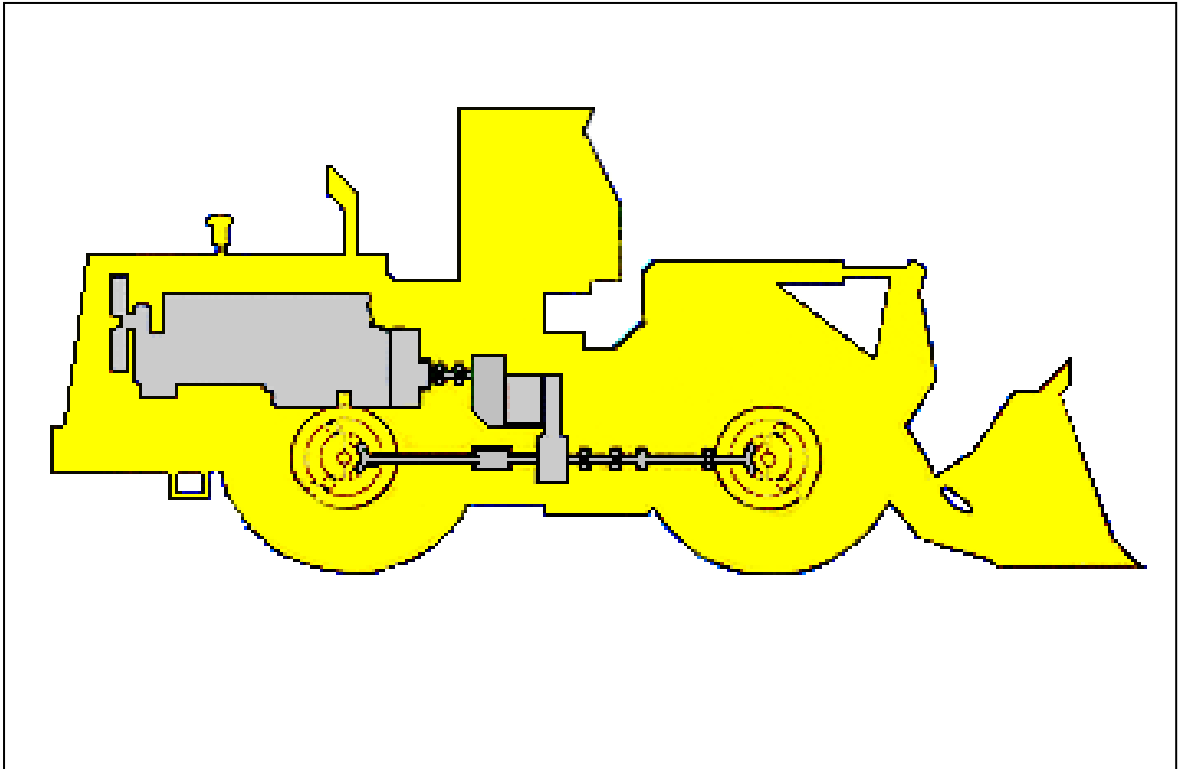




TREN DE FUERZA

Nombre del
Estudiante: _____

NOTA

[illegible]



CONTENIDO

Descripción del Curso

MÓDULO 1: COMPONENTES PRINCIPALES DEL TREN DE FUERZA

Lección 1.1

Componentes principales del tren de Fuerza en equipos Caterpillar.....10

Lección 1.2

Componentes principales del tren de Fuerza en equipos sobre cadenas.....14

MODULO 2: CONVERTIDOR DE TORQUE

Lección 2.1

¿Qué es el Torque?.....15

Lección 2.2

Acoplamiento hidráulico.....19

Acoplamiento fluido

Lección 2.3

Convertidores de torque.....22

Lección 2.4

Tipos de convertidor de torque.....28

Convertidor de torque convenciones

Convertidor de torque con embrague unidireccional

Convertidor de torque de Capacidad Variable

Convertidor de torque con Embrague de Impelente

Convertidor de torque con Embrague de Traba

Divisor de Torque

MÓDULO 3: CAJA DE ENGRANEJE DE TRANSFERENCIA

Lección 3.1

Cajas de engranaje de transferencia.....50

MÓDULO 4: TRANSMISION

Lección 4.1

Transmisiones.....53

Lección 4.2

Servo Transmisión Planetaria.....55



Lección 4.3	
Principio de funcionamiento del conjunto de Engranajes Planetarios.....	56
Lección 4.4	
Construcción de una Servo Transmisión planetaria.....	58
Lección 4.5	
Embragues de la Servo transmisión.....	65
Lección 4.6	
Servo Transmisión de Contra Eje.....	67
Lección 4.7	
Flujo de Potencia en la Servo transmisión de Contra eje.....	70
Aplicación de la Servo Transmisiones a los equipos Caterpillar	

MÓDULO 5: DIFERENCIAL Y MANDO FINAL

Lección 5.1	
Diferencial y Ejes.....	74
Lección 5.2	
Grupo del Diferencial.....	75
Conjunto de la Corona	
Juego del Diferencial	
Engranajes Satélites	
Cruceta	
Lección 5.3	
Grupo del Eje.....	79
Grupo del Freno-Aplicación para Cargadores	
Grupo del Freno-Aplicación para camiones de Obras	
Lección 5.4	
Grupo Planetario-Mando Final.....	81

MÓDULO 6: TREN DE FUERZA PARA TRACTORES

Lección 6.1	
Tren de Fuerza para Tractores de Cadena.....	83
Lección 6.2	
Transmisión de Potencia.....	84
Semieje interior y Semieje Exterior	
Mandos Finales	



Lección 6.3	
Embrague de Dirección.....	87
Componentes principales en el Embrague de Dirección	
Lección 6.4	
Conjunto de Freno.....	89
Lección 6.5	
Flujo de Potencia a los Mandos Finales.....	91

Descripción del Curso

Título	Tren de Fuerza en equipos Caterpillar
Duración	18 Horas.
Participantes	4 a 6 Participantes
Quienes deben participar	Todos los técnicos y mecánicos ingresados a la compañía que requieran de una inducción al tren de fuerza para equipos Caterpillar, Técnicos y mecánicos de servicio y terreno sin instrucción.
Contenido	En este curso estudiaremos los componentes y las operaciones básicas de los sistemas del tren de fuerza utilizados en las máquinas Caterpillar. Se incluyen los componentes básicos, los embragues, los convertidores de par, las transmisiones manuales y las servotransmisiones. Además se incluye los diferenciales y los mandos finales. Los componentes básicos y sus funciones se explican según se relacionen con la operación de los diversos sistemas del tren de fuerza. Este programa del curso se desarrolló usando los materiales de referencia indicados en las siguientes páginas.
Referencias	Manuales de Servicio Las siguientes literaturas deberán ser ordenadas para soportar las consultas durante la clase y en los laboratorios. El libro de los engranajes SEBV0533 Vea la información complementaria en el CD-ROM del Tren de Fuerza I de Caterpillar.
Objetivos	Objetivos Generales 1. Conocer el flujo de movimiento suministrado desde el motor al tren de fuerza considerando las transformaciones que este experimenta antes de llegar a las ruedas de la máquina 2. Conocer el principio de acción de torque y aplicarlo a la operación de los diversos tipos de acoplamiento fluidos. 3. Conocer el funcionamiento de los diversos tipos de convertidores de Torque que utilizan los equipos Caterpillar. 4. Conocer los diferentes tipos de Transmisiones que utilizan los equipos Caterpillar. 5. Conocer el funcionamiento básico del grupo del diferencial y de los mandos finales



Prueba de Laboratorio

Dadas las hojas de los laboratorios, el participante encontrará la información y las herramientas requeridas para poder desarrollar las tareas asignadas en cada laboratorio de este material.

Este Laboratorio le permite aumentar su conocimiento en ciertas características de la máquina usando la literatura apropiada.

Habilidades Aprendidas

Al terminar este curso, el estudiante podrá:

- Demostrar y entender los componentes básicos del tren de fuerza y la teoría de operación
- Identificar los componentes y explicar la operación de los embragues de dirección
- Identificar los componentes y explicar la operación de los convertidores de par y los divisores de par
- Identificar los componentes y explicar la operación de las transmisiones manuales
- Identificar los componentes y explicar la operación de las servotransmisiones y los sistemas de control de la transmisión
- Desarmar y armar un convertidor de par, un divisor de par, una transmisión manual y una servotransmisión.

Pre- Requisitos

Conocimientos generales de Hidráulica y mecánica.

Notas

- Los participantes deben seguir las reglas de seguridad y usar equipamiento de protección personal.
- Los participantes deberán estar disponibles a un 100% de su tiempo para la asistencia a la clase.
- Por razones de seguridad, un participante del distribuidor (dealer) estará a cargo de coordinar las actividades en la máquina.

Salón de Clases

EL SALÓN DE CLASE DEBERÁ TENER LO SIGUIENTE:

- 1 Proyector de Multimedia
- 1 computador con SIS WEB ó SIS DVD e impresora disponible.
- 1 Pizarra ó flip chart

Herramienta

LISTA DE HERRAMIENTA

- Una Transmisión disponible
- Una caja de Herramientas básico

PLAN DE DESARROLLO DE LA CLASE TREN DE FUERZA

Tiempo Estimado	Tiempo Real	Objetivos	Resumen
01:00 Hrs.		Introducción al curso y Presentación de los Participantes.	Presentación de los participantes, normas de seguridad que serán obedecidas durante el laboratorio en la máquina. Pre-Test.
02:00 Hrs.		Componentes principales del tren de Fuerza en equipos Caterpillar	Introducción a componentes principales del tren de Fuerza en equipos Caterpillar. Cargadores de ruedas, tractor sobre ruedas, camiones de obras y tractor de cadenas.
04:00 Hrs.		Convertidores de torque	Explicar ¿Qué es torque? acoplamiento hidráulico y acoplamiento fluido. Explicar Tipos de Convertidores de Torque: Convertidor de torque con Embrague Unidireccional. Convertidor de torque de capacidad Variable. Convertidor de torque con Embrague de Impelente. Convertidor de torque con Embrague de Traba. Divisor de Torque.
02:00 Hrs.		Caja de engranaje de transferencia.	Explicar principio de funcionamiento Características y ventajas de caja de engranajes de transferencia de entrada de la transmisión. Caja de engranajes de transferencia de salida de la transmisión.
03:00 Hrs.		Transmisiones	Explicar breve historia de la Transmisión. Servo Transmisión Planetaria. Principio de funcionamiento del conjunto de Engranajes Planetarios. Construcción de una Servo Transmisión planetaria. Embragues de la Servo transmisión. Servo Transmisión de Contra Eje. Flujo de Potencia en la Servo transmisión de Contra eje.
02:00 Hrs.		Diferencial y ejes	Explicar propósito de grupo diferencial, conjunto de la Corona, Juego del Diferencial, engranajes satélites, cruceta, grupo del eje, grupo del freno-Aplicación para Cargadores, grupo del freno-aplicación para camiones de Obras, grupo Planetario-Mando Final.
03:00 Hrs.		Tren de fuerza para tractores.	Explicar la transmisión de potencia de tractores, semieje interior, semieje exterior, funcionamiento de mandos finales, embrague de dirección, componentes principales en el embrague de dirección, conjunto de freno, flujo de potencia a los mandos finales
01:00 Hrs.		Test final	Corregir todos los test
18:00 Hrs.		Tiempo Total	



Seguridad

Procedimiento seguro de arranque de la máquina

Durante los laboratorios en que se debe arrancar y mover una máquina, es necesario tener en cuenta varias normas de seguridad.

Antes de Arrancar La Máquina

1. Todos los estudiantes deben usar: lentes de seguridad, protección auditiva, zapatos de seguridad y cascos.
2. Verificar que el grupo este juntos o tener contacto visual por cada uno de ellos.
3. Siempre antes de arrancar la máquina debe utilizar el código de la bocina para informar a las personas, que se va a hacer con la máquina.
 - Un sonido de la bocina para informar que se va arrancar.
 - Dos sonidos de la bocina para informar que se arrancará y moverá la máquina hacia delante.
 - Tres sonidos de la bocina para informar que se arrancará y moverá la máquina hacia atrás.

Con la Máquina en Movimiento

1. Se permite una sola persona en la cabina del operador.
2. Use el cinturón de seguridad.
3. Cuando se trata de alguien que va a mover la máquina por primera vez, antes de moverla debe saber para que sirve cada control de operación, colocar el acelerador en mínimas RPM y comenzar a realizar el movimiento lentamente hasta familiarizarse con el equipo.

Durante los Laboratorios

1. Instale siempre las trabas de seguridad como: de dirección en el cargador de ruedas.
2. Use casco y ropa adecuada de trabajo.
3. Coloque la etiqueta de advertencia, cuando realice trabajos en la máquina.
4. Antes de comenzar las pruebas con la maquina en movimiento asegúrese que:
 - Todas las mangueras y conexiones de prueba están bien ajustas y en sus uniones se utilizo teflón para evitar fugas.
 - Cuando se hagan conexiones para tomar presiones remueva las piezas como tapas, uniones, etc., asegúrese que todas estas partes sueltas, lo mismo que las herramientas estén en un lugar seguro (donde no se caigan y puedan golpear a una persona)
5. Al terminar los laboratorios, las máquinas deben quedar como se encontró.



Objetivos del Módulo

MODULO N º1

OBJETIVOS DEL MODULO

Conocer la distribución de componentes principales del tren de fuerza en diversos equipos construidos por Caterpillar

LECCIÓN 1

COMPONENTES PRINCIPALES DEL TREN DE FUERZA EN EQUIPOS CATERPILLAR

Los equipos a los cuales aplica esta distribución de componentes en el tren de fuerza son los siguientes:

- Cargadores de Ruedas
- Arrastradores de Tronco
- Portaherramientas Integral
- Tractores Topadores de Ruedas
- Compactadores de Suelos
- Compactadores de Rellenos
- Camiones de Obras y Articulados

CARGADOR DE RUEDAS

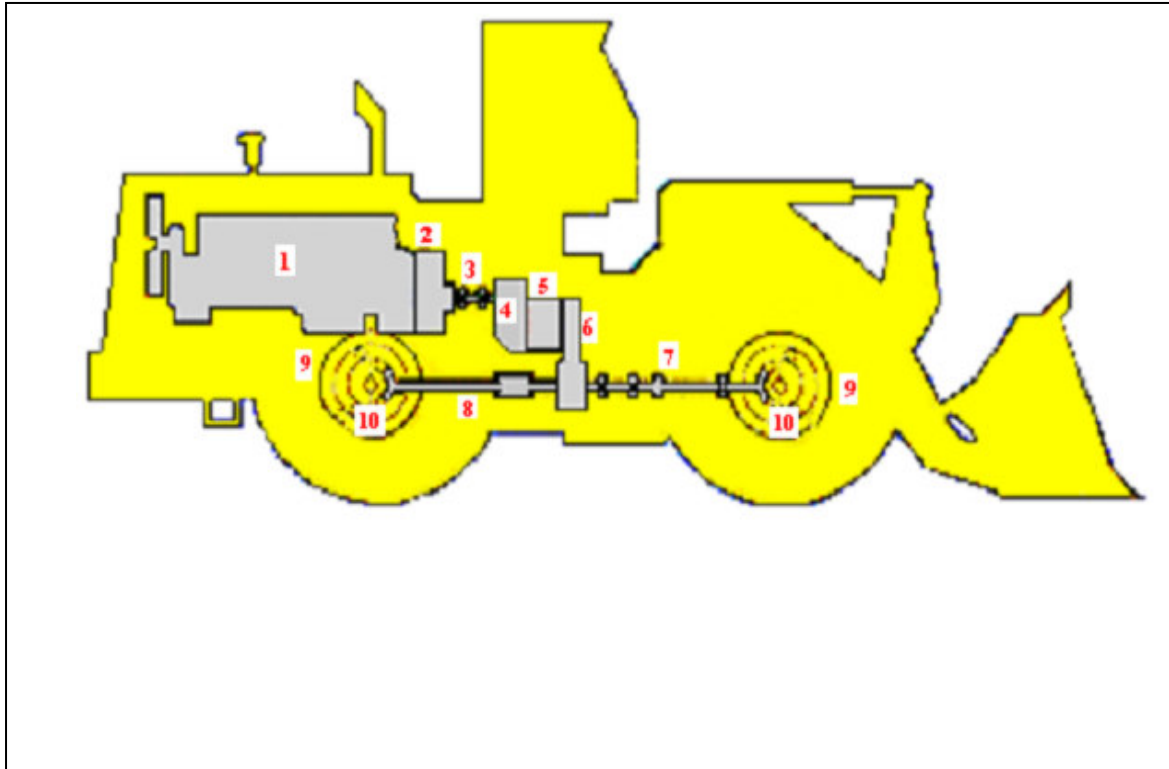


Figura N °1

Los componentes mostrados son:

1. Motor
2. Convertidor de Par
3. Eje de Mando de Entrada
4. Caja de Engranajes de Transferencia de Entrada
5. Transmisión
6. Caja de Engranajes de Transferencia de Salida
7. Eje de Mando Frontal
8. Eje de Mando Trasero
9. Diferencial Frontal y Trasero
10. Mandos Finales

TRACTOR SOBRE RUEDAS

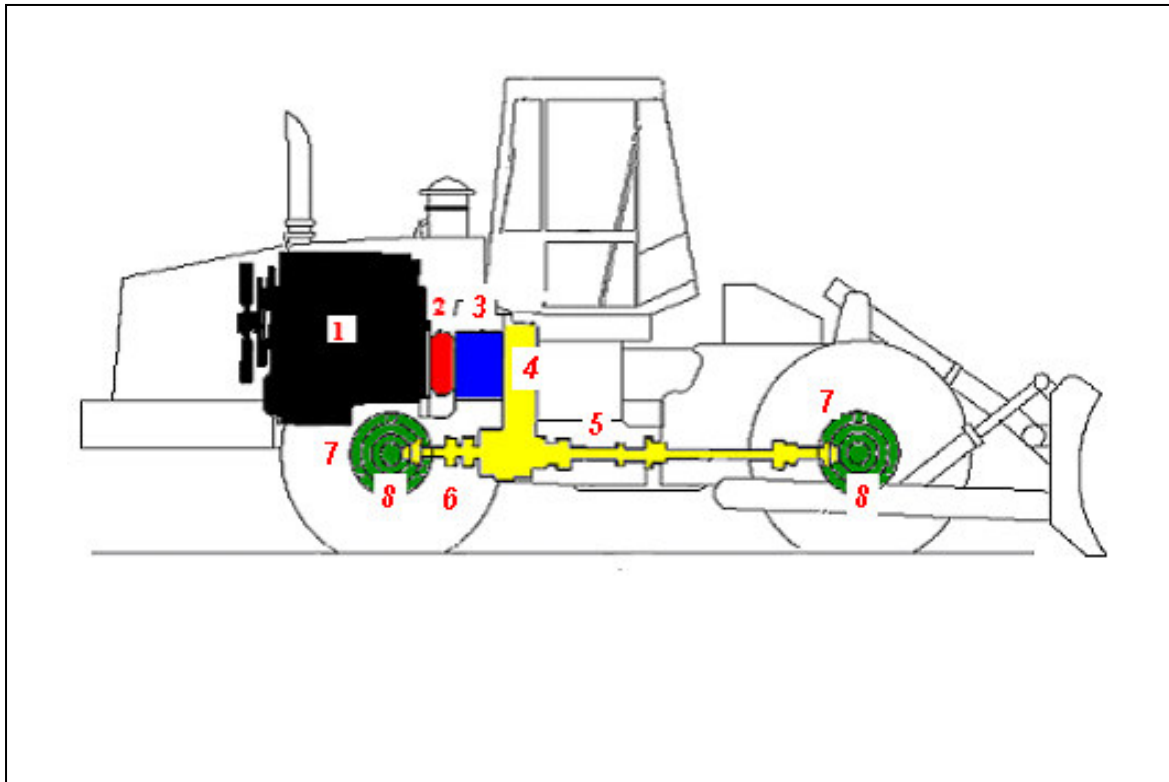


Figura N º2

Los componentes mostrados son:

1. Motor
2. Convertidor de Par
3. Transmisión
4. Caja de Engranajes de Transferencia de Salida
5. Eje de Mando Frontal
6. Eje de Mando Trasero
7. Diferencial Frontal y Trasero
8. Mandos Finales

CAMIÓN DE OBRAS

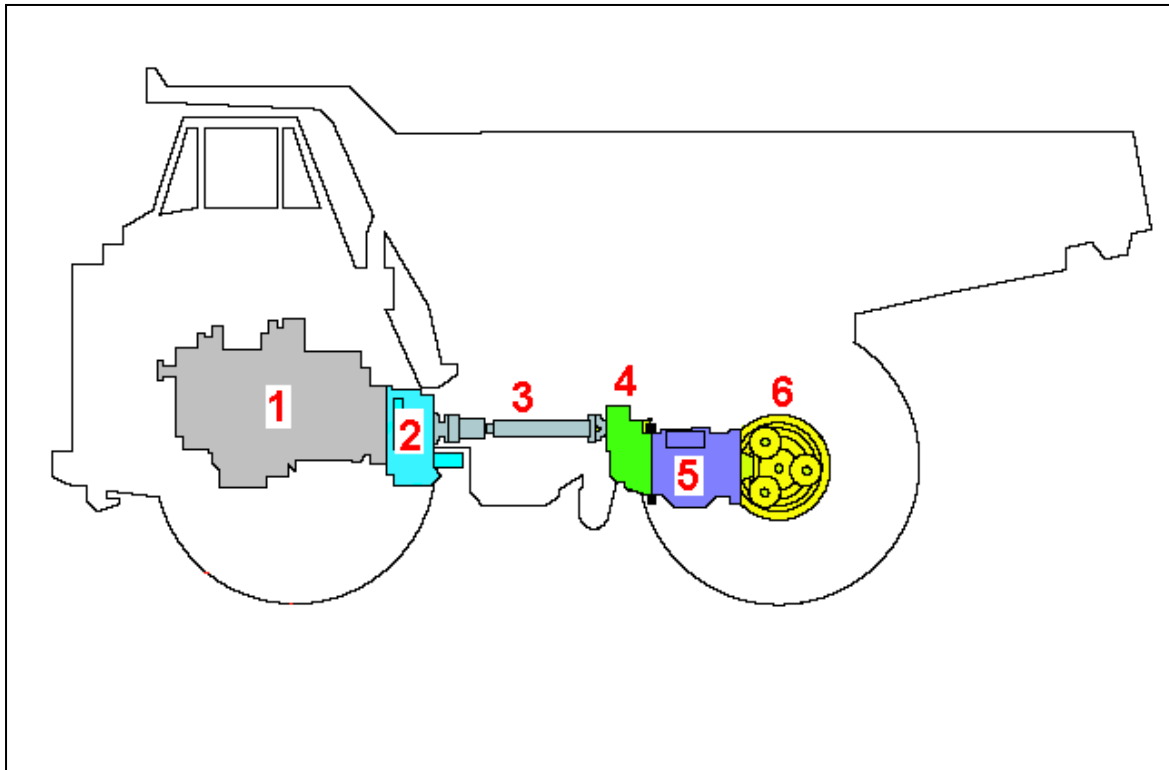


Figura N °3

Los componentes mostrados son:

1. Motor
2. Convertidor de Par
3. Eje de Mando
4. Caja de engranajes de transferencia
5. Transmisión
6. Diferencial y Mando final

LECCIÓN 2

COMPONENTES PRINCIPALES DEL TREN DE FUERZA EN EQUIPOS SOBRE CADENAS

Componentes

Los equipos a los cuales aplica esta distribución de componentes en el tren de fuerza son los siguientes:

- Tractores de Cadenas
- Tiende Tubos
- Retroexcavadoras Cargadoras
- Cargadores de Cadena
- Perfiladoras de Asfalto
- Cargadores Forestales
- Taladores Apiladores
- Asfaltadoras y Arrastradoras de Troncos de Garfio

TRACTOR DE CADENAS

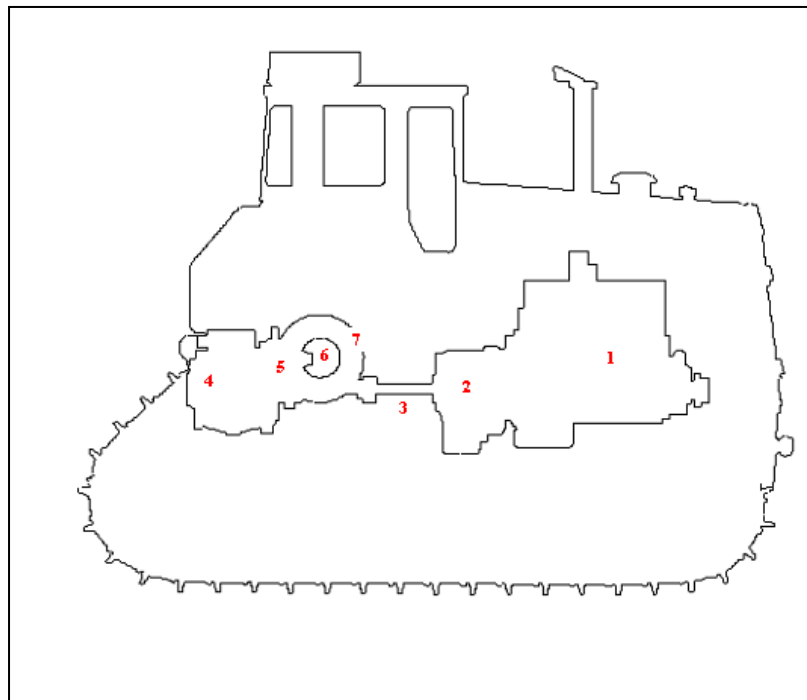


Figura N °4

Los componentes mostrados son:

1. Motor
2. Divisor de Par
3. Eje de Mando Principal
4. Transmisión
5. Caja de Engranajes de Transferencia
6. Embragues de Dirección y Freno
7. Mando Final

Objetivos del Módulo

Torque

MODULO N º2

OBJETIVOS DEL MODULO

Explicar el concepto físico de Torque
Conocer la función de los componentes principales de un convertidor de torque.
Conocer la operación de los diversos convertidores de torque utilizados en los equipos Caterpillar.
Conocer las aplicaciones de los diversos convertidores de torque en los equipos Caterpillar.

LECCIÓN 1

¿QUE ES EL TORQUE?

El Torque (Figura N º5), es la medida de una fuerza que actúa sobre un objeto, haciendo que éste rote.
El objeto rota sobre un eje, el cual se llama "Eje Pivote" y la distancia entre el Eje Pivote y el punto en donde se aplica la fuerza se llama "Brazo de Momento".
En otras palabras, el Torque "T", es el producto entre la distancia "r" y la fuerza "F".
Es decir $T = r * F$

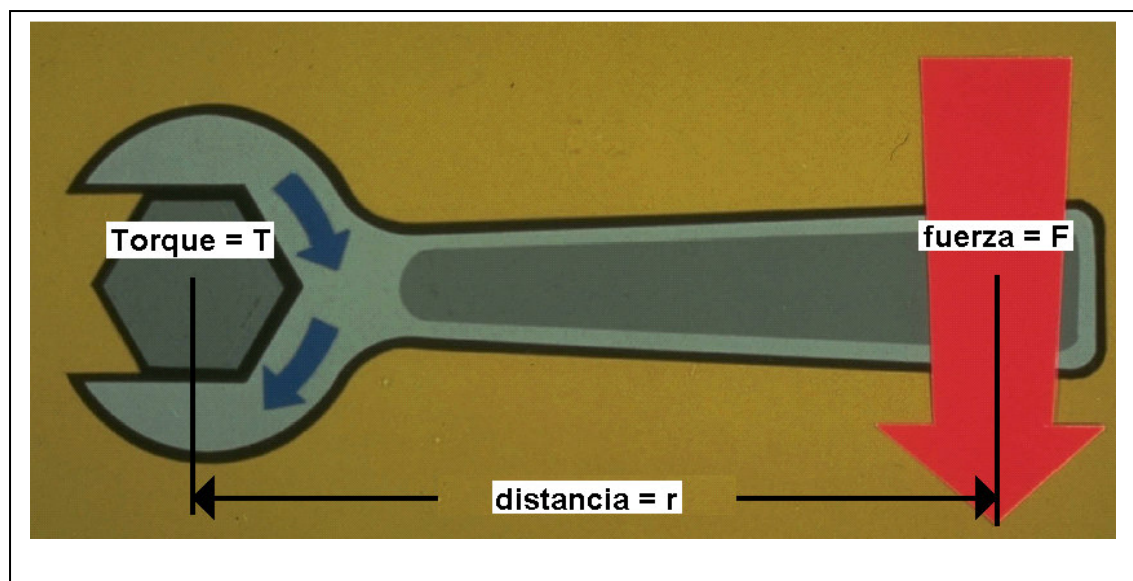


Figura N º5

En la figura N °5 se observa una llave fija a un perno. La fuerza “F” está siendo aplicada a la llave en un determinado sentido. Como la fuerza está actuando a una distancia “r” del eje pivote, se produce un Torque “T” igual al producto entre la fuerza “F” y la distancia “r”; El Torque actuará en el eje pivote que es equivalente al eje axial del perno.

Supongamos ahora que el perno está lo bastante corroído por la oxidación y no puede rotar al aplicarse la fuerza “F” a la distancia “r”.

El torque que actúa sobre el eje pivote del perno podría elevarse de varias formas:

1. Se podría incrementar la intensidad o magnitud de la fuerza “F” que está aplicada a la distancia “r” del eje pivote. Como el Torque es directamente proporcional a la fuerza “F”, ($T = r * F$), al incrementar la fuerza se incrementaría el Torque.
2. También se podría incrementar la distancia “r” en donde va ser aplicada la fuerza “F”.

Al igual que la fuerza, la distancia también está en relación directa con el Torque.

3. Por último podrían incrementarse tanto la fuerza como la distancia lo que elevaría el torque aplicado al perno.

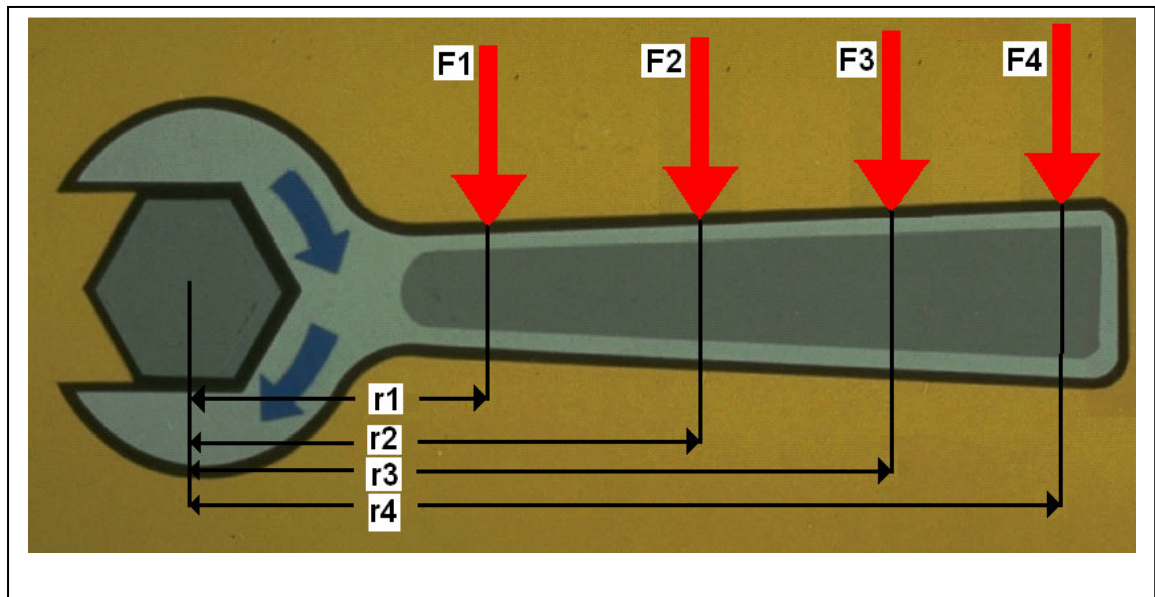


Figura N °6

Hasta ahora se ha analizado el Torque producido por sólo una fuerza “F” aplicada a la llave, a una distancia “r”. Sin embargo es posible aplicar más de una fuerza para generar un torque en el mismo punto.

La figura N °6 muestra varias fuerzas (F1, F2, F3 y F4) actuando sobre el mismo eje pivote a distintas distancias (r1, r2, r3 y r4) respectivamente.

En este caso cada fuerza por separado produce un torque que actuará sobre el mismo punto o eje pivote (eje axial del perno).

El Torque resultante no es más que la suma de los torque producidos por cada fuerza independiente, es decir:

$T_{\text{resultante}} = T_1 + T_2 + T_3 + T_4$, o bien

$T_{\text{resultante}} = r_1 \cdot F_1 + r_2 \cdot F_2 + r_3 \cdot F_3 + r_4 \cdot F_4$

Son innumerables las aplicaciones que puede tener en mecánica el principio de acción del Torque.

Como ejemplo en la Figura N °7 se muestra un peso “W”, que está actuando a una distancia “r1” del eje pivote. Para poder mantener en equilibrio este peso, es necesario aplicar una Fuerza “F” a una cierta distancia “r2”, es decir el Torque producido por el Peso “W” a una distancia “r1”, es igual al torque producido por la fuerza “F” a la distancia “r2”.

La fuerza “F” necesaria para mantener el equilibrio podría disminuir si se incrementa la distancia “r2”, o bien la distancia “r2” podría disminuir al incrementar la Fuerza “F”.

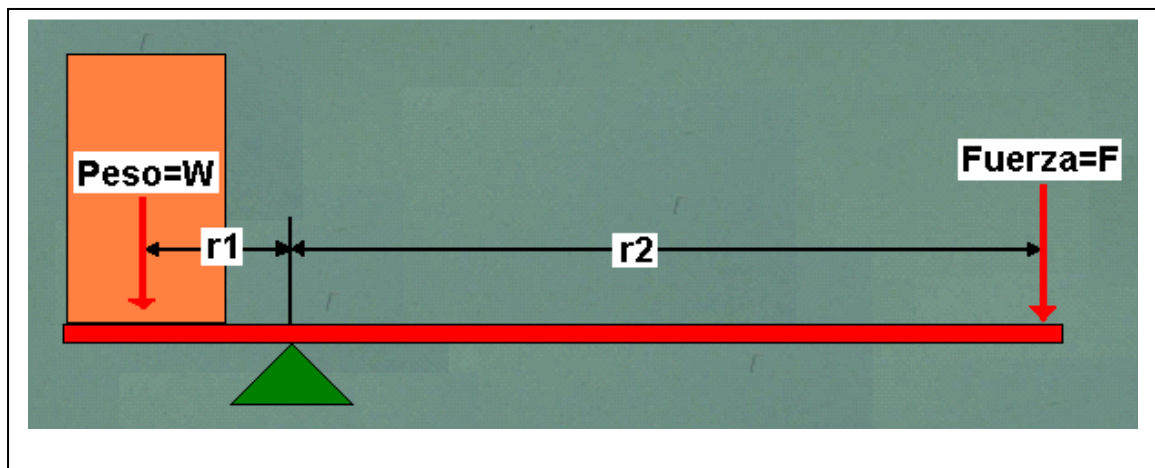


Figura N °7

También es posible generar torque por la acción de “masa de aire” actuando sobre las aspas de un ventilador.

En la figura N °8, se muestran dos ventiladores encontrados uno frente al otro. El ventilador 1 está conectado a la red eléctrica y gira desplazando aire en contra del ventilador 2. La masa de aire que es desplazada actúa sobre toda la superficie de las aspas del ventilador 2.

Al golpear el aire sobre las aspas genera una fuerza.

Si pudiéramos imaginar esta fuerza actuando en un solo punto del aspa del ventilador 2 y la multiplicamos por la distancia al eje del ventilador, obtendríamos el torque que hace posible el movimiento del ventilador. Este es el principio de funcionamiento de la transmisión de potencia por medio de un acoplamiento fluido.

