



25 NOV 1961  
E. AS

272328

272328

MEMORIA DESCRIPTIVA

DE

PATENTE DE INVENCION

EN

ESPAÑA

por veinte años

a favor de Jean Louis GRATZMULLER

con domicilio en 66, Boulevard Maurice Barrès- NEUILLY SUR SEINE (Francia)

de nacionalidad Francesa

por "UN PROCEDIMIENTO Y DISPOSITIVO DE CAMBIO DE VELOCIDAD".

de la que es inventor, El Solicitante.

Reivindicándola prioridad de las Patentes depositadas en Francia el 25 de Noviembre de 1.960 bajo el número 844.999 y el 9 de Noviembre de 1.961 bajo el número 878.400.



272328

Este invento se refiere a un dispositivo de cambio de velocidad, destinado a proporcionar selectivamente un elevado número de relaciones de velocidad distintas entre su árbol de entrada y su árbol de salida, y que está formado por una serie de cajas de velocidades elementales, en cascada, que proporcionan, cada una, un número reducido de relaciones.

El invento tiene aplicación en todos los casos en que se precise una amplia gama de velocidades y una gran exactitud en la graduación entre las relaciones sucesivas, como por ejemplo en las locomotoras con motor Diesel.

Se sabe que, en la tracción ferroviaria, tiene gran interés el poder dedicar una locomotora tanto al remolque de trenes lentos de mercancías como al de los trenes rápidos de viajeros. En el caso de las locomotoras Diesel esta condición impone un dispositivo de cambio de las relaciones muy extenso cuya primera combinación permite la tracción de un tren lento por rampas, mientras que la última combinación sirve para el remolque de un tren rápido de gran recorrido, a la velocidad máxima compatible con la seguridad, lo que puede conducir a una proporción del orden de 1 ó 10, e incluso de 1 ó 20, entre las relaciones extremas, según la potencia máxima, debiendo ser el escalonamiento de las velocidades intermedias el mas cerrado posible para utilizar siempre el motor muy próximo a su potencia máxima.

Una solución utilizada corrientemente hasta el presente en las locomotoras Diesel consiste en emplear



272328

un variador eléctrico continuo, del tipo generador-  
motor. Pero, además de que esta solución es pesada y  
costosa, debido al hecho de que debe añadirse al Die-  
sel un generador y motores de tracción de la misma po-  
5 tencia que el Diesel, el rendimiento del variador no  
pasa de alrededor del 80%, lo que da un rendimiento  
energético total de 80%, ya que este tipo de transmi-  
sión permite teóricamente hacer girar el motor perma-  
nentemente a velocidad constante y a su potencia máxi-  
10 mo.

Este invento tiene por objeto cambios de veloci-  
dad puramente mecánicos, susceptibles de acoplarse a  
grandes motores Diesel de tracción, y que son menos cos-  
tosos y menos lentos que los variadores continuos co-  
15 rrientes, y tienen un rendimiento global mas alto.

De acuerdo con una característica del invento, el  
dispositivo de cambio de velocidad está constituido por  
una serie de cajas de velocidades elementales, dispues-  
tas en cascada, en cada una de las cuales, considera-  
20 da individualmente, los cocientes de dos relaciones de  
velocidades contiguas son idénticos e iguales a una  
misma potencia entera de un número  $\alpha$ ; dicho número  
es el mismo para todas las cajas elementales, y el ex-  
ponente de la potencia citada, para una caja determina-  
25 da, es igual al exponente de la citada potencia para  
la caja precedente, multiplicado por el número de re-  
laciones que puede proporcionar la citada caja prece-  
dente. Gracias a esta disposición, las relaciones de  
velocidad entre el árbol de entrada y el de salida del  
30 dispositivo, son todas diferentes y están escalonadas



272320

según una progresión geométrica que tiene por razón la mas baja de las potencias mencionadas del número  $\alpha$ , siendo igual el número total de relaciones diferentes al producto de los números de relaciones de cada caja elemental.

5 La ventaja del escalonamiento es progresión geométrica de las relaciones en una caja de velocidades es bien conocida y basta hacer notar que permite hacer girar siempre el motor entre dos velocidades  $N_1$  y 10  $N_2$ , que pueden ser muy próximas, por ejemplo a una proximidad de un 3 o un 5%, para obtener sin taladro ni recubrimiento la variación completa de la velocidad del árbol de salida.

