

437714

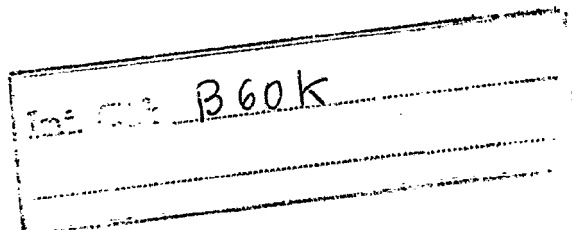
P.- 60.502

PHB 32433

Spain

HK/MC

21 AGO 1975



MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN

entidad holandesa

establecida en Emmasingel 29, Eindhoven, Holanda

por: UNA DISPOSICION DE PROPULSION PARA UN VEHICULO
PROVISTO DE RUEDAS"

26-7-75

-1-

La presente invención se refiere a unas disposiciones de propulsión para vehículos dotados de ruedas.

5 El automóvil de hoy en día es de poco rendimiento, principalmente porque tiene que trabajar en todo un amplio intervalo de variación de velocidades usando un solo motor. Su uso para viajes largos a grandes velocidades puede decaer en cierto modo, al mejorar el transporte público entre ciudades y aumentar el coste de la gasolina, pero su uso para cortos desplazamientos de puerta a puerta, para el cual resulta muy conveniente, continuará sin duda alguna. Estos desplazamientos o viajes cortos también seguirán constituyendo un motivo principal del poco rendimiento del coche, a menos que se halle un modo de soslayar la falta de rendimiento del motor de combustión interna cuando está funcionando a una potencia inferior a un décimo, aproximadamente, de su potencia máxima (esto es, propulsando un automóvil a menos de 60 km/h cuando es capaz de hacerlo a 140 km/h). Esta falta de rendimiento proviene principalmente de las pérdidas mecánicas del motor, pérdidas que en gran parte son independientes del par motor de salida y ascienden a un 20 a 25% del par máximo. No es posible reducirlas a un valor insignificamente pequeño mediante el recurso de reducir la velocidad del motor, a causa de lo limitado del intervalo de funcionamiento eficaz. El rendimiento del coche se reduce aún más por efecto

10

15

20

25

de su consumo de combustible durante los períodos de deceleración (usando los frenos o frenando con el motor), durante la inactividad (marcha en vacío o al "ralentí") en las vicisitudes del tráfico y durante los momentos de rápida apertura de la válvula de mariposa o de gases, para una aceleración rápida.

Una manera potencialmente interesante de reducir el consumo de combustible consiste en usar, para un vehículo de ruedas, una disposición de propulsión de un carácter que comprende una máquina generadora de energía, constitutiva de una fuente de fuerza motriz para propulsar el vehículo, y un acumulador de inercia de energía, separado o independiente de la máquina motriz, que pueda cargarse de energía mecánica y pueda servir también para propulsar el vehículo.

La máquina motriz o generadora de energía para una disposición de propulsión del carácter arriba indicado puede ser, por ejemplo, un motor de combustión interna de tipo diesel o de gasolina, o bien un motor eléctrico alimentado por una batería transportada en el vehículo. El acumulador de inercia de energía es, adecuadamente, un volante de inercia de masa fija. De aquí en adelante, por conveniencia de expresión, se usará el término de "motor" para designar cualquier forma de máquina generadora de fuerza motriz y el de "volante" para designar cualquier

forma de acumulador de energía de inercia.

Se conocen ya disposiciones de propulsión del carácter arriba indicado, las cuales, en general, incluyen unos medios de acoplamiento mediante los cuales es posible conectar el árbol de transmisión o accionamiento de un vehículo, por medio de un mecanismo o engranaje de cambio de velocidades adecuado, sea al motor solo, sea al volante solo, sea al motor y al volante juntos. Los medios de acoplamiento conectan también el motor al volante de inercia, de modo que dentro de la disposición de propulsión puede haber transmisión de energía mecánica en uno u otro sentido entre dos cualesquiera de los tres elementos interconectables (el motor, el volante de inercia y el árbol de transmisión del vehículo) de la disposición. Ahora bien, se cree que hasta ahora no se han aprovechado del mejor modo estos seis sentidos de transmisión de energía mecánica.

Un método ya conocido de funcionamiento o trabajo de la disposición de propulsión es el de usar selectivamente la energía almacenada en el volante para suministrar una potencia que suplemente, pero no sustituya, la energía producida por el motor en la propulsión del vehículo, por ejemplo, durante los períodos de aceleración del vehículo; y en otros momentos usar energía procedente tanto del vehículo como del motor para almacenarla en el volan-

te, por ejemplo, durante la deceleración o el frenado del
vehículo, y durante los períodos en que se disponga de
un exceso de potencia del motor, superior a la requerida
para mantener el vehículo en una determinada condición de
5 marcha reinante. Con este método de funcionamiento, al
terminar el viaje, es muy probable que el volante esté al-
macenando una energía útil, que se desperdiciará. Asimismo,
otro tipo de trabajo realizado hasta hoy con estas dispo-
siciones de propulsión dotadas de un volante auxiliar de
10 inercia viene siendo en gran parte de naturaleza mecánica,
enfocado a la construcción de volantes de gran densidad
de energía (lo que agrava el desperdicio de energía al fi-
nal de un viaje, en el método de funcionamiento arriba ci-
tado), y a los consiguientes problemas de reducir elevadas
15 pérdidas por rozamiento con el aire, superar efectos giros-
cópicos, aumentar la duración de los cojinetes y prever
riesgos de accidente, por ejemplo, por contención en el
caso de romperse o reventar un volante. Las principales
razones de desearse un volante de gran densidad de energía
20 son las de que se dispone de mayor cantidad de energía
auxiliar para aumentar la máxima aceleración del vehículo,
en particular cuesta arriba; el período durante el cual
puede sostenerse la aplicación de energía auxiliar es más
largo; y puede almacenarse más energía en el volante du-
25 rante el frenado regenerativo, en particular cuesta abajo.

La presente invención se basa en los conceptos de que, en primer lugar, los beneficios provenientes de un volante de inercia como fuente auxiliar de energía surgen principalmente en los viajes o desplazamientos más bien cortos del vehículo, en los que las velocidades del vehículo son bajas en general, de manera que no resulta útil almacenar en el volante una gran cantidad de energía que luego se vaya a disipar o desperdiciar al final del viaje. Así, sólo necesita usarse un volante de una densidad de energía relativamente baja. En segundo lugar, con la flexibilidad del control electrónico para regular la transmisión de energía dentro de la disposición de propulsión, para así utilizar con ventaja los seis sentidos disponibles de circulación o transmisión de la energía mecánica mediante desconexión y reconexión del motor y el volante según necesidades, se hace posible conseguir los beneficios potenciales de un volante de gran densidad de energía usando un volante de una densidad de energía sólo relativamente baja, y sin las desventajas consiguientes de coste, riesgos de accidente, grandes fuerzas giroscópicas, mayor mantenimiento y falta de rendimiento en cortos viajes del vehículo.

Con arreglo a la presente invención, se realiza una disposición de propulsión para un vehículo de ruedas, disposición que comprende: un motor; un volante que puede

ser cargado con energía mecánica; unos medios de acoplamiento capaces de funcionar interconectando el motor, el volante y un árbol impulsor de transmisión o de accionamiento del vehículo; unos medios de convertidor de par a través de los cuales se hace conexión con el árbol de accionamiento; y unos medios electrónicos de control para regular la potencia suministrada por el motor y la razón o relación de entrada/salida de los medios de convertidor de par, y para poner en acción selectivamente los medios de acoplamiento de tal manera que, en el uso, la disposición pueda adoptar uno cualquiera de los siguientes modos, a saber: un modo de "sólo motor" en el que es el motor solo el que se conecta al árbol impulsor del vehículo, un modo de "sólo volante" en el que es el volante solo el que se conecta al árbol impulsor del vehículo, y un modo de "volante más motor" en el que tanto el volante como el motor se conectan al árbol impulsor del vehículo, permitiendo la selección de modos el paso o transmisión de fuerza motriz entre el árbol impulsor o de accionamiento del vehículo y el motor, el volante o la combinación de volante más motor, según el caso, en un determinado (primer) sentido respecto a la propulsión del vehículo y en el otro o segundo sentido respecto a la deceleración del vehículo.

En la puesta en práctica de la invención, el control ejercido por los medios electrónicos de control es

tal, de preferencia, que la velocidad del motor y el par motor corresponden a una región de mínimo consumo específico de combustible del motor, por lo menos en una parte del tiempo en que el motor se está usando. La salida de potencia del motor en esta región es, en general, mucho mayor de la necesaria para la propulsión del vehículo, y este exceso de potencia del motor puede usarse para acumular o almacenar energía en el volante. Una vez completamente cargado el volante, el motor se desconecta del árbol de accionamiento del vehículo y su velocidad puede entonces reducirse a un valor muy bajo (de marcha en vacío o al "ralentí"), o bien a cero (motor parado o desconectado), de modo que su consumo de combustible y sus pérdidas de energía mecánica sean insignificantes. La energía almacenada en el volante puede entonces usarse para la propulsión del vehículo. Es éste el modo de "sólo volante". Una vez usada la energía útil del volante, de modo que el volante queda descargado, el motor se vuelve a conectar al árbol de accionamiento del vehículo, y se usa entonces el motor tanto para propulsar el vehículo como para recargar el volante. Es éste el modo de "volante más motor", en el cual la potencia total de que se dispone para propulsar el vehículo puede ser mayor que la obtenida del motor solo, una vez recargado el volante. Ahora bien, cuando la potencia obtenida es mayor que la proporcionada por el motor solo, el volante

experimenta una deceleración. Si el volante llega a descargarse, éste se desconecta del árbol de accionamiento del vehículo, lo que permite acelerar el motor, que así suministra su máxima potencia. Este es el modo de "sólo motor".

5 En el contexto de lo que antecede, el término de "desconectado" significa que todo par que pueda seguir siendo transmitido al miembro "desconectado" constituye una pérdida insignificante para la parte activa restante de la disposición de propulsión. El objeto de desconectar el motor es el de hacer insignificante el consumo de combustible, tanto directamente, por usar poco o ningún combustible, como indirectamente por absorberse una potencia insignificante tomada del resto del sistema. El objeto de desconectar el volante de inercia es el de poder acelerar el motor haciéndolo suministrar su plena potencia, y la desconexión debe ser lo bastante completa para que ni el régimen de aceleración del motor ni la potencia disponible para la propulsión se vean afectados esencialmente por ningún par residual. Ahora bien, la desconexión del volante puede, ventajosamente, dejar que se le transmita un pequeño par, suficiente para mantener la velocidad del volante por encima de un valor inferior o de velocidad baja concreto y específico, para el cual el volante se considera descargado. Las cosas pueden disponerse para que este pequeño par se transmita al volante tan sólo cuando la ve-

10

15

20

25

7
locidad del motor sea superior al valor inferior o de velocidad baja especificado, usándose para ello un dispositivo centrífugo.

5 La tarea de disponer que la transmisión de energía se efectúe adecuadamente en cada uno de los tres modos, y de dirigir u ordenar las transiciones de uno a otro de dichos modos es realizada automáticamente por los medios electrónicos de control. Estos cambios automáticos de modo pueden ser mucho más frecuentes de lo que podrían ser, realizados con un sistema manual.
10

En una forma sencilla de realización del invento, los medios electrónicos de control son capaces de responder:

15 (i) cuando el volante esté completamente descargado en el modo de "sólo volante", produciendo un cambio al modo de "volante más motor";

(ii) cuando el volante esté completamente descargado en el modo de "volante más motor", produciendo un cambio al modo de "sólo motor", sujeto a la siguiente condición (iii);
20

(iii) permitiendo el cambio al modo de "sólo motor" originado por la condición (ii), solamente si no se dispone de suficiente potencia de motor para recargar el volante de inercia, en el modo de "volante más motor";
25 y

(iv) cuando el volante esté completamente cargado en el modo de "volante más motor", produciendo un cambio al modo de "sólo volante".

5 De preferencia, los medios electrónicos de control son además capaces de responder:

(v) cuando el volante se cargue con exceso en el modo de "sólo volante", produciendo un cambio al modo de "volante más motor".

10 Los medios electrónicos de control pueden también ser capaces de responder:

(vi) cuando el volante se cargue con exceso en el modo de "volante más motor", manteniendo ese modo.

Además, los medios electrónicos de control pueden ser capaces de responder:

15 (vii) cuando la velocidad del volante en el modo de "sólo motor" sea demasiado baja para que el volante se reacople sincrónicamente teniendo en cuenta el mínimo aceptable de velocidad del motor, manteniendo el modo de "sólo motor";

20 (viii) cuando la velocidad del volante en el modo de "sólo motor" sea demasiado baja para que el volante se reacople sincrónicamente teniendo en cuenta la velocidad reinante del árbol de transmisión o accionamiento del vehículo, manteniendo el modo de "sólo motor"; y

25 (ix) cuando en el modo de "sólo motor" se dis-

7 ponga de potencia de motor para recargar el volante, produciendo un cambio al modo de "volante más motor".

5 Las condiciones (vii) a (ix), como alternativa, pueden ser desempeñadas indirectamente por los medios electrónicos de control, regulando para ello adecuadamente la velocidad del motor en el modo de "sólo motor" y al mismo tiempo produciendo solamente el cambio al modo de "volante más motor" cuando se sincronicen las velocidades del motor y del volante, controlándose la velocidad del motor de tal modo que esté siempre por encima del mínimo aceptable de velocidad del motor de la condición (vii) para que esta condición se imponga efectivamente, en unión de la condición (viii), porque el motor está ya conectado al árbol de accionamiento del vehículo; en tanto que la condición 10 (ix) se impone usando para ello una velocidad de motor suficientemente alta para un valor dado de potencia requerida para la propulsión, de modo que el par del motor en el modo de "sólo motor" sea menor que el par máximo exigido del motor en el modo de "volante más motor". 15

20 En una forma de realización más compleja del presente invento, los medios electrónicos de control son además capaces de responder:

(x) produciendo un cambio desde el modo de "sólo volante" al modo de "motor más volante" cuando el par existente a la entrada de los medios de convertidor de par ex- 25

ceda de un valor especificado;

5 (xi) produciendo un cambio desde el modo de "volante más motor" al modo de "sólo volante" antes de que el volante esté completamente cargado, si no se está pidiendo potencia alguna a la disposición de propulsión;

10 (xii) impidiendo el cambio del modo de "volante más motor" al modo de "sólo volante" originado por la condición (vi) cuando la potencia que se esté pidiendo a la disposición de propulsión esté por encima de un valor especificado;

15 (xiii) cuando en el modo de "volante más motor" el volante esté completamente cargado y la potencia que se esté pidiendo a la disposición no esté por encima del valor especificado de la condición (xii), produciendo un cambio al modo de "sólo motor" o al modo de "sólo volante" según la velocidad del vehículo esté, respectivamente, por encima o por debajo de un valor especificado;

20 (xiv) previniendo el cambio desde el modo de "sólo motor" al modo de "volante más motor" originado por la condición (ix) o equivalente, a menos que el volante esté completamente descargado;

25 (xv) impidiendo que la condición (xiv) mantenga el modo de "sólo motor" cuando el volante no esté completamente descargado, y produciendo por el contrario el cambio al modo de "volante más motor" cuando no se esté pi-

diendo potencia de la disposición de propulsión;

7
5 (xvi) impidiendo que la condición (xiv) mantenga el modo de "sólo motor", en lo permitido por lo demás por la condición (xv), cuando el volante no esté completamente descargado, y produciendo por el contrario el cambio al modo de "volante más motor" cuando la velocidad del vehículo esté por debajo de un valor especificado; y

10 (xvii) cuando la condición (ix) o equivalente, por lo demás, mantenga el modo de "sólo motor", produciendo un cambio al modo de "volante más motor" cuando el volante esté ya lo bastante cargado para contribuir a la demanda de potencia.

15 En los párrafos que anteceden, el volante se estima "completamente descargado" cuando su velocidad desciende a un valor considerado como "objetivo" o límite activo inferior de velocidad, y se considera "completamente cargado" al llegar su velocidad a un valor de "objetivo" o límite activo superior de velocidad. De preferencia, como se describirá más adelante, los objetivos de velocidad
20 inferior y superior para el volante no son unos valores constantes. Asimismo, el volante se estima "sobrecargado", o cargado con exceso, cuando su velocidad alcanza un objetivo máximo de velocidad que tampoco, de preferencia, es un valor constante. En la invención hasta aquí descrita,
25 unos valores diferentes de las velocidades "objetivo" sir-

ven para proporcionar un efecto de histéresis entre cambios de modo, que impida unas transiciones demasiado frecuentes entre un modo y otro.

5 Para realizar físicamente las funciones de control de los medios electrónicos de control, la disposición de propulsión incluye adecuadamente unos transductores para producir una pluralidad de señales de velocidad respectivamente representativas de las velocidades de rotación del árbol del volante de inercia, del árbol de salida del motor y del árbol de salida de los medios convertidores de 10 par, y unos sensores o detectores capaces de responder a la activación de unos miembros u órganos de control de propulsión y deceleración del vehículo, para producir unas señales de control de entrada indicativas del grado o extensión de dicha activación, siendo los medios electrónicos 15 de control capaces de responder a estas señales dando unas señales de control de salida para determinar la velocidad de rotación del motor y la razón o relación de entrada/salida de los medios de convertidor de par, y también para 20 determinar la interconexión existente entre el motor, el volante de inercia y el árbol de accionamiento del vehículo.

Convenientemente, se prevé un transductor adicional para producir una señal de velocidad representativa de la velocidad de rotación del árbol de entrada o ataque 25 a los medios de convertidor de par. Esto evita la necesidad

de usar, sea la señal de velocidad del árbol de salida del motor, sea la señal de velocidad del árbol del volante de inercia, para determinar la relación de velocidad de entrada/salida de los medios de convertidor de par.

5 De preferencia, los medios electrónicos de control regulan la transmisión de potencia, dentro de la disposición, de distinta manera para cada uno de los programas de control de una pluralidad de éstos individualmente seleccionables, siendo los medios de control electrónicos
10 capaces de responder de distinta manera para cada programa de control (para la misma extensión de activación de los órganos o miembros de propulsión y de deceleración del vehículo).

Los programas de control se refieren a distintas
15 estrategias de conducción o accionamiento, y el conductor del vehículo es capaz de seleccionar un programa de control con arreglo al tipo de conducción que prevé para un futuro inmediato; por ejemplo, conducción pensando en un máximo de economía de combustible; conducción por la ciudad;
20 o conducción para un máximo de rendimiento o prestación por parte del vehículo. Para cada programa de control, los medios electrónicos de control funcionan con diferentes parámetros para seleccionar la variación de la relación de entrada/salida del convertidor de par, las velocidades
25 de motor y de volante y los tiempos de acoplamiento y de-

sacoplamiento (conexión y desconexión) de los diversos medios de acoplamiento, con vistas a conseguir un máximo de rendimiento de funcionamiento. En la filosofía prevista entra también que, para cada programa de control, el vehículo haya de ofrecer al conductor una "sensación" completamente normal, aun cuando, de hecho, el conductor no tendrá el control directo del motor ni de la transmisión.

La preferencia para una pluralidad de distintos programas de control surge del hecho de que la velocidad (energía) de volante de inercia más ventajosa y el régimen de variación de velocidad (más o menos transmisión de potencia) dependen notablemente de las condiciones generales de la carretera y de las intenciones del conductor en general. Para obtener un funcionamiento global satisfactorio, el conductor debe poder llevar o hacer que tienda la disposición de propulsión a un intervalo operativo o de trabajo adecuado (como lo hace con la caja de velocidades y la palanca de cambio en una disposición usual de propulsión de un vehículo), y ella responderá entonces a sus órdenes instantáneas según lo indicado por los órganos de propulsión y deceleración (pedales de acelerador y de freno) del vehículo de una manera aparentemente normal. Cuando el paso o transmisión prolongada de potencia en uno u otro sentido saque al volante de inercia de su intervalo de trabajo prescrito, el volante se desconecta o deja de usarse

para absorber potencia, y las órdenes del conductor son desempeñadas o cumplidas por el motor y los frenos solamente. La transición no ha de hacerse más patente que la de un cambio de velocidad en una transmisión automática de tipo usual.

En una forma de realización del invento, que se va a describir con referencia a los dibujos, se prevén cuatro programas distintos de control.

El primero de éstos es un "programa normal" (N), en el cual la estrategia de control es como la expuesta en las condiciones (i) a (xvii) arriba indicadas. Este programa normal tiende a lograr un reducido consumo de combustible, pero sólo un pequeño (o nulo) acrecentamiento, o mejoría del trabajo o comportamiento disponible, por encima del dado por la máxima potencia del motor. No es posible ofrecer con utilidad un apreciable aumento de potencia, por encima de la máxima potencia del motor, porque el volante de inercia está cambiando periódicamente entre un estado de cargado y otro de descargado y puede hallarse bastante descargado en el momento en que se necesite un máximo de potencia disponible.

El segundo programa de control es un "programa de potencia" (P), en el que la estrategia de control tiende a conseguir un acrecentamiento sustancial de la potencia disponible, manteniéndose al propio tiempo por término me-

5 dio una velocidad de motor reducida (y poco ruido) y permitiéndose un frenado regenerativo aun cuando el volante esté completamente cargado. Toda potencia de reserva que venga del motor se usa para mantener el volante de inercia bien cargado, dispuesto para cualquier aumento súbito y transitorio de potencia que se necesite. Por lo demás, se mantiene el modo de "sólo motor". Para realizar físicamente el programa de potencia (P) se prevé la siguiente condición (xviii):

10 (xviii) cuando se esté demandando potencia en el modo de "sólo volante", producir un cambio al modo de "volante más motor".

15 Asimismo, en el programa de potencia se modifica la condición (xiii) en el sentido de que haya siempre un cambio del modo de "volante más motor" al modo de "sólo motor", independientemente de la velocidad del vehículo, cuando la potencia que se esté pidiendo a la disposición de propulsión no esté por encima del valor especificado de la condición (xii), y se elimina la condición (xvi).

20 El tercer programa de control es un "programa de potencia 'estra' o adicional" (EP), en el que la estrategia de control tiende a obtener el máximo de las posibilidades de trabajo o prestación disponibles. En este programa de potencia extra no se permite el frenado regenerativo. En todo lo posible se usa el modo de "volante más

25

motor" y el volante está servido continuamente a una velocidad máxima especificada (por encima de la cual se sobrecarga), para tener un máximo de potencia disponible. Para realizar físicamente el programa de potencia extra, los
5 medios electrónicos de control son capaces de responder inhibiendo el funcionamiento en el modo de "sólo volante", y se inhiben las condiciones (vi) y (xi) para impedir el cambio del modo de "volante más motor" al modo de "sólo volante". Asimismo se inhibe la condición (xiv), de modo
10 que si es posible cargar el volante con arreglo a la condición (ix), hay un cambio del modo de "sólo motor" al modo de "volante más motor".

El cuarto programa de control es un "programa de poca carga útil" (LL), en el que la estrategia de control
15 consiste en usar la energía de reserva que haya en el volante de inercia y seguir luego en el modo de "sólo motor". Este programa de poca carga (LL) resulta útil en situaciones en las que es probable que la energía de reserva del volante se desperdicie si no es inmediatamente
20 utilizada, tal como sucedería, por ejemplo, en un viaje muy corto, o al acercarse a una larga pendiente de descenso, tras lo cual es posible usar de nuevo el volante cuando haga falta mediante la elección de uno u otro de los programas de control. Para poner en práctica el programa
25 de poca carga (LL), se modifica la condición (xvii) en el

sentido de permitir el cambio desde el modo de "sólo motor" al modo de "volante más motor" aun cuando el volante de inercia esté casi descargado, inhibiéndose la condición (ix) para impedir un cambio al modo de "volante más motor" en cualesquiera otras circunstancias. Asimismo se inhibe la condición (v), para que haya siempre un cambio del modo de "volante más motor" al modo de "sólo motor" por efecto de la condición (iv). Además, se modifica la condición (xii) para inhibir el cambio del modo de "volante más motor" al modo de "sólo motor" por efecto de la condición (xiii), y se modifica la condición (vi) en el sentido de forzar un cambio al modo de "sólo volante", sujeto a que no se satisfaga la condición (xii).

Con el fin de que la invención pueda comprenderse más completamente, y teniendo en cuenta otros rasgos característicos de la misma, se hará referencia en lo que sigue, a título de ejemplo, a los dibujos adjuntos, en los cuales:

La figura 1 ilustra esquemáticamente una disposición de propulsión conforme al presente invento;

Las figuras 2 y 2a representan esquemáticamente un embrague de motor, usado en la disposición de la fig. 1;

La figura 3 representa esquemáticamente un embrague de volante de inercia, usado en la disposición de la fig. 1;

7

la figura 4 ilustra esquemáticamente un mecanismo de engranajes de relación fija, usado en la disposición de la fig. 1;

5

las figuras 5, 5a, 5b y 5c ilustran esquemáticamente unos detalles mecánicos de una caja de cambio de velocidad de relación continuamente variable, usada en la disposición de la fig. 1;

10

la figura 5d es una gráfica ilustrativa de las relaciones de cambio de velocidad del mecanismo o caja de relación continuamente variable;

la figura 6 ilustra esquemáticamente un sistema de presión de fluido para la disposición de la fig. 1;

15

las figuras 7 y 8 son unos organigramas o esquemas de circulación de órdenes, de las estrategias de control para efectuar los cambios de modo dentro de la disposición de propulsión de la fig. 1;

la figura 9 ilustra esquemáticamente un circuito electrónico de control para poner en práctica la estrategia de control del organigrama de la fig. 7;

20

las figuras 10a a 10c inclusive ilustran esquemáticamente unos circuitos electrónicos de control para poner en práctica las estrategias de control del organigrama de la fig. 8;

25

las figuras 11 a 14 inclusive ilustran esquemáticamente unos circuitos electrónicos de control para poner en práctica otras funciones de control dentro de la dispo-

sición de propulsión de la fig. 1; y

las figuras 15 a 21 inclusive son unas gráficas respectivas que ilustran las relaciones existentes entre diversos parámetros, a partir de las cuales se determinan las funciones de los circuitos de control.

Con referencia a los dibujos, la disposición de propulsión representada esquemáticamente en la fig. 1 comprende, como fuente principal de fuerza motriz, un motor 1 de combustión interna, del tipo usual de encendido por chispa (alimentado con gasolina). Este motor 1 tiene su árbol (cigüeñal) 2 de salida acoplado, por medio de un embrague de motor 3, a un eje o árbol 4 de un mecanismo o caja 5 de cambio de velocidad de relación fija. La caja de cambio 5 de velocidad fija tiene un segundo árbol 6 acoplado, por medio de un embrague 7 de volante de inercia, al árbol o eje 8 de un volante de inercia 9, y un tercer árbol 10 que va conectado al lado de entrada de un mecanismo o caja 11 de cambio de velocidad de relación continuamente variable. La caja 5 de relación fija da una relación de velocidades unidad (1:1) entre los ejes 4 y 10 y una relación reductora de 3:1 entre el eje 6 y los otros dos ejes, 4 y 10. La caja 11 de relación continuamente variable, que constituye los medios de convertidor de par de la disposición, es del tipo de Perbury (que se describirá más adelante) y comprende un conjunto de rodadura 12 y un me-

canismo 13 de engranajes epicicloidales. Hay un árbol de transmisión 14 o accionamiento conectado entre el lado de salida de la caja 11 y un mecanismo de diferencial 15 del vehículo para el cual se ha previsto la disposición. Al mecanismo de diferencial 15 van conectadas, de manera usual, las ruedas 16 y 17 de apoyo y tracción en carretera.