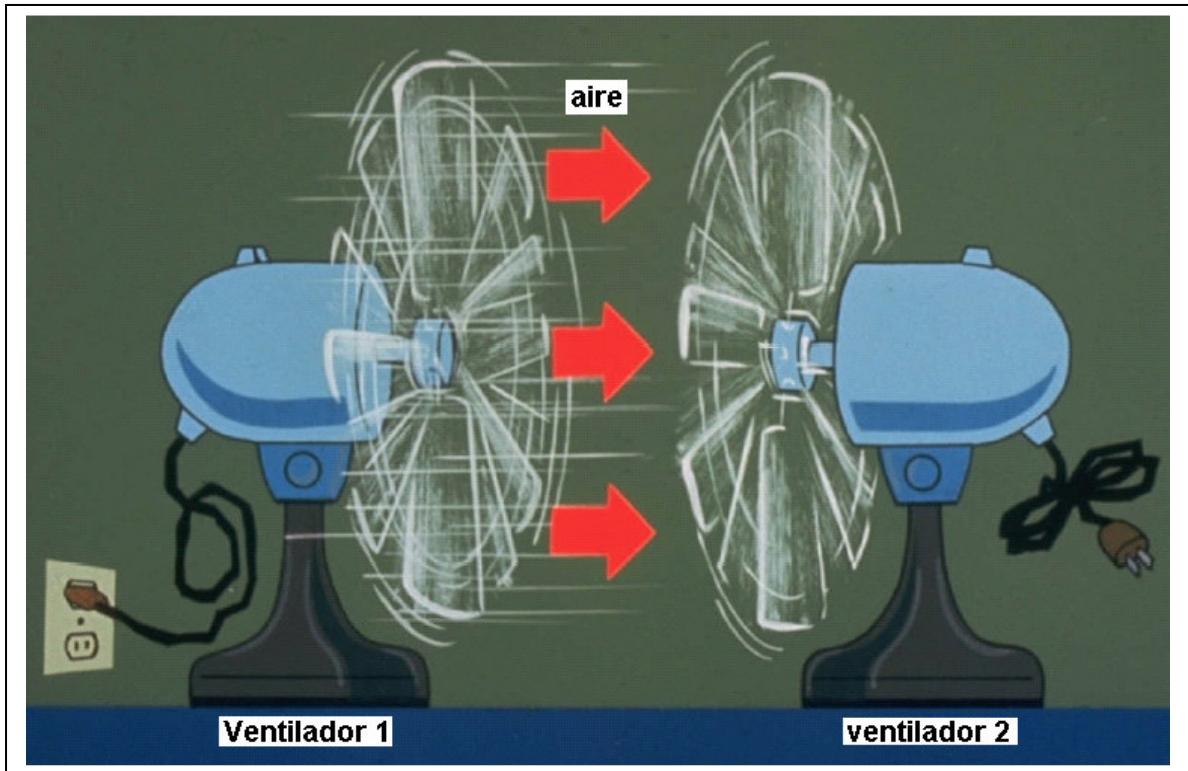


Figura N °8

LECCIÓN 2

ACOPLAMIENTO HIDRAULICO

Acoplamiento Hidráulico

El Acoplamiento Hidráulico transmite potencia desde el motor a una unidad impulsada, como la transmisión.

Existen dos tipos de mecanismos hidráulicos que son utilizados para transmitir potencia: el acoplamiento fluido y el convertidor de par. Ambos utilizan la energía de un fluido en movimiento para transmitir potencia.

ACOPLAMIENTO FLUIDO

Acoplamiento Fluido

Un acoplamiento fluido, Figura N °9, consiste en una Impelente y una turbina con alabes internos colocados uno frente al otro. La impelente, llamada en ocasiones la bomba está fijada al volante del motor y la Turbina está fijada al eje de salida con conexión a la transmisión.

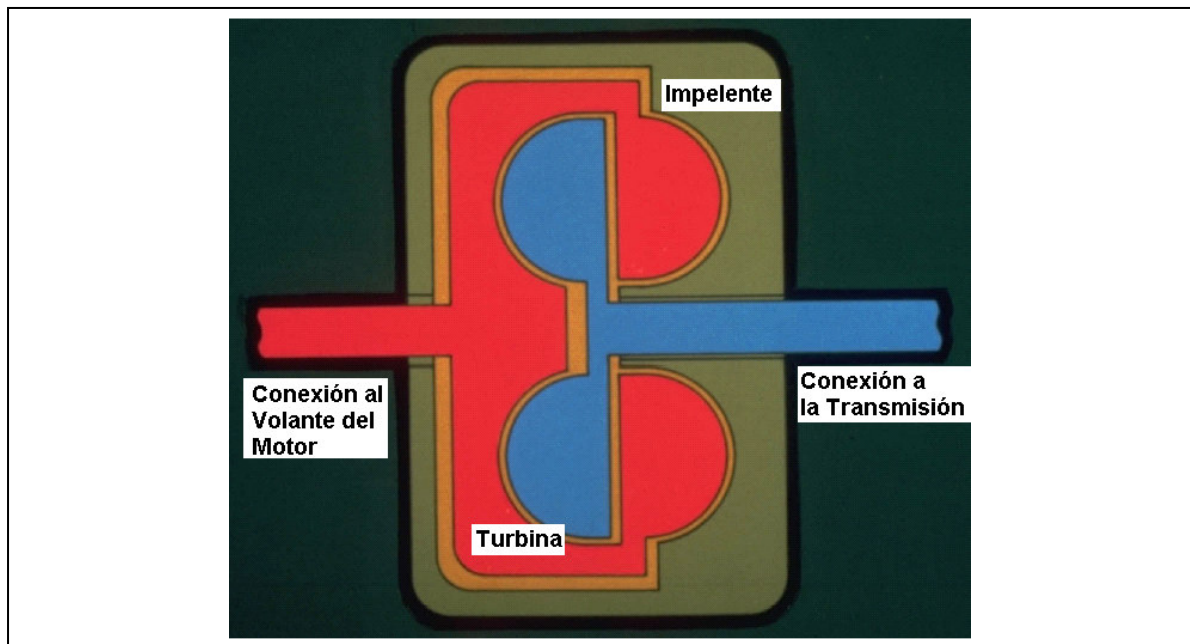


Figura N °9

La impelente es el miembro impulsor y la Turbina es el miembro impulsado. Cuando comienza a girar el motor, la impelente comienza a girar también y empuja aceite desde su centro hacia el borde exterior. La fuerza centrífuga hace que el aceite golpee las paletas de la Turbina. La fuerza y el torque que genera el aceite hacen que la Turbina comience a girar en su eje, transmitiendo la potencia necesaria para mover la máquina, Figura N °10.

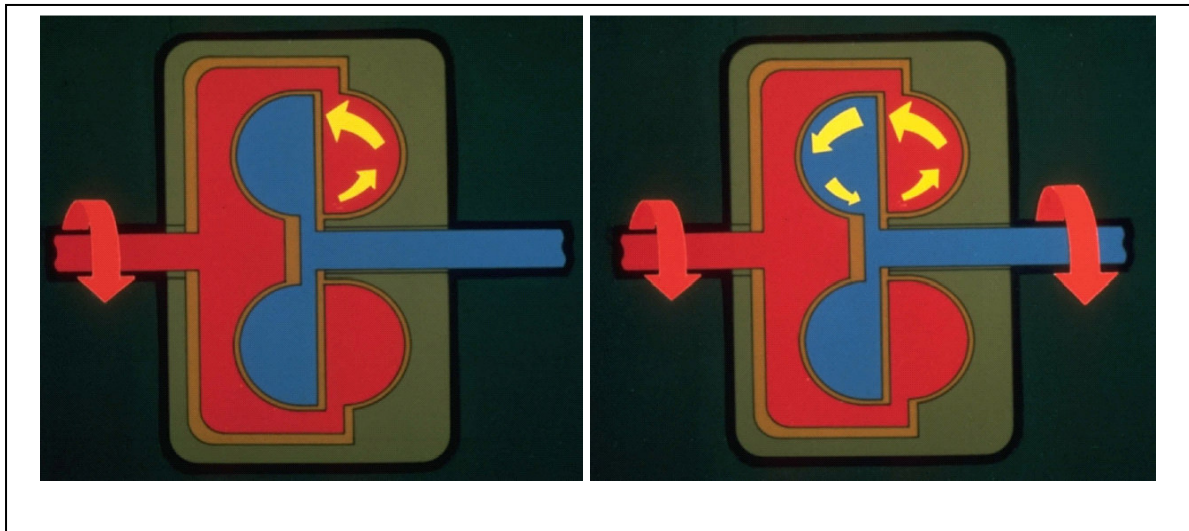


Figura N °10

Para analizar el movimiento del aceite al interior del acoplamiento fluido, es necesario considerar una porción muy pequeña de aceite como por ejemplo una gota de aceite. La Figura N °11, representa el movimiento de esa gota de aceite al interior del acoplamiento. El movimiento arremolinado que se aprecia es también conocido como torbellino Tórico.



Figura N °11

En la Figura N °12 se aprecia las partes constituyentes reales de un acoplamiento fluido

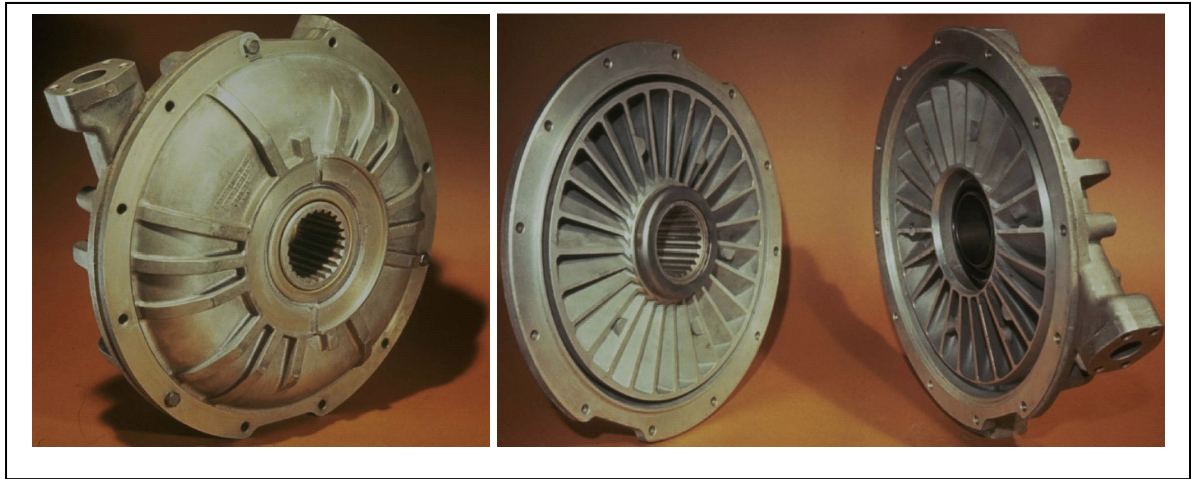


Figura N °12

LECCIÓN 3

CONVERTIDORES DE TORQUE

Convertidor de Torque

El Convertidor de Torque, Figura N °13, es un acoplamiento fluido más un estator.

Al igual que el acoplamiento fluido, el convertidor de torque transmite la potencia necesaria para mover la máquina, acoplando el motor a la transmisión.

A diferencia del acoplamiento fluido, el Convertidor de Torque puede también multiplicar el torque desde el motor, lo que incrementa el torque a la transmisión. El convertidor de Torque utiliza un Estator que redirige el fluido de regreso a la Impelente en la dirección de giro.

La Fuerza del aceite desde el Estator incrementa la cantidad de torque transferido desde la Impelente a la Turbina y hace que el Torque se multiplique.

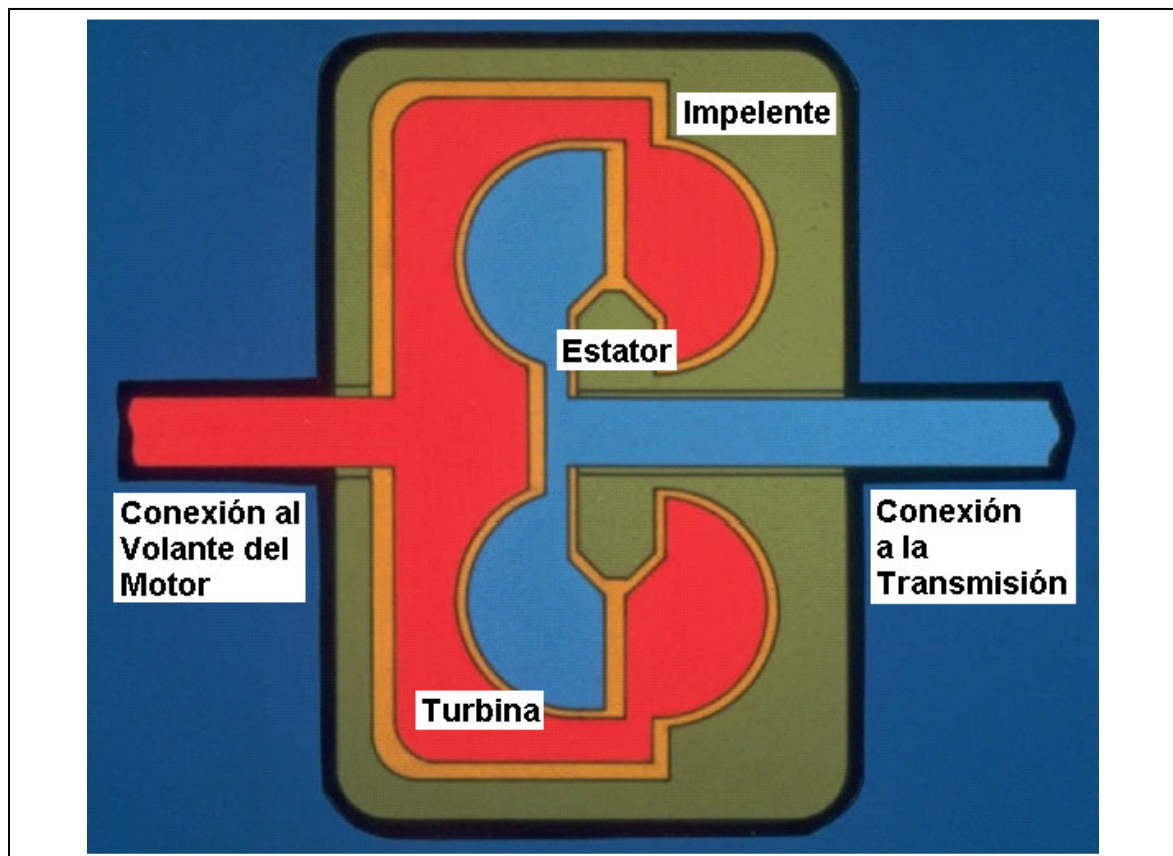


Figura N °13

Componentes Principales

COMPONENTES PRINCIPALES

Figura N °14 y Figura N °15

En general, los componentes principales en un convertidor de torque son:

1. Impelente o miembro impulsor

La Impelente, es la sección impulsora del Convertidor. Se une al volante mediante estrías y gira a las mismas RPM del motor. La Impelente tiene paletas que dirigen el aceite a la Turbina impulsándola.

2. Turbina o miembro impulsado

La Turbina es la parte impulsada al recibir sobre sus alabes el aceite proveniente de la Impelente. La Impelente gira junto al eje de salida debido a que están unidos por estrías

3. Estator o miembro de reacción

El Estator es la parte fija del Convertidor. Sus paletas multiplican la fuerza redirigiendo el aceite que llega desde la Turbina hacia la Impelente, siendo esta su función. Este cambio de dirección aumenta el impulso e incrementa la fuerza.

4. Eje de salida o miembro de comunicación

El Eje de Salida, que está unido a la Turbina, envía la fuerza hacia el eje de entrada de la transmisión.

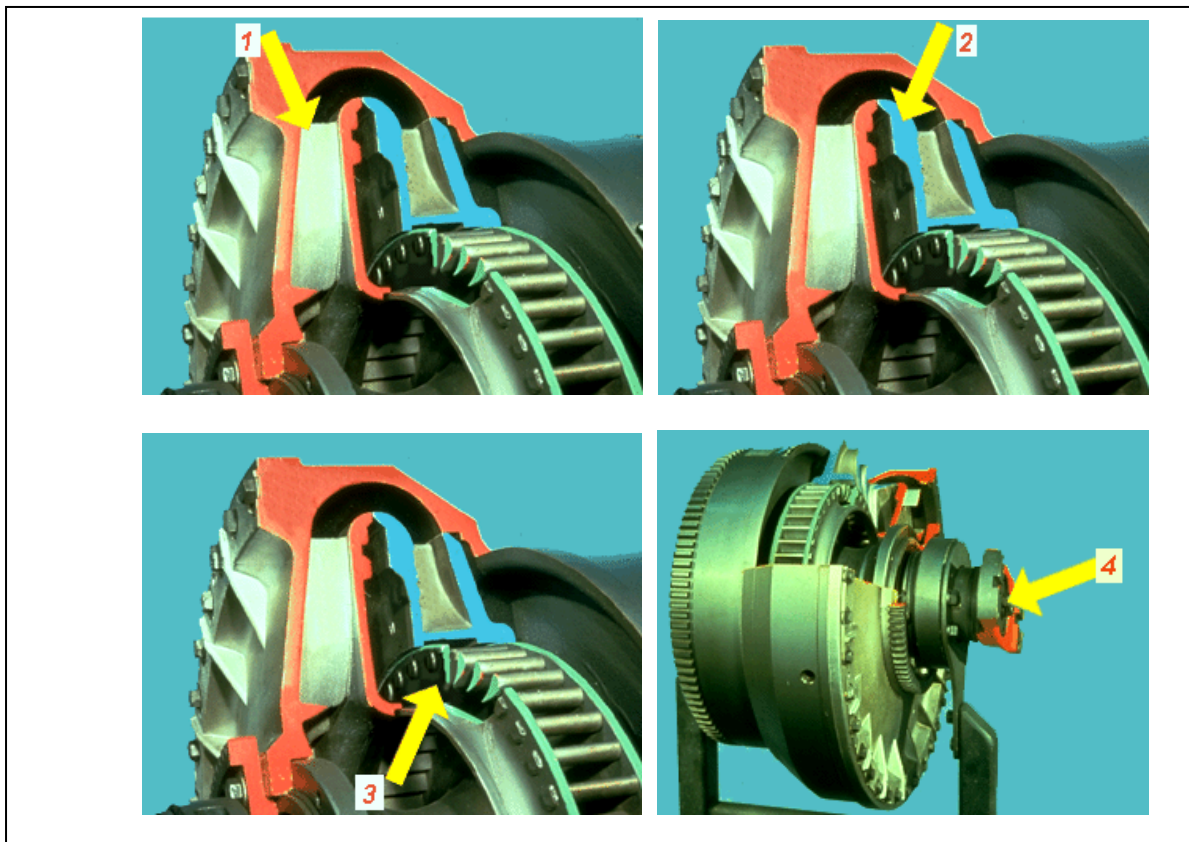


Figura N °14

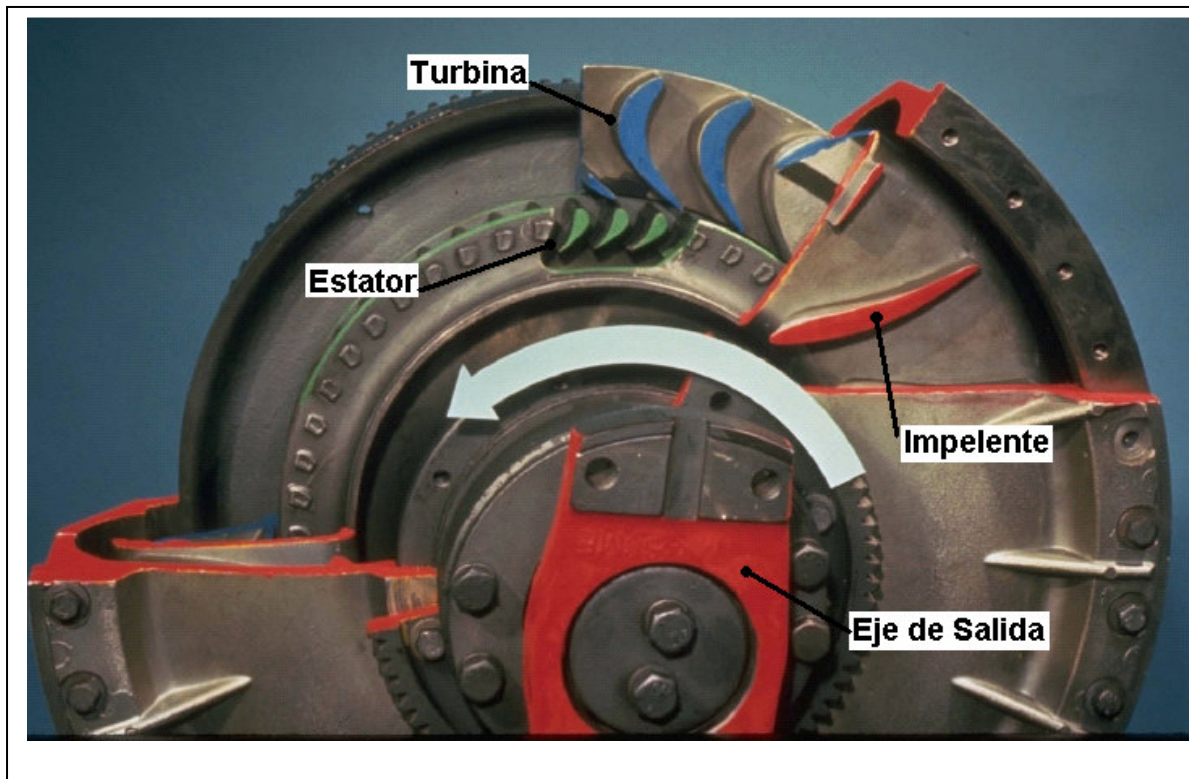


Figura N °15

Función del Convertidor de Torque

La principal función del Convertidor de Torque es multiplicar el par del motor, es decir, la potencia suministrada desde el volante del motor es "administrada" en el convertidor, en donde se reduce la velocidad angular para incrementar el torque.

COMPONENTES QUE ESTAN EN COMUNICACIÓN AL INTERIOR DEL CONVERTIDOR DE TORQUE Y FUNCION DE ELLOS

Como es posible apreciar en la Figura N °16, los componentes que están en comunicación y que giran como una unidad a la velocidad del motor son:

- La Caja Rotatoria N °1
- El conjunto del Flange N °2
- El Cubo N °13
- La Impelente N °3
- El engranaje de mando para la bomba de aceite

Estos componentes son movidos por el volante del motor y giran a la velocidad del motor. La Turbina N °7 está apernada al Cubo N °10 y este está conectado al Eje de Salida N °11 por medio de estriados al eje. Estos componentes giran como una unidad permitiendo transmitir la potencia a la transmisión. El Estator N °12 está fijo y se conecta al Conjunto del Transportador N °9 por estriados.

A su vez, el Conjunto del Transportador N °9 se conecta al Transportador N °6 y este último está apernado a la tapa del Convertidor de Torque (No mostrada). Tanto el Estator como los transportadores permanecen fijos.

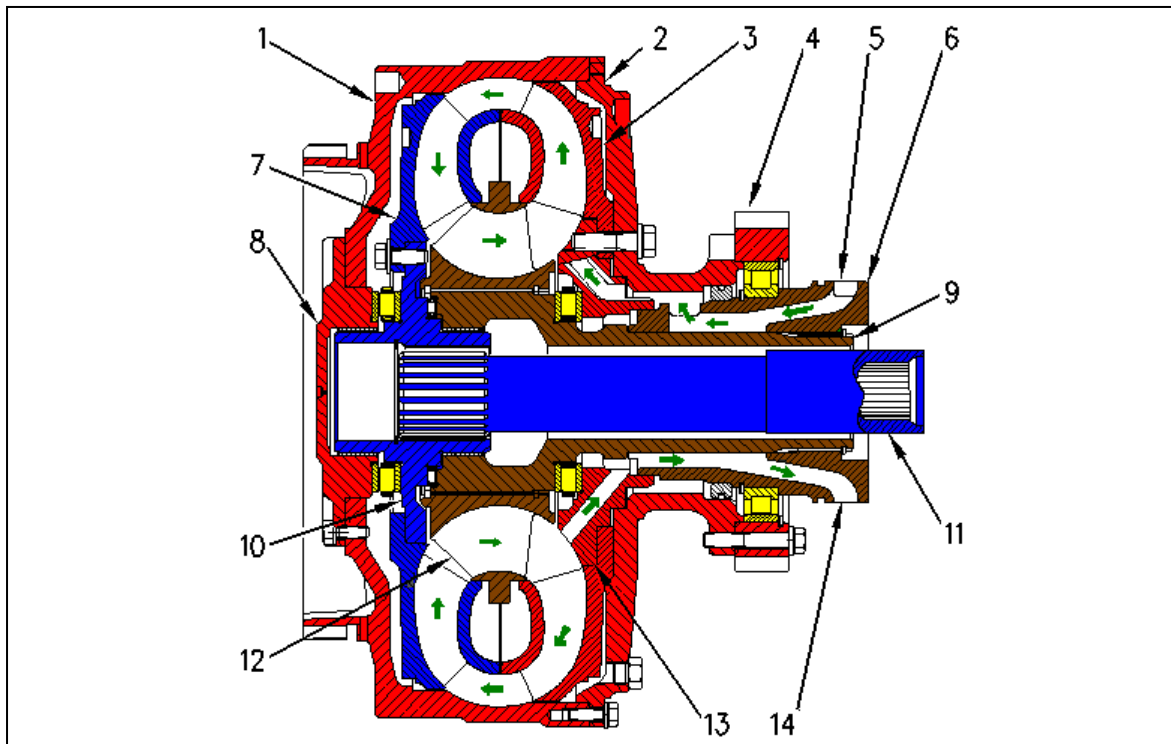


Figura N °16

FLUJO DE ACEITE A TRAVÉS DEL CONVERTIDOR DE TORQUE

Flujo de aceite

Para comprender el flujo de aceite necesario para el funcionamiento del Convertidor de Torque, se utilizara como referencia la Figura N °16.

El aceite para la operación del Convertidor de Torque, ingresa a través de la luminera N °5 y por medio del conducto del trasportador N °6 y del Cubo N °13 es dirigido a la Impelente N °3. Como la Impelente N °3 rota (movida por el volante del motor), actúa como una bomba impulsando aceite hacia la Turbina N °7. El aceite al golpear sobre los alabes de la Turbina permite que esta genere el movimiento angular que es transmitido al Eje de Salida N °11 y de ahí al resto de los componentes del tren de potencia.

Una vez que el aceite actúa sobre la Turbina N °7, parte de este aceite es redirigido a través de los alabes del Estator N °12 de vuelta a la Impelente N °3. El aceite que es redirigido a la Impelente, se mueve en la misma dirección de rotación de la impelente y se une al aceite que está entrando al Convertidor de Torque, debido a esto el torque de salida del convertidor es multiplicado.

Otra cantidad de aceite, abandona el Convertidor de Torque a través de la Lumbreira de salida N °14 que muestra la Figura N °16.

En la Figura N °17, se aprecia el paso de aceite desde la Impelente a la Turbina que al golpearla generará el movimiento angular transmitido al eje de salida.

También se muestra el sentido de giro de la caja rotatoria del Convertidor que corresponde al mismo sentido de giro del motor del motor.

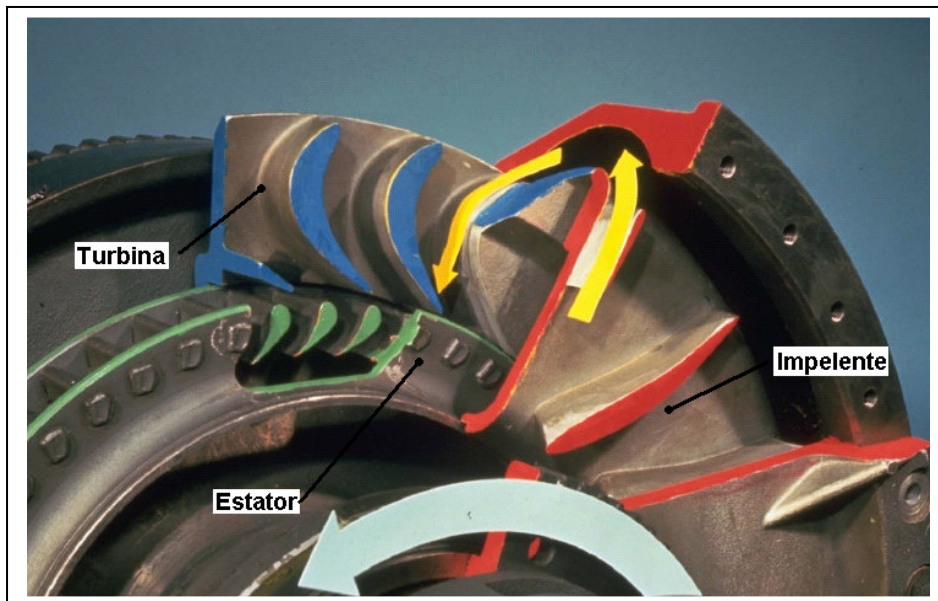


Figura N °17

La Figura N °18, muestra el paso de aceite redirigido desde el Estator a la Impelente en la misma dirección de giro de la Impelente. Este aceite se unirá al aceite que está entrando al Convertidor

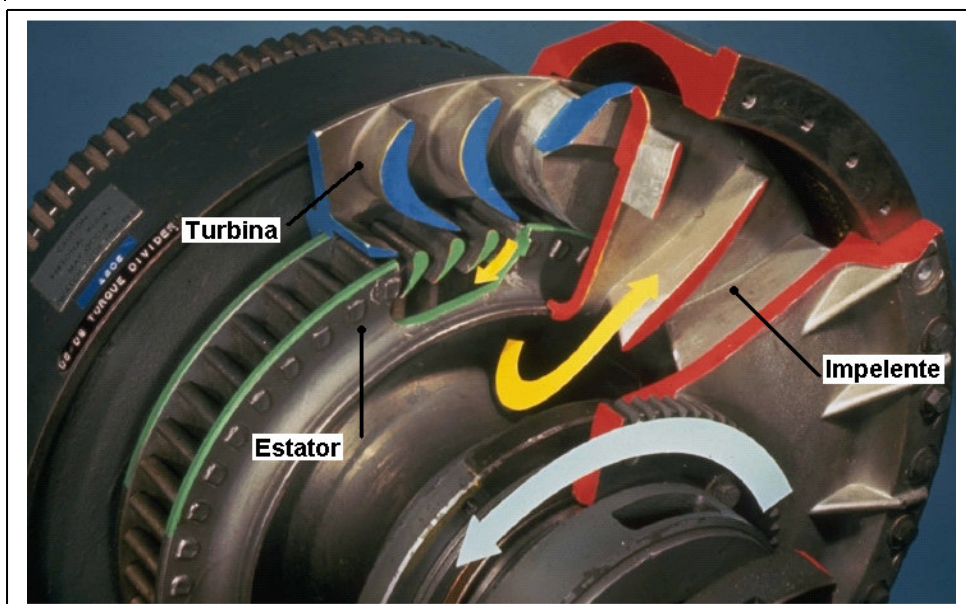


Figura N °18

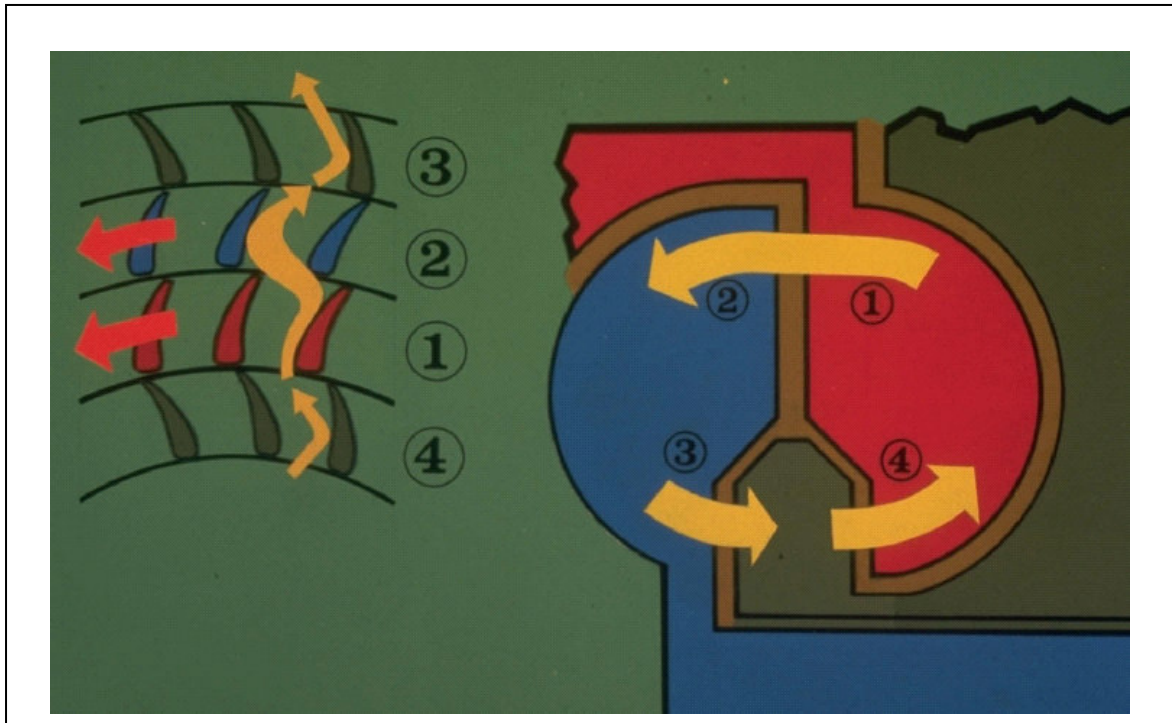


Figura N °19

En la Figura N °19 se muestra el paso del aceite a través de los componentes principales del Convertidor.

El número 1, corresponde al aceite impulsado desde la Impelente a la Turbina. Note el sentido de giro de la Impelente, dado por la flecha roja a la izquierda de la figura. Este corresponde al sentido de giro del motor.

El número 2 muestra la acción del aceite sobre los alabes de la Turbina generando el torque para producir el movimiento angular a transmitir en el eje de salida.

El número 3 y 4, corresponde al aceite que ingresa y sale del estator respectivamente. El aceite que sale del estator se une al aceite que está entrando al convertidor y se mueve en el mismo sentido de giro de la Impelente permitiendo de esta manera multiplicar el torque.

LECCIÓN 4

TIPOS DE CONVERTIDOR DE TORQUE

Tipos de Convertidor de Torque

Los distintos tipos de Convertidor de Torque que es posible encontrar en la maquinaria Caterpillar son:

1. Convertidor de Torque Convencional
2. Convertidor de Torque con Embrague Unidireccional
3. Convertidor de Torque de Capacidad Variable
4. Convertidor de Torque con Embrague de Impelente (Impeller Clutch)
5. Convertidor de Torque con Embrague de Traba (Lockup Clutch)
6. Divisor de Torque

Convertidor de Torque Convencional y Embrague Unidireccional

La operación, componentes y flujo de aceite a través del Convertidor de Torque Convencional corresponde a la referida en las Figuras N °14, N °15, N °16, N °17, N °18 y N °19.

Los mismos componentes principales descritos en el Convertido de Torque Convencional conforman el Convertidor de Torque con Embrague Unidireccional. La diferencia entre ambos radica en que el Convertidor de Torque con Embrague Unidireccional posee un conjunto de embrague en el Estator, que dependiendo de la condición de carga existente en el Tren de Fuerza, permite fijar o liberar al Estator. Con lo anterior se consigue multiplicar el torque transmitido a la transmisión (al estar fijo el Estator), o sólo producir un acoplamiento fluido en donde no existe multiplicación de torque (Estator liberado). En esta condición el Estator puede girar libremente evitando que el aceite sea redirigido a la Impelente.

