

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 738 510**

51 Int. Cl.:

F16H 47/04 (2006.01)

B60K 6/445 (2007.01)

F16H 37/08 (2006.01)

F16H 37/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.09.2012 PCT/EP2012/003859**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.04.2013 WO13050103**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.09.2012 E 12762216 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2019 EP 2764280**

54 Título: **Transmisión de división de potencia**

30 Prioridad:

06.10.2011 DE 102011115002

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

23.01.2020

73 Titular/es:

**LIEBHERR-COMPONENTS BIBERACH GMBH
(100.0%)**

**Hans-Liebherr-Strasse 45
88400 Biberach an der Riß, DE**

72 Inventor/es:

**SCHINDLER, VIKTOR y
CHRIST, CLEMENS**

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 738 510 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Transmisión de división de potencia

5 La presente invención se refiere a una transmisión de división de potencia, en particular para un accionamiento de la marcha, con al menos un árbol de accionamiento y al menos un árbol secundario, entre los cuales están previstas una primera rama mecánica y una segunda rama hidráulica o eléctrica que pueden unirse entre sí al menos parcialmente mediante una disposición de engranaje planetario, en donde la segunda rama comprende varios convertidores de energía.

10 En el caso de máquinas de trabajo móviles con altas exigencias en la fuerza de tracción en el arranque e inversión frecuente de la dirección de la marcha, como es el caso en particular en cargadoras sobre ruedas y cargadoras de orugas, pero también en niveladoras o vehículos de manipulación de material similares se emplean a menudo sistemas de accionamiento puramente hidrostáticos con el fin de evitar las desventajas típicas de los aparatos accionados mecánicamente con convertidores, como en particular las grandes desventajas en el consumo en el arranque bajo carga y los cambios de marcha no exentos completamente de interrupciones en la fuerza de tracción. Los accionamientos hidrostáticos permiten una variación de velocidad progresiva que, por ejemplo, para vehículos con velocidades de marcha limitadas como cargadoras sobre ruedas y cargadoras de orugas o niveladoras sobre orugas es posible a lo largo de todo el rango de velocidad. No obstante, los accionamientos puramente hidrostáticos de este tipo, en comparación con accionamientos mecánicos, en velocidades de conducción más altas presentan un consumo claramente más alto dado que las unidades en números de revoluciones altos provocan pérdidas elevadas.

15 Para reunir, por así decirlo, las ventajas de ambos sistemas de transmisión o de accionamiento ya se propusieron las denominadas transmisiones de división de potencia, que prevén una transmisión de fuerza desde el árbol de accionamiento del lado de entrada al árbol secundario del lado de salida opcionalmente mediante una primera rama mecánica y una segunda rama hidrostática, en donde según la configuración de la transmisión mediante elementos de conmutación la transmisión de potencia puede variar de puramente mecánica a puramente hidrostática, y a la inversa, o la parte de transmisión de potencia hidrostática y la parte de transmisión de potencia mecánica puede variar. A veces, en este sentido se emplea un engranaje planetario a través del cual las dos ramas de potencia pueden sumarse una a la otra al atravesar la rama mecánica un engranaje planetario y al estar acoplado al menos un hidrostato de la rama hidrostática al engranaje planetario.

20 Sin embargo, en tales transmisiones de división de potencia el sentido de giro del motor de accionamiento que con frecuencia es un motor diésel supone un problema. Mientras que en el caso de accionamientos puramente hidrostáticos únicamente la bomba se gira a través de la posición de cero grados, y gracias a ello el caudal con el mismo sentido de giro de entrada se invierte, esto en la rama mecánica supone una tarea compleja dado que el número de revoluciones del motor de accionamiento en la rama mecánica o ramal mecánico no puede invertirse sin más de manera sencilla, al menos no sin interrupción de la fuerza de tracción o con cruce por cero armónico de la fuerza de tracción.

25 Para conseguir la inversión del sentido en transmisiones de división de potencia de este tipo y evitar la problemática mencionada de la interrupción de fuerza de tracción por así decirlo en el ramal mecánico ya se propuso superponer el sentido de giro „erróneo" de la rama mecánica mediante un mayor número de revoluciones en el sentido de giro „correcto". Por ello no obstante en la transmisión se transmiten potencias reactivas, lo que aumenta el consumo y exige unidades hidráulicas mayores. En el caso de tractores, por ejemplo, este planteamiento se utiliza con gran éxito que, no obstante, se debe principalmente a la circunstancia de que los tractores se hacen funcionar prioritariamente en la dirección hacia adelante y, en este sentido, las partes de ciclo de marcha con marcha hacia atrás, en las que debe compensarse el sentido de giro citado y se producen potencias reactivas son relativamente pequeñas. En máquinas de trabajo móviles como, por ejemplo, cargadoras sobre ruedas o cargadoras de orugas, que presentan elevadas partes de marcha hacia atrás o una relación en cierto modo equilibrada de marchas hacia adelante y marchas hacia atrás, el balance de tales sistemas de transmisión resulta claramente peor dado que, en este caso, a lo largo de una parte de ciclo de marcha muy significativa en la que se conduce hacia atrás se produce la citada potencia reactiva.

30 Por lo tanto, como alternativa ya se propuso también prever entre el motor de accionamiento o el árbol de accionamiento y el engranaje planetario de la transmisión de división de potencia un engranaje de inversión o reversible para poder invertir el sentido de giro del motor de accionamiento predeterminado de manera fija para la iniciación en la rama mecánica de la transmisión de división de potencia. Por ejemplo, los documentos DE 10 2008 001 613 A1 y DE 10 2008 040 449 muestran transmisiones de división de potencia de este tipo con un engranaje reversible conectado antes de la rama mecánica. A este respecto, los hidrostatos de la rama hidráulica están asociados al engranaje planetario o a una caja de cambios dispuesta detrás de este para poder sumar la potencia hidrostática a la potencia mecánica. Una desventaja de estas soluciones previamente conocidas especialmente en la utilización en máquinas de trabajo móviles, como cargadoras sobre ruedas, con partes de marcha hacia atrás elevadas, consiste sin embargo en que, según el sistema, el número de revoluciones de bomba alcanza su valor

máximo con velocidades próximas a cero y esta durante la inversión cambia su sentido de giro igualmente con el grupo inversor, por lo cual la variación de número de revoluciones de la bomba corresponde en cuanto al valor aproximadamente al doble del número de revoluciones máximo. Si se realiza la operación de inversión con la velocidad necesaria en sí de, por ejemplo, pocas décimas de segundo, por ello aparece una aceleración de la bomba elevada en un valor límite, que se acelera por ello hasta o incluso por encima de su límite de carga, de modo que se produce un desgaste prematuro o incluso pérdidas totales de potencia. Por otro lado, si esto se tiene en cuenta y la operación de inversión se lleva a cabo más lentamente, entonces el conductor ve como inconveniente una inversión lenta de estas características acompañada de la sensación de un "tiempo de espera" a velocidad cero, en particular si el conductor de máquinas de funcionamiento hasta ahora hidrostático está acostumbrado a una inversión continua mediante velocidad cero sin permanecer cada vez en parada.

Para resolver esta problemática de la inversión y sin embargo para poder prever por los motivos citados una división de potencia, el documento EP 2 280 192 A1 propone una transmisión de división de potencia en la que la bomba hidráulica antes del nivel de marcha de inversión, y sin verse perjudicada con ello por la inversión del sentido de giro está unida al árbol de accionamiento o al motor de accionamiento, de modo que la bomba de la rama hidrostática siempre gira en la misma dirección, y solo el motor hidrostático esté acoplado al engranaje planetario. A este respecto, mediante desconexión de la rama mecánica en un rango de marcha de velocidad baja, la potencia puede transmitirse solo de manera hidrostática, de modo que en este caso la inversión habitual puede realizarse suavemente pero veloz mediante pivotado correspondiente de la bomba por cero. Sin embargo, en este sentido la cadena de engranaje recto adicionalmente necesaria, dispuesta en paralelo al engranaje planetario para la transmisión de potencia del motor hidrostático hacia la salida y la regulación del segundo nivel de marcha con división de potencia son desventajosas. Para cubrir en el segundo nivel de marcha un rango de número de revoluciones suficientemente grande, en el lado de salida con el engranaje planetario están previstos varios niveles de conmutación con embragues correspondientes para poder ajustar mediante cambio de los embragues distintas relaciones de número de revoluciones. Mediante el ajuste de las unidades hidráulicas se alcanza únicamente una variación precisa de las relaciones de transmisión en los niveles de rango de marcha individuales cuando se conduce con división de potencia. Por ello la transmisión se vuelve relativamente compleja y costosa y debido a los embragues y niveles de conmutación requiere mucho mantenimiento y es propensa al desgaste. Además, debido a los embragues necesarios se producen pérdidas en vacío que perjudican el rendimiento de la transmisión de división de potencia. Además, en la conmutación de funcionamiento puramente hidrostático al funcionamiento con división de potencia tiene lugar una disminución o al menos un retraso de la transmisión de fuerza de tracción. Al final del rango de marcha puramente hidrostático la bomba se encuentra habitualmente en el ángulo de pivote máximo y el motor en el ángulo de pivote mínimo o al menos reducido para realizar de este modo el número de revoluciones de salida máximo posible de manera meramente hidrostática. A este respecto el motor hidráulico está conectado con la corona del engranaje planetario que rota en vacío entonces forzosamente también en un número de revoluciones relativamente alto sin transmisión de momentos. Al comienzo del rango de marcha con división de potencia el número de revoluciones aumenta al añadirse a la parte de número de revoluciones constante de la rama mecánica, que está predeterminada por el motor, ahora a través de la corona un número de revoluciones de la rama hidráulica que aumenta comenzando desde cero. Para ello la corona y con ello el motor hidráulico directamente después de la conmutación tienen número de revoluciones cero o al menos un número de revoluciones bajo, hecho que se realiza porque en este momento la bomba se encuentra en un ángulo de pivote pequeño o cero y el motor en un ángulo de pivote grande o máximo. Esto tiene como consecuencia que durante la operación de conmutación a la mayor brevedad la bomba debe girarse hacia atrás y el motor hacia afuera. En este tiempo se presenta el estado de la reducción de la transmisión de potencia anteriormente citada.

Otras transmisiones de división de potencia se conocen por los documentos DE 10 2006 038 068 A1, WO 2008/128865 A1 y WO 2011/147397 A1. A este respecto, por ejemplo, el documento WO 2008/128865 A1 muestra una transmisión de división de potencia según el preámbulo de la reivindicación 1.

La presente invención se basa en el objetivo de crear una transmisión de división de potencia mejorada del tipo mencionado al principio que evite las desventajas del estado de la técnica y perfeccione esta última ventajosamente. En particular, con una estructura de transmisión sencilla debe conseguirse una reversibilidad rápida, continua y de poco desgaste sin perjudicar el rendimiento de la transmisión y sin reducir el rango de ajuste para la relación de transmisión. Además, debe conseguirse una transmisión de fuerza de tracción sin interrupciones también en la conmutación entre los distintos rangos de marcha de modo que, por ejemplo, durante la conmutación no tengan que ajustarse los hidrostatos en su ángulo de pivote.