Antes de estudiar el circuito electrónico de control para esta disposición de propulsión, se considera conveniente tener en cuenta diversos detalles mecánicos ilustrativos de la disposición, porque éstos imponen unas limitaciones mecánicas que han de tenerse en cuenta en las estrategias de control puestas en práctica por el circuito electrónico de control.

El vehículo para el cual resulta adecuada la disposición de propulsión que se va a describir es un coche de tipo familiar medio, del que pueden considerarse como tipo los actuales vehículos de 2 litros de cilindrada. La caja de cambio de velocidad ya existente en dicho vehículo se sustituye por la caja de relación fija 5, el embrague 7 de volante, el volante acumulador de inercia 9 y la caja 11 de relación continuamente variable, de la presente disposición de propulsión. El volante de inercia 9 es un disco de acero al carbono (tipo 1040 de la normalización americana), de 406 milímetros de diámetro y 36 milímetros

de grueso, y pesa 36,3 kilogramos. Tendrá, a 9000 rpm, una energía total de 33.925 kilográmetros (m.kg), que se aproxima a la energía cinética del vehículo a 80 km/h. En la práctica, no se dispone de la energía total del volante 9, siendo de alrededor de 2:1 la relación de máximo a mínimo utilizable de la velocidad del volante. Esto da un 75% de disponibilidad de energía que, sin embargo, se ve además reducida por las pérdidas usuales en la transmisión de los vehículos. Se estima que el volante de inercia 9 propulsará al vehículo durante alrededor de un minuto y cuarto a una velocidad uniforme de 48 km/h.

Para reducir las pérdidas por rozamiento con el aire, el volante de inercia 9 va encerrado en un recinto (no representado) en el que se ha hecho el vacío, usando una pequeña bomba de vacío para reducir la presión en el recinto a aproximadamente 10 mm.Hg, lo que da una pérdida por rozamiento con el aire de alrededor de 0,1 CV. La velocidad máxima del volante se limita a alrededor de 10.500 rpm, para limitar las fuerzas giroscópicas y disponer de un amplio margen de seguridad en cuanto a esfuerzos de trabajo.

El embrague 3 de motor de la disposición de propulsión de la figura 1 puede tener la forma representada en la fig. 2. Este embrague de motor, que tiene una acción centrífuga y puede también conectarse y desconectar-

se (aplicarse y desaplicarse) hidráulicamente, está encerrado en una caja o envolvente 201 acampanada, en la cual entra por un lado el cigüeñal 2 del motor y por el otro el árbol o eje 4. Para los ejes 2 y 4 se prevén, respectivamente, unos cojinetes 202 y 203. Para el motor hay un volante de inercia 204 montado para girar con el eje 2, dentro de la envolvente 201 de forma de campana. Una parte 205 de diámetro reducido del eje 4 penetra en un entrante central anular 206 del volante 204, yendo esta parte 205 soportada por cojinetes 207. El árbol o eje 4 tiene, junto a la parte 205 de diámetro reducido, una parte 208 de diámetro entero o completo, que va acanalada o estriada, habiendo un collar 209 capaz de deslizarse en el sentido axial del árbol 4 a lo largo de esta parte acanalada 208. Este collar 209 va enchavetado a las acanaladuras de la parte 208 de manera que se ve obligado a girar con el árbol 4. El collar 209 lleva un disco flexible 210 en cuya periferia hay dispuestas unas placas anulares de fricción 211. A lo largo del árbol o eje 4 se puede desplazar en sentido axial una placa de presión 212, a través de la cual se extiende el collar 209 por una abertura central de la misma, en el sentido de obligar a la placa de fricción 211 o tomar contacto cooperativo de fricción con la superficie del volante 204 que se le enfrenta, efectuándose de ese modo un acoplamiento de fricción entre los ejes 2 y 4.

En el lado de la placa de presión 212 opuesto al de la placa de fricción 211 hay dispuesta una placa anular de reacción 213 dotada de pestaña, capaz de moverse en el sentido axial del árbol 4 y sobre la cual van montadas de modo que pueden girar o pivotar varias pesas centrífugas de equilibrio, tal como la pesa de equilibrio 214, cada una de las cuales se halla normalmente dispuesta o apoyada contra un tope 215 pero puede girar, por efecto de la fuerza centrífuga, hasta tomar contacto cooperativo de aplicación con un tope 216, cuando la placa de reacción 213 tiene una velocidad de rotación suficiente.

Entre las pesas de equilibrio 214, junto a la periferia de la placa de reacción 213, van intercalados unos conjuntos como el representado en la fig. 2a. Cada uno de estos conjuntos comprende un muelle de empuje 218 que actúa sobre el collar de extremidad de un miembro de empuje 212a fijado a la placa de presión 212, y un muelle de reacción 219 que actúa entre la placa de reacción 213 y un miembro 204a asegurado al volante 204. En la condición de régimen estático del embrague de motor, los muelles de empuje (218) tienden a empujar a la placa de presión 212 hacia la placa de reacción 213; pero la posición real de la placa de presión 212 respecto a la placa de reacción 213 viene fijada por unos apoyos o puntales empujadores, tales como el empujador 217, que actúan contra las pesas

de equilibrio 214, haciéndolas girar o pivotar y establecer contacto con su respectivo tope limitador 215. Así, la placa de reacción 213 y la placa de presión 212 se pueden mover juntas en el sentido axial del árbol 4.

5 Los muelles de reacción (219) actúan empujando a la placa de reacción 213 y a la placa de presión 212 conjuntamente hacia la placa de fricción 211, pero su posición real y efectiva respecto a la placa de fricción 211 viene fijada por la aplicación de una pluralidad de pa-
10 lancas de desembague o liberación, tales como la palanca de desembague 220, con unas bielas o piezas de enlace respectivas, tales como la biela 221, sujetas a la placa de reacción 213. Cada palanca de desembague 220 se halla montada para girar en un pivote 222, en torno al cual tien-
15 de a ser empujada en sentido dextrógiro (vista en el dibujo) por la acción de los muelles de reacción (219) que empujan a la placa de reacción 213 hacia la izquierda.

Al girar las pesas de equilibrio (214) en el sentido de tomar contacto de aplicación con sus topes (216)
20 desplazan a los miembros u órganos de empuje (217) contra la fuerza de los muelles de empuje (218). Este desplazamiento de los miembros de empuje permite que la placa de presión 212 obligue a la placa de fricción 211 a tomar contacto cooperativo de fricción con la superficie del vo-
25 lante que se le enfrenta, como antes se ha dicho, en el

sentido de efectuar el acoplamiento de fricción entre los árboles 2 y 4. Un giro adicional de las pesas de equilibrio (214) empuja a la placa de reacción 213 hacia la derecha (vista en el dibujo), venciendo la fuerza de los muelles de reacción (219).

5

Hay un collar 224 montado con movimiento de deslizamiento en el sentido axial del árbol 4, bajo el control de un sistema de articulación 225 hidráulicamente activado como se describirá más adelante. Este collar 224 lleva dispuesta encima una almohadilla de empuje 226 a la que se aplican en cooperación unos brazos de palanca (227) de las palancas de desembague 220. La almohadilla de empuje 226 va montada en cojinetes 228, de manera que puede girar. En la posición del collar 224 y la almohadilla de empuje 226 indicada en el dibujo, el contacto de aplicación de fricción de la placa de fricción 211 con la superficie del volante 204 que se le enfrenta puede ser debido únicamente a la acción centrífuga. Cuando se activa el mecanismo de articulación 225 en el sentido de mover el collar 224 a la derecha (visto en el dibujo), puede existir un movimiento dextrógiro de la palanca de desembague 220, debido a la nueva posición de la almohadilla de empuje 226, dejando que los muelles 219 empujen a la placa de reacción 213, en unión de la placa de presión 212, contra la placa de fricción 211, aun cuando las pesas de

10

15

20

25

equilibrio (214) estén aplicadas contra sus topes (215).
Los muelles 223 mantienen el contacto de aplicación de
las palancas de desembague (220) con las bielas (221)
aseguradas a la placa de reacción 213. Recíprocamente,
5 cuando se active el mecanismo de articulación 225 en el
sentido de mover el collar 224 a la izquierda (visto en
el dibujo), se produce un movimiento levógiro de la palan-
ca de desembague 220, debido a la nueva posición de la
almohadilla de empuje 226. Como consecuencia, la aplica-
10 ción o conexión de las palancas de desembague (220) con
las bielas (221) hace que la placa de reacción 213, en
unión de la placa de presión 212, se separen de la placa
de fricción 211 por efecto de tracción, contra la fuerza
de los muelles de reacción (219) aun cuando las pesas de
15 equilibrio (214) estén aplicadas contra sus topes (216).

El embrague 7 de volante de la disposición de
propulsión de la fig. 1 puede tener la forma representada
en la fig. 3. Este embrague de volante proporciona un aco-
plamiento entre el árbol 6 desde la caja de cambio 5 de
20 velocidad fija y el árbol 8 del volante acumulador de
inercia. El árbol o eje 6 está soportado, por su extremo
contiguo al embrague de volante, por cojinetes 301 ase-
gurados en una parte de montura fija 302. Este extremo del
eje 6 está construido en forma de brida 303 con entrantes,
25 a la cual va fijada una placa de extremidad 304 por medio

de unos pernos, tales como los pernos 305 y 306.

El conjunto principal de embrague está acomodado en la región comprendida entre la brida 303 y la placa de extremidad 304. Este conjunto principal de embrague comprende una cámara 307 de presión de fluido, en la cual puede entrar el fluido procedente de una conexión 308 de fluido que comunica con la cámara 307 a través de una garganta anular 309, un taladro 310 y un taladro central 311, practicados en el eje 6. La presión de fluido existente en la cámara 307 actúa sobre una placa anular 312 dotada de pestaña, contra la fuerza de un muelle 313. La placa 312 lleva asegurado un émbolo 314 cuyo extremo se apoya a tope en una placa auxiliar de reacción 315, mantenida fuera de contacto con una placa de presión 316 por medio de unos muelles, tales como los muelles 317 y 318. Un disco anular 319, que puede desplazarse en el sentido axial del árbol o eje 8 y tiene unas almohadillas anulares de fricción 320 y 321 sujetas a sus lados o caras opuestas, va asegurado a un miembro central 322 que tiene una abertura central 323 en la cual entra una porción extrema 324, de diámetro reducido, del eje 8. Este miembro central 323 tiene también una parte almenada en sentido axial, indicada en 325, capaz de cooperar con otra parte almenada indicada en 326 que hay en la parte móvil 327 de un conjunto de embrague de garras. La parte 327, que es movable en el sentido axial del árbol

7
8, tiene una parte cilíndrica central hueca 328, estriada o acanalada, a través de la cual se extiende una segunda porción 329 acanalada y de diámetro reducido del eje 8. Hay dos conjuntos de muelle y espiga o pasador 330 y 331 que actúan en el sentido de empujar a la parte móvil 327 hacia una parte fija exterior 332 del conjunto de embrague de garras. Entre las dos partes 327 y 332 van interpuestos dos (o más) dispositivos centrífugos, cada uno de los cuales comprende un par de rodillos o bolas 333 y 334 separados por una pesa 335 que es empujada hacia el eje 8 por medio de un muelle 336. Junto a la parte de embrague de volante correspondiente a la porción de diámetro principal del árbol 8 hay dispuesto cojinetes 337, asegurados a una parte fija de monturo 338.

5
10
15
20
25
En la condición de régimen estático del embrague del volante de inercia, representada en el dibujo, condición que se obtiene en ausencia de presión de fluido aplicada desde la conexión de fluido 308 y cuando la velocidad del árbol 6 es inferior a un valor especificado (por ejemplo, un valor correspondiente a una velocidad de cigüeñal de motor de 1500 rpm), el embrague está completamente desconectado de manera que no existe acoplamiento alguno entre los ejes 6 y 8. Por la acción del fluido contenido en la cámara 307 se produce una fuerza centrífuga siempre que el árbol o eje 6 esté girando. Esta fuerza centrífuga actúa so-

bre la placa 312, pero la fuerza antagonista ejercida sobre la placa 312 por el muelle 313 es mayor que dicha fuerza centrífuga, hasta que la velocidad del eje 6 esté por encima del valor especificado. Cuando la fuerza centrífuga se hace mayor que la fuerza del muelle 313, provoca el desplazamiento de la placa 312 de manera que el émbolo 314 desplaza la placa auxiliar de reacción 315. Este desplazamiento tiende a comprimir los muelles 317 y 318, con el resultado de que éstos ejercen una fuerza limitada, desplazando la placa de presión 316 de manera que las almohadillas de fricción 320 y 321 quedan sujetas entre la placa de presión 316 y la placa de extremidad 304, proporcionando un acoplamiento de fricción entre los ejes 6 y 8. Ahora bien, este acoplamiento de fricción es de par limitado, por deberse sólo a los muelles 317 y 318.

El acoplamiento de fricción a pleno par entre los árboles o ejes 6 y 8 se efectúa mediante la aplicación de presión de fluido en la cámara 307, procedente de la conexión de fluido 308. Esta presión de fluido desplaza la placa 312 lo bastante para que el extremo exterior de su pestaña se aplique y a continuación desplace a una placa principal de reacción 339, venciendo la fuerza ejercida por unos muelles tales como los muelles 340 y 341. Asimismo, el extremo del émbolo 314 llega "a fondo", de modo que la placa auxiliar de reacción 315 se aplica a la placa de

7 presión 316. Así, la placa principal de reacción 339, actuando a través de la placa auxiliar de reacción 315, desplaza la placa de presión 316 sujetando las almohadillas de fricción 320 y 321 con toda la fuerza entre la placa de
5 presión 316 y la placa de extremidad 304, y así proporciona el acoplamiento de fricción a pleno par entre los ejes 6 y 8.

10 Cuando la velocidad del eje 8 está por encima de un valor especificado (es decir, el volante está adquiriendo una velocidad excesiva), en cada dispositivo centrífugo se mueve la pesa 335, de entre el par de rodillos o bolas 333, 334, por efecto de una fuerza centrífuga que es mayor que la fuerza ejercida por el muelle 336. Esto permite a
15 las bolas o rodillos 333, 334 moverse hacia fuera hasta una posición en la cual entran en unos entrantes respectivos 342 y 343, lo que permite a los dos conjuntos 330 y 331 desplazar la parte móvil 327 hacia la parte fija 332 del conjunto de embrague de garras. Como consecuencia, la placa de embrague 326 se desconecta o separa de la placa de
20 embrague 325, desacoplándose el eje 8 del eje 6.

25 La caja o mecanismo de cambio de velocidad 5 de relación fija contenida en la disposición de propulsión de la fig. 1 puede comprender simplemente, como se indica en la fig. 4, un conjunto de engranajes que comprende dos ruedas dentadas 401 y 402 que dan una relación de velocidad-

des mayor de 2,5:1 (por ejemplo, de 3:1) y un conjunto de engranaje cónico que comprende dos ruedas dentadas cónicas 403 y 404. La rueda dentada mayor 401 del conjunto de engranajes va asegurada al árbol o eje 4, que está directamente conectado al árbol 10, o bien puede hacer el servicio de éste. La rueda dentada menor 402 va asegurada a un eje secundario o intermedio 405, al cual va fijada también la rueda dentada cónica 403. La otra rueda dentada cónica (404) va fijada al árbol 6, que conduce al embrague 7 de volante acumulador de inercia. El sistema de apoyo o cojinetes para los ejes 4, 6 y 407 está representado por los elementos 406.

La caja o mecanismo de cambio de velocidad 11 de relación continuamente variable de la disposición de propulsión de la fig. 1 tiene la forma representada en la fig. 5. El conjunto de rodadura 12 de la caja 11 comprende un primer juego de tres rodillos de disco 501, 502 y 502' para transmitir una fuerza de rodadura de fricción entre unas superficies toroidales 503, 505 y 504, 506, respectivamente, y un segundo juego de tres rodillos de disco 507, 508 y 508' para efectuar una transmisión de rodadura de fricción entre las superficies toroidales 509, 511 y 510, 512, respectivamente. La superficie toroidal 503, 505 está formada en un primer miembro u órgano de transmisión 513 de entrada que va montado mediante acanaladuras en el árbol

de entrada 10 (fig. 1) del conjunto de rodadura 12. De igual modo, la superficie toroidal 510, 512 está formada en un segundo miembro u órgano de transmisión de entrada 514, también asegurado al árbol de entrada 10. Las demás superficies toroidales 504, 506 y 509, 511 están formadas en un miembro u órgano de transmisión 515 de salida, capaz de girar respecto al árbol 10. Las posiciones de los puntos de contacto de cada rodillo de disco con las superficies toroidales cooperantes determinan la relación de velocidades del conjunto de rodadura. Según el ángulo de los rodillos de disco, la relación de velocidades puede ser de reducción o de aumento. Los rodillos de disco son "dirigidos" u orientados hacia el ángulo requerido por un pequeño movimiento de los ejes geométricos de sus elementos portadores, representados en 516, que también sostienen o aguantan la reacción de par sobre los mismos. Este movimiento se efectúa, y se mantiene la reacción de par, por medio de presión de fluido. No se considera necesario, para los fines de la presente invención representar ni describir con detalle los elementos portadores indicados en 516; pero, en breves palabras, cada portador está conectado por medio de un acoplamiento oscilante a un brazo de una palanca de balancín 536 capaz de girar en torno a un pasador soportado por una rama de un soporte radial común fijo. Los brazos, que se ex-

5 tienden hacia dentro, de las palancas de balancín 536 es-
tán recibidos en unos miembros de guía, en un manguito co-
mún de control, equilibrador de pares o momentos, despla-
zable a rotación por efecto de presión de fluido para con-
10 trolar el ángulo de los rodillos de disco. Este tipo de
mecanismo o caja de cambio de relación de velocidades
continuamente variable, conocido como mecanismo o caja
de Perbury, se describe en un artículo titulado "Trans-
misión de relación continuamente variable de Perbury" en
15 la publicación Advances in Automobile Engineering (parte
II), julio 1963, páginas 123 a 139. La patente britá-
nica número 1.078.791 describe también este tipo de me-
canismo de transmisión continuamente variable.

15 Un miembro 517 representa un brazo de par co-
nectado al manguito de control. Este brazo de par, que
transmite un par de reacción proporcional a la suma de
los pares o momentos de entrada y salida del conjunto de
rodadura, es desplazable mediante presión de fluido en el
sentido de modificar el ángulo de los elementos portadores
20 de los rodillos de disco y dirigir los rodillos de disco
con el fin de obtener diferentes relaciones de entrada/
salida del conjunto de rodadura. Esta presión de fluido,
por ser proporcional al par, se usa también para la carga
axil del conjunto de rodadura. Una conexión 518 de pre-
25 sión de fluido introduce esta presión de fluido por de-

trás de un cilindro anular 519, 520 de empuje axial.

7

La variación total de relación o cambio de velocidades del conjunto de rodadura 12 es de alrededor de 6:1. Con el fin de ampliar el intervalo total efectivo de variación de la relación del mecanismo 11, de manera que sea posible el cambio continuo hasta bajar a una velocidad cero en marcha directa (en avance), y también en inversa (marcha atrás), se dispone el mecanismo de engranaje epicycloidal 13. Esta combinación tiene también la ventaja de que el sentido de rotación del árbol 14 de transmisión o accionamiento del vehículo (fig. 1) puede hacerse corresponder con el del eje 10, sin necesidad de más engranajes. Estos dos árboles tendrían sentidos de rotación inversos, usando sólo el conjunto de rodadura.

15

El mecanismo de engranaje epicycloidal 13 de la caja de cambio de velocidades 11 comprende una rueda dentada central 521, un portasatélites 522 y una corona dentada 523. El portasatélites 522 lleva unos pares de piñones satélites 524, 525 que, entre otras cosas, proporcionan una transmisión no inversora por medio del mecanismo de engranaje epicycloidal 13. (Esta disposición de engranajes epicycloidales 13 se representa también en la fig. 5a). En combinación con el mecanismo de engranaje epicycloidal 13 se disponen tres embragues 526, 527 y 528 y un embrague de freno 529, todos ellos accionados

20

25

por presión de fluido para su acoplamiento o aplicación. Unas conexiones de presión de fluido 530 a 533 introducen presión de fluido en estos embragues, respectivamente.

5 El órgano de transmisión de salida 515 está permanentemente conectado al portasatélites 522 por medio de un miembro u órgano 534. El árbol de entrada 10, portador de los órganos de transmisión de entrada 513 y 514, puede acoplarse a un árbol 535, al cual va fijada la rueda dentada planetaria o central 521, por medio del embrague 526. El embrague 528 es capaz de acoplar el árbol 535 de la rueda dentada planetaria al árbol 14 de salida del mecanismo de relación continuamente variable, y el embrague 10 527 es capaz de acoplar la corona dentada 523 a este árbol de salida 14. El embrague de freno 529 puede frenar la corona dentada 523. El mecanismo de engranaje epicycloidal 15 13 tiene una reducción total de engranajes de alrededor de 42, con el portasatélites 522 fijo. Esta disposición de engranajes epicycloidales y embragues se ilustra más claramente, en forma esquemática, en las figs. 5b y 5c, a 20 las cuales se hará referencia a continuación.

En las figs. 5b y 5c se ilustran respectivamente dos modos distintos I y II de hacer funcionar el mecanismo de relación continuamente variable. En el modo I, representado en la fig. 5b, los embragues 526 y 527 25 están conectados o enganchados, de manera que el árbol

de entrada 10 queda conectado a la rueda dentada planetaria 521 (SI) y el árbol de salida 14 está conectado a la corona dentada 523 (RO). Los embragues 528 y 529 se encuentran desconectados. Con una relación epicicloidal de ± 2 y dentro de un intervalo de variación de 0,25 a 1,5 de la relación de transmisión a través del conjunto de rodadura 12, la relación total de transmisión o de velocidades del mecanismo 11 de relación continuamente variable, en este modo I, variará desde un valor de relación de 0,33 en sentido directo, para una relación de velocidades de 0,33 en el conjunto de rodadura, pasando por cero cuando la relación en el conjunto de rodadura es la unidad, hasta una relación máxima de 0,25 en sentido inverso cuando la relación de velocidades en el conjunto de rodadura es de 1,5. Este modo I, por lo tanto, es adecuado para la puesta en marcha y la marcha atrás.

El intervalo de variación de las relaciones de velocidad totales en sentido directo (marcha hacia delante) se amplía en el modo II, ilustrado en la fig. 5c, en el cual los embragues 527 y 526 están desconectados y los embragues 528 y 529 son los que están conectados. El árbol de salida 14 se halla ahora conectado a la rueda dentada central 521 (30), y la corona dentada 523 está frenada (RB). En este modo II, el mecanismo epicicloidal está funcionando como en velocidad de marcha atrás de re-

lación unidad, de modo que la relación total de velocidades del mecanismo de relación continuamente variable cambiará ahora desde una relación de 0,33 en sentido directo a una relación de 1,5, también en sentido directo, a medida que el conjunto de rodadura recorra el mismo intervalo de variación de relación de velocidades. Así, es posible efectuar un cambio de velocidad síncrono mediante el recurso de pasar de uno a otro de los modos I y II con una relación de 0,33 en el conjunto de rodadura, cuando los dos modos den la misma relación total de velocidades.

La fig. 5d ilustra gráficamente la relación existente entre la relación total de velocidades OGR y la relación de velocidades RAGR del conjunto de rodadura. La línea recta Mo I ilustra la relación existente en el modo I y la línea recta Mo II representa la relación en el modo II. Los valores de la relación total OGR de velocidades por debajo del eje 0-0 son relaciones inversas o de marcha atrás, y las de encima de dicho eje son relaciones en sentido directo, o de marcha hacia delante. El punto X es el punto de cambio entre los modos I y II, para una relación de 0,33 en el conjunto de rodadura.

En la fig. 6 se representa esquemáticamente un sistema de presión hidráulica electromagnéticamente controlado, para la disposición de propulsión de la fig. 1.

Este sistema comprende un depósito de fluido 601 del cual proviene una presión de fluido desarrollada por una bomba 602, presión que se lleva a una tubería 603 de presión de fluido, a través de una válvula unidireccional o de retención 604. La bomba 602 está adecuadamente movida mecánicamente (de una manera usual que no se representa), desde el árbol 10 de entrada del mecanismo 11 de relación continuamente variable. Un acumulador de presión 605 conectado a la tubería de presión 603 almacena una presión residual de fluido que sirve para usarla cuando se pone en uso inicialmente la disposición de propulsión. La presión de fluido existente en la tubería 603 se usa selectivamente, por medio de la activación o excitación selectiva de unas válvulas de solenoide, para controlar todos los embragues y la relación de velocidades del conjunto de rodadura de la disposición de propulsión.

Más concretamente, las conexiones de fluido 530 a 533 para los cuatro embragues del mecanismo epicicloidial se alimentan con presión de fluido procedente de la tubería de presión 603, a través de unas válvulas respectivas de regulación de paso 606 a 609 y de unas válvulas de solenoide respectivas 610 a 613. Cada una de estas válvulas de solenoide está normalmente cerrada por la fuerza de un muelle sp, y se abre mediante la excitación de su solenoide so. Una señal de control Gml activa

las dos válvulas 610 y 611 para conectar o aplicar los
embragues 526 y 527 de modo I, y una señal de control
Gm2 excita o activa las dos válvulas 612 y 613 para acti-
var los embragues 528 y 529 del modo II. De igual manera,
5 la conexión de fluido 308 (fig. 3) para el embrague de vo-
lante es alimentada con presión de fluido procedente de
la tubería de presión 603, a través de una válvula limita-
dora 614 y de una válvula de solenoide 615 que está nor-
malmente cerrada por la fuerza de un muelle sp, y se abre
10 mediante la excitación de su solenoide so por una señal
de control Fc con el fin de conectar el embrague de volan-
te. Para hacer funcionar el mecanismo de articulación 225
(fig. 2) del embrague de motor se habilita un dispositivo
de gato doble o en tandem 616 que se alimenta selectiva-
15 mente con presión de fluido a través de unas válvulas 617
y 618 de regulación de paso y de otras dos válvulas de so-
lenoide 619 y 620. El gato doble 616 comprende dos émbolos
621 y 622, de los cuales el émbolo 621 está conectado a un
vástago o biela de articulación 225a y el émbolo 622 está
20 fijado a un miembro rígido de soporte 623. Estos dos ém-
bolos 621 y 622 van alojados en unas cámaras respectivas
624 y 625 de presión de fluido, previstas en una envol-
vente de alojamiento 626 que puede moverse respecto al
miembro de soporte 623 en el sentido axial de la biela de
25 articulación 225a. Entre los émbolos 621 y 622 y la en-

7
volvente 626 reaccionan unos muelles respectivos 627 y
628. Cuando al gato doble 616 no se le aplica presión de
fluido, la envolvente 626 es desplazada a la derecha
(vista en el dibujo) por la acción del muelle 628, y lle-
5 va consigo al émbolo 621, haciendo de ese modo que la
biela de articulación 225a mueva o ponga el mecanismo ar-
ticulado 225 en la posición de desconectado para el em-
brague de motor, en la condición de vacío o ausencia de
carga. Cuando el sistema de presión de fluido esté en fun-
10 cionamiento, la posición de "no excitadas" (con carga o
acción de resorte) de las válvulas de solenoide 619 y
620 permite que la misma presión de fluido entre en las
cámaras 624 y 625, por medio de las respectivas conexio-
nes 629 y 630, de modo que no se vea afectada la posición
15 de desconectado del embrague de motor. Para conectar o
aplicar hidráulicamente el embrague de motor, la válvula
de solenoide 620 se excita por medio de una señal de con-
trol Ecl, de modo que la presión de fluido entre ahora
en la cámara 625 por una conexión de fluido 631. Como con-
20 secuencia, la envolvente o alojamiento 626 se desplaza a
la izquierda, estando el émbolo 622 fijo, y el émbolo 621
la sigue bajo la acción del muelle 627, y la presión de
fluido existente en la cámara 624 hace que la biela de
articulación 225a mueva el mecanismo de articulación 225,
25 llevándolo a la posición de conectado o de aplicación del

embrague de motor. Para desembragar o desconectar hidráu-
licamente el embrague de motor, se excita la válvula de
solenoides 619 por medio de una señal de control Ec2, de
manera que la presión de fluido entre ahora en la cámara
5 624 por medio de una conexión de fluido 632. Como conse-
cuencia, el émbolo 621 se ve desplazado a la derecha por
esta presión de fluido, contra la acción del muelle 627,
haciendo que la biela de articulación 225a mueva el meca-
nismo de articulación 225, llevándolo a la posición de
10 "embrague de motor desconectado".