La condición de estator libre se da cuando el equipo se está desplazando y ha salido de una condición de carga.

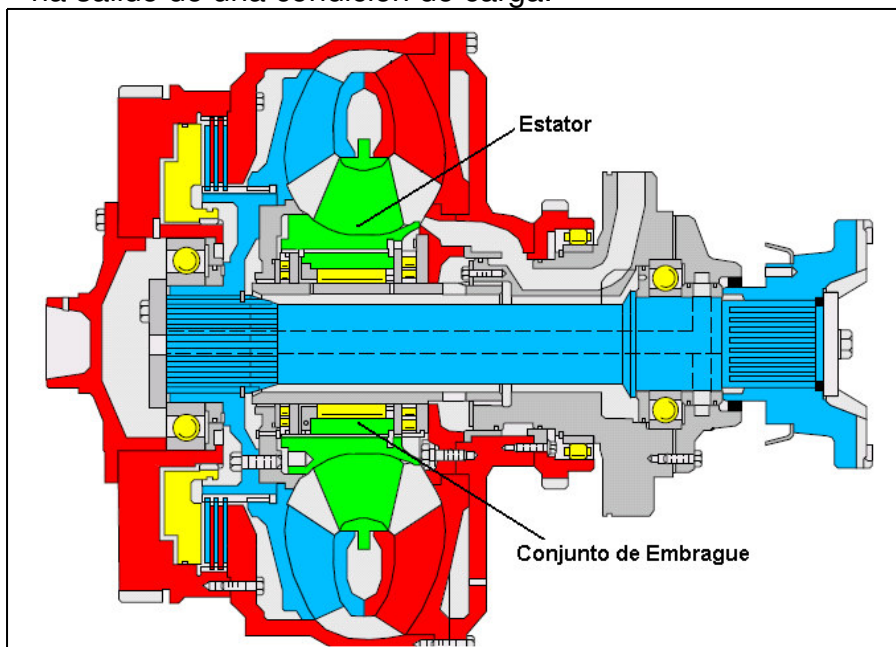


Figura N °20

CONJUNTO DE EMBRAGUE DEL ESTATOR

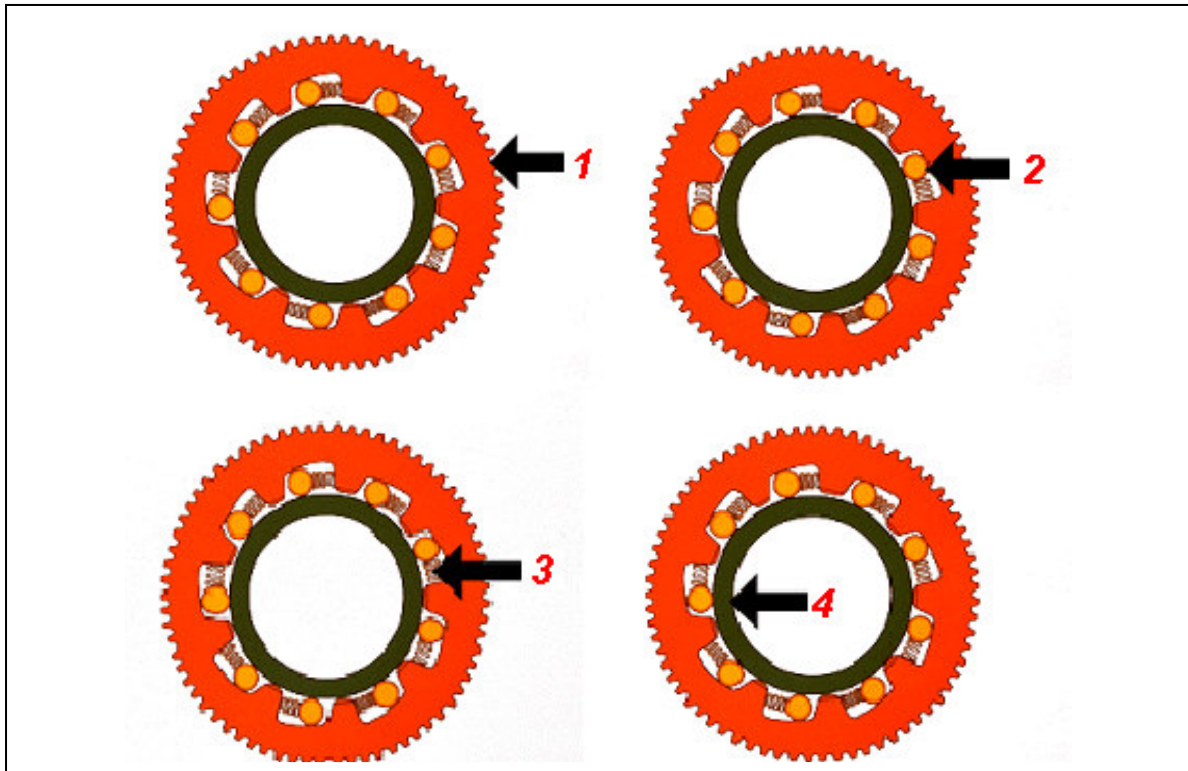


Figura N °21

Embrague Estator

Los componentes que forman el Conjunto de Embrague del Estator, Figura N °21 son:

- **La Leva N °1**, que está fijada por estriados al Estator
- Rodillos de Traba N °2, que fijan la Leva N °1 a la Masa N °4
- Resortes de Rodillo N °3, que sostienen a los Rodillos de Traba N °2 en su posición
- **La Masa N °4**, que está fija por estriados al Transportador del Convertidor de Torque.

En condición de carga la fuerza ejercida por el aceite sobre los alabes del Estator, hace girar al conjunto en sentido horario quedando los rodillos asegurados entre la Leva y la Masa. Esto fija al Estator permitiendo que el aceite sea redirigido a la Impelente.

Cuando la velocidad de la Impelente y la Turbina se incrementan (Producto del término de una condición de carga) el aceite golpea la parte posterior de los alabes del Estator haciendo que este gire en sentido anti horario, los Rodillos no se aseguran y la Leva pueda girar libremente. El Estator no reenvía aceite a la Impelente y el Convertidor de Torque funciona como un acoplamiento fluido.

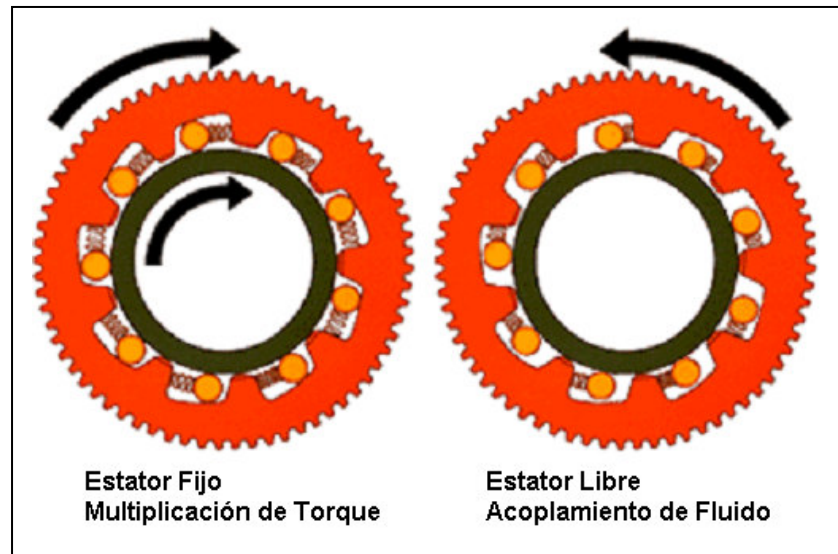


Figura N °22

APLICACIÓN DEL CONVERTIDOR DE TORQUE CON EMBRAGUE UNIDIRECCIONAL EN LOS EQUIPOS CATERPILLAR

El Convertidor de Torque con Embrague Unidireccional es posible encontrarlo en equipos como:

Moto traíllas, Retro excavadoras, Camiones articulados y Camiones de obras

Aplicación



Figura N °23

Convertidor de Torque Capacidad Variable

CONVERTIDOR DE TORQUE DE CAPACIDAD VARIABLE

El Convertidor de Torque de Capacidad Variable, Figura N °24, posee dos Impelente, una Interna y otra Externa. La Impelente Externa posee un embrague hidráulico que permite aplicar la Impelente Externa con lo que se logra impulsar una mayor cantidad de aceite a la Turbina consiguiendo de esta forma un mayor torque en el Eje de Salida.

Al no estar activada la impelente externa (Embrague desaplicado), el volumen de aceite enviado a la Turbina es menor y por ende es menor el torque en el Eje de Salida, además con esto se consigue mejor rendimiento para el sistema hidráulico de implementos pues es menor la potencia del motor que está tomando el convertidor de torque.

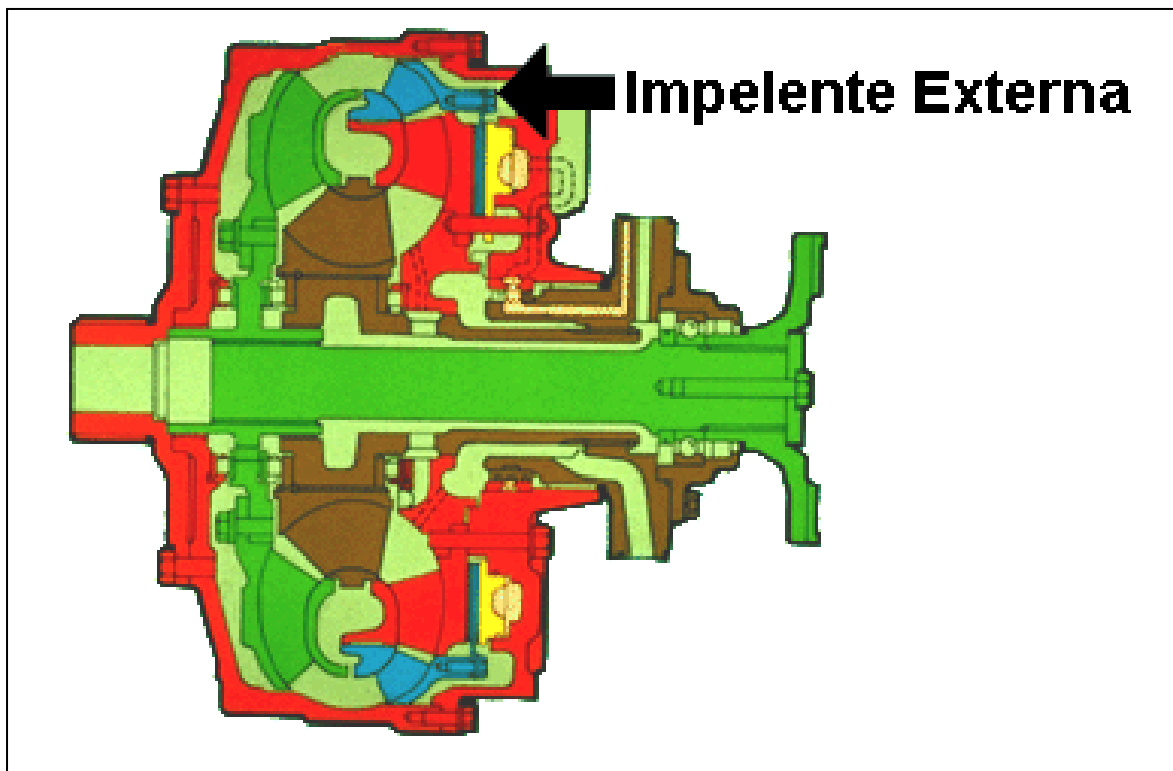


Figura N °24

COMPONENTES DEL CONVERTIDOR DE TORQUE DE CAPACIDAD VARIABLE

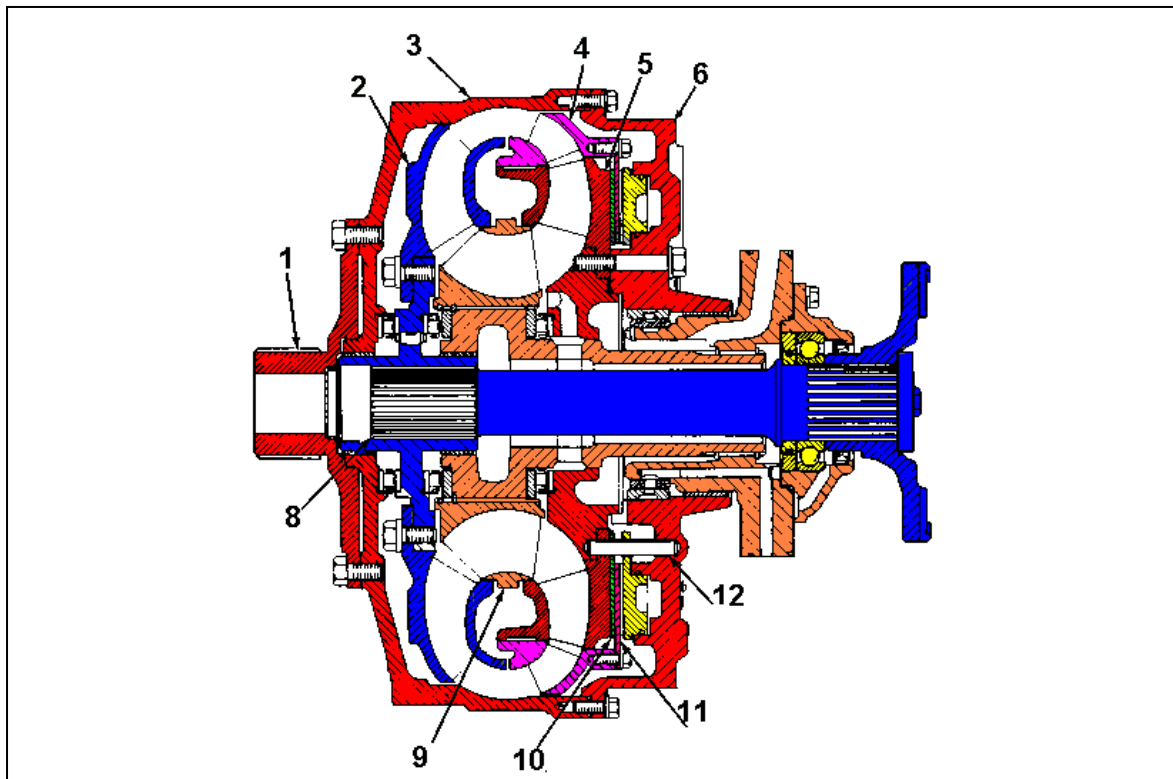


Figura N °25

Componentes

- Flange N °1, con conexión al volante del motor
- Turbina N °2, con conexión al eje de salida N °8
- Caja rotatoria del Convertidor N °3, apernado al Flange N °1 y a la Caja del Embrague de la Impelente Externa N °6
- Impelente Externa N °4
- Impelente Interna N °5, unida a la Caja del Embrague de la Impelente Externa N °6 por medio de pernos y Pasadores N °12
- Caja del Embrague de la Impelente Externa N °6, que contiene al pistón del embrague de la Impelente Externa
- Eje de Salida N °8
- Estator N °9
- Plato del Embrague N °10
- Disco del Embrague N °11, que está conectado a la Impelente Externa N °4

El Flange N °1, la Caja Rotatoria del Convertidor N °3, la Caja del Embrague N °6 y la Impelente Interna N °5, giran como una unidad a la velocidad del motor.

El Embrague de la impelente Externa se aplica hidráulicamente y es controlado por el sistema hidráulico de la transmisión, el que a su vez es controlado por el operador.

Al existir máxima presión de aceite actuando sobre el pistón del embrague de la Impelente Externa (Embrague aplicado), ambas Impelentes giran impulsando aceite a la Turbina y máximo Torque se obtiene en el Eje de Salida.

La desaplicación de la Impelente Externa, produce una disminución en el Torque de Salida consiguiendo con ello que:

1. Se evite el patinaje de las ruedas, reduciendo el desgaste de los neumáticos
2. Exista mejor rendimiento en el sistema hidráulico de implementos, mejorando el desempeño hidráulico de la máquina al disponer de la potencia que no ha tomado el convertidor.

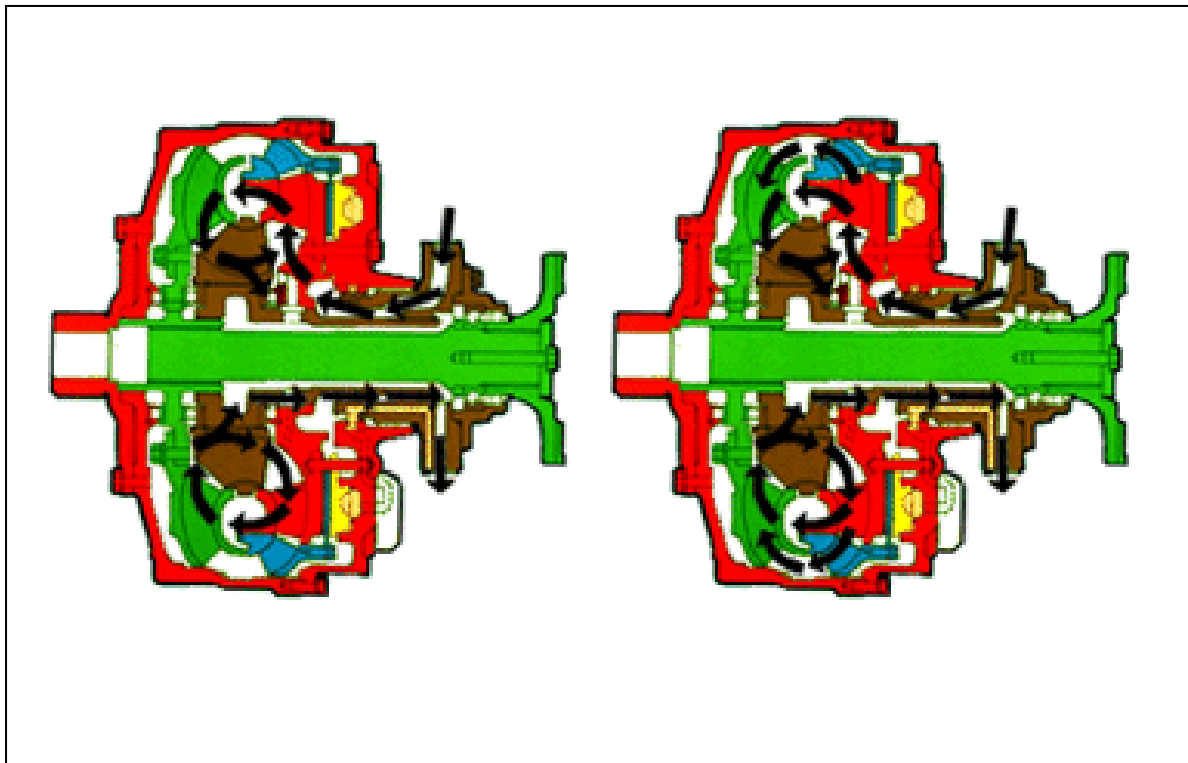


Figura N °26

La figura N °26, muestra la variación en el flujo de aceite impulsado a la Turbina:

Impelente Externa “desaplicada” (imagen de la izquierda).

Impelente Externa “aplicada” (imagen de la derecha), al ser activado el Embrague de la Impelente Externa por acción hidráulica.

El aceite para la aplicación del Embrague de la Impelente Externa, es suministrado por el sistema hidráulico de la Transmisión. El operador desde la cabina, puede ajustar la capacidad de Torque, variando el flujo de aceite al pistón del Embrague para variar la presión Hidráulica que va actuar sobre él.



Figura N °27

Por medio de una palanca de control ubicada en cabina es posible ajustar el flujo de aceite que va actuar sobre el Pistón del embrague de la Impelente Externa y de esta forma controlar el torque en las ruedas.

APLICACIÓN DEL CONVERTIDOR DE TORQUE DE CAPACIDAD VARIABLE EN LOS EQUIPOS CATERPILLAR

Aplicación

Los equipos en los cuales es posible encontrar Convertidores de Capacidad Variable son:
Cargadores de Ruedas Grandes y Moto traíllas.



Figura N °28

Embrague Impelente

CONVERTIDOR DE TORQUE CON EMBRAGUE DE IMPELENTE

El Convertidor de Torque con Embrague de Impelente (Impeller Clutch) mostrado en la Figura N °29, posee un paquete de embrague de discos múltiples, que actúa sobre la Impelente con lo que es posible limitar el Torque en el eje de Salida controlando el patinaje del embrague. De esta forma se consigue eliminar el patinaje en las ruedas, reduciendo con ello el desgaste innecesario de neumáticos

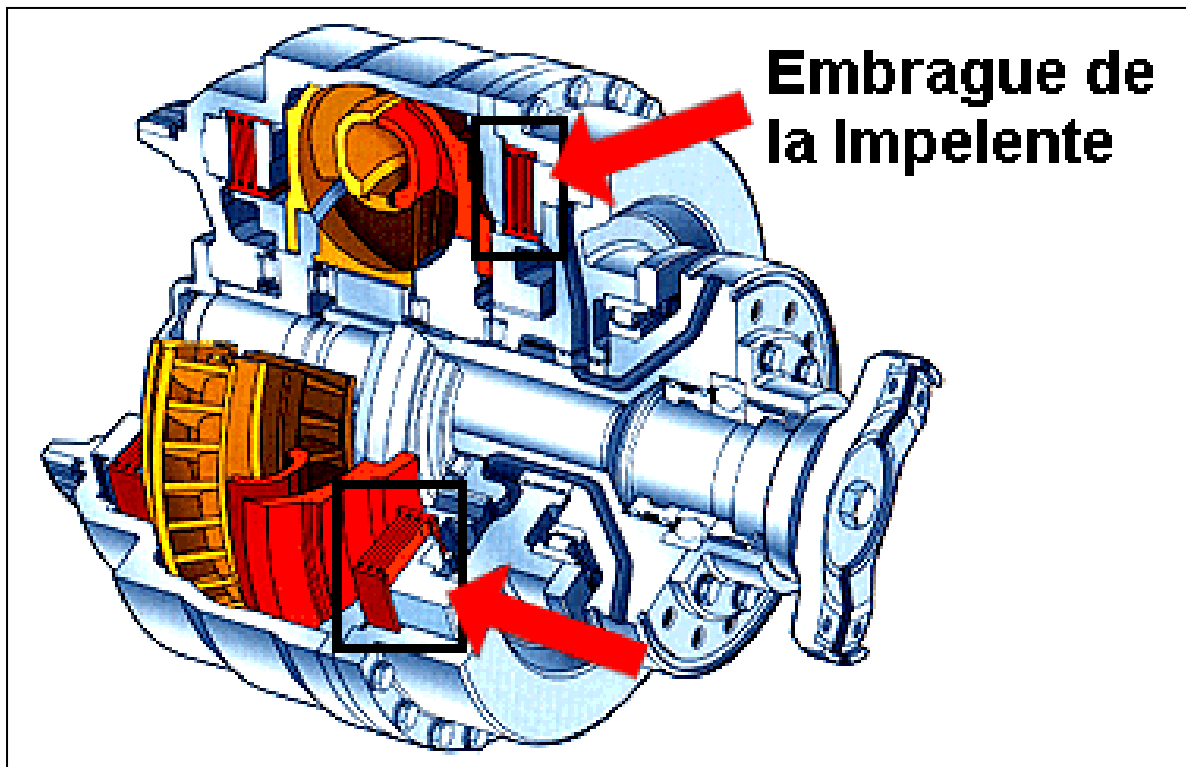
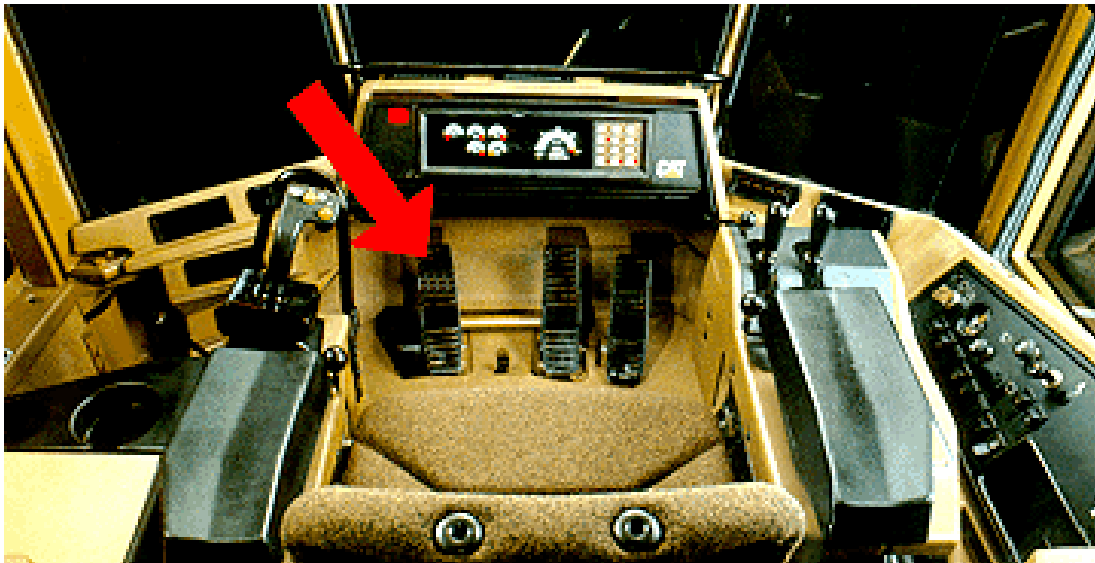


Figura N °29

El Embrague de la Impelente también permite realizar un cambio direccional en la transmisión, desde reversa hacia frontal o viceversa de una manera más suave, reduciendo con ello el esfuerzo al que se ven sometidos los componentes del tren de potencia.

El Embrague de la Impelente es aplicado por aceite hidráulico. El flujo de aceite hidráulico para actuar sobre el Embrague de la Impelente es controlado por el operador a través del pedal izquierdo ubicado en la cabina de la máquina, Figura N °30.



Pedal Izquierdo de Cabina Aplicación para Cargador Frontal

Figura N °30

Funcionamiento Básico

FUNCIONAMIENTO BASICO

Cuando el operador No presiona el pedal izquierdo de cabina mostrado en la Figura N °30, el aceite fluye desde el portador hacia el conducto de aceite del embrague de la Impelente y empuja el pistón del embrague de la Impelente contra los platos y los discos, Figura N °31.

La fricción entre discos y platos hace que la Impelente gire a la misma velocidad que la caja del convertidor. Esta es la salida de Torque máximo. A medida que el operador presiona el pedal izquierdo de cabina, disminuye la presión de aceite en el pistón. La fricción entre discos y platos disminuye y la Impelente gira más lento, impulsando menos aceite a la Turbina. Con menos fuerza en la Turbina, hay menos Torque en el Eje de Salida.

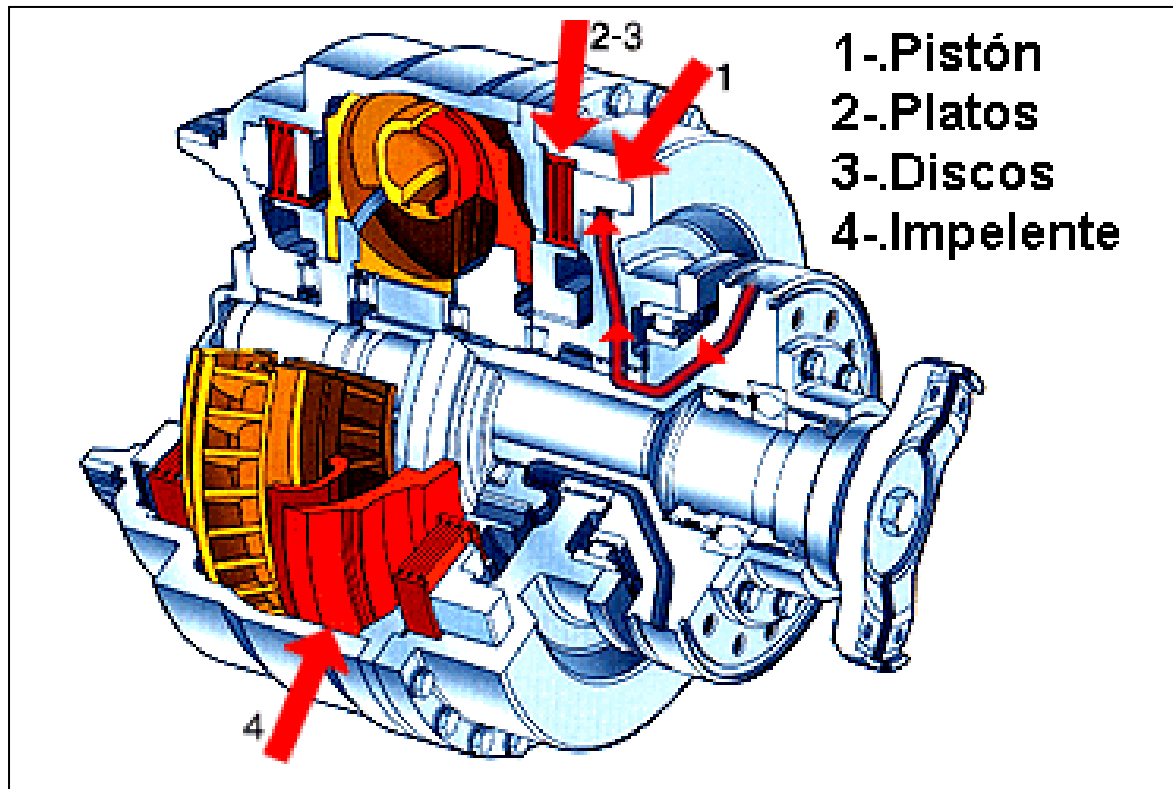


Figura N °31

ALGUNOS COMPONENTES EN EL CONVERTIDOR DE TORQUE CON EMBRAGUE DE IMPELENTE

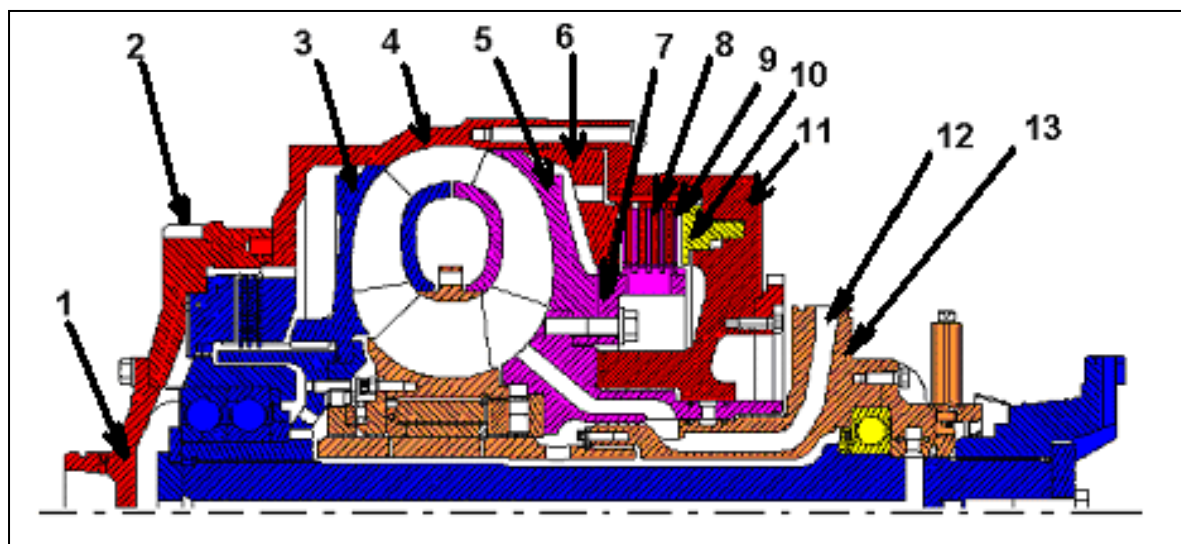


Figura N °32



Componentes

Material del Estudiante
Mayo 2011 V-001

- Flange N °1 con conexión al volante del Motor
- Caja N °2
- Turbina N °3, con conexión al Eje de Salida
- Caja N °4
- Impelente N °5
- Plato N °6
- Adaptador N °7
- Platos N °8 del Conjunto del Embrague
- Discos N °9 del Conjunto del Embrague
- Pistón N °10 del Conjunto del Embrague
- Caja del Embrague N °11
- Pasaje de entrada de aceite para el Convertidor de Torque N °12
- Transportador N °13

El Flange N °1, la Caja N °2, la Caja N °4 y la Caja del Embrague N °11 giran como una unidad a la velocidad del motor.

El estriado interno que posee la Caja N °11, permite hacer girar a los Patos N °8 al Plato N °6 y al Pistón N °10 del Conjunto del Embrague.

El Adaptador N °7 posee estriados para la conexión de los Discos N °9 del Conjunto de Embrague. A su vez el Adaptador N °7 está conectado a la Impelente N °5 del Convertidor de Torque por medio de pernos.

Al no existir aceite a presión sobre el Pistón N °10 del Conjunto del Embrague, este no actúa sobre los Platos N °8, de esta forma la Caja N °11 y el Pistón N °10 giran a la velocidad del motor, pero los Discos N °9, el Adaptador N °7 y la Impelente N °5 se mueven levemente con lo que existe una pequeña cantidad impulsada de aceite a la Turbina N °3 para que exista un leve movimiento en el eje de salida.

La condición descrita anteriormente se obtiene cuando el operador presiona el pedal izquierdo ubicado en la cabina de operaciones de la máquina.

Al Existir mayor presión de aceite, se fuerza al Pistón N °10 del Conjunto del Embrague para que actúe sobre los Platos N °8 y Discos N °9, mostrados en la Figura N °32.

La fricción generada entre Discos y Platos hace que la Impelente rote impulsando aceite a la Turbina.

Esta condición se consigue cuando el operador libera el pedal izquierdo ubicado en la cabina de operaciones de la máquina.

APLICACIÓN DEL CONVERTIDOR DE TORQUE CON EMBRAGUE DE IMPELENTE EN LOS EQUIPOS CATERPILLAR

Aplicación

Los equipos en los cuales es posible encontrar Convertidores de Torque con Embrague de Impelente son:

Cargadores de Ruedas Grandes y Moto traíllas.



Figura N °33

Embrague de Traba

CONVERTIDOR DE TORQUE CON EMBRAGUE TRABA (LOCKUP CLUTCH)

El Convertidor de Torque con Embrague de Traba, mostrado en la Figura N °34, posee un paquete de embrague de discos múltiples, que actúa sobre la Turbina que al ser activado permite conectar en forma directa el volante del motor a la transmisión, transfiriendo la potencia del motor directamente a la transmisión. Lo anterior también se conoce como condición de “Mando Directo”.

El Convertido de Torque con Embrague de Traba, también puede trabajar como un Convertidor Convencional, (Embrague de Traba desactivado), multiplicando el par del motor. Lo anterior se conoce como condición de “Mando Convertidor”.