Según la invención este objetivo se resuelve mediante una transmisión de división de potencia según la reivindicación 1. Las configuraciones preferidas de la invención son el objeto de las reivindicaciones dependientes.

Se propone prever tres o más convertidores de energía giratorios conectados entre sí de manera hidráulica o eléctrica, y a este respecto, disponer al menos un convertidor de energía de manera que pueda acoplarse con el al menos un árbol de accionamiento, y al menos dos convertidores de energía de manera que puedan acoplarse con la disposición de engranaje planetario y/o el árbol secundario, y a este respecto prever no todos los convertidores de energía de manera fija en cada caso como motor o generador de presión o de corriente, sino emplear al menos uno de los convertidores de energía, según el rango de marcha, opcionalmente como motor o bomba/generador. Según

la invención, el al menos un árbol de accionamiento está conectado con un primer convertidor de energía y puede conectarse con un primer elemento de ensamble de la disposición de engranaje planetario, mientras que el al menos un árbol secundario está conectado con un segundo elemento de ensamble de la disposición de engranaje planetario y los convertidores de energía segundo y tercero están conectados con un elemento de ensamble de la disposición de engranaje planetario. Mediante el uso de los al menos tres convertidores de energía y su diferente unión, por un lado, al árbol de accionamiento y, por otro lado, a la disposición de engranaje planetario conectada al mismo, según la demanda, puede conducirse con división de potencia o también solo a través de la rama hidráulica/eléctrica o la rama mecánica, pudiendo hacerse funcionar los convertidores de energía en distintas combinaciones entre sí, por lo cual se produce una gran variabilidad de niveles de marcha. Mediante los al menos dos convertidores de energía acoplados a la disposición de engranaje planetario directa o indirectamente o, por ejemplo, que pueden acoplarse a través de un grupo constructivo de embrague o de conmutación, puede alcanzarse en particular en una conducción con división de potencia una gran extensión también sin grupos de transmisión de marchas dispuestos delante o dispuestos detrás con una capacidad de ajuste de la relación de transmisión progresiva al mismo tiempo. Por otro lado, mediante el al menos un convertidor de energía conectado directa o indirectamente con el árbol de accionamiento o el motor de accionamiento intercalado también puede realizarse un nivel de marcha puramente hidráulico o eléctrico que en particular puede alcanzar una inversión sencilla del accionamiento de la marcha con paso por cero corto, continuo pero suave. Al mismo tiempo el primer convertidor de energía citado que está enlazado con el árbol de accionamiento puede agrandar la variabilidad de los niveles de marcha ventajosamente mediante una operabilidad variable tanto como motor como bomba/generador.

En el perfeccionamiento de la invención está previsto ventajosamente a este respecto un dispositivo de control para el control de los convertidores de energía y está configurado de tal manera que según velocidad de salida deseada y/o par de salida deseado otro convertidor de energía en cada caso puede hacerse funcionar como generador de presión o de corriente. En particular, en este sentido puede estar previsto que el primer convertidor de energía de energía y al menos otro de los dos convertidores de energía puedan hacerse funcionar de manera alterna en función de la velocidad de salida deseada como motor o como generador de presión o de corriente. Mediante la conmutabilidad controlable de los convertidores de energía entre funcionamiento de generador y funcionamiento de motor puede aumentarse adicionalmente de modo encauzado la variabilidad de los niveles de marcha. En el caso de hidrostatos, el dispositivo de control citado puede ajustar el ángulo de pivote. En el caso de máquinas eléctricas, por ejemplo, en el caso de alternadores, mediante un convertidor de frecuencia puede ajustarse la frecuencia, o, en el caso de generadores de corriente continua, la tensión puede ajustarse mediante un regulador de tensión.

La unión de los convertidores de energía segundo y tercero citados puede realizarse fundamentalmente en distintos puntos de la disposición de engranaje planetario hasta el árbol secundario o grupos constructivos unidos al mismo. Ventajosamente, sin embargo, ambos convertidores de energía segundo y tercero están unidos a la disposición de engranaje planetario para poder usar cada uno de los convertidores de energía para la variación del número de revoluciones con respecto a la rama mecánica en el funcionamiento con división de potencia. Un convertidor de energía unido directamente al árbol secundario podría usarse solo para la variación del par, mientras que solo el convertidor de energía que queda, unido al engranaje planetario podría usarse para la variación del número de revoluciones. La disposición de engranaje planetario comprende por consiguiente ventajosamente al menos cuatro conexiones o elementos de ensamble, estando unidos al primer y segundo elemento de ensamble citados, el árbol de accionamiento y el árbol secundario, mientras que a un tercer y cuarto elemento de ensamble están unidos el segundo convertidor de energía o el tercer convertidor de energía.

La unión de los respectivos elementos constructivos a los elementos de ensamble citados puede estar prevista fundamentalmente en este sentido directamente, por ejemplo, de tal modo que el elemento respectivo está conectado de manera directa y rígida, por ejemplo, a través de un árbol, con el elemento de ensamble correspondiente. Como alternativa, sin embargo, también al menos uno o todos los elementos de transmisión citados, es decir árbol de accionamiento, árbol secundario y convertidores de energía, pueden estar unidos indirectamente al elemento de ensamble respectivo, por ejemplo, intercalando un elemento de transmisión adicional o un engranaje, por ejemplo, en forma de un par de engranajes rectos, y/o intercalando un embrague, de modo que el elemento constructivo correspondiente pueda separarse del elemento de ensamble respectivo y pueda conectarse. Cada uno de los convertidores de energía puede estar conectado o puede conectarse directa o indirectamente por tanto con el elemento de transmisión o elemento de ensamble respectivo. Esto se aplica también para los otros elementos de transmisión que están conectados o pueden conectarse directa o indirectamente con al menos un elemento de transmisión adicional en cada caso.

En un perfeccionamiento ventajoso de la invención los convertidores de energía pueden estar unidos sin intercalar embragues al árbol de accionamiento o la disposición de engranaje planetario, de modo que los convertidores de energía giran simultáneamente siempre con el árbol de accionamiento o el elemento de engranaje planetario correspondiente o están detenidos igualmente en su parada. Mediante tal unión sin embrague de los convertidores de energía pueden evitarse potencias perdidas en la zona de tales embragues. Ventajosamente, la transmisión puede estar configurada también libre de cajas de cambios para la variación de la velocidad. En un perfeccionamiento de la invención la transmisión de división de potencia puede alcanzar variaciones de número de revoluciones solamente mediante el ajuste de los convertidores de energía y, dado el caso, mediante la conexión adicional y desconexión de la rama mecánica y, dado el caso, un bloqueo de elementos individuales de la

disposición de engranaje planetario.

En el perfeccionamiento de la invención al menos uno de los elementos de ensamble a los que están conectados o pueden conectarse directa o indirectamente los segundos y/o terceros convertidores de energía pueden 5
 10
 15
 20
 25
 30
 35
 40
 45
 50
 55
 60
 65

En particular un freno puede estar asociado al cuarto elemento de ensamble citado anteriormente con el que está conectado o puede conectarse directa o indirectamente el tercer convertidor de energía citado anteriormente. Como alternativa o adicionalmente también al tercer elemento de ensamble de la disposición de engranaje planetario, que está conectado o puede conectarse con el segundo convertidor de energía directa o indirectamente puede estar asociado un freno.

En un perfeccionamiento de la invención puede estar previsto también un cuarto convertidor de energía, dado el caso también un quinto y muchos otros convertidores de energía. Un cuarto convertidor de energía de este tipo puede conectarse ventajosamente con el al menos un árbol de accionamiento, por ejemplo, para poder prever en el sentido de una función de impulsión una intrusión de potencia adicional, ventajosa, por ejemplo, como ayuda al arranque o en el caso de aparición de picos de potencia. Un cuarto convertidor de energía de este tipo, en función de la configuración de las fuentes de energía disponibles, también puede estar configurado de manera diferente al resto de los convertidores de energía. Si, por ejemplo, está previsto un accionamiento híbrido, dicho cuarto convertidor de energía puede estar configurado como motor/generador eléctrico, también cuando el resto de los convertidores de energía son hidrostatos. En este sentido puede estar previsto también un acumulador de energía eléctrico/hidráulico al que puede conectarse el cuarto convertidor de energía citado.

El dispositivo de control citado anteriormente puede estar configurado fundamentalmente de forma distinta o controlar la transmisión de distinto modo. Por un lado, al menos uno de los convertidores de energía, preferiblemente al menos dos y en particular todos los convertidores de energía pueden estar configurados ajustables, en donde el dispositivo de control puede ajustar el convertidor de energía respectivo individualmente o por grupos con un convertidor de energía ajustable o todos los demás. Si la segunda rama está configurada hidráulica y, por consiguiente, como convertidores de energía están previstos hidrostatos, al menos un hidrostato o los hidrostatos correspondientes pueden ser unidades de ajuste ajustables en la cilindrada, cuya cilindrada ventajosamente puede ajustarse continuamente entre cero y una cilindrada máxima, o entre una cilindrada máxima negativa y una máxima positiva. En particular, mediante el dispositivo de control puede ajustarse el ángulo de pivote del hidrostato respectivo. En particular, las funciones que se han descrito anteriormente pueden realizarse de manera sencilla cuando al menos dos o en particular los tres hidrostatos están conmutados o pueden conmutarse hidráulicamente en paralelo. En cambio, si la segunda rama está configurada eléctrica y por consiguiente como convertidor de energía están previstas máquinas eléctricas al menos una, preferiblemente al menos dos, y en particular cada una de las máquinas eléctricas pueden estar realizadas como máquinas de corriente trifásica y estar conectadas a través de inversores regeneradores con un circuito intermedio de tensión continua común o unirse con ello elementos de conmutación correspondientes, de modo que por ejemplo el número de revoluciones de la máquina eléctrica respectiva en el funcionamiento motorizado preferiblemente puede ajustarse continuamente entre cero y un número de revoluciones máximo, positivo o negativo, a través de los inversores mencionados.

En un perfeccionamiento de la invención, la transmisión puede presentar también al menos un elemento de conmutación que puede conmutarse mediante el dispositivo de control para modificar el estado de conmutación de la transmisión. Los elementos de conmutación de este tipo pueden ser, en particular, embragues y/o frenos, pero principalmente también otros elementos de conmutación como niveles de multiplicación que pueden conectarse adicionalmente que pueden modificarse en su estado de conmutación mediante el dispositivo de control citado.

En particular, en un perfeccionamiento de la invención, la primera rama mecánica de la transmisión puede estar desacoplada del árbol de accionamiento mediante al menos un embrague, de modo que en un primer rango de marcha el árbol secundario puede accionarse exclusivamente por la segunda rama hidráulica o eléctrica. Ventajosamente, el embrague citado puede controlarse mediante el dispositivo de control para poder regular de manera coordinada con el control de los convertidores de energía ajustables el nivel de marcha respectivo. Si de la manera citada la primera rama mecánica está desacoplada del árbol de accionamiento, el dispositivo de control en particular puede prever que en el primer rango de marcha citado en el funcionamiento motorizado el primer

convertidor de energía, que está acoplado al árbol de accionamiento, se hace funcionar como bomba o generador y al menos uno del segundo o tercer convertidor de energía se hace funcionar como motor.