El brazo de reacción de par 517 (fig. 5a) pa-
ra el conjunto de rodadura 12 va conectado a un émbolo
633 de reacción de par, deslizable en una cámara 634 de
presión de fluido a cuyo interior puede llevarse la pre-
15 sión de fluido, selectivamente a uno u otro lado del ém-
bolo 633, desde otra válvula de solenoide 635 y por medio
de unas conexiones de fluido respectivas 636 y 637. Una
señal de control Gm3 excita la válvula de solenoide 635,
para intercambiar la presión de fluido de un lado al otro
20 del émbolo 633, lo cual tiene por resultado invertir el
sentido del par producido por la palanca de reacción 517
de par. El valor real de la presión de fluido llevada o
introducida en la cámara 634 viene determinado por la
excitación proporcional de otra válvula de solenoide 638,
25 con arreglo a la magnitud de una señal de control de par

T'r. Una señal de reacción de par Tra viene proporcionada por un transductor de presión 639 que mide la presión de fluido de un lado al otro del émbolo 633. Con el fin de impedir que la válvula de solenoide 638, que en realidad es una válvula de purga de presión de fluido, purgue o dé salida a un valor grande de presión de fluido, de la tubería de presión 603, cuando en la cámara 634 se requiere sólo un pequeño valor de presión de fluido, se prevé una válvula reguladora 640 de paso variable, mecánicamente enlazada o conectada a la válvula 638 de tal manera que se cierre cuando la válvula 638 esté completamente abierta, purgando así la presión de fluido. Se prevé una segunda bomba 641, movida desde el árbol de salida 14 (fig. 1), para producir presión de fluido en condiciones de "remolque". Entre esta bomba y la tubería de presión 603 se dispone una válvula unidireccional o de retención 642.

Las señales de control Gm1, Gm2, Gm3, Fc, Ec1, Ec2 y T'r, así como una señal Rt de control de gases o de mariposa del motor, se producen por medio de un circuito de control de la disposición de propulsión, y la señal Tra se lleva al circuito de control en unión de otras señales representativas de las velocidades de árbol, presión ejercida en el pedal de freno, la posición del pedal del acelerador y la selección del programa de control. La fig. 1, a la cual se hace referencia de nuevo, indica

la composición global de la disposición de propulsión, con la derivación y la utilización de estas señales.

5 Los árboles o ejes 2, 8, 10 y 14 llevan montadas unas ruedas dentadas respectivas 18, 19, 20 y 21 que pueden girar con ellos. A las ruedas dentadas 18 a 21 van respectivamente asociados unos transductores 18', 19', 20' y 21'. Cada rueda dentada y su transductor asociado cooperan produciendo una señal eléctrica cuya frecuencia es representativa de la velocidad de rotación del eje correspondiente. Estas señales eléctricas se aplican a unos circuitos convertidores de frecuencia en corriente continua respectivos, 22, 23, 24 y 25, que producen unas señales de velocidad respectivas, en forma de tensiones analógicas, designadas con los símbolos We, Wf, Wp y Wd, respectivamente, como se indica en la figura. En el caso de la señal de velocidad Wf, la señal eléctrica que viene del transductor 23 se aplica primero a un circuito 23' divisor de frecuencia por 3 (circuito $\frac{1}{3}$), de modo que la señal de velocidad Wf queda adecuadamente referida a las demás señales de velocidad We, Wp y Wd, siendo ésta una manera conveniente de tener en cuenta la relación de 3:1 de la caja de relación fija 5.

10

15

20

El circuito electrónico de control de la disposición, que está representado por el rectángulo 26, lleva aplicadas las señales de velocidad We, Wf, Wp y Wd.

25

La disposición incluye además, en asociación con un pedal de acelerador 27 del vehículo, un potenciómetro 28 que produce en su punto de toma 29 una tensión eléctrica que varía al actuarse el pedal de acelerador 27.

5 Esta tensión, tras su amplificación por medio de un amplificador 30, forma una señal de control Ra indicativa del grado o extensión de la actuación del pedal de acelerador 27 y que se aplica al circuito de control 26. En asociación con un pedal de freno 31 del vehículo se dispone un transductor de presión 32 que da por su salida

10 33 una tensión eléctrica que varía con la activación del pedal de freno 31. Esta última tensión, tras su amplificación por medio de un amplificador 34, constituye una señal de control Rb indicativa del grado o extensión de activación del pedal de freno 31 y que se aplica al circuito de control 26.

15

Una válvula de mariposa 35 que regula, con arreglo a su posición, la cantidad de mezcla de combustible y aire llevada como alimentación al motor 1, carece de

20 enlace o conexión directa al pedal de acelerador 27, al contrario de lo que sucede en un vehículo de motor de tipo usual. En lugar de ello, la posición de la válvula de mariposa 35 viene determinada por un servomotor 36, a través de un mecanismo reductor de velocidad 37, en

25 respuesta a la salida procedente de un servoamplificador

38. Hay un potenciómetro 39 que tiene su punto de toma o cursor 40 mecánicamente conectado con la válvula de mariposa 35, para así producir una tensión eléctrica que varía con la posición de la válvula de mariposa 35. Esta
5 tensión constituye una señal de control Rtp indicativa de la posición de la válvula de mariposa en un momento dado. Esta señal de control Rtp se aplica a una de las entradas del servoamplificador 38, para mantener el punto de ajuste de la válvula de mariposa. La variación del punto de
10 ajuste de la válvula de mariposa viene efectuada por una señal de control Rt aplicada a una segunda entrada del servoamplificador 38, desde el circuito de control 26.

Un conmutador selector 41 de programa proporciona una cualquiera de entre seis señales de selección, con arreglo a la posición 1 a 6 de su brazo selector 42.
15 Una de las señales de selección (S) corresponde a una posición neutra o de "arranque"; otra señal (R), a una posición de "marcha atrás"; y las cuatro señales restantes (N, P, EP y LL) corresponden a la selección de los
20 programas de control respectivos. Estas señales de selección se aplican al circuito 26, en unión de sus respectivas señales inversas o recíprocas \bar{S} , \bar{R} , \bar{N} , \bar{P} , \bar{EP} y \bar{LL} . Al ponerse al nivel alto una señal de selección, su respectiva señal inversa está al nivel bajo, y viceversa. Un
25 "nivel alto" representa una salida de "1" lógico, y un

"nivel bajo" representa una salida de "0", en los circuitos lógicos que se van a describir. Así, por ejemplo, si se elige o selecciona al programa "normal", se tiene $N = "1"$ y S, R, P, EP y LL iguales cada una a "0", en tanto que $N = "0"$ y $\bar{S}, \bar{R}, \bar{P}, \bar{EP}$ y \bar{LL} son iguales cada una a "1".

El conjunto de rodadura 12 del mecanismo 11 de relación continuamente variable tiene fijada o ajustada su relación de velocidades por presión hidráulica, como ya se ha descrito. El valor de esta presión hidráulica viene determinado por el circuito 26, por medio de la señal de control $T'r$ que se aplica a través de un amplificador 43 para excitar el solenoide so de la válvula de purga 638, que fija o ajusta la presión hidráulica. La señal Tra de reacción de par, producida por el transductor 639 de presión de fluido e indicativa del punto de ajuste de la relación de velocidades, se aplica a través de un amplificador 44 al circuito 26. La señal de control $Gm3$ que viene del circuito 26 se aplica, a través de un amplificador 45, al solenoide so de la válvula de inversión 635, que determina el sentido en que está actuando el par o momento aplicado al conjunto de rodadura 12.

El mecanismo epicicloidal 13 de la caja de relación continuamente variable 11 tiene sus cuatro embragues electromagnéticamente accionables 526, 527, 528 y

529 activados o puestos en acción por parejas, para poner el mecanismo de engranaje epicicloidal 13 en una u otra de sus dos configuraciones, como antes se ha dicho. Los solenoides so de las válvulas 610 y 611 destinadas a poner en acción los embragues 526 y 527 se excitan por medio de la señal de control Gm1 que les llega a cada uno por medio de los amplificadores respectivos 46 y 47; y los solenoides so de las válvulas 612 y 613 destinadas a poner en acción los embragues 528 y 529 se excitan por medio de la señal de control Gm2, aplicada a los mismos por medio de los respectivos amplificadores 48 y 49.

La señal de control Fc para conectar o aplicar el embrague 7 de volante se aplica a través de un amplificador 50, para excitar el solenoide so de la válvula 615. Las señales de control Ec1 y Ec2 para el embrague 3 de motor se aplican a través de los amplificadores respectivos 51 y 52, para excitar los solenoides so de las válvulas 620 y 619.

20 Pasando ahora a describir el funcionamiento detallado del circuito de control 26, como se ha dicho más arriba, hay tres modos diferentes de funcionamiento de la disposición de propulsión, a saber: el modo de "sólo motor", el modo de "sólo volante" y el modo de "volante más motor". Por conveniencia, en lo que sigue, estos modos se denominarán respectivamente modo B, modo F y modo F+E. Las

condiciones que definen cuándo ha de hacerse un cambio de modo (por ejemplo, E+F → F) son distintas para los diversos programas de control. Cada punto de cambio de modo está a una velocidad particular de "objetivo", o límite activo, del volante de inercia, velocidad que se hace depender del programa de control seleccionado, en relación con las diferentes estrategias de control a realizar por el circuito de control para los diversos programas de control. Cada punto de cambio de modo se hace depender también de la potencia (positiva o negativa) demandada por el conductor, según lo determinado por la activación del pedal de acelerador y del pedal de freno del vehículo, de manera que será menos arbitraria por el hecho de que al conductor se le dará la posibilidad de ejercer algún control directo de ello, a medida que modifica su demanda de energía. Cada punto de cambio de modo se hace depender además de la velocidad del vehículo, de manera que al decaer la velocidad del vehículo es posible tener una menor velocidad de motor, que es lo que parece más natural. Asimismo, podría usarse durante más tiempo una cantidad dada de energía almacenada en el volante de inercia.

El sistema de control ha sido dotado de histéresis inherente, para tener la seguridad de que un cambio de modo no pueda ir inmediatamente seguido de un cambio en sentido inverso.

En cada programa de control han de especificarse las decisiones del circuito de control en cada uno de los modos, aun cuando un modo pueda no surgir normalmente dentro de ese programa. Ello es así porque el conductor puede haber cambiado a dicho programa aun reinando ese modo.

Los diferentes programas de control que pueden seleccionarse son, como antes se ha dicho, el programa normal (N), en el que el motor se está usando a una potencia bastante alta, o no se está usando en modo alguno (al "relenti" o parado); el programa de potencia (P), en el cual el motor se está usando la mayor parte del tiempo, y el volante de inercia se mantiene lo más próximo posible a una velocidad máxima prefijada; un programa de potencia extra o adicional (EP), que se asemeja al programa de potencia, pero en el cual el volante de inercia se lleva en todo momento muy cerca de su velocidad máxima; y un programa de poca carga (LL), en el cual no se usa el volante, una vez gastada toda la energía de reserva que contuviese.

Ahora bien, antes de considerar con detalle la estrategia global de control que se apoya en los diferentes programas de control, se hará referencia primero al organigrama de la fig. 7, que ilustra sólo las estrategias fundamentales suficientes para una realización sencilla

7
lla del presente invento cuando un vehículo está en movimiento.

5 En el esquema u organigrama de la fig. 7, los diversos recuadros indicativos de la lógica tienen la significación que en ellos figura. La salida de "1" de cada recuadro de lógica da a entender una respuesta afirmativa ("SI"), y la salida de "0" de cada recuadro de lógica significa una respuesta negativa ("NO"). La estrategia de control subyacente ilustrada en el organigrama es la de
10 usar el motor en una región próxima a la de su mínimo consumo específico de combustible en el modo de F+E y, cuando el volante ha llegado a cargarse, cambiar al modo F, repitiéndose el ciclo cuando el volante de inercia se descarga. Ahora bien, hay que tener en cuenta varias condiciones calificativas, y la necesidad de todas estas condiciones y de las decisiones que surjan de ellas se comprende del mejor modo suponiendo que la disposición se
15 halla inicialmente en el modo F, según lo indicado por el recuadro 701.

20 La condición (1), de W_f menor que W_{f1} ($W_f < W_{f1}$), representada en el recuadro lógico 702, determina si la velocidad W_f del volante ha alcanzado o no su valor W_{f1} de baja velocidad, valor para el cual se considera el volante como descargado. Como el motor se usa entonces para
25 acelerar el volante desde su valor de baja velocidad a su

valor W_{fh} de alta velocidad, para el cual se considera como cargado, el valor de W_{fl} se elige de modo que corresponda a una velocidad de motor inferior a la que da el mínimo de consumo específico de combustible. Ahora bien, para altas velocidades en carretera, el limitado intervalo de variación de velocidades proporcionado por el mecanismo de relación continuamente variable puede llegar a requerir que el valor de W_{fl} se aumente. Si el recuadro lógico 702 da una salida de "1", se aplica o conecta el embrague de motor en el sentido de efectuar la transición $F \rightarrow F+E$, según lo indicado por el recuadro 703, de modo que la disposición queda entonces en el modo de $F+E$. Si del recuadro lógico 702 se obtiene una salida de "0", se mantiene el modo de F , sujeto a la condición (2).

La condición (2) ($W_f > W_{fm}$), indicada en el recuadro lógico 704, determina si W_f es o no mayor que la velocidad máxima nominal W_{fm} del volante. Esta condición representa una prueba de seguridad, para impedir que el volante de inercia adquiriera una velocidad excesiva durante un prolongado frenado regenerativo, en largos descensos. Si el recuadro lógico 704 da una salida de "1", el embrague de motor se aplica o conecta en el sentido de efectuar la transición $F \rightarrow F+E$, de manera que se usa el frenado con el motor para decelerar el vehículo y el volante de inercia. Si el recuadro lógico 704 da una salida de "0", se

mantiene el modo de F.

Si la condición (1) o la (2) ha dado origen a una transición o un cambio al modo de F+E, según lo indicado por el recuadro 716, la condición (3) ($Wf > Wfm-300$), indicada en el recuadro lógico 705, determina si Wf sigue o no estando (todavía) próximo a Wfm. Si lo está el recuadro lógico 705 da una salida de "1" y se mantiene el modo de F+E. El término -300 de la condición (3) proporciona una histéresis conveniente para impedir una transición inmediata de retorno al modo de F, como la que se produciría si Wf se comparase sólo con Wfm en la condición (3). De producirse una salida de "0" del recuadro lógico 705, se comprueban o verifican las condiciones (4) y (5). La condición (4) ($Wf < Wf1$) indicada en el recuadro lógico 706 determina si el volante de inercia está descargado (salida de "1") o no lo está (salida de "0"), y la condición (5), de $Tc > (Wf/Wd)Teh$, indicada en el recuadro lógico 707, determina, con el volante descargado, si su velocidad seguiría decayendo (salida "1") o no (salida de "0"), de mantenerse el modo de F+E. Una salida de "0" de la condición (4) mantiene el modo de F+E, sujeto a la condición (6). La condición (5) se añade a la condición (4) para permitir que el modo de F+E se mantenga (salida de "0"), siempre y cuando el motor sea capaz de acelerar el volante de inercia, lo cual es necesario después de un cambio o

transición desde uno de los otros dos modos con el volante descargado, si es que se quiere o hace falta volver a cargar el volante. El término T_c de la condición (5) representa, expresada en par, la potencia que se está pidiendo a la disposición de propulsión para propulsar el vehículo. La manera de deducir este término T_c se describirá más adelante. El término T_{eh} de la condición (5) representa el par motor más alto que ha de ser proporcionado por el motor, estando el valor de T_{eh} muy próximo al del par máximo posible del motor. El producto de T_{eh} por W_f/W_d representa el par en el eje de accionamiento, que puede ser proporcionado por el motor a su valor de par elevado T_{eh} , para la velocidad reinante en el volante de inercia (y, por tanto, en el motor). Por lo tanto, si el recuadro lógico 707 da una salida de "1", el embrague de volante se desconecta con el fin de efectuar el cambio o transición $F+E \rightarrow E$ indicado por el recuadro 708, de manera que la disposición queda entonces en el modo de E según lo representado por el recuadro 709. Sin esta transición, la velocidad del volante (y del motor) tendería a seguir cayendo, y en una pendiente ascendente el motor llegaría eventualmente a "calarse" o pararse. Esta transición, pues, permite acelerar el motor para que entregue más potencia. La condición (5) puede venir representada, como alternativa, en función de la aceleración del volante

(esto es, en la forma $\Delta Wf/\Delta t < 0$), para dar directamente la información requerida.

La condición (6) ($Wf < Wfh$) indicada en el recuadro lógico 710 determina si el volante ha llegado o no a su velocidad alta Wfh . Esta condición realiza la estrategia de control subyacente, por el hecho de que la salida de "1" que viene del recuadro lógico 710 mantiene el modo de F+E hasta que el volante está cargado. Si el volante está cargado, de manera que el recuadro lógico 710 da una salida de "0", el embrague de motor se desconecta, efectuándose la transición $F+E \rightarrow F$ representada por el recuadro 711. El valor de Wfh puede ser bastante mayor que el de la velocidad de motor que da un mínimo de consumo específico de combustible, siendo, por ejemplo, aproximadamente igual a $2.Wf1$, lo que permitiría usar el 75% de la energía del volante de inercia en el modo de F.

Suponiendo que se haya hecho la transición $F+E \rightarrow E$, de manera que la disposición esté en el modo de E, la condición (7) ($Wf < Wf1-400$) indicada en el recuadro lógico 712 determina si el volante de inercia podría o no reacoplarse o volverse a conectar (sincrónicamente) sin que la velocidad del motor tenga que ser demasiado baja para que haya una suavidad aceptable. La velocidad de limitación del motor se toma en, por ejemplo 1200 rpm. Si el recuadro lógico 712 da una salida de "1", se mantiene

el modo de E. Una salida de "0" procedente del recuadro lógico 712 daría por resultado la transición $E \rightarrow F+E$ representada por el recuadro 713, sujeta a las condiciones (8) y (9). La condición (8) ($Wf < Wd/1,5$) indicada en el recuadro lógico 714 determina si el volante, a su velocidad subsistente, podría o no volverse a conectar (sincrónicamente) teniendo en consideración la velocidad Wd reinante en el árbol de transmisión o accionamiento del vehículo y la relación de velocidades más alta disponible (1,5) de la caja de cambio de relación continuamente variable. Una salida de "1" del recuadro lógico 714 mantiene el modo de E, en tanto que una salida de "0" dará lugar a la transición $E \rightarrow F+E$, sujeta a la condición (9). La condición (9), de la forma $Tc < K(Wf/Wd)Teh$, indicada en el recuadro lógico 715, es la inversa o contraria de la condición (5) señalada en el recuadro lógico 707. Mediante la elección de un valor de K menor que la unidad (por ejemplo, de 0,8), esta condición (9) verifica que el volante se aceleraría en el modo de $F+E$, de manera que, de haber una salida "1" del recuadro lógico 715, el embrague de volante se aplica o conecta, efectuándose la transición $E \rightarrow F+E$. Una salida de "0" del recuadro lógico 715 mantiene el modo de E.

La sencilla estrategia de control representada por el organigrama o diagrama de circulación de la fig. 7 puede realizarse físicamente por medio de los circuitos

lógicos de la fig. 9. Estos circuitos lógicos se dividen
en tres partes o secciones destinadas a realizar las tran-
siciones $F \rightarrow F+E$, $F+E \rightarrow E$ o F , y $E \rightarrow F+E$, respectivamente.
La primera sección comprende dos comparadores 901 y 902
y una puerta disyuntiva 916. El comparador 901 determina
la condición (1) ($Wf < Wf1$) y el comparador 902 determina
la condición (2) ($Wf > Wfm$). Una salida de "1" de uno u
otro comparador, caso de satisfacerse la condición respec-
tiva, se lleva por medio de la puerta disyuntiva 916 como
señal habilitadora CEC de "conectar embregue de motor".
La segunda sección comprende cuatro comparadores 903 a
906, un multiplicador 907 y tres puertas de coincidencia
908, 909 y 910. El comparador 903 determina la condición
(3) ($Wf > Wfm-300$), dando una salida de "1" invertida si
no se satisface la condición. El comparador 904 determina
la condición (4) ($Wf < Wf1$), dando una salida de "1" si
la condición se satisface. La salida del comparador 904
se deja pasar por la puerta de coincidencia (puerta Y)
908 con la salida que viene del comparador 905, el cual
determina la condición (5), esto es, la de $Tc > (Wf/Wd)Teh$.

El término $(Wf/Wd)Teh$ se obtiene aplicando una
señal representativa de Wf/Wd al multiplicador 907, el
cual tiene un factor de multiplicación igual a Teh . El
comparador 906 determina la condición (6) ($Wf < Wfh$). La
puerta de coincidencia 909 produce una señal habilitadora

OEC de "abrir o desconectar embrague de motor" en respuesta a la salida de "1" invertida que viene del comparador 903 y a una salida de "1" invertida que viene del comparador 906, cuando dejan de satisfacerse ambas condiciones 3 y 5 6. La puerta de coincidencia 910 da una señal habilitadora OFC de "abrir o desconectar embrague de volante" en respuesta a la salida de "1" invertida que viene del comparador 903 y a una salida procedente de la puerta de coincidencia 908, que se abre en respuesta a las salidas 10 de "1" procedentes de los comparadores 904 y 905 cuando se satisfacen las condiciones (4) y (5). La tercera sección comprende tres comparadores 911, 912 y 913, un multiplicador 914 y una puerta de coincidencia 915. El comparador 911 determina la condición (7) ($Wf < Wf_1 - 400$), el 15 comparador 912 determina la condición (8) ($Wf < Wd/1,5$) y el comparador 913 determina la condición (9), esto es, la de $Tc < K(Wf/Wd)Teh$. El término $K(Wf/Wd)Teh$ se obtiene aplicando una señal representativa de Wf/Wd al multiplicador 914, que tiene un factor de amplificación igual a $K.Teh$. 20 La puerta de coincidencia 915 da una señal habilitadora OFC de "conectar embrague de volante" en respuesta a una salida de "1" invertida procedente de cada uno de los comparadores 911 y 912 y una salida de "1" procedente del comparador 913.

25 La estrategia de control puede mejorarse gran-

demente mediante la adición de otras condiciones que gobiernen los cambios de modo, como se ilustra en el organigrama de la fig. 8. Es posible obtener mejoras o perfeccionamientos adicionales usando para ello los diferentes programas de control, en los cuales se imponen ciertas condiciones diferentes, para proporcionar una estrategia de control global, ilustrándose esto también en la fig. 8. Todas las condiciones indicadas en la figura se refieren al programa normal (N). Las condiciones que no se usan en ciertos programas vienen indicadas por rutas inhabilitadas X y por el símbolo del programa correspondiente: P, EP o LL.

Considerando primero el programa normal (N), se usan todas las condiciones precedentes (1) a (9) de la fig. 7, si bien algunas están modificadas, y se imponen las condiciones adicionales (10) a (17) inclusive. Suponiendo que se tiene inicialmente el modo de P, las condiciones (1) y (2) no varían, excepto en que el término Wf_1 de la condición (1) pasa a ser Wf_1-100 por la razón que se indicará ahora. La condición (10), de la forma $Tc > 2(Wf/Wd)Teh$ indicada en el recuadro lógico 801, se agrega para limitar el par que el volante tiene que suministrar, con el fin de evitar el uso de componentes robustos y pesados para el embregue de volante. Si se

sobrepasa este par, una salida de "1" procedente del recuadro lógico 801 produce la transición $F \rightarrow F+E$. Una salida de "0" mantiene el modo de F.

5 En el modo de F+E, el par motor máximo puede ser entonces de $3 \cdot T_{eh}$. El factor 3 permite obtener la plena potencia (producto de la velocidad por T_{eh}) a sólo un tercio de la velocidad máxima del motor (W_{em}). Así, puede usarse el valor $W_{em}/3$, que es entonces también la velocidad del volante en el modo de F+E, como valor límite inferior de "objetivo" para W_{fl} , de manera que la condición

10 (4) puede servir también para evitar que se sobrepase el par de volante permitido en el modo de F+E. Como más adelante se describirá, es asimismo conveniente limitar el par máximo de entrada aplicado a los medios de convertidor de par (para poder limitar su tamaño), y esto puede

15 lograrse haciendo W_{fl} función creciente de la potencia demandada, de manera que, por ejemplo, al decaer la demanda de potencia sea $W_{fl} \geq W_{em}/2,5$. Las condiciones (3), (4), (5) y (6) no varían. La condición (11), de $R_a \leq 0$,

20 indicada en el recuadro de lógica 802, se tiene en cuenta cuando W_f es superior a W_{fl} (salida de "0" lógico del recuadro 706), de modo que pueda producirse un frenado regenerativo inmediatamente de soltarse o levantarse el pedal del acelerador (27, fig. 1), sin esperar a que el

25 volante se cargue a la velocidad W_{fh} (condición (6)).

