

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 383 677**

51 Int. Cl.:
F16H 3/66

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **02730069 .8**

96 Fecha de presentación: **27.03.2002**

97 Número de publicación de la solicitud: **1373756**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.01.2004**

54 Título: **Caja de cambios de fases múltiples**

30 Prioridad:
30.03.2001 DE 10115995

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
25.06.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
25.06.2012

73 Titular/es:
**ZF Friedrichshafen AG
88038 Friedrichshafen, DE**

72 Inventor/es:
ZIEMER, Peter

74 Agente/Representante:
Lehmann Novo, Isabel

ES 2 383 677 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

Caja de cambios de fases múltiples

La presente invención se refiere a una caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 de la patente.

5 En la solicitud de patente alemana más antigua P 199 49 507.4 de la Firma solicitante se describen varios esquemas de cajas de cambios para una caja de cambios automática de fases múltiples con diferentes combinaciones de conjuntos de ruedas planetarias acoplados. A través de la unión adecuada de una combinación de conjuntos de
10 ruedas antepuestos no conmutables con una combinación de conjuntos de ruedas conmutables conectados a continuación se pueden conectar, respectivamente, al menos siete marchas adelante sin cambios de marcha agrupados. El número de las marchas conmutables hacia delante es en este caso al menos dos mayor que el número de los elementos de conmutación.

15 El documento DE-P 199 49 507.4 propone en este caso configurar la combinación de conjuntos de ruedas conmutables conectados a continuación como caja de cambios de cuatro árboles de dos nervaduras con dos conjuntos de ruedas planetarias conmutables conectados a continuación. Por caja de cambios de cuatro árboles de dos nervaduras se entiende aquí una disposición de dos conjuntos de ruedas planetarias de una nervadura
individuales acoplados mecánicamente, en los que la unidad acoplada presenta, como consecuencia de una unión doble de los componentes, cuatro llamados "árboles libres", en la que un "árbol" puede ser una rueda solar, una rueda hueca o también una nervadura de un conjunto de ruedas planetarias.

20 A partir del documento US 4.683.776 del tipo indicado al principio se conoce una caja de cambios de fases múltiples, en la que utilizando cuatro conjuntos de ruedas planetarias, dos embragues y cuatro frenos, se pueden conmutar nueve marchas adelante libres de cambios de marcha agrupados. En este caso, dos de los conjuntos de ruedas planetarias forman un conjunto antepuesto conmutable realizado como caja de cambios de cuatro árboles de dos nervaduras, que está conectado constantemente con el árbol de accionamiento de la caja de cambios de fases
25 múltiples y presenta solamente un árbol de salida. El primero y el segundo de los cuatro frenos actúan exclusivamente sobre este conjunto antepuesto. Los otros dos conjuntos de ruedas planetarias forman un conjunto conectado a continuación conmutable, realizado como caja de cambios de cuatro árboles de dos nervaduras, cuyo primer árbol libre está conectado constantemente con el árbol de salida del conjunto antepuesto y se puede fijar a través del tercero de los cuatro frenos, cuyo segundo árbol libre se puede conectar a través de uno de los dos
30 embragues con el árbol de accionamiento, cuyo tercer árbol libre se puede conectar a través del otro de los dos embragues con el árbol de accionamiento y se puede fijar a través del cuatro de los cuatro frenos, y cuyo cuarto árbol libre está conectado constantemente con el árbol de accionamiento de salida de la caja de cambios de fases múltiples. Los dos embragues y el cuarto freno actúan, por lo tanto, exclusivamente sobre este conjunto conectado a continuación. Puesto que el árbol de salida del conjunto antepuesto y el primer árbol libre del conjunto conectado a continuación están conectados constantemente entre sí, el tercer freno de la caja de cambios actúa tanto sobre el
35 conjunto antepuesto como también sobre el conjunto conectado a continuación.

El cometido de la presente invención consiste ahora en desarrollar, partiendo del estado mencionado de la técnica, una caja de cambios de fases múltiples con al menos siete marchas adelante conmutables sin cambios de marcha agrupados, con respecto a un gasto de construcción comparativamente más reducido, con un escalonamiento favorable inalterado de las marchas y con expansión grande.

40 Este cometido se soluciona por medio de una caja de cambios de fases múltiples que presenta las características de la reivindicación principal.

Partiendo del estado de la técnica del documento DE-P 199 49 507.4, la caja de cambios de fases múltiples presenta un conjunto antepuesto conectado con el árbol de accionamiento de la caja de cambios y un conjunto conectado a continuación conectado con el árbol de accionamiento de salida de la caja de cambios.

45 De acuerdo con la invención, tanto el conjunto antepuesto como también el conjunto conectado a continuación están configurados, respectivamente, como conjuntos de ruedas planetarias conmutables acoplados y están conectados entre sí a través de un único árbol de unión. En este caso, el conjunto antepuesto se forma por dos conjuntos de ruedas planetarias antepuestos conmutables acoplados y como máximo por otros dos conjuntos de ruedas planetarias antepuestos no conmutables.

50 El conjunto conmutable conectado a continuación se puede conectar siempre a través de al menos un elemento de conmutación con el árbol de accionamiento de la caja de cambios y está conectado siempre fijamente con el árbol de unión - es decir, con la salida del conjunto antepuesto conmutable-.

De acuerdo con la invención, a través de conmutación selectiva de los elementos de conmutación, que actúan sobre el conjunto antepuesto conmutable, en la salida del conjunto antepuesto se genera un número de revoluciones determinado, con el que gira el árbol de unión. El árbol de unión no está conectado con un elemento de

conmutación.

5 En cada marcha conmutada se conmutan al menos dos elementos de conmutación de la caja de cambios de fases múltiples, de manera que a través de conmutación selectiva de los elementos de conmutación, se puede transmitir un número de revoluciones de entrada del árbol de accionamiento para la conexión de al menos nueve marcha adelante sobre el árbol de accionamiento de salida. En el caso de cambio de una marcha a la siguiente, solamente se desconecta en este caso un elemento de conmutación y se conecta adicionalmente otro elemento de conmutación, con lo que se evitan cambios de marcha agrupados críticos para la calidad del cambio, en los que deben conectarse o bien desconectarse al mismo tiempo varios elementos de conmutación.

10 A partir de las reivindicaciones dependientes se deducen configuraciones preferidas de la invención, en las que con un número lo más pequeño posible de elementos de conmutación y de conjuntos de ruedas planetarias se pueden conmutar el mayor número posible de marchas y se pueden fabricar las cajas de cambios de fases múltiples con un coste correspondiente favorable.

A continuación se explica la invención a modo de ejemplo con la ayuda de las formas de realización representadas en las figuras de una caja de cambios de fases múltiples. En este caso:

15 Las figuras 1A y 1B muestran una primera forma de realización de una caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención con nueve marchas adelante y una marcha atrás.

Las figuras 2A y 2B muestran una segunda forma de realización de una caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención con nueve marchas adelante y una marcha atrás.

20 Las figuras 3A y 3B muestran una tercera forma de realización de una caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención con nueve marchas adelante y una marcha atrás.

Las figuras 4A y 4B muestran una cuarta forma de realización de una caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención con once marchas adelante y una marcha atrás.

Las figuras 5A y 5B muestran una quinta forma de realización de una caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención con once marchas adelante y una marcha atrás.

25 Las figuras 6A y 6B muestran una sexta forma de realización de una caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención con quince marchas adelante y una marcha atrás.

Las figuras 7A y 7B muestran una séptima forma de realización de una caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención con nueve marchas adelante y una marcha atrás.

30 Las figuras 8A y 8B muestran una octava forma de realización de una caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención con once marchas adelante y tres marchas atrás.

Las figuras 9A y 9B muestran una novena forma de realización de una caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención con once marchas adelante y tres marchas atrás.

Las figuras 10A y 10B muestran una décima forma de realización de una caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención con diecisiete marchas adelante, sin marcha atrás.

35 Las figuras 11A y 11B muestran una undécima forma de realización de una caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención con diecisiete marchas adelante, sin marcha atrás.

Las figuras 12A y 12B muestran una duodécima forma de realización de una caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención con veinticuatro marchas adelante, sin marcha atrás.

40 Las figuras 13A y 13B muestran una decimotercera forma de realización de una caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención con veintiséis marchas adelante, sin marcha atrás.

Las figuras 14A y 14B muestran una primera forma de realización de un segundo conjunto conectado a continuación de acuerdo con la invención.

Las figuras 14C y 14D muestran una segunda forma de realización de un segundo conjunto conectado a continuación de acuerdo con la invención.

45 Las figuras 14E y 14F muestran decimocuarta forma de realización de una caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención con treinta y cinco marchas adelante, sin marcha atrás.

En las figuras se representan de acuerdo con la forma de realización respectiva de la caja de cambios de fases múltiples el esquema de la caja de cambios (índices A, C o E en las figuras) así como la lógica de conmutación con

multiplicaciones ejemplares correspondientes de las marchas individuales, escalonamiento de las marchas, 5A extensión y multiplicaciones en ralentí de los conjuntos de ruedas planetarias individuales (índices B, D y F de las figuras).

5 Para crear cajas de cambios de fases múltiples, que se pueden fabricar con coste comparativamente ventajoso con respecto al documento DE-P P 199 49 507.4, con al menos siete marchas adelante, se realiza de forma conmutable la combinación de conjuntos de ruedas antepuestos en el árbol de accionamiento de la caja de cambios. A través de esta disposición, en función de los elementos de conmutación activados, se genera otro número de revoluciones, que actúa, adicionalmente al número de revoluciones de entrada introducido a través del árbol de accionamiento, sobre la combinación de conjuntos conectados a continuación realizados de la misma manera de forma conmutable
10 en el árbol de accionamiento de salida de la caja de cambios. El conjunto antepuesto se puede bloquear o fijar opcionalmente también de acuerdo con la lógica de activación de los elementos de conmutación.

15 En la caja de cambios de fases múltiples conocida descrita al principio, a través de un conjunto antepuesto conectado con el árbol de accionamiento se generan dos números de revoluciones adicionales, que actúan junto con el número de revoluciones de accionamiento sobre el conjunto conectado a continuación. En oposición a la presente invención, estos dos números de revoluciones son generados a través de la disposición de dos conjuntos de ruedas planetarias antepuestos no conmutables.

20 A través de la activación de los elementos de conmutación se transmiten, en la presente invención, por lo tanto, el número de revoluciones de salida de la combinación de conjuntos de ruedas antepuestos y el número de revoluciones de entrada de la caja de cambios de acuerdo con el flujo de fuerza conmutado sobre el árbol de accionamiento de salida. A través de la disposición especial de los elementos de conmutación y de los conjuntos de ruedas planetarias se pueden concebir diferentes cajas de cambios de fases múltiples, descritas en detalle a continuación, con al menos siete marchas adelante, en particular para automóviles, autobuses y camiones. Para el empleo en motocicletas y ciclomotores se pueden representar cajas de cambios de muchas marchas sin marcha
atrás.

25 En todas las figuras se designa con 1 un árbol de accionamiento de la caja de cambios y con 3 se designa un árbol de accionamiento de salida de la caja de cambios de fases múltiples. La caja de cambios de fases múltiples presenta siempre un conjunto antepuesto VS conmutable y un conjunto conectado a continuación NS conmutable conectado a través de un árbol de unión 2. El árbol de accionamiento 1 gira con un número de revoluciones de entrada n. Cuando se conmutan dos elementos de conmutación del conjunto antepuesto VS según la lógica de conmutación de la caja de cambios, es decir, cuando están cerrados, el árbol de unión 2 gira con un número de revoluciones de salida nvs del conjunto antepuesto VS. El árbol de accionamiento de salida 3 gira con un número de revoluciones de salida nns del conjunto conectado a continuación NS, VS1, VS2, Vsa y VSb designan un primero, segundo, tercero y cuarto conjuntos de ruedas planetarias antepuestos que están presentes de acuerdo con la forma de realización. NS1, NS2, NS3 y NS4 designan un primero, segundo, tercero y cuarto conjuntos de ruedas planetarias conectados a continuación, que están presentes de acuerdo con la forma de realización. Según la forma de realización, están previstos hasta cinco elementos de conmutación (embragues o frenos A, B, C, D y E, que actúan sobre el conjunto antepuesto, así como hasta cinco elementos de conmutación (embragues o frenos) M, H, L, M' y H', que actúan sobre el conjunto conectado a continuación VS.
30
35

40 A continuación se explican con la ayuda de las figuras 1A y 1B a 6A y 6B a modo de ejemplo seis variantes de cajas de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención, que se pueden conmutar por medio de cuatro elementos de conmutación A, B, C, D (figuras 1A, 1B y 3A, 3B) o bien cuatro elementos de conmutación A, B, D, E (figuras 2A, 2B) o bien cinco elementos de conmutación A, B, C, D, E (figuras 4A, 4B a 6A, 6B) en el conjunto antepuesto VS y dos elementos de conmutación M, H en el conjunto conectado a continuación NS.

45 El conjunto antepuesto VS está configurado en este caso como una caja de cambios conmutable de cuatro árboles de dos nervaduras con dos conjuntos de ruedas planetarias antepuestos VS1 y VS2 acoplados, de manera que al menos un árbol libre de esta caja de cambios de cuatro árboles de dos nervaduras se puede conectar a través de uno de los elementos de conmutación A, B, C, D o E con el árbol de accionamiento 1 y al menos un árbol libre de esta caja de cambios de cuatro árboles de dos nervaduras se puede fijar a través de otro de los elementos de conmutación A a E. El número de revoluciones nvs generado –de acuerdo con los elementos de conmutación activados– en la salida del conjunto antepuesto VS se transmite a través del árbol de unión 2 rígidamente sobre el conjunto conectado a continuación NS. El número de revoluciones nvs puede ser también cero, es decir, que el conjunto antepuesto puede estar bloqueado contra la carcasa de engranaje. De la misma manera, el número de revoluciones nvs puede ser también igual al número de revoluciones de entrada n del árbol de accionamiento 1, es decir, que el conjunto antepuesto VS puede funcionar también como bloque.
50

55 No están acopladas en el conjunto antepuesto VS, respectivamente, una primera rueda central, conectada con el primer elemento de conmutación A, del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS1, una rueda central, conectada con el segundo y tercer elementos de conmutación B y C, del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS2, así como una nervadura, conectada con el cuarto elemento de conmutación D y/o con el quinto

elemento de conmutación E, del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS2 y el árbol de unión 2 entre el conjunto antepuesto y el conjunto conectado a continuación. En este caso, una rueda central se define como rueda solar o rueda hueca.

5 En el conjunto conectado a continuación NS conmutable se trata igualmente de una caja de cambios de cuatro árboles de dos nervaduras conmutable, que comprende los conjuntos de ruedas planetarias NS1 y NS2 conectados a continuación acoplados y los elementos de conmutación M y H. En este caso, el conjunto conectado a continuación NS se puede conectar a través de su primer elemento de conmutación M con la carcasa de engranaje y a través de su segundo elemento de conmutación H con el árbol de accionamiento 1.

10 No están acoplados en el conjunto conectado a continuación NS, respectivamente, una rueda central, conectada con el elemento de conmutación M configurado como freno, del primer conjunto de ruedas planetarias NS1 conectado a continuación y una rueda central, conectada con el árbol de unión 2, del segundo conjunto de ruedas planetarias NS2 conectado a continuación, así como un árbol, conectado con el elemento de conmutación H, del segundo conjunto de ruedas planetarias NS2 conectado a continuación y el árbol de accionamiento de salida 3. Por rueda central se entiende aquí de nuevo o bien una rueda solar o una rueda hueca del conjunto de ruedas planetarias correspondiente.

15 En las seis primeras formas de realización de acuerdo con la invención de la caja de cambios de fases múltiples según las figuras 1 a 6 se forman las marchas siempre a través del conjunto antepuesto y el conjunto conectado a continuación, y dos elementos de conmutación en el conjunto antepuesto VS y un elemento de conmutación en el conjunto conectado a continuación NS están cerrados, respectivamente.

20 Para los números de revoluciones en los árboles y elementos de conmutación existe lo siguiente en la primera solución del cometido de acuerdo con la invención y especialmente en la primera a sexta formas de realización de la caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención según las figuras 1 a 6:

1. el número de revoluciones en el árbol de accionamiento 1 y en los elementos de conmutación E y H es igual (número de revoluciones de entrada n);

25 2. el número de revoluciones en el elemento de conmutación A conmutado está en el intervalo entre mayor/igual a cero hasta menor/igual al número de revoluciones de entrada n del árbol de accionamiento 1;

3. el número de revoluciones en el elemento de conmutación D es mayor/igual que cero y menor que el número de revoluciones de entrada n del árbol de accionamiento 1;

30 4. el número de revoluciones en la rueda central, conectada con el árbol de unión 2, del segundo conjunto de ruedas planetarias NS2 conectado a continuación es, cuando los elementos de conmutación H y M están conmutados, igual/mayor que uno de los números de revoluciones n_{VS} generados a través del conjunto antepuesto VS;

35 5. el número de revoluciones en el árbol, que conecta los elementos de conmutación B y/o C con una rueda central del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS2, es, cuando los elementos de conmutación A y D están conmutados, mejor/igual que el número de revoluciones generado durante la activación del elemento de conmutación B o bien C;

6. el número de revoluciones en el árbol, que conecta los elementos de conmutación B y/o C con la rueda central del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS2, es, cuando los elementos de conmutación A y E están conmutados, mayor/igual que el número de revoluciones generado cuando el elemento de conmutación B o bien C está generado; y

40 7. el número de revoluciones en el elemento de conmutación M conmutado es igual a cero.

Los acoplamientos mecánicos de los componentes del conjunto de ruedas planetarias antepuesto entre sí son idénticos en cada caso en la prior, cuarta y sexta formas de realización de una caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención, lo mismo que los acoplamientos mecánicos de los componentes del conjunto de ruedas planetarias conectado a continuación. La segunda y la tercera forma de realización de una caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención están derivadas de la primera forma de realización, en cada caso con otro embrague dentro del conjunto antepuesto VS y del conjunto conectado a continuación NS. La quinta forma de configuración de una caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención se deriva a partir de la cuarta forma de realización, de la misma manera con otro embrague dentro del conjunto conectado a continuación NS. Evidentemente, en otros desarrollos son posibles también todavía otros acoplamientos mecánicos de los componentes del conjunto de ruedas planetarias.

Las figuras 1A y 1B muestran ahora a modo de ejemplo una primera forma de realización de una caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención, con nueve marchas adelante y una marcha atrás. Como se representa en la figura 1A, esta primera forma de realización de la caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la

invención presenta dos conjuntos de ruedas planetarias antepuestos VS1 y VS2 conmutables, acoplados para formar una caja de cambios de cuatro árboles de dos nervaduras, y dos conjuntos de ruedas planetarias NS1 y NS2 conectados a continuación conmutables, acoplados de la misma manera para formar una caja de cambios de cuatro árboles de dos nervaduras. El primer conjunto de ruedas planetarias VS1 conectado a continuación conmutable comprende una rueda solar 11, una nervadura 15 con ruedas planetarias 12 y una rueda hueca 13. De manera similar a esta nomenclatura, con 21, 31 y 41 se designan, respectivamente, ruedas solares, con 25, 35 y 45 se designan, respectivamente, nervaduras con ruedas planetarias 22, 32 y 42, así como con 23, 33 y 43 se designan, respectivamente, ruedas huecas del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS2, del primer conjunto de ruedas planetarias NS1 conectado a continuación y del segundo conjunto de ruedas planetarias NS2 conectado a continuación.

El árbol de accionamiento 1 (número de revoluciones n) se puede conectar a través de un primer embrague A del conjunto antepuesto VS con la rueda solar 11 y a través de un segundo embrague B del conjunto antepuesto VS con la rueda solar 21 y a través de un segundo embrague H del conjunto conectado a continuación NS con la nervadura 45 de las ruedas planetarias 42. La rueda solar 21 se puede fijar a través de un tercer elemento de conmutación C, configurado como freno, del conjunto antepuesto VS. La nervadura 25 con las ruedas planetarias 22 está conectada con la rueda hueca 13 y se puede fijar a través de un cuarto elemento de conmutación D, configurado como freno, del conjunto antepuesto VS. Además, la rueda hueca 23 está conectada con la nervadura 15 de las ruedas planetarias 12 y a través del árbol de unión 2 (número de revoluciones nvs) con la rueda solar 41. La rueda solar 31 se puede fijar a través de un primer elemento de conmutación M, configurado como freno, del conjunto conectado a continuación NS. La nervadura 45 con las ruedas planetarias 42 está conectada con la rueda hueca 33, y la nervadura 35 con las ruedas planetarias 32 está conectada con la rueda hueca 43 y con el árbol de accionamiento de salida 3 (número de revoluciones nns).

A través de conmutación selectiva de todos los seis elementos de conmutación A, B, C, D, M y H, de acuerdo con la lógica de conmutación representada en la figura 1B, se pueden conectar en total nueve marchas adelante y una marcha atrás R.

Frente a las construcciones de engranajes comparables de acuerdo con el estado de la técnica mencionado, la caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención presenta de manera ventajosa, en total tres frenos. En particular, con respecto a la alimentación de aceite a presión para la activación de los elementos de conmutación resulta de esta manera una configuración constructiva claramente más sencilla.

Las figuras 2A y 2B muestran a modo de ejemplo una segunda forma de realización de una caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención, con nueve marchas adelante y una marcha atrás. En el conjunto antepuesto VS están previstos dos conjuntos de ruedas planetarias antepuestos VS1 y VS2 acoplados conmutables así como cuatro elementos de conmutación A, B, D y E, en el conjunto conectado a continuación NS están previstos dos conjuntos de ruedas planetarias NS1 y NS2 conectados a continuación acoplados conmutables así como dos elementos de conmutación M y H.

El primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS1 conmutable comprende en este caso una rueda solar 11, una nervadura 15 con ruedas planetarias 12 y una rueda hueca 13. De manera similar a esta nomenclatura, se designan con 21, 31 y 41, respectivamente, ruedas solares, con 25, 35 y 45, respectivamente, se designan nervaduras con ruedas planetarias 22, 32 y 42 así como con 23, 33 y 43 se designan, respectivamente, ruedas huecas del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS2, del primer conjunto de ruedas planetarias conectado a continuación NS1 y del segundo conjunto de ruedas planetarias NS2 conectado a continuación.