5 En un perfeccionamiento ventajoso de la invención el embrague citado para la desconexión o conexión adicional de la primera rama mecánica puede formarse por un grupo de conmutación reversible, por medio del cual el sentido de giro del primer elemento de ensamble de la disposición de engranaje planetario puede invertirse con respecto al árbol de accionamiento. El grupo de conmutación reversible citado está previsto en este sentido ventajosamente entre el árbol de accionamiento y la disposición de engranaje planetario. Sin embargo, el desacoplamiento de la primera rama no tiene que efectuarse forzosamente mediante el grupo de conmutación reversible citado. Más bien 10 también podría estar previsto un embrague independientemente de o adicionalmente al grupo de conmutación reversible citado, en función de cómo esté configurado el grupo de conmutación reversible para poder llevar a cabo la desconexión o conexión adicional de la primera rama independientemente de un accionamiento del grupo de conmutación reversible. Ventajosamente, sin embargo, el embrague para la desconexión o conexión adicional de la primera rama está integrado en el grupo de conmutación reversible citado que puede comprender ventajosamente 15 dos unidades de embrague o una unidad de embrague doble para poder conectar adicionalmente de manera opcional un nivel de avance o un nivel de retroceso.

Si la transmisión se hace funcionar con división de potencia, es decir, con primera rama conectada adicionalmente, en un segundo rango de marcha tal en el que se acciona el árbol secundario, tanto mediante la primera rama como 20 mediante la segunda rama, el dispositivo de control puede ajustar ventajosamente los convertidores de energía de tal modo que en el funcionamiento motorizado el primer convertidor de energía, que está conectado con el árbol de accionamiento, y el segundo convertidor de energía, que está unido a la disposición de engranaje planetario, pueden hacerse funcionar en cada caso opcionalmente tanto como motor como también como generador de presión o de corriente, en particular de tal modo que en el funcionamiento del primer convertidor de energía como motor, el 25 segundo convertidor de energía se hace funcionar como bomba o generador y a la inversa, en el funcionamiento del primer convertidor de energía como bomba o generador el segundo convertidor de energía se hace funcionar como motor. Mediante una inversión de funcionamiento tal del primer y segundo convertidor de energía puede aumentarse considerablemente la conversión de número de revoluciones que pueden alcanzarse.

30 En particular, en el segundo rango de marcha citado, en el que se transmite potencia con división de potencia con ambas ramas, mediante un cambio o ajuste con habilidad de los convertidores de energía pueden ajustarse distintas subregiones y desplazarse unas hacia otras gradualmente. Según el par requerido o número de revoluciones requerido, las partes pueden adaptarse mediante la división de potencia de modo que o pueden emitirse pares muy elevados con número de revoluciones al mismo tiempo pequeño o pares muy pequeños con números de 35 revoluciones grandes. Por ello, por ejemplo, una cargadora sobre ruedas o una cargadora de orugas puede conducirse continuamente desde velocidades de marcha desde muy bajas hasta velocidades de marcha muy altas.

En el perfeccionamiento ventajoso de la invención en este sentido, en una primera subregión del segundo rango de marcha citado en el funcionamiento motorizado, el segundo convertidor de energía puede hacerse funcionar como 40 bomba/generador, mientras que el tercer convertidor de energía se hace funcionar como motor y el primer convertidor de energía igualmente se hace funcionar como motor. Como alternativa o adicionalmente en una segunda subregión del segundo rango de marcha mencionado en el funcionamiento motorizado el segundo convertidor de energía puede hacerse funcionar como bomba/generador, el tercer convertidor de energía puede hacerse funcionar como motor, mientras que el primer convertidor de energía gira sin transmitir par. Como 45 alternativa o adicionalmente en una tercera subregión del segundo rango de marcha citado en el funcionamiento motorizado el primer convertidor de energía de energía puede hacerse funcionar como bomba y el segundo convertidor de energía puede hacerse funcionar como motor, mientras que el tercer convertidor de energía rota en vacío, sin transmitir par. Con las subregiones citadas y los ajustes correspondientes de los convertidores de energía dentro del segundo rango de marcha con división de potencia pueden realizarse distintos rangos de número de 50 revoluciones y/o rangos de par, pudiendo alcanzarse en particular con la segunda subregión citada un número de revoluciones más alta que con la primera subregión citada y, con la tercera subregión citada, puede alcanzarse de nuevo un número de revoluciones más alto que con la segunda subregión citada. En este sentido, con la primera subregión citada puede alcanzarse en particular un número de revoluciones que se agrega preferiblemente sin trabas o de manera solapada al primer rango de marcha al hacerse funcionar la transmisión solo de manera 55 hidráulica o eléctrica, es decir, a través de la segunda rama. Por ello, en conjunto puede alcanzarse un rango de conversión de número de revoluciones muy amplio.

Ventajosamente, en cada uno de los rangos de marcha o subregiones citados al menos un convertidor de energía, ventajosamente también varios convertidores de energía pueden ajustarse al mismo tiempo para conseguir una 60 variación progresiva del par que va a alcanzarse y/o del número de revoluciones que va a alcanzarse. Por ejemplo, en un perfeccionamiento de la invención en la primera subregión citada del segundo rango de marcha el primer hidrostato puede ajustarse entre ángulo de pivote completo y la posición cero. Como alternativa o adicionalmente, en la segunda subregión del rango de marcha con ramificación de potencia el segundo hidrostato y/o el tercer hidrostato pueden ajustarse consecutiva o simultáneamente entre ángulo de pivote máximo y ángulo de pivote 65 reducido o posición cero. Como alternativa o adicionalmente en la tercera subregión citada de la conducción con división de potencia puede efectuarse un ajuste del ángulo de pivote del primer hidrostato y/o del segundo

hidrostato.

5 En un perfeccionamiento de la invención al menos dos de los convertidores de energía pueden estar conectados de manera hidráulica o eléctrica en paralelo, pudiendo estar dispuestos los tres convertidores de energía conectados en paralelo entre sí en un perfeccionamiento ventajoso de la invención en particular, de modo que el caudal o corriente que procede del primer convertidor de energía llega a los dos convertidores de energía segundo y tercero. Como alternativa o adicionalmente, la conexión en paralelo de los convertidores de energía puede estar configurada también de tal modo que la energía emitida por cualquiera de los convertidores de energía puede proporcionarse en forma de caudal o corriente a cada uno de los demás convertidores de energía. Por ello pueden alcanzarse muchos estados de conexión distintos. En particular, también mediante la regulación de un convertidor de energía, por ejemplo, mediante el ajuste de la posición cero, en la que no se realiza ninguna emisión o toma de potencia, la corriente de energía que se aplica en el convertidor de energía conectado en paralelo en forma de caudal hidráulico o corriente eléctrica puede aumentarse o disminuirse. Por ello puede alcanzarse un ajuste preciso de los rangos de marcha, aunque variable en conjunto a lo largo de un intervalo de ajuste amplio.

15 La disposición de engranaje planetario misma puede estar configurada fundamentalmente de forma diferente, estando configurada la disposición de engranaje planetario ventajosamente con varias etapas. En particular la disposición de engranaje planetario puede estar configurada como engranaje planetario con etapas que comprende un portasatélites con al menos un satélite de etapa, en donde un primer sol está conectado activamente con la primera etapa del al menos un satélite de etapa, un segundo sol conectado activamente con la segunda etapa del al menos un satélite de etapa citado y una corona conectada activamente con al menos una etapa del al menos un satélite de etapa. Por ello de manera sencilla pueden facilitarse cuatro elementos de ensamble para el árbol de accionamiento y árbol secundario, así como los convertidores de energía.

20 Como alternativa o adicionalmente, sin embargo, también puede estar prevista una disposición de engranaje planetario con dos etapas planetarias configuradas de manera convencional con un sol, una corona y un portasatélites en cada caso con al menos un satélite, presentando cada etapa planetaria en sí tres elementos de ensamble. En un perfeccionamiento ventajoso de la invención, un ensamble de la primera etapa planetaria puede estar acoplado con un ensamble de la segunda etapa planetaria y un ensamble adicional puede estar fijado de modo que el sistema de etapas planetarias acoplado de este modo posee ventajosamente cuatro elementos de ensamble para el ensamble de los elementos de transmisión citados. Ventajosamente, en este sentido ambos portasatélites pueden estar acoplados entre sí y/o estar fijada una de las coronas.

35 Según una realización ventajosa de la invención, el árbol de accionamiento está conectado o puede conectarse directa o indirectamente con el primer sol de la disposición de engranaje planetario y el árbol secundario está conectado o puede conectarse directa o indirectamente con el portasatélites o uno de los portasatélites de la disposición de engranaje planetario. El segundo convertidor de energía está conectado o puede conectarse directa o indirectamente de manera ventajosa con el segundo sol, mientras que el tercer convertidor de energía, en un perfeccionamiento ventajoso de la invención, está conectado o puede conectarse directa o indirectamente con la corona de la disposición de engranaje planetario o la segunda corona no fijada.

La invención se explica con más detalle a continuación mediante un ejemplo de realización preferido y dibujos correspondientes. En los dibujos muestran:

45 la figura 1: una representación esquemática de una transmisión de división de potencia según una realización ventajosa de la invención, según la cual están previstos tres convertidores de energía en forma de hidrostatos ajustables y la rama mecánica puede invertirse mediante un grupo de conmutación reversible en el sentido de giro con respecto al árbol de accionamiento,

50 la figura 2: una representación esquemática de una transmisión de división de potencia según una realización ventajosa de la invención, según la cual están previstos tres convertidores de energía en forma de máquinas eléctricas con inversores regeneradores y la rama mecánica puede invertirse mediante un grupo de conmutación reversible en el sentido de giro con respecto al árbol de accionamiento,

55 la figura 3: una representación esquemática de la transmisión de potencia de la transmisión de división de potencia de las figuras precedentes con una primera rama de potencia mecánica desconectada,

la figura 4: una representación esquemática de la transmisión de potencia de la transmisión de división de potencia de las figuras precedentes con la primera rama mecánica conectada adicionalmente, en donde está representada una primera subregión de la conducción con división de potencia,

60 la figura 5: una representación esquemática de la transmisión de potencia de la transmisión de división de potencia de las figuras precedentes con la primera rama mecánica conectada adicionalmente, en donde está representada una segunda subregión de la conducción con división de potencia,

65 la figura 6: una representación esquemática de la transmisión de potencia de la transmisión de división de

potencia de las figuras precedentes con la primera rama mecánica conectada adicionalmente, en donde está representada una tercera subregión de la conducción con división de potencia,

5 la figura 7: una representación esquemática de la disposición de engranaje planetario de la transmisión de división de potencia de las figuras precedentes según una forma de realización alternativa, según la cual la disposición de engranaje planetario comprende dos etapas planetarias convencionales en sí con en cada caso un sol, un portasatélites, al menos un satélite y una corona, en donde los portasatélites de las dos etapas planetarias están agrupados, y

10 la figura 8: una representación esquemática de un transmisión de división de potencia según una realización ventajosa adicional de la invención, según la cual están previstos cuatro convertidores de energía en forma de tres hidrostatos y una máquina eléctrica, y la rama mecánica puede invertirse mediante un grupo de conmutación reversible en el sentido de giro con respecto al árbol de accionamiento, en donde están previstos adicionalmente un segundo motor de accionamiento y un
15 segundo árbol secundario.