15 Para ilustrar la característica descrita anteriormente, puede suponerse, a título de ejemplo, que se toma una primera caja de cuatro relaciones que da, para una velocidad  $p$  del arbol de entrada, cuatro velocidades  $p_1, p_2, p_3, p_4$  del árbol de salida, habiéndose escogido los engranajes de esta caja de forma que los cocientes de dos relaciones seguidas, es decir  $\frac{p_2}{p_1}, \frac{p_3}{p_2}, \frac{p_4}{p_3}$ , 20

sean todos iguales a un mismo número  $\alpha$ . Después, se acopla al árbol de salida de esta primera caja, el árbol de entrada de una segunda caja que proporciona, por ejemplo, dos relaciones. De acuerdo con el invento, los engranajes de esta caja se eligen de forma que el cociente de sus relaciones  $p_6/p_5$  sea igual a  $\alpha$  elevado a una potencia igual al producto del exponente de  $\alpha$  en la caja precedente (es decir, 1) por el número de relaciones que puede proporcionar la caja anterior (o sea, 30



272328

4), por lo tanto, el cociente de las relaciones en la segunda caja es igual a  $\alpha^4$ . Si se coloca una tercera caja en cascada, los engranajes se deben elegir de forma que los cocientes de dos relaciones vecinas en esta caja sean iguales a  $\alpha^8$ . Si esta tercera caja tiene tres relaciones, se ha formado así un cambio de velocidad provista de 24 velocidades escalonadas en progresión geométrica de razón  $\alpha$ .

Los cambios de velocidad según el invento presenten, además de la ventaja debida al escalonamiento en progresión geométrica, otra ventaja, que estriba en el hecho de poderse obtener un gran número de combinaciones que permiten una gran exactitud de la graduación que da un resultado muy próximo al obtenido con los variadores llamados continuos, sin complicar el dispositivo en proporción. Así, un cambio de velocidad constituido por tres cajas elementales de tres velocidades, que proporciona por lo tanto 27 combinaciones, puede comprender, como se verá seguidamente, 4 árboles y 18 piñones; pero si se añade una cuarta caja en cascada, de tres velocidades igualmente, lo que no exige más que un árbol y seis piñones suplementarios, se obtienen 81 relaciones escalonadas en progresión geométrica, pudiendo ser este escalonamiento, por ejemplo, de 3,5% en 3,5%, con un cociente de los valores extremos igual a 12, lo que se acerca mucho a una variación continua.

Gracias a la exactitud de graduación posible con los cambios de velocidad de acuerdo con el invento, y debido al buen rendimiento (de alrededor del 90%) de las transmisiones mecánicas que se utilizan, se puede



272328

tener un rendimiento global muy superior al de los  
variadores utilizados hasta el presente, por ejemplo  
los variadores eléctricos. Si se supone un escalone-  
5 miento de combinaciones de 4 en 4%, el motor puede uti-  
lizarse siempre entre su velocidad máxima  $N_1$ , y una ve-  
locidad  $N_2 = 96\% N_1$ , es decir, aproximadamente entre  
100% y 96% de su potencia máxima. En estas condiciones,  
se dispone sobre el árbol de salida del cambio de ve-  
locidad, teniendo en cuenta un rendimiento del 90% de  
10 la transmisión mecánica, de una potencia comprendida  
entre el 90% x 100% y 90% x 96% de la potencia máxima;  
es decir, que el rendimiento global está comprendido  
entre el 90 y el 86%, o sea, siempre superior al del  
15 variador eléctrico a pesar de que éste tenga la posibi-  
lidad de utilizar permanentemente la potencia máxima  
disponible.

De acuerdo con un modo de realización particular  
del invento, el dispositivo está constituido por  $n$   
cajas de velocidades elementales en cascada, que pro-  
20 porcionan cada una  $B$  relaciones, y siendo tal cada una  
de las citadas cajas elementales, considerada indivi-  
dualmente, que los cocientes de dos relaciones vecinas  
sean idénticos e iguales a una misma potencia entera  
de un número  $\lambda$ , número que es mismo para todas las ca-  
25 jas elementales, y los exponentes de las citadas poten-  
cias relativas a las diversas cajas formen una progre-  
sión geométrica de razón  $B$  y de origen la unidad. Gra-  
cias a esta disposición las  $B^n$  relaciones de veloci-  
dades entre el árbol de entrada y el de salida del dis-  
30 positivo, son todas diferentes y están escalonadas se-



272320

gún una progresión geométrica de razón  $\alpha$ .

De esta forma, si se vuelve a considerar el ejemplo citado anteriormente de un cambio de velocidad con 81 combinaciones, formado por cuatro cajas elementales de tres velocidades, los cocientes de las relaciones vecinos se eligen en las cuatro cajas, respectivamente iguales a:  $\alpha$ ,  $\alpha^3$ ,  $\alpha^9$ ,  $\alpha^{27}$ .

Debe comprenderse perfectamente que en lo anterior y en la descripción siguiente, así como en el resumen adjunto, cuando se habla de relaciones en progresión geométrica, este término comprende igualmente las relaciones que se apartan ligeramente de este escalonamiento ideal, debido a imperativos de construcción y principalmente, a las relaciones de dentado de los engranajes que pueden realizarse en la práctica.