Frente a la primera forma de realización descrita anteriormente, se puede suprimir el freno C previsto allí, que genera en el estado conmutado en el árbol libre conectado con él de la caja de cambios de cuatro árboles de dos nervaduras siempre un número de revoluciones cero. El freno D forma, por lo tanto, ahora el tercer elemento de conmutación del conjunto antepuesto VS. Como cuarto elemento de conmutación está previsto ahora un embrague E, que genera en el estado conmutado en el árbol libre conectado con él de la caja de cambios de cuatro árboles de dos nervaduras siempre un número de revoluciones igual al número de revoluciones n del árbol de accionamiento 1.

Como se muestra en la figura 2A, el árbol de accionamiento 1 (número de revoluciones n) se puede conectar a través de un segundo elemento de conmutación B, configurado como embrague, del conjunto antepuesto VS con la rueda solar 21 y a través de un segundo embrague H del conjunto conectado a continuación NS se puede conectar con la nervadura 45 de las ruedas planetarias 42. La rueda solar 11 se puede fijar a través de un primer elemento de conmutación A, configurado como freno, del conjunto antepuesto VS. La nervadura 25 con las ruedas planetarias 22 está conectada con la rueda hueca 13, se puede fijar a través del tercer elemento de conmutación D configurado como freno así como se puede conectar a través del cuarto elemento de conmutación E, configurado como embrague, del conjunto antepuesto VS con el árbol de accionamiento 1. La rueda hueca 23 está conectada con la nervadura 15 de las ruedas planetarias 12 y a través del árbol de unión 2 (número de revoluciones nvs) con la rueda hueca 43. Las ruedas solares 31 y 41 están conectadas entre sí y se pueden fijar a través de un primer elemento de conmutación M, configurado como freno, del conjunto conectado a continuación NS. La nervadura 45 con las ruedas

planetarias 42 está conectada con la rueda hueca 33, y la nervadura 35 de las ruedas planetarias 32 está conectada con el árbol de accionamiento de salida 3 (número de revoluciones nns).

5 A través de conmutación selectiva de todos los seis elementos de conmutación A, B, D, E, M y H, de acuerdo con la lógica de conmutación representada en la figura 2B, se pueden conmutar en total nueve marchas adelante y una
 10 marcha atrás R. En particular, debido a la conexión del árbol de unión 2 en la rueda hueca 43 del segundo conjunto de ruedas planetarias NS2 conectado a continuación, debido a las ruedas solares 31, 41 acopladas, que se pueden fijar a través del freno M, de los conjuntos de ruedas planetarias NS1, NS2 conectados a continuación y debido al accionamiento de salida a través de la nervadura 35 del primer conjunto de ruedas planetarias NS1 conectado a continuación, la segunda forma de realización descrita de una caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la
 15 invención es especialmente adecuada para una aplicación con accionamiento de salida que se encuentra transversalmente al eje de accionamiento. Por ejemplo para un automóvil con tracción delantera y motor de accionamiento colocado transversal. Otra ventaja de esta segunda forma de realización es que con la primera marcha conmutada en el conjunto conectado a continuación NS no se produce ninguna potencia ciega.

15 Las figuras 3A y 3B muestran a modo de ejemplo una tercera forma de realización de una caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención, de la misma manera con nueve marchas adelante y una marcha atrás, derivada de la primera forma de realización descrita anteriormente. En el conjunto antepuesto VS están previstos de nuevo dos conjuntos de ruedas planetarias antepuestos VS1 y VS2 acoplados conmutables así como cuatro elementos de conmutación A, B, C y D, y en el conjunto conectado a continuación NS están previstos dos conjuntos de ruedas planetarias NS1 y NS2 acoplados conmutables así como dos elementos de conmutación M y H.

20 El primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS1 conmutable está configurado ahora como caja de cambios Plus con planetas dobles y comprende una rueda solar 11, una rueda hueca 13, una nervadura 15' con ruedas planetarias interiores 12' así como una nervadura 15" con ruedas planetarias exteriores 12", de manera que ambas nervaduras 15' y 15" están conectadas entre sí. El segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS2 conmutable presenta una rueda solar 21, una rueda hueca 23 y una nervadura 25 con ruedas planetarias 22. El
 25 primer conjunto de ruedas planetarias NS1 conectado a continuación presenta una rueda solar 31, una rueda hueca 33 y una nervadura 35 con ruedas planetarias 32. El segundo conjunto de ruedas planetarias NS2 conectado a continuación está configurado como caja de cambios Plus con planetas dobles y comprende una rueda solar 41, una rueda hueca 43, una nervadura 45' con ruedas planetarias interiores 42' así como una nervadura 45" con ruedas planetarias exteriores 42", de manera que ambas nervaduras 45' y 45" están conectadas entre sí.

30 Como se muestra en la figura 3A, el árbol de accionamiento 1 (número de revoluciones n) se puede conectar a través de un primer embrague A del conjunto antepuesto VS con la rueda solar 11 y a través de un segundo embrague B del conjunto antepuesto VS con la rueda solar 21. Además, el árbol de accionamiento 1 se puede conectar a través de un segundo embrague H del conjunto NS conectado a continuación con las ruedas huecas 33 y 43 acopladas. La rueda solar 21 se puede fijar a través de un tercer elemento de conmutación C, configurado como
 35 freno, del conjunto antepuesto VS. La nervadura 25 está conectada con las nervaduras 15" y 15' acopladas y a través de un cuarto elemento de conmutación D, configurado como freno, del conjunto antepuesto VS. Además, las ruedas huecas 13 y 23 están acopladas y están conectadas a través del árbol de unión 2 (número de revoluciones nvs) con la rueda solar 41. La rueda solar 31 se puede fijar a través de un primer elemento de conmutación M, configurado como freno, del conjunto NS conectado a continuación. Las nervaduras 45" y 45' acopladas están
 40 conectadas con la nervadura 35. La nervadura 35 está conectada de nuevo con el árbol de accionamiento de salida 3 (número de revoluciones nns).

A través de conmutación selectiva de todos los seis elementos de conmutación A, B, C, D, M y H se pueden conmutar, de acuerdo con la lógica de conmutación representada en la figura 3B, en total, nueve marcha adelante y una marcha atrás R.

45 A continuación se describe con la ayuda de las figuras 4A y 4B a modo de ejemplo una cuarta forma de realización de la presente invención. Los detalles ya explicados en conexión con la figura 1A se designan de forma idéntica en la figura 4A. En comparación con la primera a la tercera formas de realización, la cuarta forma de realización de acuerdo con la invención en el conjunto antepuesto VS presenta, adicionalmente a los cuatro elementos de conmutación A a D, un quinto elemento de conmutación E, manteniendo inalterados dos elementos de conmutación
 50 M y H en el conjunto NS conectado a continuación. El acoplamiento de los dos conjuntos de ruedas planetarias antepuestos VS1 y VS2 es idéntico a la primera forma de realización, lo mismo que el acoplamiento de los dos conjuntos de ruedas planetarias NS1 y NS2 conectados a continuación.

55 Como se ha descrito en la figura 4A, la nervadura 25 de las ruedas planetarias 22 está conectada con la rueda hueca 13 y se puede conectar a través de un quinto embrague E del conjunto antepuesto VS con el árbol de accionamiento 1 (número de revoluciones n) y se puede fijar a través del freno D. La rueda solar 21 se puede conectar a través del embrague B con el árbol de accionamiento 1 y se puede fijar a través del freno C. La rueda solar 11 se puede fijar a través del primer elemento de conmutación, configurado ahora como freno, del conjunto antepuesto A. La nervadura 15 con las ruedas planetarias 12 está conectada con la rueda hueca 23 y a través del

árbol de unión 2 (número de revoluciones nvs) con la rueda solar 41. La nervadura 45 con las ruedas planetarias 42 está acoplada con la rueda hueca 33 y se puede conectar a través del embrague H con el árbol de accionamiento 1. La rueda solar 31 se puede fijar a través del freno M. La nervadura 35 con las ruedas planetarias 32 está conectada con la rueda hueca 43 y con el árbol de accionamiento de salida 3 (número de revoluciones nns).

5 A través de conmutación selectiva de los siete elementos de conmutación A a E, M y H se pueden conmutar, de acuerdo con la lógica de conmutación representada en la figura 4B, en total, once marchas adelante y una marcha atrás R. De manera ventajosa, con esta cuarta forma de realización de la caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención con cuatro conjuntos de ruedas se pueden generar más marchas en comparación con el estado de la técnica, con una alimentación de presión al mismo tiempo sencilla en el diseño de los elementos de conmutación (cuatro frenos).

10 Con la ayuda de las figuras 5A y 5B se explica ahora una quinta forma de realización ejemplar de una caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención, que se deriva de la cuarta forma de realización. El conjunto antepuesto VS configurado como caja de cambios de cuatro árboles de dos nervaduras comprende de nuevo cinco elementos de conmutación A, B, C, D y E, un primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS1 conmutable con una rueda solar 11, una rueda hueca 13 y una nervadura 15 con ruedas planetarias 12, así como un segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS2 conmutable con una rueda solar 21, una rueda hueca 23 y una nervadura 25 con ruedas planetarias 22. El conjunto NS conectado a continuación configurado de la misma manera como caja de cambios de cuatro árboles de dos nervaduras comprende dos elementos de conmutación M y H, un primer conjunto de ruedas planetarias NS1 conectado a continuación conmutable con una rueda solar 31, una rueda hueca 33 y una nervadura 35 con ruedas planetarias 32, así como un segundo conjunto de ruedas planetarias NS2 conectado a continuación conmutable con una rueda solar 41, una rueda hueca 43 y una nervadura 45 con ruedas planetarias 42.

15 A diferencia de la cuarta forma de realización, en esta quinta forma de realización de una caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención, el acoplamiento de los componentes dentro del conjunto NS conectado a continuación está modificado. De manera inalterada están acopladas la rueda hueca 33 del primer conjunto de ruedas planetarias NS1 conectado a continuación y la nervadura 45 del segundo conjunto de ruedas planetarias NS2 conectado a continuación. A diferencia de la cuarta forma de realización, ahora las ruedas solares 31 y 41 de los dos conjuntos de ruedas planetarias NS1 y NS2 conectados a continuación están acopladas, la conexión mecánica con el conjunto antepuesto VS se realiza ahora a través de la rueda hueca 43 del segundo conjunto de ruedas planetarias NS2 conectado a continuación y el accionamiento de salida NS conectado a continuación se realiza exclusivamente a través de la nervadura 35 del primer conjunto de ruedas planetarias NS1 conectado a continuación.

20 Otra diferencia de la quinta forma de realización de una caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención con respecto a la cuarta forma de realización resulta a partir de la configuración del primer elemento de conmutación A del conjunto antepuesto VS como embrague. La rueda solar 11 del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS1 se puede conectar ahora con el árbol de accionamiento 1 y no se puede ya fijar.

25 Como se muestra en la figura 5A, la rueda hueca 13 y la nervadura 25 están conectadas entre sí, se pueden fijar a través del cuarto elemento de conmutación D del conjunto antepuesto VS y se pueden conectar a través del quinto elemento de conmutación E del conjunto antepuesto VS con el árbol de accionamiento 1. La rueda hueca 23 y la nervadura 15 están conectadas entre sí y a través del árbol de unión 2 con la rueda hueca 43. La rueda hueca 33 y la nervadura 45 están conectadas entre sí y se pueden conecta a través del segundo elemento de conmutación H del conjunto NS conectado a continuación con el árbol de accionamiento 1. La nervadura 35 está conectada con el árbol de accionamiento de salida 3. La rueda solar 11 se puede conectar a través del primer elemento de conmutación A del conjunto antepuesto VS con el árbol de accionamiento 1. La rueda solar 21 se puede conectar a través del segundo elemento de conmutación B del conjunto antepuesto VS con el árbol de accionamiento 1 y se puede fijar a través del tercer elemento de conmutación C del conjunto antepuesto VS. Las ruedas solares 31 y 41 están conectadas entre sí y se pueden fijar a través del primer elemento de conmutación M del conjunto NS conectado a continuación.

30 Como se deduce a partir de la ilógica de conmutación según la figura 5B, a través de la conmutación selectiva de los siete elementos de conmutación A a E, M y H se pueden conmutar, en total, once marchas adelante y una marcha atrás R. Como con la cuarta forma de realización, también con esta quinta forma de realización de la caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención, en comparación con el estado de la técnica, se pueden generar de manera ventajosa más marchas con cuatro conjuntos de ruedas.

35 La figura 6A muestra a modo de ejemplo una sexta forma de realización de la caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención. De acuerdo con la lógica de conmutación representada en la figura 6B, se pueden conmutar, en total, quince marchas adelante y una marcha atrás. Los conjuntos de ruedas planetarias antepuestos VS1 y VS2 conmutables así como los conjuntos de ruedas planetarias NS1 y NS2 conectados a continuación conmutables están constituidos como los conjuntos de ruedas correspondientes de la primera y de la cuarta formas

de realización de la caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención y también se pueden acoplar de la misma manera entre sí. No obstante, la sexta forma de realización presenta, frente a la cuarta forma de realización, un conjunto de ruedas planetarias antepuesto VSa adicional no conmutable, con un número inalterado de los elementos de conmutación (cinco en el conjunto antepuesto VS y dos en el conjunto NS conectado a continuación, ahora cuatro embragues y tres frenos).

Como se representa en la figura 6A, el tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VSa adicional –no conmutable– presenta una rueda solar 11a, una nervadura 15a' con ruedas planetarias interiores 12a', una nervadura 15a" con ruedas planetarias exteriores 12a" así como una rueda hueca 13a. La rueda solar 11a está fijada en este caso (número de revoluciones cero). La nervadura 15a' de las ruedas planetarias interiores 12a' y la nervadura 15a" de las ruedas planetarias exteriores 12a" están conectadas en común con el árbol de accionamiento 1 (número de revoluciones n). La rueda hueca 13a gira con un número de revoluciones nva.

La nervadura 25 con las ruedas planetarias 22 del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS2 conmutable está conectado con la rueda hueca 13 del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS1 conmutable y a través del embrague E se puede conectar con el árbol de accionamiento 1 y se puede fijar a través del freno D. La rueda solar 21 del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS2 conmutable se puede conectar a través del embrague B con la rueda hueca 13a del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VSa y gira entonces con el número de revoluciones nva. Opcionalmente, la rueda solar 21 se puede fijar también a través del freno C, de manera que el embrague B y el freno C nunca se activan al mismo tiempo de acuerdo con la lógica de conmutación representada en la figura 6B. La rueda solar 11 del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS1 se puede conectar a través del primer elemento de conmutación A configurado como embrague del conjunto antepuesto VS con el árbol de accionamiento 1. La nervadura 15 con las ruedas planetarias 12 del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS1 conmutable está conectada con la rueda hueca 23 del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS2 conmutable y a través del árbol de unión 2 (número de revoluciones nvs) con la rueda solar 41 del segundo conjunto de ruedas planetarias NS2 conectado a continuación. La nervadura 45 con las ruedas planetarias 42 del segundo conjunto de ruedas planetarias NS2 conectado a continuación está acoplada con la rueda hueca 33 del primer conjunto de ruedas planetarias NS1 conectado a continuación y se puede conectar a través del segundo embrague H del conjunto NS conectado a continuación con el árbol de accionamiento 1. La rueda solar 31 del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto NS1 se puede fijar a través del freno M del conjunto NS conectado a continuación. La nervadura 35 con las ruedas planetarias 32 del primer conjunto de ruedas planetarias NS1 conectado a continuación está conectada con la rueda hueca 43 del segundo conjunto de ruedas planetarias NS2 conectado a continuación y con el árbol de accionamiento de salida 3 (número de revoluciones nns).

La ventaja en comparación con el estado de la técnica mencionado consiste en que con esta caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención con cinco conjuntos de ruedas y siete elementos de conmutación se pueden generar más marchas, con un gasto de construcción comparativamente idéntico.

En un desarrollo de la sexta forma de realización de acuerdo con la invención de la caja de cambios de fases múltiples puede estar previsto realizar conmutable el tercer conjunto de redas planetarias antepuesto VSa. En este caso, el segundo elemento de conmutación B del conjunto antepuesto VS no está dispuesto entre la rueda hueca 13a del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VSa y la rueda solar 21 del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS2, sino o bien entre el árbol de accionamiento 1 y las nervaduras 15a', 15a" acopladas del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VSa o como freno en la rueda solar 11a de tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VSa. La rueda hueca 13a y la rueda solar 21 están conectadas entonces evidentemente entre sí.

Con la ayuda de las figuras 7A, 7B a 11A, 11B se describen ahora otras formas de realización ejemplares de una caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención. A diferencia de las seis primera formas de realización descritas anteriormente, en estas otras formas de realización en la nervadura del segundo conjunto de ruedas planetarias NS2 conectado a continuación está conectado, adicionalmente al segundo embrague H del conjunto NS conectado a continuación un tercer elemento de conmutación L del conjunto NS conectado a continuación.

Como en la primera a sexta formas de realización de una caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención, también en la séptima, décima y undécima formas de realización en las marchas, que se forman sobre el conjunto antepuesto y el conjunto conectado a continuación, están cerrados, respectivamente, dos elementos de conmutación en el conjunto antepuesto VS y un elemento de conmutación en el conjunto NS conectado a continuación. En las marchas, que se forman solamente a través del conjunto NS conectado a continuación, en el conjunto antepuesto está cerrado como máximo un elemento de conmutación de la marcha siguiente superior o bien de la marcha siguiente inferior.

Además de las condiciones del número de revoluciones 1 a 6 ya mencionadas, adicionalmente se aplican las

siguientes condiciones:

8. el número de revoluciones en la rueda central, conectada con el árbol de unión 2, del segundo conjunto de ruedas planetarias NS2 conectado a continuación es, cuando los elementos de conmutación L y M están conmutados, menor / igual que el número de revoluciones nvs generado a través del conjunto antepuesto VS;
- 5 9. el número de revoluciones en el elemento de conmutación L conmutado es mayor / igual a cero y menor que el número de revoluciones de entrada n del árbol de accionamiento 1; y en lugar de la 7ª condición del número de revoluciones se aplica:
10. el número de revoluciones en el elemento de conmutación M conmutado es mayor que cero y menor / igual que el número de revoluciones de entrada n del árbol de accionamiento 1.

10 La séptima y la décima formas de realización ejemplares de acuerdo con la invención de una caja de cambios de fases múltiples presentan, respectivamente, acoplamientos de componentes mecánicos idénticos dentro del conjunto antepuesto VS y dentro del conjunto NS conectado a continuación. La octava y la novena formas de realización de acuerdo con la invención están derivadas, respectivamente, de la séptima forma de realización. con diferentes acoplamientos, respectivamente, dentro del conjunto antepuesto VS y del conjunto NS conectado a continuación. La undécima forma de realización de acuerdo con la invención se deriva de la décima forma de realización, de la misma manera con diferentes acoplamientos dentro del conjunto antepuesto VS y del conjunto NS conectado a continuación. Evidentemente, en otros desarrollos pueden estar previstos también todavía otros acoplamientos mecánicos de los componentes de los conjuntos de ruedas planetarias.

20 La figura 7A muestra ahora a modo de ejemplo el esquema de la caja de cambios de una séptima forma de realización de una caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención, con dos conjuntos de ruedas planetarias antepuestos VS1, VS2 conmutables, acoplados para formar una caja de cambios de cuatro árboles de dos nervaduras y con tres elementos de conmutación A, B, D en el conjunto antepuesto VS así como con dos conjuntos de ruedas planetarias NS1, NS2 conectados a continuación conmutables, acoplados para formar una caja de cambios de cuatro árboles de dos nervaduras y con tres elementos de conmutación M, H, L en el conjunto NS conectado a continuación. Con la disposición de la figura 7A, a través de cierre selectivo de los seis elementos de conmutación se pueden conmutar las nueve marchas adelante y una marcha atrás indicadas en forma de tabla en la figura 7B. En este caso, tres de las marchas adelante están realizadas como sobremarchas.

30 Como se indica en la figura 7A, en este caso el árbol de accionamiento 1 (número de revoluciones n) se puede conectar a través del segundo embrague B del conjunto antepuesto VS con la rueda solar 21 del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS2 conmutable, a través del segundo embrague H del conjunto NS conectado a continuación con la nervadura 45 de las ruedas planetarias 42 del segundo conjunto de ruedas planetarias NS2 conectado a continuación, así como a través del primer embrague M del conjunto NS conectado a continuación con la rueda solar 31 del primer conjunto de ruedas planetarias NS1 conectado a continuación. La nervadura 25 con las ruedas planetarias 22 del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS2 conmutable y la rueda hueca 13 del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS1 conmutable están acopadas y se pueden fijar a través del tercer elemento de conmutación D, configurado como freno, del conjunto antepuesto VS. La rueda solar 11 del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS1 conmutable se puede fijar a través del primer elemento de conmutación A, configurado como freno, del conjunto antepuesto VS. La nervadura 15 con las ruedas planetarias 12 del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS1 conmutable está conectado con la rueda hueca 23 del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS2 conmutable y a través del árbol de unión 2 (número de revoluciones nvs) con la rueda solar 41 del segundo conjunto de ruedas planetarias NS2 conectado a continuación. La nervadura 45 con las ruedas planetarias 42 del segundo conjunto de ruedas planetarias NS2 conectado a continuación está acoplada con la rueda hueca 33 del primer conjunto de ruedas planetarias NS1 conectado a continuación y se puede conectar a través del tercer elemento de conmutación L, configurado como freno, del conjunto NS conectado a continuación. La nervadura 35 con las ruedas planetarias 32 del primer conjunto de ruedas planetarias NS1 conectado a continuación está conectada con la rueda hueca 43 del segundo conjunto de ruedas planetarias NS2 conectado a continuación y con el árbol de accionamiento de salida 3 (número de revoluciones nns).

50 Frente al estado de la técnica descrito, la séptima forma de realización, representada en las figuras 7A, 7B, de una caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención presenta la misma ventaja que la primera forma de realización según las figuras 1A y 1B. En comparación con la primera forma de realización, el escalonamiento de las marchas de la séptima forma de realización es más favorable. Por lo demás, la estructura esquemática de la caja de cambios corresponde a la cuarta forma de realización. Por lo tanto, de manera ventajosa, cuatro del total de los seis elementos de conmutación están configurados como frenos, con las ventajas constructivas conocidas con respecto a su suministro de aceite a presión.

