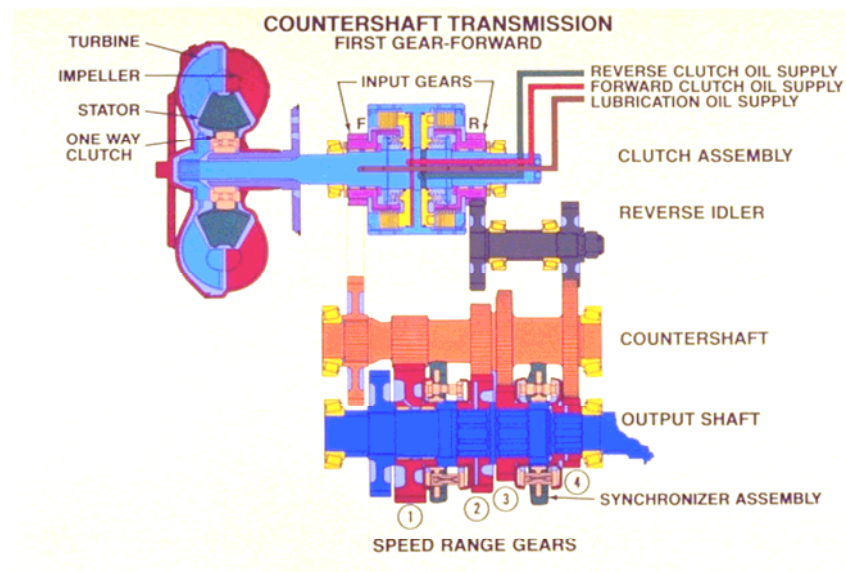
El collar deslizante y el engranaje. El engranaje está estriado al eje. El interior del collar es estriado. La horquilla de cambio encaja en la ranura del exterior del collar. La horquilla de cambio desliza el collar de un lado a otro sobre los dientes del engranaje. El eje y el conjunto del collar deslizante giran juntos.

El Collar deslizante fija el engranaje conducido



Para realizar los cambios en una transmisión de collar deslizante, el embrague de la volante detiene el giro del eje y una palanca de cambios mueve la horquilla de cambio. La horquilla de cambio desliza el collar parcialmente sobre los dientes del cubo del engranaje conducido (figura sup.). En esta posición, el collar deslizante fija el engranaje conducido al conjunto de collar deslizante. Cuando el cambio se ha completado, el engranaje conducido, collar deslizante y el eje giran como un conjunto.

2.1.4.3 Sincronizada



Transmisión Manual Sincronizada

La transmisión manual sincronizada (fig. superior) es básicamente una transmisión de tipo collar de engrane constante con un componente adicional (un embrague especial de fricción llamado **sincronizador**) que iguala la velocidad de las partes antes de que sean engranadas.

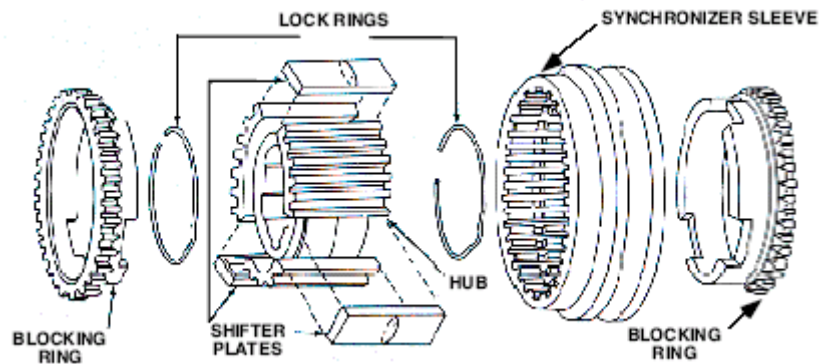
El sincronizador es utilizado en todas las transmisiones manuales automotrices y en aquellas máquinas donde se realizan cambios de velocidad mientras esté en movimiento.

Dentro de los tipos comunes de sincronizadores, se tiene:

- Bloque Sincronizador
- Sincronizador de Discos y Platos
- Sincronizador Plano
- Sincronizador del tipo Pin o Pasador

Cada uno de estos sincronizadores tiene una función común. Los sincronizadores igualan la velocidad del engranaje a la velocidad del eje tal que la conexión pueda realizarse. Todos estos utilizan fricción para sincronizar las partes en contacto. Los sincronizadores son utilizados en todas las transmisiones manuales automotrices. Los sincronizadores tipo pin o pasador son utilizados en algunas transmisiones de cargadores retroexcavadoras Caterpillar.

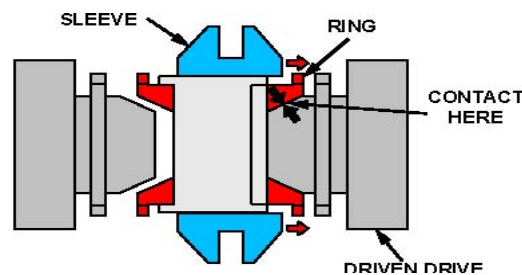
2.1.4.3.1 Bloque Sincronizador



Un bloque sincronizador consiste de un cubo, placas de cambio y anillos tipo seguro, un manguito sincronizador y dos anillos de bloqueo o traba. El cubo está conectado mediante estrías al eje. El cubo tiene estrías sobre su diámetro exterior. El manguito sincronizador tiene estrías en su diámetro interior. El manguito sincronizador está desplazado con respecto al cubo.

Las placas de cambio se encuentran entre el cubo y el bloque sincronizador. Estas placas pueden ser utilizadas para deslizar el manguito sincronizador. Los anillos de bloqueo o traba se encuentran sobre cada lado del cubo y el manguito sincronizador. Además tienen unas ranuras o aberturas para permitir el movimiento de las placas de cambio.

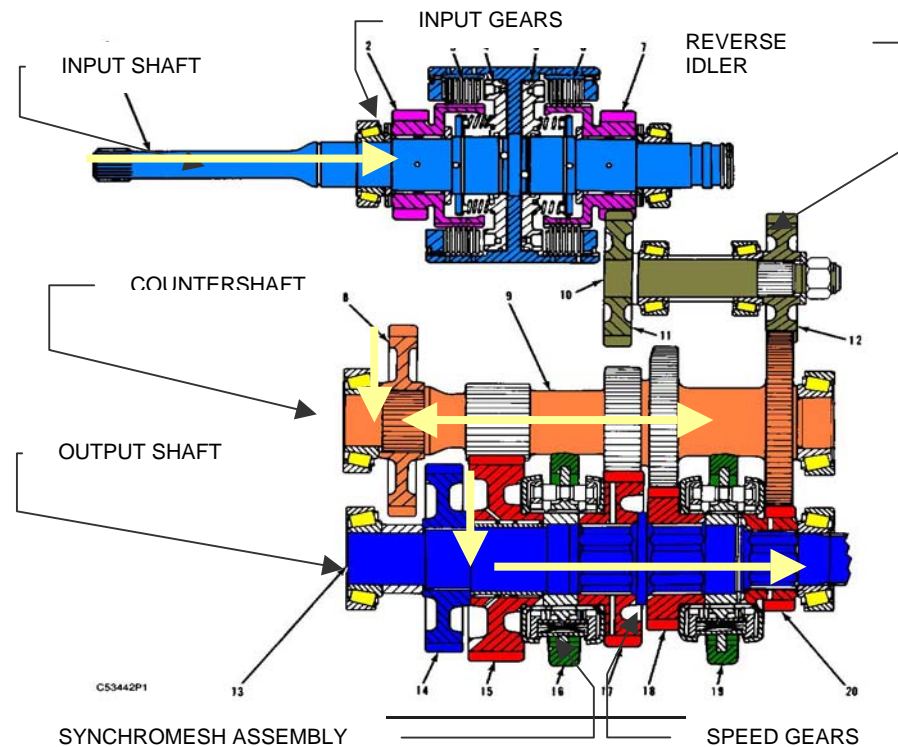
Los anillos de bloqueo y los hombros de los engranajes impulsores se emparejan con las superficies cónicas. La superficie entre el anillo de bloqueo y el hombro del engranaje impulsor proporcionan la fuerza de fricción para sincronizar la velocidad del engranaje a la velocidad del eje.



Cuando se hace un cambio, las placas de cambio mueven al sincronizador hacia el engranaje seleccionado. Esto empuja el anillo de bloqueo sobre el hombro del engranaje. Las velocidades comienzan a igualarse (sincronización). Cuando el anillo de bloqueo y el engranaje están girando a la misma velocidad, el manguito sincronizador podrá deslizar la sección faltante de los dientes del anillo de bloqueo sobre los dientes del cubo del engranaje impulsor. Esta acción finaliza la selección de marcha o cambio.

ANOTACIONES

2.1.4.3.2 Funcionamiento

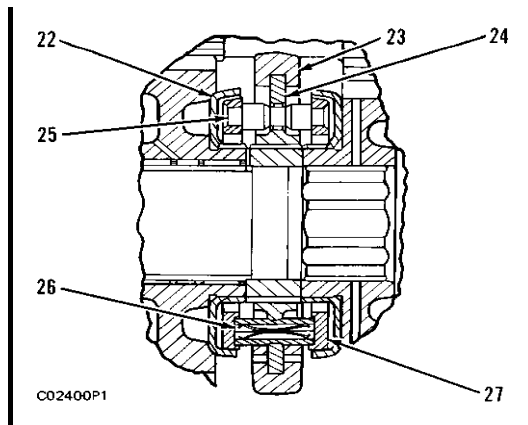


Aquí se muestra la operación de una transmisión sincronizada de cuatro ejes. El eje de entrada da movimiento a los engranajes de selección de sentido de marcha (dirección). El eje de entrada tiene tres pasajes de aceite para la lubricación. El contraeje transfiere el torque del engranaje de dirección a los engranajes de velocidades. La conexión se ilustra con las líneas de flujo. El eje loco de reversa lleva los engranajes de esta marcha. El eje de salida lleva los engranajes de velocidad y los sincronizadores.

Los engranajes de velocidad giran sobre la superficie estriada del eje de salida a excepción del engranaje de primera marcha, que está montado sobre un rodamiento de agujas. Los sincronizadores están unidos al eje de salida mediante ranuras o estrías. Hay dos sincronizadores. Un sincronizador para los engranajes de primera y segunda velocidad y otro para los engranajes de tercera y cuarta.

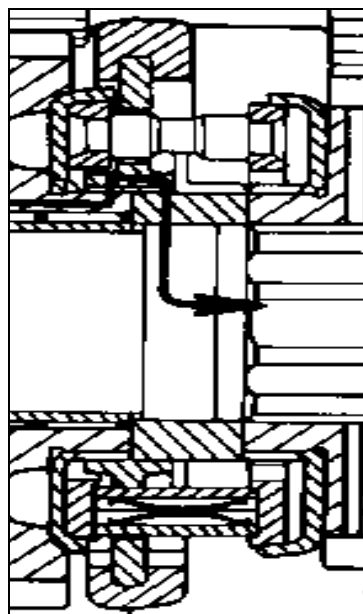
En los engranajes de avance, el engranaje de entrada hace girar al contraeje que esta constantemente acoplado con los demás engranajes de velocidad. En primera marcha, la horquilla desplaza el sincronizador hacia la izquierda y el engranaje de primera acopla con el eje de salida. Solamente se puede acoplar un sincronizador a la vez.

En reversa, la energía se transmite del engranaje de reversa, por el eje libre de reversa, al contraeje, invirtiendo su dirección. El eje de salida gira en dirección opuesta y la máquina se mueve en retroceso.



Sincronizador tipo Pin

La figura superior ilustra el sincronizador tipo pin. Este sincronizador consiste en dos tazas (#22) y dos conos (#27). Los conos están unidos al collar deslizante (#24) por los pines de bloqueo (alineación) (#25) y los pines de carga partidos (#26). El diámetro interno del collar deslizante se acopla al eje de salida mediante estrías. Los engranajes de velocidad, tienen estrías de engrane. Las tazas están acopladas a los engranajes de velocidad y giran con ellos. El conjunto se muestra en posición NEUTRAL.



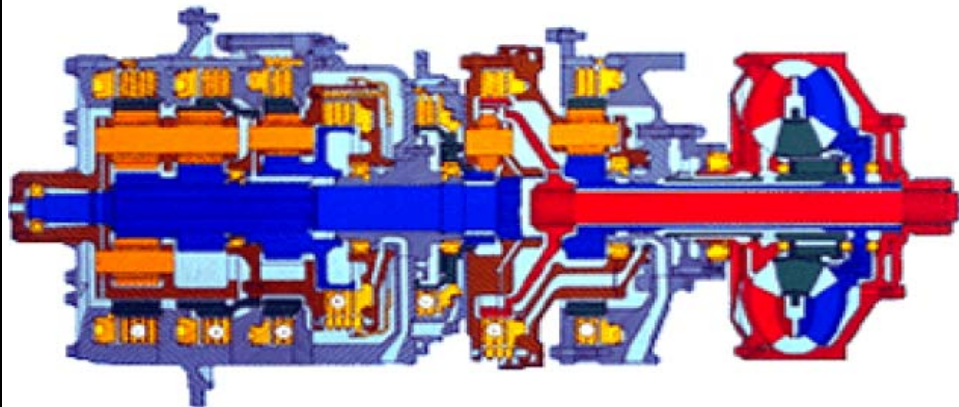
Cuando el operador mueve la palanca de cambio para seleccionar un engranaje, la horquilla mueve el collarín deslizante hacia la izquierda. El collarín deslizante entra en contacto con el pin de bloqueo. La fuerza en los pines empuja el cono contra la taza. Cuando el collarín entra en contacto con la taza el engranaje de velocidad gira a la misma velocidad que el eje de salida según se muestra en el diagrama.

Mientras exista una carga de torque o una diferencia de velocidades entre el engranaje de velocidad y el eje de salida, el pin de bloqueo mantendrá al collarín deslizante desacoplado.

Cuando las velocidades se sincronizan y los pines de bloqueo dejan de transmitir torque, el collarín se acoplará con el engranaje por medio del estriado externo del cubo, permitiendo así el accionamiento de la primera velocidad sobre el eje de salida.

ANOTACIONES

Hoja 2.2: Transmisiones Power Shift



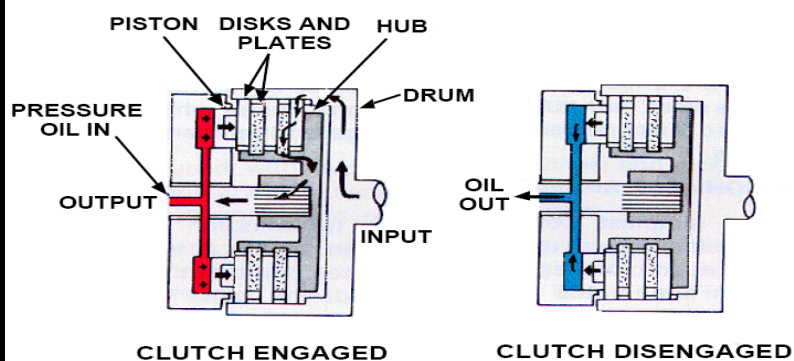
2.2.1 Teoría de Operación

En una transmisión manual, la energía es transferida a través de los engranajes a los ejes deslizando los engranajes directamente para acoplar una marcha o usando un collar para acoplar los engranajes impulsores a los ejes. Combinaciones de palancas, ejes, y/o de cables controlan las horquillas que realizan estos cambios puesto que mueven físicamente los engranajes o los collares. En la mayoría de los casos, un embrague se utiliza para interrumpir el flujo de energía durante el cambio.

La transmisión power shift es un tren de engranajes que puede seleccionar los cambios sin la interrupción del flujo de potencia. En vez de un movimiento (deslizamiento) físico del engranaje o collar, los embragues se activan hidráulicamente controlando el flujo de potencia. En una transmisión power shift, los engranajes están constantemente engranados.

La principal ventaja de una transmisión power shift es una respuesta más rápida al realizar el cambio de una marcha a otra. Esto permite un cambio rápido de velocidades cuando es necesario. Estas transmisiones pueden realizar los cambios bajo carga sin pérdida de productividad.

2.2.2 Embragues Hidráulicos



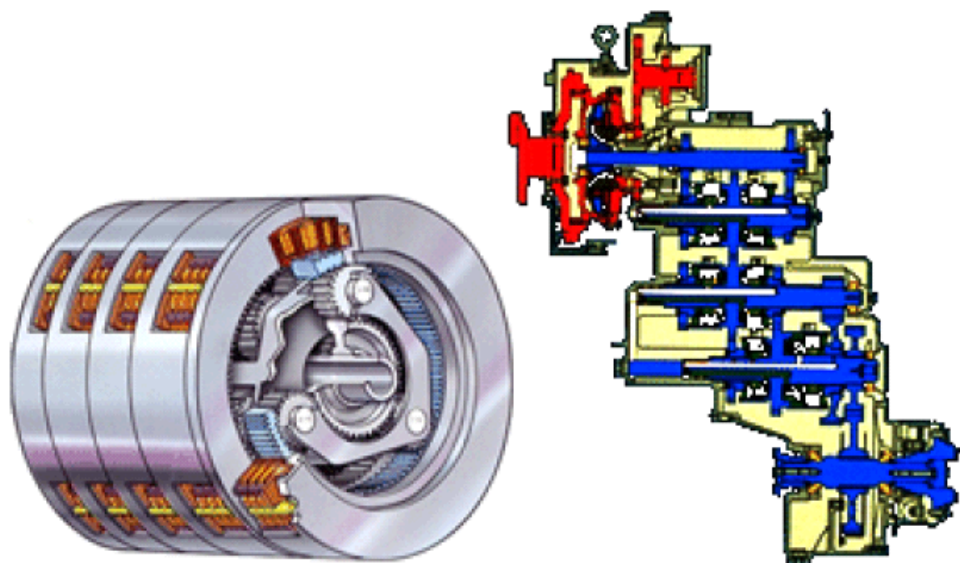
Un embrague hidráulico consiste en un paquete de embrague (discos y platos) y un pistón de embrague. El embrague es acoplado cuando aceite presurizado empuja el pistón contra los discos y los platos. Cuando los discos y los platos se juntan, la fricción permite el flujo de potencia por medio de ellos. Los discos están conectados con un componente. Los platos están conectados con otro. La energía se transmite de uno de los componentes, a través del paquete de embrague, al otro.