7
Como se describiré más adelante, es conveniente que T_c tenga un pequeño valor negativo cuando no esté activado el pedal del acelerador. Así, una salida de "1" del recuadro lógico 802 produce la transición $F+E \rightarrow F$. No sólo es esto más ergonómico (da al vehículo un control más natural y menos fatigoso), sino también acrecienta el margen de velocidad de volante ($W_{fm} - W_f$) que, de lo contrario, podría ser insuficiente, al llegar W_f a W_{fh} , para almacenar la energía disponible u obtenible del vehículo, particularmente en un largo descenso. El uso de la condición (11) conduce a la modificación de la condición (1) anteriormente citada. En la condición (1), el término W_{f1} se cambia a $W_{f1}-100$ con el fin de obtener una histéresis entre las condiciones (1) y (4). Sin este cambio, podría producirse una inestabilidad entre las condiciones (1) y (4). La condición (12), de la forma $T_c > 0,6(W_f/W_d)T_{eh}$ representada en el recuadro lógico 803, se agrega con el fin de retener el modo de $F+E$ cuando el par que se esté demandando sea bastante alto. El motor está funcionando con toda eficacia, con este valor bastante alto de par ($0,6.T_{eh}$) y, además, si se usara el modo de F , el volante se llegaría a descargar rápidamente. La condición (13) ($V_d > 45$) indicada en el recuadro lógico 804 evita el empleo del modo de F con altas velocidades de vehículo. El término V_d representa la velocidad del vehículo en millas

5
10
15
20
25

por hora (1mph \approx 1,6 km/h aprox.), y puede deducirse fácilmente del término $Wd.\beta$, siendo β un factor que tiene en cuenta la relación total de velocidad entre el árbol de transmisión 14 del vehículo y las ruedas de carretera 16 y 17, determinada por el mecanismo de diferencial 15 y el diámetro de las ruedas de carretera. En esta forma de realización, β se supone de un valor de 20 mph (32 km/h) por 1000 rpm, o sea de 1/50. A grandes velocidades de vehículo, el motor puede usarse eficazmente en el modo de E, debido a la elevada relación multiplicadora, de 1:1,5, que puede venir proporcionada por el mecanismo 11 de relación continuamente variable (que da 30 mph (48 km/h) por 1000 rpm). Si se emplease el modo de F, la transición resultaría indeseablemente frecuente.

En el modo de E, las condiciones (7), (8) y (9) no varían, excepto en que, en la condición (7), el término Wf_1-400 se cambia a 1200 con el fin de tener dar una velocidad fija, con la cual se pueda comparar la velocidad Wf del volante; y a la constante K de la condición (9) se le ha dado el valor de 0,8 mencionado anteriormente. Las condiciones adicionales (14) ($Wf < Wf_1$), (15) ($Ra = 0$), (16) ($Vd < 40$) y (17) ($Wf > Wf_1 + 600$), respectivamente representadas en los recuadros de lógica 805 a 808 inclusive, provienen de la condición (13) que produce la transición $F+E \rightarrow E$, aun cuando sea $Wf > Wf_1$.

La condición (14) verifica si es cierto que $Wf > Wf1$, y en ese caso se efectúa la transición $E \rightarrow F+E$. La condición (15) se añade para permitir el frenado regenerativo para todas las velocidades de vehículo. Si es $Ra = 0$, esta condición produce la transición $E \rightarrow F+E$, y la condición (11) correspondiente produce la transición $F+E \rightarrow F$, permitiendo el frenado regenerativo. La condición (16) es la directamente contraria de la condición (13), y la diferencia de valores de velocidad en estas dos condiciones es la que proporciona la histéresis. La condición (17) determina si el volante de inercia está o no suficientemente bien cargado como para dar la elevada potencia implicada por la salida de "0" procedente del recuadro lógico 715. Una salida de "1" del recuadro lógico 808 produce la transición $E \rightarrow F+E$, mantenida luego por la condición (12) (o por la condición (6)).

En la estrategia de control para el programa de potencia (P) se añade, en el modo de F, una condición adicional (18), de $Ra > 0$, indicada en el recuadro lógico 809, estando esta condición (18) considerada por la salida de "1" que viene de la condición (19) de "programa de potencia seleccionado" (P.P.S.) indicada en el recuadro lógico 810. La condición (18) produce lo contrario de la condición (11) ($Ra < 0$), que en el programa de potencia es la única situación en la que se usa el modo de F, por-

que la salida de "0" que viene del recuadro lógico 804 es una ruta no permitida, X-P. Así, el modo de E se usa siempre, una vez cargado el volante de inercia y si Tc tiene un valor reducido, dando una salida de "0" del recuadro lógico 803. También en el programa de potencia (P), la salida de "1" procedente del recuadro lógico 807 (condición 16) es una ruta no permitida X-P. Esto se sigue de la primera ruta no permitida X-P que viene del recuadro lógico 804.

10 En la estrategia de control para el programa de potencia extra (EP), se agrega en el modo de F una condición adicional (20), de "programa de potencia extra seleccionado" (E.P.P.S.), indicada en el recuadro lógico 811. Una salida de "1" procedente de este recuadro lógico 811 produce la transición $F \rightarrow F+E$. Esto da la seguridad de un cambio inmediato desde el modo de F, si se elige el programa de potencia extra mientras se tiene el modo de F. El modo de F no se usa en el programa de potencia extra, ni siquiera para el frenado regenerativo. Así, 15 pues, la salida de "1" del recuadro lógico 802 es una ruta no permitida X-EP. La salida de "0" del recuadro lógico 710 es asimismo una ruta no permitida X-EP, de manera que el modo de F+E se mantiene aun cuando el volante de inercia esté cargado. La Wfh de la condición (6) 20 es igual a la Wfm del programa de potencia extra. Este 25

valor de Wfh no afecta a la condición (6), porque la salida de "0" de su recuadro lógico 710 es una ruta no permitida X-EP de todos modos, pero Wfh-Wfm sí que tiene importancia para el ajuste de la válvula de mariposa en el programa de potencia extra, como se describirá más adelante. Otra ruta no permitida X-EP es la de la salida de "0" del recuadro lógico 805. Esto da la seguridad de que se usa el modo de F+E siempre que es posible para acelerar el volante, tal como viene indicado por la condición (9).

En la estrategia de control para el programa de poca carga (LL), la condición (17) se cambia a $(Wf > Wf1+200)$ con el fin de permitir el uso de la energía del volante aunque Wf esté muy próxima a Wf1. Esto sigue la filosofía de este programa, al permitir que se gaste toda la energía de reserva almacenada en el volante y luego seguir en el modo de E. Las rutas no permitidas (X-LL) en este programa son: la salida de "1" del recuadro lógico 715, para asegurar que se aplica siempre la condición (17) modificada; la salida de "0" del recuadro lógico 707, para tener la seguridad de que se usa siempre el modo de E cuando $Wf < Wf1$, es decir, cuando se aplica la condición (4); la salida de "1" del recuadro lógico 710, de manera que el modo de F+E no se usa para recargar el volante de inercia; y la salida de "1" del recuadro

lógico 804, porque nunca hay una transición al modo de E a menos que se satisfaga $Wf < Wf_1$, esto es, la condición (4). Aun cuando se deja ahora que la condición (6) mantenga el modo de F+E, la salida de "1" del recuadro lógico 803 (condición (12)) no se convierte en ruta no permitida para el programa (LL), con el fin de obtener un efecto de histéresis para la condición (10) que puede haber producido una transición $F \rightarrow F+E$.

Las estrategias de control representadas por el organigrama de la fig. 8 pueden realizarse físicamente mediante los circuitos lógicos de las figs. 10a a 10c inclusive. El circuito lógico de la fig. 10a es para realizar la transición $F \rightarrow F+E$. Un comparador 1001 determina la condición (1), esto es, $Wf < Wf_1 - 100$. El término $Wf_1 - 100$ viene proporcionado por un sumador 1002 en respuesta a dos señales correspondientes, respectivamente, a Wf_1 y a -100 , que aparecen en sus dos entradas. Una salida de "1" del comparador 1001 producirá la señal habilitadora de "conectar embrague de motor" (CEC), que sale de una puerta disyuntiva (puerta O) 1003. Un comparador 1004 determina la condición (2), o sea $Wf > Wf_m$, y una salida de "1" de este comparador producirá también la señal habilitadora CEC que sale de la puerta disyuntiva 1003. Otro comparador (1005) determina la condición (18), de $R_a > 0$. La señal de "1" de salida de este comparador recibe paso en una puerta

7 de coincidencia 1006 con la señal de selección del programa de potencia P que es efectivamente la condición (19). Una salida de la puerta de coincidencia 1006 producirá la señal habilitadora CEC que sale de la puerta disyuntiva 1003. La condición (10), esto es, $T_c 2(Wf/Wd).Teh$, viene determinada por un comparador 1007, cuya salida de "1" producirá también la señal habilitadora CEC que sale de la puerta disyuntiva 1003. El término $2(Wf/Wd).Teh$ viene proporcionado por un divisor 1008 y un multiplicador 1009. El divisor 1008 da una señal representativa del cociente Wf/Wd (que se usa también en los demás circuitos lógicos en que se necesite) y el multiplicador 1009, al cual se aplica esta señal, tiene un factor de amplificación de 2.Teh. La señal habilitadora CEC será producida también por la puerta disyuntiva 1003 en respuesta a la señal de selección del programa de potencia extra (EP) que es efectivamente la condición (20).

El circuito lógico de la fig. 10b es para realizar la transición $F+E \rightarrow E$ o F. Un comparador 1010 determina la condición (3), esto es, $Wf > Wfm - 300$, y la salida de "1" invertida de este comparador sirve como una de las entradas de dos circuitos o puertas de coincidencia 1011 y 1012 que, al abrirse dan la señal habilitadora OEC y OFC, respectivamente. Un comparador 1013 determina la condición (4), esto es, $Wf < Wf1$, y la salida de "1" de

este comparador sirve como una de las entradas de una
puerta de coincidencia 1014. La salida de "0" del com-
parador 1013 se invierte en una puerta de coincidencia
1015, sirviendo como una de las entradas a ésta. Un com-
5 parador 1016 determina la condición (5), o sea la de
 $Tc > (Wf/Wd)Teh$, aplicándose la señal Wf/Wd a un multipli-
cador 1017, que tiene un factor de amplificación Teh , para
producir una señal representativa del término $(Wf/Wd)Teh$.
La salida de "1" del comparador 1016 se aplica, por medio
10 de una puerta disyuntiva 1018, como segunda entrada a la
puerta de coincidencia 1014. Al abrirse la puerta de coin-
cidencia 1014, su salida se aplica por medio de una puer-
ta disyuntiva 1019, como segunda entrada, a la puerta de
coincidencia 1012. Así, una salida de "1" invertida pro-
cedente del comparador 1010, en unión de unas salidas de
15 "1" procedentes de los comparadores 1013 y 1016, dan la
señal habilitadora OFC. Como la salida de "0" del recua-
dro lógico 707 (fig. 8) es una ruta no permitida cuando
se elige el programa de poca carga, la señal de selección
de LL se aplica como segunda entrada a la puerta disyuntiva
20 1018, de manera que la salida de "1" o "0" del comparador
1020 determina la condición (11) ($Ra \leq 0$). Una salida de "1"
de este comparador sirve de segunda entrada a la puerta
de coincidencia 1015, en tanto que una salida de "0" se
25 invierte en una puerta Y o de coincidencia 1021, sirviendo

7
como entrada a la misma. Como tercera entrada para la
puerta de coincidencia 1015 se aplica la señal inversa
o de ausencia de selección \overline{EP} , de modo que, de no elegirse
5 el programa de potencia extra, la puerta de coincidencia 1015 se abre en respuesta a una salida de "0" del comparador 1013 y a una salida de "1" del comparador 1020, y su salida se aplica por medio de la puerta 0 o disyuntiva 1022 para servir como una de las entradas a la puerta de coincidencia 1011. Un comparador 1023 determina la
10 condición (6) ($Wf < Wfh$). Si se ha elegido el programa de potencia extra (EP) se pone en acción un contacto de conmutación EP/S, para sustituir Wfh por Wfm. Este contacto EP/S de conmutación puede ser, por ejemplo un contacto de relé activado por la señal de selección EP. Una salida
15 de "1" invertida procedente del comparador 1023 sirve como una de las entradas a una puerta disyuntiva 1024, cuya salida sirve a su vez como una de las entradas a una puerta de coincidencia 1025. A la puerta de coincidencia 1025 se aplica también, por medio de la puerta disyuntiva
20 1024, la señal de selección LL, de manera que si se elige el programa de poca carga (LL), se hace caso omiso de la salida de "1" o "0" procedente del comparador 1023. Un comparador 1026 determina la condición (12), esto es, la
25 de $Tc > 0,6(Wf/Wd)Teh$. Un multiplicador 1027, que tiene un factor de amplificación igual a $0,6.Teh$, produce una

señal representativa del término $0,6(Wf/Wd)Teh$, en respuesta a la señal Wf/Wd . A la puerta de coincidencia 1025 se aplica como segunda entrada una salida de "1" invertida procedente del comparador 1026, y como tercera entrada a aquella misma puerta se aplica la señal de ausencia de selección \overline{EP} . Así, pues, a menos de elegirse el programa de potencia extra (EP), la puerta de coincidencia 1025 está abierta cuando no se satisfacen las condiciones (6) y (12); o sólo si no se satisface la condición (12) de las dos últimas citadas, cuando se elija el programa de poca carga (LL); y su salida sirve de primera entrada a otras dos puertas de coincidencia 1028 y 1029. Un comparador 1030 determina la condición (13), o sea la de $Vd > 45$. El término Vd está representado por una señal $45/\beta$, como término de comparación con la señal Wd . Una salida de "1" del comparador 1030 sirve de segunda entrada a la puerta de coincidencia 1028, en tanto que la salida de "0" se invierte en la puerta de coincidencia 1029 para servirle de segunda entrada. Las salidas de las puertas de coincidencia 1028 y 1029 se aplican respectivamente, como entrada correspondiente, a dos puertas de coincidencia finales 1031 y 1032. Una segunda entrada a la puerta de coincidencia 1031 es la señal de ausencia de selección \overline{LL} . De igual modo, la puerta de coincidencia 1032 tiene como segunda entrada la señal inversa o de ausencia de

7
selección \bar{P} . Así, al no satisfacerse la condición (3),
de modo que una salida de "1" invertida procedente del
comparador 1010 proporcione una de las entradas a las
puertas de coincidencia 1011 y 1012, la puerta de coinci-
5 dencia 1031 o la puerta de coincidencia 1032 dará, respec-
tivamente, sea la señal habilitadora OFC, sea la señal
habilitadora OEC, aplicadas respectivamente por la puer-
ta disyuntiva 1019 o por la puerta disyuntiva 1022, como
segunda entrada a la puerta de coincidencia 1012 o a la
10 1011, según el caso. La puerta de coincidencia 1031 se
inhibe al elegirse el programa de poca carga (LL), y la
puerta 1032 se inhibe cuando se elige el programa de po-
tencia. (P). Otras dos puertas de coincidencia, 1051 y
15 1052, reciben cada una de ellas una entrada procedente de
la puerta de coincidencia 1025 y dan unas terceras entra-
das a las puertas disyuntivas 1022 y 1019, respectivamen-
te. La puerta de coincidencia 1051 tiene como segunda en-
trada la señal de selección LL y la puerta de coinciden-
cia 1052 tiene como segunda entrada la señal de elección.
20 P. La señal habilitadora OEC se produce, pues, cuando
hay presente una salida de "1" de la puerta de coinciden-
cia 1025 y se elige o selecciona el programa de poca car-
ga (LL), mientras no se satisfaga la condición (3). De
igual modo la señal habilitadora OFC se produce cuando
25 hay presente una salida de "1" de la puerta de coincidencia

1025 y se elige el programa de potencia (P), también mientras no se satisfaga la condición (3).

El circuito lógico de la fig. 10c es para realizar la transición $E \rightarrow F+E$. Un comparador 1033 determina la condición (7) ($Wf < 1200$), y da una salida de "1" invertida cuando no se satisface esta condición. Esta salida de "1" sirve de primera entrada a una puerta de coincidencia 1034, la cual produce la señal habilitadora CFC al abrirse. Cuando no se satisface la condición (7), la salida de "0" invertida procedente del comparador 1033 se aplica a una entrada inversora de una puerta de coincidencia 1035, a la cual se aplica también, como segunda entrada, la señal inversa o de ausencia de selección \overline{LL} . Así, a menos que se elija el programa de poca carga (LL), la puerta de coincidencia 1035 se abre al descargarse el volante. La salida de la puerta de coincidencia 1035 se aplica como primera entrada a otra puerta de coincidencia 1036, a la cual se aplica también, como segunda entrada, una señal habilitadora de "cargar volante", FCH. Al abrirse, la puerta de coincidencia 1036 de la señal de instrucción $FCH^{\#}$, de "cargar volante". Más adelante se describirá la derivación de la señal habilitadora FCG, y la manera de usar la señal de instrucción $FCG^{\#}$ para controlar la recarga del volante. Un comparador 1037 determina la condición (8), esto es, $Wf < Wd/1,5$, y produce una salida de "1"

invertida cuando esta condición no se satisface. Esta salida de "1" sirve de segunda entrada a la puerta de coincidencia 1034. Un comparador 1038 determina la condición (9), o sea la de $T_c < 0,8(W_f/W_d)T_{eh}$. El término $0,8(W_f/W_d)T_{eh}$ se produce por medio de un multiplicador 1039, que tiene un factor de amplificación de $0,8.T_{eh}$, en respuesta a la señal representativa de W_f/W_d . La salida de "1" procedente del comparador 1038 sirve de primera entrada a una puerta de coincidencia 1040, y de primera entrada a una puerta de coincidencia 1041. La salida de "0" se aplica a una entrada inversora de otra puerta de coincidencia, 1042. Un comparador 1043 determina la condición (15), de $R_a < 0$, y al satisfacerse esta condición produce una salida de "1" que sirve de primera entrada a una puerta de coincidencia 1044. La salida de cada una de las puertas de coincidencia 1040, 1041, 1042 y 1044 se aplica, por medio de una puerta disyuntiva 1045, como tercera entrada, a la puerta de coincidencia 1034 que, por lo tanto, se abrirá produciendo la señal habilitadora CFC en respuesta a una cualquiera de estas salidas, siempre que no se satisfaga ninguna de las condiciones (7) y (8), representadas por los comparadores 1033 y 1037. Para que se abra la puerta de coincidencia 1040 ha de satisfacerse la condición (9) (comparador 1038), debe estar presente la señal de ausencia de selección \overline{LL} , y o bien debe satisfa-

cerse la condición (14) ($Wf < Wf\underline{1}$), o bien debe estar presente la señal de selección EP. Un comparador 1046 determina la condición (14), aplicándose la salida de "1" de este comparador, por medio de una puerta disyuntiva 1047, de modo que sirva como segunda entrada a la puerta de coincidencia 1040. Si está presente la señal de selección EP, ésta se aplica por medio de la puerta disyuntiva 1047 como segunda entrada a la puerta de coincidencia 1040, haciéndose entonces caso omiso de la condición (14). La señal de ausencia de selección \overline{LL} se aplica como tercera entrada a la puerta de coincidencia 1040 que, por lo tanto, no se abrirá cuando se elija el programa de poca carga (LL). Para que se abra la puerta de coincidencia 1042, no debe satisfacerse la condición (9) representada por el comparador 1038, y ha de satisfacerse la condición (17), es decir, $Wf > Wf\underline{1} + 600$ (o $+200$). La condición (17) viene determinada por un comparador 1048. Un sumador 1049 añade a la señal $Wf\underline{1}$ una componente representativa de 200 ó 600, según un contacto de conmutador LL/S esté activado o no. Este contacto de conmutador LL/S puede ser, por ejemplo, un contacto de relé cuyo relé esté activado por la señal de elección LL. Para que se abra la puerta de coincidencia 1044, ha de satisfacerse la condición (15) representada por el comparador 1043, y debe estar presente la señal de ausencia de selección \overline{LL} . Para que se abra la puerta

de coincidencia 1041 han de satisfacerse la condición (9), representada por el comparador 1038, y la condición (16), esto es, la de $V_d < 40$, y deben estar presentes ambas señales de ausencia de selección \overline{L} y \overline{F} . Un comparador 1050 determina la condición (16), en respuesta a la señal W_d y a una señal representativa de $40/\beta$.

En la fig. 11 se representa un circuito lógico para controlar la excitación de las válvulas de solenoide que sirven para hacer funcionar los embragues de motor y de volante de inercia. En este circuito se utilizan las cuatro señales habilitadoras CEC (de conectar embragues de motor), OEC (de abrir o desconectar embrague de motor), CFC (de conectar embrague de volante) y OFC (de desconectar embrague de volante), en unión de la señal de instrucción FCH, de cargar el volante. La señal habilitadora FCH de "cargar volante" se utiliza en este circuito lógico. La señal habilitadora CEC se aplica a un elemento monoestable 1101 cuya salida activa a un elemento biestable 1102. Así activado, el elemento biestable 1102 produce la señal de control Ec1 para efectuar la excitación o activación de la válvula de solenoide 620 (fig. 6). De igual modo, la señal habilitadora OEC se aplica a un monoestable 1103 cuya salida activa a un elemento biestable 1104. Así activado, el elemento biestable 1104 produce la señal de control Ec2, para efectuar la excitación de la válvula de

solenoides 619 (fig. 6). Un comparador 1105 compara la velocidad W_e presente (en un momento dado) del motor con un valor de 1000 (rpm) seleccionado como velocidad mínima del motor para la cual tiene efecto la acción centrífuga del embrague de motor. Cuando W_e es mayor de 1000, una salida de "1" del comparador 1105 repone al elemento biestable 1102, dando fin a la señal de control Ec1. Cuando W_e es menor que 1000, una salida de "0" del comparador 1105 se invierte para reponer al elemento biestable 1104, dando fin a la señal de control Ec2. Como el embrague de motor se mantiene centrífugamente conectado o cerrado una vez que se tiene $W_e > 1000$, sólo puede abrirse a continuación mediante la activación del elemento biestable 1104, dando así la señal de control Ec2. Por el contrario, cuando sea $W_e < 1000$, el embrague de motor puede cerrarse o conectarse mediante la activación del elemento biestable 1102, dando así la señal de control Ec1. Las señales de habilitación CEC y OEC se usan también para controlar el arranque y la parada del motor cuando se está en el modo F, en lugar de simplemente dejar el motor marchando en vacío o al "ralentí". Este control del motor se consigue por medio de un elemento biestable adicional 1118, establecido por la salida procedente del elemento monoestable 1101 y repuesto por la salida que viene del elemento monoestable 1103. Una vez establecido o activado, la salida del elemento biesta-

7 ble 1118 excita, por medio de un amplificador separador o
de compensación 1122, un relé 1119 cuyo contacto 1120 conecta
la tensión de encendido (+12 V) del vehículo al circuito
de encendido (no representado) de este último, por medio
5 de un conductor 1121. Así, siempre que se produzca la se-
ñal habilitadora OEC, para desconectar o abrir el embrague
de motor, el elemento biestable 1118 se repone, interrumpi-
endo el circuito de encendido de tal modo que el motor
se para. Cuando se vaya a poner en marcha de nuevo el motor,
10 la señal habilitadora OEC (de conectar embrague de motor)
hace que el elemento biestable 1118 se active y el motor
se hace girar hasta arrancar, por la aplicación o conexión
del embrague de motor por efecto de la señal de control
Ecl, usando el volante de inercia.

15 El resto del circuito lógico de la fig. 11 se
usa para el control del embrague de volante. Dos compara-
dores 1106 y 1107 determinan, respectivamente, si es
 $Wf + 100 > We$ y si es $Wf - 100 < We$. Esto tiene por efecto com-
parar la velocidad de motor presente en un momento dado,
20 Wep , con un intervalo de sincronismo de ± 100 respecto a la
velocidad Wf del volante. Si se satisfacen ambas condicio-
nes, la salida lógica de "1" del comparador correspondien-
te hace funcionar un elemento monoestable 1108 o 1109, apli-
cándose las salidas de estos últimos, por medio de una
25 puerta disyuntiva 1110 a una puerta de coincidencia 1111.

Si esta puerta de coincidencia, en ese momento, está recibiendo la señal habilitadora CFC, dicha puerta produce una salida que se aplica, por medio de una puerta disyuntiva 1112, para activar un elemento biestable 1113 con el fin de producir la señal de control Fc para excitar las válvulas de solenoide 615 (fig. 6). La señal de control Fc se usa también para hacer funcionar un relé en un circuito lógico que controla la válvula de mariposa o mando de gases del motor, como más adelante se describirá. El elemento biestable 1113 puede también ser activado por la salida que, aplicada a través de la puerta disyuntiva 1112, viene de un elemento monoestable 1114 puesto en funcionamiento por el borde activo de ataque de la señal FCH⁺ de instrucción de "cargar volante". La señal habilitadora OFC se aplica por medio de una puerta disyuntiva 1115 para hacer funcionar un elemento monoestable 1116 cuya salida repone al elemento biestable 1113, dando fin a la señal de control Fc. La salida del elemento monoestable 1116 se usa también para reponer un elemento biestable 1117 activado por la señal habilitadora CFC. La salida ER se usa para hacer funcionar otro relé en el circuito lógico que controla la válvula de mariposa del motor.

El borde de cola de la señal habilitadora FCH de "cargar volante" se usa también para reponer el elemento biestable 1113, dando fin a la señal de control Fc. Esta

función de la señal habilitadora FCH viene representada por su aplicación a una entrada inversora de la puerta disyuntiva 1115. La relación existente entre las señales FCH y FCH* se estudia a continuación, al describir el circuito lógico de la fig. 12 que, por lo demás, se refiere principalmente a la activación o excitación selectiva de las válvulas de solenoide 610 a 613, 635 y 638 para el control del mecanismo de relación continuamente variable.

Considérese en primer lugar la parte del circuito lógico de la figura 12 que produce la señal habilitadora FCH de "cargar volante", parte que comprende dos comparadores 1201 y 1202, una puerta de coincidencia 1204, una puerta NI, o inhibidora múltiple (disyuntiva negativa) 1205 y un amplificador inversor 1207. El comparador 1201 determina si es $R_a \leq 0$, y da una salida de "1" cuando se satisface esta condición. El comparador 1202 determina si es $W_d < 3/\beta$ y da una salida de "1" cuando se satisface esta condición. En funcionamiento, al abrirse la puerta de coincidencia 1204, su salida de "1" se aplica a una entrada inversora de la puerta NI 1205, y la salida de "0" resultante de esta puerta NI produce una salida de "1" del amplificador inversor 1207, como señal habilitadora FCH. Esto produce la señal de instrucción FCH* (véase la fig. 10c) cuando va a tener lugar la carga inicial del volante, sirviendo el borde activo de ataque de la señal de instrucción

FCH^{3E} para producir la señal de control Fc, como se ha descrito anteriormente con referencia a la fig. 11. Esta carga inicial del volante se permite que ocurra cuando es $Wd < 3/4$ (esto es, para una velocidad de vehículo menor de 3 mph, o sea 4,8 km/h), según lo determinado por la salida de "1" del comparador 1202 y cuando el comparador 1201 determina que $Ra \leq 0$, o bien cuando la disposición está en punto muerto ($S=1$). Cuando la disposición no está en punto muerto, de modo que se tiene $S=0$, la salida de la puerta NI 1205 viene determinada tan sólo por la salida de la puerta de coincidencia 1204. Así, cuando el vehículo se va a poner en movimiento partiendo del reposo, según el significado de $Ra > 0$, la puerta de coincidencia 1204 se cierra, haciendo que la puerta NI 1205 dé una salida de "1" que ponga fin a la señal habilitadora FCH y, de ese modo, inhabilite o ponga término a la acción de cargar el volante. El borde de cola de la señal habilitadora FCH se usa para poner término a la señal de control Fc, con el fin de abrir o desconectar el embrague de volante como acaba de describirse con referencia a la fig. 11.