55 La figura 7D muestra la lógica de conmutación de este desarrollo de acuerdo con la invención de la séptima forma de realización de una caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención. Como en la séptima forma de

realización, se pueden conmutar nueve marchas adelante y una marcha atrás.

En las figuras 8A y 8B se explica ahora una octava forma de realización ejemplar de una caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención, que se deriva de la séptima forma de realización y que presenta en el conjunto antepuesto VS tres elementos de conmutación A, B, D y dos conjuntos de ruedas planetarias antepuestos VS1, VS2 conmutables, así como en el conjunto conectado a continuación tres elementos de conmutación M, H, L y dos conjuntos de ruedas planetarias NS1, NS2 conectados a continuación conmutables. A diferencia de la séptima forma de realización descrita anteriormente en la figura 7A, ahora todos los tres elementos de conmutación A, B, D del conjunto antepuesto VS están configurados como freno y el acoplamiento de los componentes dentro del conjunto antepuesto VS y dentro del conjunto NS conectado a continuación está modificado. El segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS2 conmutable y el primer conjunto de ruedas planetarias NS1 conectado a continuación conmutable están configurados ahora como caja de cambios Plus. El accionamiento de salida del conjunto antepuesto VS (número de revoluciones nvs) está conectado de forma inalterada a través del árbol de unión 2 de manera rígida con una rueda central del conjunto NS conectado a continuación, como en la séptima forma de realización con la rueda solar 41 del segundo conjunto de ruedas planetarias NS2 conectado a continuación.

Como se muestra en la figura 8A, el primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS1 conmutable comprende una rueda solar 11, una rueda hueca 13 y una nervadura 15 con ruedas planetarias 12. El segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS2 conmutable está configurado como conjunto de ruedas planetarias doble y comprende una rueda solar 21, una rueda hueca 23 y dos nervaduras 25', 25" acopladas con ruedas planetarias interiores y exteriores 22', 22". La rueda solar 11 se puede fijar a través del freno A. La rueda solar 21 está conectada con el árbol de accionamiento de salida 1. Las ruedas huecas 13 y 23 están conectadas entre sí y se pueden fijar a través del freno D. Las nervaduras 15, 25', 25" están conectadas entre sí y se pueden fijar a través del freno B. Además, las nervaduras 15, 25', 25" acopladas forman el accionamiento de salida del conjunto antepuesto VS (número de revoluciones nvs) y están conectadas fijamente a través del árbol de unión 2 con una rueda solar 41 del segundo conjunto de ruedas planetarias NS2 conectado a continuación. El primer conjunto de ruedas planetarias NS1 conectado a continuación está configurado como conjunto de ruedas planetarias doble y comprende una rueda solar 31, una rueda hueca 33 y dos nervaduras 35', 35" acopladas con ruedas planetarias exteriores 32', 32". El segundo conjunto de ruedas planetarias NS2 conectado a continuación comprende la rueda solar 41, una rueda hueca 43 y una nervadura 45 como ruedas planetarias 42. La rueda solar 31 se puede conectar a través del primer elemento de conmutación M, configurado como embrague, del conjunto NS conectado a continuación con el árbol de accionamiento 1. Las nervaduras 35', 35" y 45 están conectadas entre sí, se puede conectar con el árbol de accionamiento 1 a través del segundo elemento de conmutación H, configurado como embrague, del conjunto NS conectado a continuación, así como se puede fijar a través del tercer elemento de conmutación L, configurado como freno, del conjunto NS conectado a continuación. Las ruedas huecas 33 y 43 están conectadas entre sí y forman al mismo tiempo el accionamiento de salida del conjunto NS conectado a continuación (número de revoluciones nns), por lo tanto están conectadas con el árbol de accionamiento de salida 3.

Como en la séptima forma de realización, también en la octava forma de realización de una caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención, a través de conmutación selectiva de los seis elementos de conmutación A, B, D y M, H, L se pueden conmutar, en total, nueve marchas adelante y una marcha atrás sin cambios de marcha agrupados, como se representa en la figura 8B.

En las figuras 9A y 9B se explica ahora una novena forma de realización ejemplar de una caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención, que está derivada de la misma manera de la séptima forma de realización y que presenta en el conjunto antepuesto VS tres elementos de conmutación A, B, D y dos conjuntos de ruedas planetarias antepuestos VS1, VS2 conmutables, así como en el conjunto conectado a continuación tres elementos de conmutación M, H, L y dos conjuntos de ruedas planetarias NS1, NS2 conectados a continuación conmutables. A diferencia de la séptima forma de realización descrita anteriormente en la figura 7A, ahora todos los tres elementos de conmutación A, B, D del conjunto antepuesto VS están configurados como freno y el acoplamiento de los componentes dentro del conjunto antepuesto VS y dentro del conjunto NS conectado a continuación están modificados. El accionamiento de salida del conjunto antepuesto VS (número de revoluciones nvs) está conectado de manera inalterada rígidamente a través del árbol de unión 2 con una rueda central del conjunto NS conectado a continuación, pero a diferencia de la séptima forma de realización está conectado con la rueda hueca 43 del segundo conjunto de ruedas planetarias NS2 conectado a continuación.

Como se muestra en la figura 9A, el primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS1 conmutable comprende una rueda solar 11, una rueda hueca 13 y una nervadura 15 con ruedas planetarias 12. El segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS2 conmutable comprende una rueda solar 21, una rueda hueca 23 y una nervadura 25 con ruedas planetarias 22. Las ruedas solares 11 y 21 están conectadas entre sí y se pueden fijar a través del freno A. La rueda hueca 23 está conectada con el árbol de accionamiento 1. La rueda hueca 13 y la nervadura 25 están conectadas entre sí y se pueden fijar a través del freno D. La nervadura 15 se puede fijar a través del freno B. Además, la nervadura 15 forma el accionamiento de salida del conjunto antepuesto VS (número de revoluciones nvs) y está conectada a través del árbol de unión 2 fijamente con una rueda hueca 43 del segundo conjunto de

5 ruedas planetarias NS2 conectado a continuación. El primer conjunto de ruedas planetarias NS1 conectado a continuación comprende una rueda solar 31, una rueda hueca 33 y una nervadura 35 con ruedas planetarias 32. El segundo conjunto de ruedas planetarias NS2 conectado a continuación comprende una rueda solar 41, la rueda hueca 43 y una nervadura 45 con ruedas planetarias 42. Las ruedas solares 31 y 41 están conectadas entre sí y se pueden fijar a través del primer elemento de conmutación M, configurado como embrague, del conjunto NS conectado a continuación con el árbol de accionamiento 1. La rueda hueca 33 y la nervadura 45 están conectadas entre sí, se pueden conectar a través del segundo elemento de conmutación H, configurado como embrague, del conjunto NS conectado a continuación con el árbol de accionamiento 1 así como se pueden fijar a través del tercer elemento de conmutación L, configurado como freno, del conjunto NS conectado a continuación. La nervadura 35 forma el accionamiento de salida del conjunto NS conectado a continuación (número de revoluciones nns) y está conectada con el árbol de accionamiento de salida 3.

15 Como en la séptima forma de realización, también en la novena forma de realización descrita de una caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención, a través de conmutación selectiva de los seis elementos de conmutación A, B, D y M, H, L de acuerdo con la lógica de conmutación representada en la figura 9B se pueden conmutar en total nueve marchas adelante y una marcha atrás sin cambios de marcha agrupados. En este caso – como también en las formas de realización descritas en las figuras 7C y 8A- en cada marcha conmutada se cierran siempre sólo dos elementos de conmutación. Frente a la séptima forma de realización, la expansión está ligeramente incrementada y el acoplamiento de los componentes del conjunto NS conectado a continuación es más favorable con respecto a la potencia ciega en la primera marcha.

20 Una octava forma de realización ejemplar de una caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención según la figura 8A presenta en comparación con la séptima, octava y novena formas de realización en el conjunto antepuesto VS presenta otro cuarto elemento de conmutación E configurado como acoplamiento. A través de la conmutación selectiva de los siete elementos de conmutación A, B, D, E y H, M, L se pueden conmutar, de acuerdo con la lógica de conmutación representada en la figura 10B, en total, once marchas adelante y tres marchas atrás.

25 Como se representa en la figura 8A, el primero y el tercer elementos de conmutación A, D del conjunto antepuesto VS están configurados como freno, y el segundo y el cuarto elementos de conmutación B, E del conjunto antepuesto VS están configurados como embrague. El primero y el segundo elementos de conmutación M, H del conjunto NS conectado a continuación son embragues, el tercer elemento de conmutación L del conjunto NS conectado a continuación es un freno.

30 El árbol de accionamiento 1 (número de revoluciones n) se puede conectar a través del embrague B con la rueda solar 21 del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS2 conmutable, a través del embrague H con la nervadura 45 de las ruedas planetarias 42 del segundo conjunto de ruedas planetarias NS2 conectado a continuación, a través del embrague M con la rueda solar 31 del primer conjunto de ruedas planetarias NS1 conectado a continuación, así como a través del embrague E con la nervadura 25 de las ruedas planetarias 22 del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS2 conmutable. La nervadura 25 con las ruedas planetarias 22 del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS2 conmutable y la rueda hueca 13 del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS1 conmutable están acopladas y se pueden fijar a través del freno D. La rueda solar 11 del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS1 conmutable se puede fijar a través del freno A. La nervadura 15 con las ruedas planetarias 12 del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS1 conmutable está conectada con la rueda hueca 23 del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS2 conmutable y a través del árbol de unión 2 (número de revoluciones nvs) con la rueda solar 41 del segundo conjunto de ruedas planetarias NS2 conectado a continuación. La nervadura 45 con las ruedas planetarias 42 del segundo conjunto de ruedas planetarias NS2 conectado a continuación está acoplada con la rueda hueca 33 del primer conjunto de ruedas planetarias NS1 conectado a continuación y se puede fijar a través del freno L. La nervadura 35 con las ruedas planetarias 32 del primer conjunto de ruedas planetarias NS1 conectado a continuación está conectada con la rueda hueca 43 del segundo conjunto de ruedas planetarias NS2 conectado a continuación y con el árbol de accionamiento de salida 3 (número de revoluciones nns).

50 Es ventajoso frente al estado descrito de la técnica que con la caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención según la figura 8A, 8B con cuatro conjuntos de ruedas se pueden generar más marchas. En comparación con la cuarta y quinta formas de realización de la caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención se pueden conmutar de manera ventajosa hasta tres marchas atrás. Una marcha atrás especial “más larga” frente a la marcha adelante “normal” se puede incorporar, por ejemplo, en un programa de marcha de invierno de la caja de cambios automática. Una marcha atrás “más corta” adicional frente a la marcha atrás “normal” es favorable, por ejemplo, para un vehículo todo terreno o para una operación de remolque del vehículo.

55 En las figuras 9A y 9B se explica ahora una novena forma de realización ejemplar de una caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención, que está derivada de la octava forma de realización. En el conjunto antepuesto VS están previstos de nuevo cuatro elementos de conmutación A, B, C, D y dos conjuntos de ruedas planetarias antepuestos VS1 y VS2 conmutables acoplados, así como en el conjunto conectado a continuación tres elementos de conmutación M, H, L y dos conjuntos de ruedas planetarias NS1 y NS2 conectados a continuación

conmutables acoplados. A diferencia de la forma de la décima forma de realización descrita anteriormente, el primer elemento de conmutación A del conjunto antepuesto VS es ahora un embrague y el cuarto elemento de conmutación D del conjunto antepuesto VS es un freno. Debido a una nomenclatura continua, el tercero y el cuarto elemento de conmutación en la undécima forma de realización se designa con C y D, puesto que la designación "E" se ha utilizado hasta ahora y también en las formas de realización que siguen todavía de cajas de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención se utilizan siempre para un embrague. Otras diferencias con respecto a la décima forma de realización se refieren al acoplamiento de los componentes dentro del conjunto antepuesto VS y dentro del conjunto NS conectado a continuación.

Como se representa en la figura 9A, la rueda solar 11 del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS1 se puede conectar a través del primer elemento de conmutación A del conjunto antepuesto VS se puede conectar con el árbol de accionamiento 1. La rueda solar 21 del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS2 se puede conectar a través del segundo elemento de conmutación B, configurado como embrague, del conjunto antepuesto VS con el árbol de accionamiento 1, así como se puede fijar a través del tercer elemento de conmutación C, configurado como freno, del primer conjunto antepuesto VS. La rueda hueca 13 del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS1 y la nervadura 25 del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS2 están conectadas entre sí y se pueden fijar a través del cuarto elemento de conmutación D, configurado como freno, del conjunto antepuesto VS. La rueda hueca 23 del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS2 y la nervadura 15 del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS1 están conectadas entre sí y al mismo tiempo forman el accionamiento del conjunto antepuesto VS y están conectadas a través del árbol de unión 2 (número de revoluciones n_{vs}) con la rueda solar 41 de segundo conjunto de ruedas planetarias NS2 conectado a continuación y con la rueda hueca 33, dispuesta en esta rueda solar 41, del primer conjunto de ruedas planetarias NS1 conectado a continuación. La rueda solar 31 del primer conjunto de ruedas planetarias NS1 conectado a continuación se puede conectar a través del primer elemento de conmutación M, configurado como embrague, del conjunto NS conectado a continuación con el árbol de accionamiento 1. Las nervaduras 35, 45 de las ruedas planetarias 32, 42 de ambos conjuntos de ruedas planetarias NS1, NS2 conectados a continuación están conectadas entre sí, se puede conectar a través del segundo elemento de conmutación H, configurado como embrague, del conjunto NS conectado a continuación con el árbol de accionamiento 1 así como se pueden fijar a través del tercer elemento de conmutación L, configurado como freno, del conjunto NS conectado a continuación. La rueda hueca 43 del segundo conjunto de ruedas planetarias NS2 conectado a continuación forma el accionamiento de salida del conjunto NS conectado a continuación y está conectada con el árbol de accionamiento de salida 3.

Como se deduce a partir de la lógica de conmutación representada en la figura 9B, como en la octava forma de realización, también en la novena forma de realización descrita de una caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención, a través de conmutación selectiva de los elementos de conmutación A, B, C, D, M, H, L se pueden conmutar, en total, once marcha adelante y tres marchas atrás sin cambios de marcha agrupados, con escalonamiento armónico de las marchas con expansión grande.

A continuación se describen ahora otras formas de realización de una caja de marchas de fases múltiples de acuerdo con la invención, que están configuradas sin marcha atrás conmutable y que son especialmente adecuadas para bicicletas, motocicletas y vehículos especiales de muchas marchas.

En este caso, en las marchas adelante, que se forman a través del conjunto antepuesto y el conjunto conectado a continuación, respectivamente, siempre dos elementos de conmutación están cerrados en el conjunto antepuesto VS y un elemento de conmutación está cerrado en el conjunto NS conectado a continuación. En las marchas adelante que solamente se forman a través del conjunto NS conectado a continuación, está cerrado siempre como máximo en el conjunto antepuesto VS como máximo un elemento de conmutación de la marcha próxima superior o bien de la marcha próxima inferior.

La figura 10A muestra ahora a modo de ejemplo una décima forma de realización de una caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención, que es comparable con respecto al número de los conjuntos de ruedas y elementos de conmutación en el conjunto antepuesto y en el conjunto conectado a continuación, con la sexta forma de realización descrita anteriormente de una caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención. No obstante, en esta décima forma de realización, el número mínimo de revoluciones en el árbol de unión 2, es decir, el número de revoluciones de partida n_{vs} del conjunto antepuesto, con número positivo de revoluciones n de entrada, es también siempre positivo.

Como se representa en la figura 10A, el conjunto antepuesto VS presenta dos conjuntos de ruedas planetarias antepuestos VS1 y VS2 conmutables acoplados, un tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto V_{sa} no conmutable así como cuatro embragues A, B, D, E y un freno C, y el conjunto NS conectado a continuación conmutable presenta dos conjuntos de ruedas planetarias NS1 y NS2 conectados a continuación acoplados así como un freno M y un embrague H. El conjunto antepuesto VS y el conjunto conectado a continuación están conectados entre sí a través del árbol de unión 2.

El árbol de accionamiento 1 (número de revoluciones n) está conectado en este caso con la rueda hueca 13a del

tercer conjunto de ruedas planetaria antepuesto VSa así como a través del embrague E con la nervadura 25 de las
ruedas planetarias 22 del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS2 conmutable y a través del
embrague A con la rueda hueca 13 del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS1 conmutable y se
puede conectar a través del embrague H con la nervadura 45 de las ruedas planetarias 42 del segundo conjunto de
ruedas planetarias NS2 conectado a continuación. Las ruedas planetarias 12a del tercer conjunto de ruedas
planetarias antepuesto VSa están configuradas como ruedas planetarias escalonadas con ruedas planetarias
pequeñas 12ak y ruedas planetarias grandes 12ag. La nervadura 15a (número de revoluciones nva) con las ruedas
planetarias 12ak y 12ag del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VSa se puede conectar a través del
embrague B con la rueda solar 21 del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS2 conmutable y a
través del embrague D con la nervadura 25 de las ruedas planetarias 22 del segundo conjunto de ruedas planetarias
antepuesto VS2 conmutable. La rueda hueca 13a del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VSa engrana
sobre las ruedas planetarias grandes 12ag del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VSa. La rueda solar
11a del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VSa está fijado y engrana con las ruedas planetarias
pequeñas 12ak del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VSa. La rueda solar 21 del segundo conjunto
de ruedas planetarias antepuesto VS2 conmutable está conectado con la rueda solar 11 del primer conjunto de
ruedas planetarias antepuesto VS1 conmutable y se puede fijar con la rueda solar 11 del primer conjunto de ruedas
planetarias antepuesto VS1 conmutable y se puede fijar a través del freno C. La rueda hueca 13 del primer conjunto
de ruedas planetarias antepuesto VS1 conmutable está conectado con la rueda hueca 23 del segundo conjunto de
ruedas planetarias antepuesto VS2 conmutable. La nervadura 15 con las ruedas planetarias 12 del primer conjunto
de ruedas planetarias antepuesto VS1 conmutable está conectado a través del árbol de unión 2 (número de
revoluciones nvs) con la rueda solar 41 del segundo conjunto de ruedas planetarias NS2 conectado a continuación
y con la rueda hueca 33 del primer conjunto de ruedas planetarias NS1 conectado a continuación. La nervadura 45
con las ruedas planetarias 42 del segundo conjunto de ruedas planetarias NS2 conectado a continuación y la
nervadura 35 con las ruedas planetarias 32 del primer conjunto de ruedas planetarias NS1 conectado a continuación
están acopladas, es decir, que están conectadas entre sí. La rueda solar 31 del primer conjunto de ruedas
planetarias NS1 conectado a continuación se puede fijar a través del embrague M. La rueda hueca 43 del segundo
conjunto de ruedas planetarias NS2 conectado a continuación está conectada con el árbol de accionamiento de
salida 3 (número de revoluciones nns).

A través de conmutación selectiva de los siete elementos de conmutación A a E, H y M se pueden conmutar, en
total, -de acuerdo con la lógica de conmutación representada en la figura 10B- diecisiete marchas adelante sin
cambios de marcha agrupados. No está prevista una marcha atrás. La ventaja en comparación con el estado de la
técnica mencionado reside en que las diecisiete marchas adelante se realizan con un elemento de conmutación
menos y con un conjunto de ruedas menos.

En las figuras 11A y 11B se explica ahora una undécima forma de realización ejemplar de una caja de cambios de
fases múltiples de acuerdo con la invención, que está derivada de la decimotercera forma de realización. De esta
manera, la configuración del conjunto NS conectado a continuación es idéntica, lo mismo que el tipo y el número de
los elementos de conmutación en el conjunto antepuesto y el número de los conjuntos de ruedas en el conjunto
antepuesto VS. Correspondientemente idéntico es también el número de las marchas conmutables sin cambios de
marchas agrupados, como se deduce a partir de la lógica de control de la figura 14B. Están modificados los
acoplamientos de componentes dentro del primero y del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuestos VS1 y
VS2, así como la configuración del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VSa no conmutable.

Como se muestra en la figura 11A, tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VSa no conmutable está
configurado ahora como caja de cambios Plus en el tipo de construcción planetaria doble y comprende una rueda
solar 11a, una rueda hueca 13a y dos nervaduras 15a', 15a" acopladas con ruedas planetarias interiores y exteriores
12a', 12a". La rueda solar 11a está fijada. Las nervaduras 15a', 15a" acopladas están conectadas con el árbol de
accionamiento 1. La rueda hueca 13a se puede conectar a través del segundo elemento de conmutación B,
configurado como embrague, del conjunto antepuesto VS con la rueda solar 21 del segundo conjunto de ruedas
planetarias antepuesto VS2. Además, la rueda hueca 13a se puede conectar a través del cuarto elemento de
conmutación D, configurado como embrague, del conjunto antepuesto VS con la nervadura 25 del segundo conjunto
de ruedas planetarias antepuesto VS2. Esta nervadura 25 está acoplada de nuevo con la rueda hueca 13 del primer
conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS1 y se puede conectar a través del quinto elemento de conmutación E,
configurado como embrague, del conjunto antepuesto VS con el árbol de accionamiento 1. La rueda solar 21 se
puede fijar también a través del tercer elemento de conmutación C, configurado como freno, del conjunto antepuesto
VS. La rueda solar 23 del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS2 está acoplada con la rueda solar
11 del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS1 y se puede conectar a través del primer elemento de
conmutación A, configurado como embrague, del conjunto antepuesto VS. La nervadura 15 del primer conjunto de
ruedas planetarias antepuesto VS1 forma el accionamiento de salida del conjunto antepuesto VS y está conectada
con el árbol de unión 2 (número de revoluciones nvs). En el lado del conjunto conectado a continuación, el árbol de
unión 2 está conectado con la rueda solar 41 del segundo conjunto de ruedas planetarias NS2 conectado a
continuación y con la rueda hueca 33, acoplada en esta rueda solar 41, del primer conjunto de ruedas planetarias
NS1 conectado a continuación. Las nervaduras 35 y 45 de los dos conjuntos de ruedas planetarias NS1 y NS2
conectados a continuación están acopladas y se puede conectar a través del segundo elemento de conmutación H,

configurado como embrague, del conjunto NS conectado a continuación con el árbol de accionamiento 1. La rueda solar 31 del primer conjunto de ruedas planetarias NS1 conectado a continuación se puede fijar a través del primer elemento de conmutación M, configurado como freno, del conjunto NS conectado a continuación. La rueda hueca 43 del segundo conjunto de ruedas planetarias NS2 conectado a continuación forma el accionamiento de salida del conjunto NS conectado a continuación (número de revoluciones nns) y está conectada con el árbol de accionamiento de salida 3.