La transmisión power shift usa la presión interna del aceite para acoplar los embragues hidráulicos. Cuando el operador selecciona una marcha, el aceite hidráulico acopla los embragues que transmiten la energía a los engranajes seleccionados. Cada combinación de embragues da lugar a una diversa variedad de relaciones de transmisión y con ello a una variedad de velocidades.

Cuando un embrague no es necesario, el flujo del aceite cesa y se libera el embrague. La fuerza de resortes mueve el pistón lejos de los discos y los platos permitiendo que el componente gire libremente. La energía que atravesaba el embrague se interrumpe.

ANOTACIONES

2.2.3 Tren de Engranajes

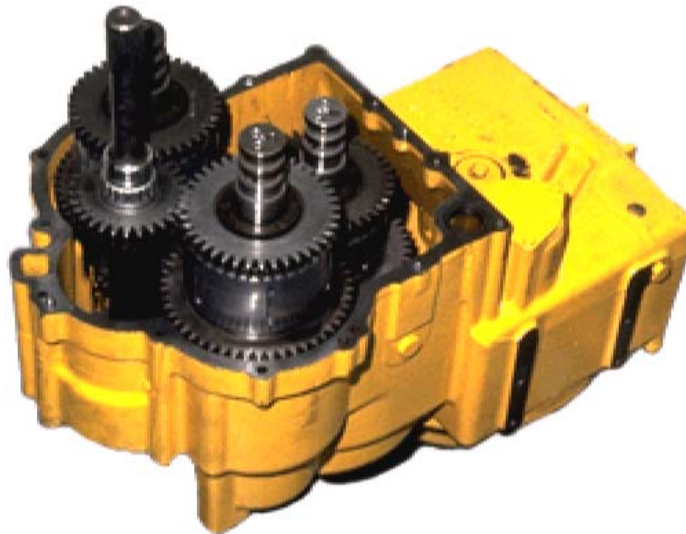


La transmisión transfiere la energía del motor a través de un tren de engranajes a las ruedas. Los tipos más comunes de trenes de engranaje de la transmisión power shift son:

- Transmisión de contraeje, y
- Transmisión planetaria.

La transmisión de mando directo encontrada en tractores agrícolas también será estudiada.

2.2.4 Transmisión de Contra eje



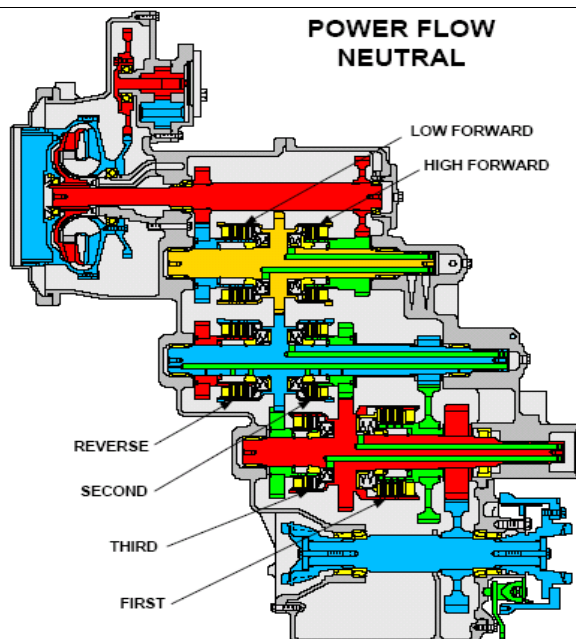
Un tipo de transmisión utilizada en las máquinas Caterpillar es la servo transmisión de contraeje. A continuación se describe los componentes fundamentales de la servo transmisión de contraeje, su funcionamiento (incluyendo el flujo de potencia) y los procedimientos de prueba de desempeño y localización de averías.

Las servo transmisiones de contraeje se diferencian de las planetarias en que utilizan engranajes rectos de engranaje constante. La transmisión no tiene collares deslizantes. Los cambios de velocidad y dirección se obtienen enganchando hidráulicamente varios conjuntos de embrague.

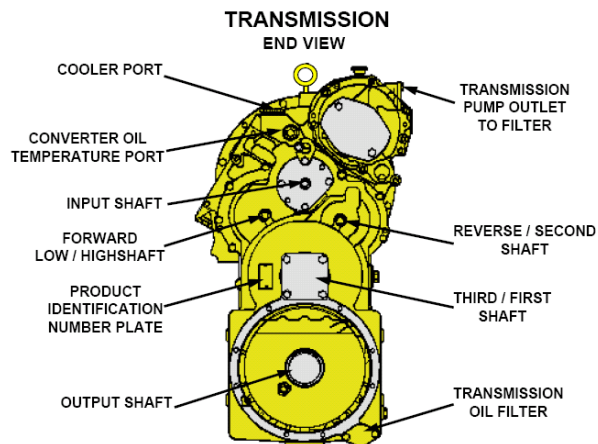
Ventajas de la servo transmisión de contraeje.

Las ventajas de la servo transmisión de contraeje incluyen:

-
-
-



La fig. 3.2.6 muestra algunos de los componentes internos que componen la transmisión de contraeje. Hay tres ejes de embrague principales. El eje de baja y alta en avance y el eje de reversa y segunda marcha están ambos en acoplamiento constante con el eje de la entrada. El eje de reversa y segunda acopla con el eje de tercera y primera. El eje de baja y alta hacia delante no se acopla al eje de tercera y primera. El eje de tercera y primera está acoplado con el eje de salida, que transmite la potencia hacia los ejes de impulsión delantero y posterior.



La fig. 3.2.7 muestra una vista posterior de la transmisión. Note la posición del eje de la entrada y de salida en referencia a los ejes de los embragues de velocidad y dirección.

2.2.4.1 Componentes



Embragues

Los embragues se enganchan hidráulicamente y se desenganchan por la fuerza de resortes. Los embragues se enganchan de manera que proporcionen la apropiada reducción de velocidad y dirección al eje de salida de la transmisión.

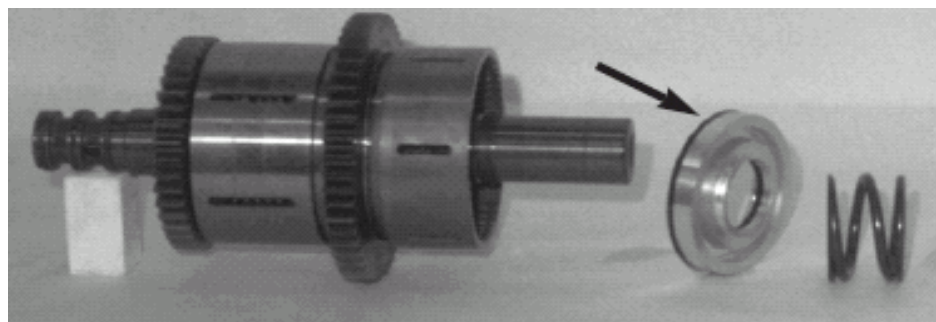


Fig. 3.2.9. Pistón de Embrague de una Transmisión de Contraeje

Pistón de Embrague

El pistón del embrague tiene un sello interior y exterior. Cuando los discos han gastado la mitad de la profundidad del canal de aceite, el pistón del embrague llega lo suficientemente lejos como para mover de su lugar (reventar) el sello exterior. Esto evita que los discos y platos funcionen metal contra metal.

La presión del embrague direccional o de velocidad llena la cavidad detrás del pistón de embrague y mueve el pistón hacia la izquierda contra el resorte del pistón y engancha los discos y platos del embrague

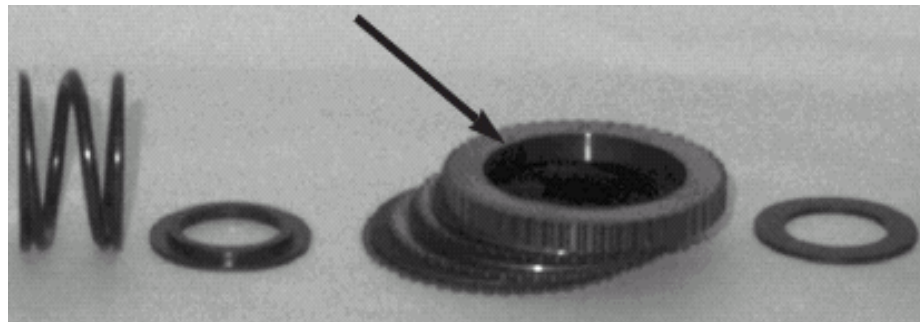


Fig.3.2.10. Discos y Platos de Embrague de una Transmisión de Contraeje

Disco y Platos de Embrague

Los platos del embrague están montados dentro de la caja del embrague. Las estrías en el diámetro interior de los platos están engranadas con las estrías en la caja del embrague. Los platos y la caja giran juntos. Los discos del embrague están superpuestos entre los platos del embrague. Los dientes interiores de los discos se engranan con los dientes exteriores de la maza. Los discos del embrague tienen un material de fricción adherido a su superficie de manera que no haya un contacto de metal a metal entre los discos y platos de embrague.

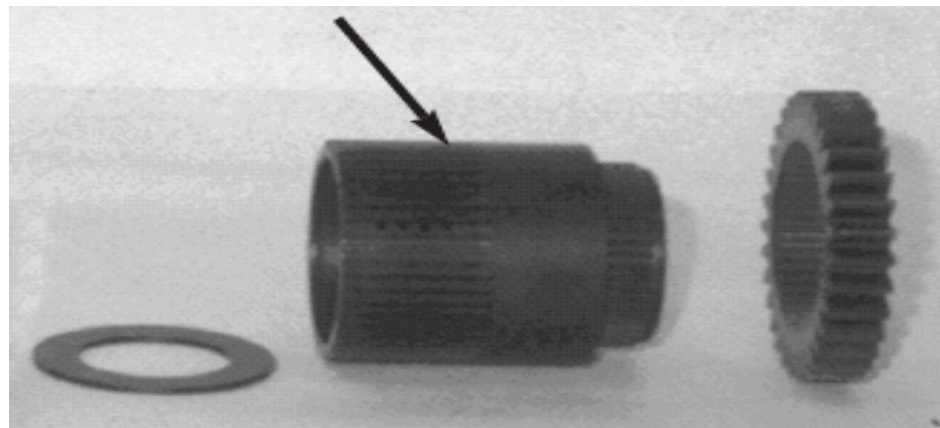


Fig.3.2.11. Cubo de Embrague de una Transmisión de Contraeje

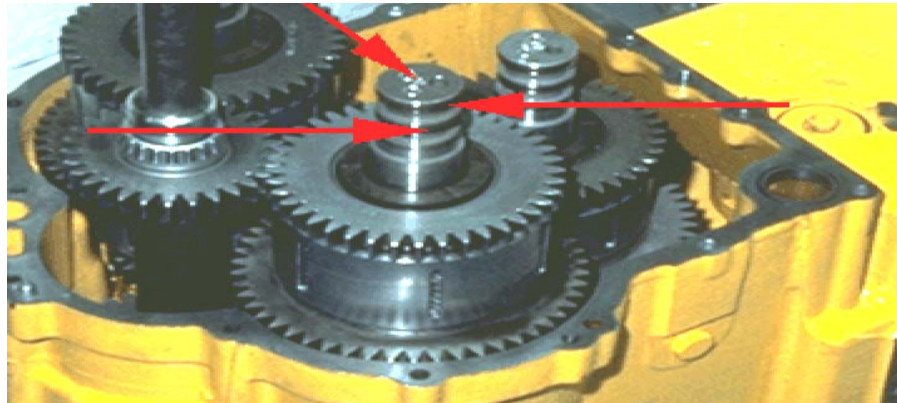
Maza o Cubo

Es el componente en el conjunto de embrague al que el engranaje está empalmado en estrías. Cuando el pistón del embrague se engancha, la fuerza de los platos y discos de embrague se transfiere al engranaje a través de la maza.



Ejes

Los ejes sostienen los engranajes dentro de la transmisión. El número de ejes y engranajes está determinado por el modelo de la transmisión y de la máquina.



Pasajes de Aceite

Cada uno de los ejes de la transmisión tiene tres pasajes de aceite internos. Un pasaje es para el aceite de lubricación y enfriamiento de embragues, los cojinetes y engranajes. Los dos pasajes restantes son para el aceite que activa los embragues.

ANOTACIONES

2.2.4.2 Flujo de Potencia

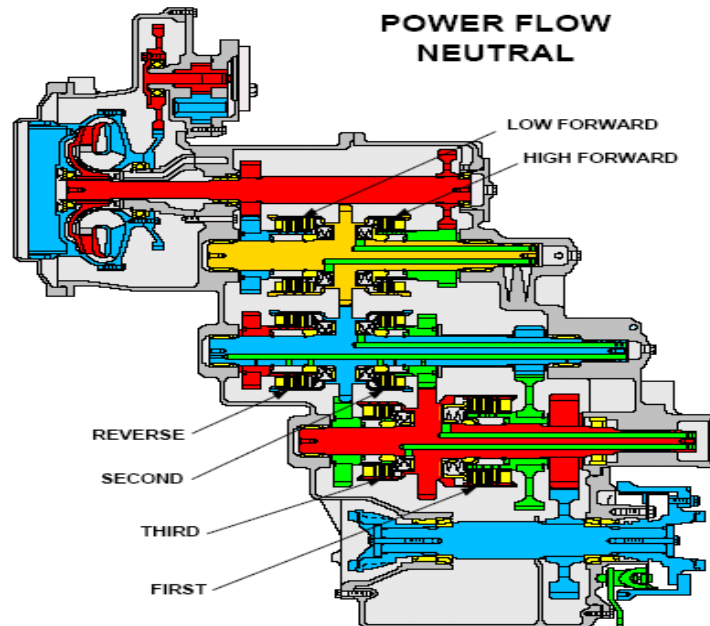


Fig.3.2.14. Transmisión de Contraeje

El flujo de energía cuando la transmisión está en NEUTRAL (fig. 3.2.14), no hay ningún embrague acoplado.

El torque del motor se transfiere a través del eje del convertidor a la transmisión. El eje del convertidor de torque es estriado y conduce al eje de entrada de la transmisión. Puesto que ningún embrague de marcha (avance en baja, en alta o reversa) está activado, no hay paso de potencia a través de la transmisión.

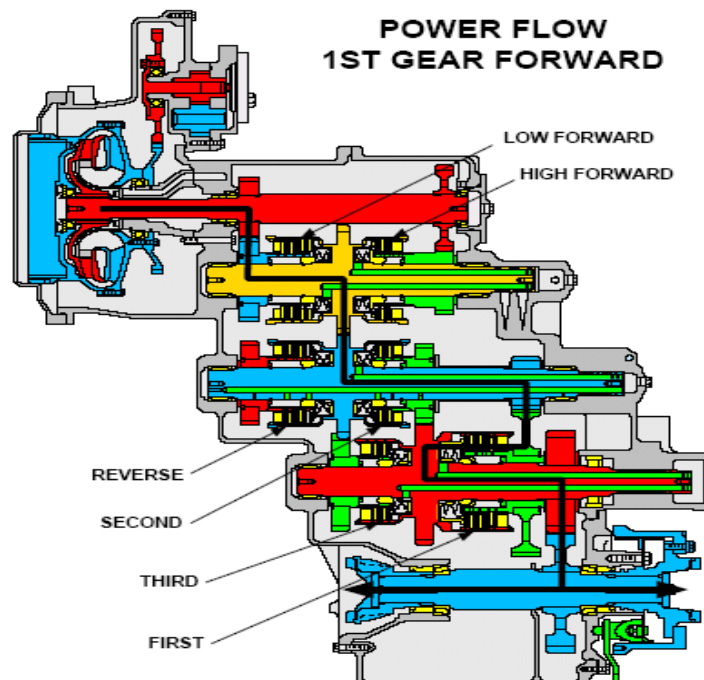
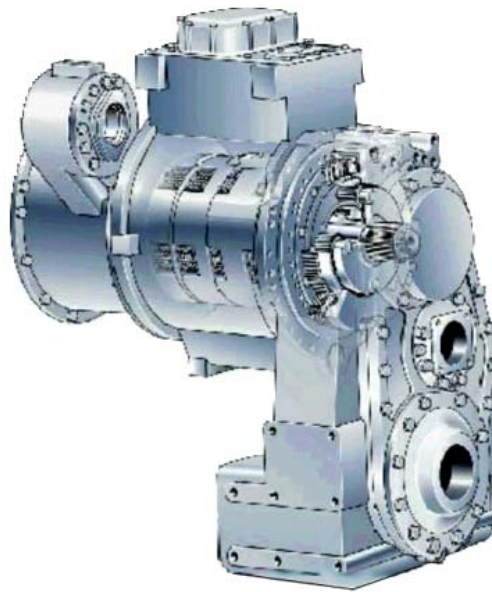


Fig.3.2.15. Transmisión de Contraeje – Marcha Primera en Avance

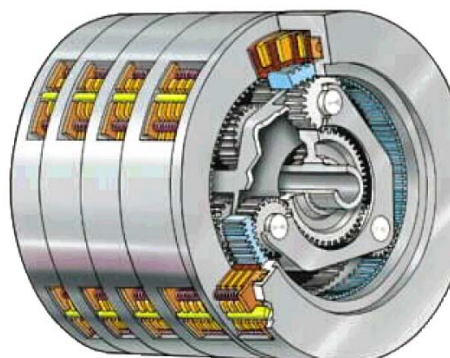
2.2.5 Transmisión Planetaria



La transmisión planetaria usa un sistema de engranajes planetarios para transmitir la energía y para realizar los cambios de velocidad y dirección. Los embragues hidráulicos controlan la rotación de los componentes del engranaje planetario permitiendo que el engranaje planetario sirva como acople directo, un engranaje de reducción, o de inversión de marcha.