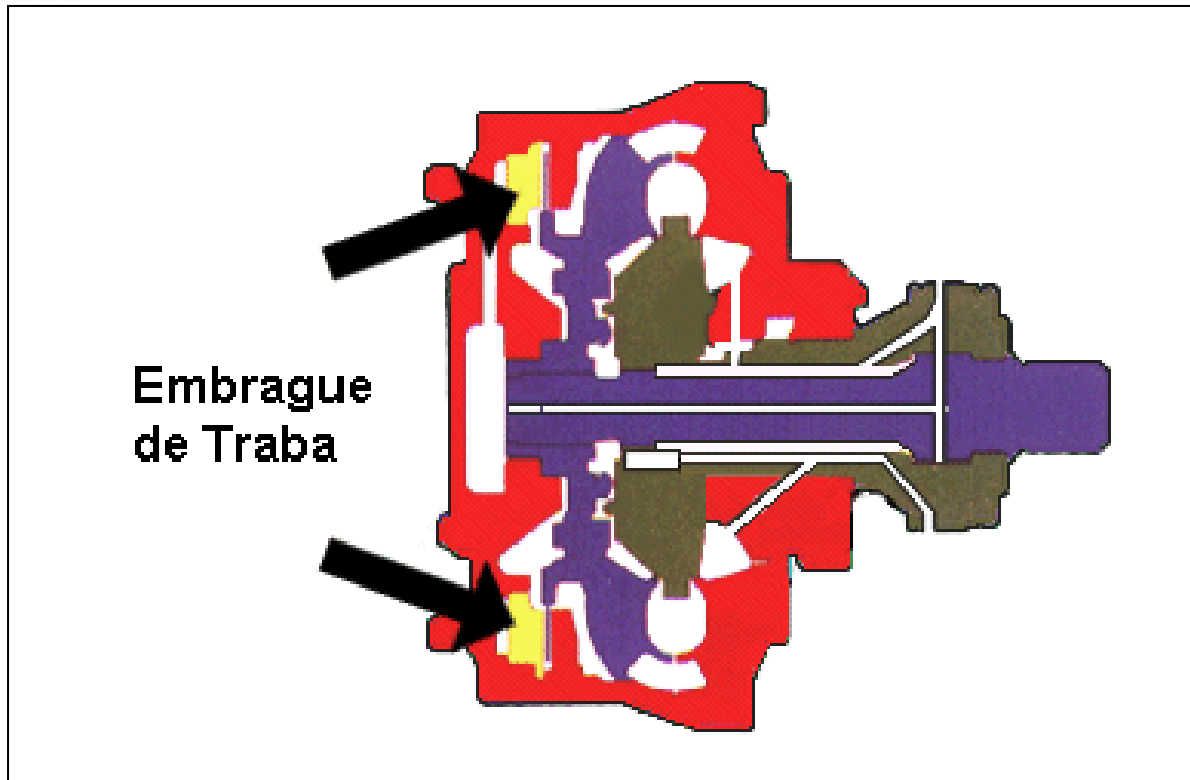


Figura N °34

Funcionamiento Básico

FUNCIONAMIENTO BASICO

La presión de aceite que se genera en la cámara del pistón del embrague de traba hace que éste comprima discos y platos del embrague, Figura N °35. Lo anterior permite que la Turbina y el Eje de Salida giren a la misma velocidad que la caja del convertidor, por lo tanto la Turbina y la Impelente giran a la misma velocidad también. El resultado de lo anterior es que no existe multiplicación de torque en el convertidor. El convertidor sólo actúa como un acoplamiento mecánico entre el motor y la transmisión. La potencia generada por el motor, es transmitida directamente a la transmisión (Mando Directo).

Al no existir presión de aceite actuando sobre el pistón del embrague de traba, el convertidor trabaja como un convertidor convencional multiplicando el torque del motor (Mando Convertidor)

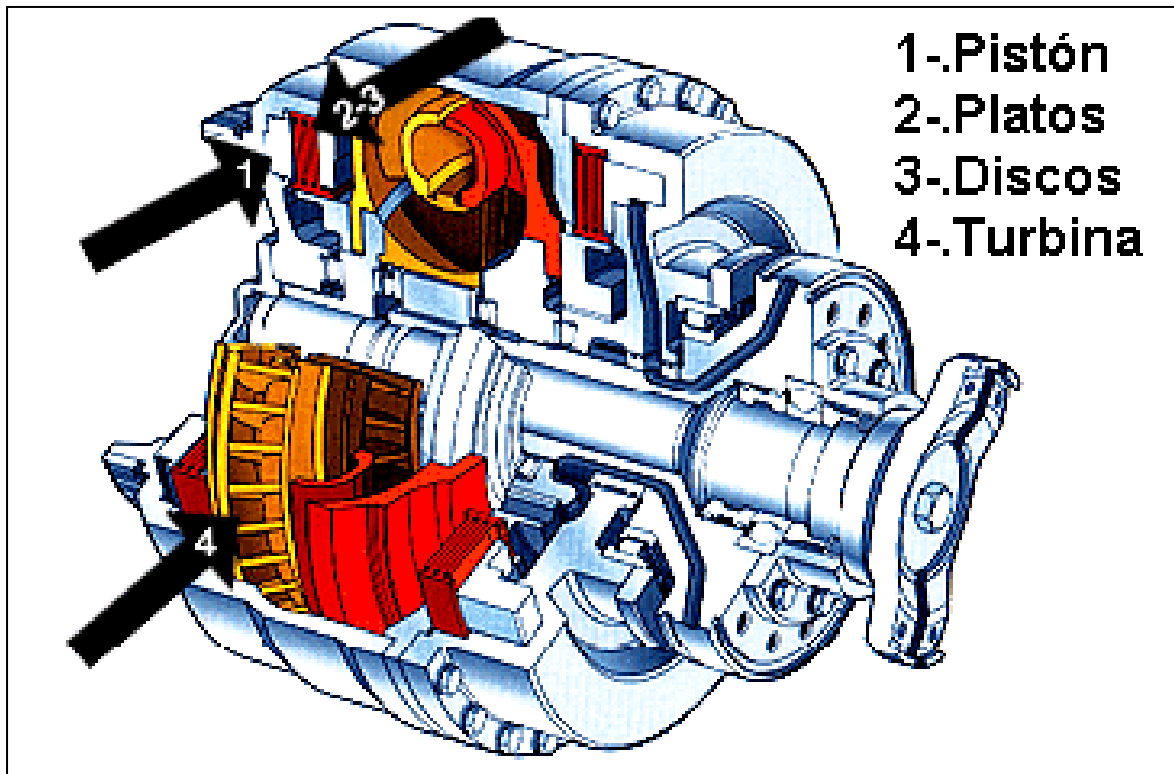


Figura N °35

Condición de Mando Directo

CONDICION DE MANDO CONVERTIDOR Y MANDO DIRECTO

La condición de “Mando Convertidor”, (embrague de traba desactivado), se utiliza cuando el equipo requiere multiplicación de torque en el eje de salida, es decir el suficiente torque para poder sacar al equipo de una condición de Inercia (tendencia a permanecer en reposo), por el contrario la modalidad de “Mando Directo” es utilizada cuando el equipo ha salido de la condición de Inercia y está en movimiento, no se requiere multiplicación de Torque, por el contrario, lo que se necesita es velocidad y para ello la transmisión de potencia se realiza directamente desde el volante motor a la transmisión al ser activando el embrague de traba.

CONVERTIDOR DE TORQUE CON EMBRAGUE DE TRABA EN LA CONDICIÓN DE MANDO CONVERTIDOR

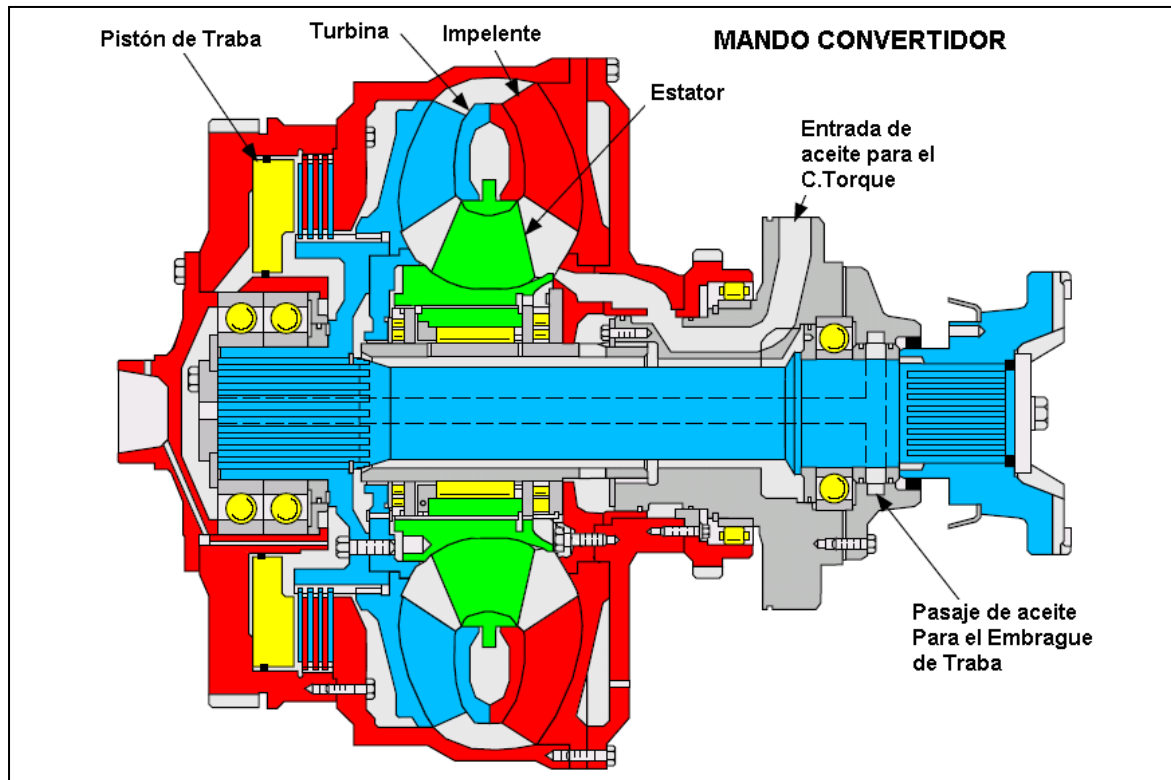


Figura N °36

Condición de Mando Convertidor

La figura N °36, muestra el Convertidor de Torque con Embrague de traba en la condición de "Mando Convertidor" en la cual el Convertidor trabaja como un convertidor Convencional multiplicando el Torque en el Eje de Salida.

En esta condición no existe suministro de aceite al Pistón del Embrague de Traba por lo que no existe fricción entre los discos y platos del conjunto del Embrague de Traba.

La turbina es movida por la acción del aceite que es impulsado por la Impelente.

CONVERTIDOR DE TORQUE CON EMBRAGUE DE TRABA EN LA CONDICIÓN DE MANDO DIRECTO

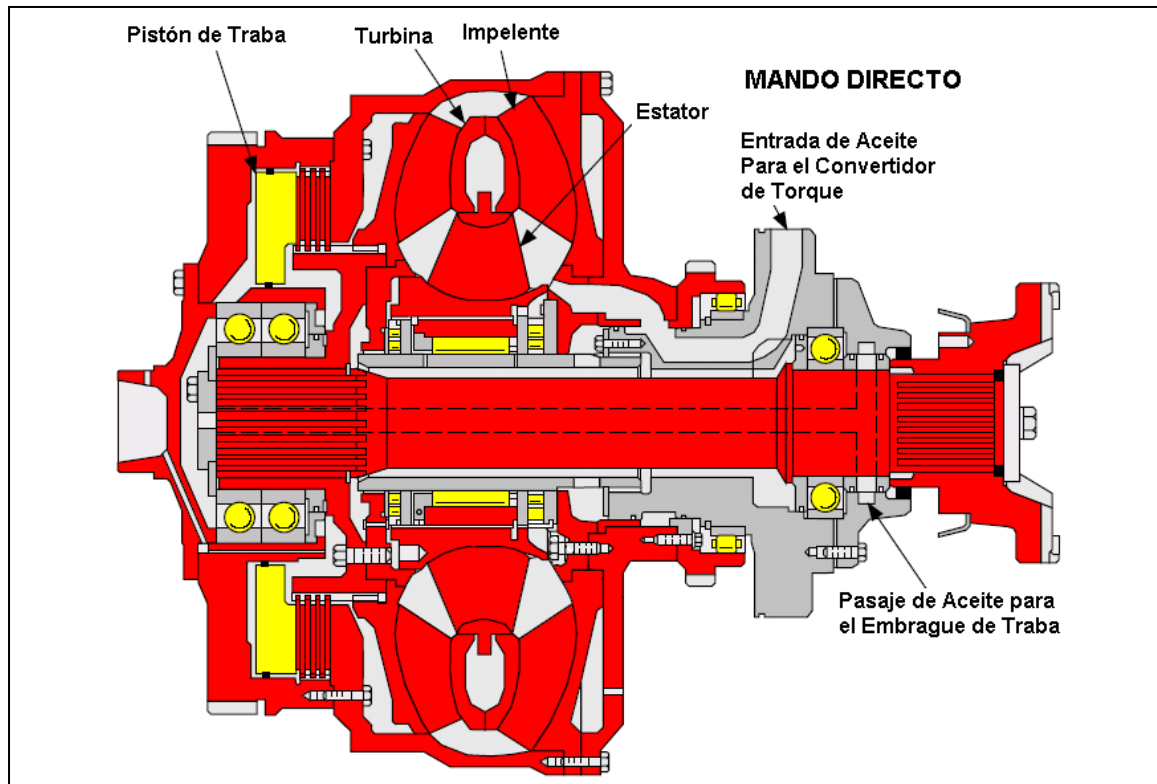


Figura N °37

Condición de Mando Directo

La figura N °37, muestra el Convertidor de Torque con Embrague de traba en la condición de “Mando Directo” en la cual el Convertidor es sólo un nexo entre el volante del motor y la Transmisión, (acoplamiento mecánico). No existe multiplicación del par y la transmisión de potencia es directa.

En esta condición existe suministro de aceite al Pistón del Embrague de Traba a través del conducto central en el Eje de Salida. El suministro de aceite a través del conducto central en el eje de salida permite que el Pistón del Embrague de Traba actúe sobre el conjunto de Discos y Platos del Embrague, comprimiendo Discos y Platos, haciendo que la Turbina gire a la misma velocidad de la Caja Rotatoria del Convertidor y de la Impelente. Lo anterior se traduce en que no existe multiplicación de Torque y la potencia del motor es transmitida directamente a la Transmisión.

El suministro de aceite al embrague de traba se realiza en forma automática dependiendo de las condiciones de operación del equipo tales como: velocidad de salida del convertidor y velocidad de salida de la transmisión, entre otras.

APLICACION DEL CONVERTIDOR DE TORQUE CON EMBRAGUE DE TRABA EN LOS EQUIPOS CATERPILLAR

Aplicación

Los equipos en los cuales es posible encontrar Convertidores de Torque con Embrague de Traba son:
Cargadores de ruedas grandes, Moto traíllas, Camiones de obras y Camiones articulados.



Figura N °38

Divisor de Torque

DIVISOR DE TORQUE

El Divisor de Torque, es una clase especial de Convertidor de Torque, pues está formado de un Convertidor de Torque Convencional más un Conjunto de Engranajes planetarios.

Ambos componentes (el convertidor de torque y el conjunto de engranajes planetarios), pueden multiplicar el torque de suministro desde el volante a la transmisión dependiendo de las condiciones de carga existente.

DIVISOR DE TORQUE

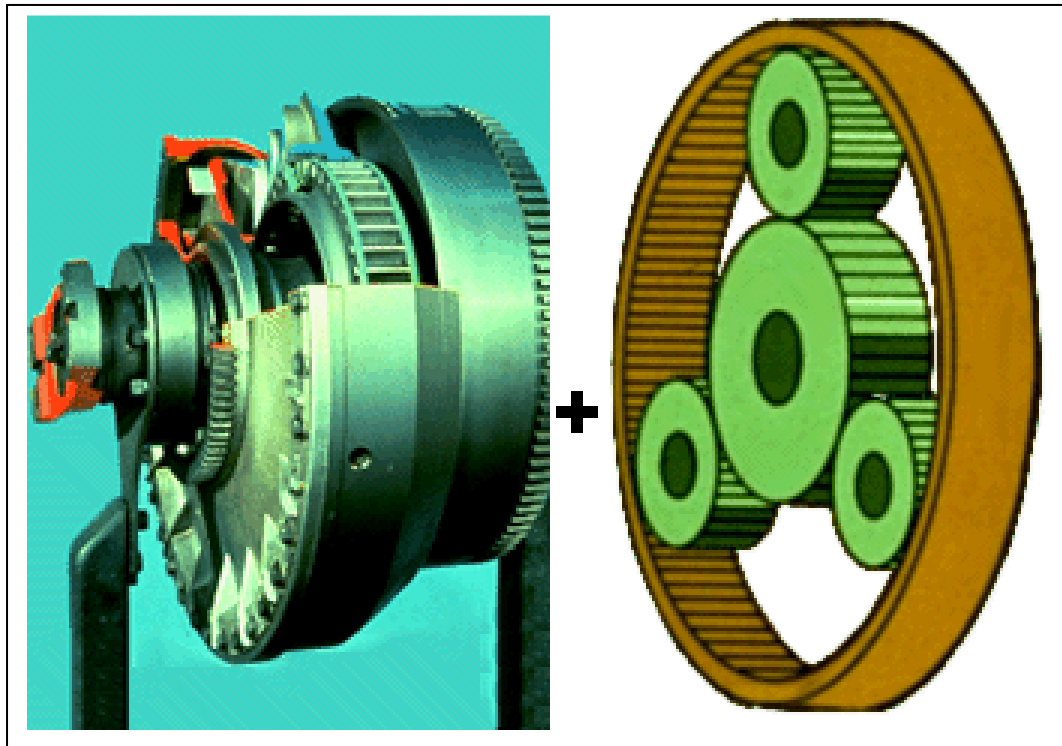


Figura N °39

COMPONENTES DEL CONJUNTO DE ENGRANAJES PLANETARIOS

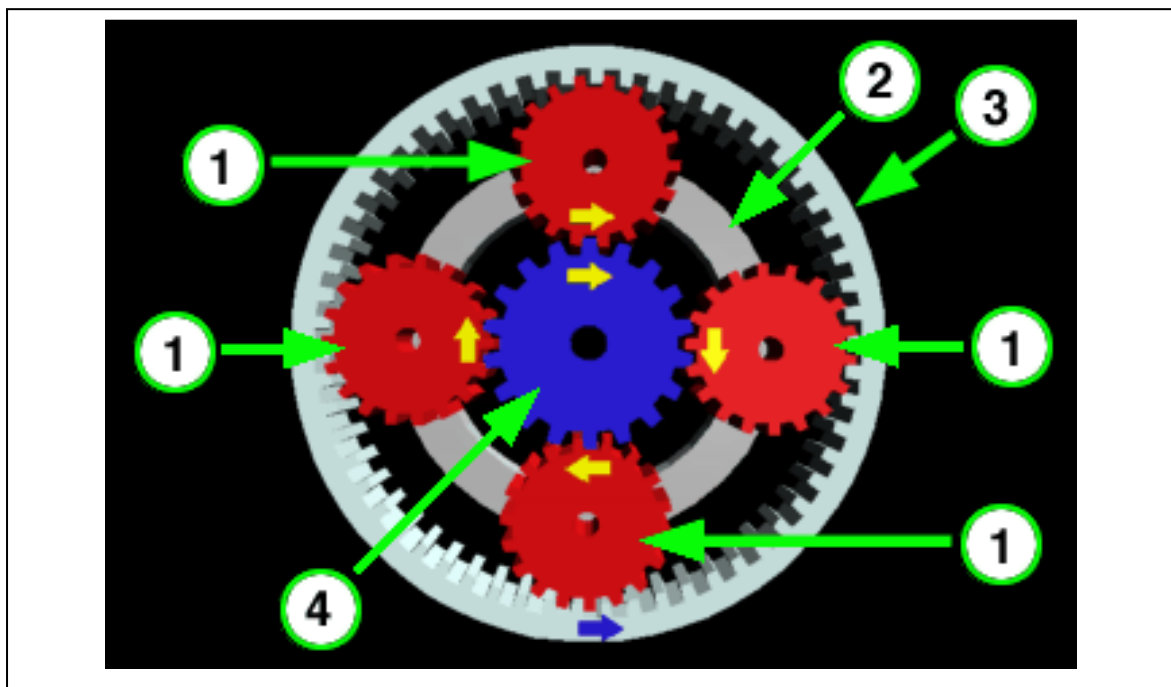


Figura N °40

Las partes que componen el conjunto de Engranajes Planetarios son:

- 1.-Engranajes Planetarios
- 2.-Porta Planetarios
- 3.-Anular o Corona (en adelante se usará el término: Corona)
- 4.-Engranaje Solar

PARTES EN COMUNICACIÓN EN EL DIVISOR DE TORQUE

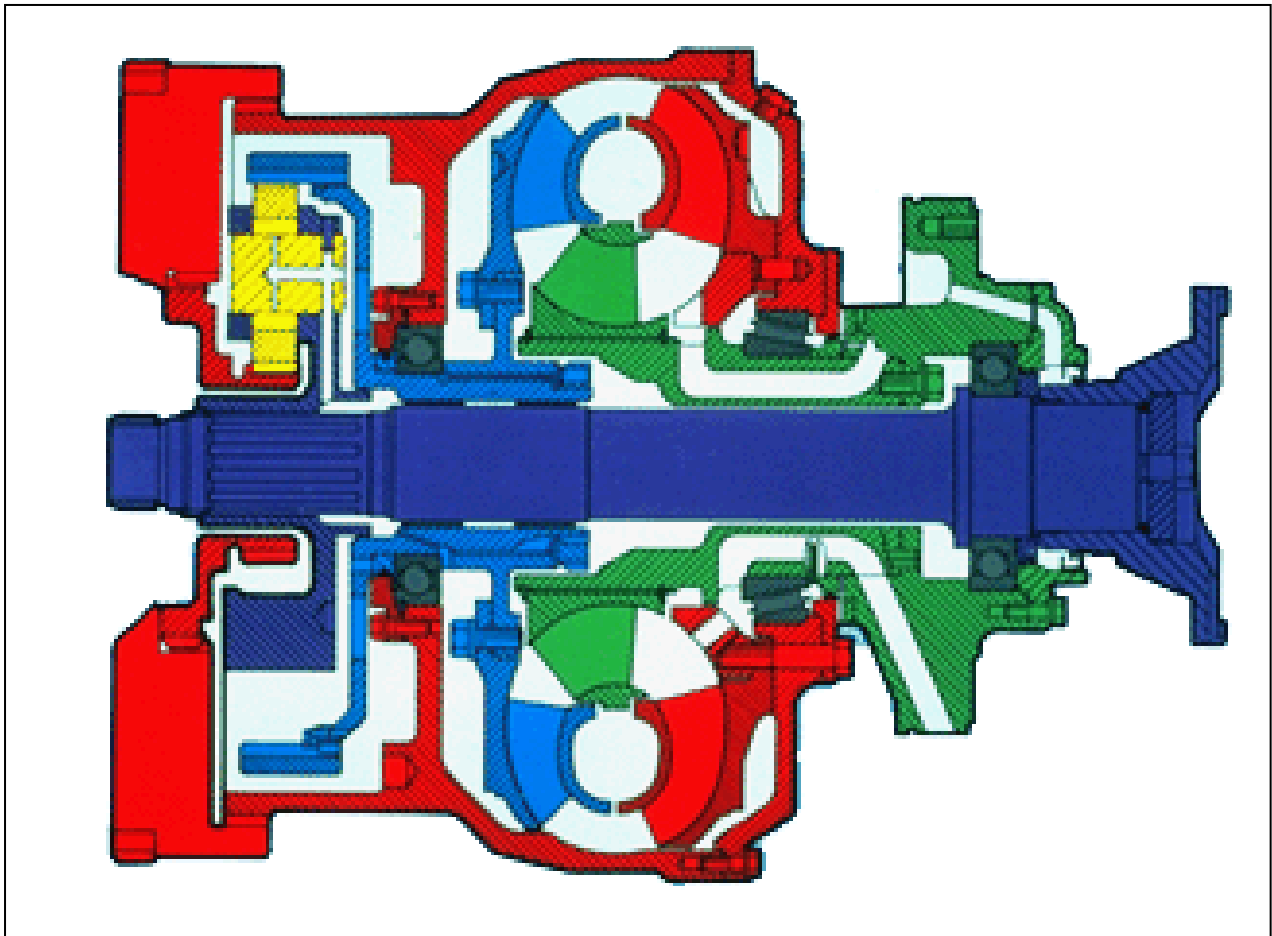


Figura N °41

En la Figura N °41 se muestra el Divisor de Torque y las partes que están comunicadas.

El Engranaje Solar está unido al volante del motor y el volante del motor a través de la caja rotatoria del convertidor está unido a la Impelente, el Porta Planetario está unido al Eje de Salida y la Corona está unida a la Turbina.

Funcionamiento de Divisor de Torque

CONDICIONES DE CARGA PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL DIVISOR DE TORQUE

BAJA CARGA

Cuando el equipo está sometido a una condición de baja carga, el Porta Planetario tiene poca resistencia a la rotación por lo que el Engranaje Solar, el Porta Planetario los Planetarios y la Corona giran a la misma velocidad. El Torque proveniente del Convertidor y del Conjunto de Engranajes Planetarios se transmite al Porta Planetario y a través de éste al Eje de Salida.

No existe multiplicación de Torque en el conjunto de Engranajes Planetarios si todos giran a la misma velocidad.

ALTA CARGA

Cuando existe una condición de carga, el Porta Planetarios tiene resistencia a la rotación, esto hace que los Engranajes Planetarios giren en su propio eje y que la Corona trate de girar en sentido contrario al del Engranaje Solar. Como la Corona está unida a la Turbina, se produce una reducción en la velocidad de la Corona y por ende en la Turbina lo que genera un aumento en el Torque de salida del Convertidor, el que es transmitido a través de la Corona y el Porta Planetario al Eje de Salida.

Con la disminución de velocidad de la Corona, el Torque del motor también se multiplica. Este Torque es transmitido al Eje de Salida a través del Engranaje Solar, los Engranajes Planetarios y el Porta Planetario.

En condiciones muy altas de carga, el Eje de Salida se puede detener debido a la alta resistencia a la rotación, por lo que los Engranajes Planetarios solo rotan en su eje y no se trasladan a través de la corona, haciendo que la turbina gire en sentido contrario a lo normal. A esto se le llama condición de calado del convertidor.

APLICACION DEL DIVISOR DE TORQUE EN LOS EQUIPOS CATERPILLAR

Aplicación

Los equipos en los cuales es posible encontrar Divisores de Torque son:
Tractores de Cadena.



Figura N °42

Objetivos del Módulo

MODULO N º3

OBJETIVO DEL MODULO

Conocer la función y finalidad de las cajas de engranajes de transferencia
Conocer los componentes que forman las cajas de engranajes de transferencia

LECCIÓN 1

CAJAS DE ENGRANAJES DE TRANSFERENCIA

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Las máquinas Caterpillar, poseen una o más cajas de engranajes de transferencia que conectan varias unidades de potencia, cambian la dirección y la velocidad del flujo de potencia o bien cambian el eje del flujo de potencia.

Otra razón para la existencia de las cajas de engranajes de transferencia es que pueden impulsar bombas auxiliares, eliminando la necesidad de instalar mandos de bombas extra.

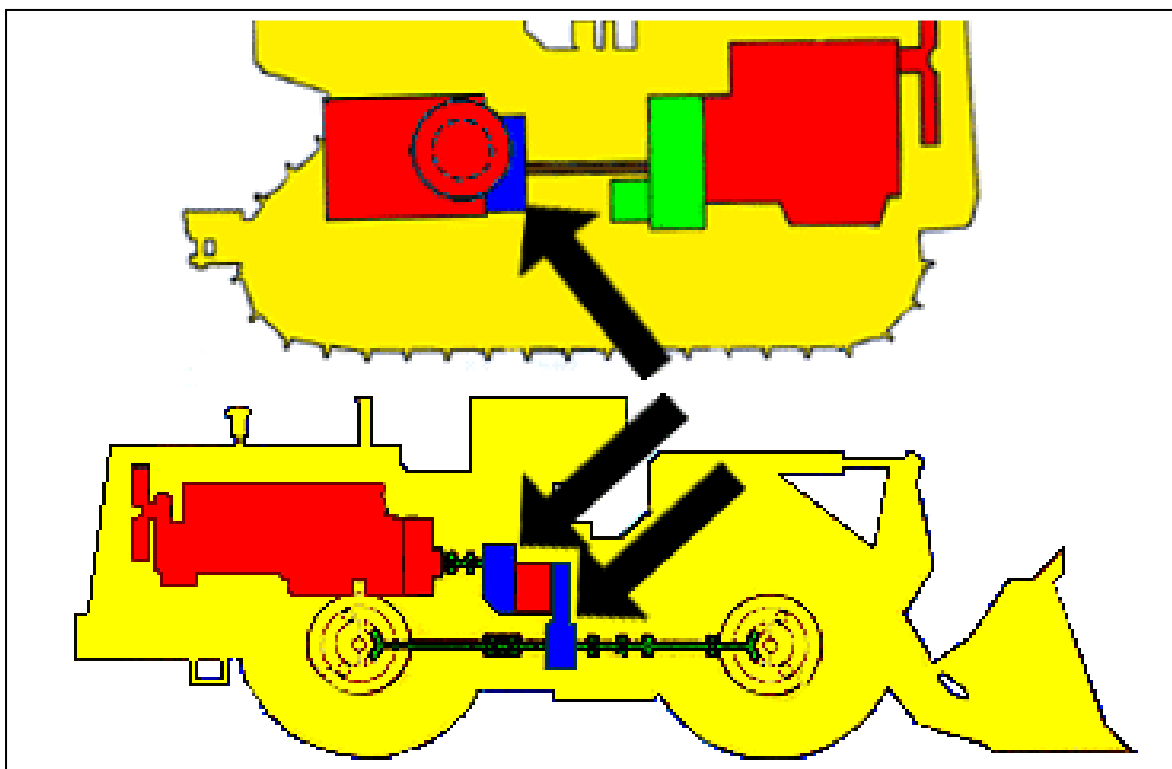


Figura N º43

Características y Ventajas

La figura N °43, muestra dos aplicaciones de cajas de engranajes de transferencia, tanto para un tractor de cadenas como para un cargador frontal. En este último caso existen dos cajas de engranajes tanto para la entrada de potencia a la Transmisión (caja de engranajes de transferencia de entrada) como para la salida, post Transmisión, (caja de engranaje de transferencia de salida), encargada de suministrar potencia a ambos diferenciales (Frontal y Trasero).

CARACTERÍSTICAS Y VENTAJAS

Permiten una reducción de velocidad y aumento del torque, lo que genera más fuerza para mover la máquina.

CAJA DE ENGRANAJES DE TRANSFERENCIA DE ENTRADA DE LA TRANSMISIÓN

Se utiliza cuando la transmisión no está en línea directa con el motor y convertidor de la máquina.

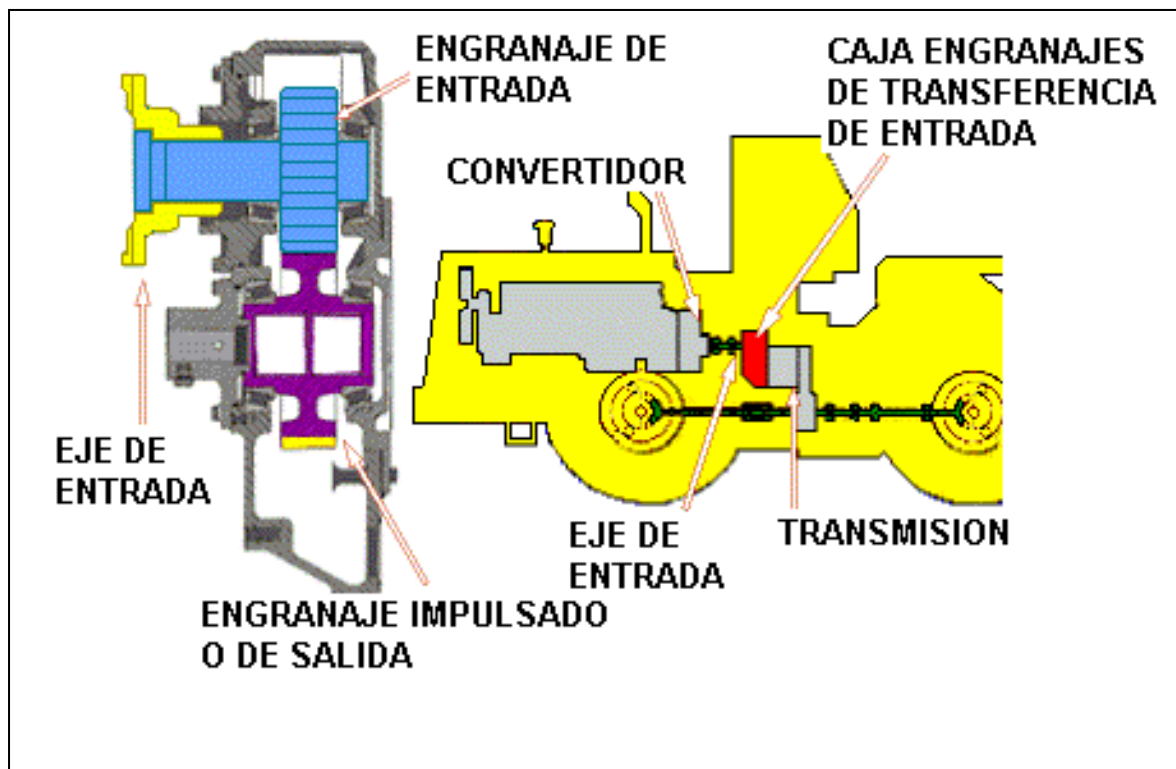


Figura N °44

La figura N °44 muestra la caja de engranajes de transferencia de entrada de un Cargador Frontal, utilizada para la transmisión de potencia desde el convertidor a la transmisión.

Debido a que la transmisión no se encuentra en línea con el eje de salida del Convertidor de Torque, es necesario utilizar un juego de engranajes, (de Entrada y de Salida), para poder suministrar potencia al resto de los componentes del tren de potencia.

CAJA DE ENGRANAJES DE TRANSFERENCIA DE SALIDA DE LA TRANSMISIÓN

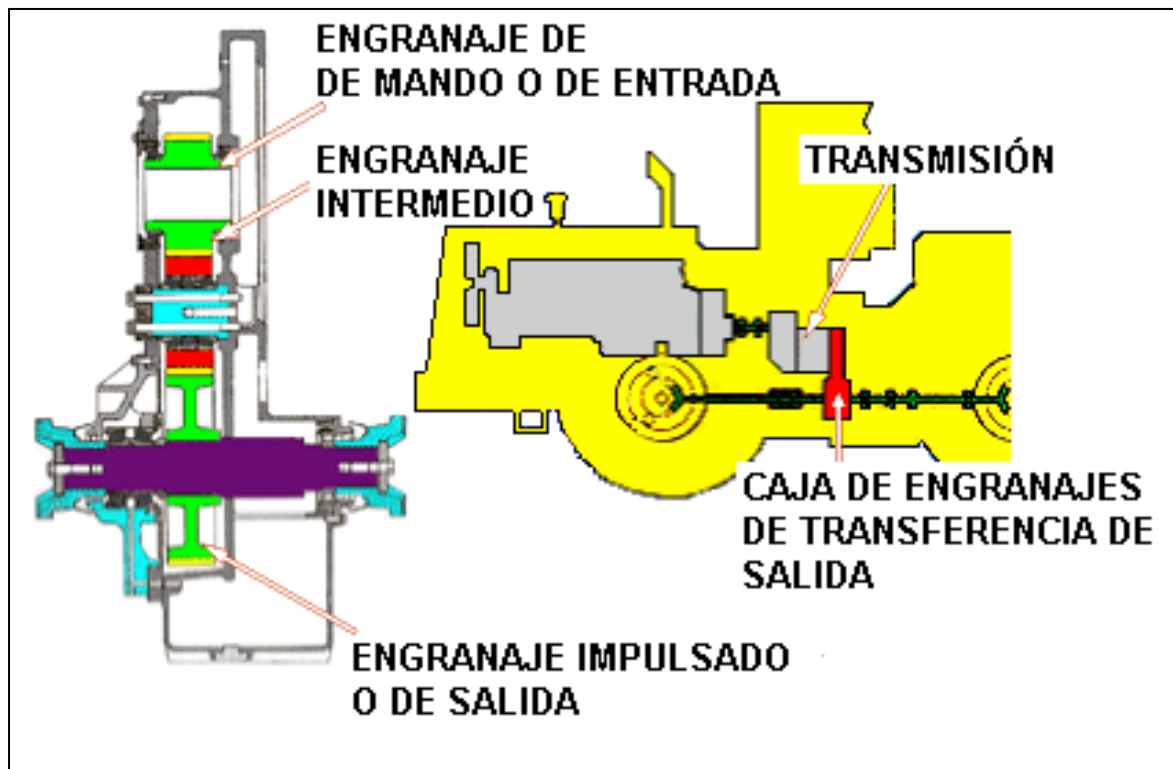


Figura N °45

La figura N °45 muestra la caja de engranajes de transferencia de salida para un cargador frontal la que es utilizada pues los ejes de la máquina no están en línea directa con la transmisión.