De manera similar a la décima forma de realización, también la undécima forma de realización descrita de una caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención es especialmente adecuada para una aplicación en vehículo o bicicleta con accionamiento de entrada y accionamiento de salida colocados transversalmente a la dirección de la marcha, pero también para una unidad de accionamiento de entrada con accionamiento de salida que se encuentra transversal al accionamiento de entrada.

La figura 12A muestra a modo de ejemplo una duodécima forma de realización de una caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención, que es comparable con respecto al número de los elementos de conmutación en el conjunto NS conectado a continuación con la séptima a novena formas de realización de la caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención. En general, están previstos ocho elementos de conmutación, siete de los cuales están previstos como embragues y uno como freno, así como están previstos cinco conjuntos de ruedas planetarias. El conjunto antepuesto VS conmutable comprende dos conjuntos de ruedas planetarias antepuestos VS1 y VS2 conmutables acoplados, un tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VSa no conmutable, cuatro embragues A, B, D y E así como un freno C. En este caso, el tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VSa está configurado en tipo de construcción de ruedas planetarias dobles, con ruedas planetarias interiores 12a' y ruedas planetarias exteriores 12a'' y de manera correspondiente dos nervaduras 15a' y 15a''. El conjunto NS conectado a continuación conmutable comprende dos conjuntos de ruedas planetarias NS1, NS2 conectados a continuación acoplados así como tres embragues M, H, L. El conjunto antepuesto VS y el conjunto NS conectado a continuación están conectados entre sí a través del árbol de unión 2.

En este caso, el árbol de accionamiento 1 (número de revoluciones n) está conectado con la rueda solar 11a del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VSa así como se puede conectar a través del embrague A con la rueda solar 11 del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS1 conmutable y a través del embrague E con la nervadura 25 de las ruedas planetarias 22 del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS2 conmutable y a través del embrague H con la nervadura 45 de las ruedas planetarias 42 del segundo conjunto de ruedas planetarias NS2 conectado a continuación. La nervadura 15a' de las ruedas planetarias interiores 12a' del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VSa y la nervadura 15a'' de las ruedas planetarias exteriores 12a'' del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VSa están acopladas y fijadas. La rueda solar 21 del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS2 conmutable se puede fijar por medio del freno C a través de la nervadura 15a'' de las ruedas planetarias exteriores 12a'' del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VSa. La rueda hueca 13a (número de revoluciones nva) del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VSa se puede conectar a través del embrague B con la rueda solar 21 del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS2 conmutable a través del embrague D con la nervadura 25 de las ruedas planetarias 22 del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS2 conmutable, a través del embrague L con la nervadura 45 de las ruedas planetarias 42 del segundo conjunto de ruedas planetarias NS2 conectado a continuación y a través del embrague M con la rueda solar 31 del primer conjunto de ruedas planetarias NS1 conectado a continuación. La nervadura 25 con las ruedas planetarias 22 del segundo conjunto de ruedas planetarias VS2 antepuesto conmutable y la rueda hueca 13 del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS1 conmutable están acopladas entre sí. La rueda solar 11 del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS1 conmutable y la rueda hueca 23 del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS2 conmutable están acopladas de la misma manera entre sí. La nervadura 15 (número de revoluciones nvs) con las ruedas planetarias 12 del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS1 conmutable está conectado a través del árbol de unión 2 con la rueda solar 41 del segundo conjunto de ruedas planetarias NS2 conectado a continuación. La nervadura 45 con las ruedas planetarias 42 del segundo conjunto de ruedas planetarias NS2 conectado a continuación está conectada con la rueda hueca 33 del primer conjunto de ruedas planetarias NS1 conectado a continuación. La nervadura 35 con las ruedas planetarias 32 del primer conjunto de ruedas planetarias NS1 conectado a continuación está conectada con la rueda hueca 43 del segundo conjunto de ruedas planetarias NS2 conectado a continuación y con el árbol de accionamiento de salida 3 (número de revoluciones nns).

A través de conmutación selectiva de los ocho elementos de conmutación A a E y H, M y L se pueden conmutar, en total, de acuerdo con la lógica de conmutación representada en la figura 12B, veinticuatro marchas adelante. No está prevista una marcha atrás. La ventaja de esta duodécima forma de realización de una caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención en comparación con el estado de la técnica mencionado reside en que con el mismo número de elementos de conmutación con un conjunto de ruedas menos se pueden realizar, en total, veinticuatro en lugar de diecisiete marchas adelante.

En una decimotercera forma de realización ejemplar de una caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención está previsto disponer en el conjunto antepuesto VS dos conjuntos de ruedas planetarias antepuestos VS1

y VS2 conmutables acoplados así como dos conjuntos de ruedas planetarias antepuestos VSa y VSb acoplados no conmutables. La figura 13A muestra el esquema correspondiente de la caja de cambios. Como en la decimoquinta forma de realización de la caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención, en el conjunto antepuesto VS están previstos cinco elementos de conmutación A, B, C, D, E configurados como embragues y en el conjunto NS conectado a continuación están previstos tres elementos de conmutación M, H y L configurados como embragues.

Como se representa en la figura 13A, el árbol de accionamiento 1 (número de revoluciones n) está conectado con la rueda solar 11b del cuarto conjunto de ruedas planetarias antepuesto VSb, así como se puede conectar a través del embrague B con la rueda solar 21 del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS2 conmutable, a través del embrague E con la nervadura 25 de las ruedas planetarias 22 del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS2 conmutable y a través del embrague H con la nervadura 45 de las ruedas planetarias 42 del segundo conjunto de ruedas planetarias NS2 conectado a continuación. La rueda solar 11a del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VSa está fijado. El cuarto conjunto de ruedas planetarias antepuesto VSb está configurado como conjunto de ruedas planetarias doble. La nervadura 15a (número de revoluciones nva) con las ruedas planetarias 12a del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VSa está conectada con la nervadura 15b" de las ruedas planetarias exteriores 12b" del cuarto conjunto de ruedas planetarias antepuesto VSb y con la nervadura 15b' de las ruedas planetarias interiores 12b' del cuarto conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VSb). Además, la nervadura 15a del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VSa se puede conectar a través del embrague C con la rueda solar 21 del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS2 conmutable, así como a través del embrague D con la nervadura 25 de las ruedas planetarias 22 del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS2 conmutable y a través del embrague L con la nervadura 35" de las ruedas planetarias exteriores 32" del primer conjunto de ruedas planetarias NS1 conectado a continuación. En este caso, las ruedas planetarias 12a del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VSa y las ruedas planetarias 12b" del cuarto conjunto de ruedas planetarias antepuesto VSb están agrupadas. La rueda hueca 13a (número de revoluciones nvb) del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VSa y la rueda hueca 13b del cuarto conjunto de ruedas planetarias antepuesto VSb están acopladas entre sí. Ambas ruedas huecas 13a y 13b se pueden conectar a través del embrague A con la rueda solar 11 del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS1 conmutable y a través del embrague M con la rueda solar 31 del primer conjunto de ruedas planetarias NS1 conectado a continuación. La rueda solar 11 del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS1 conmutable está conectada con la rueda hueca 23 del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS2 conmutable. La nervadura 25 con las ruedas planetarias 22 del segundo conjunto de ruedas planetarias VS2 antepuesto conmutable está conectada con la rueda hueca 13 del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS1 conmutable. La nervadura 15 con las ruedas planetarias 12 del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS1 conmutable está conectada a través del árbol de unión 2 (número de revoluciones nvs) con la rueda solar 41 del segundo conjunto de ruedas planetarias NS2 conectado a continuación. La nervadura 35" con las ruedas planetarias exteriores 32" del primer conjunto de ruedas planetarias NS1 conectado a continuación y la nervadura 35' con las ruedas planetarias interiores 32' del primer conjunto de ruedas planetarias NS1 conectado a continuación y la nervadura 45 de las ruedas planetarias 42 del segundo conjunto de ruedas planetarias NS2 conectado a continuación están conectadas entre sí. Las ruedas planetarias exteriores 32" del primer conjunto de ruedas planetarias NS1 conectado a continuación y las ruedas planetarias 42 del segundo conjunto de ruedas planetarias NS2 conectado a continuación están agrupadas en este caso. Las ruedas huecas 33 y 43 del primero y del segundo grupos de ruedas planetarias NS1, NS2 conectados a continuación están conectadas entre sí y adicionalmente con el árbol de accionamiento de salida 3 (número de revoluciones nns).

A través de conmutación selectiva de los ocho elementos de conmutación A a E y H, M y L según la lógica de conmutación representada en la figura 13B se pueden conmutar, en total, veintiséis marchas adelante. No está prevista una marcha atrás. Frente al estado de la técnica mencionado, en esta decimosexta forma de realización de una caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención se realizan, de manera especialmente ventajosa, con el mismo número de elementos de conmutación y conjuntos de ruedas veintiséis en lugar de diecisiete marchas adelante.

Debido a la estructura extraordinariamente compacta de la caja de cambio y debido a la supresión de la marcha atrás, las formas de realización trece a dieciséis de una caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención son especialmente adecuadas como circuito de cubo para bicicletas.

A través de la selección adecuada de las multiplicaciones de los conjuntos individuales de ruedas planetarias se puede derivar a partir de la duodécima y del decimotercera formas de realización de la caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención, respectivamente, también una caja de cambios de fases múltiples con una, dos o más marchas atrás. En este caso el número de las marchas adelante se reduce en cada caso en el número de las marchas atrás. Tales desarrollos de la caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención son especialmente adecuados para cajas de cambios especiales de muchas marchas.

En un desarrollo de la invención se propone conectar a continuación del conjunto NS de conmutación posterior un segundo conjunto NS' de conmutación posterior. De esta manera –partiendo de las cajas de cambios de fases

múltiples de acuerdo con la invención descritas- se pueden derivar por medio de pocos componentes adicionales cajas de cambios de muchas marchas muy compactas. De acuerdo con la invención, se propone realizar este segundo conjunto NS' conectado a continuación de forma conmutable, con otros dos conjuntos de ruedas planetarias NS1', NS2' conectados a continuación y con otros dos conjuntos de elementos de conmutación M', H'.

5 En este caso, el segundo conjunto NS' conectado a continuación para la generación de un número de revoluciones de partida (nns') se puede conectar en el lado de entrada, por una parte, a través de uno de sus elementos de conmutación con el árbol de accionamiento 1 (número de revoluciones n) de la caja de cambios y, por otra parte, está conectado fijamente con el árbol de accionamiento de salida 3 (número de revoluciones nns) del conjunto NS conectado a continuación.

10 Con la ayuda de las figuras 14A, 14B y 14C, 14D se explican ahora dos formas de realización de acuerdo con la invención de un segundo conjunto NS' conectado a continuación, en configuración ventajosa como caja de cambios de cuatro árboles de dos nervaduras, con un primer elemento de conmutación M' configurado como freno y con un segundo elemento de conmutación H' configurado como embrague.

15 La figura 14A muestra ahora una primera configuración de un segundo conjunto NS' conectado a continuación de acuerdo con la invención con dos conjuntos de ruedas planetarias NS1', NS2' conectados a continuación acoplados, conmutables a través de los elementos de conmutación M', H'. El primer conjunto de ruedas planetarias NS1' conectado a continuación del segundo conjunto NS' conectado a continuación comprende en este caso una rueda solar 51, una rueda hueca 53 y una nervadura 55 con ruedas planetarias 52, el segundo conjunto de ruedas planetarias NS2' conectado a continuación del segundo conjunto NS' conectado a continuación comprende una

20 rueda solar 61, una rueda hueca 63 y una nervadura 65 con rudas planetarias 62. Las ruedas solares 51 y 61 están conectadas entre sí y se pueden fijar a través del freno M'. La rueda hueca 53 y la nervadura 65 están conectadas entre sí y se pueden conectar a través del embrague H' con el árbol de accionamiento 1 (número de revoluciones n) de la caja de cambios. La rueda hueca 63 está conectada a través del árbol de accionamiento de salida 3 (número de revoluciones nns) con el accionamiento de salida del conjunto NS conectado a continuación. La nervadura 55

25 forma el accionamiento de salida del segundo conjunto NS' conectado a continuación y está conectada con un árbol de salida 4 (número de revoluciones nns') de la caja de cambios.

La figura 14B muestra multiplicaciones en ralentí ejemplares de esta primera configuración de un segundo conjunto NS' conectado a continuación de acuerdo con la invención.

30 En la figura 14C se representa ahora una segunda configuración de un segundo conjunto NS' conectado a continuación de acuerdo con la invención con dos conjuntos de ruedas planetarias NS1', NS2' conectados a continuación acoplados, conmutables a través de los elementos de conmutación M', H'. El primer conjunto de ruedas planetarias NS1' conectado a continuación del segundo conjunto NS' conectado a continuación comprende en este caso una rueda solar 51, una rueda hueca 53 y una nervadura 55 con ruedas planetarias 52. El segundo conjunto de ruedas planetarias NS2' conectado a continuación del segundo conjunto NS' conectado a continuación está

35 configurado ahora como caja de cambios plus y comprende una rueda solar 61, una rueda hueca 63 y dos nervaduras 65' y 65" acopladas con rudas planetarias interiores y exteriores 62' y 62". La rueda solar 51 se puede fijar a través del freno M'. Las ruedas huecas 53 y 63 están conectadas entre sí y se pueden conectar a través del embrague H' con el árbol de accionamiento 1 (número de revoluciones n) de la caja de cambios. La rueda solar 61 está conectada a través del árbol de accionamiento de salida 3 (número de revoluciones nns) con el accionamiento de salida del conjunto NS conectado a continuación. Las nervaduras 55, 65', 65" están conectadas entre sí, forman el accionamiento de salida del segundo conjunto NS' conectado a continuación y están conectadas con el árbol de salida 4 (número de revoluciones nns') de la caja de cambios.

La figura 14D muestra a modo de ejemplo multiplicaciones en ralentí de esta segunda configuración de un segundo conjunto NS' conectado a continuación de acuerdo con la invención.

45 Con la ayuda de las figuras 14E y 14F se explica ahora una decimocuarta forma de realización ejemplar de una caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención con un segundo conjunto NS' conectado a continuación. En general, esta caja de cambios presenta siete conjuntos de ruedas conmutables y nueve elementos de conmutación. En el conjunto antepuesto VS, delante de los dos rimeros conjuntos de ruedas planetarias antepuestos VS1 y VS2, que se pueden conmutar a través de los embragues A, B, D, E y el freno C, se puede conectar en este caso un tercer conjunto adicional de ruedas planetarias antepuesto VSa no conmutable, de manera similar a las

50 decimocuarta y decimoquinta formas de realización descritas anteriormente. El conjunto NS conectado a continuación comprende de nuevo un primero y un segundo conjunto de ruedas planetarias NS1, NS2 conectados a continuación y se puede conmutar a través de un freno M y un embrague H. A continuación del conjunto NS conectado a continuación está conectado de acuerdo con la invención un segundo conjunto NS' adicional conectado a continuación, que está conectado fijamente con el árbol de accionamiento de salida 3, que gira con el número de revoluciones de accionamiento de salida nns, del conjunto NS conectado a continuación. El segundo conjunto NS' conectado a continuación está configurado en este caso como caja de cambios de cuatro árboles de dos nervaduras conmutable y corresponde a la configuración mostrada en la figura 14A, con un tercero y un cuarto juego de ruedas planetarias NS3 y NS4 conectados a continuación, así como con un primer elemento de conmutación M' configurado

55

como freno y con un segundo elemento de conmutación H' configurado como embrague.

Como se muestra en la figura 14E, el árbol de accionamiento 1 está conectado en este caso con la rueda solar 11a del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto Vsa. Además, el árbol de accionamiento 1 se puede conectar a través del embrague E con la nervadura 25 de las ruedas planetarias 22 del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS2 conmutable, a través del embrague A se puede conectar con la rueda hueca 13 del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS1 conmutable, a través del embrague H se puede conectar con la nervadura 45 de las ruedas planetarias 42 del segundo conjunto de ruedas planetarias NS2 conectado a continuación, así como a través del embrague H' del segundo conjunto NS' conectado a continuación se puede conectar con una nervadura 65 con ruedas planetarias 62 del cuarto conjunto de ruedas planetarias NS4 conectado a continuación. El tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto Vsa está configurado de acuerdo con la invención como caja de cambios Plus en el tipo de construcción planetario doble. La nervadura 15a' con las ruedas planetarias interiores 12a' y la nervadura 15a'' con las ruedas planetarias exteriores 12a'' del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto Vsa están acopladas y fijadas entre sí. La rueda hueca 13a del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto Vsa se puede conectar a través del embrague B con la rueda solar 21 del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS2 conmutable y a través del embrague D con la nervadura 25 de las ruedas planetarias 22 del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS2 conmutable. La rueda solar 21 del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS2 conmutable está conectada con la rueda solar 11 del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS1 conmutable y se puede fijar a través del freno C. La rueda hueca 13 del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS1 conmutable está conectada con la rueda hueca 23 del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS2 conmutable. La nervadura 15 de las ruedas planetarias 12 del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto VS1 conmutable está conectada a través del árbol de unión 2 giratorio con número de revoluciones nvs con la rueda solar 41 del segundo conjunto de ruedas planetarias NS2 conectado a continuación y con la rueda hueca 33 del primer conjunto de ruedas planetarias NS1 conectado a continuación. La nervadura 45 de las ruedas planetarias 42 del segundo conjunto de ruedas planetarias NS2 conectado a continuación y la nervadura 35 de las ruedas planetarias 32 del primer conjunto de ruedas planetarias NS1 conectado a continuación están conectadas entre sí. La rueda solar 31 del primer conjunto de ruedas planetarias NS1 conectado a continuación se puede fijar a través del freno M. La rueda hueca 43 del segundo conjunto de ruedas planetarias NS2 conectado a continuación está conectada a través del árbol de accionamiento de salida 3 giratorio con número de revoluciones nns con una rueda hueca 63 del cuarto conjunto de ruedas planetarias NS4 conectado a continuación. Una rueda solar 51 del tercer conjunto de ruedas planetarias NS3 conectado a continuación y una rueda solar 61 del cuarto conjunto de ruedas planetarias NS4 conectado a continuación están acopladas y se pueden fijar a través del freno M' del segundo conjunto conectado a continuación NS'. Una rueda hueca 53 del tercer conjunto de ruedas planetarias NS3 conectado a continuación y una nervadura 65 con ruedas planetarias 62 del cuarto conjunto de ruedas planetarias NS4 conectado a continuación están conectadas entre sí. Una nervadura 55 con ruedas planetarias 52 del tercer conjunto de ruedas planetarias NS3 conectado a continuación está conectado con un árbol de salida 4 de la caja de cambios, que gira con un número de revoluciones nns'.

Para los números de revoluciones en los árboles y elementos de conmutación se aplican las condiciones de números de revoluciones 1 a 7 mencionados anteriormente así como adicionalmente:

11. el número de revoluciones en el árbol de accionamiento 1 y en el elemento de conmutación H' es igual al número de revoluciones de entrada n del árbol de accionamiento 1;
12. el número de revoluciones en el elemento de conmutación M' es cero;
13. el número de revoluciones en la rueda central conectada con el árbol de accionamiento de salida 3 del segundo conjunto de ruedas planetarias NS2' conectado a continuación del segundo conjunto NS' conectado a continuación, que se genera a través de elementos de conmutación H' y M' conectados del segundo conjunto NS' conectado a continuación, es igual/mayor que el número de revoluciones nns, que se genera a través de elementos de conmutación conectados en el conjunto antepuesto VS y/o en el conjunto NS conectado a continuación.

La figura 14F muestra la lógica de conmutación de esta decimocuarta forma de realización de acuerdo con la invención. A través de conmutación selectiva de los nueve elementos de conmutación A, B, C, D, E y H, M así como H', M' se pueden conmutar con siete conjuntos de marchas, en total, treinta y cinco marchas adelante con escalonamiento ventajosamente estrecho sin cambios de marchas agrupados perjudiciales para la comodidad. No está prevista una marcha atrás. De manera similar a las formas de realización de acuerdo con la invención según las figuras 10 a 13, esta decimocuarta forma de realización de una caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención es especialmente adecuada como circuito de cubo de muchas marchas para bicicletas.

Evidentemente, en otras configuraciones de la caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la invención, el segundo NS' conectad a continuación conmutable se puede combinar también con otras combinaciones de conjuntos de ruedas planetarias antepuestos y conectados a continuación en combinación con un conjunto

antepuesto no conmutable y un conjunto conectado a continuación conmutable.