De acuerdo con una forma preferida de realización del invento, las cajas elementales que componen un cambio de velocidad llevan un árbol de entrada unido a un árbol de salida mediante varias conexiones cinemáticas de relaciones diferentes, llevando la conexión cinemática de relación más pequeña (velocidad de salida/velocidad de entrada) una rueda libre, mientras que las otras conexiones cinemáticas, de relación mayor, llevan cada una un acoplamiento o un freno en el caso de utilización de un dispositivo diferencial cinemático, dotado de un órgano de accionamiento destinado a asegurar la puesta en funcionamiento del acoplamiento, (o la aplicación del freno), o su soltura (se hace constar que en esta descripción, así como en el resumen, el término "relación de velocidad" se refie-



re siempre al cociente velocidad de salida/velocidad de entrada).

Así cuando algún acoplamiento o embrague no esté acoplado en una caja elemental determinada, pasa  
5 toda como si las conexiones cinemáticas de relaciones mayores no existieran, de forma que el árbol de salida de la caja es arrastrado, por medio de la conexión cinemática de rueda libre y de relación más pequeña a la velocidad inferior. Por el contrario si se pone  
10 en acoplamiento uno de los embragues, el árbol de salida es accionado por la conexión cinemática correspondiente, a mayor velocidad, mientras que la rueda libre gira en vacío.

Por lo tanto, puede pasarse de una cualquiera  
15 de las velocidades a otra velocidad por el accionamiento de los embragues o acoplamientos. Es evidente que en el caso más sencillo de una caja elemental con dos velocidades, ésta no lleve además que un único acoplamiento o embrague, cuya puesta en acoplamiento  
20 o liberación provoca el paso de una relación a la otra. En el caso de una caja con tres velocidades se utilizan dos embragues o acoplamientos.

Las conexiones cinemáticas de una caja elemental pueden estar constituidas respectivamente por trenes  
25 de engranajes interpuestos entre dos árboles paralelos que constituyen respectivamente el árbol de entrada y el de salida de la caja.

Así como se ha definido anteriormente, un cambio de velocidad de acuerdo con el invento se establece con  
30 preferencia de forma que pueda proporcionar un gran nú-



272328

mero de relaciones de velocidades diferentes, por ejemplo del orden de 30 a 80, de modo que la razón de la progresión geométrica de estas relaciones puede ser muy pequeño, de alrededor de 1,03 a 1,08, según las relaciones extremas buscadas. En estas condiciones el motor funciona siempre dentro de un campo de régimen muy estrecho, por ejemplo entre 1.500 y 1.455 revoluciones por minuto, para una razón de 1,03.

Siendo dada la rapidez con la cual se puede accionar la puesta en acoplamiento y desacoplamiento de los embragues, principalmente si funcionan hidráulicamente dependiendo de una válvula eléctrica rápida, tal como la descrita en la Patente francesa nº 1.209, 706, solicitada el 30 de Agosto de 1.958 en nombre del mismo inventor, la cual permite las operaciones de embragado o desembragado en algunos mili-segundos, es prácticamente inútil el modificar las condiciones de alimentación del motor al que está acoplado el cambio de velocidad. Así, si se trata de un motor Diesel, resulta inútil cortar la admisión de carburante. Efectivamente si se halla en gran velocidad, y se pasa bruscamente a la velocidad inferior, es suficiente, para pasar de una condición de funcionamiento a la otra, que el motor recupere, sin estar cargado, la rueda libre que durante un instante, bajo la impulsión de los órganos arrastrados, gira a una velocidad un poco demasiado grande, realizándose esta recuperación de velocidad de una forma prácticamente instantánea, por ejemplo del orden de 2/100 de segundo para un motor Diesel de locomotora.

Por el contrario si se halla en pequeña velocidad



272328

y se pasa bruscamente a la velocidad superior, el motor debe girar temporalmente en vacío y se produce durante un instante cortísimo, un estado transitorio, tal como un patinado del embrague, para hacer descender el régimen del motor a la velocidad próxima correspondiente.

Debido al hecho de la pequeñez de las separaciones de velocidad y a la rapidez posible de accionamiento de los embragues, se puede utilizar, según el invento, para la maniobra de las cajas elementales, embragues muy simplificados, por lo tanto fuertes y baratos, que no tengan más que un patinado muy reducido y que funcionen bajo fuerte presión unitaria.

De acuerdo con otra forma de realización, pueden reemplazarse el o los embragues de fricción de cada caja elemental, por embragues de "crabots" por ejemplo del tipo de un acoplamiento con dientes de lobo descritos en la Patente francesa nº 1.141,641, solicitada el 27 de Enero de 1.956 a nombre del mismo inventor.

Puede resultar ventajoso, sobre todo en este último caso, interponer entre el árbol motor y el árbol de entrada del cambio de velocidad un dispositivo limitador de par que sea susceptible de absorber las débiles variaciones transitorias que aparecen cuando se pasa de una relación cualquiera a la relación inmediata superior.