También es necesaria, para reducir la velocidad del flujo de potencia y aumentar el par a los ejes frontal y trasero.

Objetivos del Módulo

MODULO N °4

OBJETIVO DEL MODULO

Conocer la función de la transmisión en el tren de potencia
Conocer la operatoria y componentes principales en una Servo Transmisión de engranajes planetarios
Conocer la aplicación de la Servo Transmisión de engranajes planetarios en los equipos Caterpillar
Conocer la operatoria y componentes principales en una Servo Transmisión de contra ejes
Conocer la aplicación de la Servo Transmisión de contra eje en los equipos Caterpillar.

LECCIÓN 1

TRANSMISIONES

La transmisión es la encargada del control de la dirección y velocidad en el equipo, Es decir, la potencia proveniente del convertidor se transforma en potencia útil.

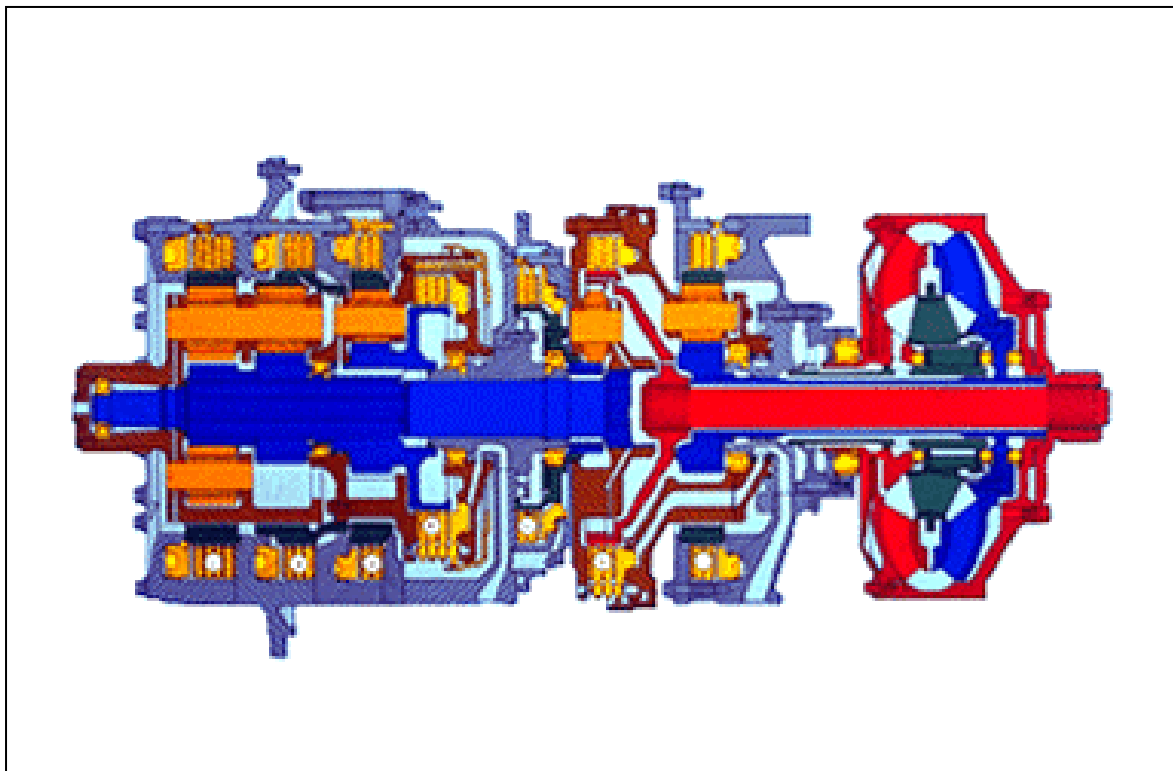


Figura N °46

Historia

BREVE HISTORIA DE LA TRANSMISION

Las primeras máquinas estaban equipas con sistemas de transmisión mecánicos, Es decir la potencia del motor se transmitía a través de un embrague mecánico y una serie de engranajes, los que eran controlados por palancas y cables.

A través de los años la trasmisión y control de potencia fue evolucionando hasta llegar a los diseños recientes en los que Caterpillar desarrollo la Servo transmisión, existiendo de dos tipos:

- 1-.Servo transmisión planetaria.
- 2-.Servo transmisión de contra eje.



Figura N °47

LECCIÓN 2

SERVOTRANSMISION PLANETARIA

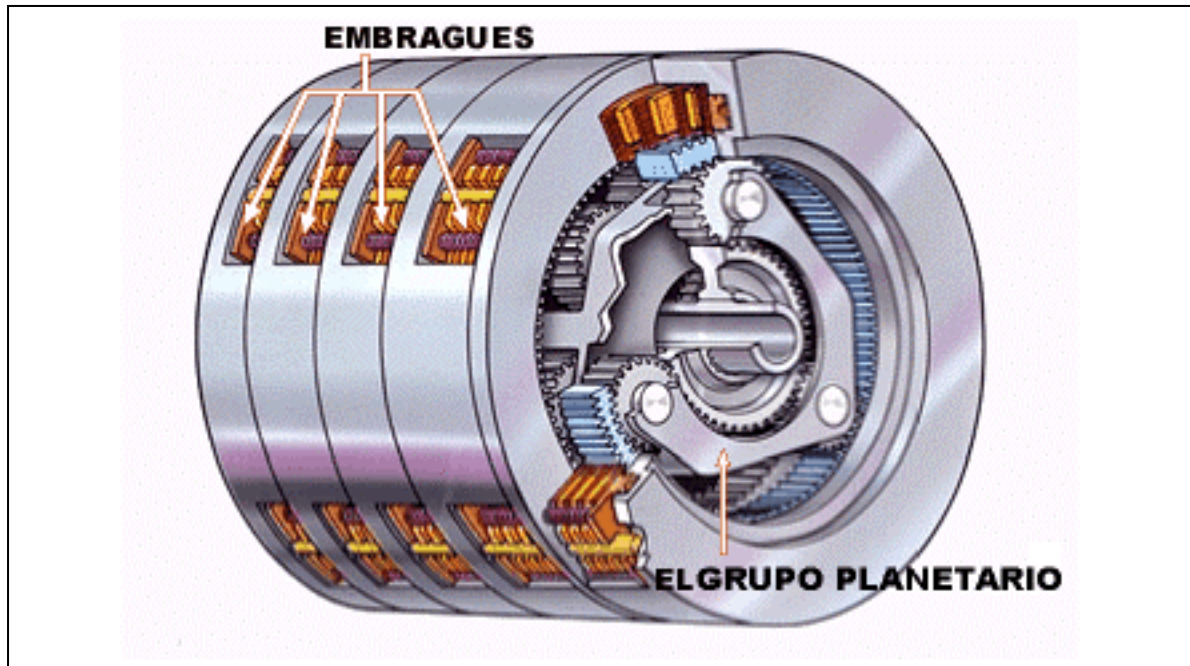


Figura N °48

Servotransmisión

Las Servo Transmisiones Planetarias, son talvez el tipo de transmisión más utilizado en las grandes máquinas construidas por Caterpillar.

Su funcionamiento está basado en la operatoria de varios conjuntos de engranajes planetarios.

La potencia suministrada a la Servo Transmisión es “administrada” para poder tener control tanto de la velocidad como de la dirección del equipo deteniendo un determinado componente del conjunto de engranajes planetarios.

La detención de este determinado componente del conjunto de engranajes planetarios se consigue por el suministro de aceite hidráulico a un conjunto de Embragues.

El control en el suministro de aceite hidráulico a los embragues adecuados, permite la obtención de “potencia útil” desde la transmisión. Esta “potencia útil” es suministrada al resto de los componentes del tren de potencia obteniendo así, la dirección y velocidad deseadas por el operador.

La figura N °48 muestra el grupo de componentes principales de la Servo Transmisión Planetaria.

Los componentes son:

- El grupo planetario, que permite seleccionar dirección y velocidad del equipo.

- Embragues actuados hidráulicamente, que permiten la conexión del conjunto planetario adecuado en base a lo solicitado por el operador.
- Control electrónico de la transmisión que posee entradas y salidas para el control del funcionamiento de la transmisión (no mostrado).

LECCIÓN 3

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL CONJUNTO DE ENGRANAJES PLANETARIOS

Principio de Funcionamiento

Como se vio en la Figura N °40, los componentes que forman un conjunto de engranajes planetarios son: El engranaje Solar, los engranajes Planetarios, el Porta Planetarios y la Corona.

Para entender el funcionamiento de un conjunto de engranajes planetarios es necesario considerar que siempre habrá un miembro que sea el Impulsor del movimiento y otro el impulsado. Para lograr conseguir lo anterior, otro miembro del conjunto de engranajes planetarios debe ser detenido.

En la figura N °49 se muestra un conjunto de engranajes planetarios en donde el miembro impulsor es el engranaje solar. En este caso si dos miembros son detenidos (porta planetarios y corona), existirá transmisión mecánica del movimiento, (la velocidad de entrada es igual a la velocidad de salida).

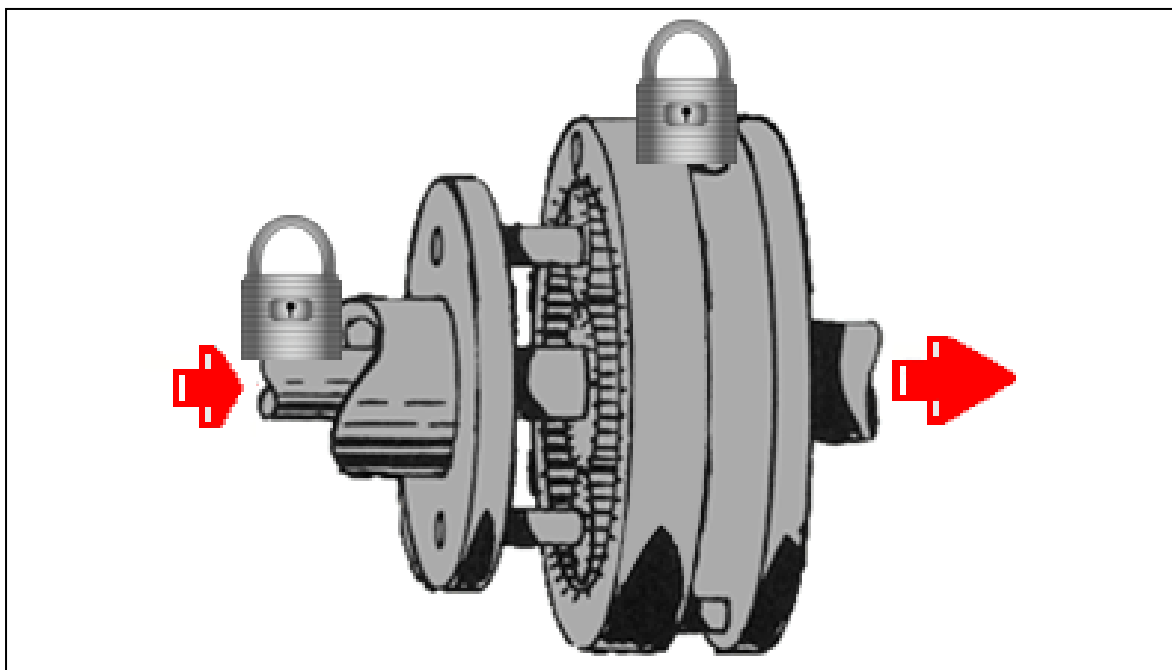


Figura N °49

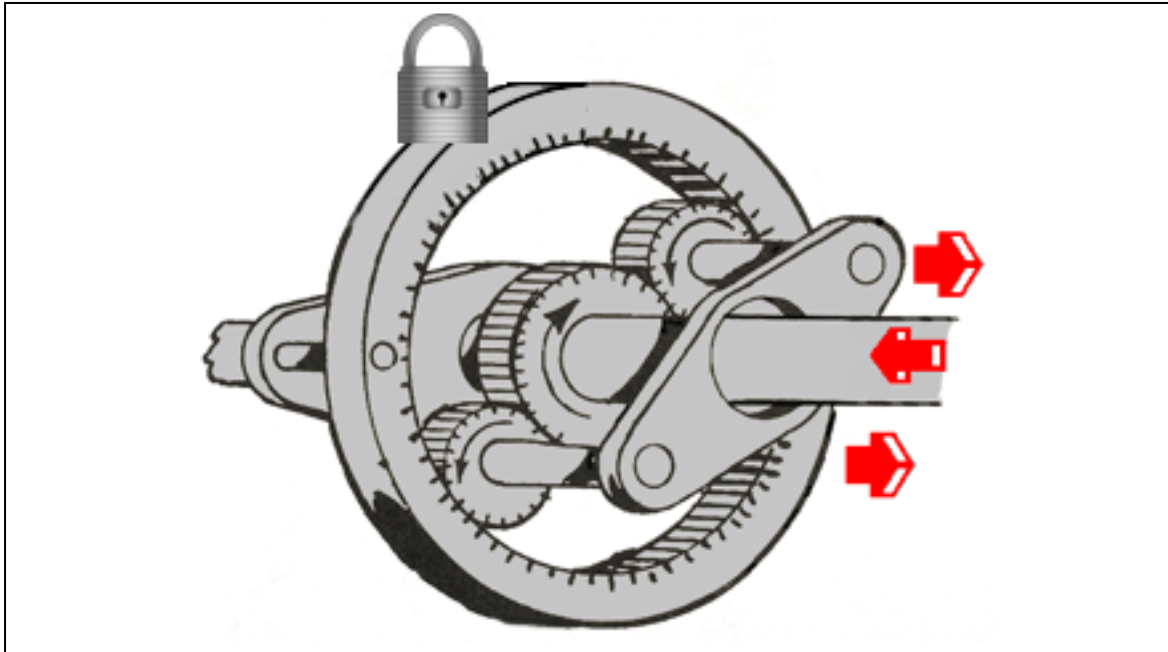


Figura N °50

En el caso de la Figura N °50, el engranaje Solar es el Impulsor y el miembro detenido es la Corona, por lo tanto el miembro impulsado es el Porta Planetario. Este será impulsado a baja velocidad. Una reducción de velocidad en el miembro impulsado implica también un aumento en el Torque de salida.

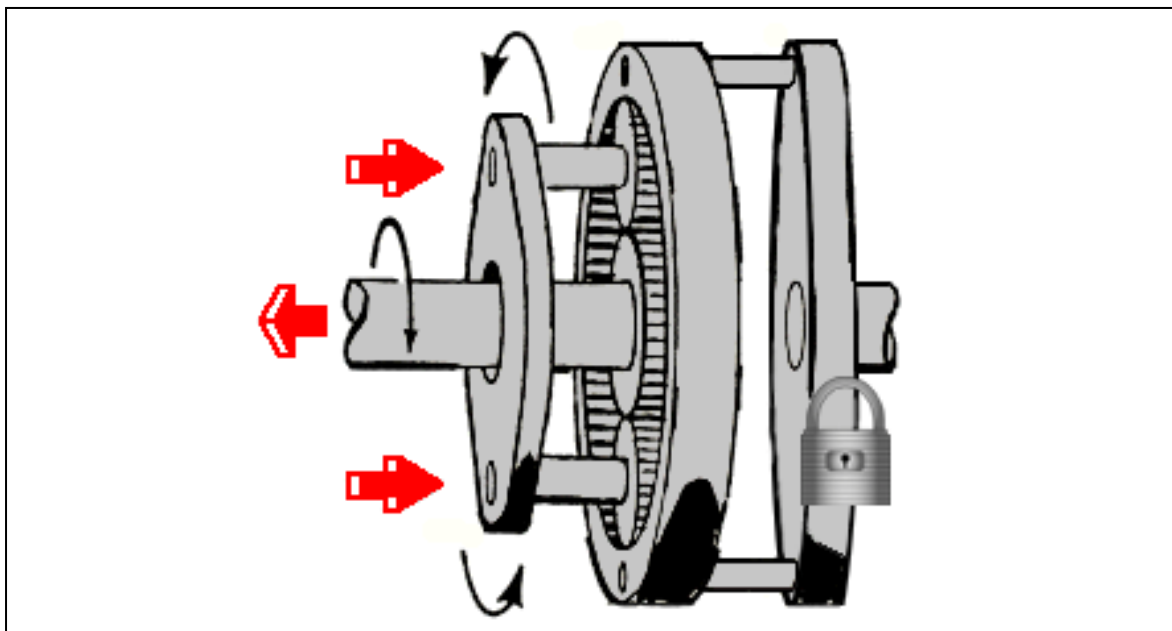


Figura N °51

Para la Figura N °51, si el Porta Planetarios es el impulsor y la Corona está detenida; el engranaje Solar será impulsado a alta velocidad.

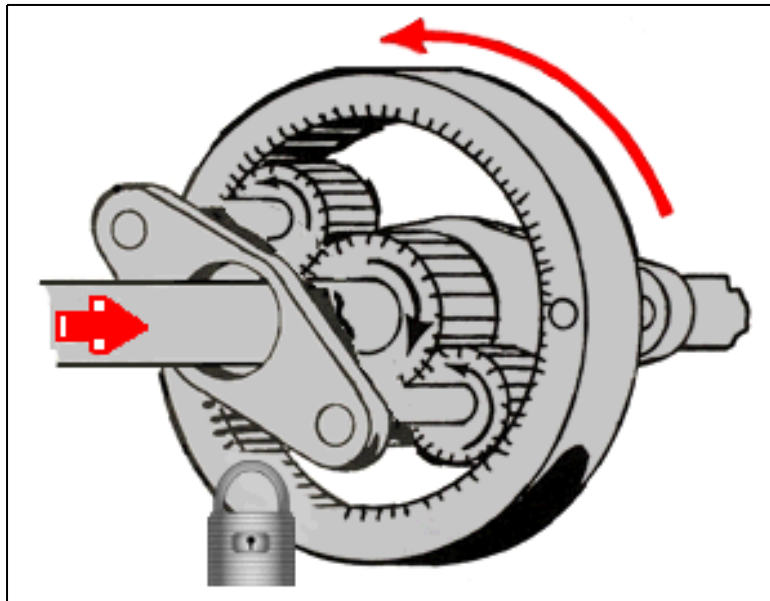


Figura N °52

Para la Figura N °52, si el Porta Planetarios es detenido y el engranaje Solar es el impulsor, la Corona girará en sentido inverso

LECCIÓN 4

CONSTRUCCIÓN DE SERVOTRANSMISION PLANETARIA

Para la construcción de una Servo Transmisión Planetaria se deben considerar dos ejes (Figura N °53).

Eje rojo (de entrada): para engranajes de dirección R (reversa, Reverse) y F (avance, Forward)

Eje azul, (de salida): para engranajes de velocidad 2 y 1. Ambos con engranajes solares.

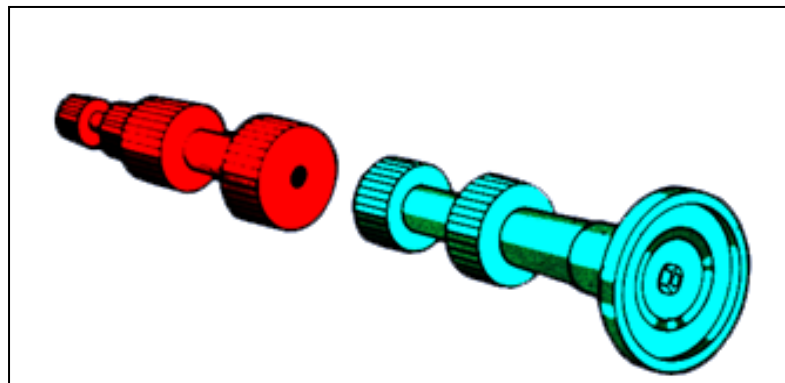


Figura N °53

Si se agregan engranajes Planetarios a cada engranaje Solar, se obtiene:

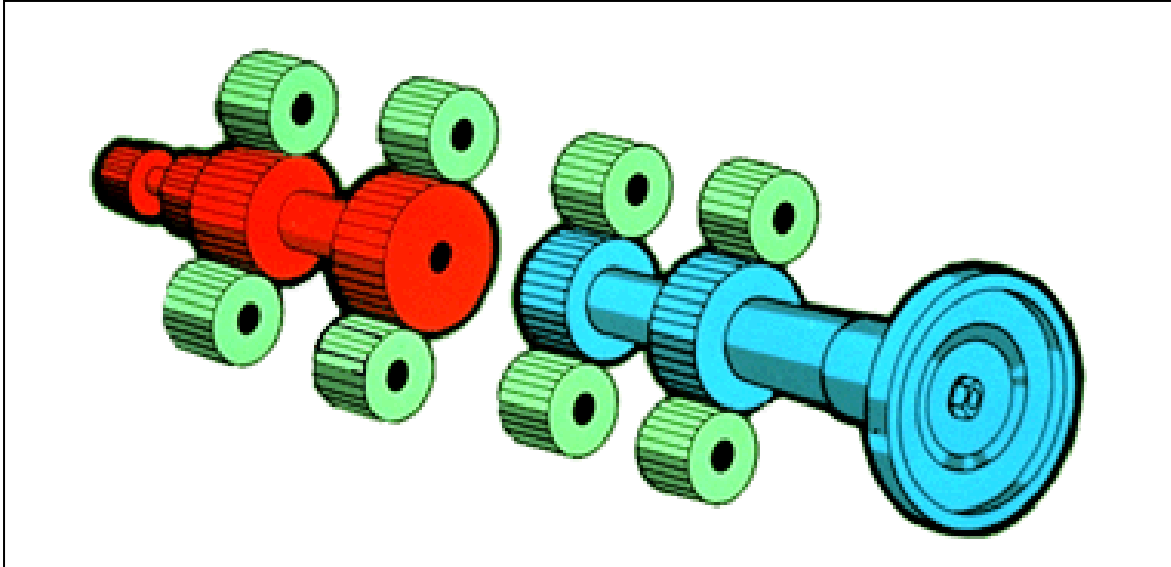


Figura N °54

Si se agregan los Porta Planetarios Frontal, Central y Trasero se tiene:

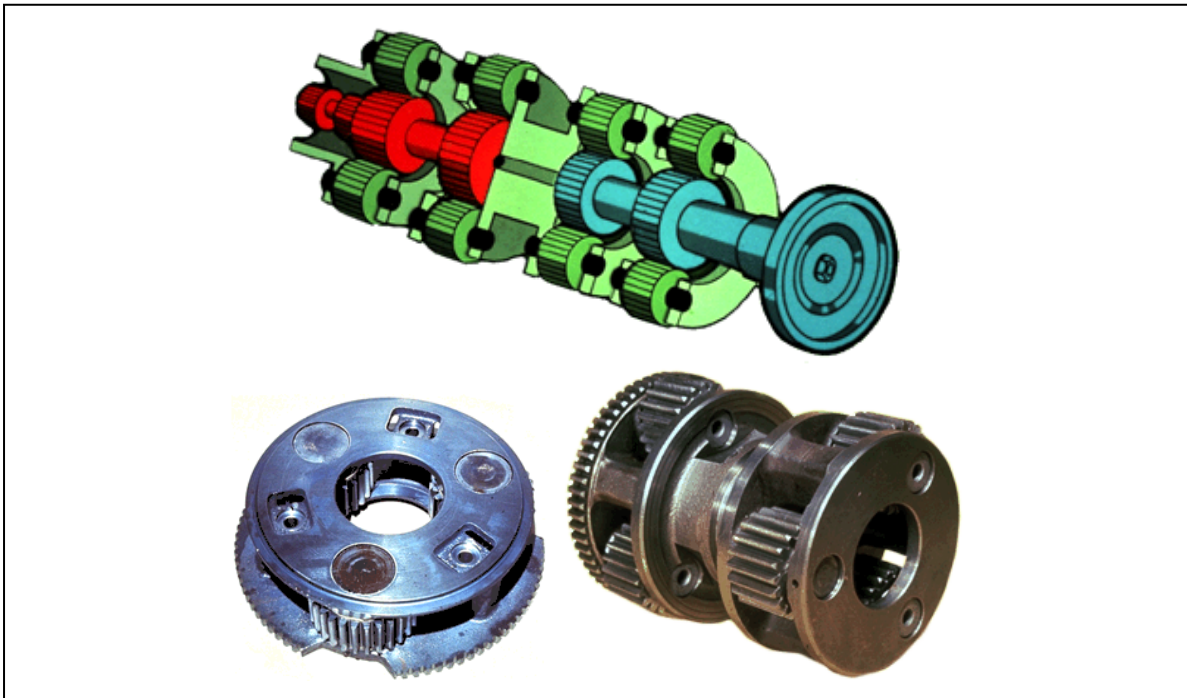


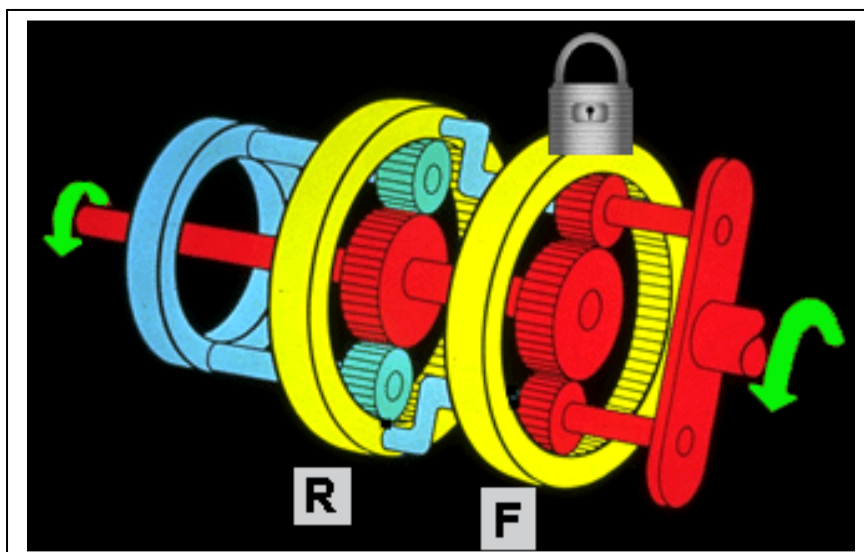
Figura N °55

En la figura N °56, queda establecida la distribución del conjunto de engranajes planetarios provistos para los embragues de dirección (R y F) y para los embragues de Velocidad (1 y 2)

En las figuras consecutivas se hará el análisis del flujo de potencia al detener un miembro particular de cada conjunto de engranajes planetarios.

**Avance
Adelante**

Para el Avance del equipo, se requiere que el miembro impulsor sea el engranaje Solar, del conjunto de engranajes Planetarios de avance y el miembro detenido sea la Corona. Con lo anterior se consigue que el Porta Planetario central gire en el mismo sentido que el engranaje solar pero a una menor velocidad.



Gerencia de Capacitación y Desarrollo

Avance Retroceso

RETROCESO (R)

Para el Retroceso del equipo, se requiere que el miembro impulsor sea el engranaje Solar, del conjunto de engranajes Planetarios de reversa y el miembro detenido sea el Porta Planetario del mismo conjunto. Con lo anterior se consigue que la Corona del conjunto de engranajes Planetarios para Reversa gire en sentido contrario al del impulsor.

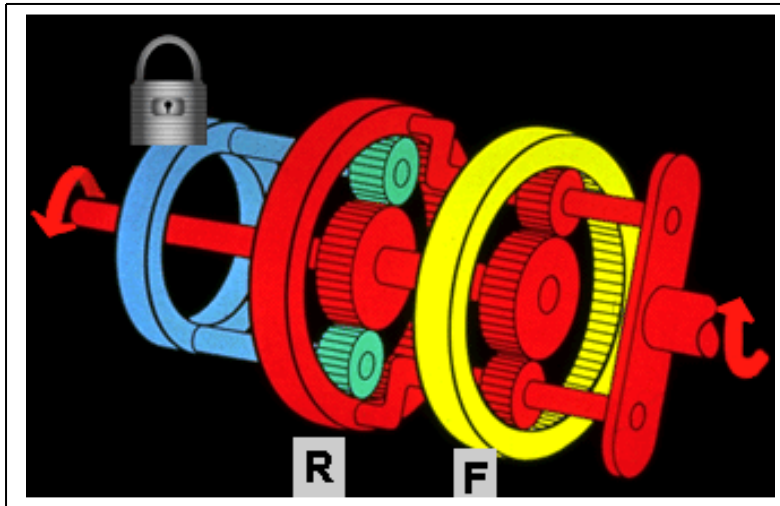


Figura N °58

Segunda Velocidad

2° VELOCIDAD

Para el obtener segunda velocidad ya sea de retroceso o avance, se requiere que el miembro impulsor sea el Porta Planetario Central y el miembro detenido sea la Corona del conjunto de engranajes planetarios para 2° velocidad. Con lo anterior se consigue que el eje de salida gire en el mismo sentido que el impulsor pero a más velocidad.

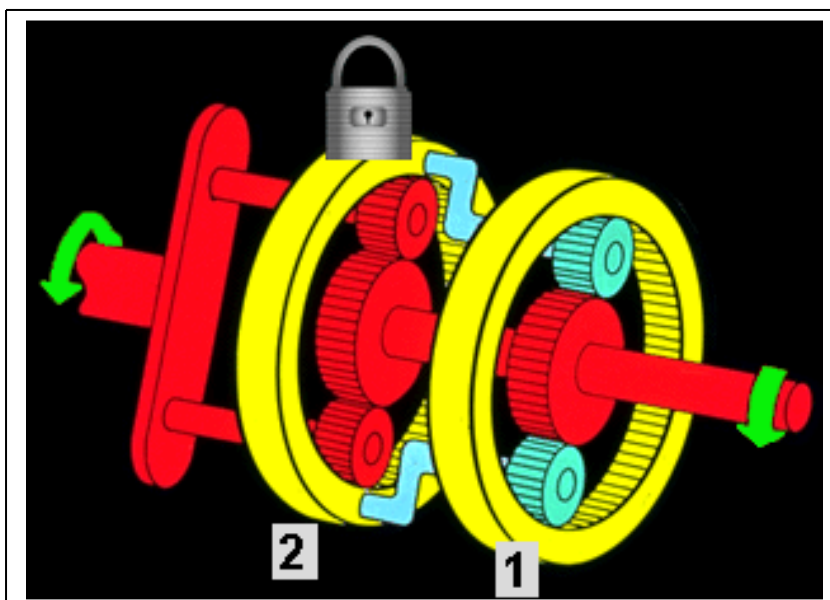


Figura N °59

Primera Velocidad

1° VELOCIDAD

Para obtener primera velocidad ya sea de retroceso o avance, se requiere que el miembro impulsor sea el Porta Planetario Central y el miembro detenido sea la Corona del conjunto de engranajes planetarios para 1° velocidad. Con lo anterior se consigue que el eje de salida gire en el mismo sentido que el impulsor. Sólo la resistencia a la rotación que experimenta el eje de salida permite la transmisión del movimiento.

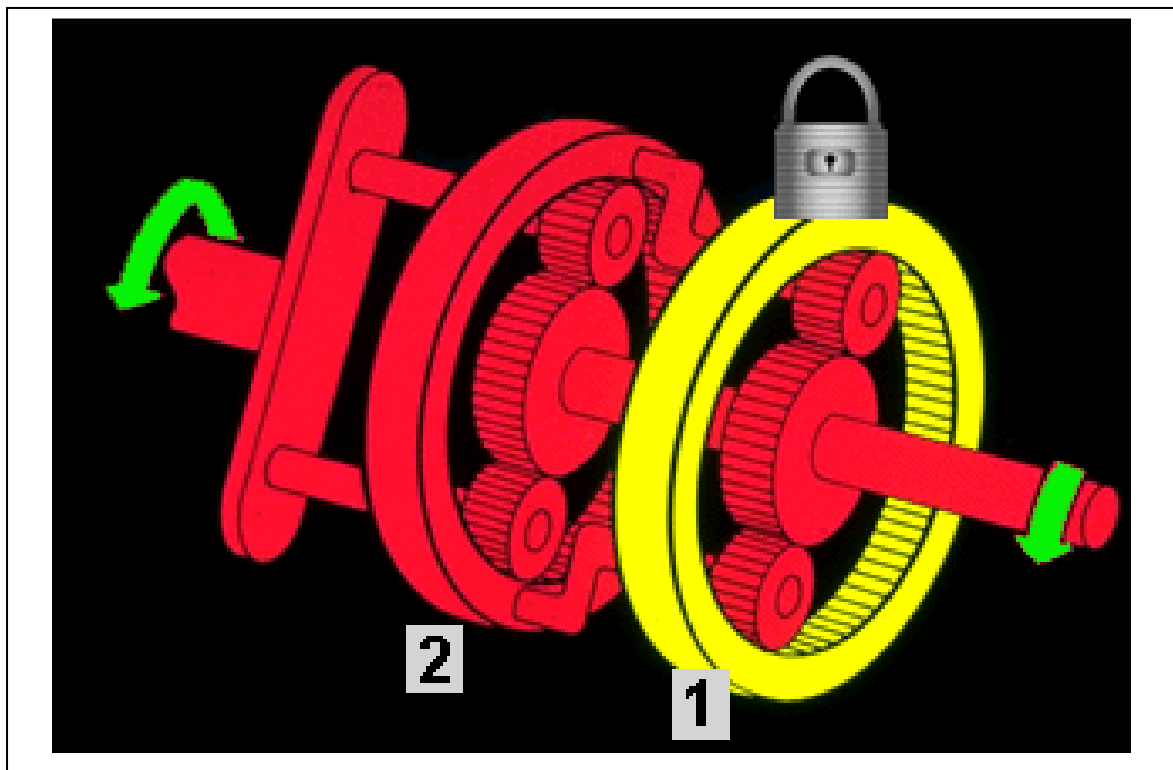


Figura N °60

Finalmente para obtener dirección y velocidad se deben detener a la vez más de un miembro de distintos conjuntos de engranajes planetarios.

1° VELOCIDAD DE AVANCE (1° F)

Corona del conjunto de engranajes planetarios para avance y corona del conjunto de engranajes planetarios para 1° velocidad detenidas.

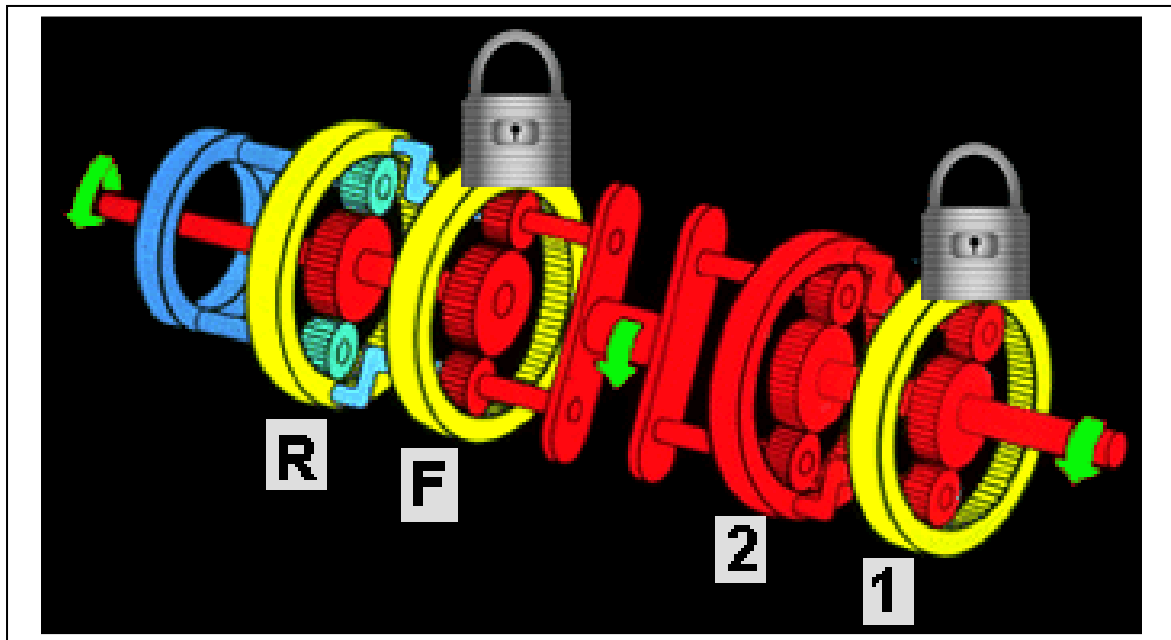


Figura N °61

2° VELOCIDAD DE AVANCE (2° F)

Corona del conjunto de engranajes planetarios para avance y corona del conjunto de engranajes planetarios para 2° velocidad detenidas.