Lista de signos de referencia

	VS	Conjunto antepuesto
	VS1	Primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto
5	VS2	Segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto
	VSa	Tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto
	VSb	Cuarto conjunto de ruedas planetarias antepuesto
	NS	Conjunto conectado a continuación
10	NS1	Primer conjunto de ruedas planetarias conectado a continuación
	NS2	Segundo conjunto de ruedas planetarias conectado a continuación
	NS'	Segundo conjunto conectado a continuación
15	NS1'	Primer conjunto de ruedas planetarias conectado a continuación del segundo conjunto de conectado a continuación NS'
	NS2'	Segundo conjunto de ruedas planetarias conectado a continuación del segundo conjunto conectado a continuación NS'
	A, B, C,	Elementos de conmutación del conjunto antepuesto VS
20	D, E	
	M, H, L	Primero a tercer elementos de conmutación del conjunto conectado a continuación NS
	M', H'	Primero y segundo elementos de conmutación del segundo conjunto conectado a continuación NS'
	n	Número de revoluciones de entrada del árbol de accionamiento
25	nva	Número de revoluciones de salida del conjunto de ruedas VSa
	nvb	Número de revoluciones de salida del conjunto de ruedas VSb
	nvs	Número de revoluciones de salida del conjunto antepuesto VS
	nns	Número de revoluciones de salida del conjunto conectado a continuación NS
30	nns'	Número de revoluciones de salida del segundo conjunto conectado a continuación NS'
	1	Árbol de accionamiento
	2	Árbol de unión
	3	Árbol de accionamiento de salida
	4	Árbol de salida
35		
	11	Rueda solar del conjunto de ruedas VS1
	12	Rueda planetaria del conjunto de ruedas VS1
	12'	Rueda planetaria interior del conjunto de ruedas VS1
	12''	Rueda planetaria exterior del conjunto de ruedas VS1
40	13	Rueda hueca del conjunto de ruedas VS1
	15	Nervadura del conjunto de ruedas VS1
	15'	Nervadura de las ruedas planetarias interiores del conjunto de ruedas VS1
	15''	Nervadura de las ruedas planetarias exteriores del conjunto de ruedas VS1
45		
	21	Rueda solar del conjunto de ruedas VS2
	22	Rueda planetaria del conjunto de ruedas VS2
	22'	Rueda planetaria interior del conjunto de ruedas VS2
	22''	Rueda planetaria exterior del conjunto de ruedas VS2
	23	Rueda hueca del conjunto de ruedas VS2
50	25	Nervadura del conjunto de ruedas VS2
	25'	Nervadura de las ruedas planetarias interiores del conjunto de ruedas VS2
	25''	Nervadura de las ruedas planetarias exteriores del conjunto de ruedas VS2
55		
	11a	Rueda solar del conjunto de ruedas VSa
	12a	Rueda planetaria del conjunto de ruedas VSa
	12ak	Rueda planetaria pequeña del conjunto de ruedas VSa
	12ag	Rueda planetaria grande del conjunto de ruedas VSa
	12a'	Rueda planetaria interior del conjunto de ruedas VSa
	12a''	Rueda planetaria exterior del conjunto de ruedas VSa
60	13a	Rueda hueca del conjunto de ruedas VSa
	15a	Nervadura del conjunto de ruedas VSa
	15a'	Nervadura de las ruedas planetarias interiores del conjunto de ruedas VSa

ES 2 383 677 T3

	15a''	Nervadura de las ruedas planetarias exteriores del conjunto de ruedas VSa
	11b	Rueda solar del conjunto de ruedas VSb
	12b'	Rueda planetaria interior del conjunto de ruedas VSb
5	12b''	Rueda planetaria exterior del conjunto de ruedas VSb
	13b	Rueda hueca del conjunto de ruedas VSb
	15b'	Nervadura de las ruedas planetarias interiores del conjunto de ruedas VSb
	15b''	Nervadura de las ruedas planetarias exteriores del conjunto de ruedas VSb
10	31	Rueda solar del conjunto de ruedas NS1
	32	Rueda planetaria del conjunto de ruedas NS1
	32'	Rueda planetaria interior del conjunto de ruedas NS1
	32''	Rueda planetaria exterior del conjunto de ruedas NS1
	33	Rueda hueca del conjunto de ruedas NS1
15	35	Nervadura del conjunto de ruedas NS1
	35'	Nervadura de las ruedas planetarias interiores del conjunto de ruedas NS1
	35''	Nervadura de las ruedas planetarias exteriores del conjunto de ruedas NS1
	41	Rueda solar del conjunto de ruedas NS2
20	42	Rueda planetaria del conjunto de ruedas NS2
	42'	Rueda planetaria interior del conjunto de ruedas NS2
	42''	Rueda planetaria exterior del conjunto de ruedas NS2
	43	Rueda hueca del conjunto de ruedas NS2
	45	Nervadura del conjunto de ruedas NS2
25	45'	Nervadura de las ruedas planetarias interiores del conjunto de ruedas NS2
	45''	Nervadura de las ruedas planetarias exteriores del conjunto de ruedas NS2
	51	Rueda solar del conjunto de ruedas NS1'
	52	Rueda planetaria del conjunto de ruedas NS1'
30	53	Rueda hueca del conjunto de ruedas NS1'
	55	Nervadura del conjunto de ruedas NS1'
	61	Rueda solar del conjunto de ruedas NS2'
	62	Rueda planetaria del conjunto de ruedas NS2'
35	62'	Rueda planetaria interior del conjunto de ruedas NS2'
	62''	Rueda planetaria exterior del conjunto de ruedas NS2'
	63	Rueda hueca del conjunto de ruedas NS2'
	65	Nervadura del conjunto de ruedas NS2'
	65'	Nervadura de las ruedas planetarias interiores del conjunto de ruedas NS2'
40	65''	Nervadura de las ruedas planetarias exteriores del conjunto de ruedas NS2'

REIVINDICACIONES

1.- Caja de cambios de fases múltiples

- con un árbol de accionamiento (1), que se puede conectar o que está conectado fijamente con un conjunto antepuesto (VS),
- 5 • con un árbol de accionamiento de salida (3), que está conectado fijamente con un conjunto conectado a continuación (NS),
- con elementos de conmutación (A, B; C, D, E) que actúan sobre el conjunto antepuesto (VS) y con elementos de conmutación (M, H, L) que actúan sobre el conjunto conectado a continuación (NS),
- 10 • en la que a través de la conmutación selectiva de los elementos de conmutación (A, B, C, D, E; M, H, L) se puede transmitir un número de revoluciones de entrada (n) del árbol de accionamiento (1) para la conmutación de al menos nueve marchas adelante sobre el árbol de accionamiento de salida (3), de tal manera que para la conmutación desde una marcha a la marcha próxima siguiente más alta o a la próxima siguiente más baja por los elementos de conmutación precisamente accionados, respectivamente, se desconecta solamente un elemento de conmutación o se conecta adicionalmente otro elemento de conmutación,
- 15 • en la que el conjunto conectado a continuación (NS) se puede conectar a través de al menos un segundo elemento de conmutación (H), que actúa sobre el conjunto conectado a continuación (NS), con el árbol de accionamiento (1),
- 20 • en la que el conjunto antepuesto (VS) se forma por dos conjuntos de ruedas planetarias antepuestos (VS1, VS2) conmutables acoplados, y máximo otros dos conjuntos de ruedas planetarias antepuestos (VSA, VSB) no conmutables,
- en la que el conjunto conectado a continuación (NS) solamente está conectado a través de un único árbol de conexión (2) fijamente con el conjunto antepuesto (VS),

caracterizada porque

- 25 • este único árbol de conexión (2) gira con un número de revoluciones de salida (nvs) del conjunto antepuesto (VS) y no está conectado con un elemento de conmutación,
- en la que el número de revoluciones de salida (nvs) del conjunto antepuesto (VS) es generado a través del cierre selectivo de máximo dos elementos de conmutación (A, B, C, D, E) que actúan sobre el conjunto antepuesto (VS).

30 2.- Caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque el conjunto conectado a continuación (NS) está configurado como caja de cambios de cuatro árboles de dos nervaduras conmutable, con un primer conjunto y un segundo conjunto de ruedas planetarias (NS1, NS2) conectados a continuación, con un primer elemento de conmutación (M), configurado como freno, del conjunto conectado a continuación (NS) y con un segundo elemento de conmutación (H), configurado como embrague, del conjunto
35 conectado a continuación (NS), de manera que el conjunto conectado a continuación (NS) se puede conectar a través del segundo elemento de conmutación (H) con el árbol de accionamiento (1).

3.- Caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque el conjunto conectado a continuación (NS) está configurado como caja de cambios de cuatro árboles de dos nervaduras conmutable, con un primero y un segundo conjunto de ruedas planetarias (NS1, NS2) conectados a continuación,
40 con un primer elemento de conmutación (M) configurado como embrague y con un segundo elemento de conmutación (H) configurado como embrague y con un tercer elemento de conmutación (L) configurado como embrague o freno, de manera que el conjunto conectado a continuación (NS) se puede conectar a través del segundo elemento de conmutación (H) con el árbol de accionamiento (1).

4.- Caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la reivindicación 1, 2 ó 3, caracterizada porque el árbol de unión (2) está conectado entre el conjunto antepuesto (VS) y el conjunto conectado a continuación (NS) con una
45 rueda central, configurada como rueda solar (41) o rueda hueca (43), del segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2) conectado a continuación.

5.- Caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la reivindicación 2 ó 4, caracterizada por las siguientes características:

- 50 • el conjunto antepuesto (VS) comprende cuatro elementos de conmutación (A, B, C, D), un primer conjunto

de ruedas planetarias antepuesto (VS1) conmutable con una rueda solar (11), una rueda hueca (13) y una nervadura (15) con ruedas planetarias (12), así como un segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2) conmutable con una rueda solar (21), una rueda hueca (23) y una nervadura (25) con ruedas planetarias (22);

- 5 • el primer conjunto de ruedas planetarias (NS1) conmutable conectado a continuación comprende un rueda solar (31), una rueda hueca (33) y una nervadura (35) con ruedas planetarias (32);
- el segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2) conmutable conectado a continuación comprende una rueda solar (41), una rueda hueca (43) y una nervadura (45) con ruedas planetarias (42);
- 10 • la rueda hueca (13) del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS1) y la nervadura (25) del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2) están conectadas entre sí y se pueden fijar a través del cuarto elemento de conmutación (D) del conjunto antepuesto (VS);
- la rueda hueca (23) del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2) y la nervadura (15) del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS1) están conectadas entre sí y están conectadas a través del árbol de unión (2) con la rueda solar (41) del segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2) conectado a continuación;
- 15 • la rueda hueca (33) del primer conjunto de ruedas planetarias (NS1) conectado a continuación y la nervadura (45) del segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2) conectado a continuación están conectadas entre sí y se pueden conectar a través del segundo elemento de conmutación (H) del conjunto que se conecta a continuación (NS) con el árbol de accionamiento (1);
- 20 • la rueda hueca (43) del segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2) conectado a continuación y la nervadura (35) del primer conjunto de ruedas planetarias (NS1) conectado a continuación están conectadas entre sí y con el árbol de accionamiento de salida (3);
- la rueda solar (11) del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS1) se puede conectar a través del primer elemento de conmutación (A) del conjunto antepuesto (VS) con el árbol de accionamiento (1);
- 25 • la rueda solar (21) del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2) se puede conectar a través del segundo elemento de conmutación (B) del conjunto antepuesto (VS) con el árbol de accionamiento (1) y se puede fijar a través del primer elemento de conmutación (C) del conjunto antepuesto (VS) y
- 30 • la rueda solar (31) del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (NS1) se puede fijar a través del primer elemento de conmutación (M) del conjunto de conectado a continuación (NS).

6.- Caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la reivindicación 2 ó 4, caracterizada por las siguientes características:

- 35 • el conjunto antepuesto (VS) comprende cuatro elementos de conmutación (A, B, C, D, E), un primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS1) conmutable con una rueda solar (11), una rueda hueca (13) y una nervadura (15) con ruedas planetarias (12), así como un segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2) conmutable con una rueda solar (21), una rueda hueca (23) y una nervadura (25) con ruedas planetarias (22);
- el primer conjunto de ruedas planetarias (NS1) conmutable conectado a continuación comprende un rueda solar (31), una rueda hueca (33) y una nervadura (35) con ruedas planetarias (32);
- 40 • el segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2) conmutable conectado a continuación comprende una rueda solar (41), una rueda hueca (43) y una nervadura (45) con ruedas planetarias (42);
- la rueda hueca (13) del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS1) y la nervadura (25) del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2) están conectadas entre sí, se pueden fijar a través del tercer elemento de conmutación (D) del conjunto antepuesto (VS) y se pueden conectar a través del cuarto elemento de conmutación (E) del conjunto antepuesto (VS) con el árbol de accionamiento (1);
- 45 • la rueda hueca (23) del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2) y la nervadura (15) del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS1) están conectadas entre sí y están conectadas a través del árbol de unión (2) con la rueda hueca (43) del segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2) conectado a continuación;
- 50 • la rueda hueca (33) del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (NS1) y la nervadura (45) del

segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2) conectado a continuación están conectadas entre sí y se pueden conectar a través del segundo elemento de conmutación (H) del conjunto conectado a continuación (NS) con el árbol de accionamiento (1);

- 5 • las ruedas solares (31, 41) del primero y del segundo conjuntos de ruedas planetarias (NS1, NS2) están conectadas entre sí y se pueden fijar a través del primer elemento de conmutación (M) del conjunto conectado a continuación (NS);
- la rueda solar (21) del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2) se puede conectar a través del segundo elemento de conmutación (B) del conjunto antepuesto (VS) con el árbol de accionamiento (1);
- 10 • la rueda solar (11) del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS1) se puede fijar a través del primer elemento de conmutación (A) con el conjunto antepuesto (VS);
- la nervadura (35) del primer conjunto de ruedas planetarias (NS1) conectado a continuación está conectada con el árbol de accionamiento de salida (3).

7.- Caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la reivindicación 2 ó 4, caracterizada por las siguientes características:

- 15 • el conjunto antepuesto (VS) comprende cuatro elementos de conmutación (A, B, C, D), un primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS1) conmutable con una rueda solar (11), una rueda hueca (13) y dos nervaduras (15', 15'') acopladas con ruedas planetarias interiores y exteriores (12', 12'') así como un
- 20 segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2) conmutable con una rueda solar (21), una rueda hueca (23) y una nervadura (25) con ruedas planetarias (22);
- el primer conjunto de ruedas planetarias (NS1) conmutable conectado a continuación comprende un rueda solar (31), una rueda hueca (33) y una nervadura (35) con ruedas planetarias (32);
- el segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2) conmutable conectado a continuación comprende una
- 25 rueda solar (41), una rueda hueca (43) y dos nervaduras (45', 45'') acopladas con ruedas planetarias interiores y exteriores (42', 42'');
- las ruedas huecas (13, 23) de los dos conjuntos de ruedas planetarias antepuestos (VS1, VS2) están conectadas entre sí y a través del árbol de unión (2) están conectadas con la rueda solar (41) del segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2) conectado a continuación;
- las nervaduras (15', 15'', 25) de los dos conjuntos de ruedas planetarias antepuestos (VS1, VS2) están
- 30 conectadas entre sí y se pueden fijar a través del cuarto elemento de conmutación (D) del conjunto antepuesto (VS);
- las ruedas huecas (33, 43) de los dos conjuntos de ruedas planetarias (NS1, NS2) conectados a continuación están conectadas entre sí y se puede conectar a través del segundo elemento de conmutación (H) del conjunto conectado a continuación (NS) con el árbol de accionamiento (1);
- 35 • las nervaduras (35, 45'', 45') de los dos conjuntos de ruedas planetarias (NS1, NS2) conectados a continuación están conectados entre sí y con el árbol de accionamiento de salida (3);
- la rueda solar (11) del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS1) se puede conectar a través del primer elemento de conmutación (A) del conjunto antepuesto (VS) con el árbol de accionamiento (1);
- la rueda solar (21) del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2) se puede conectar a
- 40 través del segundo elemento de conmutación (B) del conjunto antepuesto (VS) con el árbol de accionamiento (1) y se puede fijar a través del tercer elemento de conmutación (C) del conjunto antepuesto (VS), y
- la rueda solar (31) del primer conjunto de ruedas planetarias (NS1) conectado a continuación se puede fijar a través del primer elemento de conmutación (M) del conjunto conectado a continuación (NS).

8.- Caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la reivindicación 2 ó 4, caracterizada por las siguientes características:

- 45 • el conjunto antepuesto (VS) comprende cinco elementos de conmutación (A, B, C, D, E), un primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS1) conmutable con una rueda solar (11), una rueda hueca (13) y una nervadura (15) con ruedas planetarias (12) así como un segundo conjunto de ruedas planetarias

- antepuesto (VS2) conmutable con una rueda solar (21), una rueda hueca (23) y una nervadura (25) con ruedas planetarias (22);
- el primer conjunto de ruedas planetarias (NS1) conmutable conectado a continuación comprende un rueda solar (31), una rueda hueca (33) y una nervadura (35) con ruedas planetarias (32);
- 5
- el segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2) conmutable conectado a continuación comprende una rueda solar (41), una rueda hueca (43) y una nervadura (45) con ruedas planetarias (42);
- la rueda hueca (13) del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS1) y la nervadura (25) del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2) están conectadas entre sí, se pueden fijar a través del cuarto elemento de conmutación (D) del conjunto antepuesto (VS) y se pueden conectar a través del quinto elemento de conmutación (E) del conjunto antepuesto (VS) con el árbol de accionamiento (1);
- 10
- la rueda hueca (23) del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2) y la nervadura (15) del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS1) están conectadas entre sí y están conectadas a través del árbol de unión (2) con la rueda solar (41) del segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2) conectado a continuación;
- 15
- la rueda hueca (33) del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (NS1) y la nervadura (45) del segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2) conectado a continuación están conectadas entre sí y se pueden conectar a través del segundo elemento de conmutación (H) del conjunto conectado a continuación (NS) con el árbol de accionamiento (1);
- 20
- la rueda hueca (43) del segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2) conectado a continuación y la nervadura (35) del primer conjunto de ruedas planetarias (NS1) conectado a continuación están conectadas entre sí y con el árbol de accionamiento de salida (3);
- la rueda solar (11) del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS1) se puede fijar a través del primer elemento de conmutación (A) del conjunto antepuesto (VS);
- 25
- la rueda solar (21) del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2) se puede conectar a través del segundo elemento de conmutación (B) del conjunto antepuesto (VS) con el árbol de accionamiento (1) y se puede fijar a través del tercer elemento de conmutación (C) del conjunto antepuesto (VS), y
- la rueda solar (31) del primer conjunto de ruedas planetarias (NS1) conectado a continuación se puede fijar a través del primer elemento de conmutación (M) del conjunto conectado a continuación (NS).
- 30
- 9.- Caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la reivindicación 2 ó 4, caracterizada por las siguientes características:
- el conjunto antepuesto (VS) comprende cinco elementos de conmutación (A, B, C, D, E), un primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS1) conmutable con una rueda solar (11), una rueda hueca (13) y una nervadura (15) con ruedas planetarias (12) así como un segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2) conmutable con una rueda solar (21), una rueda hueca (23) y una nervadura (25) con ruedas planetarias (22);
- 35
- el primer conjunto de ruedas planetarias (NS1) conmutable conectado a continuación comprende un rueda solar (31), una rueda hueca (33) y una nervadura (35) con ruedas planetarias (32);
- 40
- el segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2) conmutable conectado a continuación comprende una rueda solar (41), una rueda hueca (43) y una nervadura (45) con ruedas planetarias (42);
- la rueda hueca (13) del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS1) y la nervadura (25) del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2) están conectadas entre sí, se pueden fijar a través del cuarto elemento de conmutación (D) del conjunto antepuesto (VS) y se pueden conectar a través del quinto elemento de conmutación (E) del conjunto antepuesto (VS) con el árbol de accionamiento (1);
- 45
- la rueda hueca (23) del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2) y la nervadura (15) del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS1) están conectadas entre sí y están conectadas a través del árbol de unión (2) con la rueda solar (43) del segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2) conectado a continuación;
- 50
- la rueda hueca (33) del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (NS1) y la nervadura (45) del segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2) conectado a continuación están conectadas entre sí y se

pueden conectar a través del segundo elemento de conmutación (H) del conjunto conectado a continuación (NS) con el árbol de accionamiento (1);

- la nervadura (35) del primer conjunto de ruedas planetarias (NS1) conectado a continuación está conectada con el árbol de accionamiento de salida (3);
- 5
- la rueda solar (11) del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS1) se puede conectar a través del primer elemento de conmutación (A) del conjunto antepuesto (VS) con el árbol de accionamiento de salida (1);
- la rueda solar (21) del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2) se puede conectar a través del segundo elemento de conmutación (B) del conjunto antepuesto (VS) con el árbol de accionamiento (1) y se puede fijar a través del tercer elemento de conmutación (C) del conjunto antepuesto (VS), y
- 10
- las ruedas solares (31, 41) de los dos conjuntos de ruedas planetarias (NS1, NS2) conectados a continuación están conectadas entre sí y se pueden fijar a través del primer elemento de conmutación (M) del conjunto conectado a continuación (NS).
- 15
- 10.- Caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la reivindicación 2 ó 4, caracterizada por las siguientes características:
- el conjunto antepuesto (VS) comprende cinco elementos de conmutación (A, B, C, D, E), un primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS1) conmutable con una rueda solar (11), una rueda hueca (13) y una nervadura (15) con ruedas planetarias (12), un segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2) conmutable con una rueda solar (21), una rueda hueca (23) y una nervadura (25) con ruedas planetarias (22), así como un tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VSa) no conmutable con una rueda solar (11a), una rueda hueca (13a) y dos nervaduras (15a', 15a'') acopladas con ruedas planetarias interiores y exteriores (12a', 12a'');
- 20
- el primer conjunto de ruedas planetarias (NS1) conmutable conectado a continuación comprende un rueda solar (31), una rueda hueca (33) y una nervadura (35) con ruedas planetarias (32);
- 25
- el segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2) conmutable conectado a continuación comprende una rueda solar (41), una rueda hueca (43) y una nervadura (45) con ruedas planetarias (42);
- la rueda solar (11a) del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VSa) está fijado;
- las nervaduras (15a', 15a'') acopladas del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VSa) están conectadas con el árbol de accionamiento (1);
- 30
- la rueda solar (11) del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS1) se puede conectar a través del primer elemento de conmutación (A) del conjunto antepuesto (VS) con el árbol de accionamiento (1);
- la rueda solar (21) del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2) se puede conectar a través del segundo elemento de conmutación (B) del conjunto antepuesto (VS) con la rueda hueca (13a) del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VSa) se puede fijar a través del tercer elemento de conmutación (C) del conjunto antepuesto (VS);
- 35
- la rueda solar (31) del primer conjunto de ruedas planetarias (NS1) conectado a continuación se puede fijar a través del primer elemento de conmutación (M) del conjunto conectado a continuación (NS);
- la rueda hueca (13) del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS1) y la nervadura (25) del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2) están conectadas entre sí, se pueden fijar a través del cuarto elemento de conmutación (D) del conjunto antepuesto (VS) así como se pueden conectar a través del quinto elemento de conmutación (E) del conjunto antepuesto (VS) con el árbol de accionamiento (1);
- 40
- la rueda hueca (23) del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2) y la nervadura (15) del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS1) están conectadas entre sí y están conectadas a través del árbol de unión (2) con la rueda solar (41) del segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2) conectado a continuación;
- 45
- la rueda hueca (33) del primer conjunto de ruedas planetarias (NS1) conectado a continuación y la nervadura (45) del segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2) conectado a continuación están conectadas entre sí y se pueden conectar a través del segundo elemento de conmutación (H) del conjunto
- 50

conectado a continuación (NS) con el árbol de accionamiento (1);

- la rueda hueca (43) del segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2) conectado a continuación y la nervadura (35) del primer conjunto de ruedas planetarias (NS1) conectado a continuación están conectadas entre sí y con el árbol de accionamiento de salida (3).