En una forma de realización este limitador puede ser del tipo a deslizamiento, por ejemplo un limitador de par magnético de materia pulverulenta, pero



272328

5 en otra forma de realización, el limitador puede estar constituido solamente por, al menos, un órgano deformable elásticamente, siendo las recuperaciones de división de velocidad tan reducidas y realizándose en un tiempo tan corto, que el desprendimiento angular relativo entre dos piezas en rotación no excede nunca de una fracción de vuelta completa. De hecho, puede considerarse que, con la exactitud de graduación permitida con el cambio de velocidad de acuerdo con  
10 el invento, el paso de una combinación a la otra no provoca ruptura de par mayor que la provocada en el motor por el peso de un tiempo motor a los tiempos de aspiración o de compresión.

15 La puesta en accionamiento ultrarrápida sin tirón de los embragues de las cajas elementales se facilita aún más si se realiza entre dos órganos que, en ese instante, no transmiten par alguno y están, debido a su inercia, lanzados a velocidades idénticas o muy próximas.

20 Con este fin, puede dotarse el dispositivo de cambio de velocidad con medios de aminorcación de marcha dispuestos para disminuir temporalmente la velocidad del Arbol motor en una relación igual por lo menos a la razón  $\alpha$  de la progresión geométrica de las  
25 combinaciones, poniéndose en acción dichos medios en el momento en que se hace pasar el dispositivo desde una relación cualquiera a la relación inmediata superior.

30 De esta forma, si el escalonamiento de las combinaciones se ha elegido de 4 en 4% (progresión geomé-



272328

trica de razón 1,04), cuando se pase a la combinación superior, el motor deberá aminorar su marcha, por ejemplo de su velocidad normal de 1500 r.p.m. a una velocidad inferior en un 4%, es decir, de 1.440 r.p.m. Los medios de aminoración de velocidad deben reducir, por lo tanto, la velocidad del motor temporalmente, desde 1500 a 1440 r.p.m. lo que resulta siempre posible sin tener que vencer la inercia total del órgano receptor (por ejemplo una locomotora que arrastre un tren), porque siempre hay, por lo menos, una rueda libre interpuesta entre la cadena sinemática que compone el cambio de velocidad.

Puede resultar ventajoso el prever una aminoración algo superior al valor teórico ideal  $\alpha$ , ya que durante el tiempo muy breve en que el motor se halla desacoplado con el árbol receptor por la liberación de los embragues puede empezar a embalsarse en vacío y ganar algunas revoluciones.

Los medios de aminoración de velocidad pueden estar constituidos por un freno dispuesto sobre el árbol motor o sobre un árbol solidario de éste, pero la disposición preferida consiste en proveer, entre el árbol de entrada del cambio de velocidad y el árbol motor un engranaje epicicloidal cuyos piñones y coronas tienen diámetros relativos tales que, cuando se bloquea o libera uno de dichos elementos, el engranaje proporciona selectivamente dos combinaciones de velocidades en una relación igual o ligeramente superior a  $\alpha$ .

Gracias a este medio de aminoración, la subida de velocidades se produce sin ningún tirón, exactamen-



272328

te como en una locomotora eléctrica que, aunque se la llame de variación continua, comprende no obstante un número finito de contactos.

5 Cada una de las cajas elementales comprende esencialmente y con preferencia un carter, un árbol de entrada, un árbol de salida, uno o varios embragues, una rueda libre y engranajes. De acuerdo con una característica del invento, se dispone para cada caja elemental, el o los embragues y sus mandos fueran del carter,  
10 ter, de forma que se pueda asegurar fácilmente la inspección y el entretenimiento eventuales.

En el caso en que se disponen  $n$  cajas elementales en cascada en un mismo carter general, resulta cómodo no hacer salir de dicho carter nada mas que un  
15 arbol de entrada y un árbol de salida, así como los embragues con sus dispositivos de accionamiento.

Puede resultar igualmente interesante disponer las ruedas libres fuera del o de los carters, pero estos órganos son muy fuertes y no llevan ningún mando que precise reglado o sea susceptible de averiarse,  
20 lo que permite encerrarlos sin ningún inconveniente.

En un cambio de velocidad de acuerdo con el invento, con varias cajas de velocidades elementales dispuestas en cascada, se puede utilizar el árbol de  
25 salida de una caja como árbol de entrada de la caja siguiente.

Entonces, cuando para realizar una cascada de  $n$  cajas elementales serían precisos  $2n$  árboles distintos, esta disposición permite que no se utilicen  
30 nada mas que  $n + 1$  árboles.



272320

5 Cuando las cajas elementales se hallan dispuestas en un carter general, el encubramiento en longitud de dicho carter puede reducirse considerablemente si los ejes de todos estos árboles no están situados en el mismo plano.