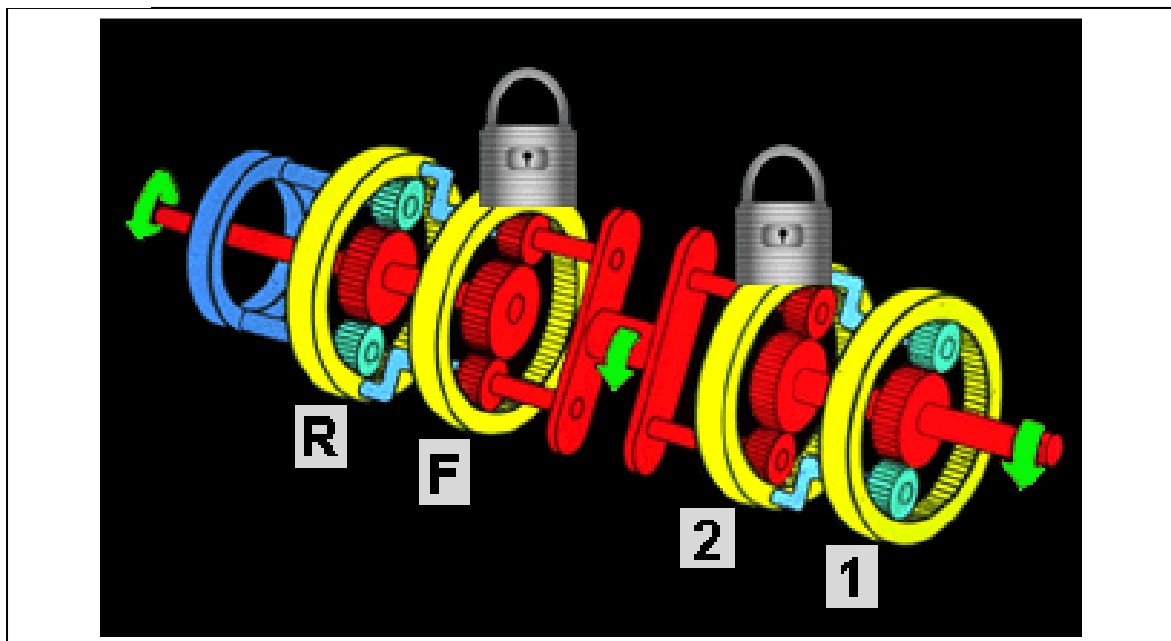


Figura N °62

2° VELOCIDAD DE RETROCESO (2° R)

Porta Planetario frontal y Corona del conjunto de engranajes planetarios para 2° velocidad detenidas.

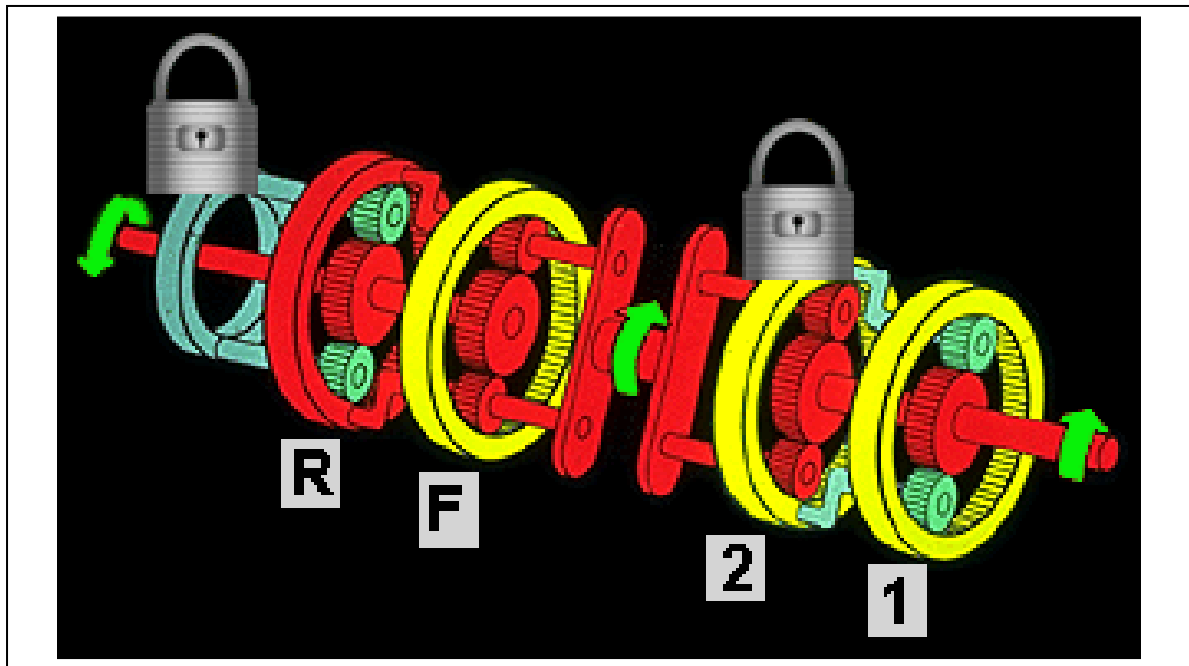


Figura N °63

1° VELOCIDAD DE RETROCESO (1° R)

Porta Planetario frontal y Corona del conjunto de engranajes planetarios para 1° velocidad detenidas.



Figura N °64

Servotransmisión

LECCIÓN 5

EMBRAGUES DE LA SERVOTRANSMISIÓN

El conjunto de embrague para la Servo Transmisión está formado por una distribución de Discos y Platos posicionados alternadamente a demás de un Pistón actuado hidráulicamente. Todo los componentes del conjunto del Embrague se ubican al interior de la caja de embrague.

La acción hidráulica permite que el pistón actúe sobre los discos y platos para que la fricción entre ellos permita detener un determinado miembro del conjunto de engranajes planetario y así obtener el movimiento deseado en el eje de salida de la servo transmisión.

La desaplicación de un embrague en particular se consigue con el alivio del aceite a presión que actúa sobre el pistón del Embrague ayudado por resortes que permiten evitar la fricción entre discos y platos.

La Figura N °65, muestra un típico conjunto de embrague.

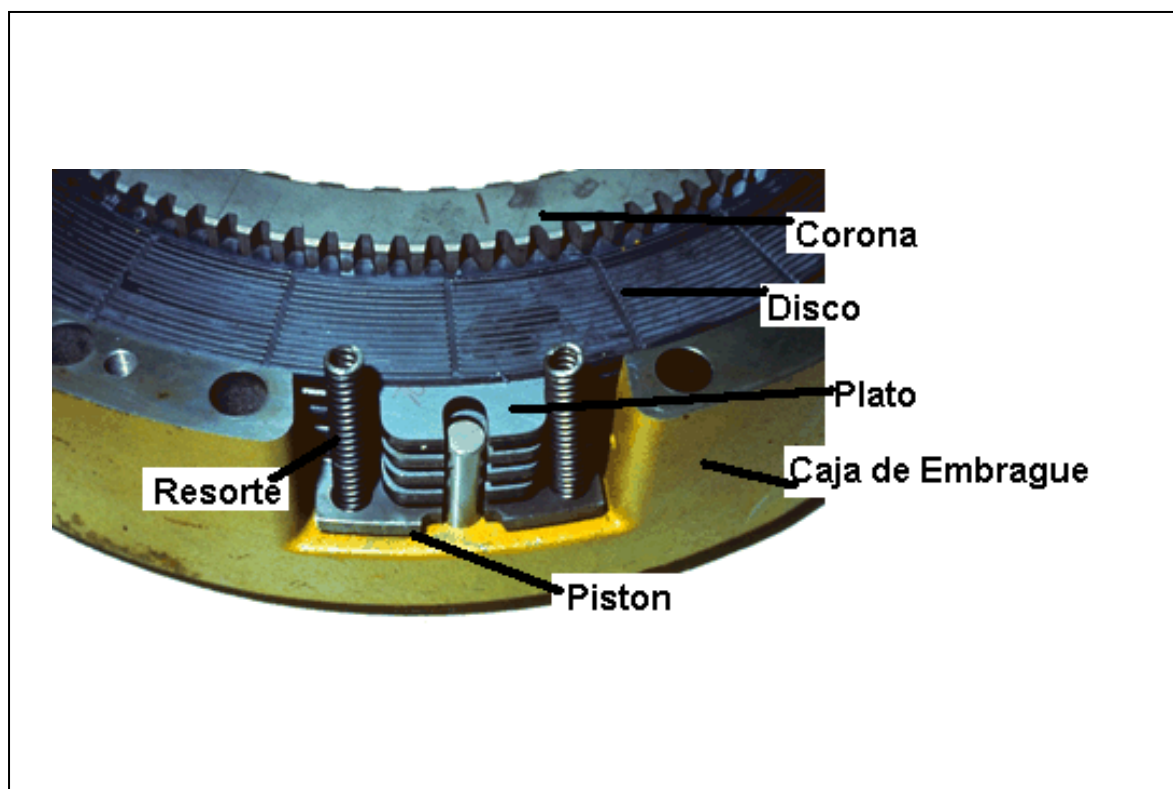


Figura N °65

Los Discos poseen dientes internos que engranan con los dientes externos de la Corona.

Platos y Discos

Los Platos poseen una ranura que sirve de guía para la fijación de los mismos.

La caja del embrague es independiente para cada conjunto de embrague que existe en la transmisión.

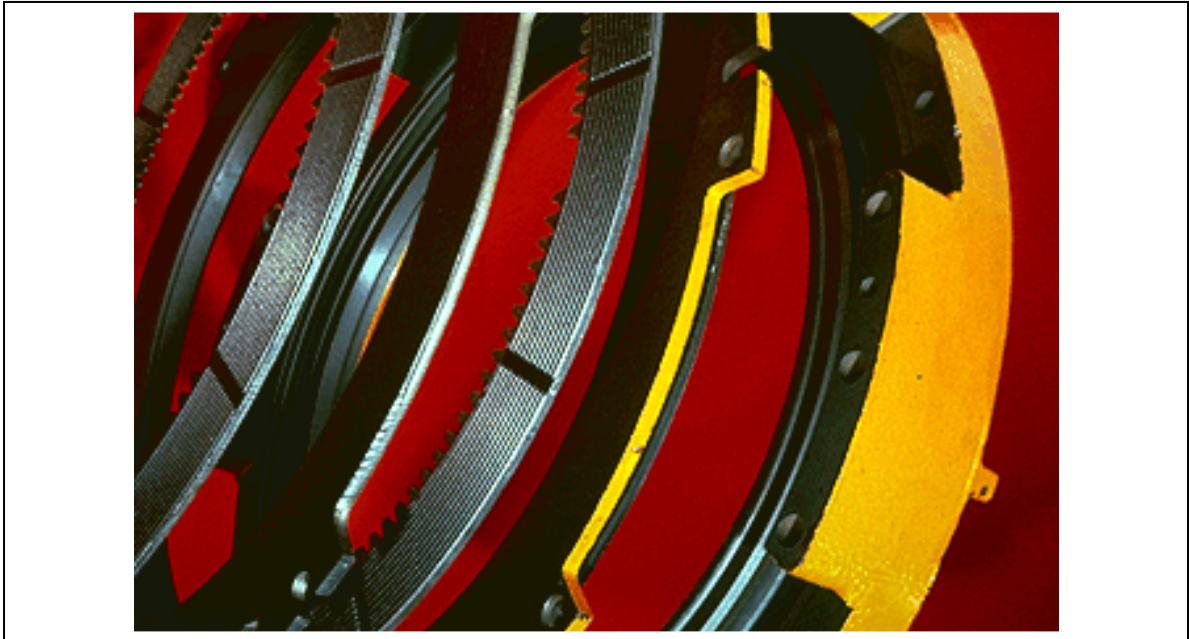


Figura N °66

Los Resortes se ubican entre la caja del embrague y el pistón del embrague
Los resortes mantienen al embrague desenganchado.

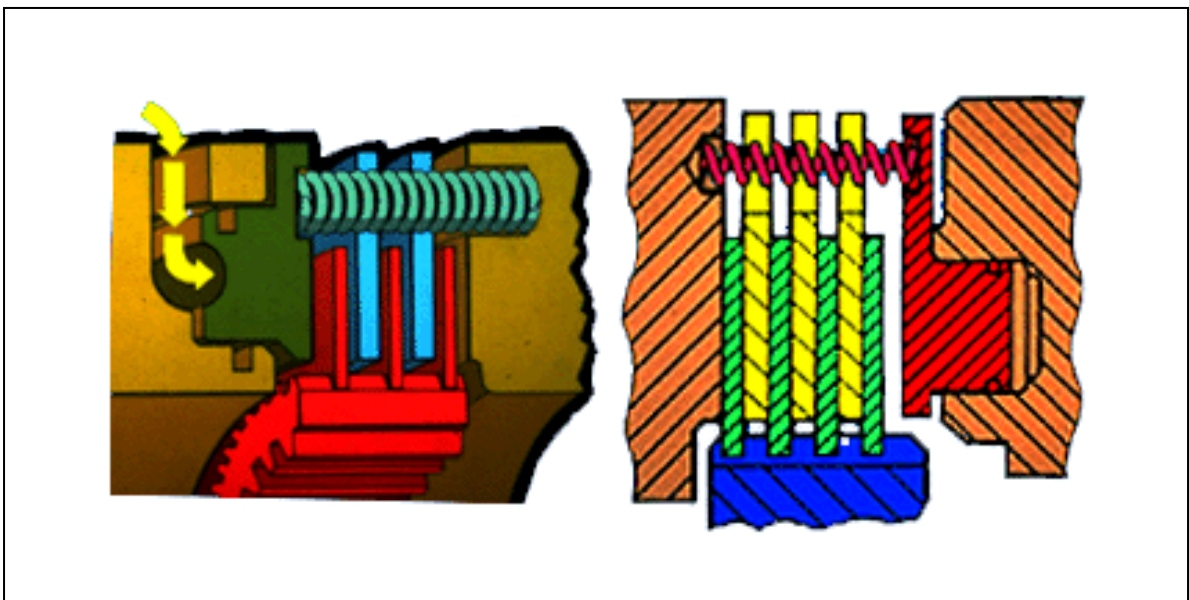


Figura N °67

Transmisión Contraeje

La Figura N °67 muestra el paso para el suministro de aceite hacia el pistón del embrague (imagen de la izquierda) y la acción del resorte para mantener separado discos y platos.

LECCIÓN 6

SERVOTRANSMISION DE CONTRAEJE

Las Servo Transmisiones de Contra eje se caracterizan por poseer menos piezas y menos peso en comparación a la Servo Transmisión de engranajes Planetario

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

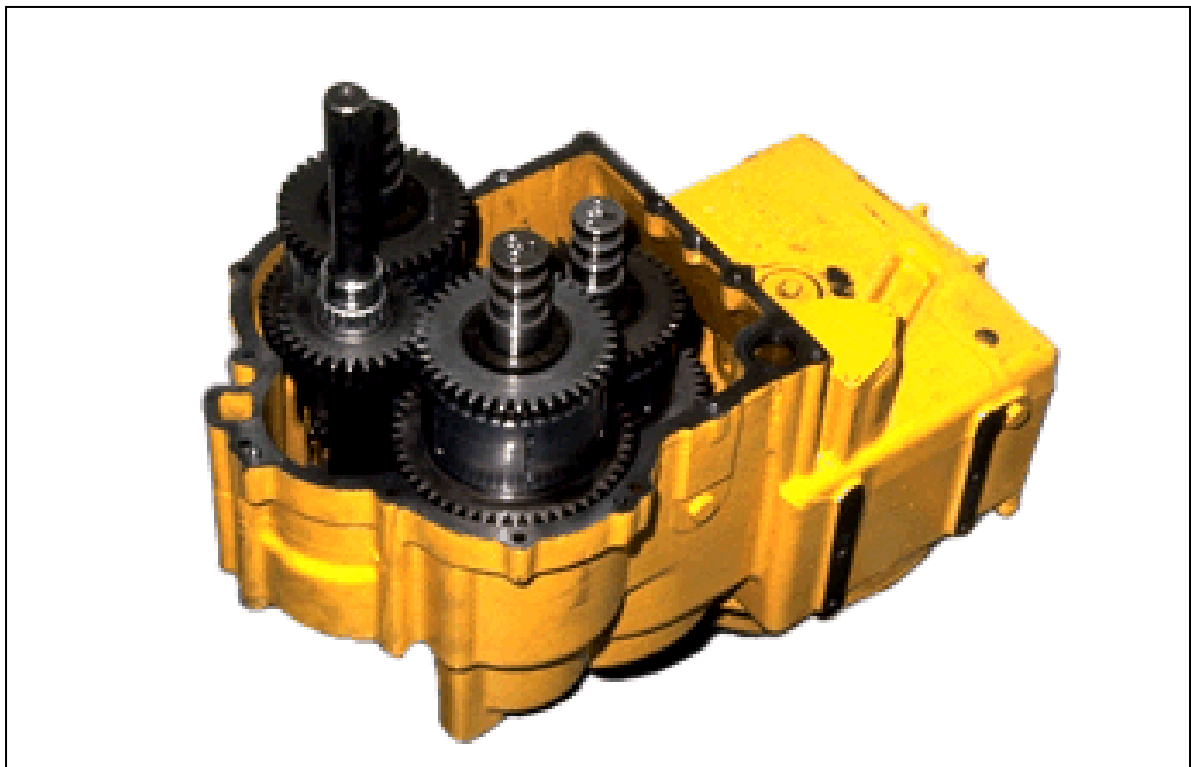


Figura N °68

Principio de Funcionamiento

La transmisión de Contra Eje posee engranajes rectos de engrane constante.
Los cambios de dirección y velocidad se logran enganchando varios conjuntos de embragues.
Existe una bomba de engranajes de desplazamiento positivo para todo el sistema hidráulico de la transmisión que está engranada al convertidor de par.

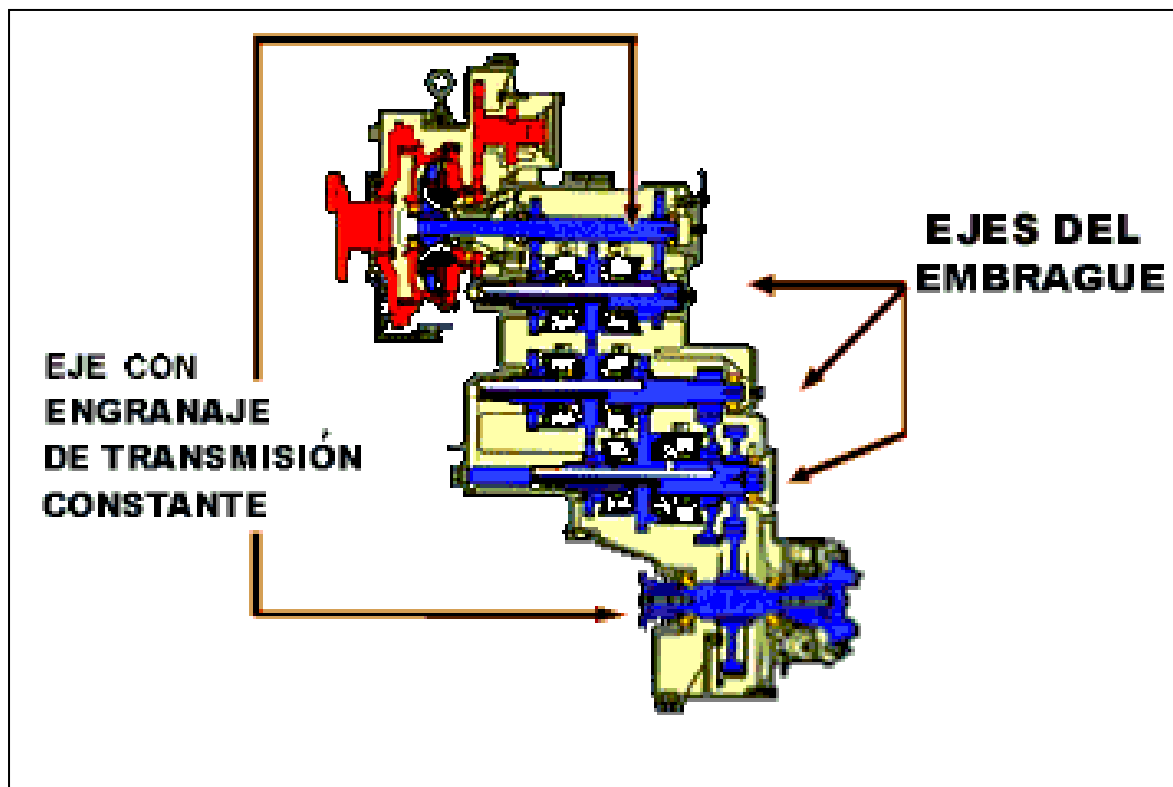


Figura N °69

La Figura N °69 muestra los ejes con engranajes de transmisión constante y los ejes de Embrague

El eje es el que sostiene a los engranajes dentro de la transmisión.
El número de ejes está determinado por el modelo de la máquina

Los embragues se engancha por presión y se desengancha por resorte.
Los embrague proporcionan la adecuada reducción de velocidad y dirección al eje de salida de la transmisión

En cada eje de embrague existen tres perforaciones.
Una para lubricación y enfriamiento de embragues
Dos para suministrar presión al pistón del embrague

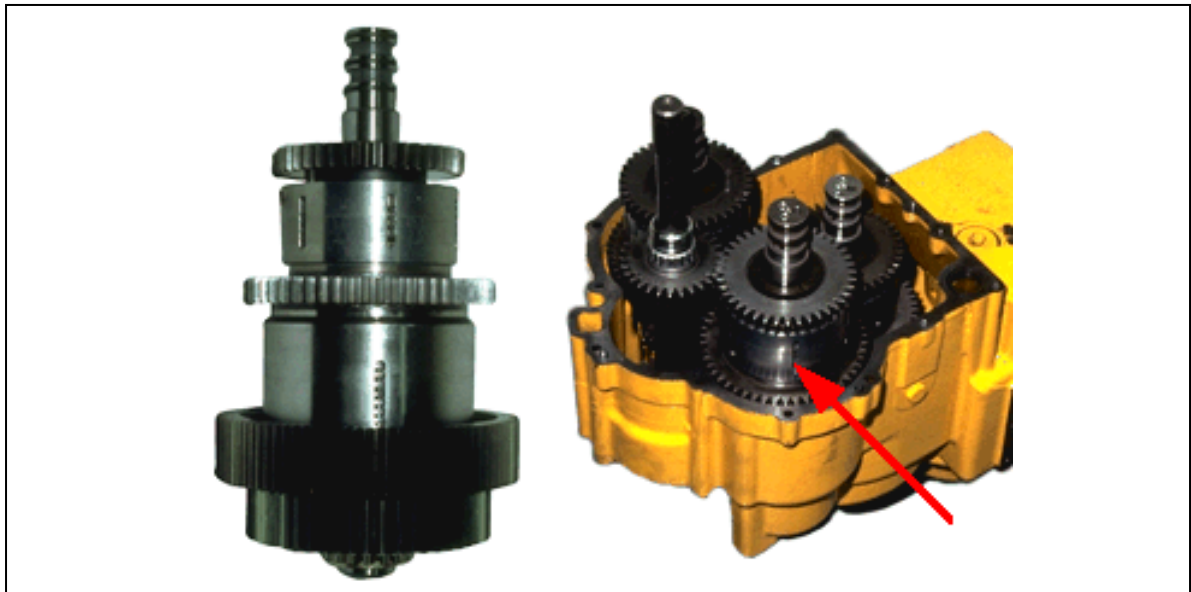


Figura N °70

Embragues

EMBRAGUES

La Figura N °71 muestra los componentes del embrague de la Servo Transmisión de Contra Eje

Estos son:

1-.Pistón de embrague (Con sello interno y externo)

2-.Discos y platos

Los platos poseen estrías externas que se engranan a las estrías internas de la caja del embrague

Los platos giran junto a la caja del embrague

Los discos tienen dientes internos que se engranan a los dientes externos de la masa (3)

3-.La masa posee en su extremo estrías en donde engrana el engranaje de salida (4)

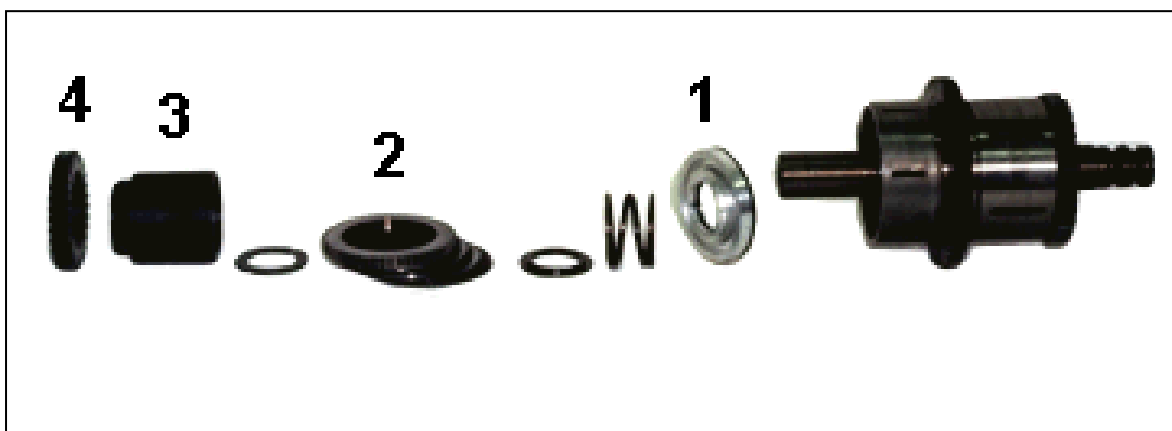


Figura N °71

Flujo de Potencia

LECCIÓN 7

FLUJO DE POTENCIA EN LA SERVOTRASMISION DE CONTRAEJE

FLUJO DE POTENCIA EN LA TRANSMISION EN NEUTRAL

El flujo de potencia a través de la transmisión en neutral es mostrado en la Figura N °71

La potencia proveniente del Convertidor es transferida a la transmisión a través del conjunto del eje de entrada de la transmisión.

Debido a que los embragues de retroceso o de avance no están enganchados, no hay transferencia de Potencia desde el conjunto del eje de entrada a ningún conjunto de contra eje o eje de salida.

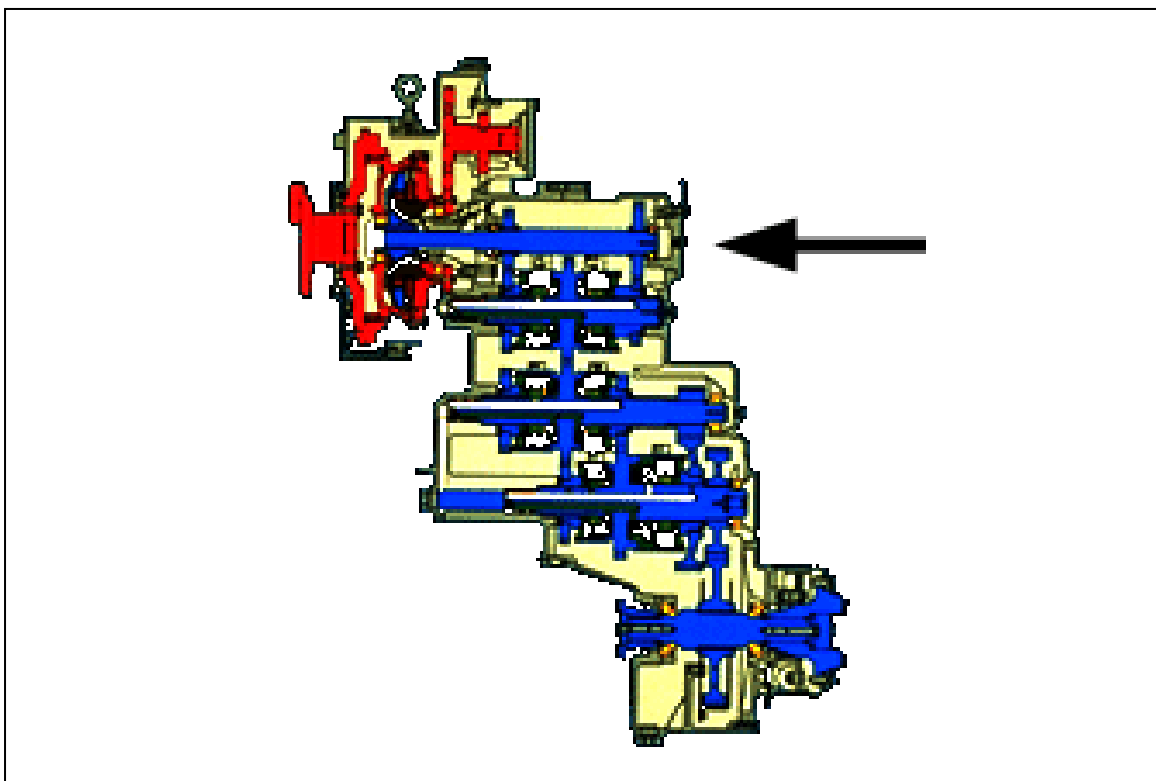


Figura N °72

1° EN AVANCE

Primera Avance

La Figura N °73, muestra el flujo de potencia para 1° en avance.

Con el embrague de avance enganchado, la potencia se transmite desde un engranaje en el eje de entrada a un engranaje en el eje de baja /alta de avance.

El engranaje en el eje de baja / alta de avance impulsa un engranaje en el eje de retroceso/ segunda. La potencia se transmite desde un engranaje en el eje de retroceso/ segunda a un engranaje en el eje de tercera /primera.

Cuando el embrague del engranaje de 1° está enganchado, la potencia se transfiere desde el engranaje al eje. El engranaje en el eje de tercera /primera transfiere potencia al engranaje en el eje de salida.

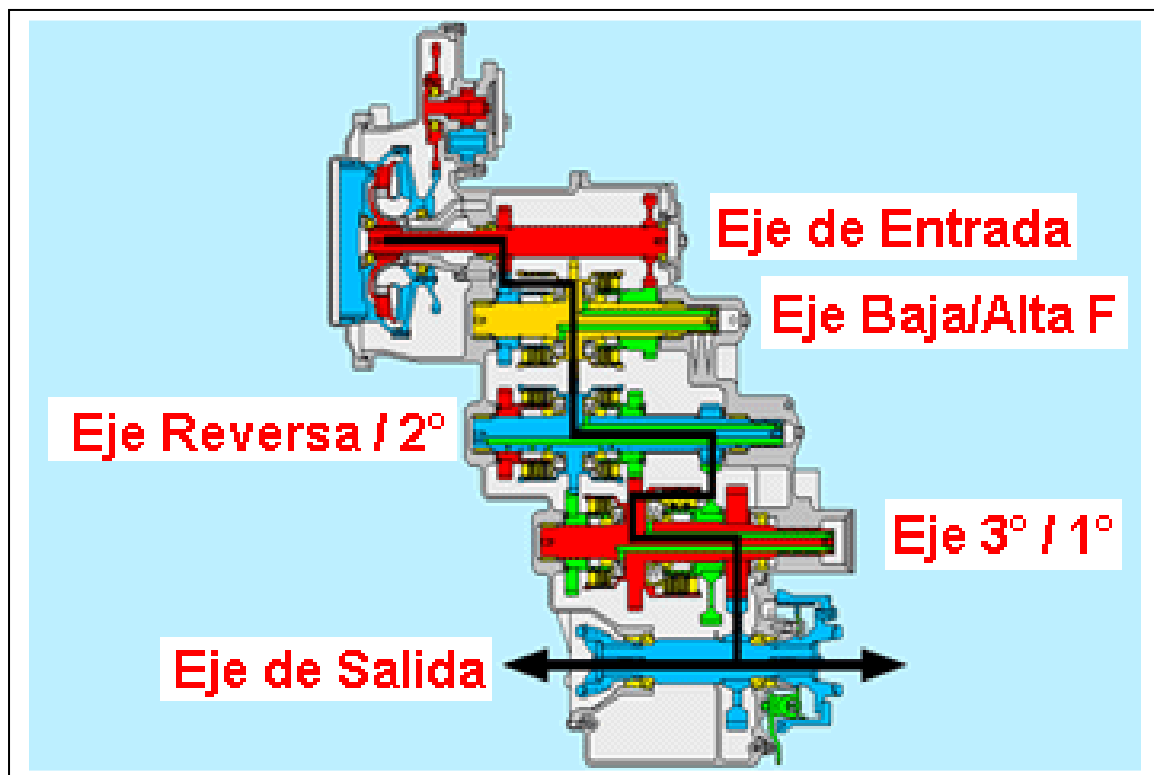


Figura N °73

Segundo Retroceso

2° EN RETROCESO

La Figura N °74, muestra el flujo de potencia para 2° En Retroceso. Con el embrague de retroceso enganchado, la potencia se transmite desde el engranaje en el eje de entrada al engranaje de retroceso/ segunda. Cuando el embrague del engranaje de segunda esta enganchado, la potencia fluye desde el eje de retroceso/ segunda a un engranaje que está engranado a otro engranaje en el eje de tercera/ primera. Esto transmite potencia a un engranaje que está engranado con otro engranaje en el eje de salida el cual hace girar al eje.