Los sistemas de engranajes planetarios son unidades compactas. Se ha eliminado el contraeje, el eje de entrada y el eje de salida rotan alineados. Un sistema de engranajes planetario permite que las relaciones de transmisión sean cambiados sin necesidad de engranar o desengranar los engranajes. Consecuentemente, hay poco o nada de interrupción del flujo de energía. En sistemas de engranajes planetarios, la carga se distribuye por varios engranajes, disminuyendo la carga puntual en cada diente. El sistema planetario también divide la carga uniformemente alrededor de la circunferencia del sistema, eliminando el esfuerzo axial en los ejes.

2.2.5.1 Componentes

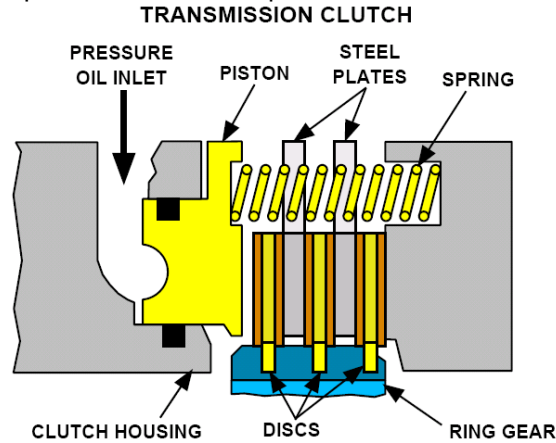


Un sistema planetario en su forma más simple esta compuesto de:

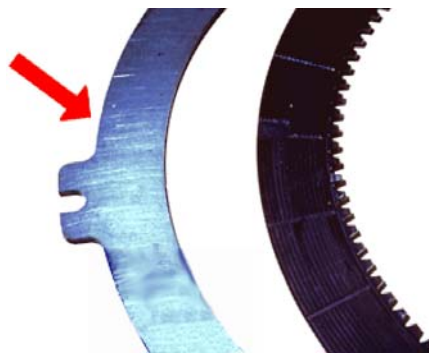
- 1) El engranaje solar (el centro del sistema planetario)
- 2) Tres o más engranajes intermedios (engranajes planetarios)
- 3) Un porta-satélites (soporta los engranajes planetarios)
- 4) Un engranaje de anillo o corona (el límite externo del sistema planetario)

La transmisión planetaria controla la energía a través de los sistemas planetarios con los paquetes de embrague de discos y platos. Cada paquete de embrague esta contenido en una cubierta separada.

En algunas transmisiones planetarias, los paquetes de embrague se montan en el perímetro del sistema planetario. Los dientes interiores de los discos están acoplados con los dientes exteriores de la corona. Las muescas en el diámetro exterior de los platos se acoplan con pines a la cubierta del embrague, fijándolos. Los siguientes ejemplos asumirán ese tipo de transmisión.

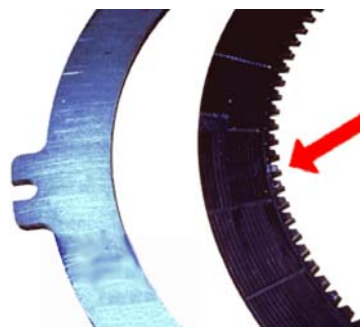


La figura 3.2.21 ilustra los componentes de un embrague. Los resortes están situados entre la cubierta del embrague y el pistón. Estos mantienen los embragues **desacoplados**, al no permitir que el pistón de embrague ejerza presión contra los platos. Los embragues **enganchan** cuando el aceite es enviado al área posterior del pistón. Cuando la presión de aceite aumenta, el pistón se mueve a la derecha contra la fuerza del resorte y empuja los discos y platos, juntándolos. El embrague ahora se **engancha** y el engranaje de la corona se mantiene fijo. Cuando la presión del aceite que sostiene al pistón disminuye, el resorte fuerza al pistón nuevamente dentro de la cámara liberando los discos y los platos. La corona ya no está fija y gira libremente.



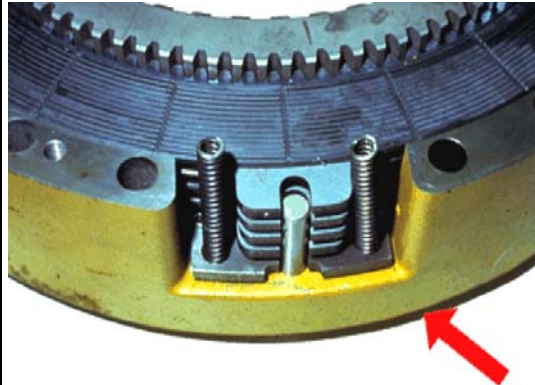
Platos de Presión

Los platos de presión del embrague (fig. superior) se montan dentro de la carcasa del embrague. Las muescas en el diámetro exterior de los platos se fijan con pines a la carcasa del embrague impidiendo su rotación.



Discos de Embrague

Los discos de embrague (fig. superior) están unidos a la corona y giran con ella. Los dientes interiores de los discos engranan con los dientes exteriores de la corona. Los discos están hechos de diferentes materiales de fricción basados en los requisitos de operación.

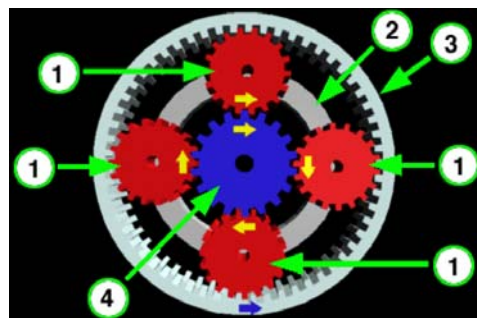


Caja (Carcasa)

Cada embrague en la transmisión tiene su propia cubierta (carcasa) (fig. superior). La carcasa mantiene el pistón y los platos de presión fijos con ella. Los pines se utilizan para evitar que los platos giren libremente.

2.2.5.2 Funcionamiento del Tren Planetario

Los engranajes planetarios se utilizan de muchas maneras en las máquinas Caterpillar. Comprender los principios de los engranajes planetarios ayudará a comprender los fundamentos de la servo transmisión planetaria, de la cual los juegos de engranajes planetarios forman una gran parte.



Conjunto de Engranajes Planetarios

Los engranajes planetarios (1) están sujetos a una base o portador (2) llamado porta satélites. El engranaje externo (3) se llama corona. El piñón diferencial en el centro (4) se llama engranaje solar.

Los componentes del juego de engranajes planetarios toman sus nombres porque actúan igual que nuestro sistema solar. Los engranajes planetarios rotan alrededor del engranaje solar igual que los planetas en nuestro sistema solar giran alrededor del sol.

Se requerirá menos espacio en una transmisión si se usan juegos de engranajes planetarios en lugar de engranajes de dientes externos, porque todos los engranajes pueden estar dentro de la corona.

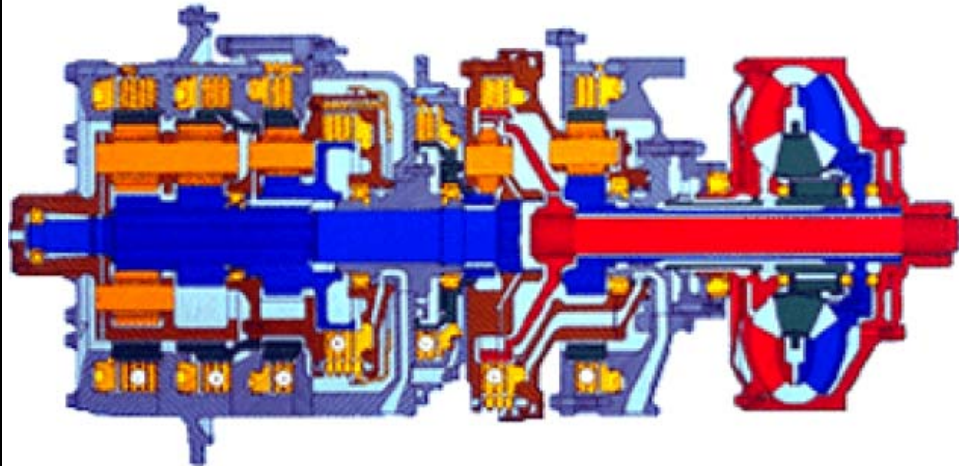
Los engranajes de dientes externos rotan en direcciones opuestas, sin embargo, la dirección de rotación no cambia con una corona. El piñón diferencial y la corona giran en la misma dirección.

Otra ventaja de los juegos de engranajes planetarios (engranajes de dientes internos) es que tienen el doble de contacto de dientes que los engranajes de

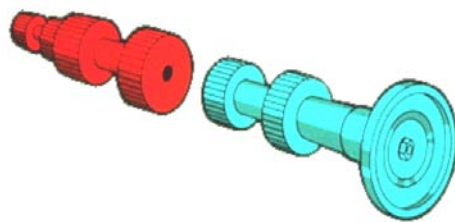
dientes externos. Los engranajes planetarios son más fuertes y se desgastan menos que los engranajes de dientes externos.
Para cambiar de rotación se pone un engranaje planetario entre el piñón y la corona.

Los engranajes planetarios giran libremente sobre sus propios cojinetes, y el número de dientes no afecta la relación de los otros dos engranajes. Con juegos de engranajes planetarios hay tres o cuatro engranajes planetarios que giran sobre cojinetes.

Conjunto de la Servo transmisión Planetaria



Hemos estado estudiando dibujos de una servo transmisión planetaria muy simple para lograr una comprensión básica de la relación de los juegos de engranajes planetarios. Esta figura muestra una servo transmisión planetaria ensamblada.

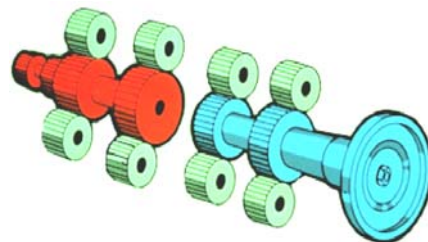


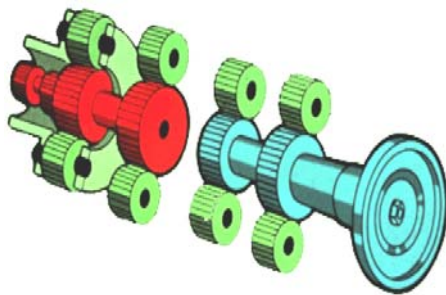
Esta figura muestra un eje de dos piezas similar a los usados en el modelo de transmisión que hemos venido estudiando.

Este eje es el eje de entrada. Los engranajes solares de los juegos de engranajes planetarios de avance y de retroceso, están montados en el eje de entrada.

Este eje es el eje de salida. Los engranajes solares para los planetarios de la segunda velocidad y de la primera velocidad están montados en el eje de salida.

Vamos a agregar algunos engranajes planetarios a cada engranaje solar para construir una servo transmisión planetaria básica. Al referirse a los juegos planetarios generalmente se hace a través de números, comenzando por el extremo de la entrada (izquierda); los mismos están numerados 1, 2, 3 y 4.



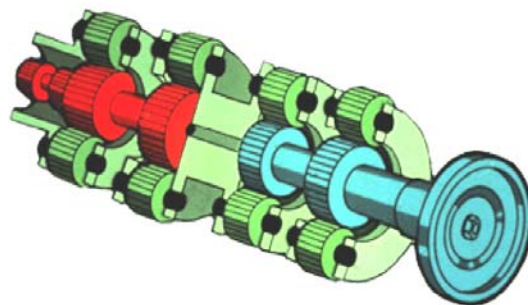
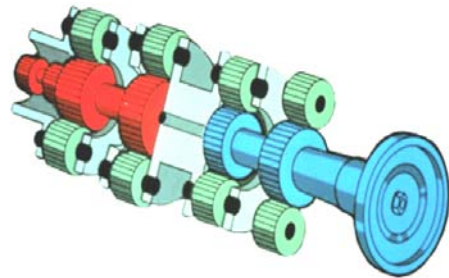


A esta ilustración se le ha agregado el portador frontal del juego de engranajes planetarios de retroceso. La mitad del portador se ha omitido para mostrar cómo está montado y cómo sujeta los engranajes planetarios.

Los portadores aparecen en muchas formas y tamaños, pero todos tienen la misma función: apoyar los ejes del engranaje planetario.

Para unir dos ejes separados en una misma línea, se utilizan porta satélites centrales.

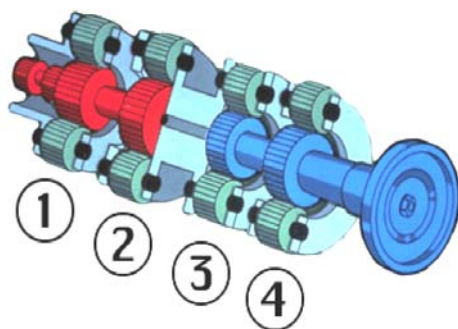
Este portador central conecta el eje de entrada al eje de salida. Contiene los engranajes planetarios para la marcha de avance y para la segunda velocidad.



Los tres portadores están montados en esta ilustración. De izquierda a derecha, ellos son el portador frontal, el portador central y el portador trasero.

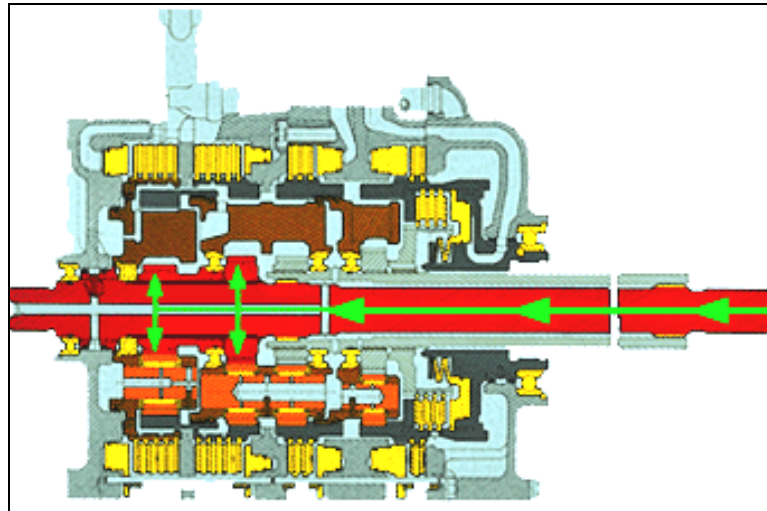
En esta ilustración, los cuatro juegos de engranajes planetarios han sido instalados. Desde el extremo de salida (izquierda) ellos son: No. 1 (retroceso), No. 2 (avance), No. 3 (segunda) y No. 4 (primera).

Para hacer una transmisión completa, deben agregarse las coronas y los embragues y debe ponerse el conjunto completo dentro de una caja protectora.



ANOTACIONES

Flujo de Potencia

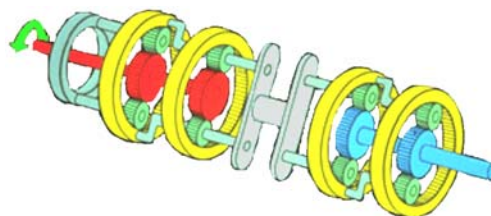


La siguiente es una explicación de una servo transmisión planetaria simplificada.

En la servo transmisión planetaria hay un juego de engranajes planetarios para cada velocidad de la transmisión; un juego para el avance y un juego para el retroceso.

Este dibujo muestra, ensamblado dentro de un grupo compacto, cuatro juegos de engranajes planetarios.

**TRANSMISIÓN PLANETARIA
2V2D**



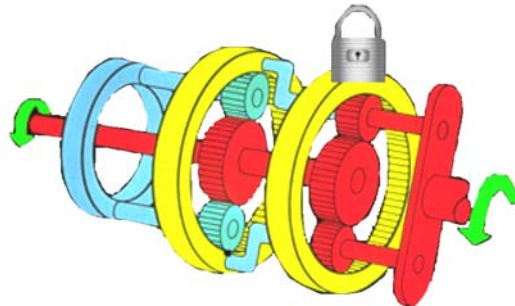
Este dibujo es una representación esquemática de una servo transmisión planetaria de dos velocidades y dos direcciones. Es una vista de las partes separadas de la transmisión ensamblada que se muestra en la figura anterior.

La potencia del motor se transmite al eje de entrada a través del convertidor o divisor de par. Los engranajes solares tanto para la dirección de avance como de retroceso, están montados sobre el eje de entrada y siempre giran cuando el eje de entrada es impulsado. El porta planetarios central acopla los planetarios de avance y segunda velocidad. El eje de salida y los engranajes solares de segunda y primera velocidad se montan en él.

La disposición de los juegos de engranajes planetarios desde el motor al eje de salida (de izquierda a derecha) es: retroceso, avance, segunda y primera.

AVANCE

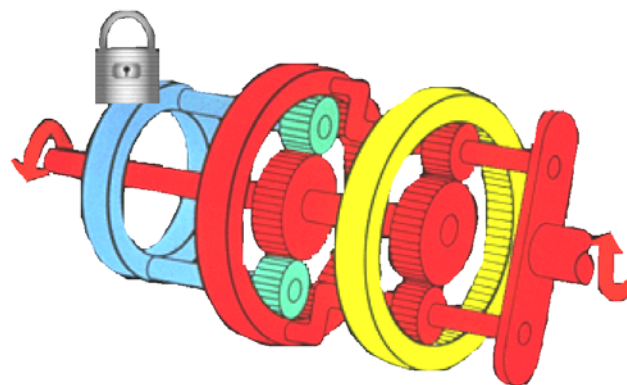
Esta figura muestra los juegos planetarios para el avance y retroceso; la mitad direccional de la transmisión. La potencia se transmite del motor al eje de entrada. La corona del juego de engranajes planetarios para el avance es detenida.



Esta porción de la transmisión está ahora engranada con el paquete de avance. El eje de entrada es impulsado y como los engranajes solares están montados en el eje de entrada, los engranajes solares también son impulsados.

El engranaje solar de retroceso (a la izquierda) está haciendo girar a los engranajes planetarios. Sin embargo, no se transmite ninguna potencia a través del paquete planetario de retroceso porque ningún miembro del paquete planetario está detenido.