10 El invento se comprenderá mejor con la lectura de la descripción detallada siguiente y el examen de los dibujos adjuntos que representan, a título de ejemplo no limitativo algunas formas de realización del invento.

En dichos dibujos.

15 La fig. 1 representa esquemáticamente, una caja elemental de dos velocidades adecuada para utilizarse en un dispositivo de cambio de velocidad de acuerdo con el invento.

La fig. 2 representa, esquemáticamente, un cambio de velocidad formado por la colocación en cascada de varias cajas elementales según la fig. 1.

20 La fig. 3 representa un cambio de velocidad de acuerdo con el invento, en el que todas las cajas elementales están agrupadas en un mismo carter.

La fig. 4 es una vista en alzado de un carter general para cambio de velocidad, y

25 La fig. 5 es una vista en alzado de otro carter general.

30 En la fig. 1 se ha representado esquemáticamente una caja elemental de velocidades, con dos velocidades solamente. El árbol de entrada 1 está unido al árbol de salida 2 por un par de engranaje de pequeña relación 3, 5 y por un par de engranajes de relación ma-



272328

5 yor, 4, 6. Uno de los piñones del primer par, por ejemplo el piñón 5, está montado sobre su árbol mediante una rueda libre 7, mientras que uno de los piñones del segundo par, por ejemplo el piñón 4, puede solidarizarse o no con su árbol por medio de un embrague 8 cuya puesta en acoplamiento o en desacoplamiento, pueden ser accionadas a través de un órgano 9. Este último está constituido, por ejemplo, por un interruptor eléctrico que actúa sobre una electro-válvula de accionamiento rápido, si se trata de un embrague de accionamiento hidráulico.

10

El funcionamiento de la caja es el siguiente: cuando el embrague 8 no está acoplado, el árbol 1 arrastra al árbol 2 a pequeña velocidad por medio de los piñones 3,5 mientras que, cuando el embrague 8 está acoplado, el arrastre del árbol 2 se realiza a gran velocidad a través de los piñones 4,6 girando en vacío la rueda libre 7.

15

Si se quiere realizar una caja elemental de tres velocidades, basta añadir entre los árboles 1 y 2 un par de piñones suplementarios que tengan una relación intermedia (o bien mayor que el par 4,6), llevando uno de los piñones un embrague.

20

En la fig. 2 se ha representado un conjunto de cambio de velocidad que comprende, en serie, cuatro cajas de velocidades elementales A, B, C, D del tipo de la representada en la fig. 1. El árbol de entrada del cambio de velocidad se indica en 21 y el árbol de salida en 22. Por lo tanto el árbol de entrada 21 del cambio de velocidad es, al mismo tiempo, árbol de en-

25

30



272328

trada de la primera caja elemental A, mientras que el árbol de salida 22 del cambio de velocidad constituye, al mismo tiempo, el árbol de salida de la cuarta caja elemental D. El árbol de salida de cada una de las cajas, excepto evidentemente el de la última caja, está unido al árbol de entrada de la caja siguiente.

El árbol de entrada 21 está unido al árbol del motor y, en el caso en que el cambio de velocidad está instalado en una locomotora, se interpone un órgano corriente (no representado) que permite el arranque en carga, tal como un embrague a deslizamiento, un acoplador hidráulico, etc.

Igualmente, puede disponerse entre el árbol de salida 22 y el árbol receptor, un dispositivo clásico de inversión de marcha.

Mediante una combinación conveniente de las puestas en acoplamiento y desacoplamiento de los embragues 8a, 8b, 8c, 8d de las cuatro cajas, se puede obtener, para el conjunto de cambio de velocidad, 16 relaciones globales de velocidades diferentes.

Para exponer mas claramente lo anterior, se ha escogido el ejemplo mas sencillo de cajas elementales de dos velocidades, pero debe comprenderse perfectamente que en el ejemplo de la figura 2, si las cajas elementales proporcionan tres relaciones cada una, se obtiene un cambio de velocidad con  $3^4 = 81$  combinaciones.

A continuación se da un ejemplo particular de un cambio de velocidad según el representado en la figura 2. Si se desea que el escalonamiento en progresión



272328

5 geométrica se realice según una razón  $\alpha$ , teniendo por ejemplo una razón igual a  $2^{1/4}$ , se escogen de acuerdo con el invento, los engranajes en cada una de las cajas elementales de forma que el cociente de las dos relaciones posible, según que el embrague está acoplado o no, tenga los valores siguientes:

- para la caja A  $\alpha = 2^{1/4}$
- para la caja B  $\alpha_2 = 2^{1/2}$
- para la caja C  $\alpha_4 = 2^1$
- 10 para la caja D  $\alpha_8 = 2^2$