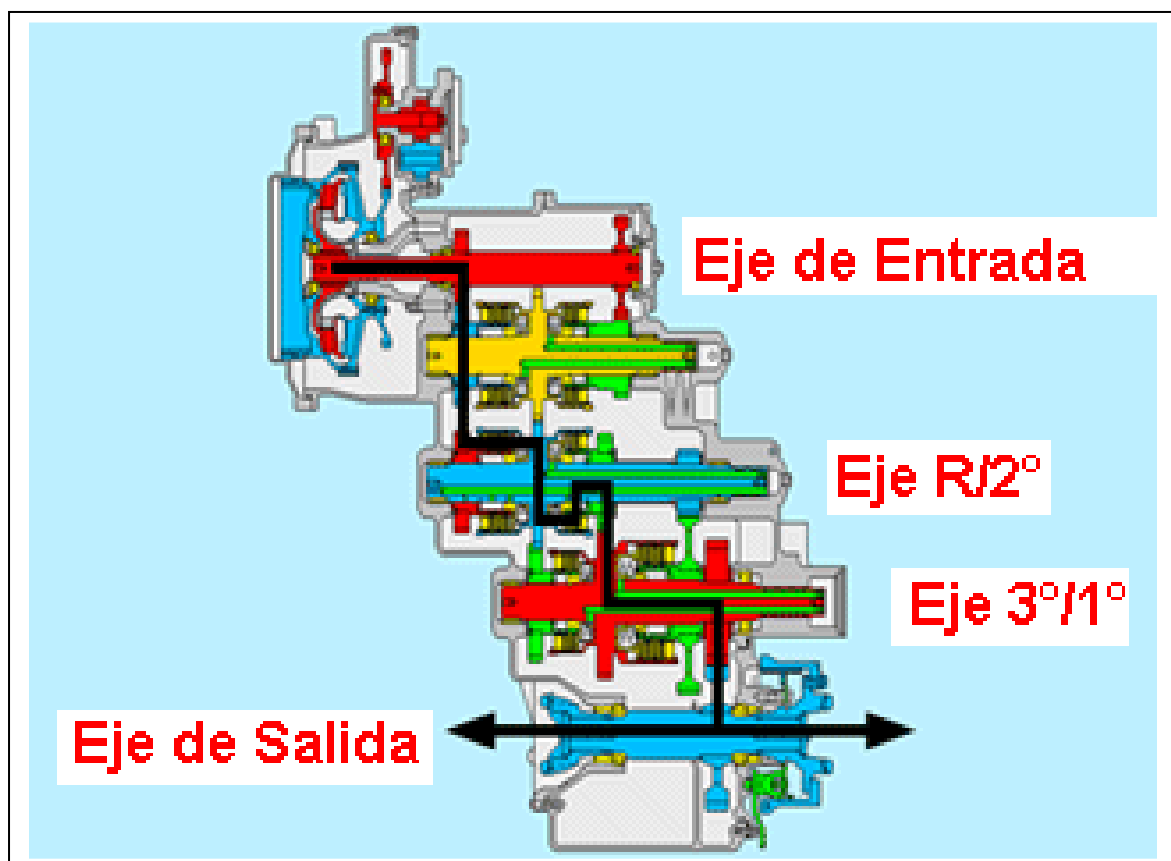


Figura N °74

APLICACIÓN DE LAS SERVOTRANSMISIONES A LOS EQUIPOS CATERPILLAR

Aplicación

La Siguiete es un listado de diferentes equipos Caterpillar y el tipo de transmisión que utilizan.

- Tractores de Cadena Poseen Servo transmisión planetaria con 3F y 3R.
- Cargadores de rueda Poseen Servo transmisión planetaria o Servo transmisión de contra eje con 3 o 4F y con 3 o 4 R.



- Camiones de Obras Servo transmisión planetaria con 5 a 7F y 1R
- Moto traíllas Servo transmisión planetaria con 8F y 1R
- Retroexcavadoras Servo transmisión de contra eje con 4F y 4R
- Tractores Challenger Servo transmisión planetaria con 16F y 3R

Objetivos del Módulo

MODULO N °5

OBJETIVOS DEL MODULO

Conocer los grupos que conforman el diferencial y los ejes para equipos sobre ruedas

Conocer la operación de los diferentes conjuntos del eje y diferencial

Conocer la importancia del mando final en los equipos Caterpillar

LECCIÓN 1

DIFERENCIAL Y EJES

GRUPO DE EJE

Las funciones del grupo del eje son:

- Contener al conjunto de los frenos de servicio y de parqueo
- Entregar equilibrio de potencia a las ruedas durante los giros
- Realizar la última reducción de velocidad en los mandos finales, multiplicando el torque entregado a las ruedas.

La figura N °75, muestra los grupos o conjuntos que se encuentran en el grupo del eje de un cargador frontal.

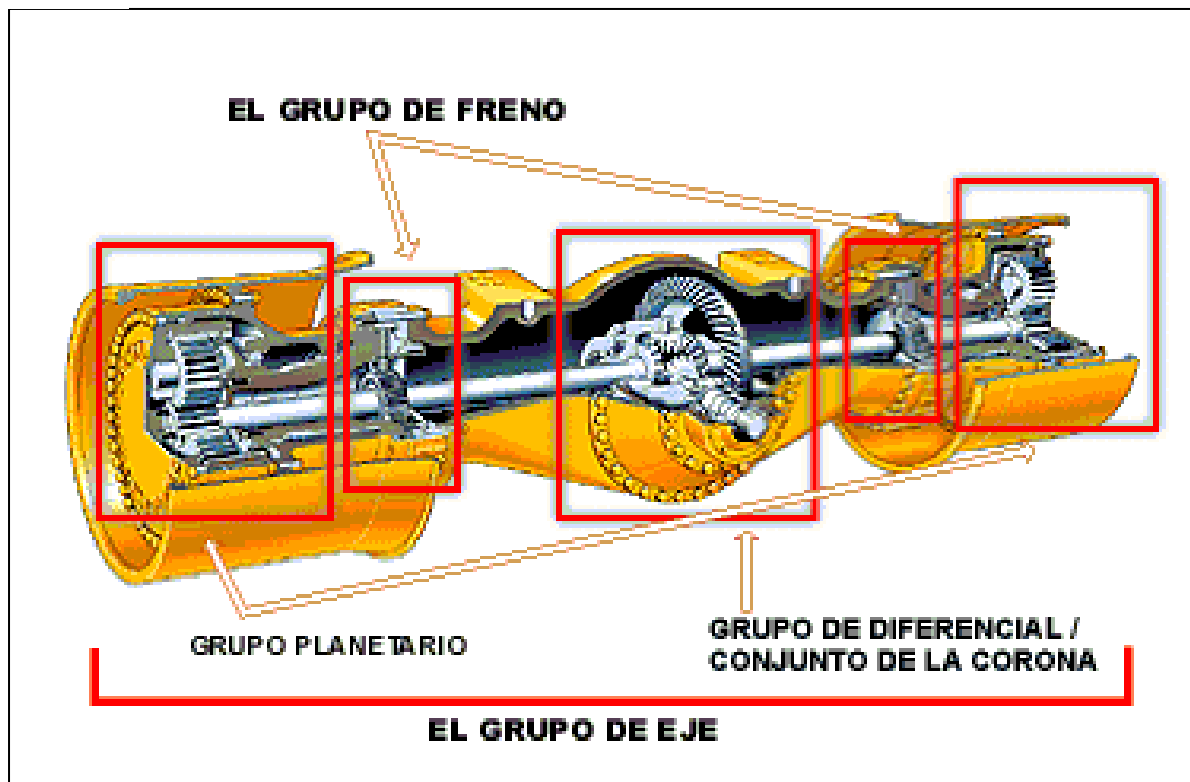


Figura N °75

LECCIÓN 2

GRUPO DEL DIFERENCIAL

Grupo Diferencial

El piñón de ataque recibe potencia desde el eje de entrada y se conecta con la corona a 90°.

La corona a su vez, está conectada a la caja del diferencial la cual contiene a la cruceta, engranajes satélites y engranajes laterales o de salida que transmiten movimiento a los ejes, mandos finales y ruedas.

Los componentes del Grupo del Diferencial y su ubicación quedan especificados en la Figura N °76.

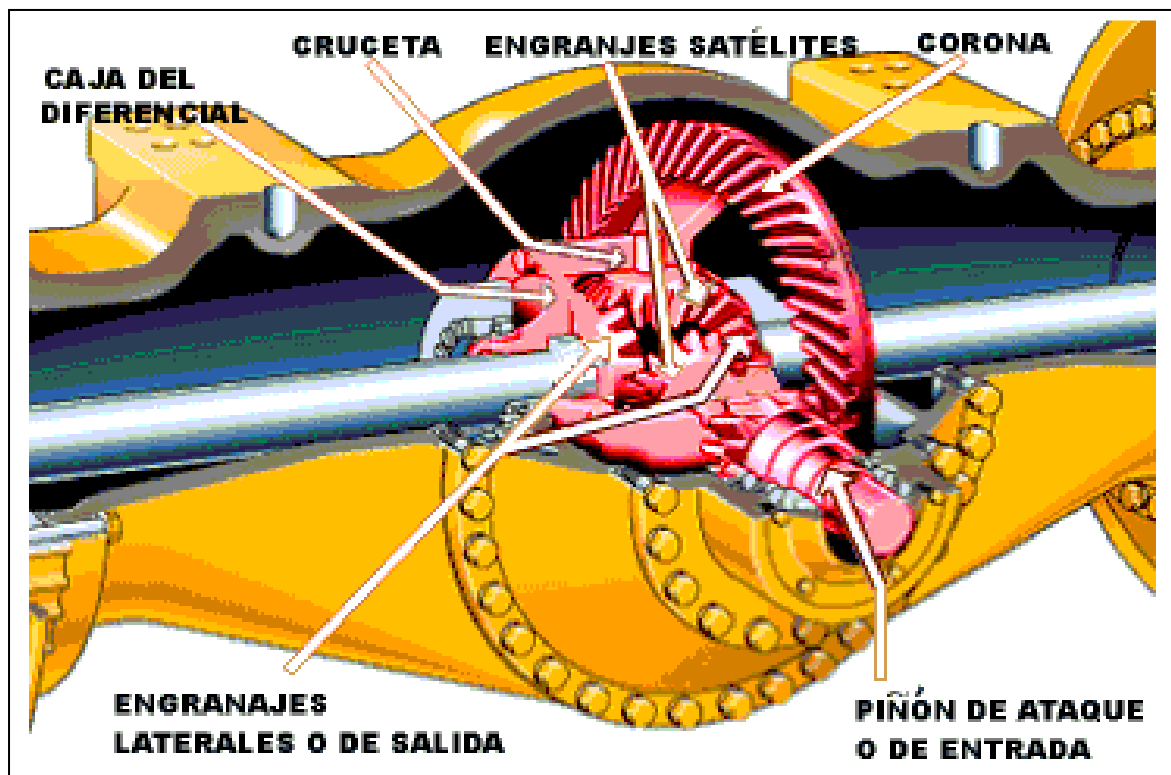


Figura N °76

Conjunto Corona

CONJUNTO DE LA CORONA

El conjunto de la Corona se muestra en la Figura N °77 y consta del piñón de ataque o de entrada y de la corona.

El piñón de ataque hace girar a la corona, la corona debido a su diámetro gira a menor velocidad que el piñón de ataque.

El piñón de ataque se apoya en cojinetes cónicos ubicados en la caja del piñón.

La corona está apernada a la caja del diferencial y la hace girar para la transmisión de potencia.

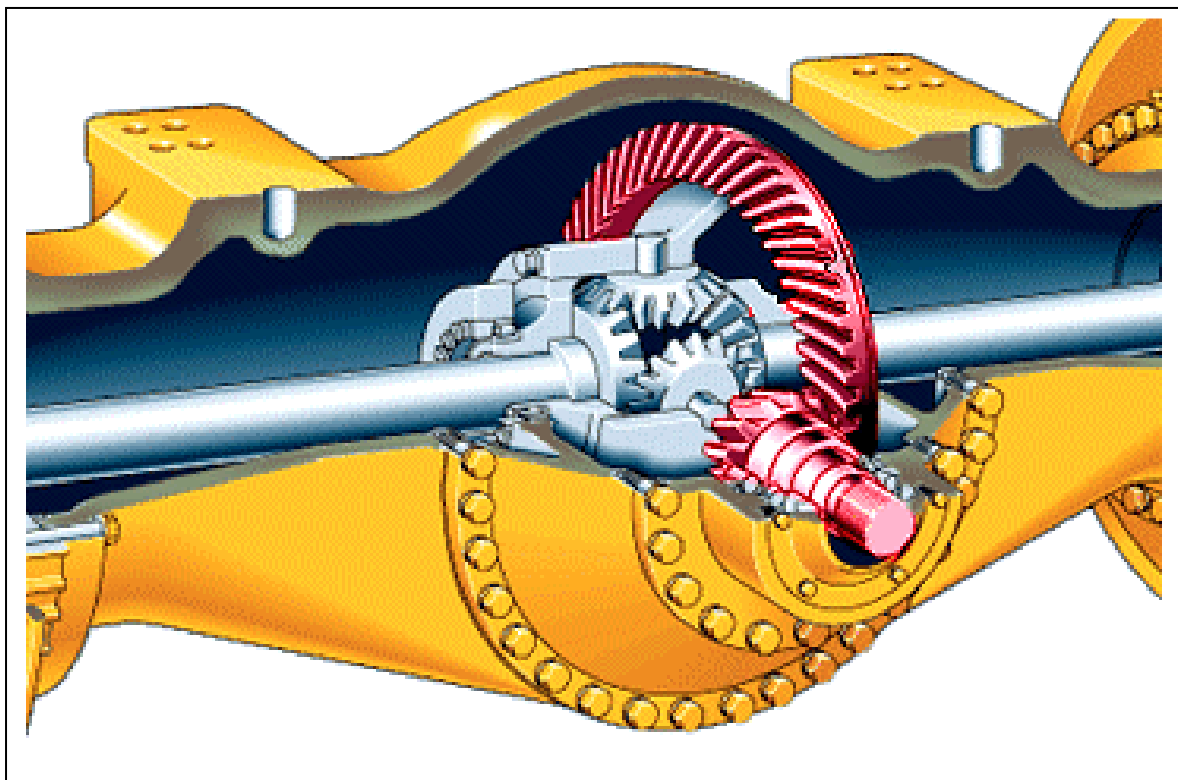


Figura N °77

Partes del Diferencial

JUEGO DEL DIFERENCIAL

El Juego del Diferencial, Figura N °78, entrega potencia equilibrada a los mandos finales para transferirla a las ruedas.

Los componentes son:

- Caja del diferencial
- Engranajes satélites
- Engranajes laterales
- Cruceta

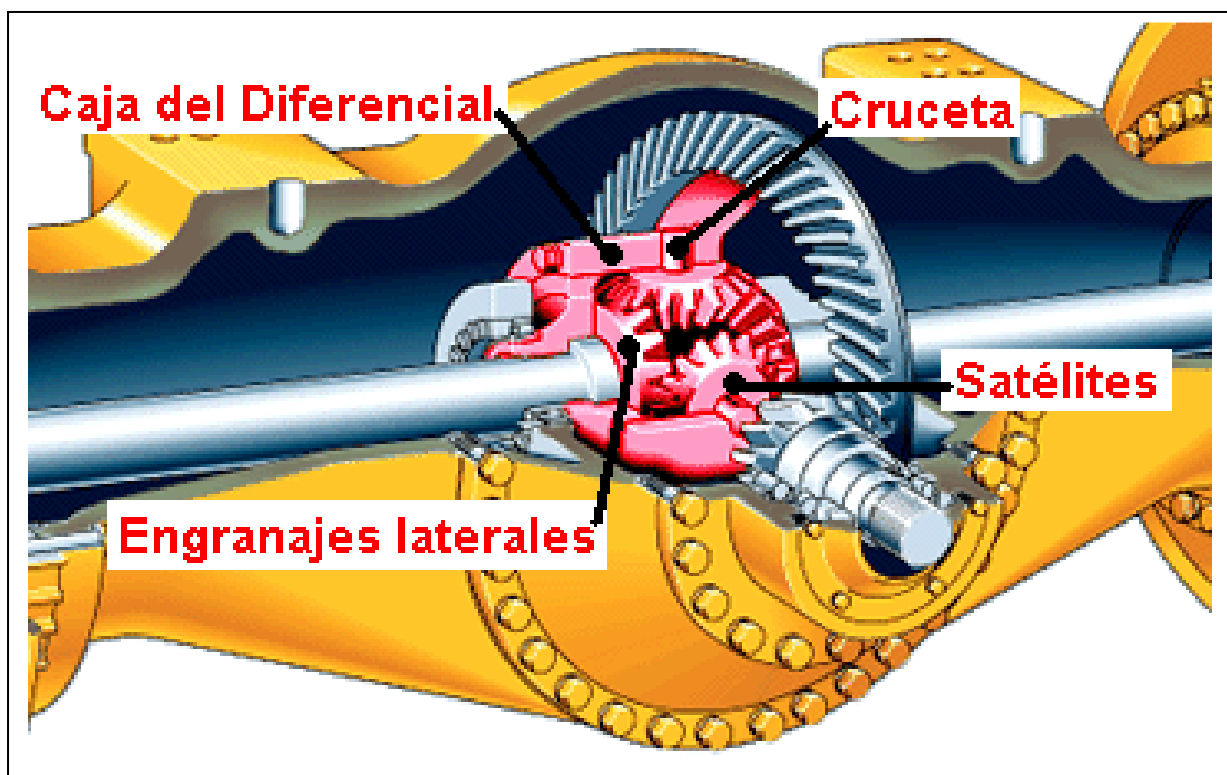


Figura N °78

Engranajes Satélites

ENGRANAJES SATELITES

Los Engranajes Satélites, Figura N °79, están montados en el eje de la cruceta y transmiten potencia desde la caja del diferencial a los engranajes laterales y desde estos a los ejes laterales o Pallieres

Los Engranajes Satélites permanecen inmóviles mientras la máquina se mueva en línea recta. Los Engranajes Satélites rotan en el eje de la cruceta y se traslada a través de los engranajes laterales cuando se produce un giro o cuando patinan las ruedas.

Cuando la máquina efectúa un giro Engranajes Satélites dan vueltas en torno a los engranajes laterales para que las ruedas puedan girar a distinta velocidad.

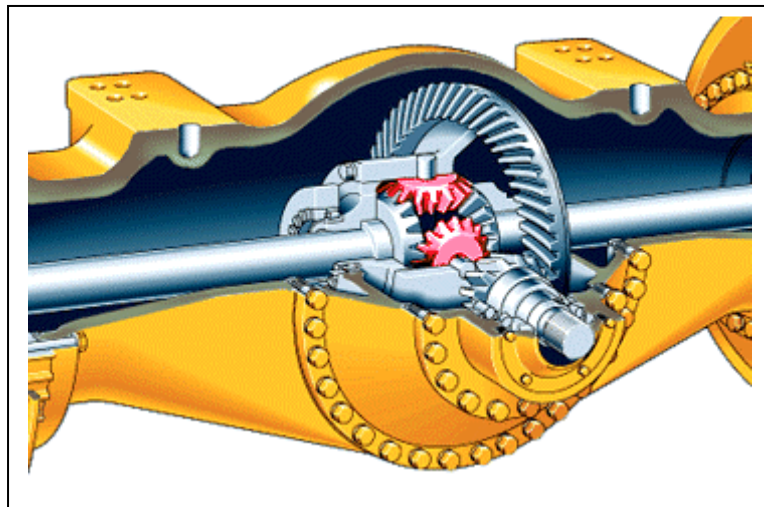


Figura N °79

CRUCETA

La cruceta es impulsada por la caja del diferencial y sirve de montaje a los piñones diferenciales

Cruceta

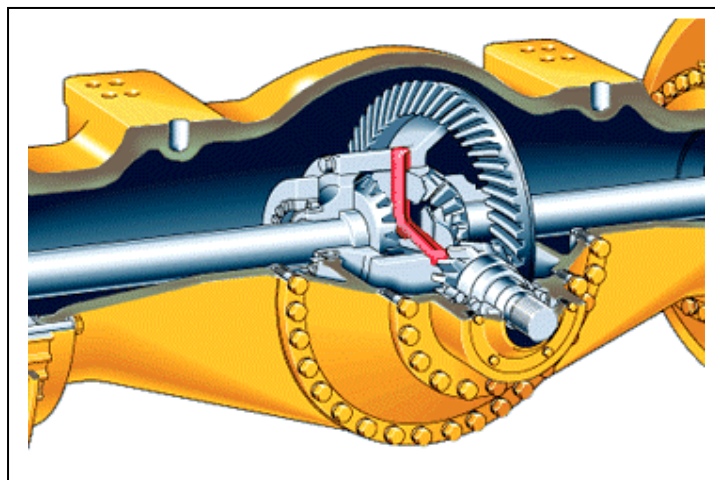


Figura N °80

LECCIÓN 3

GRUPO DEL EJE

Grupo Eje

El grupo del eje está compuesto por la caja del eje, los semiejes o pallieres y los cojinetes

Los semiejes transmiten potencia a los mandos finales

La caja y cojinetes son los que soportan el peso de la máquina

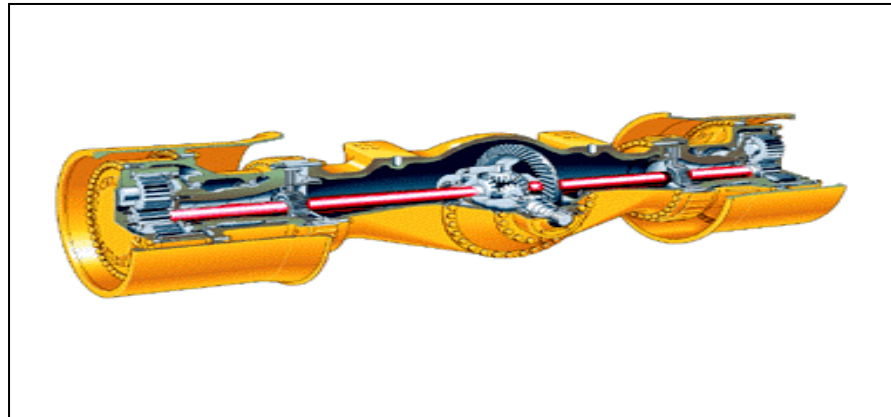


Figura N °81

GRUPO DE FRENO-APLICACIÓN PARA CARGADORES

La aplicación de los frenos de semiejes es por acción hidráulica y la desaplicación es por medio de resortes.

Los componentes principales son:

Pistones

Discos

Platos

Resortes

Anclaje de freno

Masa de freno también llamada solar

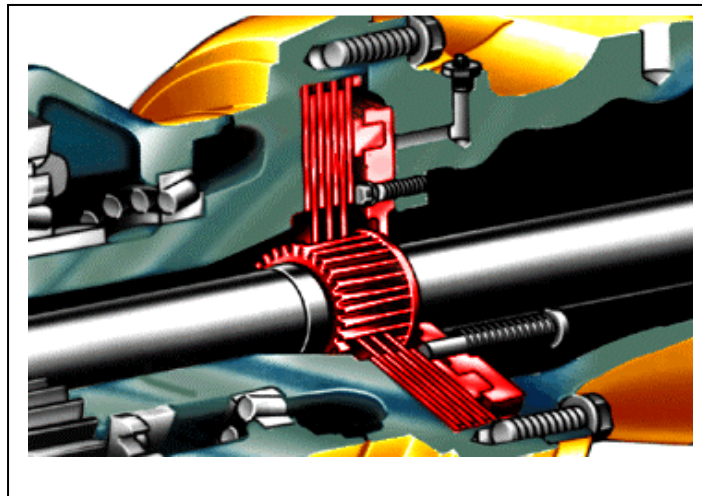


Figura N °82

GRUPO DE FRENO-APLICACIÓN PARA CAMIONES

Se empalman en estrías a las ruedas y giran a la velocidad de los neumáticos

Los frenos de servicio de velocidad de las ruedas se aplican hidráulicamente y se desaplican por resortes.

Los frenos de parqueo de las ruedas se desaplican hidráulicamente y se aplican por resortes

Los componentes principales son:

- Discos platos
- Pistón de Servicio y Parqueo
- Resortes y pasadores

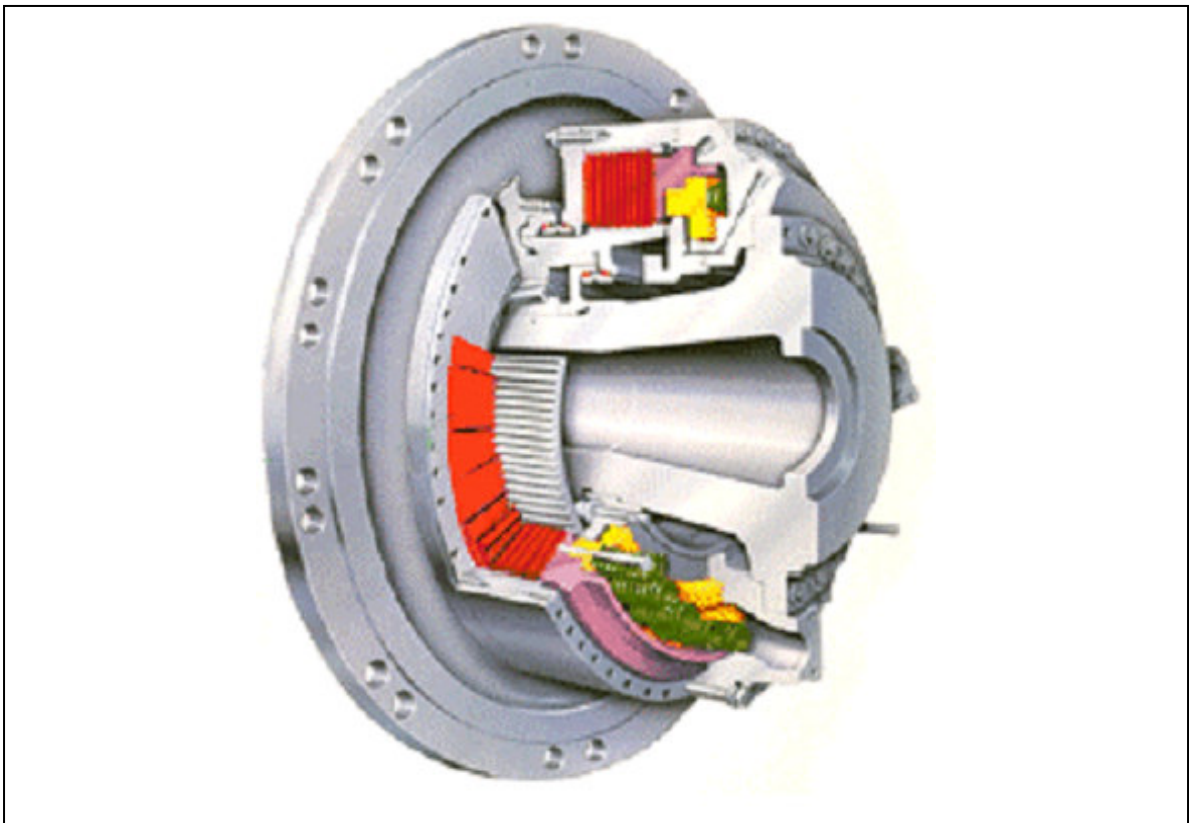


Figura N °83

LECCIÓN 4

GRUPO PLANETARIO-MANDO FINAL

Mando Final

El grupo planetario, Figura N °84 proporciona la última reducción de velocidad y aumento de torque en la rueda.

Puede ser de reducción simple o doble

Consiste de:

Corona	Porta planetario
Engranajes planetarios	Engranaje Solar

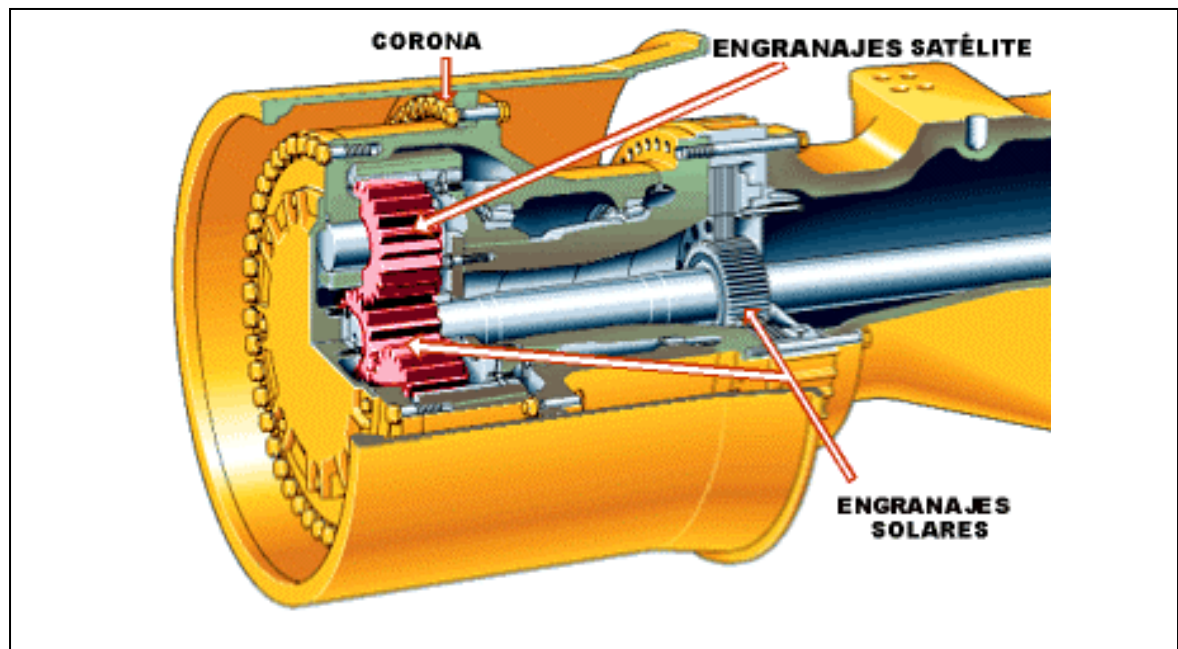


Figura N °84



En la primera reducción el engranaje Solar es el miembro impulsor y el miembro impulsado es el Porta Planetario el que está conectado al engranaje Solar de la segunda reducción, el que pasa a ser el miembro impulsor para la segunda reducción y el miembro impulsado es el Porta Planetario, el que está apernado a la rueda trasera.

En ambos casos, la velocidad se ha reducido pero se ha incrementado el torque a las ruedas.

Objetivos del Módulo

MODULO N °6

OBJETIVOS DEL MODULO

Conocer la función de componentes del tren de potencia de máquinas sobre cadenas
Conocer el flujo de potencia que se realiza en la operación de equipos sobre cadenas

LECCIÓN 1

TREN DE FUERZA PARA TRACTORES DE CADENAS

Este módulo basa su análisis del tren de fuerza de equipos sobre cadena comenzando desde el conjunto del diferencial hasta el mando final.
La Figura N °86 muestra los componentes principales del tren de fuerza para tractores de cadenas, ellos son:

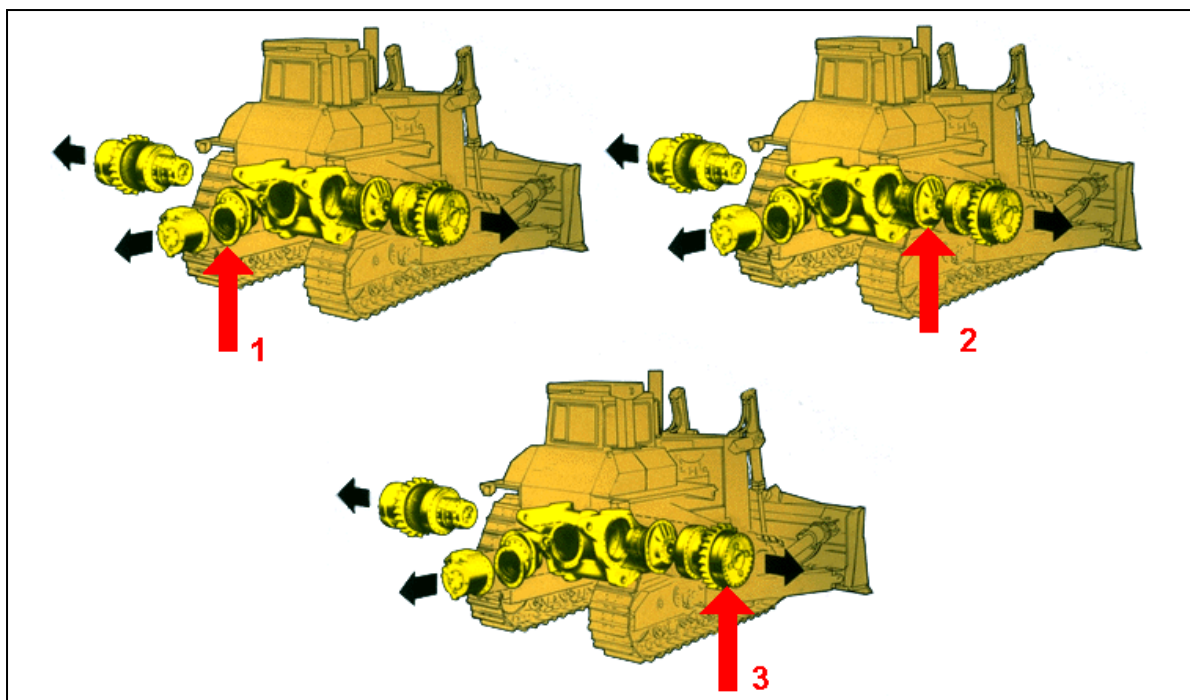


Figura N °86

Conjunto de piñón diferencial y corona.

El piñón diferencial está conectado a 90° con la corona transmitiendo la potencia a los frenos y a los embragues de dirección.

Embrague de dirección y freno son unidades de discos múltiples enfriadas por aceite que transmiten potencia desde la corona a los mandos finales.

Los frenos y embragues de dirección están contenidos en un solo conjunto y proporcionan frenado y dirección al equipo trabajando en conjunto.

Tranmisión de Potencia

Mando final: Constituido por uno o más conjunto de engranajes planetarios, reducción final de velocidad que transfiere potencia a la cadena.

LECCIÓN 2

TRANSMISIÓN DE POTENCIA

La potencia se transmite desde el eje de salida de la transmisión hasta los engranajes de transferencia. Desde los engranajes de transferencia, la potencia es transferida al juego de la corona a través del piñón diferencial, (figura N °87). Esta potencia es transmitida a través de los semiejes a los embragues de dirección y freno.

La máquina de cadena es direccionada haciendo que una cadena gire más rápido que la otra, es decir se interrumpe el flujo de potencia a una cadena.