El engranaje solar del paquete de avance gira con el eje de entrada. Por lo tanto, los engranajes planetarios giran en dirección opuesta. Debido a que la corona está detenida, los engranajes planetarios deben girar en la misma dirección. Este es el flujo de potencia para la dirección en sentido de avance



REVERSA

Esta figura muestra el flujo de potencia cuando el porta satélites para el paquete planetario de reversa está detenido.

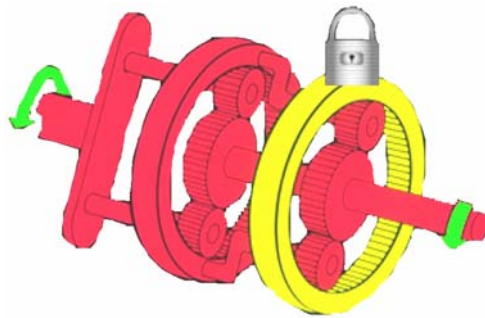
El eje de entrada impulsa el engranaje solar del paquete de reversa. El engranaje solar impulsa los engranajes planetarios. Debido a que el porta satélites está detenido, los engranajes planetarios deben girar sobre su eje e impulsar la corona. La corona gira ahora en sentido contrario al eje solar.

La corona del paquete de reversa está fija al porta planetarios del paquete de avance. Por lo tanto, el porta satélites de avance también gira en dirección opuesta a la del engranaje de entrada.

Este es el componente de la velocidad de la transmisión. El porta satélites de la izquierda forma parte del porta satélites del planetario de avance y es impulsado tanto en sentido horario como antihorario, de acuerdo a qué juego de engranajes planetarios (de avance o de retroceso) está transmitiendo potencia.

En esta figura, la corona del planetario para el engranaje de segunda está detenida. Debido a que el porta satélites está girando y la corona está detenida, el engranaje solar del planetario del engranaje de segunda es impulsado. El engranaje solar y el eje de salida giran en la misma dirección que el porta satélites.

Ningún miembro del planetario del engranaje de primera está detenido. Por lo tanto, todos los componentes pueden girar libremente y no se transmite ninguna potencia a través del planetario del engranaje de primera.



PRIMERA

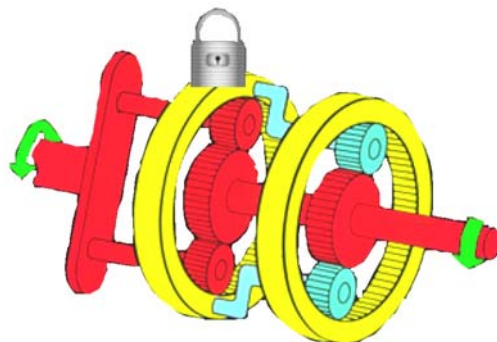
Para el funcionamiento del engranaje de primera, la corona del planetario del engranaje de segunda es desconectada y la corona del planetario del engranaje de primera es detenida.

El porta satélites de la izquierda está aún impulsado a través de la mitad direccional de la transmisión. La carga en el eje de salida proporciona resistencia a la rotación del engranaje solar. En consecuencia, la corona del planetario del engranaje de segunda tiene que girar. Esta corona está fijada al porta satélites del planetario del engranaje de primera. Debido a que la corona del planetario del engranaje de primera está detenida, el engranaje solar es impulsado y gira en la misma dirección que el portador de la izquierda.

En resumen, el portador central es impulsado e impulsa la corona de la segunda velocidad, que está conectada al porta satélites de la primera velocidad. Debido a que la corona de la primera velocidad está detenida, los engranajes planetarios giran por dentro de la corona e impulsan el engranaje solar de la primera velocidad y el eje de salida.

SEGUNDA

El porta planetarios de la izquierda es parte del porta planetarios de avance y es conducido en sentido horario o antihorario, dependiendo de la selección del set planetario de dirección deseado.



La corona del set planetario de segunda esta detenida. Debido a que el porta planetarios está girando y la corona está detenida, el engranaje solar de segunda es conducido. El engranaje solar no es parte del set planetario de primera que está detenido. Así mismo, todos los componentes giran libremente y ninguna potencia es transmitida a través del set de engranajes de primera y el eje de salida gira en la misma dirección que el porta planetarios.

PRIMERA EN AVANCE

En esta figura el único miembro detenido es la corona del planetario del engranaje de primera. Siga el flujo de potencia. El eje de entrada es el miembro impulsor del grupo direccional pero ningún otro miembro del grupo direccional está detenido.



Como se muestra aquí, el portador del planetario de retroceso está detenido para obtener rotación inversa.

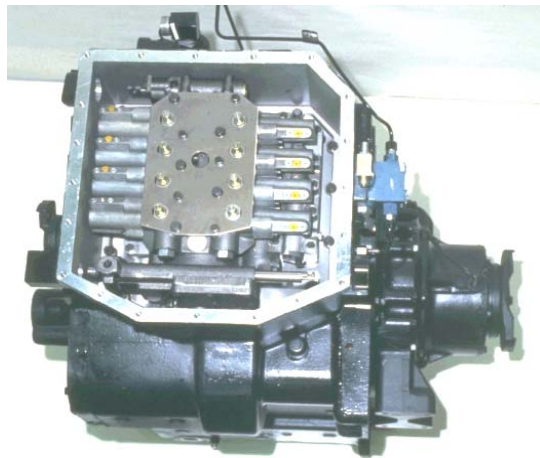
Cualquier miembro de un juego planetario puede conectarse a cualquier miembro de un juego planetario de segunda. Por ejemplo, al trabar una corona de un juego se puede trabar el portador del planetario de segunda.

En esta figura, la rotación del eje de entrada es en sentido antihorario. La rotación del eje de entrada y el engranaje solar de retroceso hacen que los engranajes planetarios giren en sentido horario. Debido a que el porta satélites está detenido los engranajes planetarios no pueden girar alrededor del engranaje solar. Por lo tanto, la corona debe girar en sentido horario.

Debido a que el portador central está conectado a la corona del planetario de retroceso también tiene rotación en sentido horario, en oposición a la rotación del eje de entrada.

2.2.6 Transmisión con Mando Directo

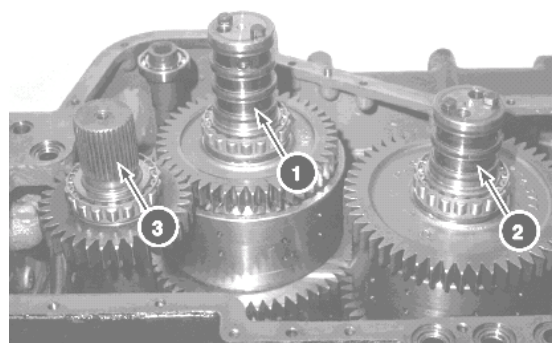
Los tractores agrícolas Challenger están equipados con una transmisión tipo power shift de mando directo (fig. 3.2.44). Esta transmisión combina las características del tipo contraeje, planetaria y de mando directo.



Esta transmisión ofrece diez velocidades de avance y dos velocidades en reversa.

Esta transmisión es controlada por una válvula de Modulación Individual del Embrague (ICM). Otras transmisiones controladas por válvulas ICM están equipadas con características de cambios automáticos tipo upshift / downshift. En esta transmisión, la selección de marcha está en función de la posición de la palanca de cambios solamente. Las válvulas hidráulicas de control serán estudiadas mas adelante en este módulo.

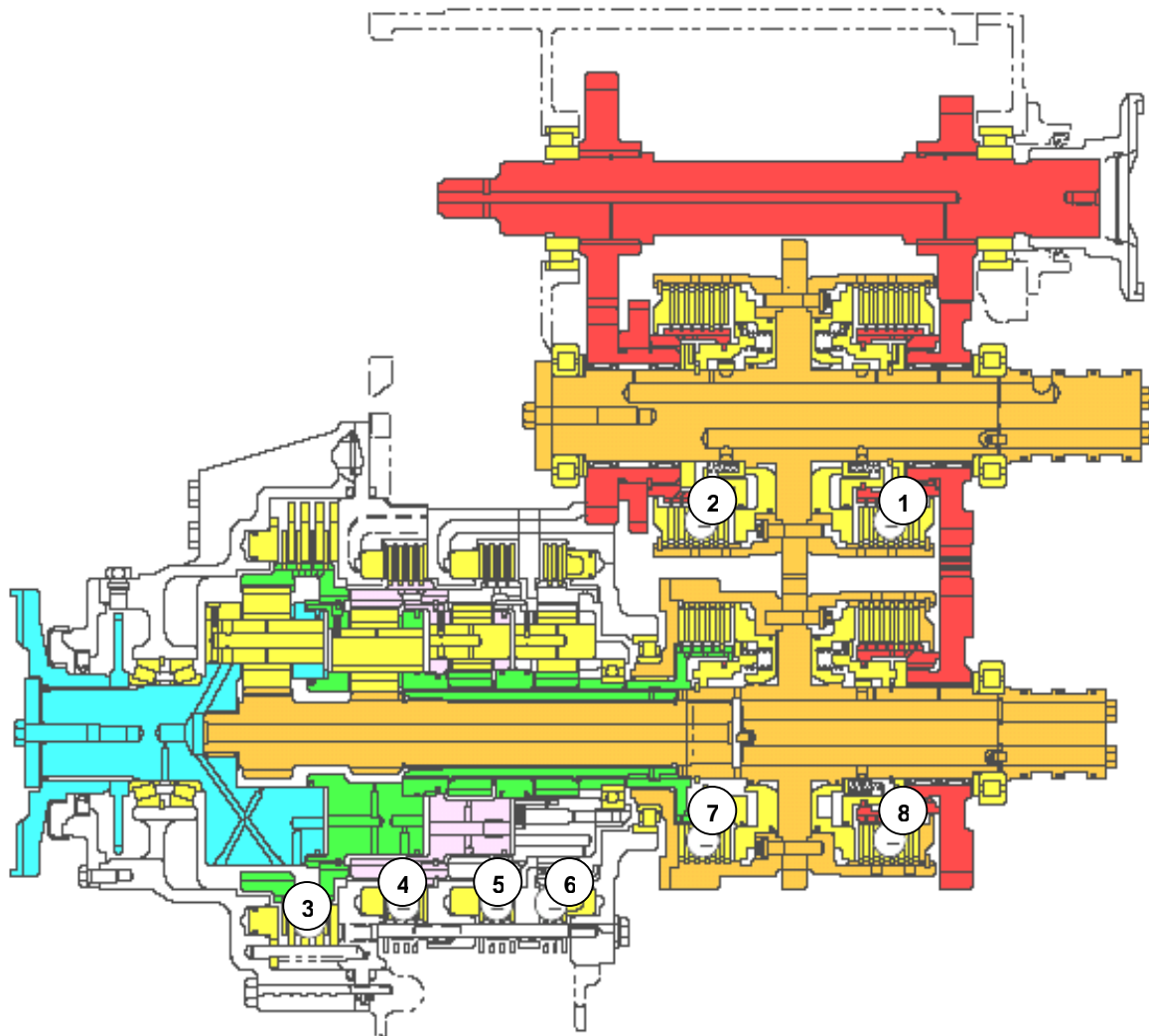
2.2.6.1 Componentes



Los ejes de transmisión (fig. 3.2.45) se pueden observar removiendo la cubierta superior de la caja de la transmisión. El contraeje superior (1) contiene los embragues No. 1 y No. 2. El contraeje inferior (2) contiene los embragues No. 7 y No. 8.

El eje de la entrada (3) recibe la energía del motor para conducir al contraeje superior y el embrague del PTO (si está equipado). El engranaje loco de reversa (no mostrado), que conduce la bomba a la transmisión, es accionado por el contraeje inferior.

2.2.6.2 Funcionamiento



La figura 3.2.46 muestra una vista en sección del lado derecho de la transmisión de mando directo del Challenger. Cuatro embragues giratorios, dos en el contraeje (embrague No. 1 y No. 2) y dos en el paquete inferior (embrague No. 7 y No. 8), y cuatro engragues planetarios en el grupo planetario (embragues 3, 4, 5 y 6) se utilizan para transmitir energía a través de la transmisión.

La potencia fluye a través del eje de entrada (rojo). Los engranajes en el eje de entrada impulsan a los engranajes de los contraejes. Estos engranajes (rojos) giran sobre cojinetes y no hacen girar al eje si no se acopla ningún embrague.

El embrague No. 1 y No. 2 son usados por los engranajes de AVANCE. Diversos tamaños de engranajes permiten que el embrague No. 1 proporcione una entrada de baja velocidad y el embrague No. 2 proporciona una velocidad más alta de entrada al paquete inferior. El embrague No. 8 se utiliza para la marcha en reversa. Cuando se acopla cualquier embrague direccional, un cubo fijará el engranaje al eje y hará que el eje transmita la potencia. Los embragues direccionales causan la rotación de los componentes mostrados en naranja. Los embragues planetarios se utilizan con los embragues direccionales para conseguir todas las velocidades hasta la OCTAVA en avance. Los engragues planetarios 6 y 3 se utilizan con el embrague No. 8 para obtener las diversas reducciones del engranaje para R1 y R2.

En NOVENA y DÉCIMA velocidad, no se utiliza ningún embrague planetario. El embrague No. 1 o el embrague No. 2 se utilizan con el embrague No. 7. El

Hoja 2.3: Válvulas de Control

Introducción

Esta lección cubre las diversas válvulas utilizadas para controlar las transmisiones sincronizadas y del tipo Power shift. Las válvulas son utilizadas para activar o liberar los embragues que controlan el flujo de potencia a través de la transmisión

Objetivos

Al término de esta lección, el estudiante será capaz de demostrar un entendimiento acerca de los componentes básicos y la operación de las válvulas de control de la transmisión.

2.3.1 Modulación

El sistema hidráulico del tren de potencia proporciona y controla el aceite hacia los embragues hidráulicos y provee aceite de lubricación para enfriar los componentes de la transmisión.

El sistema hidráulico del tren de potencia mostrado en la figura 3.3.1 tiene una válvula de control de la transmisión. La válvula de control de la transmisión controla la activación de los embragues de avance y de retroceso en la transmisión de un cargador con retroexcavadora. La selección de velocidad se realiza mediante las horquillas de cambio, pero la dirección se determina con los embragues.

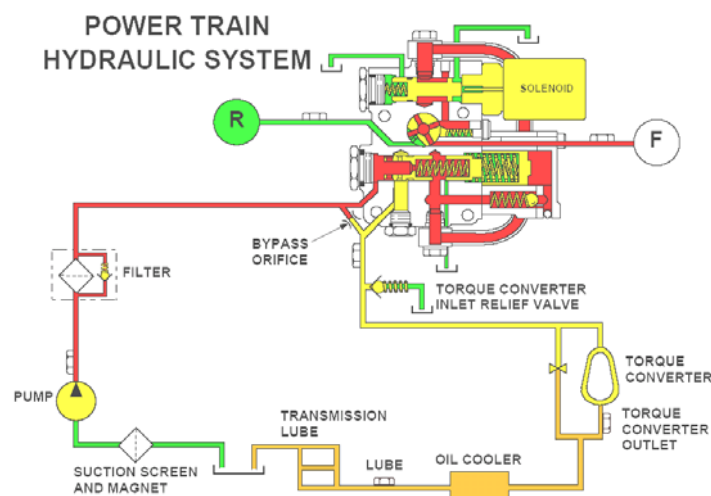


Fig. 3.3.1 Power Train Hydraulic System

El aceite fluye al interior de la válvula de control de la transmisión. El carrete de control de flujo controla la cantidad de aceite que puede fluir al interior. El resto del aceite es desviado al sistema del convertidor de torque. El aceite fluye por un tubo externo hacia la válvula neutralizadora. Si el solenoide neutralizador es desconectado, el aceite fluirá más allá de la válvula neutralizadora hacia la válvula selectora de avance / retroceso. Esta válvula rotatoria determina qué embragues serán llenados con aceite. En posición neutral, la válvula selectora de avance / retroceso bloqueará el aceite.

Si el botón neutralizador es presionado, la válvula neutralizadora drenará el aceite de suministro hacia tanque.

El pistón de carga y la válvula de alivio modulan para controlar la presión en el embrague. Ellos controlan la presión al interior del, manteniéndola estable.

2.3.2 Sistemas con P1 y P2

2.3.2.1 Sistema Hidráulico de la Transmisión

El sistema hidráulico del Tren de Potencia proporciona y controla el aceite a los embragues hidráulicos y provee aceite de lubricación para enfriar los componentes de la transmisión.

El sistema hidráulico del tren de potencia mostrado en la figura 3.3.2 tiene una válvula de control de la transmisión. La válvula de control de la transmisión controla el flujo de aceite hacia los embragues de velocidad y dirección.

El aceite de la bomba de dos secciones, fluye a través del filtro hacia la válvula de control de la transmisión. En todos los sistemas hidráulicos de trenes de potencia, el aceite refrigerado es enviado a la carcasa de la transmisión para lubricar los rodamientos, engranajes y embragues antes que retorne al sumidero. El aceite refrigerado llena los embragues para enfriarlos y liberar el calor generado cuando los embragues se deslizan. (El deslizamiento ocurre momentáneamente cada vez que un cambio se realiza a su vez que el embrague va transmitiendo potencia).