15 La tabla siguiente da la lista de las 16 combinaciones de velocidades obtenidas con el cambio de velocidad de cuatro cajas elementales; cada línea de la primera columna de la tabla indica el número de orden de una combinación de velocidades; cada línea de la segunda columna indica el exponente de la potencia del número 2 igual al cociente de la relación de velocidades entre los árboles de entrada 21 y de salida 22 del conjunto de cambio de velocidad, en la combinación de velocidad correspondiente a la línea considerada, por la relación semejante del citado cambio de velocidad correspondiente a la primera combinación de velocidad, mientras que las cifras de las cuatro columnas restantes indican las posiciones respectivas de los embragues correspondientes. Todo embrague que no está acoplado se indica por 20 la cifra 0, mientras que todo embrague acoplado se indica por un número diferente de 0 que recuerda, además el cociente de las dos relaciones posibles de velocidades de la caja elemental correspondiente, en forma del exponente de la potencia del número 2 igual a

25

30



72328

dicho cociente. El número que figura sobre cada línea de la columna 2 es igual a la suma de los números que figuran en las columnas A, B, C y D de la citada línea.

5	Nº de la velocidad	Cociente	Cajas elementales			
			A	B	C	D
	1	0	0	0	0	0
	2	1/4	1/4	0	0	0
	3	1/2	0	1/2	0	0
	4	3/4	1/4	1/2	0	0
10	5	4/4	0	0	1	0
	6	5/4	1/4	0	1	0
	7	6/4	0	1/2	1	0
	8	7/4	1/4	1/2	1	0
	9	8/4	0	0	0	2
15	10	9/4	1/4	0	0	2
	11	10/4	0	1/2	0	2
	12	11/4	1/4	1/2	0	2
	13	12/4	0	0	1	2
	14	13/4	1/4	0	1	2
20	15	14/4	0	1/2	1	2
	16	15/4	1/4	1/2	1	2

La tabla pone bien de manifiesto que las 16 velocidades estén escalonadas en progresión geométrica y que la primera y la décimosexta están en relación de 1 a 2<sup>15/4</sup>, es decir, de 1 a 13,4.

En la fig. 2 se ha indicado esquemáticamente un combinador 25 que presenta sectores conductores destinados a cooperar con contactos a, b, c, d, de accionamiento de los embragues 8a, 8b, 8c, 8d de las cajas de velocidades correspondientes A, B, C, D. El



24 N

272328

combinador 25 no es nada mas que una materialización de la tabla anterior.

La fig. 3 muestra una forma de realización de un cambio de velocidad de 16 combinaciones cuyas cuatro cajas elementales están agrupadas, con dos velocidades cada una en un solo carter 27. La primera caja A comprende los mismos elementos que la representada en la fig. 1, es decir, un árbol de entrada 21 sobre el que van montados un piñón solidario 3a y un piñón desembragable 4a, provisto de un embrague 8a. Estos dos piñones engranan, respectivamente, con un piñón 5a equipado con una rueda libre 7a, y con un piñón 6a fijo sobre el árbol de salida 28 de la caja A. El par 4a-6a proporciona la relación mayor de la caja A y el par 3a - 5a, la relación pequeña. El mismo árbol 28 desempeña la función de árbol de entrada para la caja B, es decir que van montados en él un piñón solidario 3b y un piñón desembragable 4b, provisto de un embrague 8b, que engranan, respectivamente, con el piñón de rueda libre 5b y el piñón 6b, montados sobre el árbol de salida 29 de la caja B, que a su vez desempeña la función de árbol de entrada para la caja C, y así sucesivamente hasta el árbol de salida 22 del cambio de velocidad. Como es corriente todos los árboles giran en palieres o rodamientos no representados, montados en el carter 27.

Las 16 combinaciones de velocidad se accionan mediante la puesta en acoplamiento o el desacoplamiento de los cuatro embragues, los cuales pueden estar montados al exterior del carter 2, lo que les hace per-



272328

fectamente accesibles, como puede verse en la figura 3. Debe comprenderse que todos los embragues podrian estar situados a un mismo lado del carter.

5 El orden material de las cajas elementales, en una cascada de acuerdo con el invento, puede ser cualquiera; no obstante resulta ventajoso ordenar las cajas en el orden de los cocientes crecientes (como se ha representado en la fig. 3), lo que permite dar a los árboles, los embragues, etc. las dimensiones más  
10 económicas posibles y evitar esfuerzos anormales durante la puesta en acoplamiento de los embragues.

Puede resultar interesante igualmente establecer las cajas elementales (bien que sean de dos o de más velocidades) de forma que una de sus relaciones sea  
15 la misma para todas las cajas, o al menos para varias de ellas, y que esa relación sea igual a la unidad. Esta disposición permite un impulso normalizado de las piezas que constituyen el cambio de velocidad, puesto que un gran número de piñones pueden ser idénticos. De esta forma, en el ejemplo de la fig. 3, la  
20 relación mayor en cada caja elemental se ha elegido igual a la unidad, de modo que los piñones  $4a-6a$ ,  $4b-6b$ ,  $4c-6c$  y  $4d-6d$  tienen todos el mismo número de dientes.