5 11.- Caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la reivindicación 2 ó 4, caracterizada por las siguientes características:

- 10 • el conjunto antepuesto (VS) comprende cinco elementos de conmutación (A, B, C, D, E), un primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS1) conmutable con una rueda solar (11), una rueda hueca (13) y una nervadura (15) con ruedas planetarias (12), un segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2) conmutable con una rueda solar (21), una rueda hueca (23) y una nervadura (25) con ruedas planetarias (22), así como un tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VSa) no conmutable con una rueda solar (11a), una rueda hueca (13a) y una nervadura (15a) acoplada con ruedas planetarias pequeñas y grandes (12ak, 12ag);
- 15 • el primer conjunto de ruedas planetarias (NS1) conmutable conectado a continuación comprende un rueda solar (31), una rueda hueca (33) y una nervadura (35) con ruedas planetarias (32);
- el segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2) conmutable conectado a continuación comprende una rueda solar (41), una rueda hueca (43) y una nervadura (45) con ruedas planetarias (42);
- 20 • la rueda solar (11a) del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VSa) engrana con ruedas planetarias pequeñas (12ak) del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VSa) y está fijado;
- la rueda hueca (13a) del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VSa) está conectado con el árbol de accionamiento (1) y engrana sobre las ruedas planetarias grandes (12ag) del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VSa);
- 25 • las ruedas solares (11, 21) de los dos conjunto de ruedas planetarias antepuestos (VS1, VS2) están conectados entre sí, se pueden fijar a través del tercer elemento de conmutación (C) del conjunto antepuesto (VS), así como se pueden conectar a través del segundo elemento de conmutación (B) del conjunto antepuesto (VS) con la nervadura (15a) del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VSa);
- 30 • las ruedas huecas (13, 23) de los dos conjuntos de ruedas planetarias antepuestos (VS1, VS2) están conectadas entre sí y se pueden conectar a través del primer elemento de conmutación (A) del conjunto antepuesto (VS) con el árbol de accionamiento (1);
- la nervadura (25) del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2) se puede conectar a través del cuarto elemento de conmutación (D) del conjunto antepuesto (VS) con la nervadura (15a) del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VSa) así como se puede conectar a través del quinto elemento de conmutación (E) del conjunto antepuesto (VS) con el árbol de accionamiento (1);
- 35 • las nervaduras (35, 45) de los dos conjuntos de ruedas planetarias (NS1, NS2) conectados a continuación están conectadas entre sí y se pueden conectar a través del segundo elemento de conmutación (H) del conjunto conectado a continuación (NS) con el árbol de accionamiento (1).
- 40 • la rueda solar (41) del segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2) conectado a continuación y la rueda hueca (33) del primer conjunto de ruedas planetarias (NS1) conectado a continuación están conectadas entre sí y a través del árbol de unión (2) con la nervadura (15) del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS1);
- la rueda solar (31) del primer conjunto de ruedas planetarias (NS1) conectado a continuación se puede fijar a través del primer elemento de conmutación (M) del conjunto conectado a continuación (NS) y
- 45 • la rueda hueca (43) del segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2) conectado a continuación está conectada con el árbol de accionamiento de salida (3).

12.- Caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la reivindicación 2 ó 4, caracterizada por las siguientes características:

- 50 • el conjunto antepuesto (VS) comprende cinco elementos de conmutación (A, B, C, D, E), un primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS1) conmutable con una rueda solar (11), una rueda hueca (13) y una nervadura (15) con ruedas planetarias (12), un segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2)

conmutable con una rueda solar (21), una rueda hueca (23) y una nervadura (25) con ruedas planetarias (22), así como un tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (Vsa) no conmutable con una rueda solar (11a), una rueda hueca (13a) y dos nervaduras (15a', 15a'') acopladas con ruedas planetarias interiores y exteriores (12a', 12a'');

- 5
- el primer conjunto de ruedas planetarias (NS1) conmutable conectado a continuación comprende un rueda solar (31), una rueda hueca (33) y una nervadura (35) con ruedas planetarias (32);
 - el segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2) conmutable conectado a continuación comprende una rueda solar (41), una rueda hueca (43) y una nervadura (45) con ruedas planetarias (42);
 - la rueda solar (11a) del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (Vsa) está fijado;
- 10
- las nervaduras (15a', 15a'') acopladas del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (Vsa) están conectadas con el árbol de accionamiento (1);
 - la rueda solar (11) del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS) y la rueda hueca (23) del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2) están conectadas entre sí y se pueden conectar a través del primer elemento de conmutación (A) del conjunto antepuesto VS;
- 15
- la rueda solar (21) del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2) se puede fijar a través del segundo elemento de conmutación (B) del conjunto antepuesto (VS) con la rueda hueca (13a) del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (Vsa) y a través del tercer elemento de conmutación (C) del conjunto antepuesto (VS);
- 20
- la rueda hueca (13) del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS1) y la nervadura (25) del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2) están conectadas entre sí, se pueden conectar a través del cuarto elemento de conmutación (D) del conjunto antepuesto (VS) con la rueda hueca (13a) del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (Vsa) así como se pueden conectar a través del quinto elemento de conmutación (E) del conjunto antepuesto (VS) con el árbol de accionamiento (1);
- 25
- la rueda solar (41) del segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2) conectado a continuación y la rueda hueca (33) del primer conjunto de ruedas planetarias (NS1) conectado a continuación están conectadas entre sí y están conectadas a través del árbol de unión (2) con la nervadura (15) del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS1);
- 30
- las nervaduras (35, 45) de los dos conjuntos de ruedas planetarias (NS1, NS2) conectados a continuación están conectadas entre sí y se pueden conectar a través del segundo elemento de conmutación (H) del conjunto conectado a continuación (NS) con el árbol de accionamiento (1).
 - la rueda solar (31) del primer conjunto de ruedas planetarias (NS1) conectado a continuación se puede fijar a través del primer elemento de conmutación (M) del conjunto conectado a continuación (NS) y
 - la rueda hueca (43) del segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2) conectado a continuación está conectada con el árbol de accionamiento de salida (3).
- 35
- 13.- Caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la reivindicación 3 ó 4, caracterizada por las siguientes características:
- 40
- el conjunto antepuesto (VS) comprende tres elementos de conmutación (A, B, D), un primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS1) conmutable con una rueda solar (11), una rueda hueca (13) y una nervadura (15) con ruedas planetarias (12) así como un segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2) conmutable con una rueda solar (21), una rueda hueca (23) y una nervadura (25) con ruedas planetarias (22);
- 45
- el primer conjunto de ruedas planetarias (NS1) conmutable conectado a continuación comprende un rueda solar (31), una rueda hueca (33) y una nervadura (35) con ruedas planetarias (32);
 - el segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2) conmutable conectado a continuación comprende una rueda solar (41), una rueda hueca (43) y una nervadura (45) con ruedas planetarias (42);
 - la rueda solar (11) del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS1) se puede fijar a través del primer elemento de conmutación (A) del conjunto antepuesto (VS);
 - la rueda solar (21) del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2) se puede conectar a través del segundo elemento de conmutación (B) del conjunto antepuesto (VS) con el árbol de

accionamiento (1);

- la rueda solar (31) del primer conjunto de ruedas planetarias (NS1) conectado a continuación se puede conectar a través del primer elemento de conmutación (M) del conjunto conectado a continuación (NS) con el árbol de accionamiento (1);
- 5
- la rueda hueca (13) del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS1) y la nervadura (25) del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2) están conectadas entre sí y se pueden fijar a través del tercer elemento de conmutación (D) del conjunto antepuesto (VS);
- la rueda hueca (23) del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2) y la nervadura (15) del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS1) están conectadas entre sí y están conectadas a través del árbol de unión (2) con la rueda solar (41) del segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2) conectado a continuación;
- 10
- la rueda hueca (33) del primer conjunto de ruedas planetarias (NS1) conectado a continuación y la nervadura (45) del segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2) conectado a continuación están conectadas entre sí, se pueden conectar a través del segundo elemento de conmutación (H) del conjunto conectado a continuación (NS) con el árbol de accionamiento (1) así como se pueden fijar a través del tercer elemento de conmutación (L) del conjunto conectado a continuación (NS); y
- 15
- la rueda hueca (43) del segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2) conectado a continuación y la nervadura (35) del primer conjunto de ruedas planetarias (NS1) conectado a continuación están conectadas entre sí y con el árbol de accionamiento de salida (3).
- 20
- 14.- Caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la reivindicación 3 ó 4, caracterizada por las siguientes características:
- el conjunto antepuesto (VS) comprende cuatro elementos de conmutación (A, B, D, E), un primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS1) conmutable con una rueda solar (11), una rueda hueca (13) y una nervadura (15) con ruedas planetarias (12) así como un segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2) conmutable con una rueda solar (21), una rueda hueca (23) y una nervadura (25) con ruedas planetarias (22);
- 25
- el primer conjunto de ruedas planetarias (NS1) conmutable conectado a continuación comprende un rueda solar (31), una rueda hueca (33) y una nervadura (35) con ruedas planetarias (32);
- el segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2) conmutable conectado a continuación comprende una rueda solar (41), una rueda hueca (43) y una nervadura (45) con ruedas planetarias (42);
- 30
- la rueda solar (11) del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS1) se puede fijar a través del primer elemento de conmutación (A) del conjunto antepuesto (VS);
- la rueda solar (21) del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2) se puede conectar a través del segundo elemento de conmutación (B) del conjunto antepuesto (VS) con el árbol de accionamiento (1);
- 35
- la rueda solar (31) del primer conjunto de ruedas planetarias (NS1) conectado a continuación se puede conectar a través del primer elemento de conmutación (M) del conjunto conectado a continuación (NS) con el árbol de accionamiento (1);
- la rueda hueca (13) del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS1) y la nervadura (25) del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2) están conectadas entre sí; se pueden fijar a través del tercer elemento de conmutación (D) del conjunto antepuesto (VS) así como se pueden conectar a través del cuarto elemento de conmutación (€) del conjunto antepuesto (VS) con el árbol de accionamiento (1);
- 40
- la rueda hueca (23) del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2) y la nervadura (15) del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS1) están conectadas entre sí y están conectadas a través del árbol de unión (2) con la rueda solar (41) del segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2) conectado a continuación;
- 45
- la rueda hueca (33) del primer conjunto de ruedas planetarias (NS1) conectado a continuación y la nervadura (45) del segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2) conectado a continuación están conectadas entre sí, se pueden conectar a través del segundo elemento de conmutación (H) del conjunto conectado a continuación (NS) con el árbol de accionamiento (1) así como se pueden fijar a través del
- 50

tercer elemento de conmutación (L) del conjunto conectado a continuación (NS); y

- la rueda hueca (43) del segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2) conectado a continuación y la nervadura (35) del primer conjunto de ruedas planetarias (NS1) conectado a continuación están conectadas entre sí y con el árbol de accionamiento de salida (3).

5 15.- Caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la reivindicación 3 ó 4, caracterizada por las siguientes características:

- 10 • el conjunto antepuesto (VS) comprende cuatro elementos de conmutación (A, B, C, D, E), un primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS1) conmutable con una rueda solar (11), una rueda hueca (13) y una nervadura (15) con ruedas planetarias (12) así como un segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2) conmutable con una rueda solar (21), una rueda hueca (23) y una nervadura (25) con ruedas planetarias (22);
- 15 • el primer conjunto de ruedas planetarias (NS1) conmutable conectado a continuación comprende un rueda solar (31), una rueda hueca (33) y una nervadura (35) con ruedas planetarias (32);
- el segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2) conmutable conectado a continuación comprende una rueda solar (41), una rueda hueca (43) y una nervadura (45) con ruedas planetarias (42);
- 20 • la rueda solar (11) del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS1) se puede fijar a través del primer elemento de conmutación (A) del conjunto antepuesto (VS) con el árbol de accionamiento (1);
- la rueda solar (21) del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2) se puede conectar a través del segundo elemento de conmutación (B) del conjunto antepuesto (VS) con el árbol de accionamiento (1) y se puede fijar a través del tercer elemento de conmutación (C) del conjunto antepuesto (VS);
- 25 • la rueda hueca (13) del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS1) y la nervadura (25) del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2) están conectadas entre sí y se pueden fijar a través del cuarto elemento de conmutación (D) del conjunto antepuesto (VS);
- la rueda hueca (23) del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2) y la nervadura (15) del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS1) están conectadas entre sí y con el árbol de unión (2);
- 30 • el árbol de unión (2) está conectado con la rueda solar (41) del segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2) conectado a continuación y con la rueda hueca (33), acoplada en esta rueda solar (41), del primer conjunto de ruedas planetarias (NS1) conectado a continuación;
- la rueda solar (31) del primer conjunto de ruedas planetarias (NS1) conectado a continuación se puede conectar a través del primer elemento de conmutación (M) del conjunto conectado a continuación (NS) con el árbol de accionamiento (1);
- 35 • las nervaduras (35, 45) de los dos conjuntos de ruedas planetarias (NS1, NS2) conectados a continuación están conectadas entre sí, se puede conectar a través del segundo elemento de conmutación (H) del conjunto conectado a continuación (NS) con el árbol de accionamiento (1); así como se pueden fijar a través del tercer elemento de conmutación (L) del conjunto conectado a continuación (NS), y
- la rueda hueca (43) del segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2) conectado a continuación está conectada con el árbol de accionamiento de salida (3).

40 16.- Caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la reivindicación 3 ó 4, caracterizada por las siguientes características:

- 45 • el conjunto antepuesto (VS) comprende cinco elementos de conmutación (A, B, C, D, E), un primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS1) conmutable con una rueda solar (11), una rueda hueca (13) y una nervadura (15) con ruedas planetarias (12), un segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2) conmutable con una rueda solar (21), una rueda hueca (23) y una nervadura (25) con ruedas planetarias (22), así como un tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (Vsa) no conmutable con una rueda solar (11a), una rueda hueca (13a) y dos nervaduras (15a', 15a'') acopladas con ruedas planetarias interiores y exteriores (12a', 12a'');
- el primer conjunto de ruedas planetarias (NS1) conmutable conectado a continuación comprende un rueda

- solar (31), una rueda hueca (33) y una nervadura (35) con ruedas planetarias (32);
- el segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2) conmutable conectado a continuación comprende una rueda solar (41), una rueda hueca (43) y una nervadura (45) con ruedas planetarias (42);
 - 5 • el árbol de accionamiento (1) está conectado con la rueda solar (11a) del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VSa);
 - el árbol de accionamiento (1) se puede conectar a través del primer elemento de conmutación (A) del conjunto antepuesto (VS) con la rueda solar (11) del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS1);
 - 10 • el árbol de accionamiento (1) se puede conectar a través del quinto elemento de conmutación (E) del conjunto antepuesto (VS) con la nervadura (25) del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2);
 - el árbol de accionamiento (1) se puede conectar a través del segundo elemento de conmutación (H) del conjunto conectado a continuación (NS) con la nervadura (45) del segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2) conectado a continuación;
 - 15 • las nervaduras (15a', 15a'') acopladas del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VSa) están fijadas;
 - la rueda solar (21) del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2) se puede fijar a través del tercer elemento de conmutación (C) del conjunto antepuesto (VS), en particular a través de la nervadura (15a'') de las ruedas planetarias exteriores (12a'') del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VSa);
 - 20 • la rueda hueca (13a) del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VSa) se puede conectar a través del segundo elemento de conmutación (B) del conjunto antepuesto (VS) con la rueda solar (21) del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2);
 - 25 • la rueda hueca (13a) del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VSa) se puede conectar a través del cuarto elemento de conmutación (D) del conjunto antepuesto (VS) con la nervadura (25) del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesta (VS2);
 - la rueda hueca (13a) del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VSa) se puede conectar a través del tercer elemento de conmutación (L) del conjunto conectado a continuación (NS) con la nervadura (45) del segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2) conectado a continuación;
 - 30 • la rueda hueca (13a) del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VSa) se puede conectar a través del primer elemento de conmutación (M) del conjunto conectado a continuación (NS) con la rueda solar (31) del primer conjunto de ruedas planetarias (NS1) conectado a continuación;
 - la nervadura (25) del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2) y la rueda hueca (13) del primer conjunto de ruedas planetarias (VS1) antepuesto se pueden conectar entre sí;
 - 35 • la rueda solar (11) del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS1) y la rueda hueca (23) del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2) están conectadas entre sí;
 - la nervadura (15) del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS1) está conectada a través del árbol de unión (2) con la rueda solar (41) del segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2) conectado a continuación;
 - 40 • la nervadura (45) del segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2) conectado a continuación está conectada con la rueda hueca (33) del primer conjunto de ruedas planetarias (NS1) conectado a continuación, y
 - 45 • la nervadura (35) del primer conjunto de ruedas planetarias (NS1) conectado a continuación está conectado con la rueda hueca (43) del segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2) conectado a continuación y con el árbol de accionamiento de salida (3).

17.- Caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la reivindicación 3 ó 4, caracterizada por las siguientes características:

- el conjunto antepuesto (VS) comprende un primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS1)

conmutable, un segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2) conmutable, un tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VSa) no conmutable, un cuarto conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VSb) no conmutable y cinco elemento de conmutación (A, B, C, D, E);

- 5
 - el árbol de accionamiento (1) está conectado con una rueda solar (11b) del cuarto conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VSb);
 - el árbol de accionamiento (1) se puede conectar a través del segundo elemento de conmutación (B) del conjunto antepuesto (VS) con una rueda solar (21) del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2) conmutable;
- 10
 - el árbol de accionamiento (1) se puede conectar a través del quinto elemento de conmutación (E) del conjunto antepuesto (VS) con una nervadura (25) con ruedas planetarias (22) del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2) conmutable;
 - el árbol de accionamiento (1) se puede conectar a través del segundo elemento de conmutación (H) del conjunto conectado a continuación (NS) con una nervadura (45) de las ruedas planetarias (42) del segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2) conectado a continuación;
- 15
 - la rueda solar (11a) del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VSa) está fijado;
 - la nervadura (15a) con ruedas planetarias (12a) del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VSa) está conectado con una nervadura (15b") con ruedas planetarias exteriores (12b") del cuarto conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VSb);
- 20
 - la nervadura (15a) del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VSa) está conectada con una nervadura (15b') con ruedas planetarias interiores (12b') del cuarto conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VSb);
 - la nervadura (15a) del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VSa) se puede conectar a través del tercer elemento de conmutación (C) del conjunto antepuesto (VS) con la rueda solar (21) del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto conmutable (VS2);
- 25
 - la nervadura 15a del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VSa) se puede conectar a través del cuarto elemento de conmutación (D) del conjunto antepuesto (VS) con la nervadura (25) del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto conmutable (VS2);
 - la nervadura (15a) del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VSa) se puede conectar a través del tercer elemento de conmutación (L) del conjunto conectado a continuación (NS) con una nervadura (35" con ruedas planetarias exteriores (32") del primer conjunto de ruedas planetarias (NS1) conectado a continuación;
- 30
 - las ruedas planetarias (12a) del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VSa) y las ruedas planetarias exteriores (12b") del cuarto conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VSb) están agrupadas;
 - la rueda hueca (13a) del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VSa) y una rueda hueca (13b) del cuarto conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VSb) están conectadas entre sí;
- 35
 - las ruedas huecas (13a, 13b) del tercero y cuarto conjunto de ruedas planetarias antepuestos (Vsa, VSb) se pueden conectar a través del primer elemento de conmutación (A) del conjunto antepuesto (VS) con una rueda solar (11) del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto conmutable (VS1);
- 40
 - las ruedas huecas (13a, 13b) del tercero y cuarto conjuntos de ruedas planetarias antepuestos (Vsa, VSb) se pueden conectar a través del primer elemento (M) de conmutación del conjunto conectado a continuación (NS) con una rueda solar (31) del primer conjunto de ruedas planetarias (NS1) conectado a continuación;
 - la rueda solar (11) del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto conmutable (VS1) está conectada con una rueda hueca (23) del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto conmutable (VS2);
- 45
 - la nervadura (25) del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto conmutable (VS2) está conectado con una rueda hueca (13) del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto conmutable (VS1);
 - la nervadura (15) con ruedas planetarias (12) del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto conmutable (VS1) está conectado a través del árbol de unión (2) con una rueda solar (41) del segundo

conjunto de ruedas planetarias (NS2) conectado a continuación;

- 5
 - la nervadura (35'') con las ruedas planetarias exteriores (32'') del primer conjunto de ruedas planetarias (NS1) conectado a continuación y una nervadura (35') con ruedas planetarias interiores (32') del primer conjunto de ruedas planetarias (NS1) conectado a continuación y la nervadura (45) con las ruedas planetarias (42) del segundo conjunto de ruedas (NS2) conectado a continuación están conectadas entre sí;
 - las ruedas planetarias exteriores (32'') del primer conjunto de ruedas planetarias (NS1) conectado a continuación y las ruedas planetarias (42) del segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2) conectado a continuación están agrupadas;
- 10
 - la rueda hueca (33) del primer conjunto de ruedas planetarias (NS1) conectado a continuación y una rueda hueca (43) del segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2) conectados a continuación están conectados entre sí;
 - las ruedas huecas (33, 43) del primero y del segundo conjuntos de ruedas planetarias (NS1, NS2) conectados a continuación están conectadas con el árbol de accionamiento de salida (3).

15 18.- Caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque después del conjunto conectado a continuación (NS) está conectado un conjunto conectado a continuación (NS') configurado como caja de cambios de cuatro árboles de dos nervaduras conmutable y porque se generan al menos dieciocho marchas adelante, en la que el segundo conjunto conectado a continuación (NS') está formado por dos conjuntos de ruedas planetarias conmutables (NS1', NS2') conectados a continuación; un primer elemento de conmutación (M') configurado como freno y un segundo elemento de conmutación (H') configurado como embrague, está conectado en el lado de entrada fijamente con el árbol de accionamiento de salida (3) que gira con el número de revoluciones de partida (nns) del conjunto conectado a continuación (NS) y que se puede conectar a través del segundo elemento de conmutación (H') del segundo conjunto conectado a continuación (NS') con el árbol de accionamiento (1), así como está conectado en el lado de salida con un árbol de salida (4) de la caja de cambios de fases múltiples.