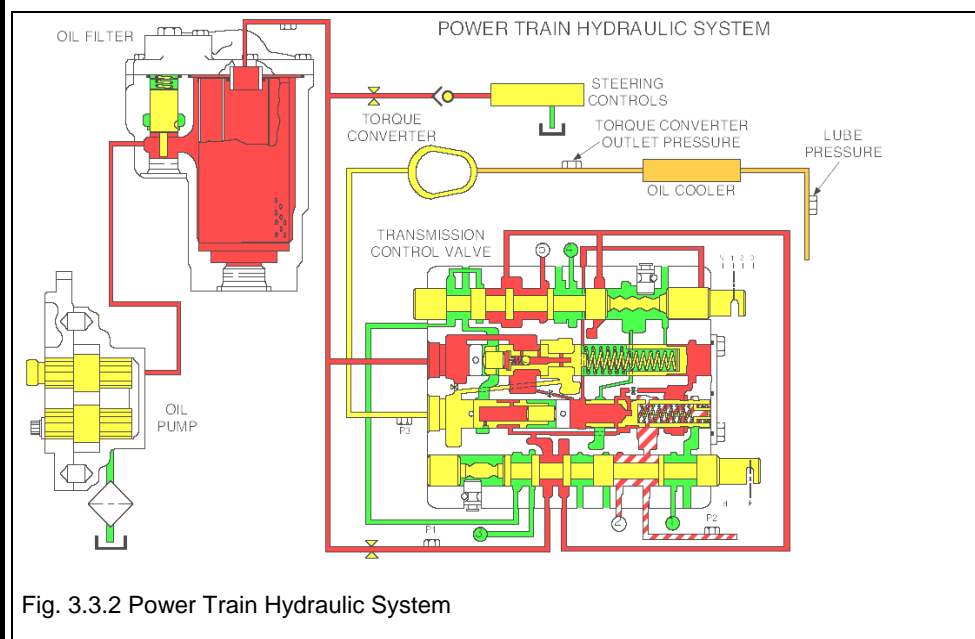


Fig. 3.3.2 Power Train Hydraulic System

2.3.2.2 Válvula de Control

Como se mencionó anteriormente la válvula de control de la transmisión controla el flujo de aceite hacia los embragues. Esta válvula de control de la transmisión tiene un carrete selector de velocidad y uno selector de dirección. Unos cables conectan los carretes a la palanca de control de la transmisión. La posición de los carretes selectores determinan qué embragues estarán conectados al aceite de suministro y cuáles están conectados hacia drenaje.

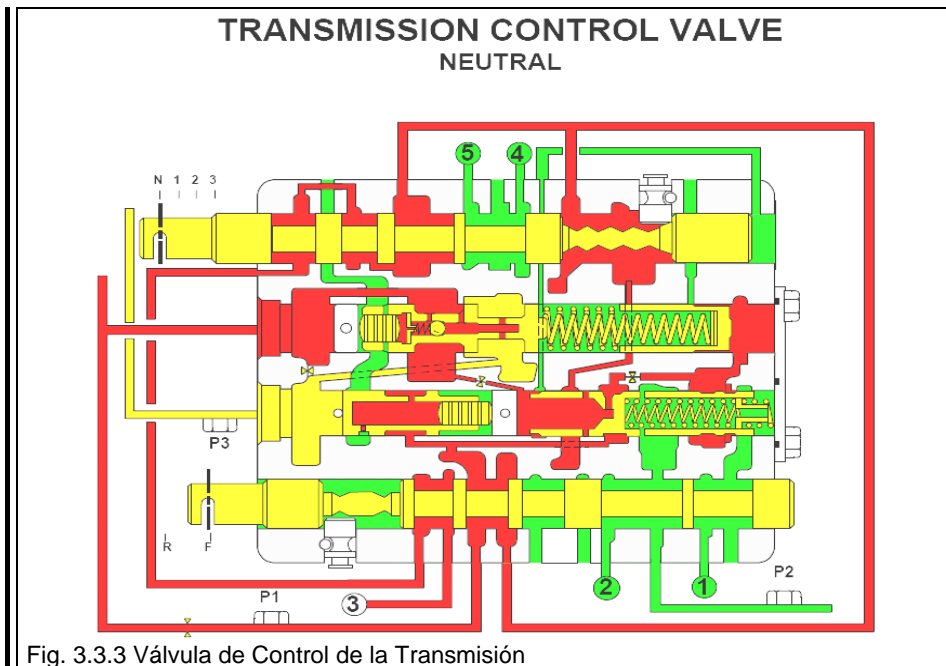


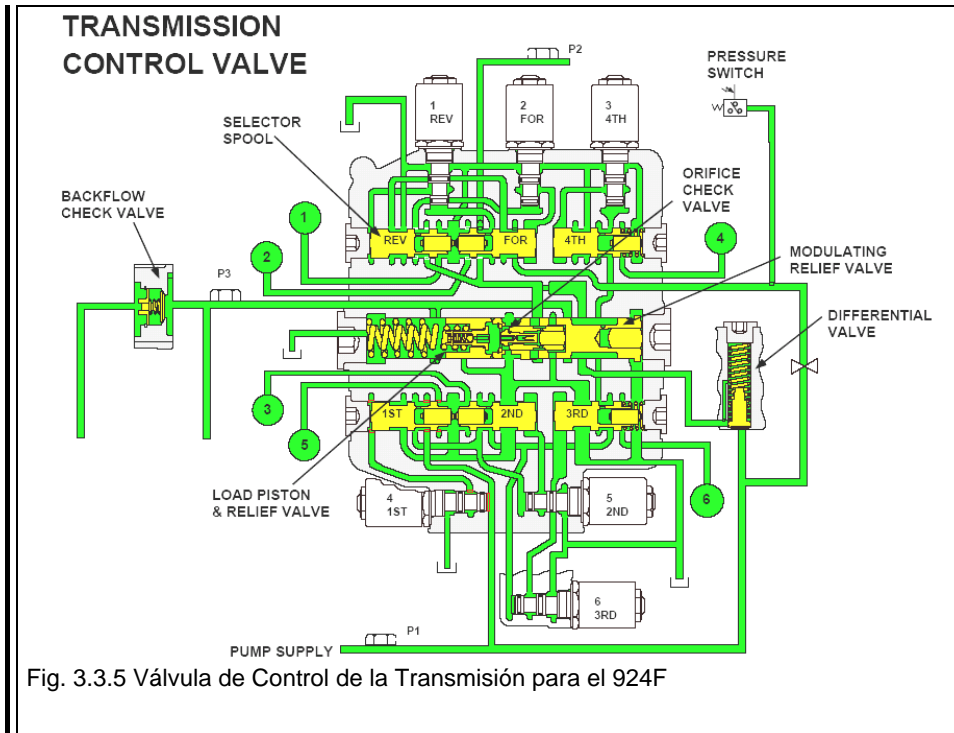
Fig. 3.3.3 Válvula de Control de la Transmisión

El aceite ingresa al circuito (color rojo), ver figura 3.3.3. Mientras la presión se incrementa, la válvula de presión diferencial dejará ingresar aceite al interior del circuito del embrague de dirección. La válvula de presión diferencial dosificará para mantener constante la presión de aceite al interior del circuito del embrague de dirección.

El aceite que fluye a la válvula de alivio moduladora dosificará para controlar la presión en el embrague de velocidad activado. El exceso de aceite desde la válvula de alivio moduladora fluye hacia el circuito del convertidor de torque.

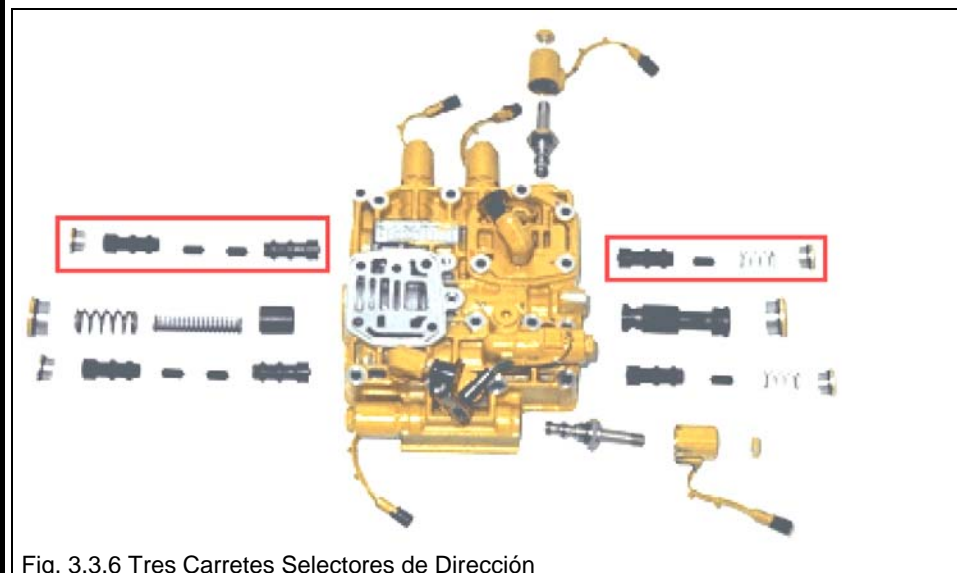
El aceite a presión fluye a través de un orificio hacia el pistón de carga. Este y la válvula de alivio moduladora trabajan conjuntamente para que la presión al interior del embrague se incremente lentamente. A esto se le conoce como **MODULACIÓN**

Las válvulas de control de la transmisión logran el llenado del embrague y la modulación de diferentes formas en diversas máquinas. Las dos formas que hemos estudiado hasta ahora utilizan cables y palancas para dirigir el aceite hacia el embrague. El resto de las válvulas en esta parte del tema utilizan controles eléctricos y solenoides pero muchas otras funciones son similares.



Válvula de Control de la Transmisión

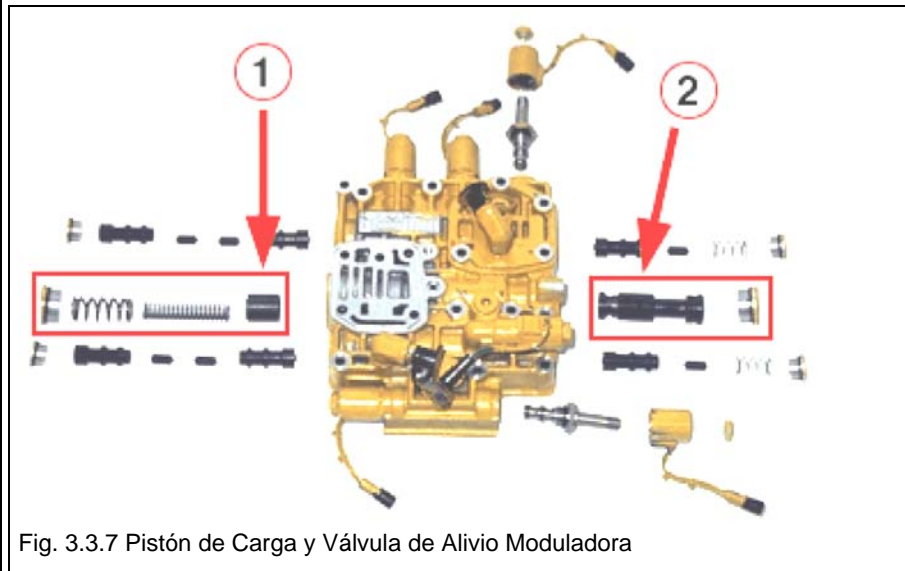
En esta parte del curso se estudiarán los componentes y la operación de la válvula de control de la transmisión para una transmisión de contraejes utilizando la válvula de control de la figura 3.3.5. Este cuerpo de la válvula de control de la transmisión aloja seis solenoides activados eléctricamente, que dirigen el flujo de aceite a los carretes selectores direccionales y carretes selectores de velocidad.



Tres Carretes Selectores de Dirección

La parte superior de la válvula de control de la transmisión contiene los tres carretes selectores de dirección (ver fig. 3.3.6). Los carretes selectores de dirección se mueven para permitir aceite a presión para los embragues de dirección (P2) para ser dirigido a uno de los tres paquetes de embragues

direccionales. Cuando un solenoide direccional es activado, el carrete selector de dirección adecuado dirige aceite presurizado P2 hacia un embrague de dirección. Los embragues de dirección son el No1 (Baja hacia adelante), el No2 (Alta hacia adelante) y el No3 (Reversa). El aceite de suministro P2 hacia los carretes selectores está en paralelo para las marchas en avance y reversa pero separados para las marchas alta en avance y baja en avance. Esto es para impedir la activación de más de un embrague direccional a la vez.



Pistón de Carga y Válvula de Alivio Moduladora

El pistón de carga (1) y la válvula de alivio moduladora (2) se ubican en la sección central de la válvula de control (ver figura 3.3.7). El pistón de carga trabaja con la válvula de alivio moduladora para proporcionar un aumento de presión controlada (**MODULACION**) en los embragues y para limitar la máxima presión P2. La válvula de alivio moduladora también envía aceite en exceso al convertidor de torque.

Tres Carretes Selectores de Velocidad

La parte inferior de la válvula de control de la transmisión contiene los tres carretes selectores de velocidad (fig. 3.3.8) Los carretes selectores de velocidad se mueven para permitir aceite a presión para los embragues de velocidad (P1) para ser dirigido a uno de los tres paquetes de embragues de velocidad. Cuando un solenoide de velocidad es activado, el carrete selector de velocidad adecuado dirige aceite presurizado P1 hacia un embrague de velocidad. Los embragues de velocidad son los No 4, No 5 y No 6.

El aceite de suministro P1 es dirigido por separado hacia los tres carretes selectores para impedir la activación de más de un embrague de velocidad a la vez.

El aceite de suministro primero está disponible para el solenoide No 4 y el carrete selector, luego para el solenoide No 5 y carrete selector y finalmente al solenoide No 6 y su carrete selector. Por lo tanto en cualquier situación por defecto, la transmisión se moverá o bien hacia un cambio inferior o hacia la posición de NEUTRO.

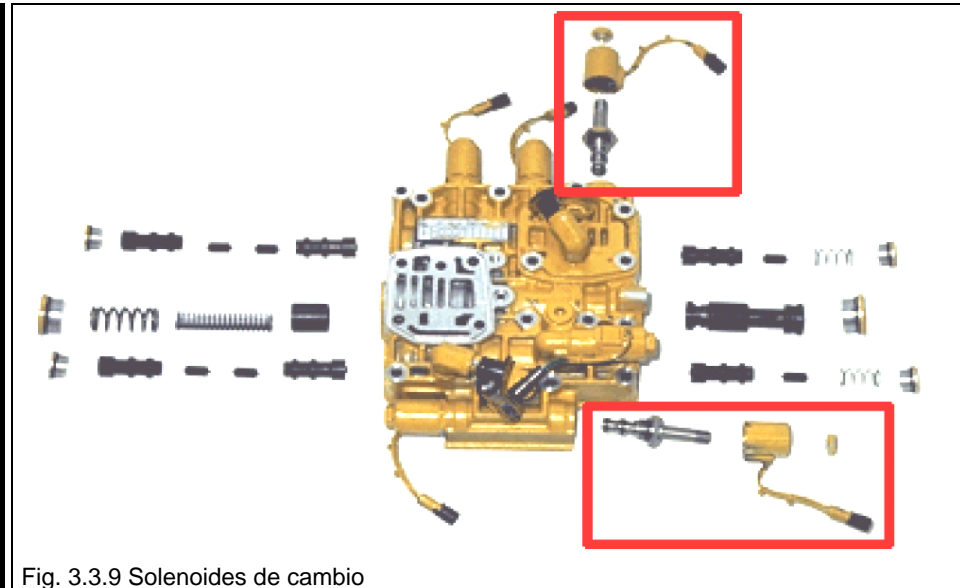


Fig. 3.3.9 Solenoides de cambio

Solenoides de cambio

Los solenoides de cambio (figura 3.3.9) consisten de dos componentes básicos. Estos son el vástago (stem) y la bobina (coil). Los seis solenoides y/o componentes son intercambiables. La pérdida de energía eléctrica a cualquier solenoide de embrague de velocidad o de dirección, neutralizará la transmisión saliendo de ese embrague en particular. Durante operación normal, el aceite de suministro está dirigido al extremo de la varilla del solenoide. Cuando el solenoide está activo, se permite que el aceite pase a través de un pasaje hacia el carrete selector apropiado.

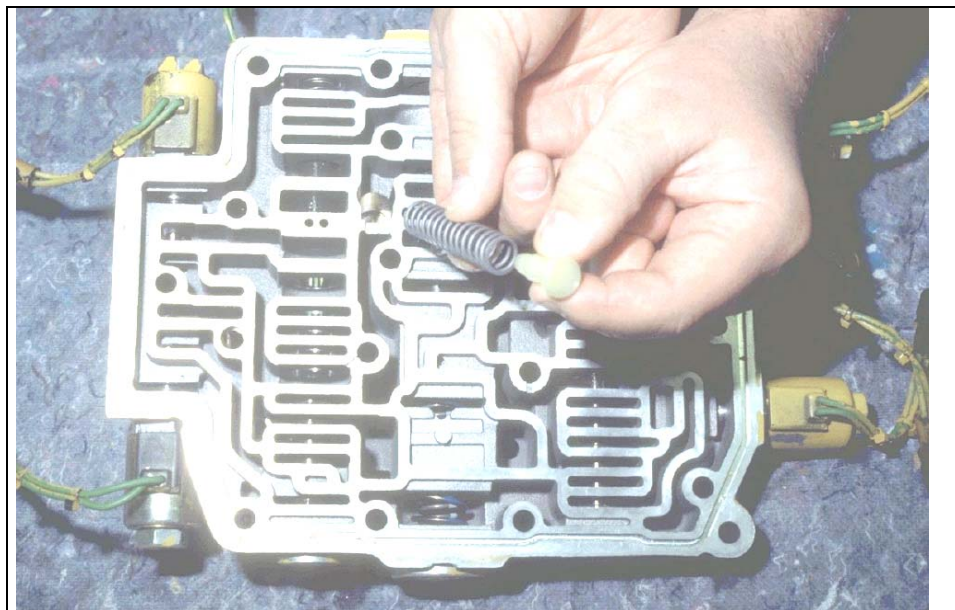


Fig. 3.3.10 Válvula de Presión Diferencial

Válvula de Presión Diferencial

La válvula de presión diferencial y resorte (figura 3.3.10) se localizan entre la válvula de control de la transmisión y el plato separador. La válvula de presión diferencial mantiene la presión P1 a un valor especificado mayor que la presión P2.