Un comparador 1203 determina la condición $Wp > 1000$ y da una salida de "1" al satisfacerse esta condición. Esta salida de "1" recibe paso por una puerta de coincidencia 1209 con la salida de "1" procedente de la puerta NI 1205, dando una salida que sirve de primera entrada a dos

puertas de coincidencia 1210 y 1211, desde las cuales se producen las señales de control Gm1 y Gm2, respectivamente. Esto permite poner en acción, según necesidades, los embragues epicycloidales del mecanismo de relación continuamente variable, una vez satisfecha la condición $Ra > 0$, o la $Wd > 3/\beta$, y la disposición deja de estar en punto muerto. Un comparador 1212 determina la condición $Wd/Wp > 0,33$, y da una salida de "1" cuando esta condición se satisface, haciendo que la puerta de coincidencia 1211 produzca la señal de control Gm2. Cuando esta condición no se satisface, la salida de "0" procedente del comparador 1212, aplicada a una entrada inversora de la puerta de coincidencia 1210, hace que esta puerta produzca la señal de control Gm1. La señal representativa del término Wd/Wp , producida por un divisor 1213 en respuesta a las señales Wd y Wp , representa la razón o relación de velocidades de entrada/salida a través del mecanismo de relación continuamente variable. Si $Wd/Wp > 0,33$, se hace efectivo entonces el funcionamiento en modo II del mecanismo epicycloidal. Si $Wd/Wp < 0,33$, pasa entonces a tener efecto el funcionamiento en el modo I del mecanismo epicycloidal. Como la reacción de par (Tra) en el conjunto de rodadura del mecanismo de relación continuamente variable está en sentido opuesto en los modos I y II (véase la fig. 5a), la reacción de par está relacionada de distinta manera con

el par motor del árbol de transmisión o accionamiento. Para esta distinta relación, hay un relé 1214 excitado por la salida de un amplificador separador o compensador 1215 cuando el comparador 1212 da una salida de "1". Un contacto 1208 aplica normalmente una señal para un término -1 (modo I) a una de las entradas de un sumador 1216, y cambia de posición sustituyendo este término -1 por un término +1 (modo II) al activarse el relé 1214.

La señal de salida Wd/Wp que viene del divisor 1213 se aplica a una segunda entrada del sumador 1216. Así, la salida procedente del sumador 1216 es $(Wd/Wp) + 1$ para el funcionamiento del mecanismo de relación continuamente variable en el modo II, $(Wd/Wp) - 1$ para el funcionamiento en el modo I. Esta salida se aplica a un multiplicador 1217. El multiplicador 1217 tiene como segunda entrada una señal de mando de par modificada Tc' producida por el circuito lógico de la fig. 14 (que más adelante se describirá) en respuesta a la señal de mando de par Tc . Si se elige una velocidad de marcha atrás, se pone en acción un contacto de conmutador R/S de modo que se aplica un valor negativo de Tc' al multiplicador 1217, por medio de un amplificador 1218 que tiene un factor de amplificación de (-1). El contacto de conmutador R/S puede ser, por ejemplo, un contacto de relé cuyo relé o bobina se active por medio de la señal de selección R. La se-

ñal de salida del multiplicador 1217 es una señal de control Tra' que constituye un valor calculado para la señal Tra de reacción de par. Esta señal de control Tra' se aplica, por medio de un contacto de relé 1219, a una de las entradas de un sumador 1220 y la señal real Tra se aplica por medio de un amplificador 1221, que tiene un factor de amplificación o multiplicador de (-1), a una segunda entrada del sumador 1220. El contacto de relé 1219 es accionado por un relé 1222, excitado a su vez por la salida de un amplificador compensador 1223. La salida de la puerta de coincidencia 1209 se aplica a la entrada del amplificador compensador 1223 de manera que el relé 1222 se excita, excepto cuando la disposición está en el punto neutro de marcha en vacío (ralenti). Por esta razón, el contacto de relé 1219 se representa en la posición de accionado o activado. En la posición de desactivado, del contacto de relé 1219, La señal de control Tra' es igual a cero en la correspondiente entrada al sumador 1220. La señal de control Tra' proveniente del multiplicador 1217 se aplica también a una de las entradas de un comparador 1224, a cuya otra entrada se aplica una señal cero. Este comparador 1224 da la señal de control Gm3 para excitar la válvula de cambio o conmutación 635 (fig. 6) cuando tiene que invertirse la reacción de par en el conjunto de rodadura. Esto ocurre cuando

do la señal de control Tra' es igual a cero o menor que cero (es decir, tiene un valor negativo), según lo determinado por el comparador 1224. La señal de salida del sumador 1220 es representativa de ΔTra se usa para excitar un amplificador compensador 1225 que produce la señal de control de activación proporcional $T'r$ para la válvula de solenoide 638 (fig. 6). Si la señal de control Tra' es negativa, la señal de salida ΔTra se hace negativa, aplicándola para ello a un amplificador 1226 que tenga un factor de amplificación de (-1). Esto se efectúa por medio de un contacto de relé 1227 de un relé 1228 que está accionado por la salida de un amplificador compensador 1229 en respuesta a la salida de "1" procedente del comparador 1224.

El circuito lógico para controlar la activación o el punto de ajuste de la válvula de mariposa 35 (fig.1) se representa en la fig. 13, produciendo este circuito lógico la señal de control Rt . El circuito lógico de la fig. 14 deriva la señal de mando de par Tc , de varias señales de entrada aplicadas al mismo. Antes de describir las figs. 13 y 14, se harán y estudiarán primero unas consideraciones teóricas, en las que se basan distintos factores usados en el cálculo de la señal Tc de demanda de par y la señal Rt de control del punto de ajuste de la mariposa, haciéndose este estudio y análisis con referencia a las diversas gráficas indicadas en las figs. 15 a 21 inclusive.

La gráfica de la fig. 15 representa la característica de par, en función de la velocidad, de un motor de gasolina de 2 litros de cilindrada para un vehículo de tipo familiar. Los ejes de coordenadas usados para esta gráfica corresponden a revoluciones por minuto del motor (ER/M), en función de la presión media efectiva al freno (bmep) expresada en libras por pulgada cuadrada (10 lb/in² equivalen aproximadamente a 0,7 kg/cm²). La línea MTC representa el par máximo a todo gas (válvula de mariposa plenamente abierta). Las líneas SFC, superpuestas en la gráfica, representan diferentes valores del consumo específico de combustible, medido en libras por caballo de potencia y por hora (1 lb/hp.h equivale aproximadamente a 0,45 kg/CV.h). La línea de trazo interrumpido RL (carga en carretera) representa el par necesario para propulsar el vehículo a velocidades uniformes sobre una carretera llana (horizontal) usando una caja de cambio manual de velocidades de tipo usual que dé una velocidad "larga" correspondiente a 32 km/h por 1000 rpm, al 90% de rendimiento de la transmisión. Como puede verse por la gráfica, a una velocidad uniforme de "cruce" de, por ejemplo, 64 km/h (esto es, una velocidad de motor de 2000 rpm), el consumo específico de combustible está en la región de los 0,45 kg/CV.h, porque el par de (1,4 kg/cm²)bmep exigido al motor es muy pequeño, comparado con el par máximo que el mo-

tor podría dar a esa velocidad. Si el motor pudiese usarse para dar un par próximo a su valor máximo de par, representado por la curva de par MTC, el consumo de combustible a lo largo de un período de uso podría reducirse a menos de la mitad, siempre y cuando el par adicional necesario para suministrar la potencia que hace falta para la propulsión del vehículo pudiese usarse para acumular energía (en un volante de inercia) que a continuación pudiera emplearse para propulsar el vehículo independientemente del motor. Como alternativa, la energía acumulada podría usarse para suplementar la energía procedente del motor, cuando hiciese falta.

Sobre esta base, es ventajoso, al llevar a la práctica la presente invención, hacer marchar al motor en las proximidades de su región de máximo rendimiento durante todo el tiempo en que se esté usando; por ejemplo, en su intervalo de variación de velocidad de nivel bajo a medio, y a alrededor del 80% de su pleno par. Esta región de trabajo del motor es la ilustrada en la gráfica de la fig. 16, cuyos ejes de coordenadas son de par del motor (T_e), en función de la velocidad del motor (W_e). En esta gráfica se usa la curva MTC de par máximo como referencia para definir un intervalo de variación de velocidades de motor W_{e1} a W_{e2} , dentro del cual es posible obtener un valor elevado de par T_{eh} del motor. En este ejemplo se su-

7 pone que el valor bajo o inferior de velocidad del motor
W_{e1} (para una marcha suave y uniforme) es de 1200 rpm, y
el valor alto o superior (máximo) W_{em} del motor es de
5000 rpm. El producto de T_{eh} por W_{em} es la potencia máxi-
5 ma que es posible obtener del motor, viniendo indicada
ésta en el punto MP. La línea de trazo interrumpido E',
con un tramo vertical y otro horizontal, representa el
par suministrado por el motor en el modo de E. Para el
valor bajo de velocidad W_{e1} del motor, la potencia proce-
10 dente del motor puede aumentarse mediante el recurso de
aumentar el par hasta el valor T_{eh}, abriendo para ello
progresivamente la válvula de mariposa. Un aumento adicio-
nal o sucesivo de potencia, hasta llegar al valor máximo
T_{eh}.W_{em} de potencia del motor, se obtiene luego aumentan-
15 do la velocidad del motor en respuesta a una ulterior
apertura adicional de la válvula de mariposa. Dentro del
intervalo de velocidades de motor de, por ejemplo, las
1400 a las 3000 rpm, es posible obtener, en el modo de
F+E, un par correspondiente al valor superior del par T_{eh}
20 del motor, viniendo esto indicado por el tramo que abarca
la línea de corchete (F+E)'. Este intervalo de velocidades
de motor corresponde, en general, a un intervalo seleccio-
nado de velocidades de volante de inercia comprendido en-
tre el valor bajo de velocidad W_{f1} del volante y el valor
25 alto de velocidad W_{fh} del volante. En la fig. 16 se indica

también un valor máximo W_{fm} de velocidad de volante de, por ejemplo, 3600 rpm.

El valor real del par T_c que viene mandado u ordenado por la disposición de propulsión en el árbol de transmisión del vehículo se normaliza al valor alto T_{eh} del par del motor. Este par normalizado T_c/T_{eh} viene mandado u ordenado en función del grado o extensión de activación del pedal del acelerador, representado por el valor de la señal de control R_a , hasta un valor máximo de $T_c/T_{eh} = 4$, valor que corresponde aproximadamente al par máximo que podría obtenerse en primera velocidad, de una caja de cambio manual de tipo usual, al oprimir a fondo el pedal del acelerador. Esta limitación de par, en el caso presente, impide sobrecargar el mecanismo de relación continuamente variable. La relación existente entre el par mandado en el árbol de transmisión del vehículo y el grado o extensión de actuación del pedal del acelerador es lineal y viene representada en la gráfica de la fig. 17. La línea T/E representa la relación citada cuando no se dispone de energía de volante utilizable. La línea T/F, que tiene mayor pendiente que la línea T/E, representa la relación cuando se dispone de energía de volante utilizable. La mayor pendiente de la línea T/F implica una respuesta más "viva" o activa al acelerador cuando se dispone de energía de volante utilizable. Cuando se tiene $R_a=0$, hay un peque-

ño par negativo $T_{co} = -0,2$ mandado. Esto es para hacer más ergonómico el vehículo que lleve incorporada la presente disposición, ya que habrá un frenado de motor, aparente o real, por encima de un determinado valor bajo o reducido de la velocidad por carretera (por ejemplo, de 40 km/h) cuando el pedal del acelerador está sin actuar, como sucede en la transmisión de un vehículo usual. Otra relación que tiende a hacer más ergonómico un vehículo que lleve incorporada la presente disposición es la de hacer también que el par mandado sea función de la velocidad aparente $Wd.\beta$, de manera que un valor particular de R_a mande u ordene diferentes valores de par de mando, con arreglo a la velocidad aparente del vehículo. Esta relación es la ilustrada en la fig. 18, en la que, en función de $V_d = \beta.W_d$, se representan tres curvas de T_c/T_{eh} para $R_a=1$, $R_a=0,5$ y $R_a=0$, respectivamente. La curva para $R_a=0,5$ pone de manifiesto que el máximo par normalizado T_c/T_{eh} mandado a velocidades de vehículo reducidas o pequeñas se reduce proporcionalmente, con arreglo al grado o extensión de activación del pedal del acelerador. La fig. 18 indica también el valor negativo de par normalizado $-T_c/T_{eh}$ que puede venir mandado por la señal de control R_b producida desde el pedal del freno. Está dispuesto que para valores de R_b mayores de cero haya en proporción un valor negativo de par normalizado $-T_c/T_{eh}$, mandado

además de todo par negativo que venga mandado por $R_a=0$. Este valor negativo se hace también función decreciente de la velocidad del vehículo, de manera que a medida que la velocidad del vehículo aumenta se reduce progresivamente el valor de par negativo mandado. La curva $R_b=1$ representa la condición límite que se obtiene para un máximo frenado regenerativo, en todo un intervalo de velocidades de vehículo. En cuanto se tiene $R_b > 1$, se produce el frenado usual. El intervalo de valores de $R_b=0$ a $R_b=1$ se dispone de manera que los valores de este intervalo tengan lugar en toda una parte inicial de carrera inactiva o "movimiento perdido" de la presión ejercida sobre el pedal de freno. La relación existente entre el frenado regenerativo y el usual se ilustra en la fig. 19, en la que se representan gráficamente $-T_c$ y R_b en función de la presión F_b ejercida sobre el pedal de freno. Como se indica mediante la curva R_{bc} , el valor de R_b aumenta linealmente de 0 a 1 para una parte l_m de "movimiento perdido" de la presión F_b , y después permanece constante o uniforme, para una presión F_b adicional. La curva $-T_{cc}$ representa el par negativo mandado por R_b , haciéndose caso omiso de su dependencia de la velocidad del vehículo, en esta gráfica, para mayor sencillez. Después de la parte l_m de "movimiento perdido" se produce el frenado usual, obteniéndose un par negativo o de deceleración (en las ruedas del vehículo),

según lo representado por la línea Cb de trazo interrumpido. Por lo tanto, el esfuerzo total de frenado es la suma del frenado regenerativo y del frenado usual, representada por la línea de trazo interrumpido Tbc.

5 Volviendo ahora al circuito lógico de la fig. 13, además de producir la señal de control Rt para el punto de ajuste de la válvula de mariposa, este circuito lógico produce también una señal Wec de velocidad de motor calculada, que ha de estar presente mientras lo esté el valor de la señal Rt de control de mariposa producido por él. Esta señal Wec puede tener, en el modo de E, uno cualquiera de entre varios valores posibles, calculados como sigue: La señal Tc de mando de par se aplica a un atenuador 1301 que tiene un factor de atenuación de $1/5.Teh$.

10 La señal de salida de este atenuador 1301 se aplica a una primera entrada de un sumador 1302, a cuya otra entrada va aplicada una señal representativa del factor 1. La señal de salida del sumador 1302 se aplica a un multiplicador 1303 que tiene un factor de amplificación de 1200.

15 La señal de salida del multiplicador 1303 constituye la mínima velocidad baja aceptable $W_{el} = 1200$
($1 + 0,2 [Tc/Teh]$) del motor, siendo éste un primer valor calculado para Wec. El factor $0,2.Tc/Teh$ acrecienta progresivamente el valor bajo aceptable W_{el} de velocidad del

20 motor, a medida que aumenta el par mandado, con el fin de

25

mantener la suavidad o uniformidad de marcha del motor. La señal Tc se aplica también a un multiplicador 1304, al cual se aplica también la señal Wd por medio de un amplificador 1305 que tiene un factor de amplificación igual a $1/Teh$. La señal de salida del multiplicador 1304 constituye un segundo valor calculado para $Wec = Wd \cdot Tc / Teh$, que relaciona Wec con la velocidad Wd del árbol de transmisión, teniendo en cuenta las necesidades de potencia exigida por la disposición de propulsión (esto es, $Wec \cdot Teh = Wd \cdot Tc$). La señal Wd se aplica también a un atenuador 1306 que tiene un factor de atenuación de $1/1,5$. La señal de salida del atenuador 1306 constituye un tercer valor calculado para $Wec = Wd / 1,5$, que limita el valor de Wec teniendo en cuenta la máxima relación de velocidades proporcionada por el mecanismo de relación continuamente variable. Esta señal $Wd / 1,5$ es la señal aplicada a una de las entradas del comparador 1037 contenido en el circuito lógico de control de modo $E \rightarrow E+E$ de la fig. 10c. La señal Wd se aplica además a un amplificador 1307 que tiene un factor de atenuación de -4 , de manera que Wec puede ser también igual a $-4 Wd$. Este valor de Wec sirve de valor límite cuando se selecciona la velocidad de marcha atrás y aparece sólo cuando se produce la señal de selección R, haciendo funcionar unos contactos de conmutador R/S1 que, como los contactos de conmutador R/S de la fig. 12,

7
pueden ser los contactos de un relé que se excita al producirse la señal de selección R. Unos rectificadores respectivos 1308 a 1311 tienden a hacer pasar las diferentes señales Wec a una línea común 1312, que está conectada a masa (0 voltios) por medio de una resistencia 1313. Así,
5 sólo la señal Wec del valor más alto será la que se lleve a la línea común 1312, por medio de su rectificador respectivo, mientras los rectificadores correspondientes a las demás señales Wec quedan polarizados en sentido inverso por la presencia de la señal Wec de máximo valor en la
10 línea común 1312. Esta señal Wec de máximo valor se aplica, por medio de un contacto de relé 1341, a una primera entrada de un sumador 1314. También se aplica, por un conductor 1315, al circuito lógico de la fig. 14. Un relé 1316 controla los contactos 1341. Si es el embrague de volante el que se va a aplicar o conectar, la señal ER que viene de la fig. 11 se aplica a un amplificador compensador 1317 cuya salida excita al relé 1316. El contacto 1341 cambia entonces de posición, para que sea
15 Wec = Wf.
20

Una segunda señal de entrada al sumador 1314 es la representativa de $-W_e$, señal ésta que viene producida por un amplificador 1318 que tiene un factor de amplificación de (-1) , en respuesta a la señal W_e representativa de la velocidad de motor presente en un momen-
25

to dado. La señal de salida del sumador 1314 se aplica, por medio de un atenuador 1319 que tiene un factor de atenuación de 1/1000, a una de las entradas de un segundo sumador 1320. A este sumador 1320 se le aplica una señal representativa del término 0,25, mientras la salida del mismo sumador se aplica a una de las entradas de un tercer sumador 1321. A la segunda entrada del sumador 1321 se aplica la señal de salida de un atenuador 1322, teniendo este atenuador 1322 un factor de atenuación de 1/10.Teh y teniendo el mismo aplicada la señal Tc. La señal de salida del sumador 1321 se aplica a otro atenuador 1323, que tiene un factor de atenuación de 1/Wem, siendo Wem la máxima velocidad que se permite alcanzar al motor. La señal de salida del atenuador 1323 se aplica a una de las entradas de un multiplicador 1324, a cuya otra entrada se aplica la señal We. La señal de salida del multiplicador 1324 es la señal de control de gases, o de mariposa, $R_t = We/Wem [0,25 + 10^{-3}(Wec-We) + 0,1.Tc/Teh]$. En esta ecuación de R_t , el término We/Wem da un punto de ajuste general para la válvula de mariposa, calificado para el resto de la ecuación, en la cual +0,25 es un término de marcha inactiva o de "ralenti" que da por hipótesis la We, aproximadamente, en condiciones de vacío o sin carga; $+10^{-3}(Wec-We)$ es un término de acción de servo, representativo de la diferencia existente

entre la velocidad calculada del motor y la velocidad efectiva del motor; y el término $+0,1.T_c/T_e$ proporciona una pequeña componente para tener en cuenta la potencia que se está pidiendo al motor directamente (y no sólo a través del término de acción de servo). Esta señal de control R_t , aplicable al funcionamiento en el modo de E, se aplica a un conductor de salida 1325 por medio de tres contactos 1326, S/S y 1327. El contacto 1326 es un contacto de relé controlado por una bobina de relé 1329 excitada por la salida que viene de un amplificador compensador 1330 al cual se aplica la señal FCH^x de instrucción de "cargar volante". Al funcionar el contacto 1326, se produce un valor fijo de $R_t = R_{t1}$, siendo R_{t1} un valor que haría que el motor funcionase inactivo, aproximadamente a la velocidad W_{em} . El contacto S/S se pone en acción al producirse la señal de selección S, de manera que, al ponerse inicialmente en marcha el motor, se tiene $R_t = R_a$, esto es, directamente relacionada con la activación del pedal del acelerador. El contacto S/S es, adecuadamente, un contacto de un relé cuya bobina se excita al producirse la señal S de selección. El contacto 1327 es un contacto de relé controlado por una bobina de relé 1328 excitada por la salida que viene de un amplificador compensador 1331, al cual se aplica la señal de control F_c . Al activarse el contacto 1327, cierra un circuito

con el fin de producir, para la señal Rt de control de la válvula de mariposa, un valor aplicable al funcionamiento en el modo de F+E.

5 Un sumador 1332 produce una señal representativa de la diferencia existente entre la velocidad Wf del volante y la velocidad "objetivo" de nivel alto Wfh del volante. La señal Wf se aplica a una de las entradas del sumador 1332, por medio de un amplificador 1333 que tiene un factor de amplificación de (-1). La señal Wfh es
10 igual a (rpm), a menos que se haya elegido el programa de potencia extra EP, en cuyo caso Wfh vale 3500 (rpm). Al elegirse el programa de potencia extra se pone en acción un contacto de conmutador EP/S, siendo este contacto EP/S, por ejemplo, un contacto de un relé excitado
15 por la señal de selección EP. La señal de salida procedente del sumador 1332 se aplica a un atenuador 1334 que tiene un factor de atenuación igual a 1/200. La señal de salida del atenuador 1334 se aplica a una de las entradas de un sumador 1335, a cuya otra entrada se aplica una señal representativa del término o sumando 1. La señal de
20 salida del sumador 1335 es, pues, representativa de $1 - \Delta$, siendo $\Delta = (Wf - Wfh)/200$. Esta señal de salida se aplica a una de las entradas de un multiplicador 1336, a cuya otra entrada va aplicada una señal representativa de Wf/Wem,
25 producida por un atenuador 1337, que tiene un factor de

atenuación de $1/Wem$, en respuesta a la señal Wf . Un comparador 1338 determina si Wf es mayor que Wfh , y produce una salida de "1" al satisfacerse esta condición, Esta salida se aplica a un amplificador compensador 1339, cuya salida excita a un relé 1340 que controla un contacto de relé 1342. Así, como puede verse, cuando Wf es menor que Wfh (relé 1340 sin excitar), Rt es igual a Wf/Wem . Cuando Wf es mayor que Wfh (relé 1340 excitado), se tiene $Rt = Wf/Wem(1 - \Delta) = Wf/Wem [1 - (Wf - Wfh)/200]$. En la primera ecuación, el punto de ajuste de la válvula de mariposa viene sencillamente determinado como el cociente o razón de la velocidad del volante respecto a la velocidad máxima del motor, lo que da aproximadamente el punto de ajuste de la mariposa para un mínimo específico de combustible. En la segunda ecuación, este punto de ajuste de la mariposa se fija o califica a un valor inferior, con el fin de impedir que la velocidad del volante suba apreciablemente por encima de Wfh .

El circuito lógico para calcular la señal de mando de par $(Tc)Tc'$ se representa en la fig, 14. Este circuito lógico tiene en cuenta determinados factores para calcular el valor para la señal Tc' cuando se está en el modo de E, además de otros factores que se tienen en cuenta para la obtención de los modos de F y F+E.

Un contacto de relé 1401, controlado por el relé 1328

de la fig. 13, determina cuáles son los factores que se aplican. En cuanto a la primera parte del cálculo de la señal Tc' para el modo de E, dicho cálculo es efectuado por un divisor 1402, un sumador 1403, un amplificador 1404, un segundo sumador 1405 y un multiplicador 1406. El divisor 1402 da una señal de salida representativa de W_e/W_{ec} en respuesta a las señales W_e y W_{ec} , viniendo esta última producida en el conductor 1315, del circuito lógico de la fig. 13. A esta señal de salida del divisor se le suma el término -1 en el sumador 1403, cuya señal de salida se aplica al amplificador 1404. Este amplificador 1404 tiene un factor de amplificación igual a 1,5, y a su señal de salida se le suma el término $+1$, por medio del sumador 1405. La señal resultante a la entrada del multiplicador 1406 es, pues, representativa de $1 + 1,5[(W_e/W_{ec}) - 1]$. El término $1,5[(W_e/W_{ec}) - 1]$ se incluye para reducir la carga en el motor cuando W_e es menor que la velocidad W_{ec} ordenada o mandada.

El resto del circuito lógico produce, para la señal de mando de par T_c , un valor calculado que se usa para los modos de F y F+E (cuando $T_c = T_c'$), pero que en el multiplicador 1406 se multiplica por la señal resultante, que acaba de deducirse, dando un valor para T_c' , para el modo de E. La velocidad "objetivo" inferior o de nivel bajo W_{f1} del volante, que se usa también para los

7 circuitos lógicos de control de modos de las figs. 10a
a 10c, se deriva por medio de tres amplificadores 1407,
1408 y 1409 y un sumador 1410. La señal Wd es la que se
aplica a los amplificadores 1407 y 1408, que tienen unos
5 factores de amplificación de -200β y $40/\beta$, respectivamen-
te. Las señales de salida de estos dos amplificadores se
llevan, por medio de unos rectificadores 1411 y 1412
respectivos, a una línea común 1413 que está conectada a
la masa (0 voltios) por medio de una resistencia 1414.
10 El amplificador 1409 lleva aplicada la señal Ra, y tiene
un factor de amplificación de 400. La señal de salida
de este amplificador se aplica a una de las entradas del
sumador 1410, a cuya otra entrada se aplica una señal
representativa de 1600 (rpm). La señal de salida del su-
15 mador 1410 se lleva, a través de un rectificador 1415,
a la línea común 1413. Así, en la línea común 1413 apa-
recerá la señal de valor más alto, a través del corres-
pondiente rectificador; señal que de esa manera, polari-
zará en sentido inverso a los demás rectificadores. Esta
20 señal del valor más alto constituye la señal Wf1 de ve-
locidad "objetivo" de nivel bajo del volante, la cual
es aplicada a un amplificador 1416 que tiene un factor
de amplificación de (-1). El de 1600 es un valor nominal
de nivel bajo de velocidad, apropiado para Wf1. Sumando
25 a esta cifra el factor $400.Ra$, el valor de Wf1 va cre-
ciendo progresivamente a medida que crece Ra, hasta lle-

gar a $W_{fl}=200$ cuando $R_a=1$. Esto tiene por efecto limitar el par máximo T_i que puede haber presente en la entrada del mecanismo de relación continuamente variable (esto es, en el eje 10 de la fig. 1), debido a la combinación de volante más motor. Esto se ilustra gráficamente en la fig. 20, que representa una curva $R_a=1$ de variación de T_i en función de $W_p (=W_e=W_f)$. Si se designa con T_{im} el valor máximo admisible de T_i , este valor se sobrepasará cuando se tenga $W_{fl}=1600$, para $R_a=1$. Ahora bien, haciendo que W_{fl} sea función de R_a , la velocidad W_{fl} se aumenta hasta 2000, cuando se tiene $R_a=1$, para el par límite máximo T_{im} . Como W_{fl} determina un cambio de modo, hay siempre un cambio desde el modo de F+E al modo de E cuando se alcanza el límite de par de entrada del mecanismo de relación continuamente variable. A continuación, es posible aumentar la velocidad del motor para mantener la demanda de potencia con un par reducido. La velocidad W_{fl} se limita al valor $W_{d.40\%}$, para tener en cuenta el margen o intervalo disponible de cambio de velocidad del mecanismo de relación continuamente variable. Esto se ilustra gráficamente en la Fig. 21, en la cual se representa la velocidad W_f del volante en función de la velocidad del vehículo $V_d=W_d$. Para una relación de velocidades o de marcha que dé, por ejemplo, 25 mph/1000 rpm (equivalente a 40 km/h por 1000 rpm), W_{fl} puede valer 1600 (rpm) cuando

do se tenga $V_d=40$ (mph) (o sea $V_d=64$ km/h), pero tiene
que aumentar a 2000 (rpm) cuando se llegue a $V_d=50$ (mph),
esto es, a 80 km/h. Por encima de $V_d=50$, W_{f1} se aumenta
en función lineal de la velocidad del vehículo. Esto de-
5 ja un margen de cambio de velocidad tal que para $V_d=50$
a 60 (mph), o sea de 80 a 96 km/h (lo mismo que por deba-
jo de $V_d=50$), es posible reconectar el volante usando
una relación de velocidad más alta, hasta llegar al lí-
mite de 30 (mph) por 1000 rpm (o sea 48 km/h por 1000 rpm),
10 y limitándose también W_{f1} a un valor de $-200 \cdot W_d \cdot \beta$, para
tener en cuenta el intervalo limitado de cambio de velo-
cidad disponible en marcha atrás. Cuando el vehículo está
en marcha atrás, W_d es negativo, de manera que W_{f1} tiene
un valor positivo. A una relación de velocidad reducida
15 en marcha atrás de, por ejemplo, 5 (mph) por 1000 revo-
luciones por minuto, o sea de 8 km/h por 1000 rpm, la ve-
locidad del volante se hace función lineal de la del vehí-
culo, para un reducido valor negativo de V_d .