20 19.- Caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la reivindicación 18, caracterizada por las siguientes características:

- 30
 - el primer conjunto de ruedas planetarias (NS1') conectado a continuación del segundo conjunto conectado a continuación (NS') comprende una rueda solar (51), una rueda hueca (53) y una nervadura (55) con ruedas planetarias (52);
 - el segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2') conectado a continuación del segundo conjunto conectado a continuación (NS') comprende la rueda solar (61), una rueda hueca (63) y una nervadura (65) con ruedas planetarias (62);
- 35
 - las ruedas solares (51, 61) de los dos conjuntos de ruedas planetarias (NS1', NS2') conectados a continuación del segundo conjunto conectado a continuación (NS') están conectadas entre sí y se pueden fijar a través del primer elemento de conmutación (M') del segundo conjunto conectado a continuación (NS');
- 40
 - la rueda hueca (53) del primer conjunto de ruedas planetarias (NS1') conectado a continuación del segundo conjunto conectado a continuación (NS') y la nervadura (65) del segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2') conectado a continuación del segundo conjunto conectado a continuación (NS') están conectadas entre sí y se pueden conectar a través del segundo elemento de conmutación (H') del segundo conjunto conectado a continuación (NS') con el árbol de accionamiento (1);
- 45
 - la rueda hueca (63) del segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2') conectado a continuación del segundo conjunto conectado a continuación (NS') está conectada con el árbol de accionamiento de salida (3), y
 - la nervadura (55) del primer conjunto de ruedas planetarias (NS1') conectado a continuación del segundo conjunto conectado a continuación (NS') está conectada con el árbol de salida (4).

50 20.- Caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la reivindicación 18, caracterizada por las siguientes características:

- 50
 - el primer conjunto de ruedas planetarias (NS1') conectado a continuación del segundo conjunto conectado a continuación (NS') comprende una rueda solar (51), una rueda hueca (53) y una nervadura (55) con

ruedas planetarias (52);

- el segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2') conectado a continuación del segundo conjunto conectado a continuación (NS') comprende una rueda solar (61), una rueda hueca (63) y dos nervaduras (65', 65'') con ruedas planetarias interiores u exteriores (62', 62'');
- 5 • la rueda solar (51) del primer conjunto de ruedas planetarias (NS1') conectado a continuación del segundo conjunto conectado a continuación (NS') se puede fijar a través del primer elemento de conmutación (M') del segundo conjunto conectado a continuación (NS');
- 10 • las ruedas huecas (53, 63) de los dos conjuntos de ruedas planetarias (NS1', NS2') conectado a continuación del segundo conjunto conectado a continuación (NS') están conectadas entre sí y se pueden conectar a través del segundo elemento de conmutación (H') del segundo conjunto conectado a continuación (NS') con el árbol de accionamiento (1);
- la rueda solar (61) del segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2') conectado a continuación del segundo conjunto conectado a continuación (NS') está conectada con el árbol de accionamiento de salida (3), y
- 15 • las nervaduras (55, 65', 65'') de los dos conjuntos de ruedas planetarias (NS1', NS2') conectados a continuación del segundo conjunto conectado a continuación (NS') están conectadas entre sí y con el árbol de salida (4).

21.- Caja de cambios de fases múltiples de acuerdo con la reivindicación 19, caracterizada por las siguientes características:

- 20 • el árbol de accionamiento (1) está conectado con una rueda solar (11a) del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VSa);
- el árbol de accionamiento (1) se puede conectar a través del quinto elemento de conmutación (E) del conjunto antepuesto (VS) con una nervadura (25) con ruedas planetarias (22) del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2);
- 25 • el árbol de accionamiento (1) se puede conectar a través del primer elemento de conmutación (A) del conjunto antepuesto (VS) con una rueda hueca (13) del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS1);
- el árbol de accionamiento (1) se puede conectar a través del segundo elemento de conmutación (H) del conjunto conectado a continuación (NS) con una nervadura (45) con ruedas planetarias (42) del segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2) conectado a continuación;
- 30 • el tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VSa) está configurado como caja de cambios Plus;
- la nervadura (15a') con ruedas planetarias interiores (12a') del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VSa) y una nervadura (15a'') con ruedas planetarias exteriores (12a'') del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VSa) están conectadas y fijadas entre sí;
- 35 • la rueda hueca (13a) del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VSa) se puede conectar a través del segundo elemento de conmutación (B) del conjunto antepuesto (VS) con una rueda solar (21) del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2);
- la rueda hueca (13a) del tercer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VSa) se puede conectar a través del cuarto elemento de conmutación (D) del conjunto antepuesto (VS) con la nervadura (25) del
- 40 segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2);
- la rueda solar (21) del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2) está conectado con una rueda solar (11) del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS1);
- la rueda solar (21) del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2) se puede fijar a través del tercer elemento de conmutación (C) del conjunto antepuesto (VS);
- 45 • la rueda hueca (13) del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS1) está conectado con una rueda hueca (23) de segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2);
- la nervadura (15) con ruedas planetarias (12) de primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS1) está conectado a través del árbol de unión (2) con una rueda solar (41) del segundo conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS2);

planetarias (NS2) conectado a continuación;

- la nervadura 15 del primer conjunto de ruedas planetarias antepuesto (VS1) está conectado con una rueda hueca (33) del primer conjunto de ruedas planetarias (NS1) conectado a continuación;
- 5 • la nervadura (45) del segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2) conectado a continuación y una nervadura (35) con ruedas planetarias (32) del primer conjunto de ruedas planetarias (NS1) conectado a continuación están conectadas entre sí;
- una rueda solar (31) del primer conjunto de ruedas planetarias (NS1) conectado a continuación se puede fijar a través del primer elemento de conmutación (M) del conjunto conectado a continuación (NS); y
- 10 • la rueda hueca (43) del segundo conjunto de ruedas planetarias (NS2) conectado a continuación está conectada a través del árbol de accionamiento de salida (3) con el segundo conjunto conectado a continuación (NS').

FIGURA 1A

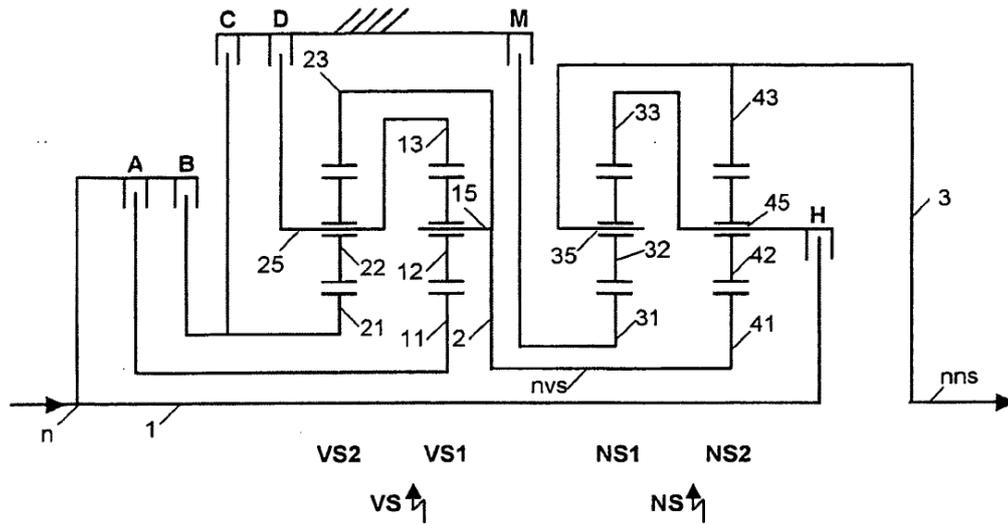


FIGURA 1B

Marcha	Elementos de cambio cerrados						Multiplicación	Escalonamiento	Expansión
	A	B	C	D	M	H			
1	O			O	O		5,71	1,77	
2	O		O		O		3,23	1,61	
3	O	O			O		2,00	1,50	
4	(O)				O	O	1,33	1,33	10,0
5	O	O				O	1,00	1,19	
6	O		O			O	0,84	1,11	
7	O			O		O	0,75	1,13	
8			O	O		O	0,67	1,17	
9		O		O		O	0,57		
R		O		O	O		-4,07		

Multiplicaciones en ralentí:

- $i_0 \text{ VS1} = - 1,90$
- $i_0 \text{ VS2} = - 2,04$
- $i_0 \text{ NS1} = - 3,00$
- $i_0 \text{ NS2} = - 2,00$

FIGURA 3A

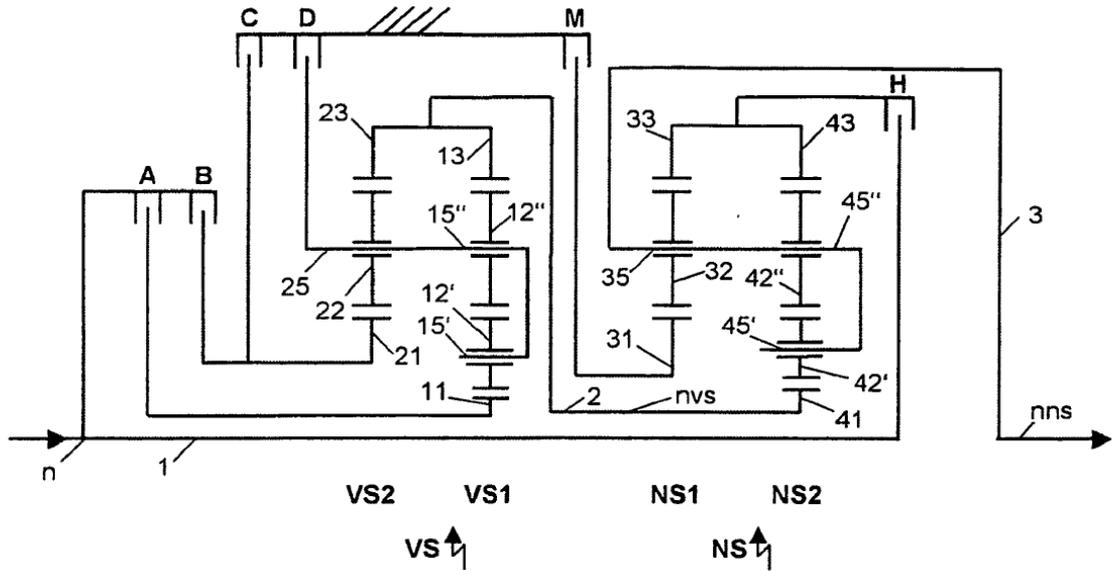


FIGURA 3B

Marcha	Elementos de cambio cerrados						Multiplicación	Escalonamiento	Expansión
	A	B	C	D	M	H			
1	O			O	O		5,71	1,77	
2	O		O		O		3,23	1,61	
3	O	O			O		2,00	1,50	
4		(O)			O	O	1,33	1,33	10,0
5	O	O				O	1,00	1,19	
6	O		O			O	0,84	1,11	
7	O			O		O	0,75	1,13	
8			O	O		O	0,67	1,17	
9		O		O		O	0,57		
R		O		O	O		-4,07		

Multiplicación en relenti:

- i0 VS1 = +2,90
- i0 VS2 = -2,04
- i0 NS1 = -3,00
- i0 NS2 = -3,00

FIGURA 4A

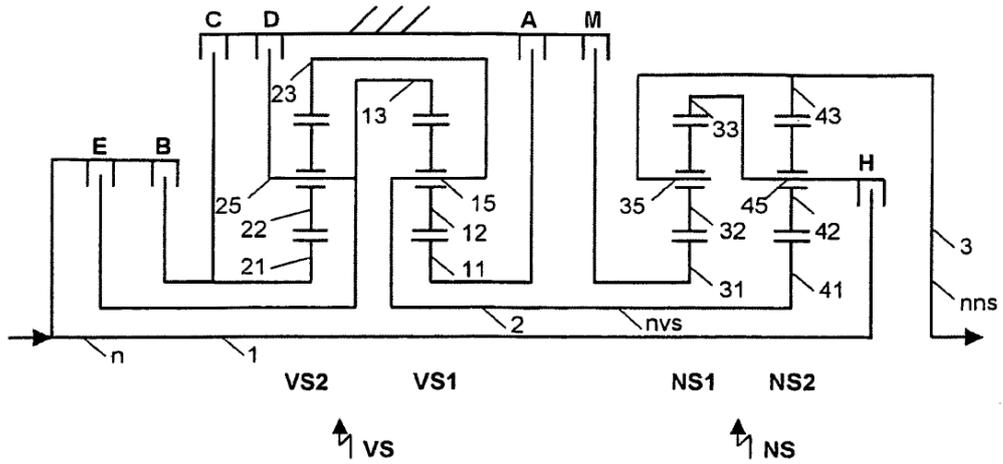


FIGURA 4B

Marcha	Elementos de cambio cerrados							Multiplicación	Escalonamiento	Expansión
	A	B	C	D	E	M	H			
1	O	O				O		7,50	2,00	12,5
2	O				O	O		3,75	1,50	
3		O			O	O		2,50	1,33	
4			O		O	O		1,88	1,25	
5					(O)	O	O	1,50	1,25	
6			O		O		O	1,20	1,20	
7		O			O		O	1,00	1,17	
8	O				O		O	0,86	1,15	
9	O	O					O	0,75	1,13	
10	O			O			O	0,67	1,11	
11		O		O			O	0,60		
R		O		O		O		-7,50		

Multiplicaciones en ralentí:

i₀ VS1 = -2,00 i₀ NS1 = -2,00
 i₀ VS2 = -3,00 i₀ NS2 = -2,00

FIGURA 6A

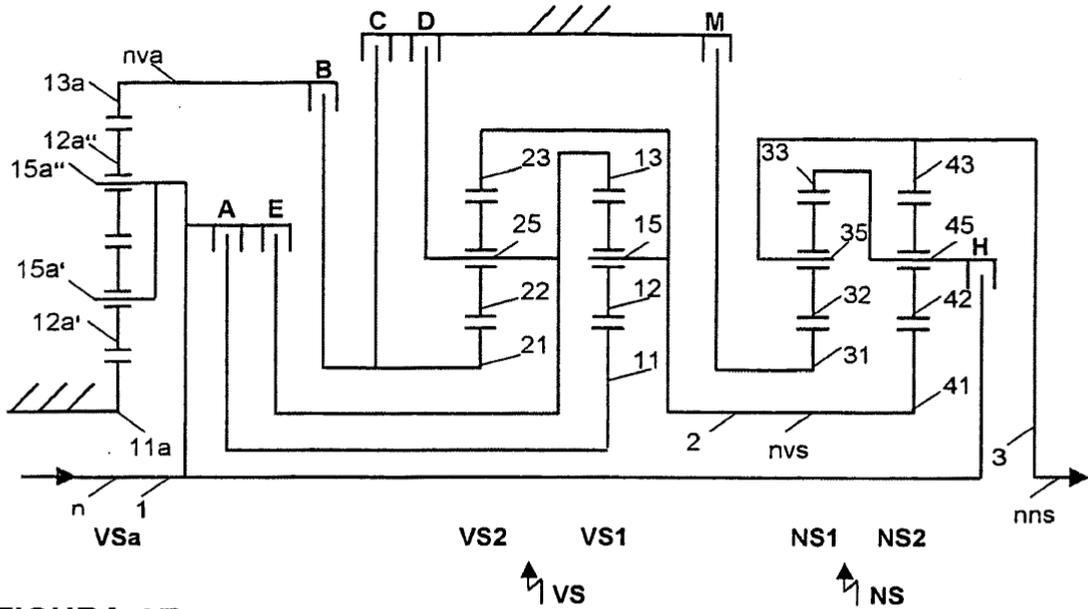


FIGURA 6B

Marcha	Elementos de cambio cerrados							Multiplicación	Escalonamiento	Expansión
	A	B	C	D	E	M	H			
1	0			0		0		10,00		
2	0		0			0		5,00	2,00	
3	0	0				0		3,20	1,56	
4	0				0	0		2,50	1,28	
5		0			0	0		2,04	1,23	
6			0		0	0		1,67	1,22	
7					(0)	0	0	1,50	1,11	16,4
8			0		0		0	1,33	1,13	
9		0			0		0	1,13	1,18	
10	0				0		0	1,00	1,13	
11	0	0					0	0,90	1,11	
12	0		0				0	0,80	1,12	
13	0			0			0	0,73	1,10	
14			0	0			0	0,67	1,09	
15		0		0			0	0,61	1,10	
R		0		0		0		-9,12		

Multiplicaciones en ralentí:

$$i_0 \text{ Vsa} = + 2,20 \quad i_0 \text{ VS1} = - 3,00 \quad i_0 \text{ NS1} = - 2,00$$

$$i_0 \text{ VS2} = - 2,00 \quad i_0 \text{ NS2} = - 2,00$$

FIGURA 7A

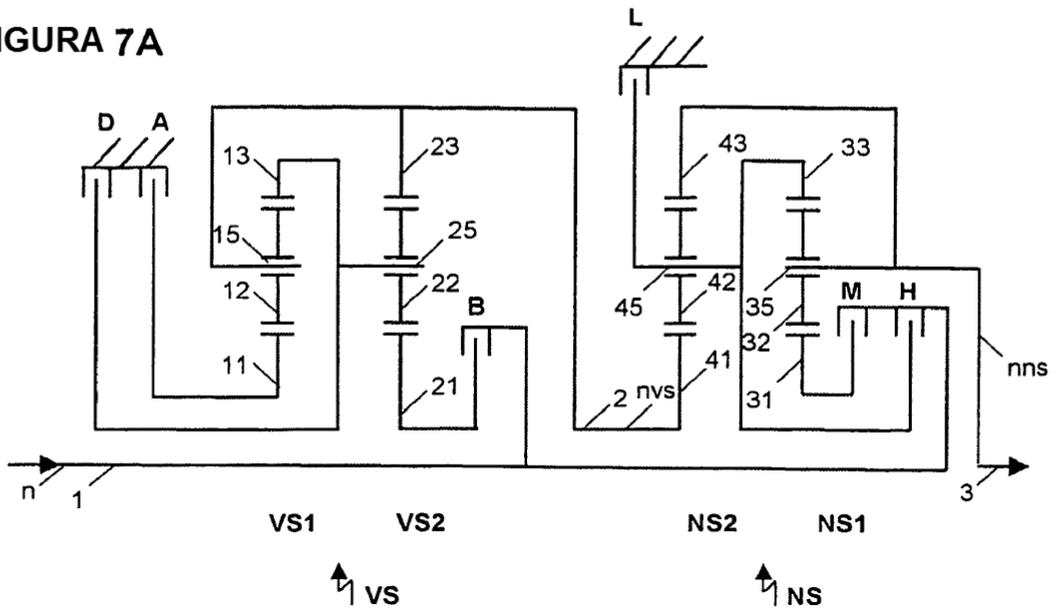


FIGURA 7B

Marcha	Elementos de cambio cerrados						Multiplicación	Escalonamiento	Expansión
	A	B	D	M	H	L			
1		O	O			O	5,60	1,75	8,6
2			(O)	O		O	3,20	1,44	
3		O	O	O			2,22	1,41	
4	O		O	O			1,58	1,29	
5	O	O		O			1,22	1,22	
6		(O)		O	O		1,00	1,18	
7	O	O			O		0,85	1,15	
8	O		O		O		0,74	1,14	
9		O	O		O		0,65		
R	O	O				O	-5,60		

Multiplicación en ralentí:

- i 0 VS1 = - 3,00
- i 0 VS2 = - 2,00
- i 0 NS1 = - 2,20
- i 0 NS2 = - 2,80

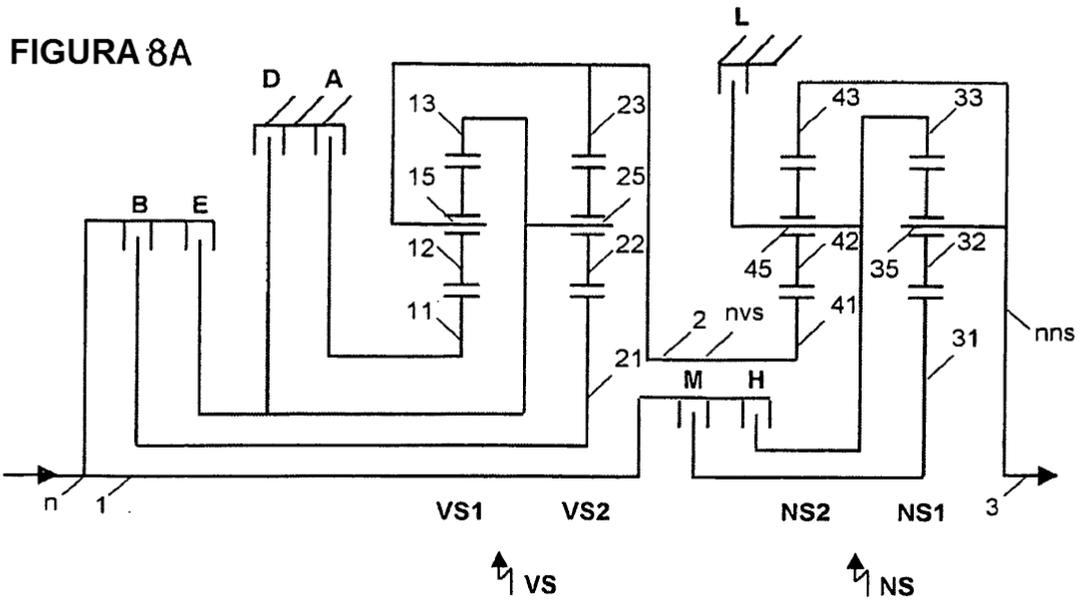


FIGURA 8B

Marcha	Elementos de cambio cerrados						Multiplicación	Escalonamiento	Expansión
	A	B	D	E	M	H			
1		0	0				6,90		
2			(0)		0		4,00	1,73	
3		0	0		0		2,74	1,46	
4	0		0		0		1,91	1,44	
5	0	0			0		1,47	1,30	
6	0			0	0		1,19	1,23	
7				(0)	0	0	1,00	1,19	11,0
8	0			0		0	0,87	1,15	
9	0	0				0	0,78	1,13	
10	0		0			0	0,70	1,11	
11		0	0			0	0,63	1,10	
R1	0	0					-6,90		
R2	0			0			-3,45		
R3		0		0			-2,30		