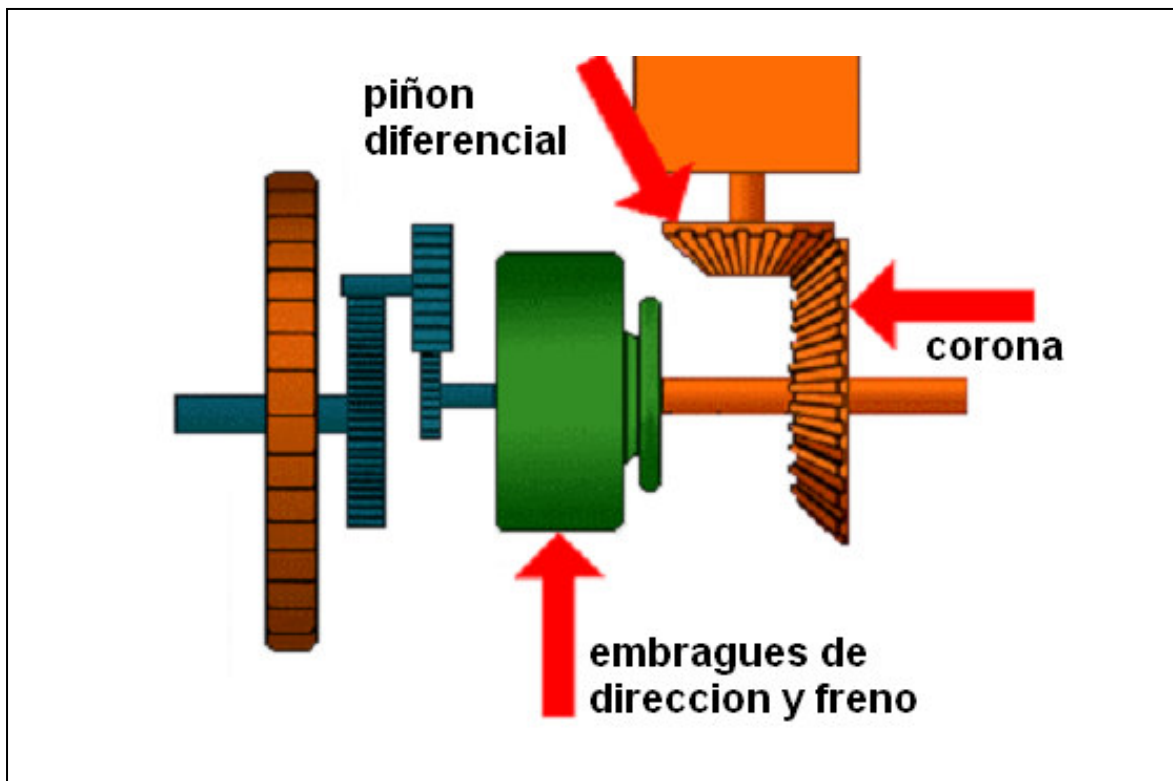


Figura N °87

85

SEMI EJE INTERIOR Y SEMI EJE EXTERIOR

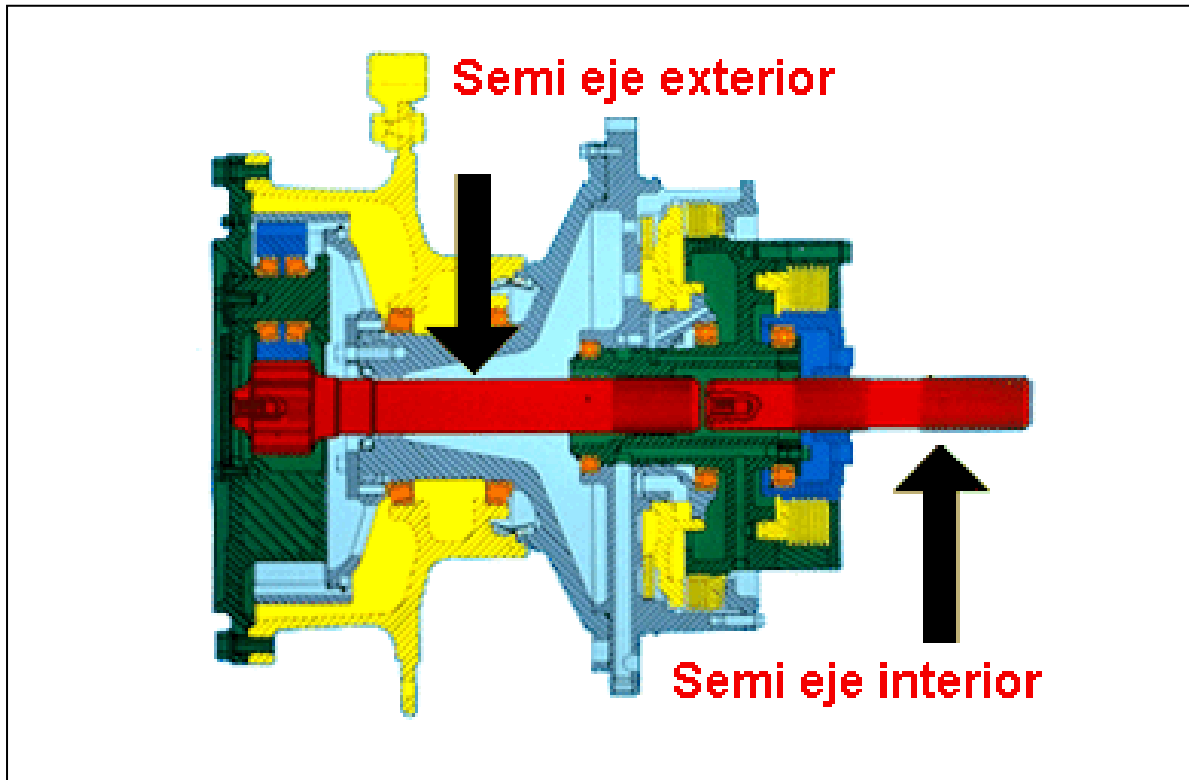


Figura N °88

Semi Eje

En la Figura N °88, se muestran los semiejes interior y exterior. La función que cumplen es la de transferir la potencia desde el juego de la Corona a los embragues de dirección y freno y desde estos a los mandos finales.

El Semieje Interior, Transfiere la Potencia desde el juego de la corona hasta los embragues de dirección y freno en ambos lados de la máquina. Está empalmado en estrías al eje de la corona cónica y a la masa de entrada del embrague de dirección.

El Semieje Exterior, transfiere la Potencia desde los embragues de dirección y freno hasta el mando final a través del engranaje solar en ambos lados de la máquina.

Mandos Finales

MANDOS FINALES

La figura N °89 muestra el mando final para un tractor de cadenas. Los mandos finales proporcionan la última reducción de velocidad e incremento del torque en el tren de potencia.

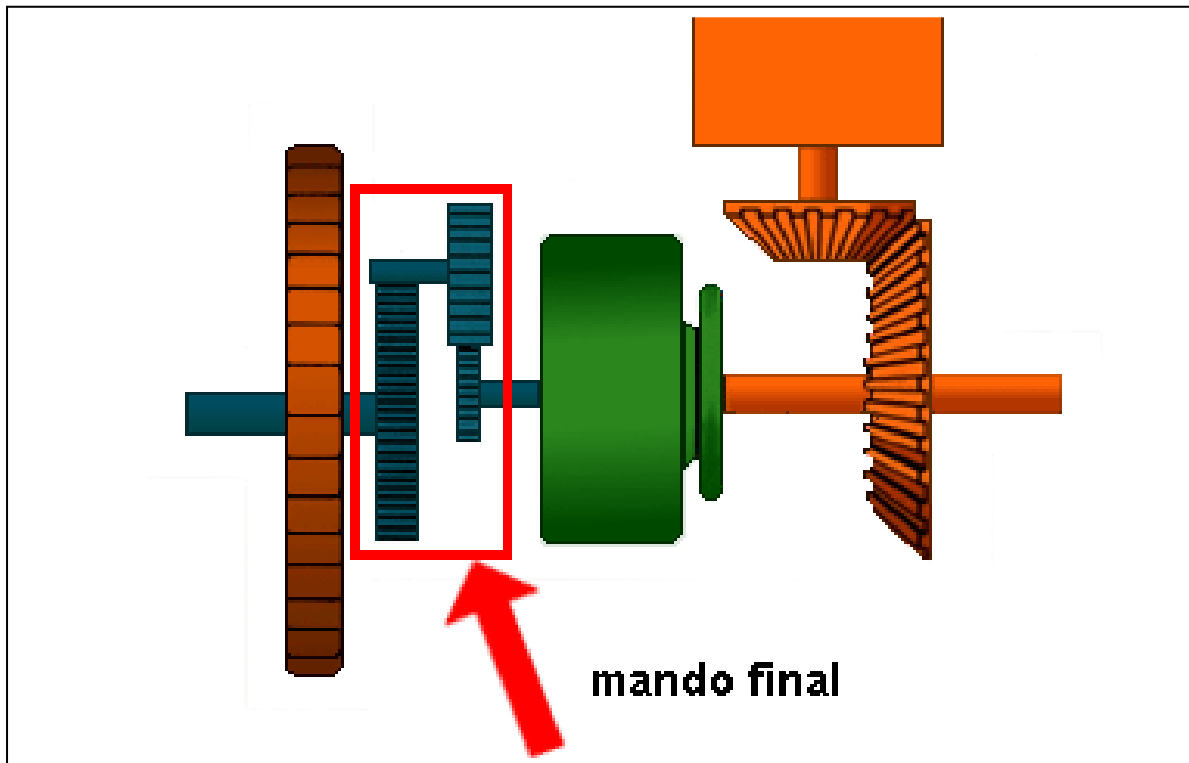


Figura N °89

Embrague de Dirección

LECCIÓN 3

EMBRAGUE DE DIRECCIÓN

COMPONENTES PRINCIPALES EN EL EMBRAGUE DE DIRECCIÓN

Los Embragues de dirección se conecta hidráulicamente y sus principales componentes son:

Platos del embrague, discos del embrague, pistón del embrague, caja del embrague, masa de entrada y masa de salida.

Los componentes y sus funciones son descritos con ayuda de la Figura N °90 y N °91

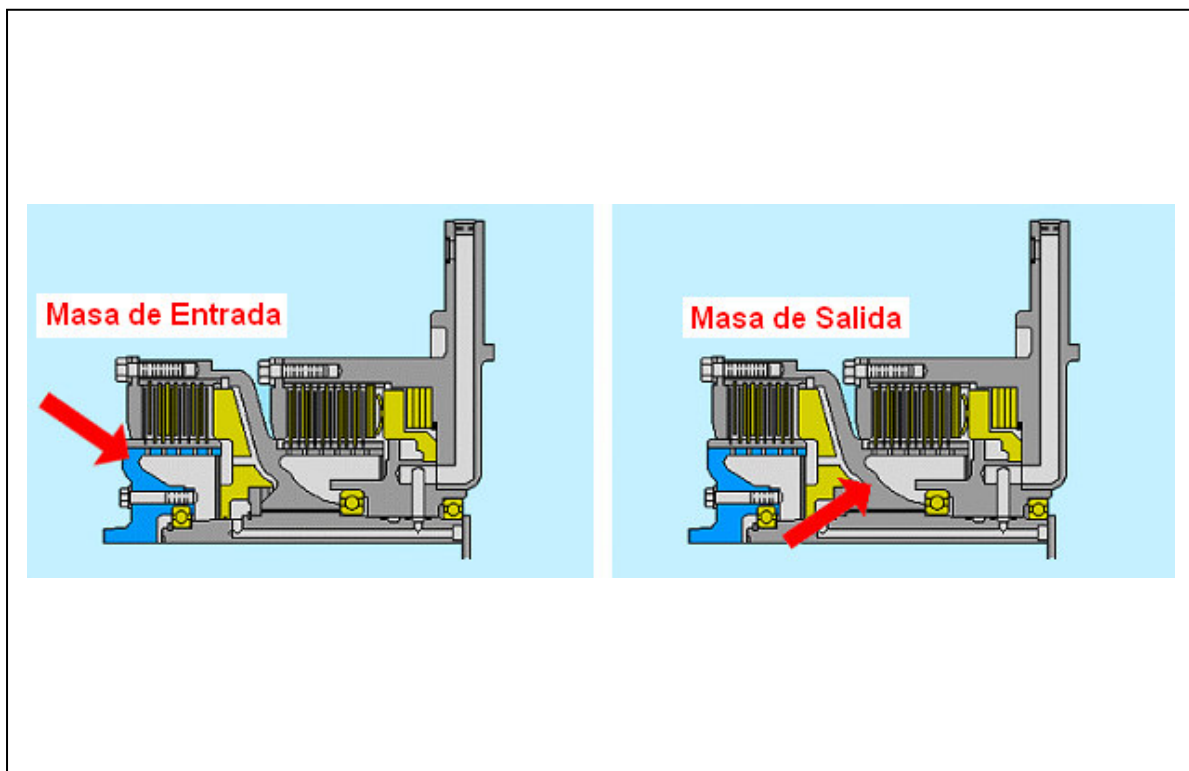


Figura N °90

MASA DE ENTRADA

La masa de entrada transfiere potencia desde el semieje interior a la caja del embrague.

La masa de entrada está empalmada por estrías al semieje interior.

MASA DE SALIDA

La masa de salida transfiere potencia desde la caja del embrague al semieje exterior.

La masa de salida está empalmada en estrías al semieje exterior.

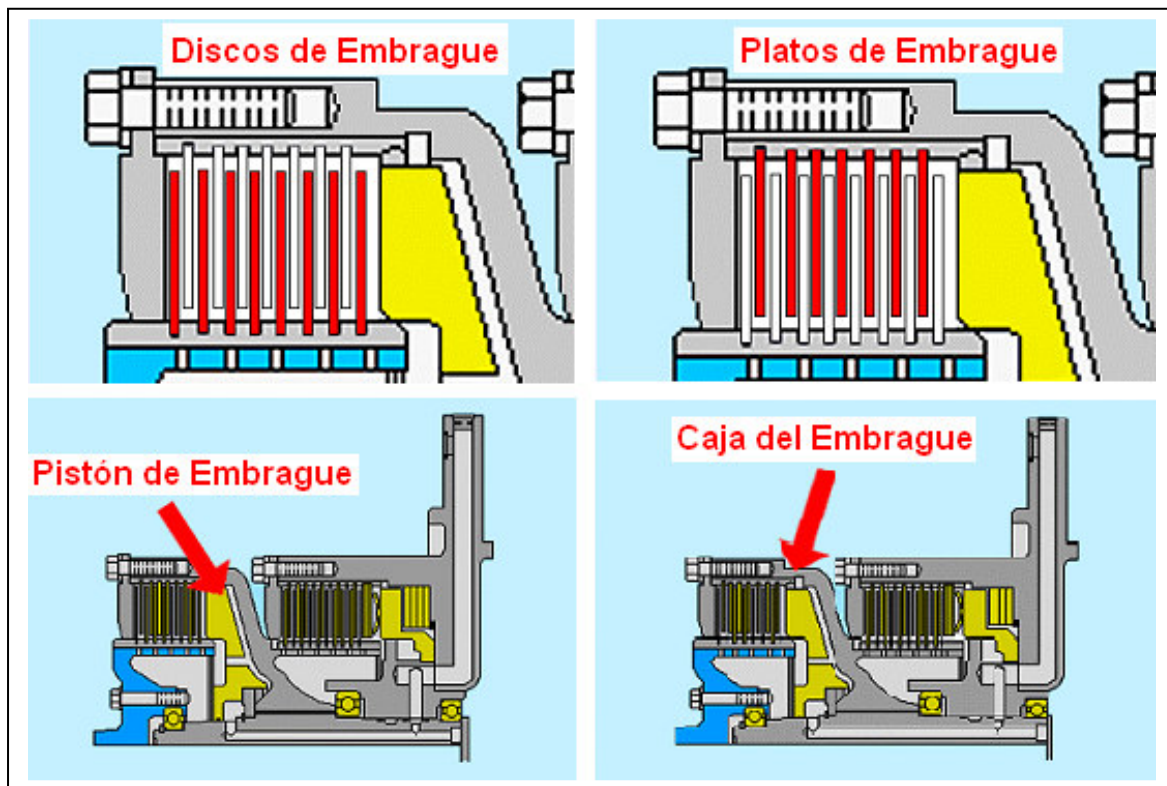


Figura N °91

DISCOS DE EMBRAGUE

Los discos del embrague giran con la masa de entrada y son empujados contra los platos del embrague para transmitir potencia a la caja del embrague. Están empalmados por estrías a la masa de entrada y son enfriados por aceite.

PLATOS DE EMBRAGUE

Los platos del embrague están empalmados por estrías a la caja del embrague y la hacen girar cuando el pistón empuja los discos contra los platos, entonces la potencia se transmite a la masa de salida a través de la caja del embrague.

PISTON DE EMBRAGUE

Conjunto Freno

Al accionarse hidráulicamente el pistón del embrague, empuja a los discos y a los platos conjuntamente para conectar la masa de entrada a la caja del embrague.

CAJA DE EMBRAGUE

La caja del embrague esta empalmada por estrías a la masa de entrada. La masa de entrada hace girar a la caja del embrague cuando los discos y platos se conectan.

LECCIÓN 4

CONJUNTO DE FRENO

Los frenos son de discos múltiples, enfriados por aceite, se aplican por la acción de un resorte y se liberan hidráulicamente.

Disminuyen la velocidad de la máquina o la detienen completamente. También ayudan en los giros.

Los componentes principales son:

- Resorte tipo arandela Belleville.
- Discos
- Platos
- Pistón
- Caja de freno.

Figura N °92

El resorte tipo arandela empuja el pistón para aplicar los frenos

El pistón empuja discos y platos por la acción del resorte. Se retrae por acción hidráulica.

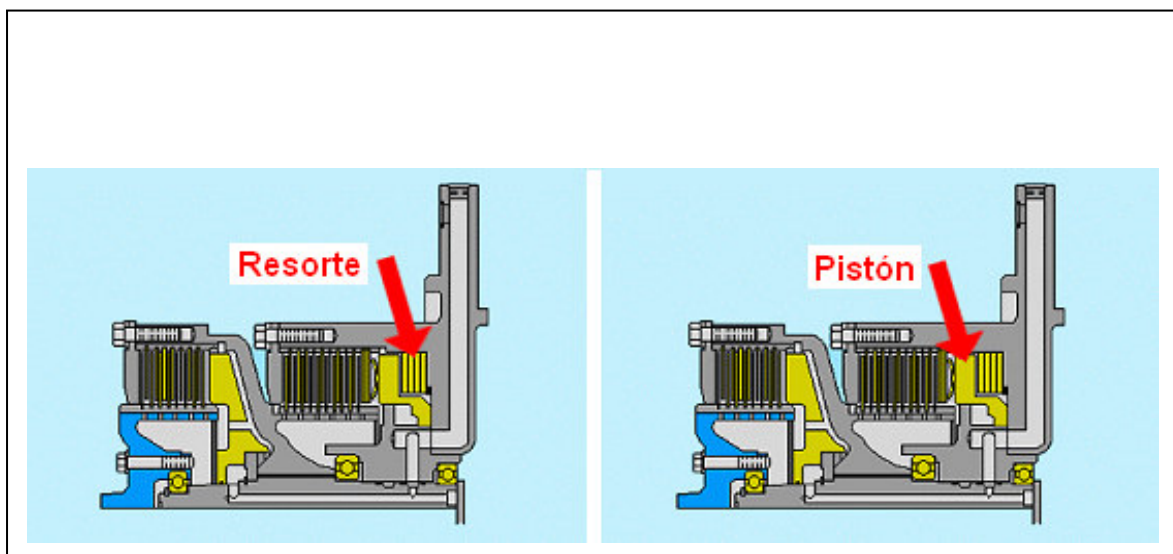


Figura N °92

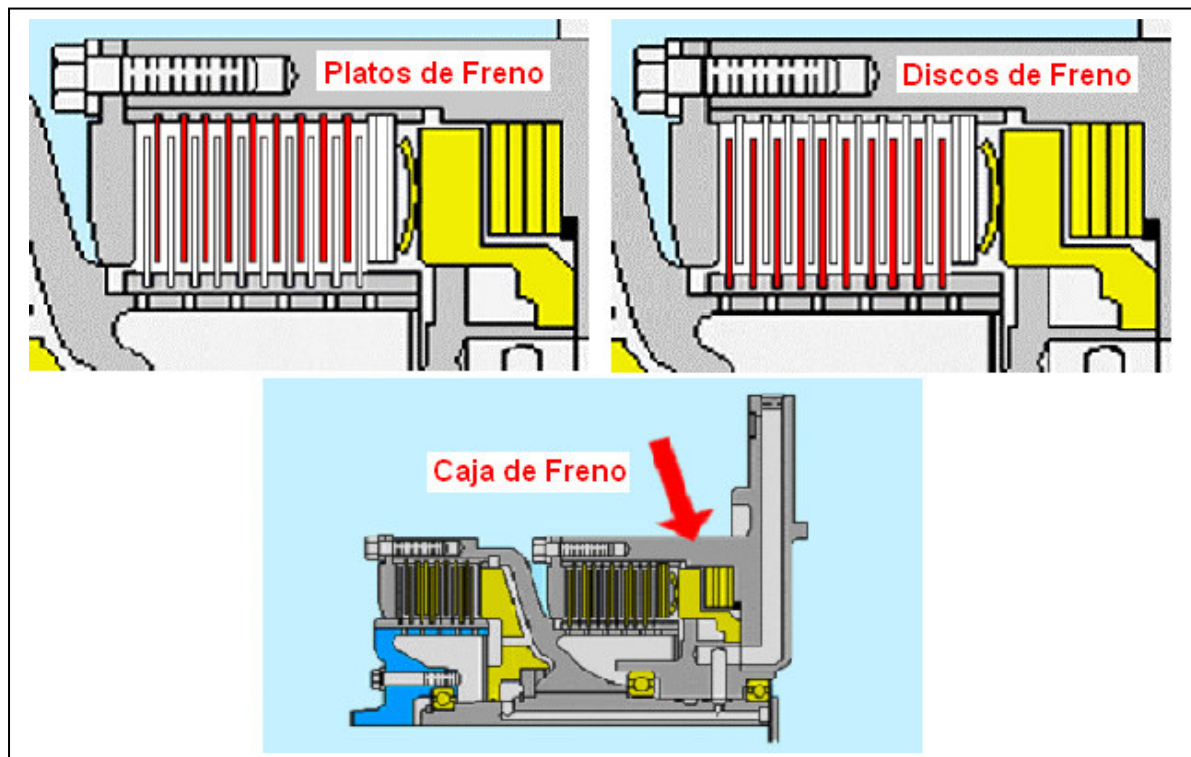


Figura N °93

La figura N °93 muestra el resto del conjunto de frenos

PLATOS DE FRENO

Los platos de los frenos están empalmados a la caja de los frenos la que se mantiene fija. cuando el pistón empuja los discos sobre los platos, la caja del embrague reduce la velocidad o se detiene manteniendo inmóviles la masa de salida y el semieje exterior.

DISCOS DE FRENO

Los discos de los frenos están empalmados por estrías a la caja del embrague y giran con esta. Cuando el pistón empuja los discos de los frenos contra los platos, la caja del embrague reduce la velocidad o se detiene, manteniendo inmóviles la masa de salida y el semieje exterior

CAJA DE FRENO

La caja de los frenos está empernada a la punta del eje y se mantiene fija.

Cuando se conectan los frenos la caja del embrague se traba a la caja de los frenos para reducir la velocidad o detener el tractor.

LECCIÓN 5

FLUJO DE POTENCIA A LOS MANDOS FINALES

El flujo de potencia a través de los embragues de dirección se puede explicar analizando el:

- Flujo de Potencia Básico
- Flujo de Potencia en línea recta
- Flujo de Potencia durante un giro gradual
- Flujo de potencia durante un giro brusco
- Flujo de potencia cuando se aplican los frenos

FLUJO DE POTENCIA BASICO

La potencia proveniente de los semiejes interiores pasa a los embragues de dirección a través de la masa de entrada, la que está empalmada en estrías al semieje interior. La masa de entrada está conectada a la caja del embrague mediante discos y platos del embrague, y transfiere la potencia a la caja del embrague cuando el pistón del embrague conecta los discos y los platos. La caja del embrague está empalmada en estrías al semieje exterior, por lo tanto, cuando la caja del embrague gira, transmite potencia

al semieje exterior, el cual a su vez transfiere potencia al engranaje solar y a los mandos finales (Figura N °94).

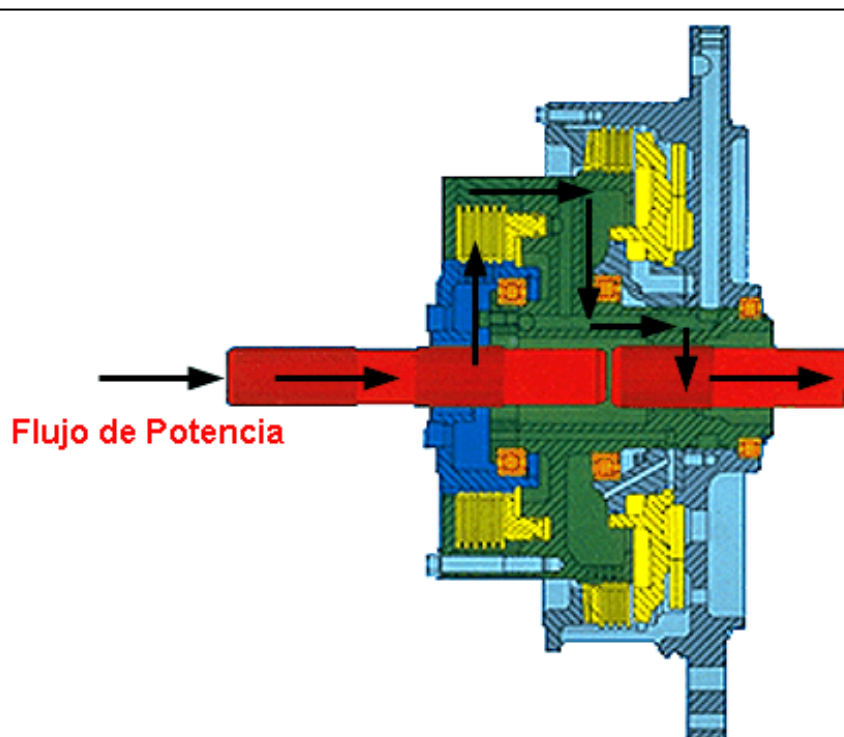


Figura N °94

FLUJO DE POTENCIA EN LINEA RECTA

Cuando la máquina se mueve en línea recta (Figura N °95), aceite es enviado a través de conductos internos hacia la cámara de presión de los frenos y hacia la cámara de presión del embrague. Este aceite al generar presión, mantiene los frenos liberados y los embragues conectados. Cuando la potencia proveniente de la corona se envía a través del semieje interior hacia la masa de entrada, la caja del embrague hace girar la masa de salida y el semieje exterior envía potencia al engranaje solar y a los mandos

finales.

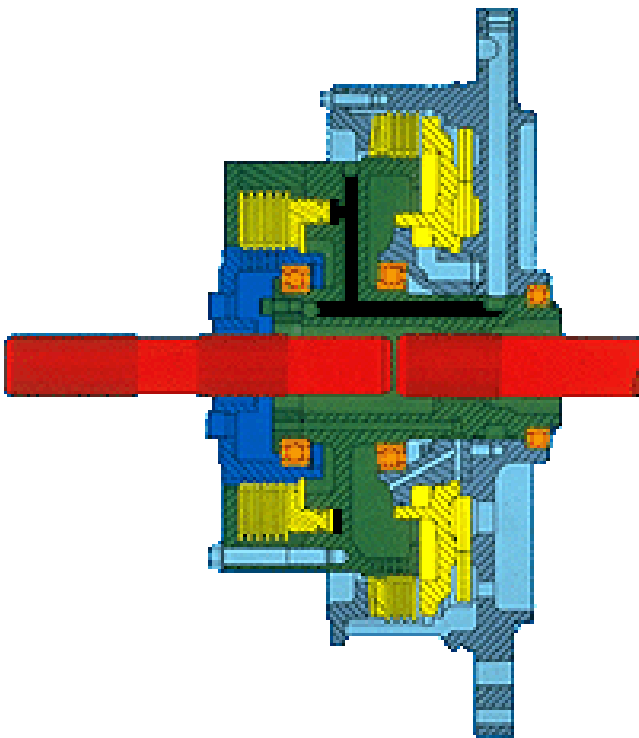


Figura N °95

FLUJO DE POTENCIA DURANTE UN GIRO GRADUAL

Cuando una de las palancas de control direccional se mueve hasta sentir una resistencia, en la cámara de presión del embrague disminuye la presión de aceite. Esto libera el embrague de dirección y aunque la masa de entrada todavía sigue girando, no se envía potencia a través de la caja del embrague hacia la masa exterior. Lo anterior trae como resultado un giro gradual de la máquina. (Figura N °96)

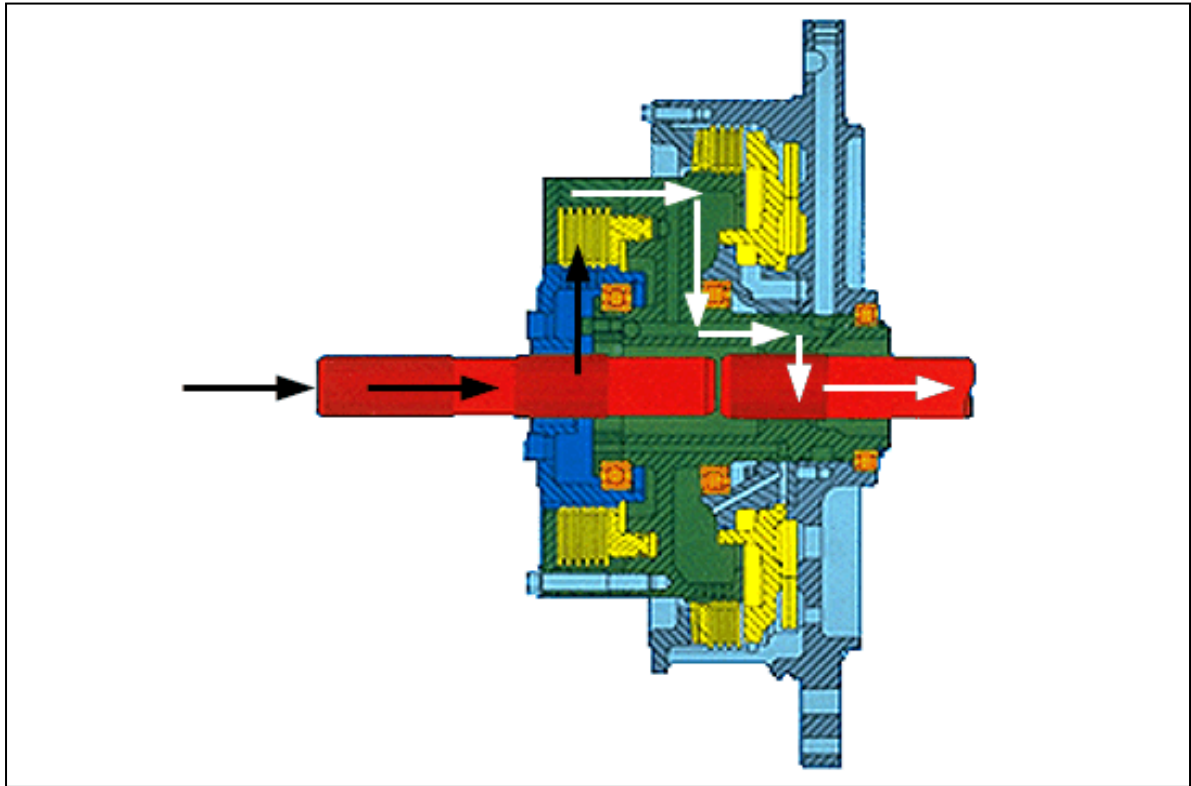


Figura N °96

FLUJO DE POTENCIA DURANTE UN GIRO BRUSCO

Cuando se tira completamente hacia atrás una de las palancas de control de dirección, se desconecta el embrague de dirección y disminuye la presión del aceite en la cámara de presión de los frenos, esto permite que el resorte Belleville empuje el pistón del freno para que este se conecte. En este momento la caja del embrague mantiene inmóviles la masa de salida y el eje exterior. Como resultado de lo anterior se produce un giro rápido y brusco. Figura N °97

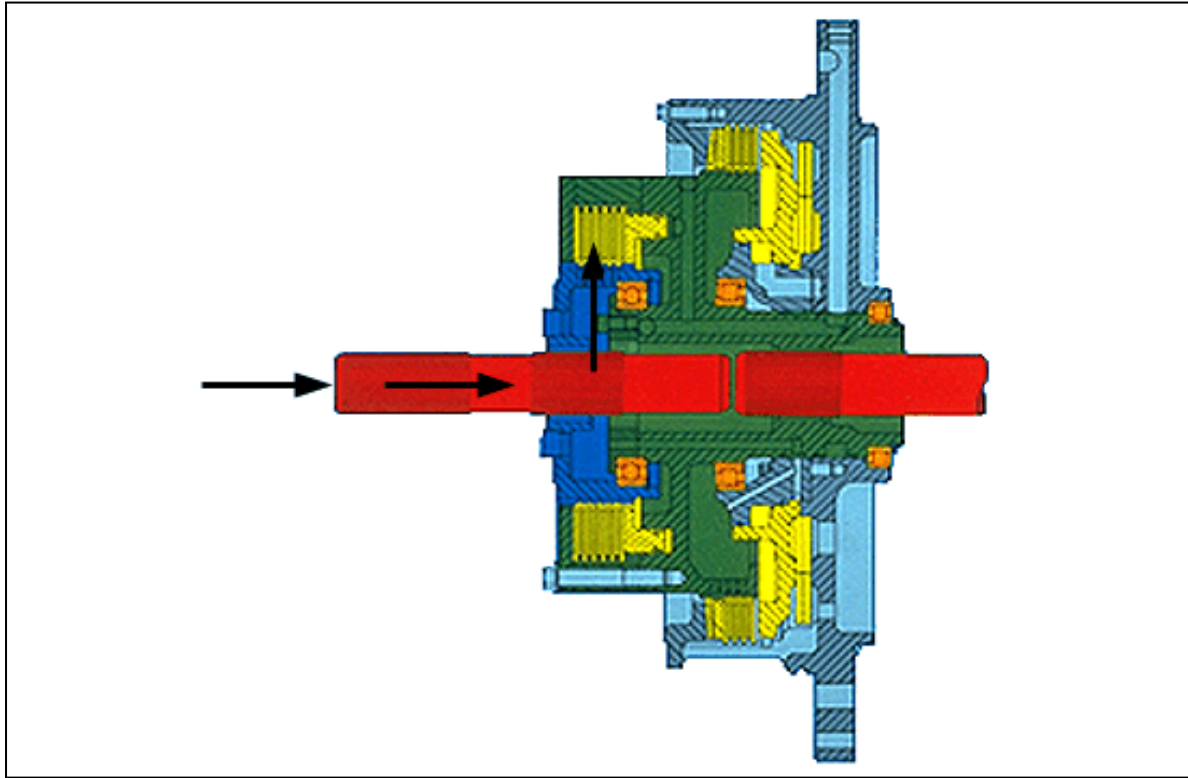


Figura N °97

FLUJO DE POTENCIA CUANDO SE APLICAN LOS FRENOS

Figura N °98

Cuando Se presiona el pedal del freno, disminuye la presión de aceite en la cámara de presión de los frenos en ambos lados. Esto brinda la máxima capacidad de los frenos y todos los componentes se detienen.

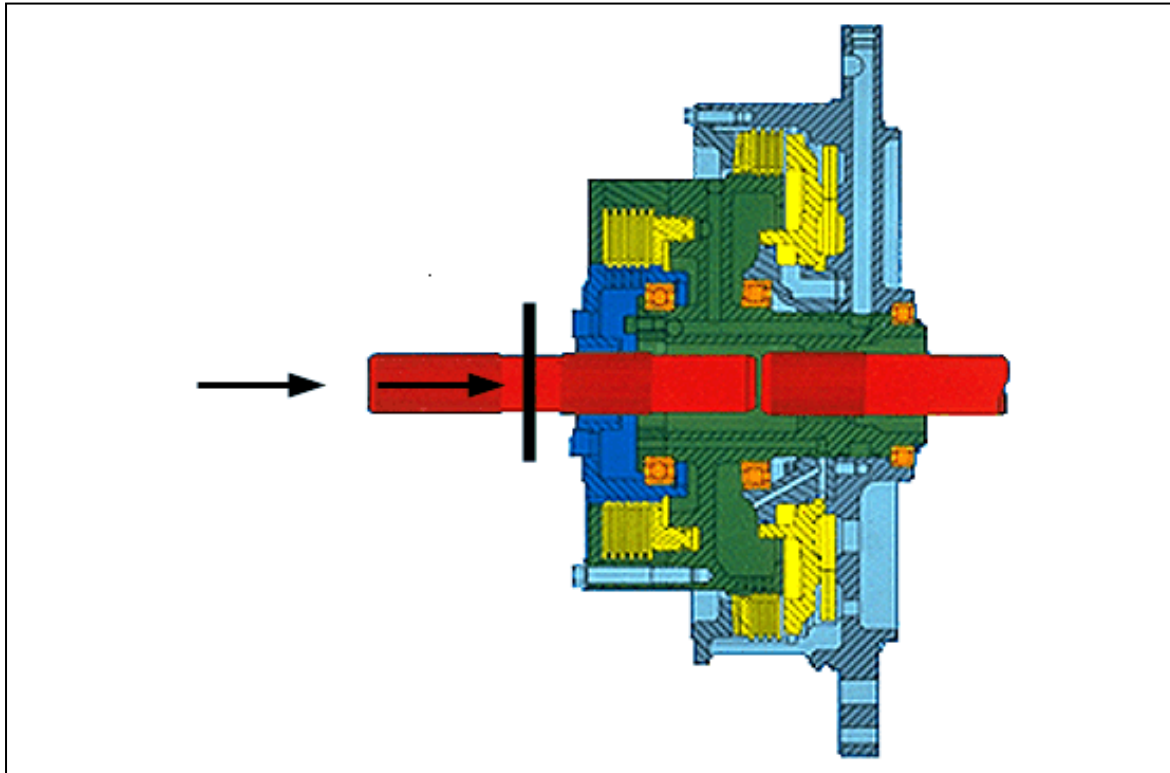


Figura N °98

NOTAS

This image shows a full page of white paper with horizontal dotted lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page, providing a guide for handwriting practice. There are no margins, text, or other markings on the page.

[illegible]