25 En esta misma figura y con el fin de una mayor sencillez del dibujo, se han dispuesto todos los árboles en un mismo plano, lo que da lugar a un carter muy alargado en planta. En la fig. 4 se ha representado una vista transversal de un carter 31 que puede albergar un cambio de velocidad de dieciseis com-  
30

272328



binaciones, idéntico al de la fig. 3, pero en el cual los árboles están situados en varios planos, lo que permite una construcción mucho mas recogida del conjunto. Se aprecia, en la cara representada del carter, los embragues  $8a$  y  $8c$ , así como los extremos de los árboles intermedios 28 y 30 y del árbol de salida 22.

Un carter de la misma sección permitiría, con el mismo número de árboles, albergar cuatro cajas elementales de tres velocidades, o sea 81 combinaciones, lo que permite exactitudes de graduación de 3 a 5%, particularmente ventajosas. La caja sería accionada en este caso por medio de ocho embragues.

En la fig. 5 se ha representado como variedad un carter 32 previsto para seis árboles, en el cual pueden montarse por ejemplo cinco cajas elementales de dos velocidades, o sea 32 combinaciones, accionadas por cinco embragues (de los que tres  $8a$ ,  $8c$  y  $8e$ , son visibles sobre una de las caras del carter) o incluso tres cajas de dos velocidades asociadas con dos cajas de tres velocidades, lo que proporciona 72 combinaciones accionadas por siete embragues, o aún cualquier otra variante.

Debe comprenderse perfectamente que el invento no se limita al ejemplo descrito, siendo susceptible de numerosas variaciones comprensibles para el técnico en la materia, según las aplicaciones a que se destine y sin apartarse por ello del espíritu del citado invento.

2 2 3 2 8 4



Se reivindican como propios y nuevos para que sean objeto de una Patente de Invención en España, por veinte años, reivindicándose la prioridad de la Patente depositada en Francia el 25 de Noviembre de 1960 bajo el nº844.999, y de la Patente depositada también en Francia el 9 de Noviembre de 1.961 bajo el nº 878.400, los puntos siguientes:

1.-,Un procedimiento y dispositivo de cambio de velocidad, destinado a proporcionar selectivamente, entre su árbol de entrada y su árbol de salida, un gran número de relaciones de velocidades, del tipo que comprende varias cajas de velocidades elementales en cascada proporcionando cada una un número reducido de relaciones; el citado dispositivo se caracterize porque, en cada una de las citadas cajas, considerada individualmente, los cocientes de dos relaciones vecinas son idénticos e iguales a una misma potencia entera de un número  $\alpha$ , siendo dicho número el mismo para todas las cajas, y siendo igual el exponente de la citada potencia para una caja determinada, al exponente de la citada potencia para la caja precedente multiplicado por el número de relaciones que puede proporcionar dicha caja precedente, gracias a lo cual las relaciones de velocidad entre el árbol de entrada y el árbol de salida del dispositivo son todas distintas y están escalonadas según una progresión geométrica que tiene por razón la mas baja de las citadas potencias del número  $\alpha$ , siendo igual el número total de las relaciones de velocidad diferentes al producto de los números de relaciones de cada caja elemental.

21232.8



5 2.- Un procedimiento y dispositivo de cambio de velocidad, caracterizado por un dispositivo de cambio de velocidad, según la reivindicación 1, destinado a proporcionar selectivamente un número  $B^n$  de relaciones de velocidades, que comprende  $n$  cajas de velocidad elementales en cascada, cada una de las cuales proporciona  $B$  relaciones, y caracterizado porque, en cada una de las citadas cajas de velocidad, considerada individualmente, los cocientes de dos relaciones vecinas son idénticos e iguales a una potencia entera de un número  $\alpha$ , que es el mismo para todas las cajas elementales, y los exponentes de las citadas potencias relativas a las diversas cajas formando una progresión geométrica de razón  $B$  y de origen la unidad, gracias a lo cual, las  $B^n$  relaciones de velocidades entre el árbol de entrada y el árbol de salida del citado dispositivo son todas distintas y están escalonadas según una progresión geométrica de razón  $\alpha$ .

10  
15  
20 3.- Un procedimiento y dispositivo de cambio de velocidad, caracterizado por otro procedimiento de realización de un dispositivo de cambio de velocidad, según las reivindicaciones 1 ó 2, en el que cada una de las cajas elementales lleva una rueda libre en su unión cinemática de relación menor y un embrague que puede ponerse en acoplamiento o desacoplarse, selectivamente, en cada una de sus uniones cinemáticas de relaciones mayores.