Volviendo ahora a la fig. 14, la señal de sa-
20 lida del amplificador 1416 se aplica a una de las entra-
das de un sumador 1417, a cuya segunda entrada va aplica-
da la señal W_f . La señal de salida del sumador 1417 es,
pues, representativa de (W_{f1}) y se aplica a un atenuador
1418 que tiene un factor de atenuación $\xi = 3/10^4$. Este
25 factor ξ es un factor de multiplicación de potencia,

que da un exceso de velocidad de volante de inercia por encima de Wf_1 , exceso que se usa para definir la fracción de potencia "extra" o adicional, por encima de $Wem.Teh$, que se prevé en el modo de F+E, cuando $Ra=1$. Un rectificador 1419 fija la señal de salida del sumador 1417 al potencial de masa (0 voltios), si esta señal tiende a hacerse negativa (esto es, si Wf_1 tiende a ser mayor que Wf). La señal de salida del atenuador 1418 aparece en uno de los terminales de un contacto del conmutador P, EP/S. Este contacto de conmutador aplica normalmente una señal representativa del término 0, a menos que se elija el programa de control de potencia (P), o el de potencia extra (EP). Una u otra de las señales de selección de P o EP es capaz de excitar un relé que controla al contacto P. EP/S, de manera que la señal de salida del atenuador es la aplicada a una de las entradas de un sumador 1420, y no el término 0. La otra entrada del sumador 1420 recibe una señal representativa del término 1. La señal de salida del sumador 1420 se aplica a una de las entradas de un multiplicador 1421. Una segunda entrada de este multiplicador 1421 recibe la señal de salida que viene de un divisor 1422, el cual tiene aplicada la señal Wd a una de sus entradas, y a su otra o segunda entrada la señal de salida que viene de un amplificador 1423. El amplificador 1423 tiene un factor de amplificación igual

a $100/\beta$, y recibe la señal Ra.

La señal de salida del multiplicador 1421 se aplica a una de las entradas de un sumador 1424, a cuya otra entrada va aplicada la señal de salida que viene de un atenuador 1436, cuyo factor de atenuación es de $1/5$. Este atenuador 1436 recibe la señal de salida de un sumador 1437 que recibe la señal Ra y otra señal, representativa ésta del término -1 . Así, el atenuador 1436 produce una señal de salida representativa de una pequeña componente negativa de Tc, y que se reduce a medida que se va reduciendo el valor de Ra, hasta ser igual a 0 cuando se tiene Ra=1. El efecto de esta componente negativa se ilustra en las curvas Ra de la fig. 18, que dan un escalón de $-0,1$ en la curva de Ra=0,5 y un escalón de $-0,2$ en las curvas de Ra=0 y Rb=1. En la curva Ra=1 no existe escalón negativo. La señal de salida del sumador 1424 se aplica a una primera entrada de otro sumador 1425. Este sumador 1425 recibe, por una segunda entrada, la señal de salida de un multiplicador 1426. A una de las entradas de este multiplicador 1426 se aplica la señal Rb, y a una segunda entrada se le aplica la señal de salida de un sumador 1427. Un atenuador 1428, de un factor de atenuación igual a $1/200$, da al sumador 1427 una primera señal de entrada, en respuesta a la señal Wd. A una segunda señal de entrada del sumador 1427 se aplica

una señal representativa del término $-0,7$.

5 La señal de salida del sumador 1424 se aplica, por medio de un contacto de relé 1429 normalmente cerrado, a dicha primera entrada del sumador 1425. Este contacto de relé 1429 está controlado por un relé 1430 que es excitado por la señal de salida de un amplificador compensador 1431. Un comparador 1432 aplica una señal de salida de "1" a la entrada del amplificador compensador 1431, cuando $25/\beta$ es mayor que Wd . Al excitarse el relé 10 1430, el contacto 1429 conmuta, aplicando la señal de salida que viene de un multiplicador 1433 a dicha primera entrada del sumador 1425. Este multiplicador 1433, que tiene un factor de amplificación de 4, lleva aplicada a su entrada la señal Ra .

15 La señal de salida del sumador 1425 se aplica a otro multiplicador 1434, que tiene un factor de amplificación igual a Teh . Un rectificador 1435 fija la entrada del multiplicador 1434 a una señal de referencia representativa del factor $+4$, para impedir que el valor de par 20 mandado se eleve por encima de $4.Teh$. La señal de salida del multiplicador 1434 constituye la señal de par Tc que, para el modo de F y el modo de $F+E$, forma la señal Tc' . Para el modo de E , en el cual el contacto 1401 conmuta o cambia de posición, la señal Tc' es la señal de salida del 25 multiplicador 1406.

7

Como puede deducirse fácilmente del circuito lógico de la fig. 14, la señal Tc' de mando de par puede tener cualquiera de los valores siguientes:

5

$T_c = T_{eh} [f_1(R_a) + f(R_b)]$, cuando $V_d < 25$ (mph), o sea a menos de 40 km/h;

$T_c = T_{eh} [f_2(R_a) + f(R_b)]$, cuando $V_d > 25$ (mph), o sea a más de 40 km/h en los programas de control normal (N) y de poca carga (LL);

10

$T_c = T_{eh} [f_3(R_a) + f(R_b)]$, cuando $V_d > 25$ (mph), o sea a más de 40 km/h en los programas de control de potencia (P) y de potencia extra (EP);

15

$f_1(R_a) = 4 \cdot R_a$, e impone la mencionada limitación de par de $4 \cdot T_{ehm}$ que representa aproximadamente el par de árbol de transmisión disponible en primera velocidad con una caja de cambio manual de velocidades;

$f_2(R_a) = 100 \cdot R_a / V_d - 0,2(1 - R_a)$, y

$f_3(R_a) = (100 \cdot R_a / V_d) [1 + \zeta (W_f - W_{f1})] - 0,2(1 - R_a)$.

20

El factor $100/V_d$ es W_{em}/W_d que, en la ecuación para $f_2(R_a)$, define de esa manera que la potencia mandada (producto $T_c \cdot W_d$) es igual a $T_{eh} \cdot W_{em}$ cuando se tiene $R_a=1$. La velocidad de 25 mph, equivalente a 40 km/h, por debajo de la cual surge la limitación de par, viene de hacer

25

$R_a=1$ y $T_c=4 \cdot T_{eh}$ en la segunda ecuación para T_c . El térmi-

no $(W_f - W_{f1})$ es el factor de multiplicación de potencia ya estudiado, y el de $-0,2(1-R_a)$ es el factor de corrección de R_a que también se ha estudiado ya. Finalmente,
5 $\sum f(R_b) = -(0,7 - 5 \cdot 10^{-3} \cdot V_d) R_b$ es la componente negativa del par mandado, que igualmente ha sido estudiada ya en lo que antecede.

Estas ecuaciones para T_c se refieren a los modos de F y de F+E, para los cuales se tiene $T_c' = T_c$.
10 Para el modo de E, la señal de par $T_c' = T_c [1 + 1,5(W_e / W_{ec} - 1)]$. La expresión entre corchetes que multiplica a T_c es un factor de reducción, que temporalmente reduce el valor mandado de T_c , permitiendo que el motor se acelere en el modo de E, tras la transición F+E \rightarrow E.

Dentro del ámbito de la invención son posibles
1 5 diversas modificaciones. Por ejemplo, se prevé que los medios de convertidor de par puedan comprender, alternativamente, una transmisión DAF Variomatic del tipo de Transmisión por correas (véase Automobile Engineer, diciembre de 1962, págs. 494 a 500), en la que la relación de la
20 transmisión podría estar dispuesta para hacerse variar por variación de la carga aplicada a la polea motriz, usando una presión de fluido variable, controlada por medio de circuitos lógicos de la manera aquí descrita, y sirviendo la carga de la polea de accionamiento para
25 proporcionar la reacción de par, con fines de servo. Otra

posibilidad es la de usar una disposición de transmisión hidrostática consistente, por ejemplo, en una bomba de suministro variable y un motor de desplazamiento variable. Una disposición de transmisión de este género de naturalmente potencias y velocidades iguales en marcha hacia delante y marcha atrás, y puede combinarse ventajosamente con una transmisión epicicloidal para dar menores velocidades de marcha atrás y mayores velocidades de marcha hacia delante, permitiendo así a las transmisiones hidrostáticas usar motores de desplazamiento fijo, con un par de salida directamente proporcional a la presión.

La medición de velocidad de los diversos ejes o árboles de la disposición de propulsión puede lograrse usando transductores de efecto de Hall, que derivan señales de un juego de dispositivos marcadores montados en sus árboles respectivos (por ejemplo, los anillos metálicos dentados que giran con los árboles), incluyendo el circuito de control, respecto a cada transductor, dos contadores a los cuales se aplican alternativamente las señales procedentes del transductor, que aparecen en períodos o intervalos de tiempo sucesivos. La diferencia entre los niveles (número de pasos) de recuento de los dos contadores representa entonces la variación de la velocidad del árbol en períodos o intervalos de tiempo sucesivos. Otra manera de efectuar una medición de velo-

5 cidad de un árbol sería la de que el circuito de control
 incluyese un "reloj" de oscilador de frecuencias (\approx 5 MHz),
 que puede estar controlado en frecuencia por un dispositi-
 vo de onda de superficie, y contase el número de oscila-
10 ciones entre señales sucesivas a partir de un marcador
 situado en el árbol. Es posible conseguir una medición
 precisa de velocidad, sumando para ello el número de pa-
 sos de recuento en por ejemplo, 10 rotaciones del árbol,
 y averiguar las variaciones en la velocidad del árbol
 mediante diferencias, como se ha descrito más arriba.
15 La medición de velocidad de los volantes puede tener, por
 ejemplo, una precisión de 1 parte en 10.000, con el fin
 de determinar con exactitud el par proporcionado por el
 volante. Las señales de velocidad así derivadas podrían
 fácilmente convertirse en niveles de tensión o potencial
 de corriente continua, para su aplicación a los circuitos
 lógicos ya descritos.

20 La componente del par mandado T_c que puede ser
 proporcionada por el volante puede derivarse, alternativa-
 mente, usando las siguientes ecuaciones (3) a (11), que
 determinan esta componente en función de la velocidad o
 frecuencia de variación de la relación de velocidades
 de entrada/salida del mecanismo de relación continuamente
 variable. Esta componente puede añadirse a la componente
25 (si la hay) que el motor suministre por hipótesis, par-

7 tiendo de los valores de R_t y W_e conocidos.

 Si al árbol de transmisión del vehículo se
acopla sólo el volante de inercia (estando desconectado
el embrague de motor), el par (T_p) aplicado al árbol de
5 transmisión del vehículo es:

$$T_p/e = V_{tf} = -3.V.I(dW_f/dt) \quad (3)$$

 donde $3.V$ es la relación total (variable) de velocidades
10 entre el árbol del volante de inercia y el de transmisión
del vehículo.

I es el momento de inercia del volante (por
ejemplo, $0,5 \text{ kgm}^2$),

W_f es la velocidad angular del volante, y
15 e es el rendimiento de transmisión de potencia
del árbol del volante al árbol de transmisión o acciona-
miento del vehículo.

$$\text{Pero } W_f = V.W_p \quad (4)$$

$$\text{y, por tanto, } dW_f/dt = W_p(dV/dt) + 3.V(dW_p/dt) \quad (5)$$

20 De la ecuación (3):

$$\begin{aligned} T_p/e &= -3.V.I.W_p(dV/dt) - 9.V^2.I(dW_p/dt) = \\ &= -I.W_f.3(dV/dt) - 9.V^2.I(dW_p/dt) \quad (6) \end{aligned}$$

 Por la ecuación (6) puede verse que para hacer
 $T_p = T_c$ (el par requerido), el circuito de control puede
25 calcular el valor requerido de dV/dt partiendo del valor

medido de Wf y del valor medido de V (igual a Wf/Wp), siempre que sea posible estimar el valor de dWp/dt .

Para estimar el valor de dWp/dt :

$$dWp/dt = (Tp - Td)/Ive, \quad (7)$$

5 donde Td es el arrastre total (fuerza retardatriz) del vehículo, referido al árbol de transmisión o accionamiento del vehículo; y

Ive es el momento de inercia equivalente del vehículo, referido al mismo árbol de transmisión del
10 vehículo:

$$Ive = Mv \cdot R_w^2 / N^2, \quad (8)$$

donde Mv es la masa del vehículo (suponiéndolo cargado al peso tipo),

R_w es el radio de las ruedas de tracción del
15 vehículo, y

N es la relación de ejes entre el árbol de transmisión y las ruedas del vehículo.

Sustituyendo la ecuación (7) en la ecuación
(6):

$$20 \quad Tp \left[(1/e) + (9 \cdot V^2 \cdot I / Ive) \right] = -I \cdot Wf (dV/dt) + (9 \cdot V^2 \cdot I / Ive) Td \quad (9)$$

de donde

$$dV/dt = -(Tp/e) (1 + 9 \cdot e \cdot V^2 \cdot I / Ive) / I \cdot Wf + (9 \cdot V^2 / Wf \cdot Ive) Td \quad (10)$$

25 La ecuación (10) da el valor de dV/dt neces-

7 rio para un valor dado de T_p (es decir, el valor T_c de-
mandado por el conductor), siendo T_d la única incógnita.

5 Una estrategia básica de control podría funda-
mentarse en suponer para T_d un valor $T_d'(t)$ esencialmente
igual al valor de T_d hallado durante el último intervalo
de tiempo, $T_d(t-\Delta t)$. Durante ese intervalo de tiempo, se
calcula el promedio de T_p partiendo de la ecuación (6),
y sustituyéndose las diferenciales por unas diferencias
finitas. Usando este valor de T_p , se calcula el valor de
10 T_d por la ecuación (7).

Con el fin de tener un sistema de control es-
table, se supone que:

$$T_d'(t) = T_d(t-\Delta t) + m [T_d(t-\Delta t) - T_d'(t-\Delta t)], (11)$$

15 donde $T_d'(t-\Delta t)$ es el valor supuesto durante el último
intervalo, y

m es un número comprendido entre 0 y 1, tomado
típicamente igual a $1/2$.

20 En la disposición global de propulsión repre-
sentada en la figura 1, la señal de control R_a viene pro-
ducida por un potenciómetro, en respuesta a la actuación
del pedal del acelerador, en tanto que la señal de con-
trol R_b se produce desde un transductor de presión, en
respuesta a la actuación del pedal de freno. Como modifi-
cación, o variante adicional, podrían usarse bien poten-
25 ciómetros o transductores de presión para producir ambas

señales de control, Ra y Rb.

5 Aplicada a un vehículo, la disposición de propulsión incluye de preferencia unas lámparas indicadoras, para indicar al conductor qué programa de control ha seleccionado. Otras lámparas adicionales podrían indicar que el volante de inercia está almacenando energía útil (por ejemplo, $Wf > Wf1+200$), y que el volante de inercia tiene demasiada velocidad ($Wf > Wfm$).

10 Cuando se aplique la disposición de propulsión a un vehículo por lo demás de tipo usual, el alternador (o la dinamo) del vehículo ha de moverse partiendo del árbol de entrada del mecanismo de relación continuamente variable, que está siempre conducido o accionado cuando el vehículo está en movimiento. Asimismo, la bomba de
15 agua ha de estar movida eléctricamente, para proporcionar circulación de agua al radiador en el modo de F, cuando haga falta. El ventilador también ha de estar eléctricamente accionado, pero esto, de todos modos, suele hacerse comúnmente en la práctica actual.

20 Entre el motor y el volante de inercia (por ejemplo, entre el embrague de motor y la rueda dentada cónica) puede ser necesario un acoplamiento flexible. Aun cuando los muelles de la placa de embrague dan cierta flexibilidad, la frecuencia de resonancia para las vibra-
25 ciones de torsión, de no hacerlo así, se aproximaría a

7
5 las 10.000 rpm, y en el modo operativo de F+E podrían
aparecer subarmónicos (estimulados por la potencia pulsa-
toria del motor). Este acoplamiento flexible ha de hacer
bajar la frecuencia de resonancia a las 1000 rpm aproxi-
madamente, valor que se halla fuera del intervalo normal
de trabajo. Al acelerarse el volante de inercia, partien-
do del reposo, el embrague de motor tiene deslizamiento
hasta las 1000 rpm y más allá, y de esa manera no han
de transmitirse fluctuaciones de par en el intervalo crí-
10 tico de velocidad.

15

REIVINDICACIONES

Los puntos de invención propia y nueva que se
presentan para que sean objeto de esta solicitud de Pa-
tente de Invención en España, por VEINTE años, son los
20 que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

1ª.- Una disposición de propulsión para un
vehículo provisto de ruedas, disposición que comprende:
un motor; un volante de inercia que puede ser cargado
con energía mecánica; unos medios de acoplamiento capa-
25 ces de funcionar interconectando el motor, el volante

de inercia y un árbol de transmisión o accionamiento del
vehículo; unos medios de convertidor de par, a través
de los cuales se hace conexión con el árbol de acciona-
miento; y unos medios electrónicos de control para regu-
5 lar la potencia suministrada por el motor y la razón o
relación de entrada/salida de los medios de convertidor
de par, y para poner en acción selectivamente los medios
de acoplamiento de tal manera que, en el uso, la disposi-
ción pueda adoptar uno cualquiera de los siguientes modos,
10 a saber: un modo de "sólo motor", en el que es el motor
solo el que se conecta al árbol de transmisión o acciona-
miento del vehículo, un modo de "sólo volante", en el
que es el volante de inercia solo el que se conecta al
árbol de transmisión del vehículo, y un modo de "volante
15 más motor", en el que tanto el volante de inercia como
el motor se conectan al árbol de transmisión del vehículo;
permitiendo la selección de modos el paso o transmisión
de fuerza motriz entre el árbol de transmisión o acciona-
miento del vehículo y el motor, el volante de inercia o
20 la combinación de volante más motor, según el caso, en un
determinado (primer) sentido respecto a la propulsión del
vehículo y en el otro o segundo sentido respecto a la
deceleración del vehículo.

25 2ª.- La disposición de propulsión de la rei-
vindicación 1ª, en la que hay unos medios de acoplamiento

para conectar y desconectar el volante de inercia con respecto a la entrada de los medios de convertidor de par y destinados a dejar, tras las desconexiones, un pequeño par transmitido a aquél y suficiente para mantener la velocidad del volante por encima de un valor de velocidad inferior o bajo especificado, para el cual el volante de inercia se considera descargado.

3ª.- La disposición de propulsión de la reivindicación 2ª, en la que dicho pequeño par es transmitido al volante tan sólo cuando la velocidad del motor está por encima del valor de velocidad bajo especificado, usando para ello un dispositivo centrífugo.

4ª.- La disposición de propulsión de la reivindicación 2ª o la 3ª, en la que dichos medios de acoplamiento para el volante de inercia están normalmente inactivos, efectuando dicha desconexión, y se pueden poner en acción hidráulicamente, mediante presión de fluido, para efectuar dicha conexión.

5ª.- La disposición de propulsión de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que unos medios de acoplamiento para conectar y desconectar el motor respecto a la entrada de los medios de convertidor de par comprenden un dispositivo centrífugo capaz de efectuar dicha conexión, estando estos medios de acoplamiento además dispuestos para que dichas conexión y desconexión

puedan efectuarse también hidráulicamente, mediante presión de fluido.

5 6ª.- La disposición de propulsión de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que la velocidad del volante de inercia está referida a la velocidad del motor con una relación de velocidades reductora.

7ª.- La disposición de propulsión de la reivindicación 6ª, en la que dicha relación de velocidades reductora es mayor de 2,5:1.

10 8ª.- La disposición de propulsión de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que se elige una relación de máximo a mínimo de velocidad del volante de inercia de aproximadamente 2:1, con el fin de proporcionar energía de volante utilizable, dando con ello unas
15 disponibilidades de aproximadamente el 75% de la energía total del volante.

20 9ª.- La disposición de propulsión de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la cual, en el modo de funcionamiento de "volante más motor", la velocidad máxima de volante a la cual se usa el motor para suministrar potencia es lo bastante baja para dejar un margen de velocidad que puede usarse para el frenado regenerativo.

25 10ª.- La disposición de propulsión de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que el arrastre

residual del motor, a la máxima velocidad admisible del volante, es lo bastante elevado para estabilizar la velocidad del volante, en el modo de "volante más motor", impidiendo que el volante adquiera una velocidad excesiva.

5 11ª.- La disposición de propulsión de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que los medios de convertidor de par son un mecanismo de relación de velocidad continuamente variable del tipo de Perbury, identificado en lo que antecede, en combinación con un mecanismo epicicloidal.

10 12ª.- La disposición de propulsión de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que dicho motor es un motor de combustión interna.

15 13ª.- La disposición de propulsión de la reivindicación 12ª, en la que el control ejercido por los medios electrónicos de control es tal que la velocidad y el par del motor se refieren a una región de mínimo consumo específico de combustible del motor, por lo menos durante parte del tiempo en que el motor se esté usando, en el modo de "volante más motor".

20 14ª.- La disposición de propulsión de la reivindicación 13ª, en la que el control ejercido por los medios electrónicos de control es tal que la velocidad del motor se reduce a un valor bajo (de "ralenti" o marcha en vacío) cuando el motor no se esté usando.

25

5 15^a.— La disposición de propulsión de la reivindicación 13^a, en la que el control ejercido por los medios electrónicos de control es tal que el encendido del motor se interrumpe, para reducir la velocidad del motor a cero, cuando el motor no se esté usando.

10 16^a.— La disposición de propulsión de la reivindicación 15^a, en la que, para volver a poner en marcha el motor, los medios electrónicos de control son capaces de responder en el sentido de conectar el encendido del motor y hacer funcionar los medios de acoplamiento que conectan el motor al volante de inercia, para así usar la energía almacenada en el volante con el fin de hacer girar el motor y volverlo a poner en marcha.

15 17^a.— La disposición de propulsión de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que los medios electrónicos de control son capaces de responder proporcionando un efecto de histéresis que dé la seguridad de que un cambio de modo no pueda ir inmediatamente seguido de un cambio de modo en sentido inverso.

20 18^a.— La disposición de propulsión de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que incluye unos transductores para producir una pluralidad de señales de velocidad respectivamente representativas de las velocidades de rotación del árbol del volante de inercia, el árbol de salida del motor y el árbol de salida de los me-

25

7
5
10
dios de convertidor de par, y unos sensores o detectores capaces de responder a la activación de los órganos de mando o control de propulsión y deceleración del vehículo, para producir unas señales de control de entrada indicativa del grado o extensión de dicha activación, siendo los medios electrónicos de control capaces de responder a estas señales en el sentido de producir unas señales de control de salida para determinar la velocidad de rotación del motor y la relación de entrada/salida de los medios de convertidor de par, y también para determinar la interconexión entre el motor, el volante de inercia y el árbol de transmisión del vehículo.

15
19ª.- La disposición de propulsión de la reivindicación 18ª, que incluye un transductor adicional para producir una señal de velocidad representativa de la velocidad de rotación del árbol de entrada a los medios de convertidor de par.

20
20ª.- La disposición de propulsión de la reivindicación 18ª o la 19ª, en lo que depende de la reivindicación 11ª, que incluye un transductor de presión para derivar una señal de control adicional de entrada indicativa de la presión de fluido que está fijando o ajustando la relación de entrada/salida del mecanismo de Perbury.

25
21ª.- La disposición de propulsión de una

cualquiera de las reivindicaciones 18ª a 20ª, en la que dichos sensores capaces de responder a la activación de los órganos de control de propulsión y deceleración del vehículo son unos transductores de presión.

5 22ª.- La disposición de propulsión de una cualquiera de las reivindicaciones 18ª a 20ª, en la que dichos sensores capaces de responder a la activación de los órganos de control de propulsión y deceleración del vehículo son unos potenciómetros.

10 23ª.- La disposición de propulsión de una cualquiera de las reivindicaciones 18ª a 22ª, en la que, por lo que concierne al sensor capaz de responder a la activación del órgano de control de la deceleración del vehículo, la señal de control de entrada que viene de
15 este sensor o detector está dispuesta de modo que varía de un valor mínimo a un valor máximo en toda una extensión inicial limitada de activación de ese órgano de control, siendo los medios electrónicos de control capaces de respon-
20 der a la señal de control en el sentido de producir un frenado regenerativo, y dando por resultado la activación adicional de dicho órgano de control, un frenado de tipo usual del vehículo.

25 24ª.- La disposición de propulsión de una cualquiera de las reivindicaciones 18ª a 23ª, en la que dichas señales de control de entrada son representativas de la

potencia mandada en el árbol de transmisión del vehículo, expresada en función de par positivo y par negativo, respectivamente.

5 25ª.- La disposición de propulsión de la reivindicación 24ª, en la que la señal de control de entrada que viene del sensor capaz de responder a la activación del órgano de control de la propulsión del vehículo representa una orden de mando para un pequeño par negativo en el árbol de transmisión del vehículo, por encima de una
10 determinada velocidad del vehículo, cuando este órgano de control está sin activar.

15 26ª.- La disposición de propulsión de la reivindicación 24ª o la 25ª, en la que el par positivo mandado está normalizado a la potencia máxima nominal del motor en todos los modos, por encima de una determinada velocidad del vehículo.