Multiplicaciones en ralentí:

$i_0 \text{ VS1} = -2,00$ $i_0 \text{ NS1} = -3,00$
 $i_0 \text{ VS2} = -3,00$ $i_0 \text{ NS2} = -2,30$

FIGURA 9A

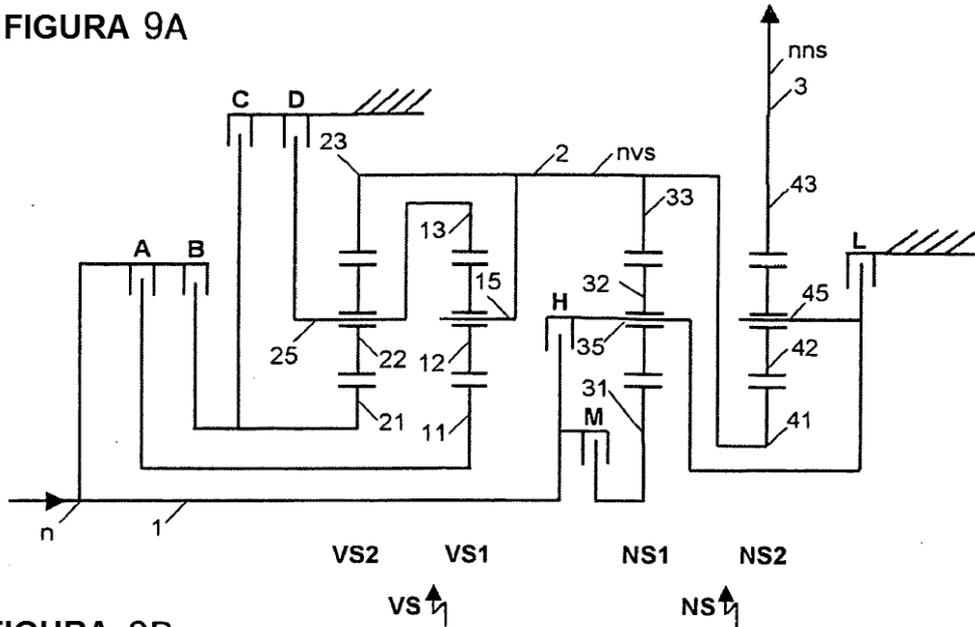


FIGURA 9B

Marcha	Elementos de cambio cerrados							Multiplicación	Escalonamiento	Expansión
	A	B	C	D	M	H	L			
1		O		O			O	6,90	1,73	11,0
2		(O)			O		O	4,00	1,46	
3		O		O	O			2,74	1,44	
4			O	O	O			1,91	1,30	
5	O			O	O			1,47	1,23	
6	O		O		O			1,19	1,19	
7	(O)				O	O		1,00	1,15	
8	O		O			O		0,87	1,13	
9	O			O		O		0,78	1,11	
10			O	O		O		0,70	1,10	
11		O		O		O		0,63		
R1	O			O			O	-6,90		
R2	O		O				O	-3,45		
R3	O	O					O	-2,30		

Multiplicaciones en ralentí:

$i_0 \text{ VS1} = -2,00$ $i_0 \text{ NS1} = -1,74$
 $i_0 \text{ VS2} = -3,00$ $i_0 \text{ NS2} = -2,30$

FIGURA 10A

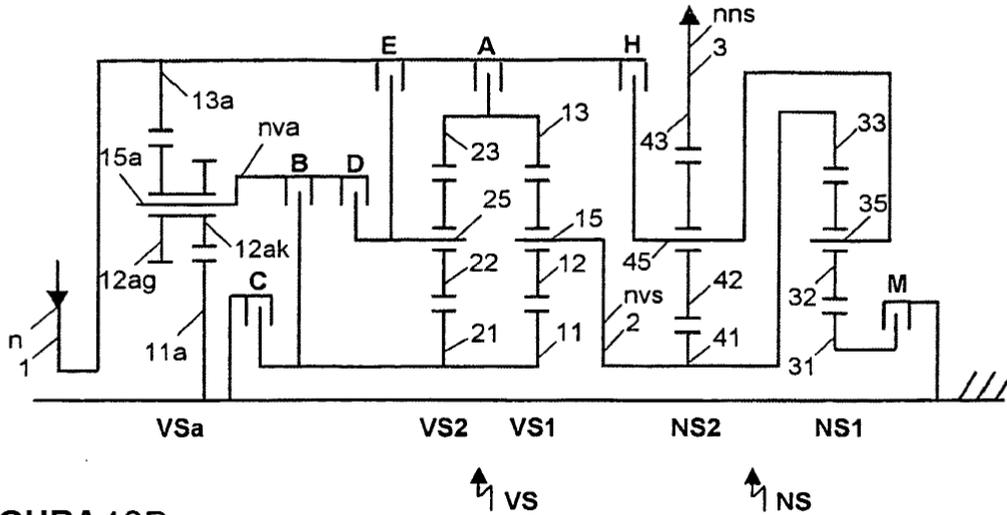


FIGURA 10B

Marcha	Elementos de cambio cerrados							Multiplicación	Escalonamiento	Expansión
	A	B	C	D	E	M	H			
1		0		0		0		3,13	1,20	
2			0	0		0		2,61	1,17	
3	0			0		0		2,24	1,15	
4	0		0			0		1,96	1,13	
5	0	0				0		1,74	1,11	
6	0				0	0		1,57	1,10	
7		0			0	0		1,42	1,09	
8			0		0	0		1,30	1,07	4,1
9					(0)	0	0	1,22	1,07	
10			0		0		0	1,14	1,07	
11		0			0		0	1,07	1,07	
12	0				0		0	1,00	1,06	
13	0	0					0	0,94	1,06	
14	0		0				0	0,89	1,06	
15	0			0			0	0,84	1,05	
16			0	0			0	0,80	1,05	
17		0		0			0	0,76		

Multiplicaciones en ralenti:

$$i_{0 VSa} = -1,75 = -\frac{\phi_{13a}}{\phi_{11a}}$$

$$i_{\text{Planet g / Planet k}} = 1,75 = \frac{\phi_{12ag}}{\phi_{12ak}}$$

$$i_{0 VSa ges} = -1,00$$

$$i_{0 VS1} = -4,00$$

$$i_{0 VS2} = -2,00$$

$$i_{0 NS1} = -3,50$$

$$i_{0 NS2} = -1,60$$

FIGURA 11A

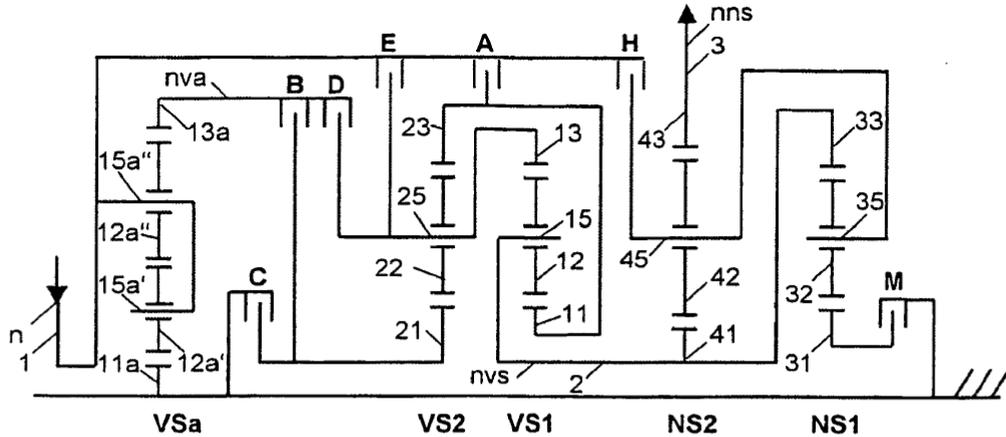


FIGURA 11B



Marcha	Elementos de cambio cerrados								Multiplicación	Escalonamiento	Expansión
	A	B	C	D	E	M	H				
1		O		O		O		3,13	1,20		
2			O	O		O		2,61	1,17		
3	O			O		O		2,24	1,15		
4	O		O			O		1,96	1,13		
5	O	O				O		1,74	1,11		
6	O				O	O		1,57	1,10		
7		O			O	O		1,42	1,09		
8			O		O	O		1,30	1,07		
9			(O)			O	O	1,22	1,07	4,1	
10			O		O		O	1,14	1,07		
11		O			O		O	1,07	1,07		
12	O				O		O	1,00	1,06		
13	O	O					O	0,94	1,06		
14	O		O				O	0,89	1,06		
15	O			O			O	0,84	1,05		
16			O	O			O	0,80	1,05		
17		O		O			O	0,76			

Multiplicaciones en ralentí:

$$i_{0\ VSa} = + 2,00$$

$$i_{0\ VS1} = - 1,50$$

$$i_{0\ VS2} = - 2,00$$

$$i_{0\ NS1} = - 3,50$$

$$i_{0\ NS2} = - 1,60$$

FIGURA 12A

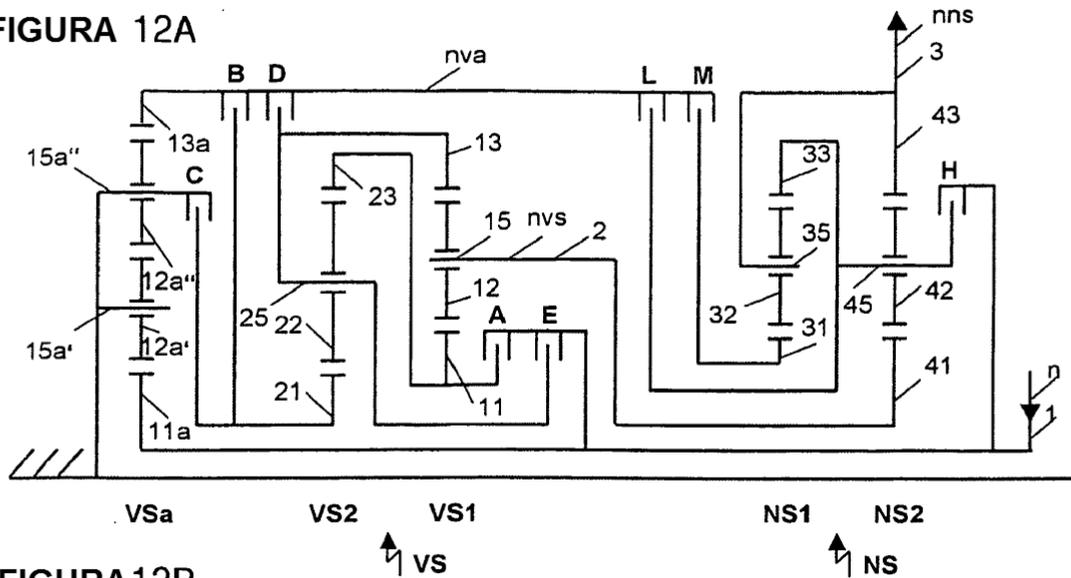


FIGURA 12B

Marcha	Elementos de cambio cerrados					Multiplicación			Escalonamiento	Expansión	
	A	B	C	D	E	M	H	L			
1			○		○			○	5,50	1,25	
2		○			○			○	4,40	1,20	
3	○				○			○	3,66	1,17	
4	○	○						○	3,14	1,14	
5			○					○	2,75	1,12	
6				○				○	2,44	1,11	
7				○	○			○	2,20	1,10	
8				(○)		○		○	2,00	1,09	
9				○	○	○			1,83	1,09	
10	○			○		○			1,68	1,08	
11	○	○				○			1,56	1,07	
12		○				○			1,45	1,07	
13	○				○	○			1,36	1,07	6,7
14		○			○	○			1,28	1,06	
15			○		○	○			1,21	1,05	
16				(○)		○	○		1,15	1,05	
17			○		○		○		1,10	1,05	
18		○			○		○		1,05	1,05	
19	○				○		○		1,00	1,05	
20	○	○					○		0,96	1,05	
21	○		○				○		0,92	1,05	
22	○			○			○		0,88	1,05	
23			○	○			○		0,85	1,04	
24		○		○			○		0,82	1,04	

Multiplicaciones en ralentí:

$$i_{0 VSa} = +2,00$$

$$i_{0 VS1} = -1,50$$

$$i_{0 NS1} = -2,85$$

$$i_{0 VS2} = -2,00$$

$$i_{0 NS2} = -2,20$$

FIGURA 13A

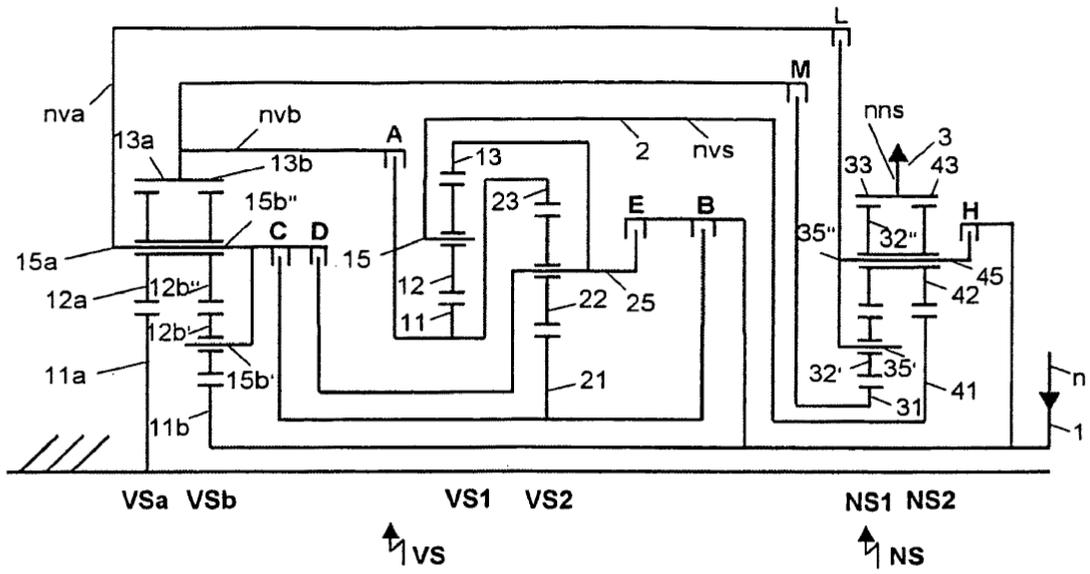


FIGURA 13B

Marcha	Elementos de cambio cerrados								Multiplicación	Escalonamiento	Expansión
	A	B	C	D	E	M	H	L			
1			0		0			0	4,81		
2		0			0			0	4,00	1,20	
3	0				0			0	3,43	1,17	
4	0	0						0	3,00	1,14	
5	0		0					0	2,66	1,13	
6	0			0				0	2,39	1,11	
7			0	0				0	2,17	1,10	
8		0		0				0	1,99	1,09	
9				(0)		0		0	1,84	1,08	
10		0		0		0			1,71	1,08	
11			0	0		0			1,60	1,07	
12	0			0		0			1,50	1,07	
13	0		0			0			1,41	1,06	
14	0	0				0			1,33	1,06	6,0
15	0				0	0			1,26	1,06	
16		0			0	0			1,20	1,05	
17			0		0	0			1,14	1,05	
18					(0)	0	0		1,09	1,05	
19			0		0		0		1,04	1,04	
20		0			0		0		1,00	1,04	
21	0				0		0		0,96	1,04	
22	0	0					0		0,92	1,04	
23	0		0				0		0,89	1,04	
24	0			0			0		0,86	1,04	
25			0	0			0		0,83	1,04	
26		0		0			0		0,80	1,03	

Multiplicación:

$$i_{0Vsa} = - 1,70$$

$$i_{0Vsb} = + 2,00$$

$$i_{0VS1} = - 1,50$$

$$i_{0VS2} = - 2,00$$

$$i_{0NS1} = + 3,21$$

$$i_{0NS2} = - 2,57$$

FIGURA 14A

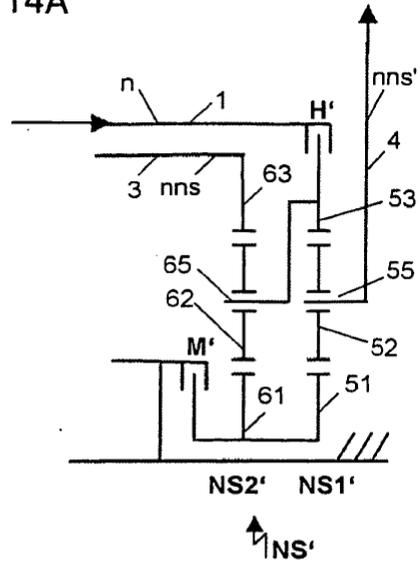


FIGURA 14B

Multiplicación en ralenti:

$$i_{0NS1'} = -2,27$$

$$i_{0NS2'} = -2,57$$

FIGURA 14C

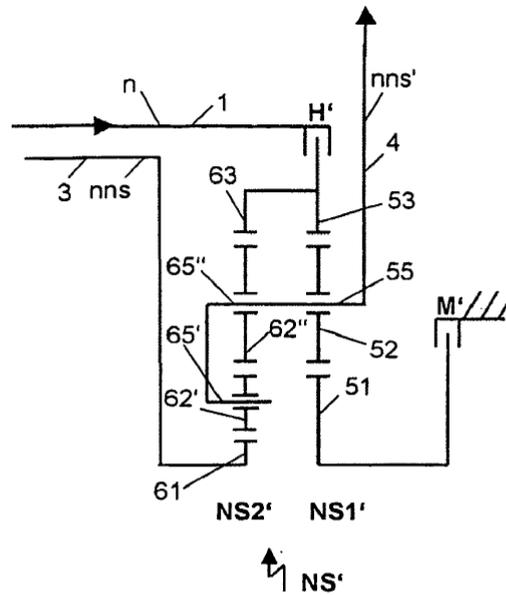


FIGURA 14D

Multiplicaciones en ralenti:

$$i_{0 NS1'} = - 2,27$$

$$i_{0 NS2'} = + 2,27$$

FIGURA 14E

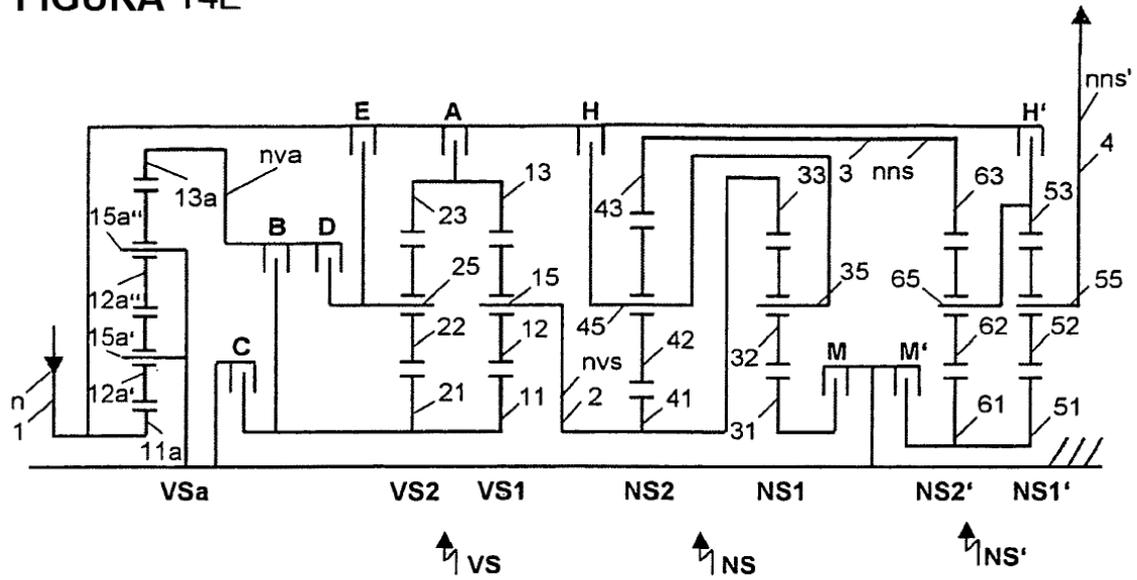


FIGURA 14F

Marcha	Elementos de cambio cerrados										Multiplicación	Escalonamiento	Expansión
	A	B	C	D	E	M	H	M'	H'				
1		0		0		0		0			6,26	1,20	
2			0	0		0		0			5,22	1,17	
3	0			0		0		0			4,48	1,15	
4	0		0			0		0			3,92	1,13	
5	0	0				0		0			3,48	1,11	
6	0				0	0		0			3,14	1,10	
7		0			0	0		0			2,84	1,09	
8			0		0	0		0			2,60	1,07	
9					(0)	0	0	0			2,44	1,07	
10			0		0		0	0			2,28	1,07	
11		0			0		0	0			2,14	1,07	
12	0				0		0	0			2,00	1,06	
13	0	0					0	0			1,88	1,06	
14	0		0				0	0			1,78	1,06	
15	0			0			0	0			1,68	1,05	
16			0	0			0	0			1,60	1,05	
17		0		0			0	0			1,52	1,05	
18			(0)				(0)	0	0		1,44	1,06	
19		0		0			0		0		1,33	1,08	9,6
20			0	0			0		0		1,25	1,07	
21	0			0			0		0		1,18	1,06	
22	0		0				0		0		1,11	1,06	
23	0	0					0		0		1,05	1,06	
24	0				0		0		0		1,00	1,05	
25		0			0		0		0		0,95	1,05	
26			0		0		0		0		0,91	1,04	
27					(0)	0	0		0		0,88	1,04	
28			0		0	0			0		0,84	1,04	
29		0			0	0			0		0,81	1,04	
30	0				0	0			0		0,78	1,04	
31	0	0				0			0		0,75	1,04	
32	0		0			0			0		0,72	1,04	
33	0			0		0			0		0,70	1,04	
34			0	0		0			0		0,67	1,04	
35		0		0		0			0		0,65	1,03	

Multiplicación en ralentí: -

$$i_{0 VSa} = +2,00$$

$$i_{0 VS1} = -4,00$$

$$i_{0 NS1} = -3,50$$

$$i_{0 NS1'} = -2,27$$

$$i_{0 VS2} = -2,00$$

$$i_{0 NS2} = -1,60$$

$$i_{0 NS2'} = -2,57$$