Tal como muestra la figura 1, la transmisión 1 de división de potencia puede presentar un árbol 3 de entrada o de accionamiento que puede accionarse por un motor de accionamiento, por ejemplo, en forma de un motor diésel 2, en donde entre motor 2 de accionamiento y transmisión de división de potencia pueden 1 estar previstos un
20 amortiguador de vibraciones o de torsión o también otros elementos de transmisión intercalados.

Entre el árbol de accionamiento 3 y el árbol secundario 4 de la transmisión de división de potencia 1 están previstas una primera rama mecánica 5 y una segunda rama hidrostática 6 a través de las cuales en el funcionamiento motorizado la potencia del árbol de accionamiento 3 puede transmitirse al árbol secundario 4, pudiendo variar la
25 distribución de los componentes de potencia en la rama mecánica y la rama hidrostática mediante control correspondiente de la transmisión, tal como se explicará.

La primera rama mecánica 5 está unida al árbol de accionamiento 3 mediante un grupo de conmutación reversible 16 para la inversión del sentido de giro. El grupo de conmutación reversible 16 citado comprende una rueda de avance 30 que puede acoplarse mediante un embrague Kv de avance al árbol de accionamiento 3, de modo que se
30 gira junto con el árbol de accionamiento 3 en el mismo sentido. Por otro lado, el grupo de conmutación reversible 16 comprende una rueda de retroceso 31 que puede engranarse a través de un embrague Kr de retroceso a una rueda dentada recta 32 que está engranada con dientes rectos con el árbol de accionamiento 3 o una rueda dentada recta conectada al mismo y se gira como el árbol de accionamiento 3 con sentido de giro contrario. Las ruedas 30 y 31 de avance y retroceso están engranadas con una rueda de entrada 33 de la primera rama mecánica 5 de modo que en
35 función de qué embrague Kv o Kr de avance o de retroceso esté engranado, el árbol de entrada 34 de la rama mecánica 5 gira hacia adelante o hacia atrás. La disposición está seleccionada a este respecto de tal modo que la rueda de entrada 33 en el funcionamiento de retroceso o de avance con el mismo número de revoluciones del árbol de accionamiento 3 en cada caso gira con el mismo o casi el mismo valor del número de revoluciones. A este
40 respecto, el número de revoluciones de la rueda de entrada 33 y con ello del árbol de entrada 34 del engranaje planetario no tiene que ser forzosamente del mismo valor que el número de revoluciones del árbol de accionamiento 3, sino que puede tener un valor mayor o menor que este, en función de la configuración de las ruedas dentadas intercaladas. Si ambos embragues Kv y Kr de avance o retroceso se desengranan, la primera rama mecánica 5 se desacopla. En este sentido, el grupo de conmutación reversible 16 forma al mismo tiempo un equipo de
45 acoplamiento para desconectar y conectar adicionalmente la primera rama mecánica 5.

La primera rama mecánica 5 sigue a través de una disposición de engranaje planetario 7 que une el árbol de entrada 34 citado de la primera rama 5 con el árbol secundario 4 de la transmisión de división de potencia 1, compárese la
50 figura 1.

En la realización mostrada en la figura 1, la disposición de engranaje planetario 7 está configurada como engranaje planetario de etapas que comprende un portasatélites 19, que soporta al menos un satélite de etapa 20, cuya primera etapa 20a está conectada activamente con el primer sol 18 de la primera etapa planetaria 17, mientras que la segunda etapa 20b del satélite de etapa 20 está conectada activamente con una corona 24 así como un segundo
55 sol 22 de la segunda etapa planetaria 21.

Por ello, la disposición de engranaje planetario 7 posee cuatro puntos de ensamble o ensamblajes. Un primer elemento de ensamble 8 se forma por el primer sol 18 y está conectado a través del árbol de entrada 34, la rueda de entrada 33 y la etapa de conmutación reversible 16 con el árbol de accionamiento 3. Un segundo elemento de
60 ensamble 9 está previsto en el portasatélites 19 que está conectado con el árbol secundario 4. Un tercer elemento de ensamble 10 se forma por el segundo sol 22 y está conectado con un segundo convertidor de energía 13 en forma de un hidrostato ajustable. Un cuarto elemento de ensamble 11 se forma por la corona 24 a la que está conectado un tercer convertidor de energía 14 en forma de un hidrostato igualmente ajustable, estando asociado al cuarto elemento de ensamble 11 citado y/o al tercer convertidor de energía 14 citado un freno K1 por medio del cual
65 el cuarto elemento de ensamble 11 y con ello la corona 24 puede bloquearse.

Como alternativa a la realización mostrada en la figura 1 la disposición de engranaje planetario 7 puede comprender también dos etapas planetarias 17 y 21 configuradas convencionalmente, conectadas consecutivamente, tal como muestra la figura 7. La primera etapa planetaria 17 comprende en este sentido un primer sol 18, un primer portasatélites 19, que soporta al menos un satélite, así como una primera corona 28. La segunda etapa planetaria 21 comprende de manera análoga un segundo sol 22, un segundo portasatélites 29, que soporta al menos un segundo satélite 23, así como una segunda corona 24. Tal como muestra la figura 7, los primeros y segundos portasatélites 19 y 29 están conectados entre sí o están realizados como un portasatélites doble. La corona 28 de la primera etapa está fijada tal como muestra la figura 7.

Tal como 7 la figura muestra, también en este caso el primer sol 18 puede formar el primer elemento de ensamble 8 para la unión del árbol de accionamiento 3. El segundo elemento de ensamble 9 puede formarse por los portasatélites 19 y 29 conectados entre sí y unir el árbol secundario 4. De manera similar a la realización según la figura 1, el segundo sol 22 forma el tercer elemento de ensamble 10 para unir el segundo convertidor de energía 13, mientras que la segunda corona 24 forma el cuarto elemento de ensamble 11 para unir el tercer convertidor de energía 14.

Además de los dos convertidores de energía 13 y 14 ya mencionados que están unidos con la disposición de engranaje planetario 7, la segunda rama hidráulica 6 de la transmisión comprende también un convertidor de energía adicional que se denomina a continuación primer convertidor de energía 12, y a diferencia de los otros dos convertidores de energía 13 y 14 no está unido a la disposición de engranaje planetario 7, sino al árbol de accionamiento 3, y concretamente antes del grupo de conmutación reversible 16 o de tal modo que el primer convertidor de energía 12 que puede estar configurado igualmente como hidrostato ajustable, se gira junto con el árbol de accionamiento 3 independientemente del estado de conmutación del grupo de conmutación reversible 16 citado, realizándose en la realización mostrada en la figura 1 la unión a través de la rueda dentada recta 32, de modo que el hidrostato 12 gira en sentido opuesto con respecto al árbol de accionamiento 3. El primer convertidor de energía 12 puede estar multiplicado o también desmultiplicado en el número de revoluciones con respecto al árbol de accionamiento 3, de modo que el convertidor de energía 12 puede tener un número de revoluciones ventajoso para este convertidor de energía, diferente del número de revoluciones del árbol de accionamiento 3.

Mientras que en la realización según la figura 1 los convertidores de energía 12, 13 y 14 están configurados en cada caso como hidrostatos ajustables, para la segunda rama 6 también pueden emplearse otros convertidores de energía, en particular máquinas eléctricas, de modo que la segunda rama 6 está configurada eléctrica. Tal como muestra la figura 2, en particular de manera correspondiente pueden estar unidos tres convertidores de energía eléctrica a la disposición de engranaje planetario 7 o al árbol de accionamiento 3, pudiendo estar realizados ventajosamente los convertidores de energía 12, 13 y 14 citados en cada caso como máquinas de corriente trifásica que pueden unirse a través de inversores regeneradores 25, 26 y 27 con un circuito intermedio de tensión continua común, compárese la figura 2. Por consiguiente, mediante el ajuste de los inversores citados las máquinas eléctricas pueden ajustarse en cuanto a su número de revoluciones y hacerse funcionar en el funcionamiento motorizado opcionalmente como motor o generador de corriente. Por lo demás, la realización según la figura 2 se corresponde con la realización según la figura 1, de modo que se remite a su explicación.

Con la transmisión de división de potencia 1 según las figuras según el par necesario o número de revoluciones necesario, las partes de la potencia transmitida mecánicamente y potencia transmitida hidráulica/mecánicamente pueden adaptarse de modo que o bien pueden emitirse pares muy altos con número de revoluciones pequeño al mismo tiempo, o pares muy pequeños con números de revoluciones grandes, pudiendo desplazarse, por ejemplo, la cargadora sobre ruedas o la cargadora de orugas continuamente desde velocidades de marcha muy bajas hasta muy altas. En particular, puede alcanzarse una transmisión de fuerza de tracción sin interrupciones también en la conmutación entre los distintos rangos de marcha. Mediante la configuración especial de la transmisión de división de potencia, el rendimiento puede mejorarse considerablemente, en particular a velocidades de marcha más altas. Por lo demás, el número de revoluciones del motor de accionamiento 2 puede reducirse, lo que conlleva un ahorro de combustible adicional.

En particular con la transmisión 1 de división de potencia pueden realizarse los siguientes niveles de marcha que se explican a continuación mediante la variante hidráulica para un accionamiento de la marcha, por ejemplo, una cargadora sobre ruedas o una cargadora de orugas:

En el arranque se necesita habitualmente una fuerza de tracción elevada. Esta puede generarse en el presente caso porque la transmisión de división de potencia 1 en un primer rango de marcha trabaja de manera puramente hidrostática, tal como muestra la figura 3. Para este propósito, la primera rama mecánica 5 de la transmisión se desconecta o se desacopla al abrirse ambos embragues Kv y Kr del grupo de conmutación reversible 16. Por consiguiente, solo trabaja la segunda rama hidrostática 6, trabajando en este caso, tal como muestra la figura 3, el primer hidrostato 12 como bomba y accionándose desde el árbol de accionamiento 3. En el estado inicial, es decir, en parada en este sentido inicialmente mediante el dispositivo de control 15, el primer hidrostato 12 se pone en un ángulo de pivote cero, mientras que el segundo hidrostato 13 puede ponerse en un ángulo de pivote máximo para poder arrancar como motor con par máximo. Si, como en la realización según las figuras mostradas, está previsto un freno por medio del cual el elemento de ensamble 11 asociado al tercer hidrostato 14 puede bloquearse, en el

estado inicial el freno K1 citado está cerrado. Tal como ya se ha explicado al principio la parada de la corona 24 podría realizarse sin embargo también a través del tercer hidrostato 14 citado, siendo preferido un bloqueo por medio del freno K1. Por ello, el tercer hidrostato 14 puede ponerse a cero, de modo que la transmisión de división de potencia trabaja con solo dos hidrostatos, concretamente el primer hidrostato 12 y el segundo hidrostato 13.