20 27ª.- La disposición de propulsión de la reivindicación 26ª, en la que el máximo par positivo que puede ser mandado se halla limitado a un múltiplo especificado del par máximo admisible en el motor.

25 28ª.- La disposición de propulsión de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que el volante de inercia se considera descargado, a una velocidad "objetivo" de valor bajo.

29ª.- La disposición de propulsión de la rei-

vindicación 28ª, en la que dicha velocidad "objetivo" de valor bajo del volante aumenta en función de la velocidad del árbol de propulsión o accionamiento del vehículo, a partir de un valor nocional fijo, por encima de una velocidad especificada del árbol de transmisión del vehículo, y/o aumenta a partir de dicho valor nocional fijo en función del par mandado en el árbol de transmisión o accionamiento del vehículo.

5

30ª.- La disposición de propulsión de la reivindicación 28ª, o la 29ª, en lo que dependa de la reivindicación 26ª, o de la 27ª, en la que el par positivo mandado está normalizado a la potencia máxima nominal del motor, reforzada o multiplicada por un factor que aumenta al aumentar la velocidad del volante de inercia por encima de dicha velocidad "objetivo" de valor bajo.

10

15

31ª.- La disposición de propulsión de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que los medios electrónicos de control son capaces de responder: (i) cuando el volante está completamente descargado en el modo de "sólo volante", produciendo un cambio al modo de "volante más motor"; (ii) cuando el volante esté completamente descargado en el modo de "volante más motor", produciendo un cambio al modo de "sólo motor", sujeto a la siguiente condición (iii); (iii) permitiendo el cambio al modo de "solo motor" originado por la condición (ii),

20

25

solamente si no se dispone de suficiente potencia de motor
para recargar o volver a cargar el volante de inercia,
en el modo de "volante más motor"; (iv) cuando el volante
está completamente cargado en el modo de "volante más
5 motor", produciendo un cambio al modo de "sólo volante";
(v) cuando el volante se cargue con exceso en el modo de
"sólo volante", produciendo un cambio al modo de "volan-
te más motor";, (vi) cuando el volante se cargue con ex-
ceso en el modo de "volante más motor", manteniendo ese
10 modo; (vii) cuando la velocidad del volante de inercia
en el modo de "sólo motor" sea demasiado baja para que
el volante se vuelva a acoplar o conectar sincrónicamente,
teniendo en cuenta el mínimo aceptable de velocidad del
motor, manteniendo el modo de "sólo motor"; (viii) cuan-
15 do la velocidad del volante de inercia en el modo de "só-
lo motor" sea demasiado baja para que el volante se vuel-
va a acoplar o conectar sincrónicamente, teniendo en cuen-
ta la velocidad reinante del árbol de transmisión del
vehículo, manteniendo el modo de "sólo motor"; y (ix)
20 cuando en el modo de "sólo motor" se disponga de poten-
cia de motor para recargar el volante de inercia, pro-
duciendo un cambio al modo de "volante más motor".

32ª.- La disposición de propulsión de la rei-
vindicación 31ª, en la que los medios electrónicos de
25 control son capaces de responder satisfaciendo y reali-

zando indirectamente las condiciones (vii), (viii) y (ix) especificadas en la reivindicación 31ª mediante el recurso de controlar adecuadamente la velocidad del motor en el modo de "sólo motor" y al mismo tiempo producir solamente el cambio al modo de "volante más motor" cuando se sincronizan las velocidades del motor y del volante, controlándose la velocidad del motor de tal manera que esté siempre por encima del mínimo aceptable de velocidad del motor de la condición (vii) para que esta condición se imponga efectivamente, en unión de la condición (viii), porque el motor está ya conectado al árbol de transmisión o accionamiento del vehículo, en tanto que la condición (ix) se impone usando para ello una velocidad de motor suficientemente alta para un valor dado de potencia requerida para la propulsión, de manera que el par del motor en el modo de "sólo motor" sea menor que el par máximo exigido del motor en el modo de "volante más motor".

33ª.- La disposición de propulsión de una cualquiera de las reivindicaciones 31ª o 32ª, en la que los medios electrónicos de control son además capaces de responder: (x) produciendo un cambio desde el modo de "sólo volante" al modo de "motor más volante" cuando el par existente en la entrada de los medios de convertidor de par exceda de un valor especificado; (xi) produciendo un cambio desde el modo de "volante más motor" al modo de

"sólo volante" antes de que el volante esté completamente
cargado, si no se está pidiendo potencia alguna a la dis-
posición de propulsión; (xii) impidiendo el cambio del
modo de "volante más motor" al modo de "sólo volante"
5 originado por la condición (vi) cuando la potencia que
se esté pidiendo a la disposición de propulsión esté por
encima de un valor especificado; (xiii) cuando en el modo
de "volante más motor" el volante esté completamente car-
gado, y la potencia que se esté pidiendo a la disposición
10 no esté por encima del valor especificado de la condición
(xii), produciendo un cambio al modo de "sólo motor" o
al modo de "sólo volante" según la velocidad del vehículo
esté, respectivamente, por encima o por debajo de un va-
lor especificado; (xiv) previniendo el cambio desde el
15 modo de "sólo motor" al modo de "volante más motor" ori-
ginado por la condición (ix) o su equivalente, a menos
que el volante esté completamente descargado; (xv) im-
pidiendo que la condición (xiv) mantenga el modo de "sólo
motor" cuando el volante no esté completamente descargado,
20 y produciendo por el contrario el cambio al modo de "vo-
lante más motor" cuando no se esté pidiendo potencia de
la disposición de propulsión; (xvi) impidiendo que la
condición (xiv) mantenga el modo de "sólo motor", en lo
permitido por lo demás por la condición (xv), cuando el
25 volante no esté completamente descargado, y produciendo

5 por el contrario el cambio al modo de "volante más motor" cuando la velocidad del vehículo esté por debajo de un valor especificado; y (xvii) cuando, por lo demás, la condición (ix) o su equivalente mantenga el modo de "sólo motor", produciendo un cambio al modo de "volante más motor" cuando el volante esté ya lo bastante cargado para contribuir a la demanda de potencia.

10 34^a.- La disposición de propulsión de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que los medios electrónicos de control regulan la transmisión de potencia, dentro de la disposición, de distinta manera para cada uno de los programas de control de una pluralidad de éstos individualmente seleccionables, siendo los medios electrónicos de control capaces de responder de
15 distinta manera para cada programa de control.

20 35^a.- La disposición de propulsión de la reivindicación 34^a, en la que, para un primer programa de control, los medios de circuito de control son capaces de responder realizando una estrategia de control según lo expuesto en las condiciones (i) a (xvii) de las reivindicaciones 31^a y 33^a.

25 36^a.- La disposición de propulsión de la reivindicación 35^a, en la que, para un segundo programa de control, los medios de circuito de control son capaces de responder efectuando una estrategia de control en la

7
5
10
cual: (a) se realiza la siguiente condición (xviii), a saber: cuando se esté demandando potencia en el modo de "sólo volante", producir un cambio al modo de "volante más motor"; (b) se modifica la condición (xiii) en el sentido de que haya siempre un cambio del modo de "volante más motor" al modo de "sólo motor", independientemente de la velocidad del vehículo, cuando la potencia que se esté pidiendo a la disposición de propulsión no esté por encima del valor especificado de la condición (xii); y (c) se elimina la condición (xvi).

15
20
37ª.- La disposición de propulsión de la reivindicación 35ª o la 36ª, en la que para un tercer programa de control los medios de circuito son capaces de responder efectuando una estrategia de control en la cual: (d) se inhibe el funcionamiento en el modo de "sólo volante"; (e) se inhiben las condiciones (vi) y (xi), impidiendo el cambio del modo de "volante más motor" al modo de "sólo volante"; y (f) se inhibe la condición (xiv) de manera que, si es posible cargar el volante con arreglo a la condición (ix), hay un cambio del modo de "sólo motor" al modo de "volante más motor".

25
38ª.- La disposición de propulsión de la reivindicación 35ª, en la 36ª o la 37ª, en la que para un cuarto programa de control los medios de circuito de control son capaces de responder efectuando una estrategia

de control en la que: (g) la condición (xvii) se modifica en el sentido de permitir el cambio del modo de "sólo motor" al modo de "volante más motor" aun cuando el volante de inercia esté casi descargado, inhibiéndose la condición (ix) para impedir un cambio al modo de "volante más motor en cualesquiera otras circunstancias; (h) se inhibe la condición (v) para que haya siempre un cambio del modo de "volante más motor" al modo de "sólo motor" por efecto de la condición (iv); (i) se modifica la condición (xii) para inhibir el cambio del modo de "volante más motor" al modo de "sólo motor" por efecto de la condición (xiii); y (j) se modifique la condición (vi) en el sentido de forzar un cambio al modo de "sólo volante", sujeto a que no se satisfaga la condición (xii).

15 39ª.- La disposición de propulsión de una cualquiera de las reivindicaciones 34ª a 38ª, en la que las velocidades "objetivo" de valor alto para el volante son distintas, para diferentes programas de control.

20 40ª.- La disposición de propulsión de una cualquiera de las reivindicaciones 34ª a 38ª, en lo que depende de la reivindicación 30ª, en la cual el refuerzo o multiplicación de potencia al aumentar la velocidad del volante es diferente para distintos programas de control.

25 41ª.- La disposición de propulsión de la reivindicación 24ª, o de cualquiera de las reivindicaciones

7
que dependan de ella, en la que la componente del par mandado proporcionado por el volante viene determinada del modo expuesto en las ecuaciones (3) a (11) especificadas en la presente memoria.

5 42ª.- Una disposición de propulsión para un vehículo provisto de ruedas.

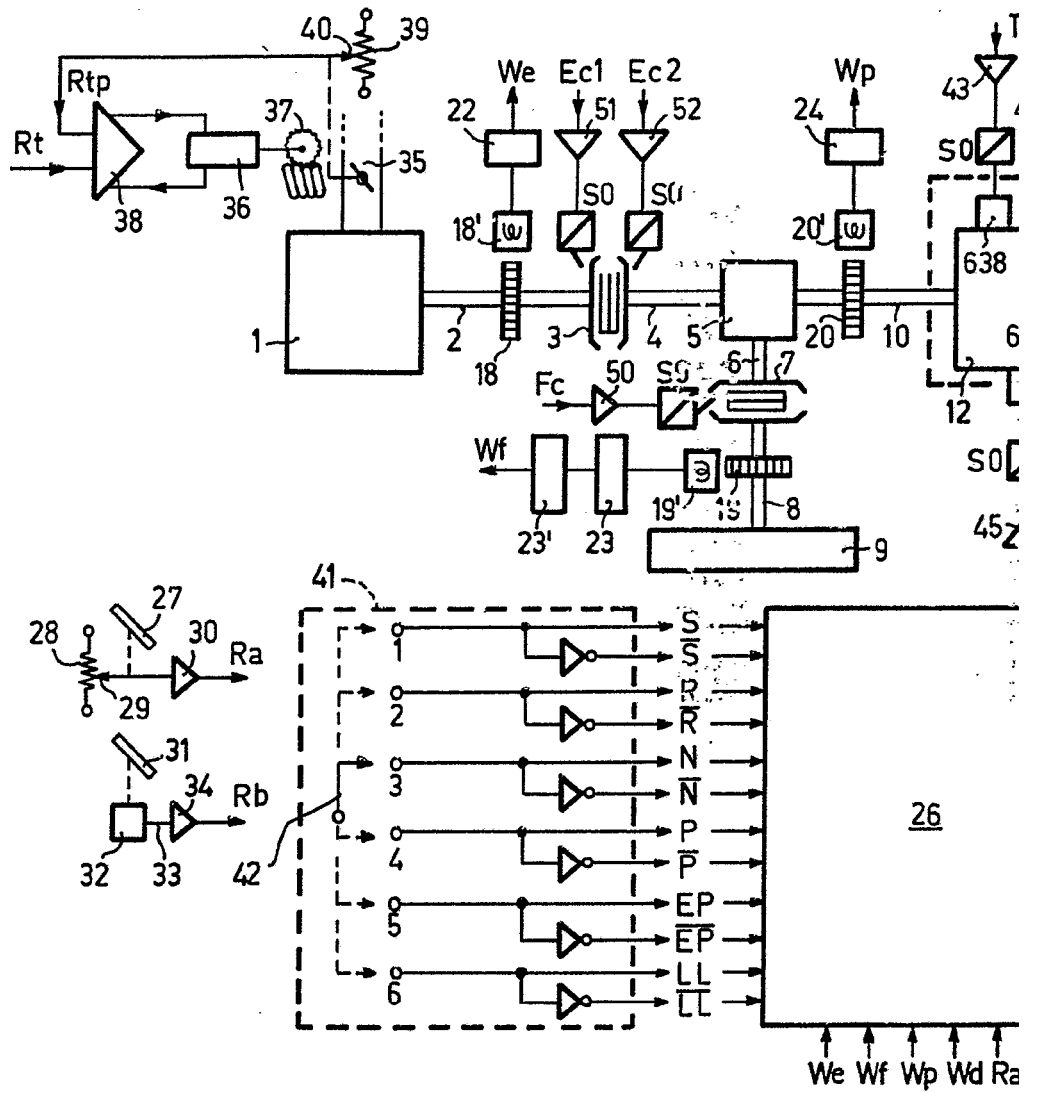
Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y con los fines que se han especificado.

10 Esta Memoria consta de ciento treinta y dos hojas escritas a máquina por una sola de sus caras.

Madrid, 21 Agosto 1975

P.A.

Alberio de ~~Alberio~~
Por Poderes



I-XXI-PHB 32433

26/0000

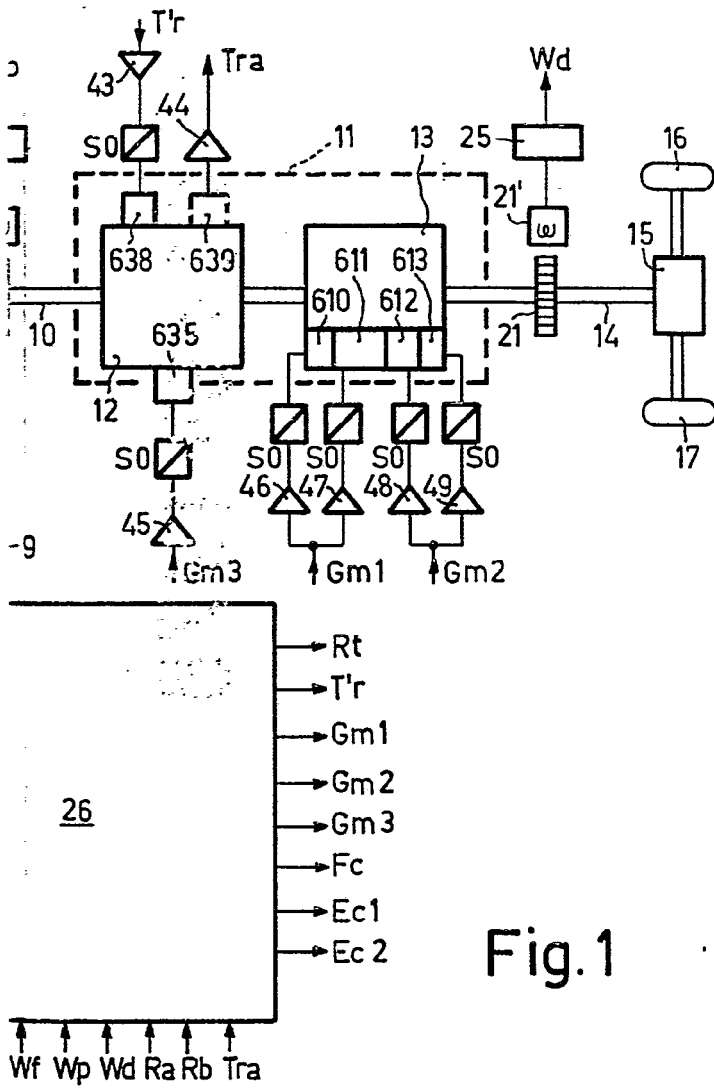


Fig.1

Alberto de E...
Por Poder...

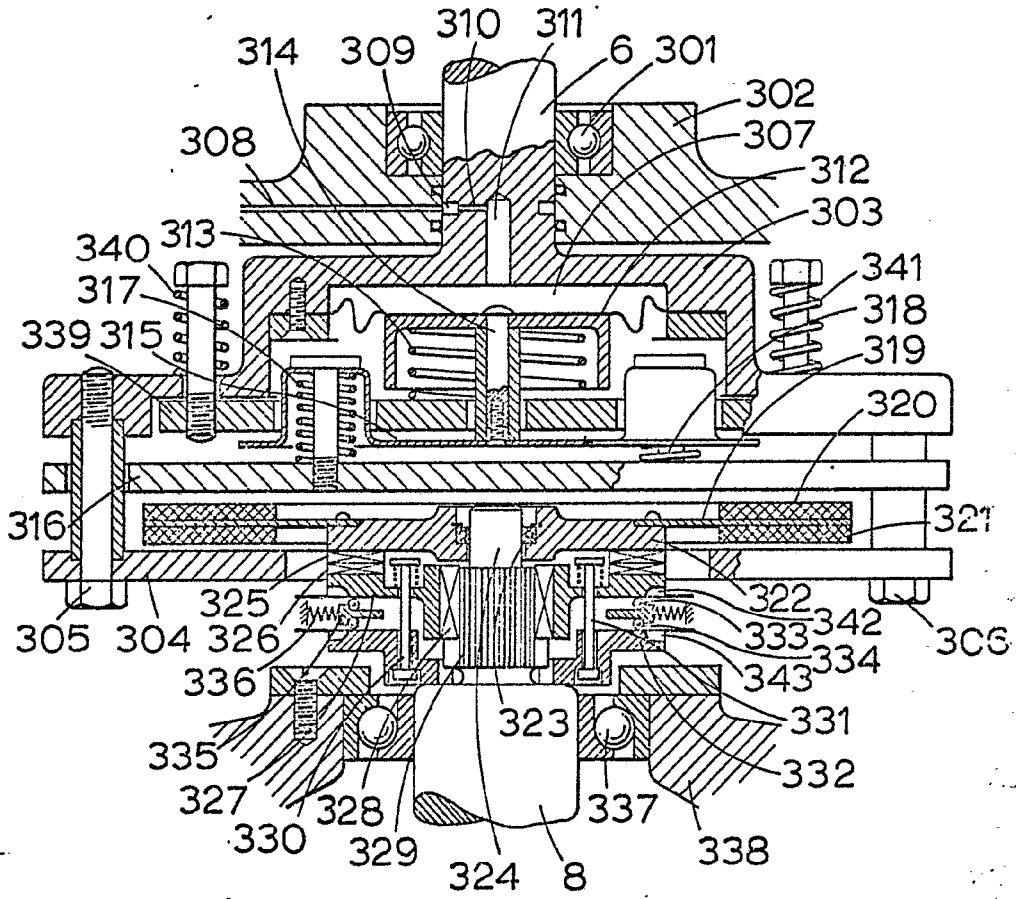


Fig. 3

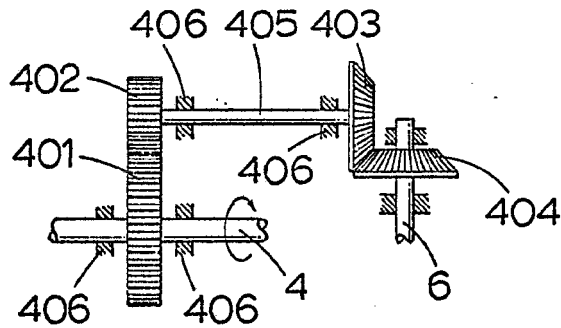


Fig. 4

Orla

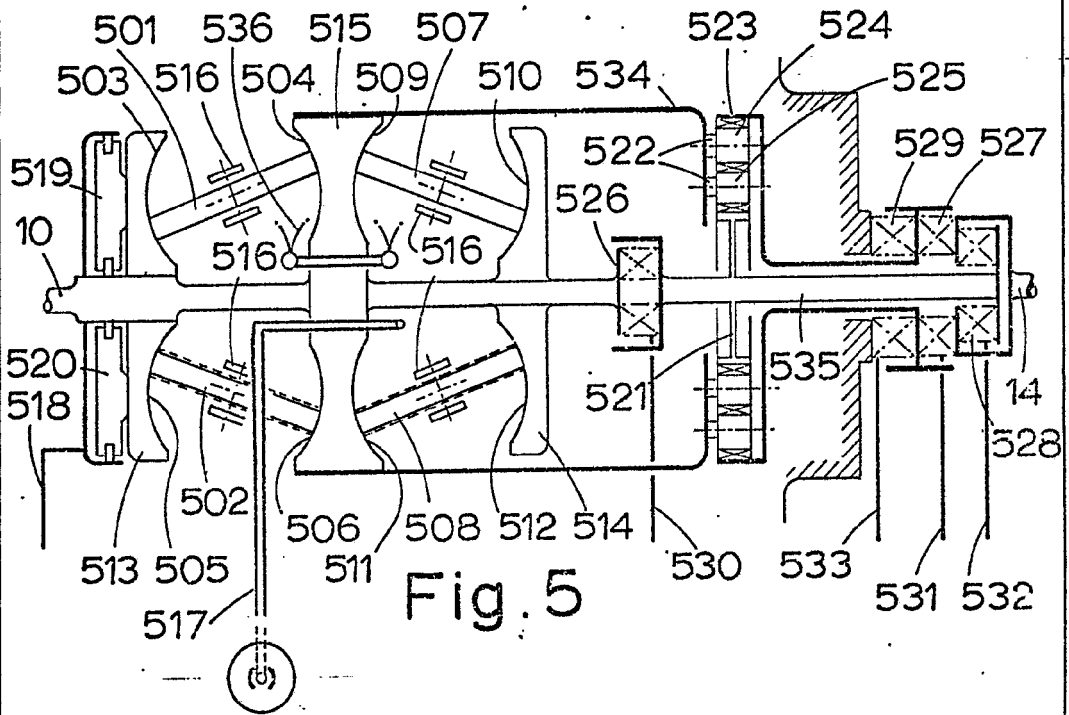


Fig. 5

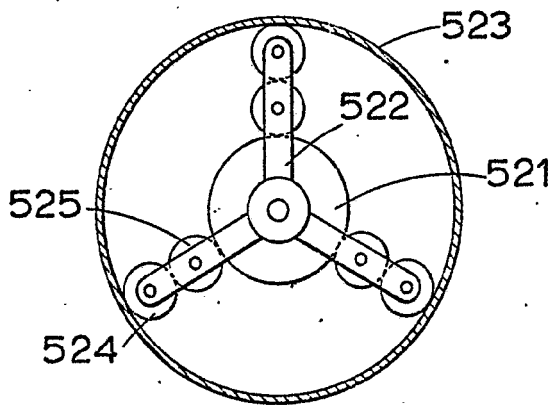


Fig. 5a

Albert de B...
For Patent

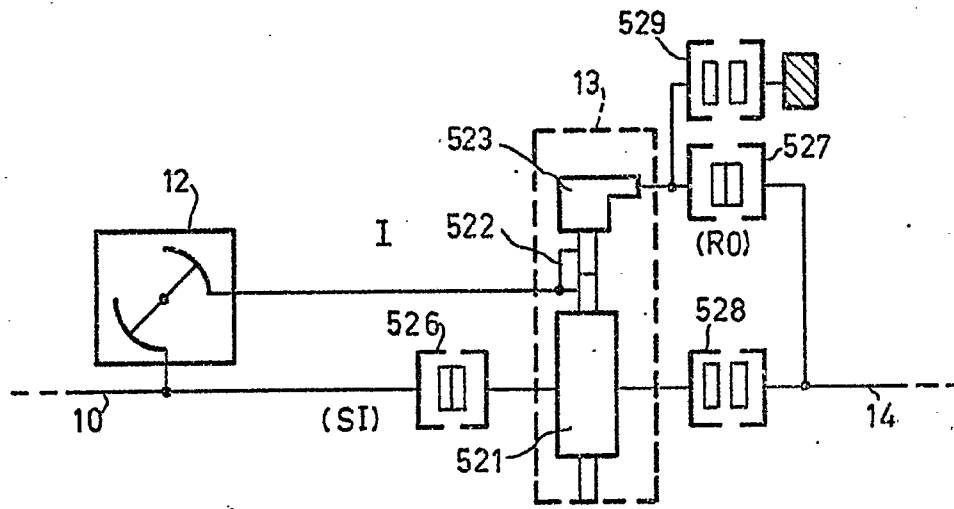


Fig. 5b

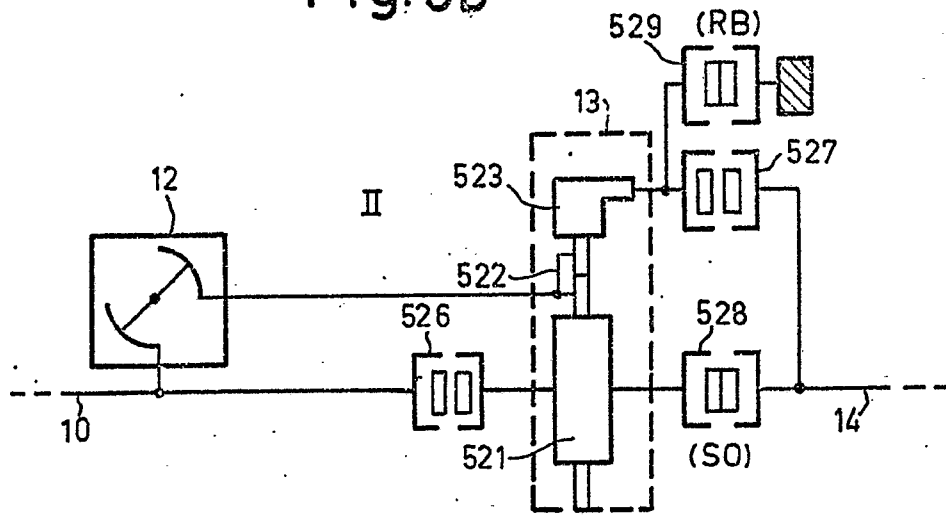


Fig. 5c

Albert
 For K...
[Handwritten signature]