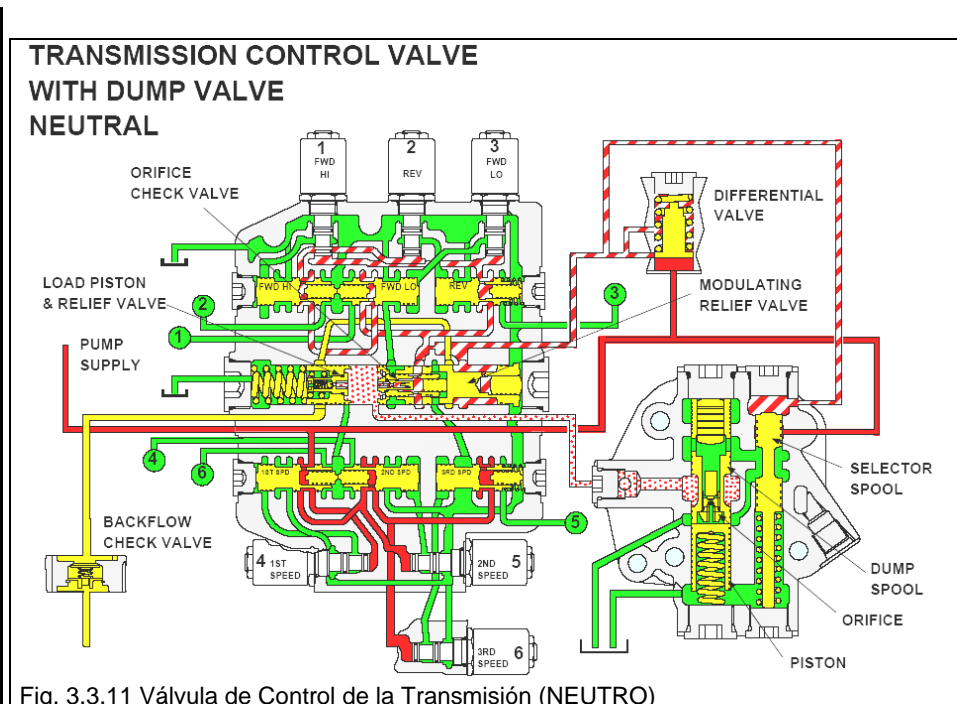


Fig. 3.3.11 Válvula de Control de la Transmisión (NEUTRO)

Válvula de Control de la Transmisión (NEUTRO)

La válvula de descarga (dump) ha sido agregada al circuito en la figura 3.3.11. La válvula de descarga (dump) proporciona cambios más suaves al ventear la presión de aceite de la cámara del pistón de carga más rápidamente entre cambios.

Cuando el motor está en funcionamiento y el selector de velocidad está en NEUTRO, el aceite fluye desde la bomba a través de la válvula de control de la transmisión hacia los tres solenoides selectores de velocidad. El aceite a presión P1 llena los slugs en los extremos de los carretes. Esto mantiene a los carretes en la posición de embragues liberados.

El aceite también fluye hacia la válvula de presión diferencial y al carrete selector en la válvula de descarga (dump). El aceite P1 en la válvula de descarga es utilizado para abrir un pasaje de drenaje para el aceite del pistón de carga.

Cuando la presión P1 alcanza el valor especificado, la válvula de presión diferencial se abre. El aceite de suministro empieza a fluir al interior del circuito de P2.

Parte del aceite P2 fluye a la válvula de descarga y mueve el carrete selector hacia abajo. El aceite P1 está bloqueado. El aceite de la cámara del pistón de carga no estará abierto a la línea de drenaje.

El resto del aceite P2 que fluye a través de la válvula de presión diferencial fluye al interior de la válvula de control de la transmisión y directamente hacia la cavidad del slug de la válvula de alivio moduladora.

El aceite P2 fluye a través del orificio de entrada P2 en el cuerpo de la válvula de control de la transmisión y de nuevo se divide y viaja en tres direcciones.

El flujo parcial es dirigido a la cavidad del slug de la válvula check a través del orificio de rejilla y al interior de la cavidad del pistón de carga. El aceite (color rojo con puntos) que ingresa a la cavidad del pistón de carga fluye a la válvula de descarga. Debido a que el carrete selector es movido hacia abajo, el aceite de la cavidad del pistón de carga es bloqueado.

El Aceite P2 fluye a la cavidad del slug del carrete selector de REVERSA, luego al solenoide de BAJA EN AVANCE y al solenoide de ALTA EN AVANCE.

El aceite también es enviado a la cavidad del slug del carrete selector de BAJA EN AVANCE y luego a la cavidad del slug del carrete selector de ALTA EN AVANCE. Desde los carretes selectores de AVANCE, el flujo es dirigido al solenoide de REVERSA.

En NEUTRO, ningún solenoide está energizado, resultando en que ningún embrague de velocidad o dirección está activado. El aceite en las cavidades del slug de los carretes selectores de dirección mantiene los embragues liberados.

La válvula de alivio moduladora dosifica el flujo de la bomba en exceso hacia el circuito P3 del convertidor de torque. La válvula check de contra flujo separa el circuito del convertidor de torque de la presión más baja establecida por la válvula de alivia de modulación.

Válvula de Control de la Transmisión (LLENADO DEL EMBRAGUE DE VELOCIDAD)

Cuando se realiza un cambio de la posición NEUTRO hacia PRIMERA EN AVANCE, los solenoides No 2 y No 4 son energizados.

El solenoide No 4 es energizado. El aceite es enviado al carrete selector para el embrague de primera velocidad. El carrete selector se mueve a la derecha enviando aceite P1 al embrague de PRIMERA VELOCIDAD.

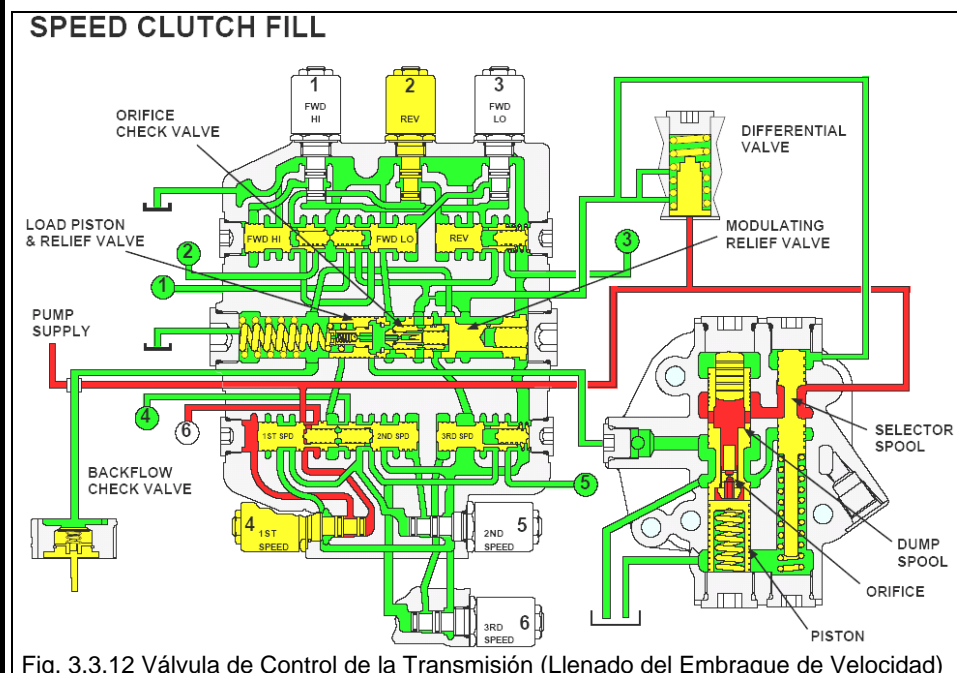


Fig. 3.3.12 Válvula de Control de la Transmisión (Llenado del Embrague de Velocidad)

Durante el llenado del embrague de velocidad (figura 3.3.12), la presión P1 disminuye y el resorte cierra el poppet en la válvula diferencial de presión. El carrete de dirección no se moverá hasta que el embrague de velocidad se haya llenado.

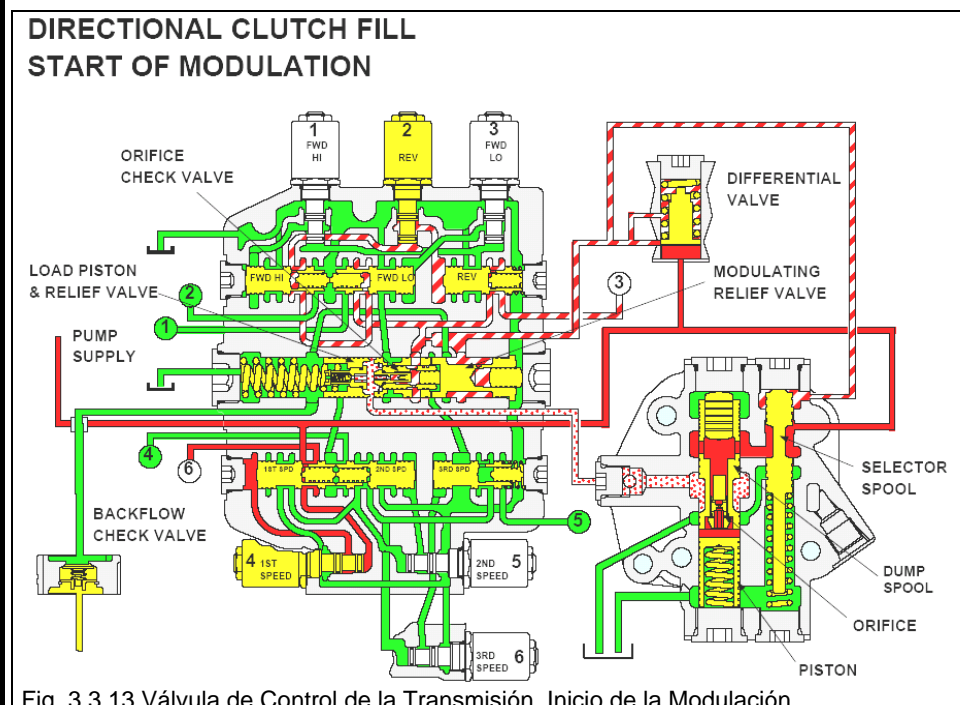
Cuando la presión P2 cae, la válvula check se mueve para abrir la cavidad del pistón de carga hacia drenaje. Cuando la presión P2 cae más aún, el carrete selector en la válvula de descarga se mueve. La válvula de descarga drena rápidamente la presión remanente en la cavidad del pistón de carga.

Cuando la válvula de descarga se mueve hacia arriba, la presión P1 es dirigida a la cámara del slug en el carrete de descarga. La presión P1 en la cavidad del slug mueve el carrete de descarga y el pistón hacia abajo contra el resorte del pistón, drenando la cavidad del pistón de carga a través del pasaje de la válvula de descarga. La válvula de descarga es usada para proporcionar un cambio más suave. El aceite en la cavidad del pistón de carga no drena hacia tanque lo suficientemente rápido a través del drenaje de la cavidad del pistón de carga.

La presión P2 también disminuye a través del orificio de rejilla en la válvula de alivio moduladora y alrededor de los carretes selectores.

Cuando la válvula de alivio moduladora se mueve a la derecha, el pasaje de suministro al convertidor de torque es bloqueado.

Cuando el pistón de carga y la válvula de alivio moduladora se ha movido hacia la posición de reseteo (RESET), la presión residual en el circuito P3 es venteadado a través del pasaje de drenaje.



Válvula de Control de la Transmisión (INICIO DE LA MODULACIÓN)

Después que el embrague de velocidad se haya llenado, la presión P1 se genera hasta que la válvula de presión diferencial se abra. Cuando la válvula de presión diferencial abre, el aceite fluye al interior del circuito P2 (figura 3.3.13). El flujo es dirigido a la válvula de alivio moduladora, a los carretes selectores de embrague de dirección y a los solenoides de dirección.

Dado que el solenoide No 2 es energizado, el aceite fluye al carrete selector de dirección de REVERSA. El carrete selector se mueve a la derecha. Mientras el carrete selector se mueve, el flujo se dirige al embrague No 3. El embrague No 3 se comienza a llenar.

El aceite en el circuito P2 también fluye a la válvula de descarga, a la cavidad del slug de la válvula de alivio moduladora, a la cavidad del slug de la válvula check y a la cavidad del pistón de carga a través del orificio de rejilla.

Cuando el embrague No 3 está lleno, la presión en el circuito P2 empieza a incrementarse. Esto mueve la válvula check y cierra el drenaje para la cavidad del pistón de carga.

La presión P2 no es lo suficientemente alta para mover el carrete selector en la válvula de descarga. La presión P1 continúa para retener el carrete de descarga y el pistón, tal que la cavidad del pistón de carga está abierta a drenaje. Un orificio en el carrete de descarga está ajustado para suministrar una demora controlada en el cierre del drenaje del pistón de carga (a través de la válvula de descarga)

Cuando la presión P2 es lo suficientemente alta para mover el carrete selector en la válvula de descarga, el aceite a presión P1 está bloqueado. La presión P1 continúa para actuar sobre el extremo del carrete de descarga a través del orificio en el carrete. El carrete de descarga se mueve lentamente hasta la posición cerrada.

Cuando el drenaje del pistón de carga está cerrado (a través de la válvula de descarga), el ciclo de modulación se inicia.

Mientras la presión se incrementa en la válvula de alivio moduladora, se abre un pasaje hacia el circuito del convertidor de torque. En este momento, el circuito del convertidor de torque aún está abierto a drenaje a través de la cavidad del resorte del pistón de carga.

Cuando el embrague de dirección se ha llenado, el pistón de carga se ha movido lentamente hacia la derecha.

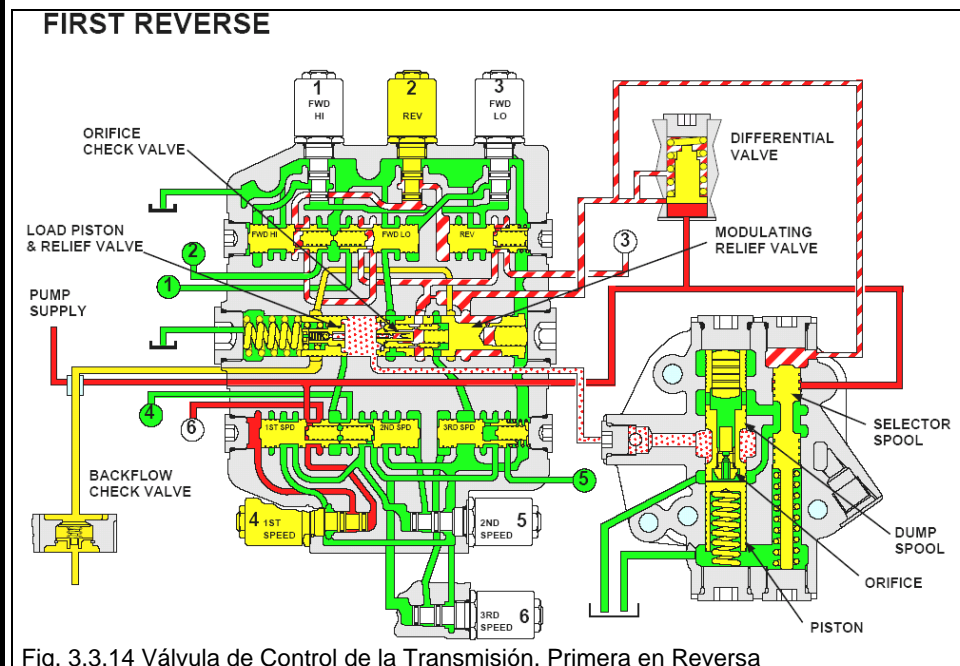


Fig. 3.3.14 Válvula de Control de la Transmisión. Primera en Reversa

Válvula de Control de la Transmisión. PRIMERA EN REVERSA

Ahora, la válvula de alivio moduladora empieza a moverse lentamente a la derecha a una velocidad uniforme (figura 3.3.14)

El pistón de carga empieza a moverse a la izquierda a una velocidad uniforme. Mientras la presión continúa aumentando, el pistón de carga empieza a cubrir el pasaje de drenaje del convertidor de torque. Entonces, la presión P3 empieza a generarse y el aceite fluye a través de la válvula check de contra flujo (backflow) hacia el circuito del convertidor de torque.

El pistón de carga y la válvula de alivio moduladora trabajan conjuntamente para mantener una presión continua en el embrague.

El pistón de carga se mueve a la izquierda y bloquea el pasaje de drenaje del convertidor de torque. Cuando el pistón de carga alcanza la carrera límite del pasaje, el pistón de carga dosifica el aceite hacia drenaje.

La válvula de alivio moduladora detiene el movimiento a la derecha y no corta completamente P2 de P3. En este momento, la válvula de alivio moduladora está también dosificando hacia drenaje y P1, P2 y P3 están todos a sus valores de presión de operación normales.

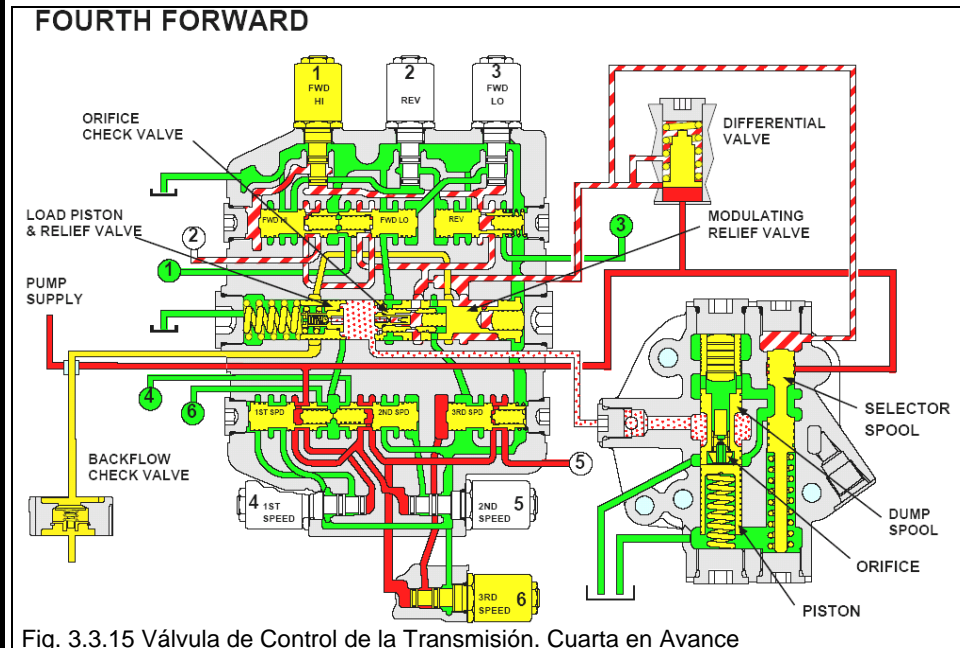


Fig. 3.3.15 Válvula de Control de la Transmisión. Cuarta en Avance

Válvula de Control de la Transmisión (CUARTA EN AVANCE)

Cuando se selecciona el cambio CUARTA EN AVANCE (figura 3.3.15), el solenoide de velocidad No 6 y el solenoide de dirección No 1 son activados. El solenoide No 1 es energizado sólo para CUARTA EN AVANCE.