Para el arranque el primer hidrostato 12 que funciona a este respecto como bomba, se hace pivotar hacia afuera desde cero de modo que facilita un caudal en aumento, pudiendo desplazarse ventajosamente el primer hidrostato 12 citado hasta su ángulo de pivote máximo para poder aumentar la velocidad. La presión elevada p_{HD} generada mediante el caudal se entrega al segundo hidrostato 13 que funciona como motor que después del primer arranque o cuando el primer hidrostato 12 está pivotado totalmente hacia afuera, puede desplazarse desde su posición máxima pivotada hacia afuera hacia una posición menos pivotada hacia afuera, por ejemplo, a aproximadamente 30 % de su ángulo de pivote máximo. Este ajuste del ángulo de pivote conlleva un número de revoluciones del segundo hidrostato 13 que aumenta partiendo de cero, lo que de manera correspondiente lleva a un aumento del número de revoluciones en la segunda rueda principal 22, lo cual en una corona 24 vertical lleva a un aumento del número de revoluciones del portasatélites 19 y con ello igualmente a un aumento de la velocidad de marcha. Los ángulos de giro de los dos hidrostatos 12 y 13 al final de este rango de marcha están seleccionados de modo que entonces el número de revoluciones del árbol de entrada 34 de la primera rama mecánica 5 está adaptado al número de revoluciones del árbol 3 de accionamiento de modo que en el embrague Kv no se presenta ninguna diferencia de número de revoluciones o solo una escasa. Cuando este estado de conducción, el denominado punto síncrono, se ha alcanzado, puede conmutarse de la conducción meramente hidráulica a una conducción con división de potencia.

Para este propósito ventajosamente, por un lado, el tercer hidrostato 14 gira hacia afuera por completo, es decir, se pone en su máxima capacidad de par para poder mantener el par fijado allí o la corona 24 después de soltar el freno K1. Poco antes o poco después, o al mismo tiempo, la primera rama mecánica 5 se conecta adicionalmente al cerrarse el embrague Kv de avance de la etapa 16 de conmutación reversible. Con ello el número de revoluciones del primer sol 18 además es directamente proporcional al número de revoluciones del árbol de accionamiento 3 o, por ejemplo, al del motor diésel 2.

En una primera subregión de este segundo rango de marcha con división de potencia trabaja, por consiguiente, tal como muestra la figura 4, en el funcionamiento de marcha motorizado el segundo hidrostato 13 trabaja como bomba, mientras que, a la inversa, el primer hidrostato 12 se hace funcionar como motor, compárese la figura 4. Ventajosamente, dicho primer hidrostato 12 sin embargo, en un perfeccionamiento de la invención puede reducir su ángulo de pivote mediante el dispositivo de control 15, en particular desplazarse a cero. Por ello, una parte del caudal hidráulico facilitado por el segundo hidrostato 3 que aumenta desde cero llega al tercer hidrostato 14, de modo que este en el funcionamiento de marcha motorizado funcionando como motor aumenta su número de revoluciones desde cero. Esto lleva a un número de revoluciones de la corona 24 que asciende partiendo desde cero que se añade en el engranaje planetario al número de revoluciones de la rama mecánica 5 en el primer sol 18 y con ello lleva a un aumento adicional del número de revoluciones del portasatélites 19 y con ello a un aumento adicional del número de revoluciones del árbol secundario 4 y por consiguiente a un aumento adicional de la velocidad de marcha. Cuando el primer hidrostato 12 está pivotado a cero, se conduce solo todavía con los segundos y terceros hidrostatos 13 y 14, de manera adicional naturalmente a la primera rama mecánica 5. En este punto comienza la segunda subregión del segundo rango de marcha con división de potencia.

En esta subregión del segundo rango de marcha con división de potencia que muestra la figura 5 por consiguiente los dos hidrostatos 13 y 14 segundo y tercero se ajustan en cuanto a su ángulo de pivote para variar por consiguiente la velocidad de marcha o el par transmitido. En este sentido, en el funcionamiento de marcha motorizado el segundo hidrostato 13 trabaja además como bomba y el tercer hidrostato 14 como motor. El primer hidrostato 12 en este rango de marcha solo se arrastra y rota en vacío, dado que está en el ángulo de pivote cero, es decir sin par o casi sin par. Para poder conducir con velocidad de marcha más elevada, en particular el segundo hidrostato 13 de nuevo puede hacerse pivotar más hacia afuera, en particular hasta la posición de máxima cilindrada. Al mismo tiempo o con un desfase de tiempo, el tercer hidrostato 14 puede bajar en su cilindrada, en particular hasta la posición cero. Por ello, el número de revoluciones del hidrostato 14 aumenta adicionalmente, lo que lleva a un número de revoluciones de la corona 24 que continúa subiendo y con ello a un aumento adicional de la velocidad de marcha y al mismo tiempo retroactivamente a un número de revoluciones del segundo sol 22 y con ello del segundo hidrostato 13 en descenso. Cuando se ha alcanzado la posición cero del tercer hidrostato 14, el número de revoluciones del segundo hidrostato 13 es igual a cero. En este punto comienza la tercera subregión del segundo rango de marcha con división de potencia.

Para aumentar ahora la velocidad de marcha aún más, en esta tercera subregión del segundo rango de marcha con división de potencia, como muestra la figura 6, el primer hidrostato 12 puede hacerse pivotar hacia afuera ahora desde cero a la dirección negativa. Por ello el caudal hidráulico del primer hidrostato 12 que trabaja ahora de nuevo como bomba en el funcionamiento de marcha motorizado se da la vuelta, de modo que el segundo hidrostato 13 ahora también comienza a girar en la dirección contraria y en el funcionamiento de marcha motorizado cambia del funcionamiento de bomba de nuevo al funcionamiento de motor. Un número de revoluciones de accionamiento negativo en la segunda rueda principal 22 lleva a un aumento adicional del número de revoluciones del portasatélites 19 y con ello a un aumento adicional de la velocidad de marcha. El tercer hidrostato 14 solo se arrastra en este

5 rango de marcha y rota en vacío, dado que está en el ángulo de pivote cero, es decir, sin par o casi sin par. Si ahora el primer hidrostato 12 está pivotado hacia afuera al máximo en la dirección negativa para ganar más velocidad de marcha, el segundo hidrostato 13 que funciona en el funcionamiento de marcha motorizado como motor se hace pivotar de nuevo hacia atrás hasta que se haya alcanzado la velocidad de marcha máxima. También en este caso el ajuste del primer y segundo hidrostato 12 o 13 también puede realizarse simultáneamente o de manera solapada en el tiempo.

10 Para poder marchar también hacia atrás con la transmisión 1 de división de potencia de manera conocida *per se* inicialmente en el funcionamiento puramente hidrostático el primer hidrostato 12 que funciona en el arranque como bomba puede ajustarse continuamente desde cero o pasando por cero a la dirección negativa, de modo que en este caso como en los engranajes puramente hidrostáticos, es posible una inversión suave, continua pero rápida. Para tener también para la conducción hacia atrás los diferentes rangos de marcha que se han explicado anteriormente, en particular para poder usar también la conducción con división de potencia, para la conducción hacia atrás en el rango de división de potencia mediante el grupo de conmutación reversible 16 el árbol 34 de entrada de la primera rama mecánica 5 se acciona en la dirección invertida, al cerrarse el embrague Kr de retroceso tan pronto como el número de revoluciones del árbol de entrada 34 de la primera rama mecánica 5 está adaptado al número de revoluciones del árbol de accionamiento 3, de modo que en el embrague Kr no se presenta ninguna diferencia de número de revoluciones o solo reducida. Por consiguiente, el árbol de entrada 34 se gira, considerado en cuanto a su valor, de nuevo de acuerdo con el número de revoluciones de accionamiento del árbol de accionamiento 3, pero con signo negativo. Los distintos niveles de marcha con división de potencia se producen entonces de manera análoga a lo que se ha descrito anteriormente.

25 Tal como muestra la figura 8, la transmisión 1 de división de potencia también puede presentar más de tres convertidores de energía. En la realización mostrada en la figura 8 a este respecto un cuarto convertidor de energía 35 puede conectarse con el árbol de accionamiento 3. El cuarto convertidor de energía 35 citado puede estar configurado de manera hidrostática o eléctrica independientemente de la configuración del resto de convertidores de energía 12, 13 y 14, estando prevista en la realización dibujada en la figura 8 una máquina eléctrica, por ejemplo, en forma de una máquina de corriente trifásica.

30 A través del cuarto convertidor de energía 35 adicional en el sentido de una función de impulsión cuando aparecen picos de potencia necesaria o, por ejemplo, al arrancar, puede entregarse un par adicional al árbol de accionamiento 3. El convertidor de energía 35 puede abastecerse de energía en este sentido desde distintos lados, estando previsto según la figura 8 en un perfeccionamiento ventajoso de la invención un acumulador de energía 36 eléctrica desde el cual puede alimentarse el cuarto convertidor de energía 35. Ventajosamente, en el funcionamiento de empuje, el cuarto convertidor de energía 35 puede trabajar como generador y alimentar corriente al citado acumulador de energía 36. Cuando el cuarto convertidor de energía 35 está configurado como hidrostato, el acumulador de energía 36 puede ser un acumulador de presión.

40 Además, la figura 8 muestra que la transmisión de división de potencia 1 puede accionarse por más de un motor de accionamiento. Adicionalmente al motor de accionamiento 2 desde las formas de realización precedentes está previsto en este sentido un segundo motor de accionamiento 2a que, tal como muestra la figura 8, está conectado a la rueda dentada recta 32. Dicho motor de accionamiento 2a puede ser igualmente un motor diésel, pero puede estar configurado también de otro modo.

45 Además, la figura 8 muestra que la transmisión de división de potencia 1 también puede presentar más de un árbol secundario. Ventajosamente, en el portasatélites 19 del engranaje planetario puede actuar al menos una rueda de salida 4a adicional.

50 Por lo demás, la configuración de la realización según la figura 8 se corresponde esencialmente a la realización según la figura 1, de modo que a este respecto se remite a la descripción anterior, también a la descripción de la función y estados operativos mediante las figuras 3 a 6.