25  
30 4.- Un procedimiento y dispositivo de cambio de velocidad, según la reivindicación 3, en el que los embragues están dispuestos para hacer solidario o no,

272328



selectivamente, uno de los engranajes de su árbol en las uniones cinemáticas de mayores relaciones de las cajas elementales, siendo los embragues citados del tipo de fricción, con un patinado muy reducido y funcionando bajo una presión unitaria muy elevada y por accionamiento hidráulico rápido.

5  
10  
15  
20  
25  
30

5.- Un procedimiento y dispositivo de cambio de velocidad, caracterizado por la realización de un dispositivo, según la reivindicación 3, en el que los embragues de las cajas elementales son embragues de "crabots".

6.- Un procedimiento y dispositivo de cambio de velocidad, caracterizado por otro procedimiento de realización de un dispositivo, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende un limitador de par interpuesto entre el árbol motor y el árbol de entrada del citado dispositivo; dicho limitador es susceptible de absorber las variaciones transitorias que aparecen cuando se pasa de una relación cualquiera a la relación inmediata superior.

7.- Un procedimiento y dispositivo de cambio de velocidad, caracterizado por la realización de un dispositivo, según la reivindicación 6, en el que el limitador de par es del tipo a deslizamiento.

8.- Un procedimiento y dispositivo de cambio de velocidad, según la reivindicación 6, en el que el limitador de par está constituido por, al menos, un órgano elásticamente deformable.

9.- Un procedimiento y dispositivo de cambio de velocidad, según una cualquiera de las reivindicacio-

272328



nes anteriores, en el que todas las cajas elementales están agrupadas en un carter común.

5 10.- Un procedimiento y dispositivo de cambio de velocidad, caracterizado por otro procedimiento de realización de un dispositivo, según la reivindicación 9, en el que el árbol de salida de una caja elemental constituye el árbol de entrada de la caja elemental siguiente, en virtud de lo cual pueden montarse  $n$  cajas elementales en cascada con solamente  $n + 1$  árboles distintos.

15 11.- Un procedimiento y dispositivo de cambio de velocidad, según las reivindicaciones 1 y 2, que comprende un medio de aminoración de marcha dispuesto para disminuir temporalmente la velocidad del árbol motor en una relación por lo menos igual a  $\alpha$ , entrando en función dicho medio en el momento en que se hace pasar el dispositivo de una relación cualquiera a la relación inmediata superior.

20 12.- Un procedimiento y dispositivo de cambio de velocidad, según la reivindicación 11, en el que el medio de aminoración está constituido por un freno que actúa sobre el árbol motor o sobre un órgano solidario en rotación del árbol mencionado.

25 13.- Un procedimiento y dispositivo de cambio de velocidad, caracterizado por otro procedimiento de realización de un dispositivo, según la reivindicación 11, en el que el medio de aminoración está constituido por un engranaje epicicloidal cuyos piñones y corona tienen diámetros relativos tales que, cuando uno de estos elementos se bloquea o se suelta, el

30

272328

2



engranaje proporciona selectivamente dos combinaciones de velocidades en una relación igual o ligeramente superior a  $\alpha$ .

5 14.- UN PROCEDIMIENTO Y DISPOSITIVO DE CAMBIO DE VELOCIDAD.

Todo conforme se describe en la memoria que antecede, se ilustra como ejemplo de ejecución en los planos unidos a ella y se reivindica en su Nota.

10 Esta memoria consta de veintiseis hojas foliadas y escritas a máquina por una sola cara y planos que la acompañan.

Madrid, 24 de Noviembre de 1.961

Jean Louis GRATZMULLER

P. A.  
ERNESTO BOTELLA MONTOYA  
P. P.





FIG. 4

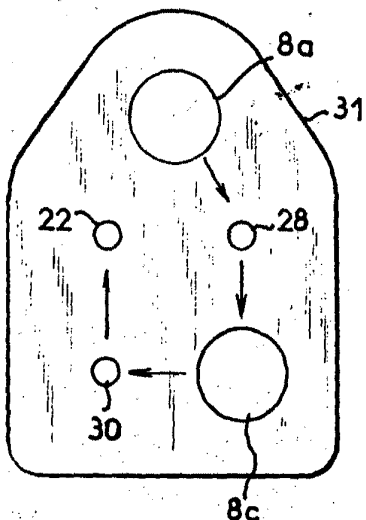


FIG. 5

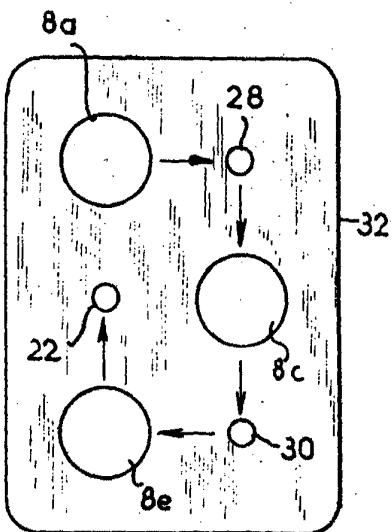


FIG. 3

272328