La secuencia de cambios para todas las velocidades y direcciones son las mismas. Asimismo, el flujo de P2 ya no está disponible para el solenoide de dirección No 2.

2.3.3 Sistema ICM

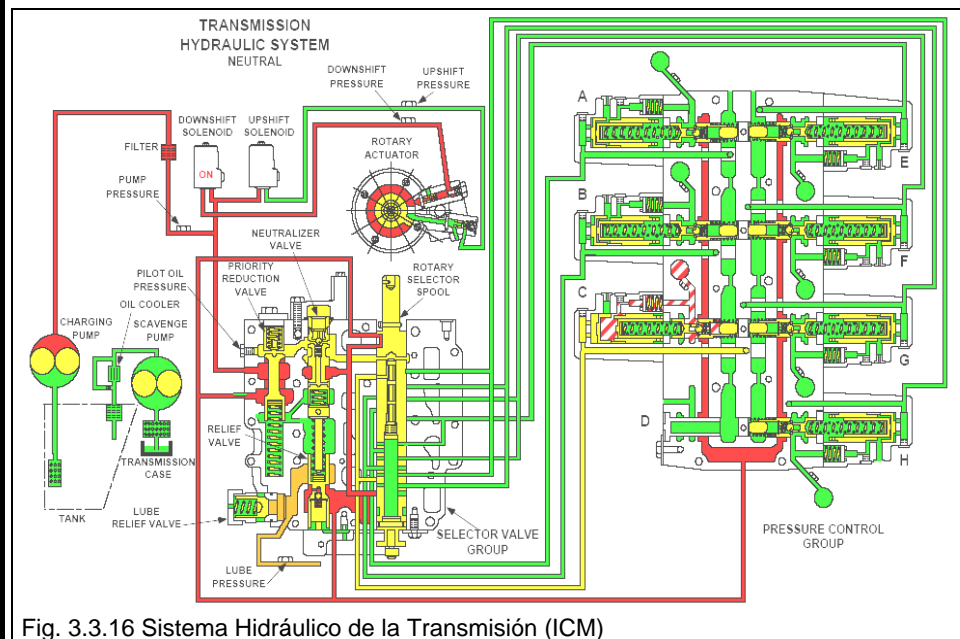


Fig. 3.3.16 Sistema Hidráulico de la Transmisión (ICM)

Otro tipo de control hidráulico de la transmisión encontrado en algunas máquinas es el llamado Individual Clutch Modulation (ICM) o “Modulación de Embragues Individuales”.

Una transmisión ICM se diferencia en que cada embrague está modulado individualmente para proveer cambios más suaves bajo carga. Los cambios de velocidad y dirección se obtienen gracias a las válvulas de control individuales, las cuáles enganchan hidráulicamente varios paquetes de embrague.

El sistema hidráulico de la transmisión consiste principalmente de las válvulas que compensan a la unidad de control hidráulico de la transmisión. El solenoide **upshift** (cambio hacia arriba) y el solenoide **downshift** (cambio hacia abajo) son escogidos por el ECM cuando un cambio se necesita. El ECM de la transmisión monitorea varios factores para determinar cuándo un cambio se va a realizar.

Cuando un solenoide de cambio es activado, el aceite es enviado al actuador rotatorio. El rotor en el centro del actuador rotatorio está conectado mecánicamente al carrete selector rotatorio en la válvula selectora y de control de presión. La posición del carrete selector rotatorio determinará cuáles estaciones de la válvula de control de presión son llenadas y cuáles estaciones son drenadas. La válvula de control de presión tiene una estación para cada embrague. Cada estación tiene válvulas que modulan para mantener una presión constante al interior del embrague.

2.3.3.1 Sistema Hidráulico de la Transmisión

El control hidráulico de la transmisión consiste de un conjunto de válvulas como son:

- Solenoide Downshift (cambio hacia abajo), para el cambio electrónico
- Solenoide Upshift (cambio hacia arriba), para el cambio electrónico
- Válvula selectora y de control de presión
- Válvula de control de presión
- Actuador rotatorio



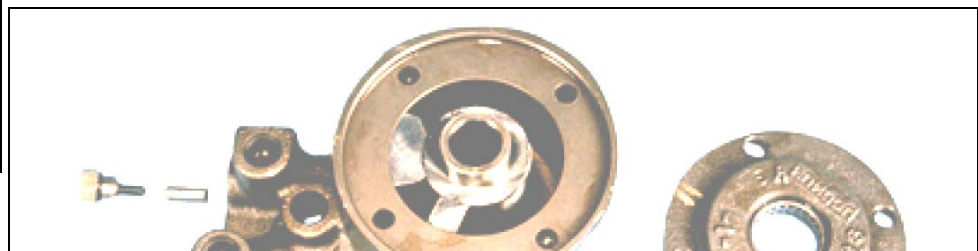
Fig. 3.3.17 Sistema de Control Hidráulico de la Transmisión ICM

Todos estos grupos o componentes se ubican al interior de la unidad de control hidráulico de la transmisión (ver fig. 3.3.17)



Solenoides Downshift y Upshift

Los solenoides Downshift y Upshift (fig. 3.3.19) se localizan en la parte superior de la transmisión. Los solenoides son la conexión entre los sistemas eléctricos e hidráulicos de la transmisión. Cuando los solenoides downshift y upshift son activados eléctricamente, ellos envían aceite al actuador rotatorio.



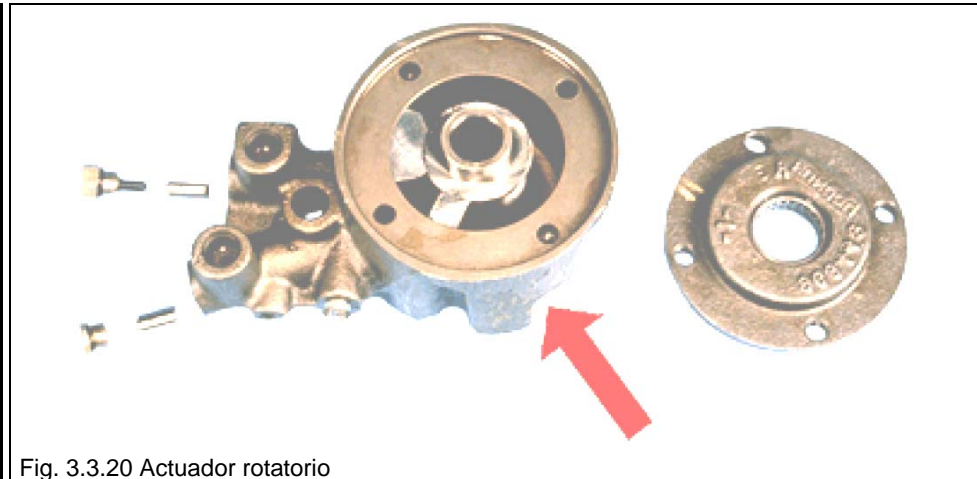


Fig. 3.3.20 Actuador rotatorio

Actuador rotatorio

El actuador rotatorio (fig 3.3.20) es parte del grupo de control hidráulico de la transmisión. Los solenoides envían aceite al interior de uno de los pasajes. El rotor en el actuador rotatorio gira, éste a su vez gira un carrete selector rotatorio en la válvula selectora y de control de presión. El carrete selector permite que el aceite piloto fluya a la válvula adecuada en la válvula de control de presión.

2.3.3.2 Grupo Selector (Válvula selectora)

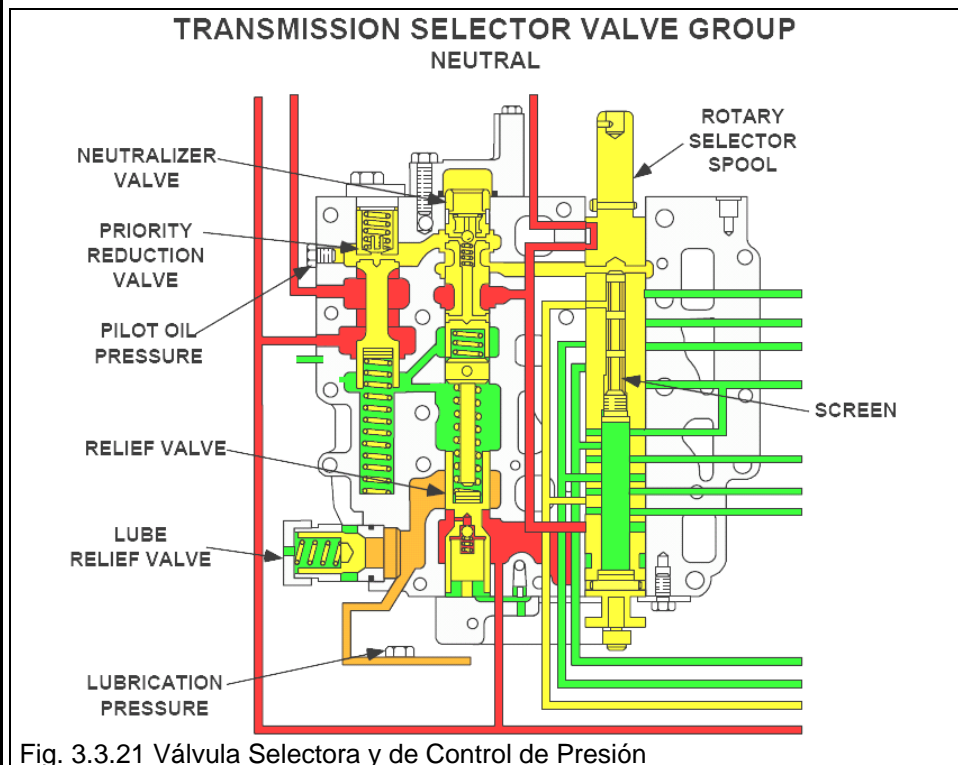


Fig. 3.3.21 Válvula Selectora y de Control de Presión

La válvula selectora y de control de presión (fig 3.3.21) es parte de los controles hidráulicos de la transmisión. La válvula selectora y de control de presión controla la presión del aceite que va a los solenoides y al grupo de control de presión.

El aceite que ingresa, primero fluye pasando por la válvula de reducción de prioridad. Esta válvula modula para controlar la cantidad de presión que fluye al interior de la unidad de control hidráulico de la transmisión. El aceite entonces

fluye a la válvula neutralizadora. La válvula neutralizadora impedirá que el aceite fluya al carrete selector rotatorio si el motor ha sido arrancado con la palanca selectora de la transmisión en un cambio diferente al neutral.

La posición del carrete selector rotatorio es controlado por el actuador rotatorio y los solenoides de cambio. El carrete selector rotatorio determina cuáles de los pistones selectores en la válvula de control de presión reciben aceite piloto y cuáles pistones selectores son drenados.

Las válvulas de alivio del sistema se localizan también en esta válvula.

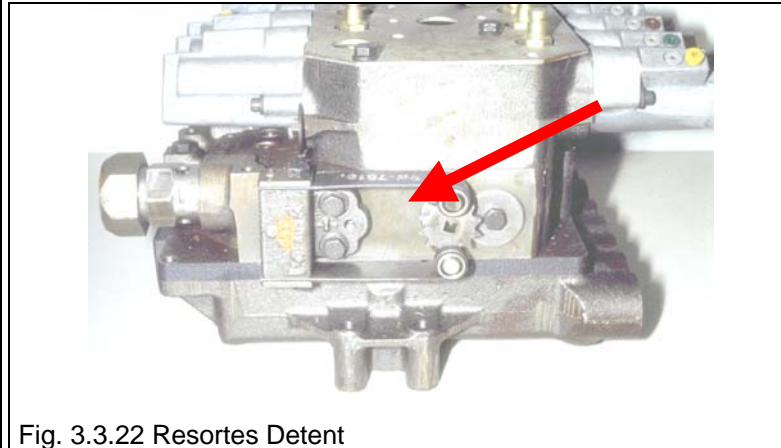


Fig. 3.3.22 Resortes Detent

Resortes Detent

Los resortes detent son usados para ayudar al carrete selector rotatorio a mantener las posiciones apropiadas. Ver fig. 3.3.22

2.3.3.3 Grupo de Control de Presión (Válvula de Control de Presión)

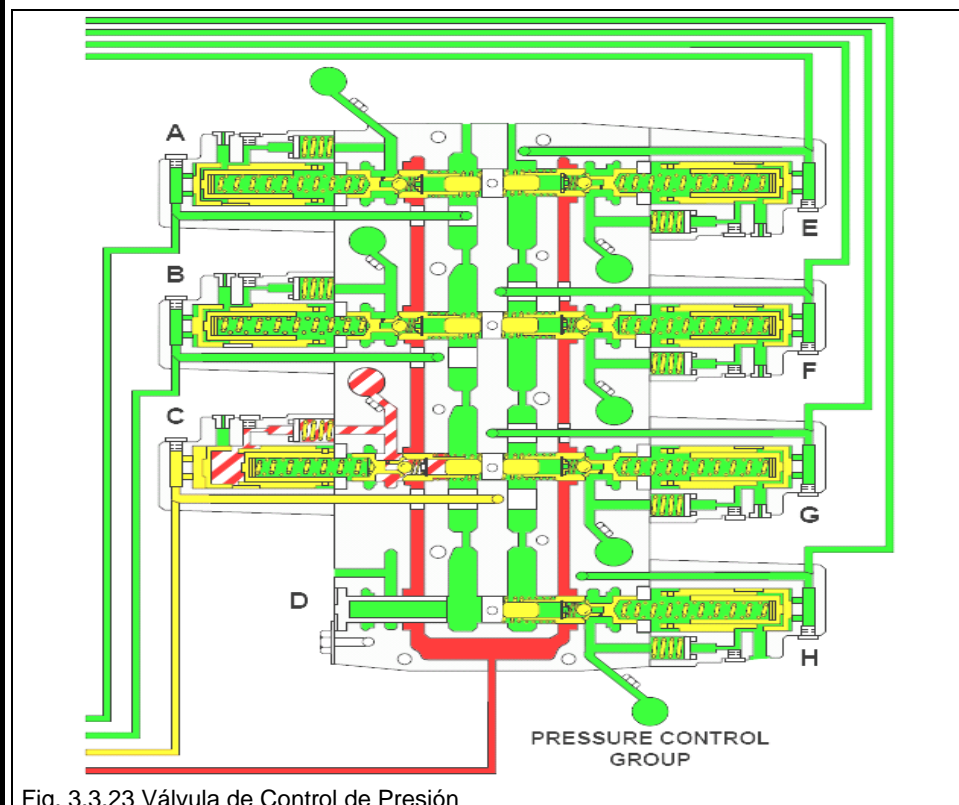


Fig. 3.3.23 Válvula de Control de Presión

La válvula de control de presión (fig 3.3.23) es parte del grupo de control hidráulico de la transmisión y contiene las válvulas de reducción modulación de presión. Hay una válvula para cada embrague en la transmisión. La válvulas de reducción modulación para los embragues de la transmisión, permiten un control separado de la presión y el tiempo que toma activar y liberar ese embrague. Esto se conoce como Modulación de Embragues Individuales (ICM). El cuerpo de cada pistón de carga tiene una letra de identificación sobre el mismo para propósitos de montaje y desmontaje. Los pasajes piloto (para los embragues de transmisión) están conectados.

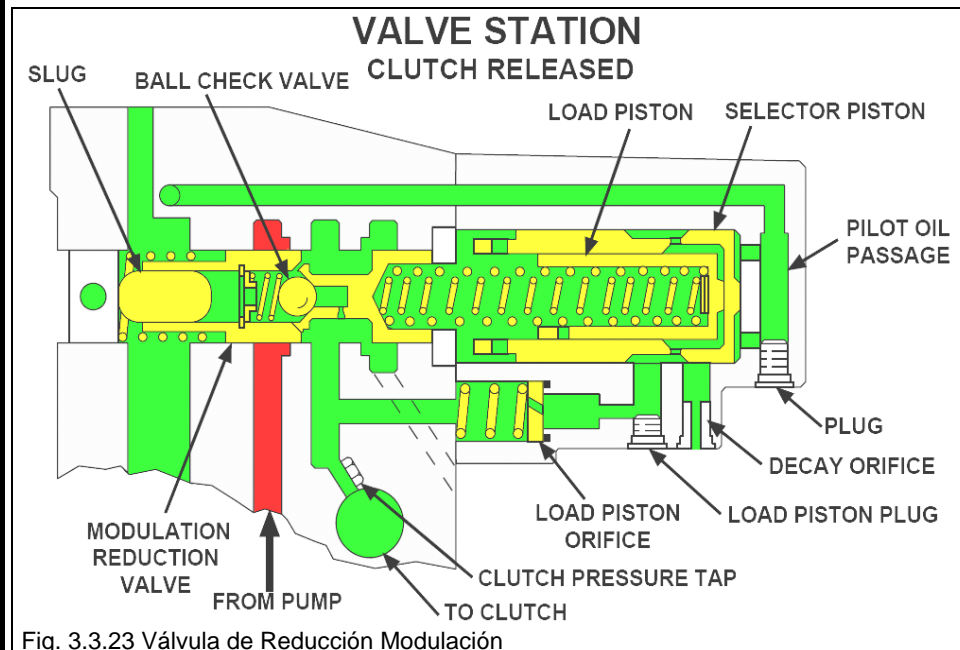


Fig. 3.3.23 Válvula de Reducción Modulación

Válvula de modulación

Todas las válvulas de reducción modulación del grupo de control de presión de la transmisión operan de similar manera. Por esta razón, solo la operación básica de una válvula es explicada.