REIVINDICACIONES

1. Transmisión de división de potencia con un árbol de accionamiento (3) y un árbol secundario (4), entre los cuales están previstas una primera rama mecánica (5) una segunda rama (6) hidráulica o eléctrica, que pueden conectarse entre sí al menos parcialmente mediante una disposición de engranaje planetario (7), en donde la disposición de engranaje planetario (7) comprende varios elementos de ensamble (8, 9, 10, 11) y la segunda rama (6) comprende al menos tres convertidores de energía (12, 13, 14) giratorios conectados entre sí de manera hidráulica o eléctrica, en donde el árbol de accionamiento (3) está conectado con un primer convertidor de energía (12) y puede conectarse con un primer elemento de ensamble (8) de la disposición de engranaje planetario (7), el árbol secundario (4) está conectado con un segundo elemento de ensamble (9) de la disposición de engranaje planetario (7), el segundo convertidor de energía (13) está conectado con un tercer elemento de ensamble (10) de la disposición de engranaje planetario (7) caracterizado por que el tercer convertidor de energía (14) está conectado con un cuarto elemento de ensamble (11) de la disposición de engranaje planetario (7).
2. Transmisión de división de potencia según la reivindicación anterior, en donde el tercer convertidor de energía (14) está conectado con un elemento de ensamble de la disposición (7) de engranaje planetario al que está asociado un freno (K1) para frenar o sujetar el elemento de ensamble citado.
3. Transmisión de división de potencia según una de las reivindicaciones anteriores, en donde un dispositivo de control (15) está previsto para el control del estado operativo de los convertidores de energía y/o del estado de cambio de velocidad y está configurado de tal manera que en el funcionamiento motorizado en función del régimen de revoluciones de salida deseado y/o par de salida deseado en cada caso al menos otro convertidor de energía (12, 13, 14) puede hacerse funcionar como generador hidráulico/eléctrico y/o en el funcionamiento de empuje en función del régimen de revoluciones de salida deseado y/o par de salida deseado al menos otro convertidor de energía (12, 13, 14) puede hacerse funcionar en cada caso como motor.
4. Transmisión de división de potencia según la reivindicación anterior, en donde el dispositivo de control (15) está configurado de tal modo que en el funcionamiento motorizado el primer convertidor de energía (12) y al menos uno del segundo y tercer convertidor de energía (13, 14) en función de la velocidad de salida deseada pueden hacerse funcionar de manera alterna como generador hidráulico/eléctrico, y/o porque en el funcionamiento motorizado de los convertidores de energía segundo y tercero (13, 14) siempre se hace funcionar como máximo uno como generador hidráulico/eléctrico.
5. Transmisión de división de potencia según una de las reivindicaciones anteriores, en donde la primera rama (5) puede desacoplarse del árbol de accionamiento (3) mediante al menos un embrague (Kr, Kv) y en un primer rango de marcha el árbol secundario (4) puede accionarse exclusivamente mediante la segunda rama (6), en donde en el primer rango de marcha citado en el funcionamiento motorizado, el primer convertidor de energía (12) puede hacerse funcionar como generador hidráulico/eléctrico y al menos uno del segundo o tercer convertidor de energía (13, 14) puede hacerse funcionar como motor.
6. Transmisión de división de potencia según una de las reivindicaciones anteriores, en donde en un segundo rango de marcha en el que el árbol secundario (4) se acciona tanto mediante la primera rama (5) como mediante la segunda rama (6), el primer convertidor de energía (12) y el segundo convertidor de energía (13) pueden hacerse funcionar por el dispositivo de control (15) en cada caso opcionalmente tanto como motor como también como generador hidráulico/eléctrico, preferiblemente de tal modo que en el funcionamiento del primer convertidor de energía (12) como motor, el segundo convertidor de energía (13) se hace funcionar como generador hidráulico/eléctrico y en el funcionamiento del primer convertidor de energía (12) como generador hidráulico/eléctrico, el segundo convertidor de energía (13) se hace funcionar como motor.
7. Transmisión de división de potencia según la reivindicación anterior, en donde el dispositivo de control (15) está configurado de tal modo que en una primera subregión del segundo rango de marcha citado en el funcionamiento motorizado, el segundo convertidor de energía (13) se hace funcionar como generador hidráulico/eléctrico, el tercer convertidor de energía (14) se hace funcionar como motor y el primer convertidor de energía (12) se hace funcionar como motor y/o se conmuta sin par, y/o en una segunda subregión del segundo rango de marcha mencionado en el funcionamiento motorizado, el segundo convertidor de energía (13) se hace funcionar como generador hidráulico/eléctrico, el tercer convertidor de energía (14) se hace funcionar como motor y el primer convertidor de energía (12) se conmuta sin par, y/o en una tercera subregión del segundo rango de marcha citado en el funcionamiento motorizado, el primer convertidor de energía (12) se hace funcionar como generador hidráulico/eléctrico, el segundo convertidor de energía (13) se hace funcionar como motor y el tercer convertidor de energía (14) se conmuta sin par.
8. Transmisión de división de potencia según una de las reivindicaciones anteriores, en donde entre el árbol de accionamiento (3) y la disposición de engranaje planetario (7) está previsto un grupo de conmutación reversible (16) para la inversión del sentido de giro del primer elemento de ensamble (8) de la disposición de engranaje planetario (7) con respecto al árbol de accionamiento (3), en donde preferiblemente el grupo de conmutación reversible (16) presenta el al menos un embrague (Kr, Kv) para desacoplar la primera rama mecánica (5) del árbol de

accionamiento (3), en donde preferiblemente el primer convertidor de energía (12) puede conectarse con el árbol de accionamiento (3) de tal modo que el convertidor de energía (12) puede accionarse con el árbol de accionamiento (3) a pesar de la posición del grupo de conmutación reversible (16) en un sentido de giro fijo.

5 9. Transmisión de división de potencia según una de las reivindicaciones anteriores, en donde la disposición de engranaje planetario (7) está configurada como engranaje planetario con etapas y presenta un portasatélites (19) con al menos un satélite de etapa (20) y un primer sol (18), que está conectado activamente con la primera etapa (20a) del al menos un satélite de etapa (20), y un segundo sol (22) que está conectado activamente con la segunda etapa (20b) del al menos un satélite de etapa (20), y una corona (24), que está conectada activamente con al menos una etapa del al menos un satélite de etapa (20).

10 10. Transmisión de división de potencia según una de las reivindicaciones 1-8, en donde la disposición de engranaje planetario (7) está configurada con varias etapas, comprendiendo preferiblemente una primera etapa planetaria (17) un primer sol (18), un primer portasatélites (19) con al menos un primer satélite (37) y una primera corona (28) y comprendiendo una segunda etapa planetaria (21) un segundo sol (22), un segundo portasatélites (29) con al menos un segundo satélite (23) y una segunda corona (24), en donde preferiblemente un ensamble de la primera etapa planetaria (17) está acoplada con un ensamble de la segunda etapa planetaria (21) y un elemento de engranaje planetario está fijado, de modo que la disposición de engranaje planetario tiene cuatro ensambles.

15 20 11. Transmisión de división de potencia según una de las dos reivindicaciones anteriores, en donde

- el árbol (3) de accionamiento puede conectarse con el primer sol (18) de la disposición de engranaje planetario (7) y/o
- el segundo convertidor de energía (13) puede conectarse con el segundo sol (22) y/o el tercer convertidor de energía (14) puede conectarse con la o la segunda corona (24) de la disposición de engranaje planetario (7).
- el árbol secundario (4) puede conectarse con el portasatélites (19) o el primer o el segundo portasatélites (19; 29) de la disposición de engranaje planetario (7).

25 30 12. Transmisión de división de potencia según una de las reivindicaciones anteriores, en donde al menos dos de los tres convertidores de energía (12, 13, 14) están conectados o pueden conectarse entre sí en paralelo de manera hidráulica o eléctrica.

35 13. Transmisión de división de potencia según una de las reivindicaciones anteriores, en donde al menos dos de los tres convertidores de energía (12, 13, 14) están configurados como hidrostatos ajustables.

40 14. Transmisión de división de potencia según una de las reivindicaciones 1-12, en donde al menos dos de los tres convertidores de energía (12, 13, 14) están realizados como máquinas de corriente trifásica y pueden unirse a través de inversores regeneradores (25, 26, 27) con un circuito intermedio de tensión continua común.

15. Transmisión de división de potencia según una de las reivindicaciones anteriores, en donde está previsto un cuarto convertidor de energía (35) que puede conectarse preferiblemente con el al menos un árbol de accionamiento (3).