Cuando se realiza un cambio (un embrague está activado), un pasaje piloto recibe aceite piloto en la secuencia correcta desde el carrete selector rotatorio. Esto causa que el pistón selector y el pistón de carga se muevan contra la fuerza ejercida por sus resortes.

Esto causa que la válvula de reducción modulación se mueva contra la fuerza ejercida por un resorte. El movimiento de la válvula de reducción modulación cierra el pasaje que conecta el embrague hacia drenaje y abre el pasaje que conecta la bomba hacia el embrague.

El aceite llena el área entre el pistón selector y el pistón de carga.

Al momento que el embrague está lleno de aceite, la presión del aceite de la bomba se incrementa al interior del embrague seleccionado. Esto causa que el pistón de carga se mueva contra la fuerza ejercida por sus resortes. El aceite del embrague también fluye a través de un orificio en la válvula de reducción modulación, abre la válvula check de bola y se dirige al interior de la cámara del slug en el extremo final de la válvula de reducción modulación (ver fig. 3.3.23).

La presión en el extremo de la válvula de reducción modulación trabaja contra la presión del extremo del pistón de carga. La presión se incrementa hasta que el pistón de carga es movido todo el trayecto hacia la izquierda hasta que se detiene.

La presión en el embrague está ahora a su máximo.

Dos factores controlan la cantidad de tiempo que se requiere para que la presión al interior del embrague alcance el valor máximo (el tamaño de los orificios del pistón de carga y la fuerza que ejercen los resortes). Note todos los códigos de color cuando se instala una válvula de control de presión ICM. La fuerza de los resortes puede ser cambiada mediante el retiro o la adición de shims (laminas) en el pistón de carga.

Cuando un embrague está lleno, la válvula de reducción modulación se moverá a la derecha e izquierda para mantener la presión constante en el pasaje. Cuando el embrague necesita ser liberado, la posición del carrete selector rotatorio causará presión piloto para drenaje. Los resortes moverán el pistón selector contra la posición de parada.

El pasaje entre el pistón de carga y el pistón selector estará abierto a drenaje. Los resortes moverán el pistón de carga contra la posición de parada.

La válvula de reducción modulación cambiará. El movimiento de la válvula reducción modulación cierra el pasaje desde la bomba al embrague y abre el pasaje desde el embrague a drenaje.

Un orificio de estrangulamiento está ubicado en el pasaje de drenaje para controlar la cantidad de tiempo que se requiere para que la presión al interior del embrague llegue a cero. Estos orificios también están codificados por colores. El embrague que es usado para reversa no tiene un orificio de estrangulamiento.

2.3.4 Sistema ECPC (Control Electrónico de la Presión de Embrague)

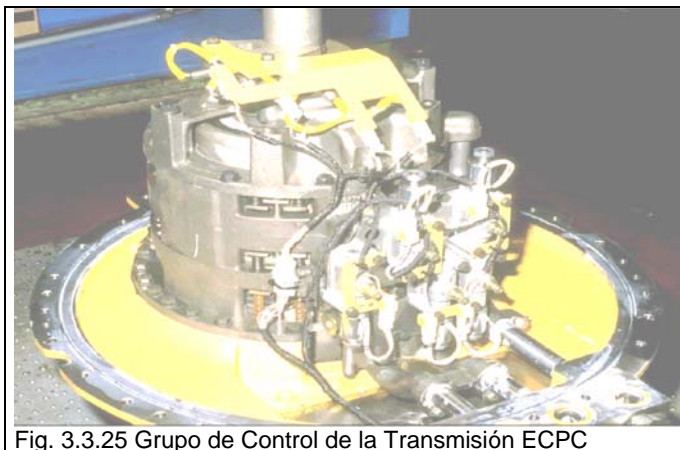


Fig. 3.3.25 Grupo de Control de la Transmisión ECPC

Otro método de activar los embragues elocidad amente es el llamado Electronic Clutch Pressure Control (ECPC) o Control Electrónico de la Presión de Embrague. ECPC es utilizado en algunos Track Type Tractors (TTT) y en el Camión Fuera de Carretera 797 (OHT). Con el ECPC, la función de cambios de la transmisión es controlada por el Sistema de Control Electrónico del Tren de Potencia. El Módulo de Control Electrónico (ECM) de la Transmisión responde a los requerimientos de cambio del operador, al controlar la cantidad de corriente eléctrica enviada a los solenoides proporcionales para los embragues de la transmisión.

El ECM de la transmisión selecciona los embragues de la transmisión que serán activados y la presión del embrague es modulada elocidad amente. Las válvulas solenoides proporcionales controlan la modulación de la presión del embrague. El ECM usa las señales de elocidad de la transmisión, elocidad del motor y la temperatura de aceite del tren de potencia para controlar la activación suave de los embragues.

Cada embrague de la transmisión en el grupo planetario tiene una válvula solenoide correspondiente en el grupo de control hidráulico de la transmisión (ver fig. 3.3.25)

La modulación electrónica de los embragues permite al ECM de la transmisión controlar el tiempo requerido para llenar un embrague con aceite y el ratio de modulación de presión de un embrague.

2.3.4.1 Válvula de Modulación ECPC

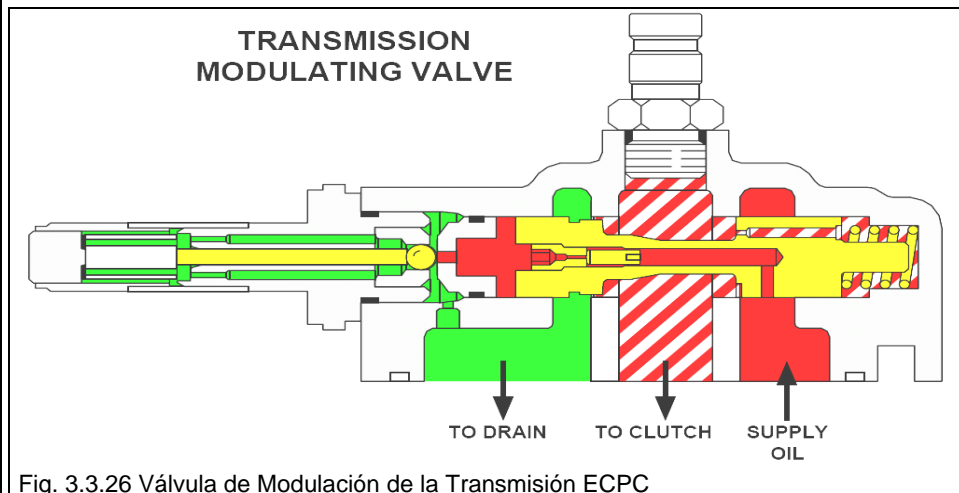


Fig. 3.3.26 Válvula de Modulación de la Transmisión ECPC

Los embragues de la transmisión son hidráulicamente activados y liberados mediante resorte. El solenoide de la válvula de modulación de la transmisión (fig. 3.3.26) es energizado para enviar aceite de suministro al embrague. Mientras la corriente esté llegando al solenoide, la varilla se extiende a la derecha y mueve el seguro de esfera hacia el orificio. La esfera comienza a restringir la cantidad de aceite hacia drenaje. Mientras la presión en el extremo izquierdo del carrete se incrementa, el carrete se desplaza hacia la derecha y la presión del embrague se incrementa. Al desenergizar el solenoide, el carrete se desplaza hacia la izquierda debido a la fuerza del resorte y a la presión de aceite de suministro. Esta condición reduce la presión suministrada al embrague por debajo de la presión de activación del embrague.

Cuando la transmisión está en NEUTRO, la válvula de modulación la cuál controla la activación del embrague No. 3 permite flujo hacia el embrague. Las otras válvulas moduladoras detienen el flujo a los embragues, permitiendo entonces que estos embragues se liberen debido a la fuerza ejercida por los resortes. Debido a que el embrague direccional No 1 o 2 no está activado, no se transmite potencia al eje de salida de la transmisión.

Cuando la transmisión está en PRIMERA VELOCIDAD HACIA DELANTE, las válvulas de modulación las cuáles controlan el flujo hacia los embragues No 2 y 5, reciben una señal desde el ECM para permitir flujo hacia los embragues y por lo tanto permitir que los embragues se activen.

ANOTACIONES

Hoja 2.4: Sistema de Control Electrónico de la Transmisión

2.4.1 Funciones

En su forma más básica, todos los sistemas de control electrónico Caterpillar pueden ser divididos en tres circuitos generales o de acuerdo a sus funciones:

- Componentes de entrada
- Controles electrónicos, y
- Componentes de salida

Ver fig. 3.3.27

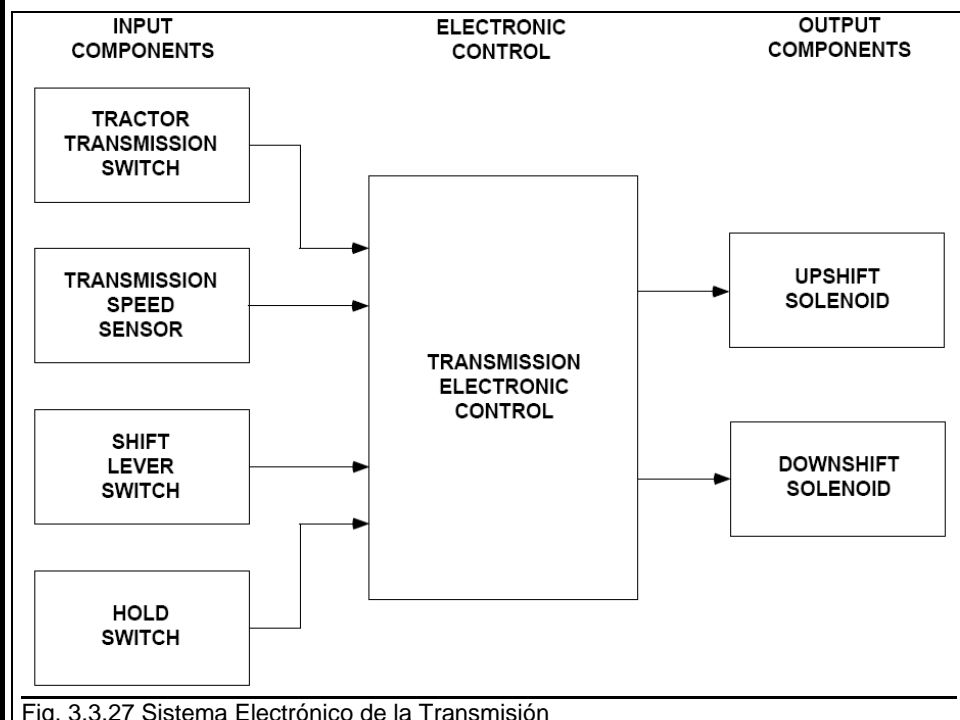


Fig. 3.3.27 Sistema Electrónico de la Transmisión

Los componentes de entrada en el sistema funcionan como sensores de varias condiciones de máquina. Los componentes de entrada reaccionan eléctricamente ante los cambios de presión, temperatura, posición, velocidad, etc. Mientras estos cambios ocurren, los componentes de entrada envían señales eléctricas hacia los controles electrónicos.

Los controles electrónicos son conjuntos sellados que reciben señales eléctricas de los componentes de entrada como información hacia un programa interno, los controles electrónicos entonces suministran energía eléctrica de acuerdo al programa hacia los componentes de salida.

Los componentes de salida están diseñados para ser vistos, oídos, o para realizar algún trabajo cuando han sido alimentados con la energía eléctrica necesaria entregada desde los controles electrónicos.

Los componentes en este diagrama están ordenados en tres categorías básicas: componentes de entrada, control (es) electrónico (s) y componentes de salida. Los componentes de entrada consisten de un interruptor de transmisión de tractor, un sensor de velocidad de transmisión, un interruptor de palanca de cambios y un interruptor de retención. Los componentes de entrada envían información en la forma de señales eléctricas hacia el control de la transmisión del tractor. La

potencia para la operación del sistema electrónico también es suministrada al control de la transmisión del tractor. El control de la transmisión del tractor “lee” la información desde los componentes de entrada y envía corriente eléctrica a uno de los componentes de salida. Los dos componentes de salida son un solenoide upshift y un solenoide downshift.

El interruptor de la transmisión del tractor le dice al control de la transmisión del tractor el rango de velocidad (cambio o marcha) en la que la transmisión está operando. El sender de velocidad de la transmisión sensa la velocidad del eje de salida de la transmisión que es directamente proporcional a la velocidad de la máquina sobre el terreno. El interruptor de la palanca de cambios es posicionado por el operador de la máquina. Éste le dice al control de la transmisión del tractor, la posición de la palanca selectora de la transmisión. Cuando es activada por el operador, el interruptor de retención evita los cambios hacia arriba (upshift) y hacia abajo (downshift) a menos que exista una condición de baja velocidad en el motor.

El control de transmisión del tractor es el principal componente en el sistema electrónico. Este es programado para comparar la información proporcionada por los componentes de entrada y cuando la condición para lograr un cambio hacia arriba (upshift) o un cambio hacia abajo (downshift) sea la correcta, suministra corriente eléctrica al solenoide apropiado.

El solenoide directamente conecta el sistema electrónico al sistema hidráulico de la transmisión. Cuando se indica un cambio hacia arriba o hacia abajo, el solenoide correspondiente es momentáneamente energizado. Este abre una válvula en su base la cual permite paso de aceite a presión al carrete de la válvula de control apropiada.

2.4.2 Beneficios Principales

Las transmisiones controladas electrónicamente han incorporado las características más favorables de los sistemas mecánicos, hidráulicos y electrónicos.

Algunas características de las transmisiones controladas electrónicamente son:

1. Eliminación de conexiones mecánicas.
2. Ajustes (regulaciones) del sistema realizadas electrónicamente.
3. Cambios de diseño y actualizaciones realizadas mediante software.
4. Reduce la fatiga del operador.
5. Facilidad para realizar los cambios.
6. Localización de fallas de manera simplificada.

Presión del embrague durante un cambio

Durante un cambio, la presión del embrague es gradualmente incrementada o disminuida. Este traslape es el llamado deslizamiento normal de embrague. Comparemos las figuras siguientes:

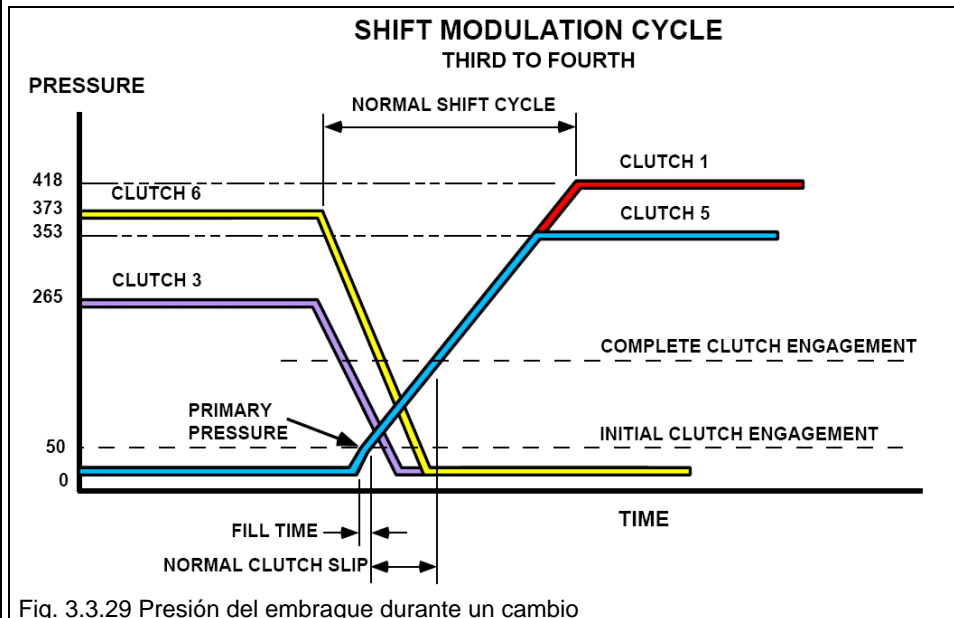


Fig. 3.3.29 Presión del embrague durante un cambio

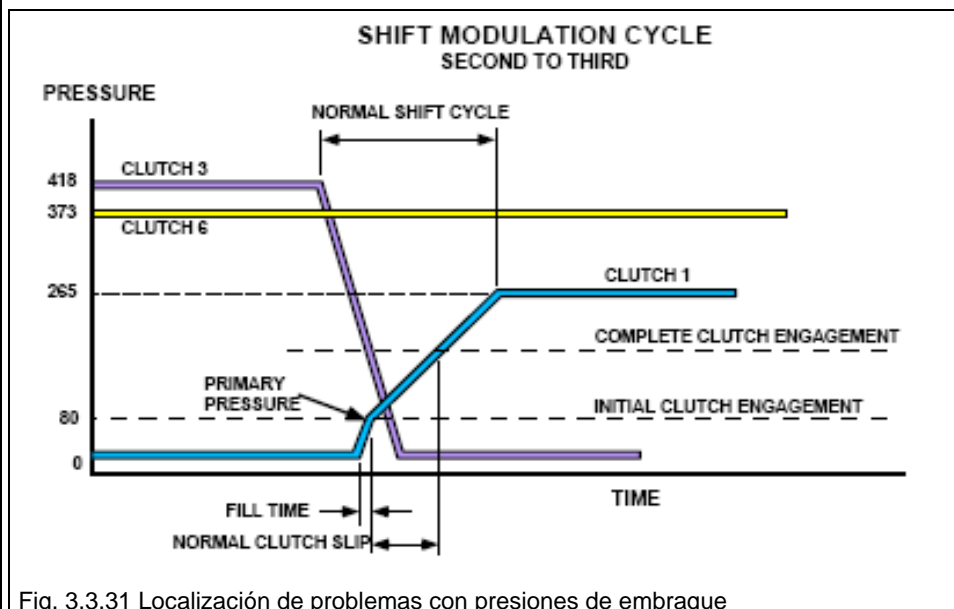


Fig. 3.3.31 Localización de problemas con presiones de embrague