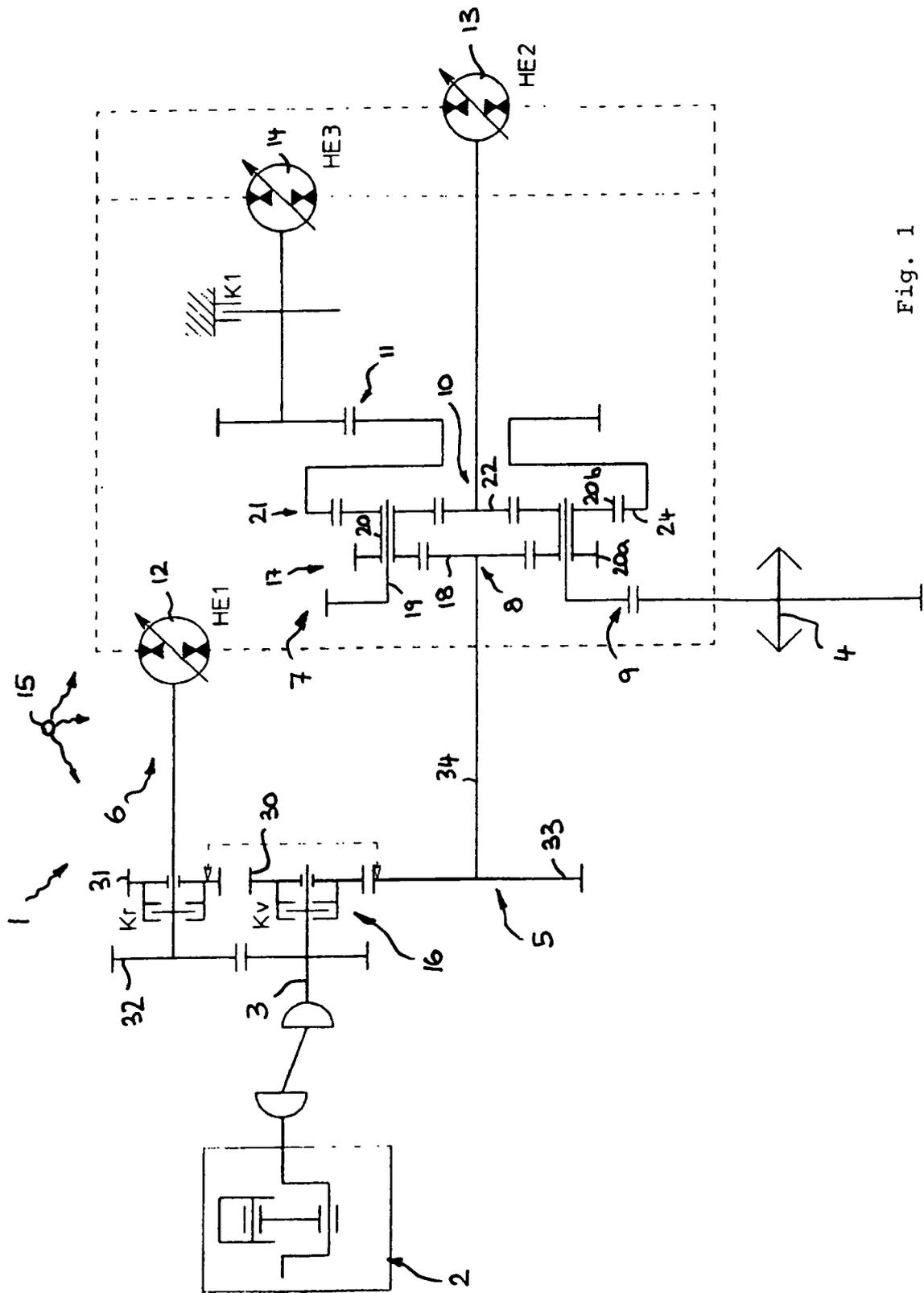


Fig. 1

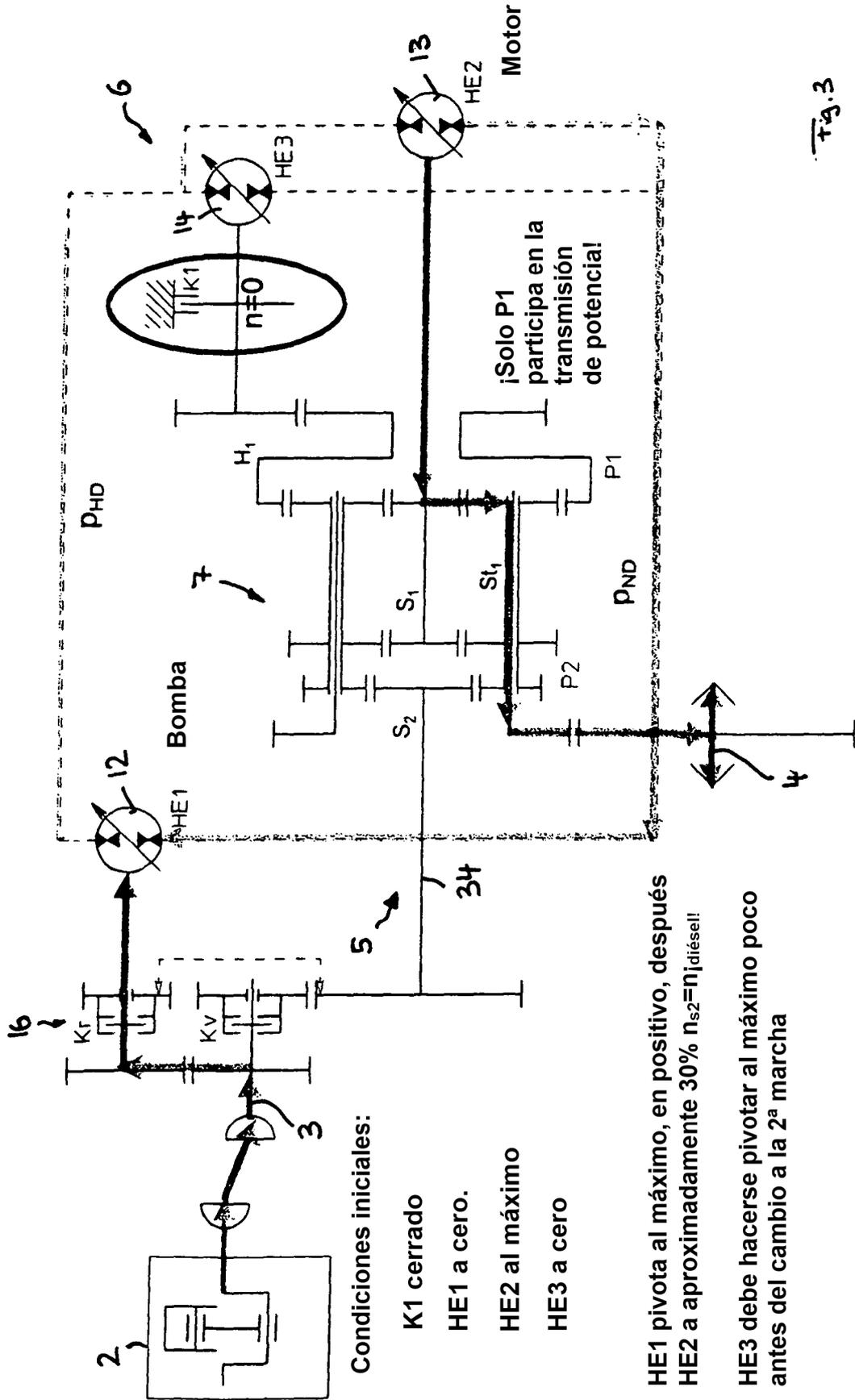
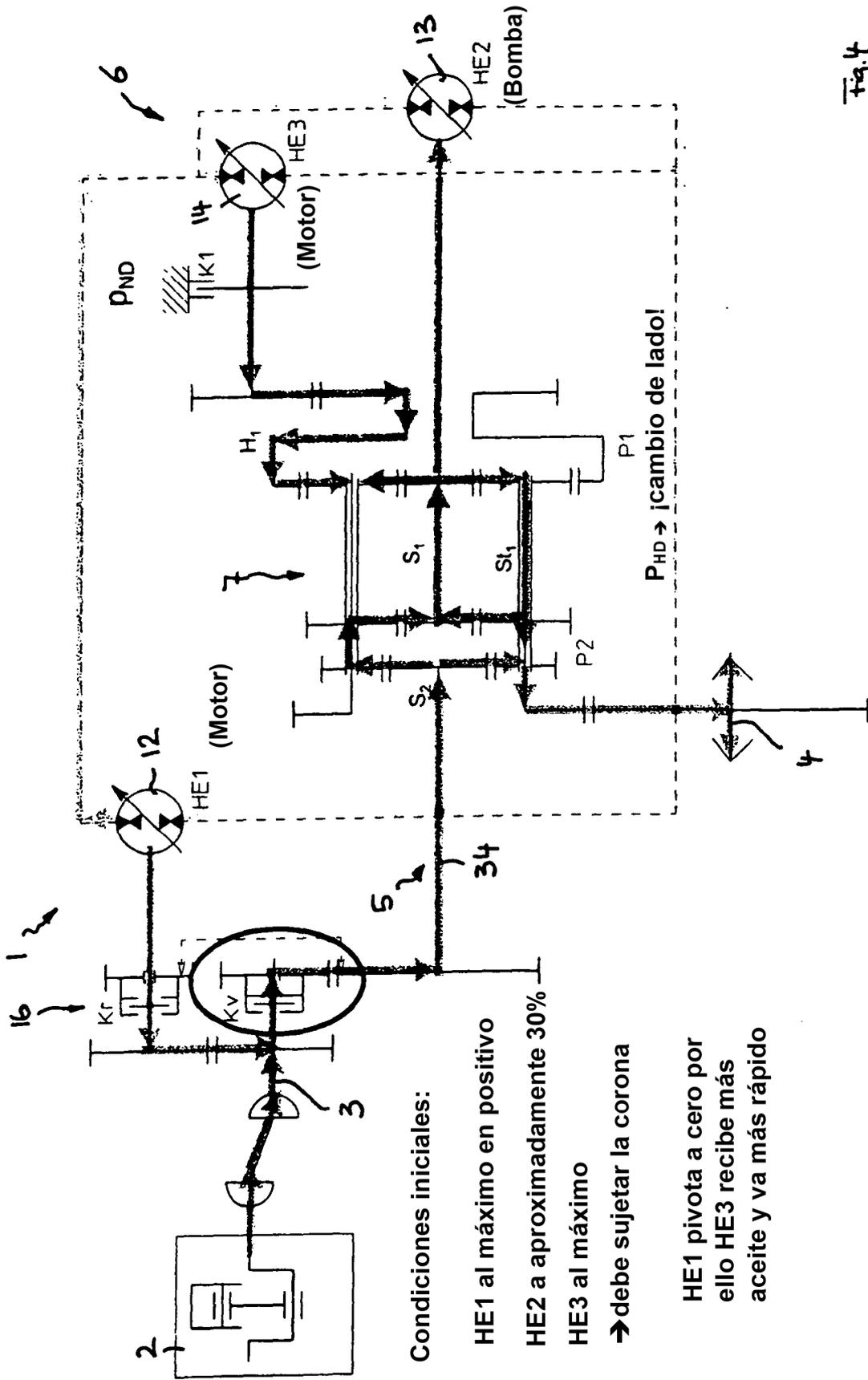


Fig. 3



Condiciones iniciales:

HE1 al máximo en positivo

HE2 a aproximadamente 30%

HE3 al máximo

→ debe sujetar la corona

HE1 pivota a cero por
ello HE3 recibe más
aceite y va más rápido

Fig.4

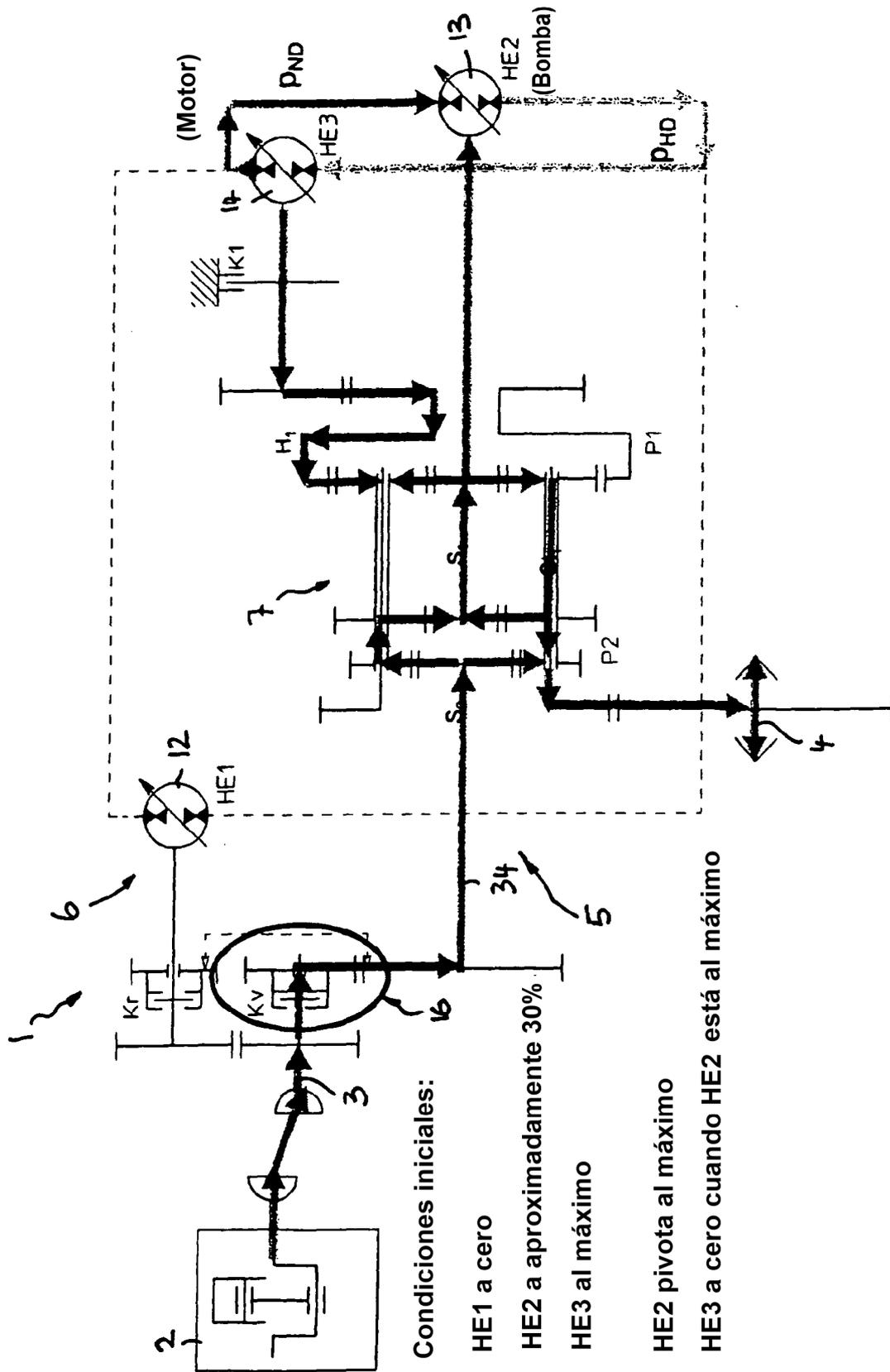
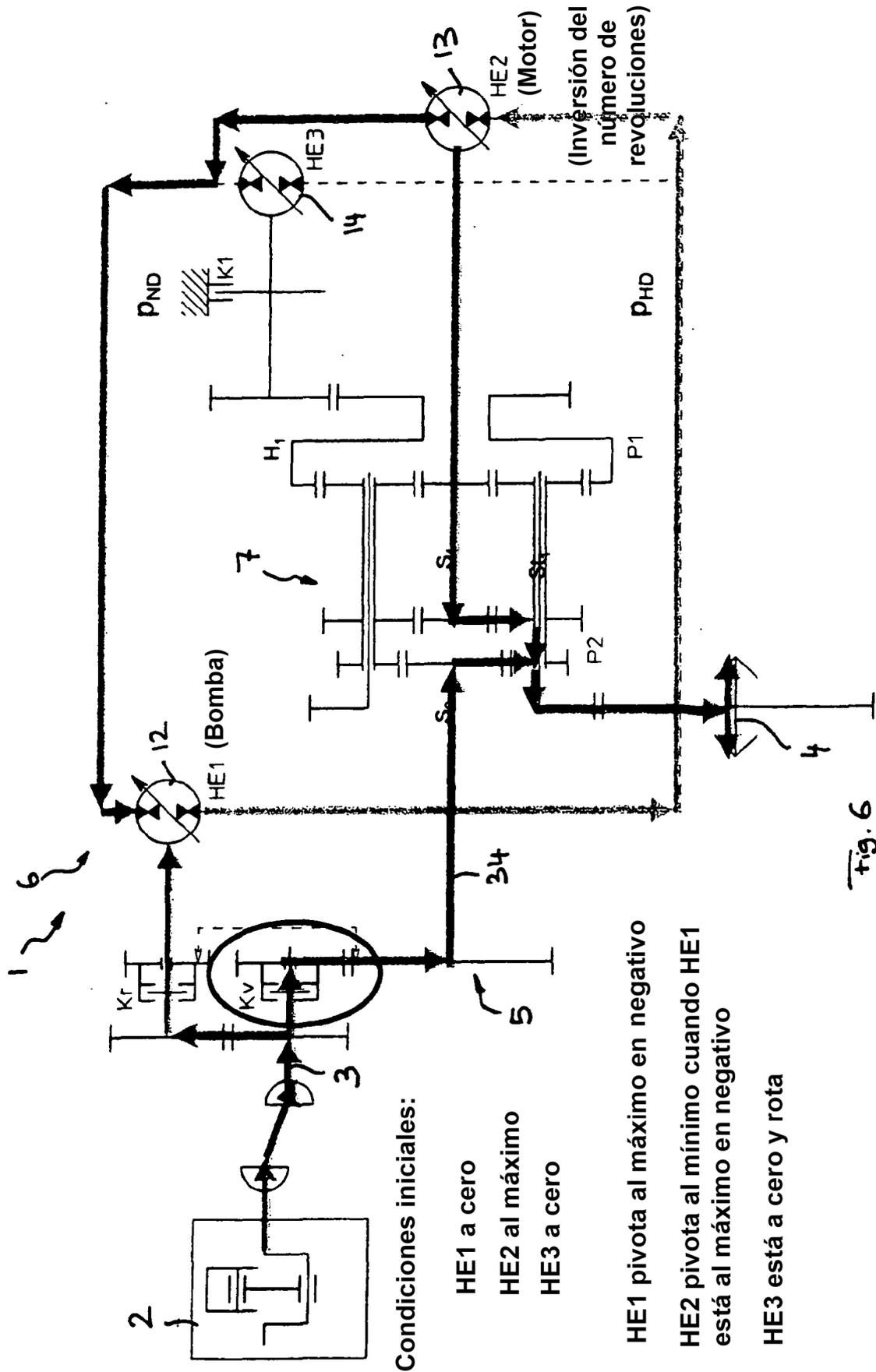


Fig. 5



Condiciones iniciales:

HE1 a cero

HE2 al máximo

HE3 a cero

HE1 pivota al máximo en negativo

HE2 pivota al mínimo cuando HE1 está al máximo en negativo

HE3 está a cero y rota

Fig. 6

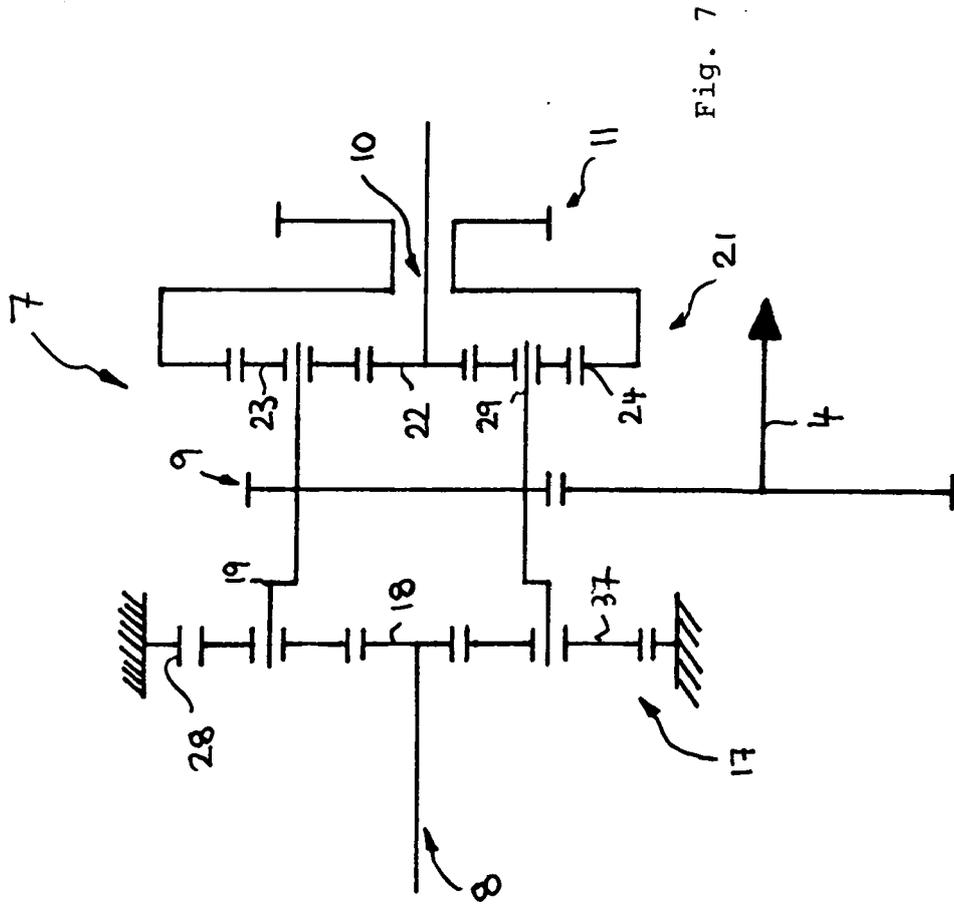


Fig. 7

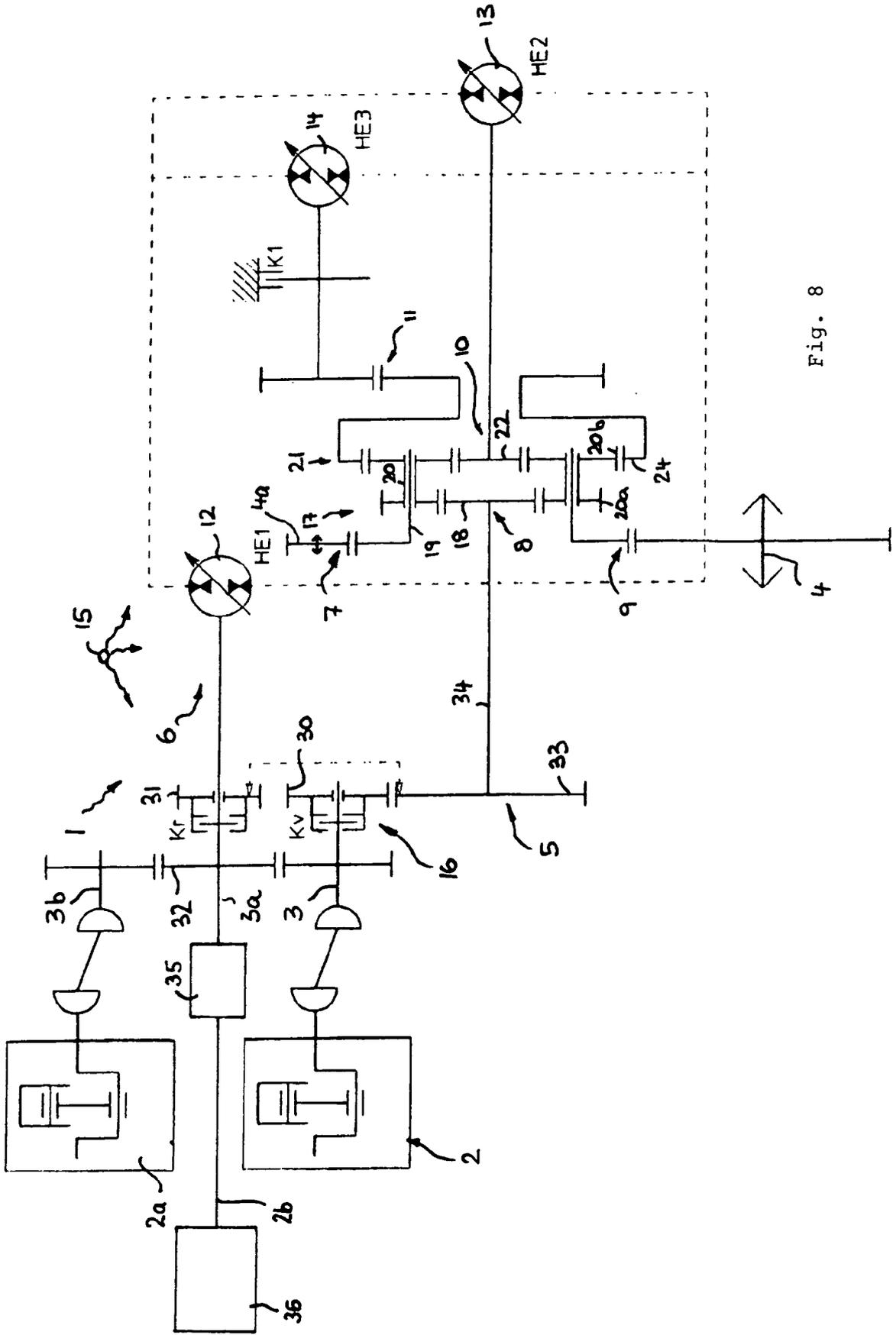


Fig. 8