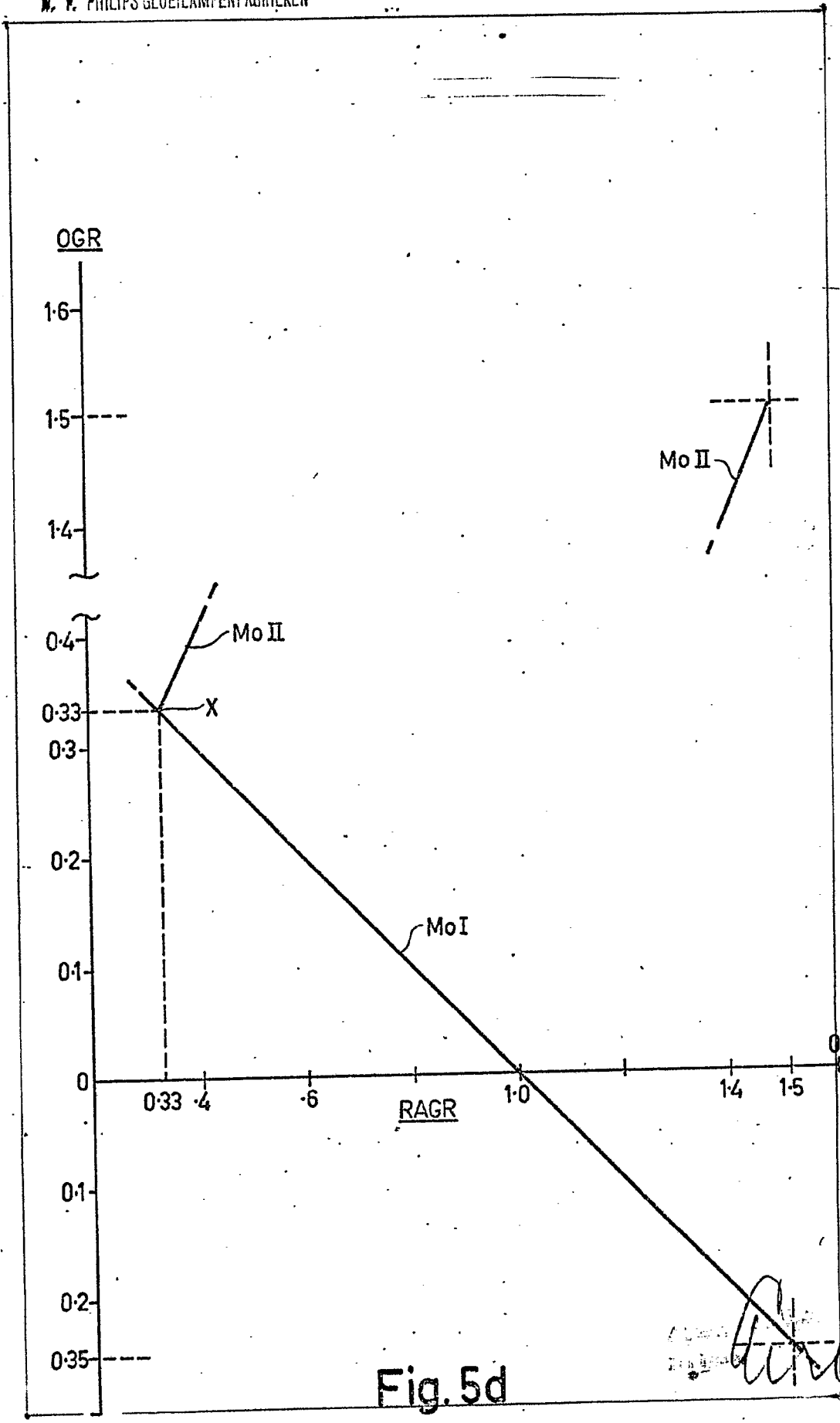


Fig. 5d

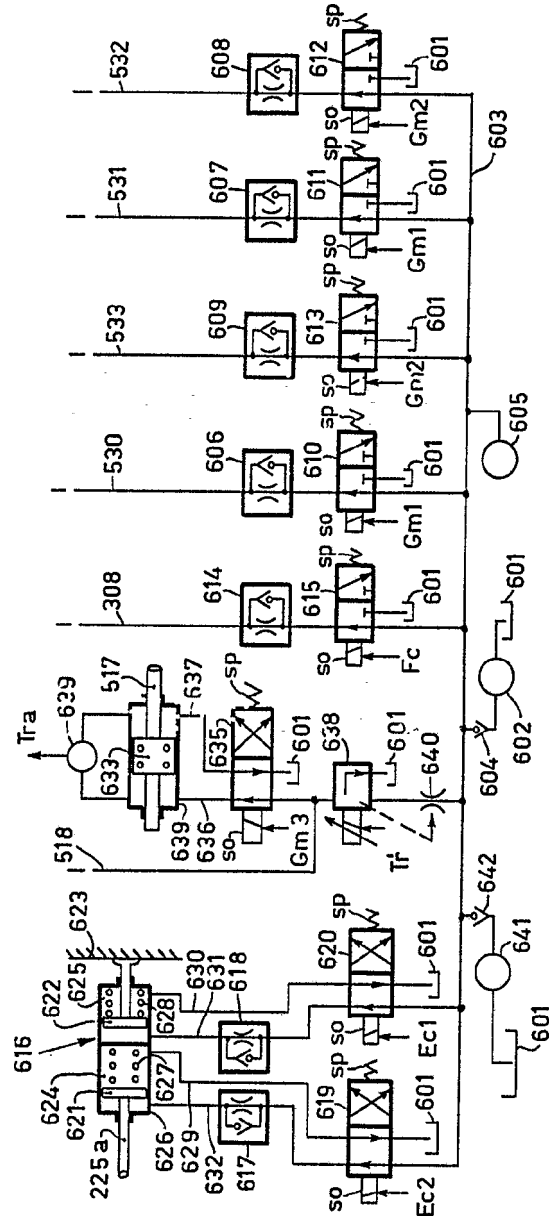


Fig. 6

Handwritten signature

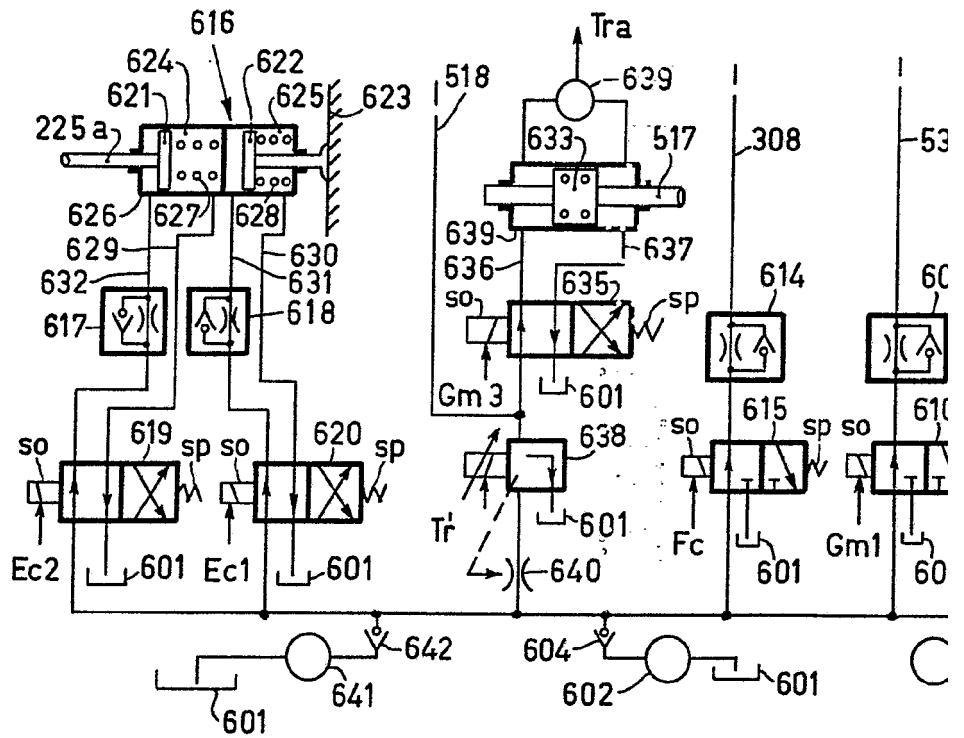
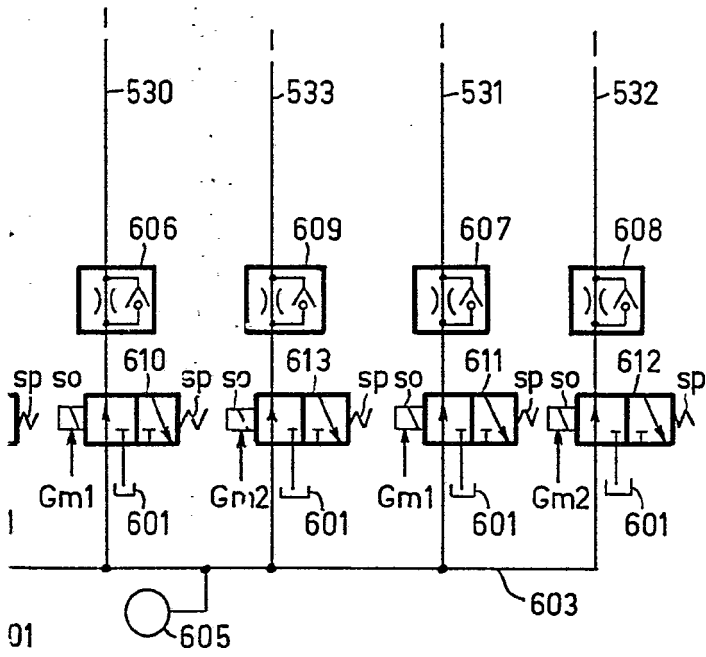


Fig. 6

7-XXI-PHB 32433



Alberto E. L. M. V. R. U.
1960

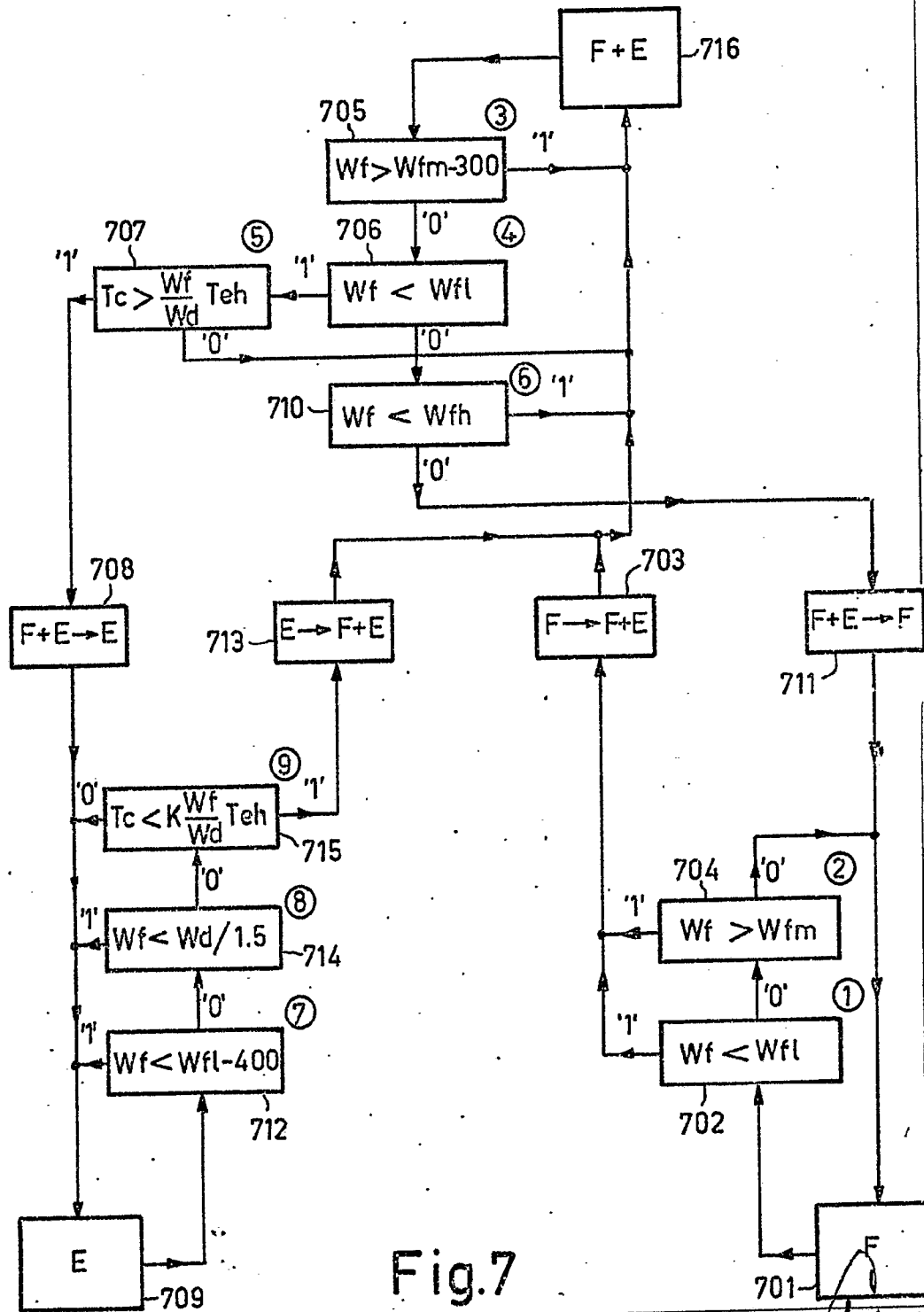


Fig. 7

ARBEIDSGOEDKEUR
Per Philips

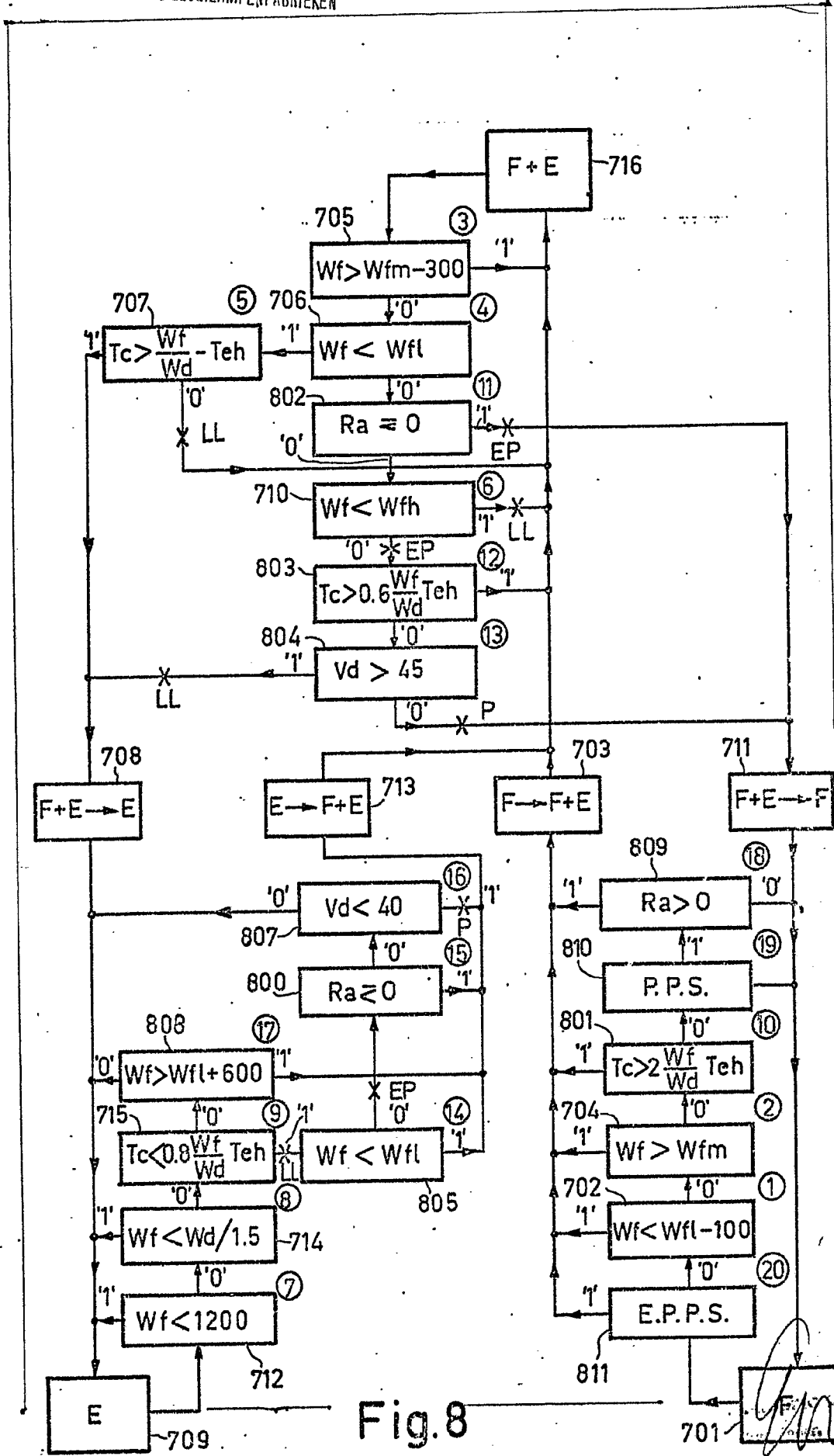


Fig. 8

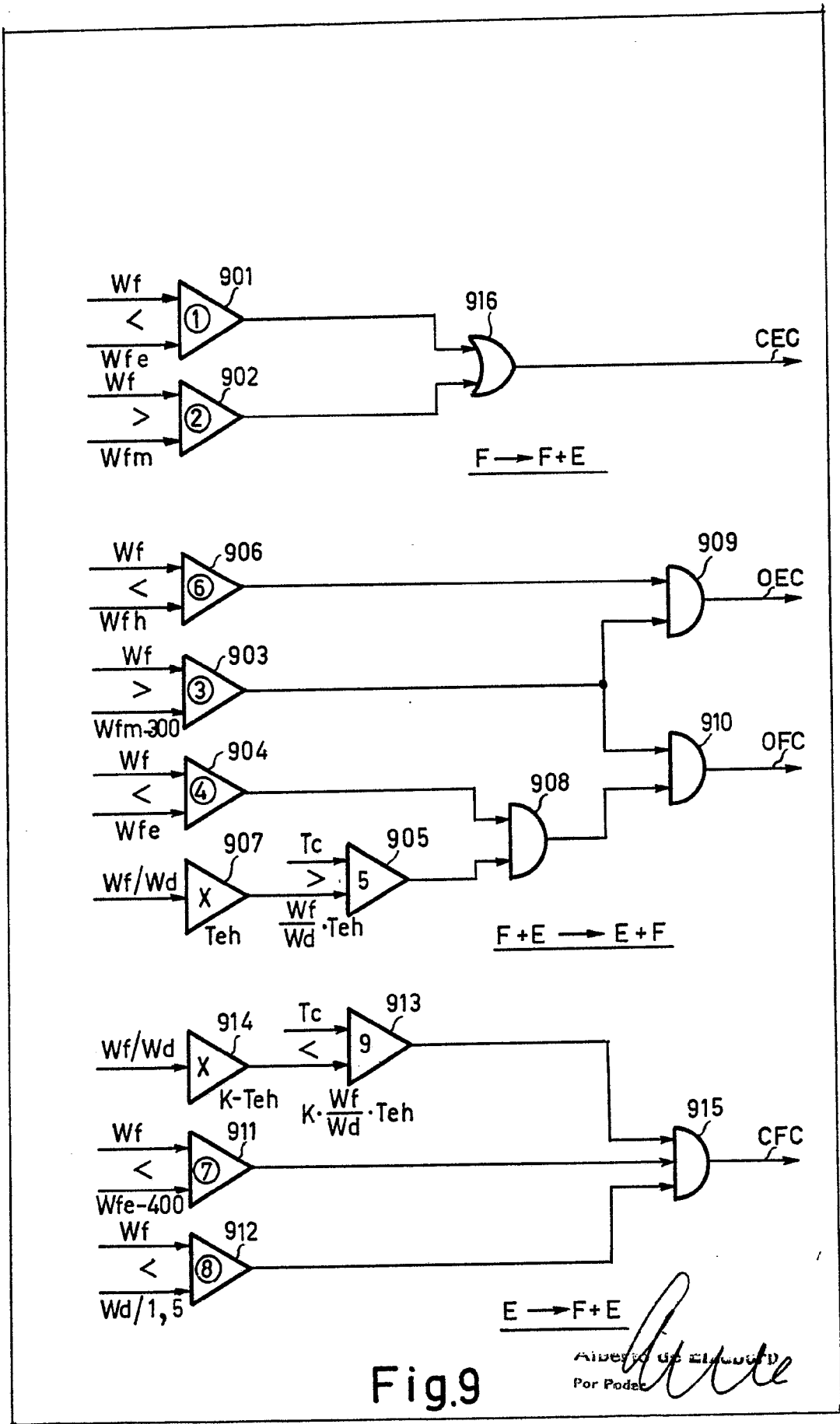


Fig.9

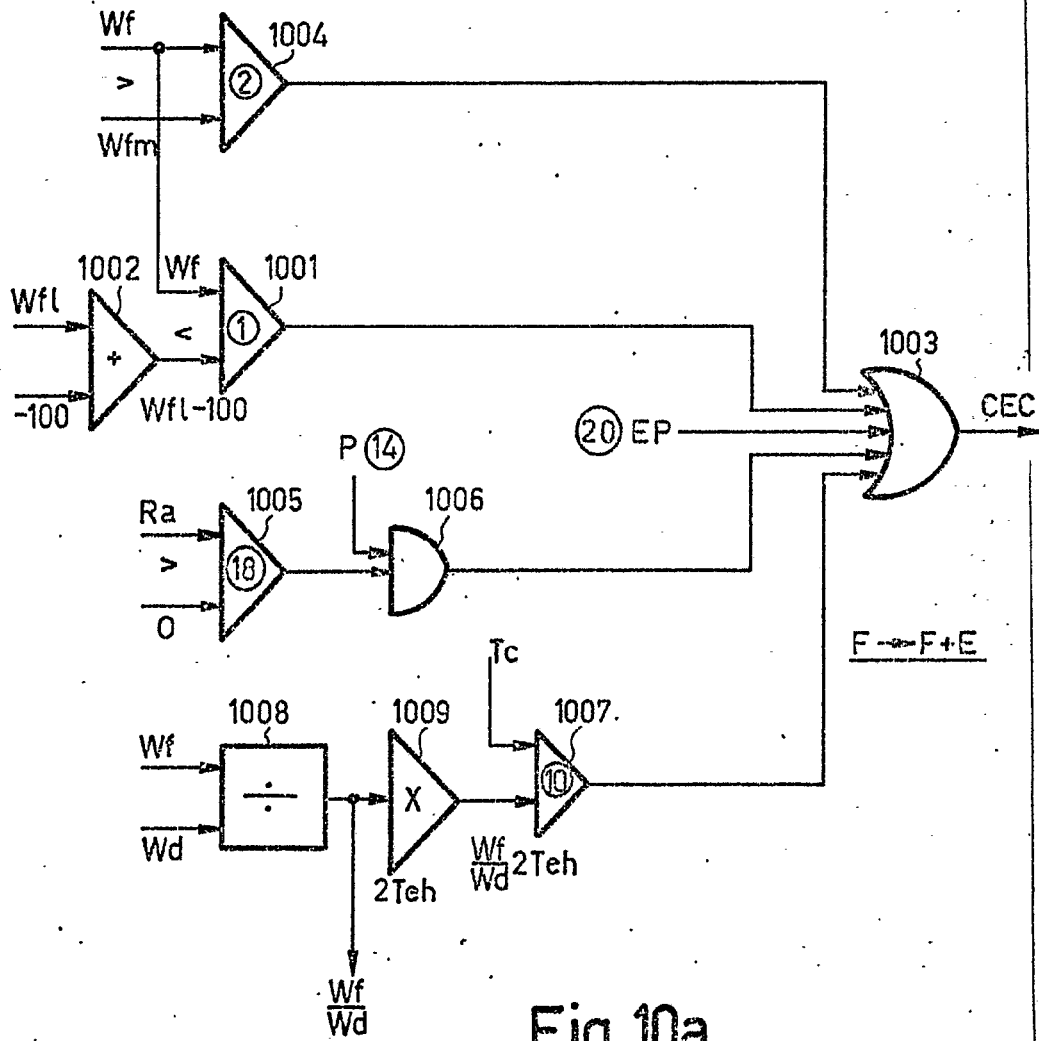


Fig. 10a

Alberto de ...
For Power

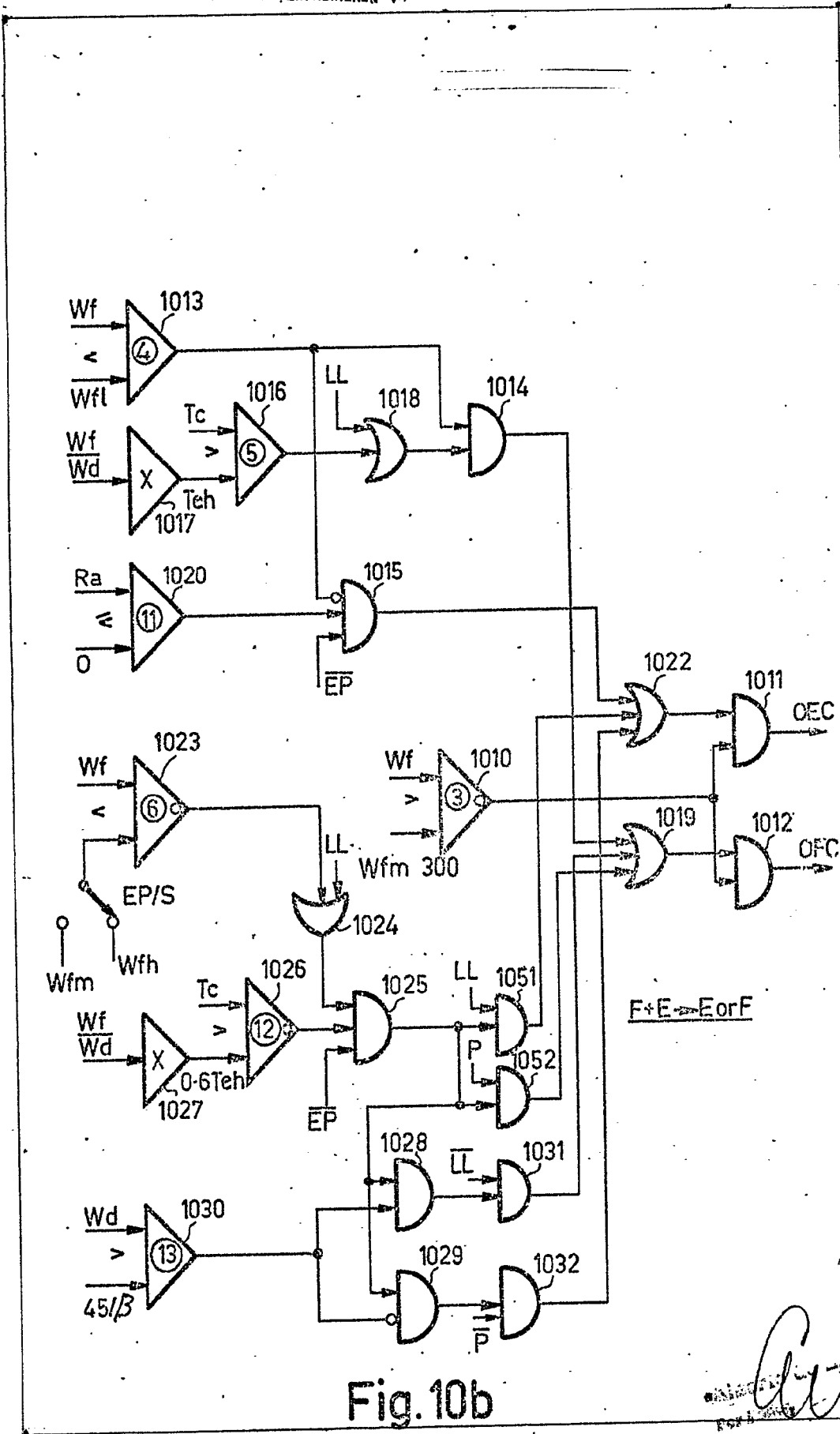


Fig. 10b

Arthur

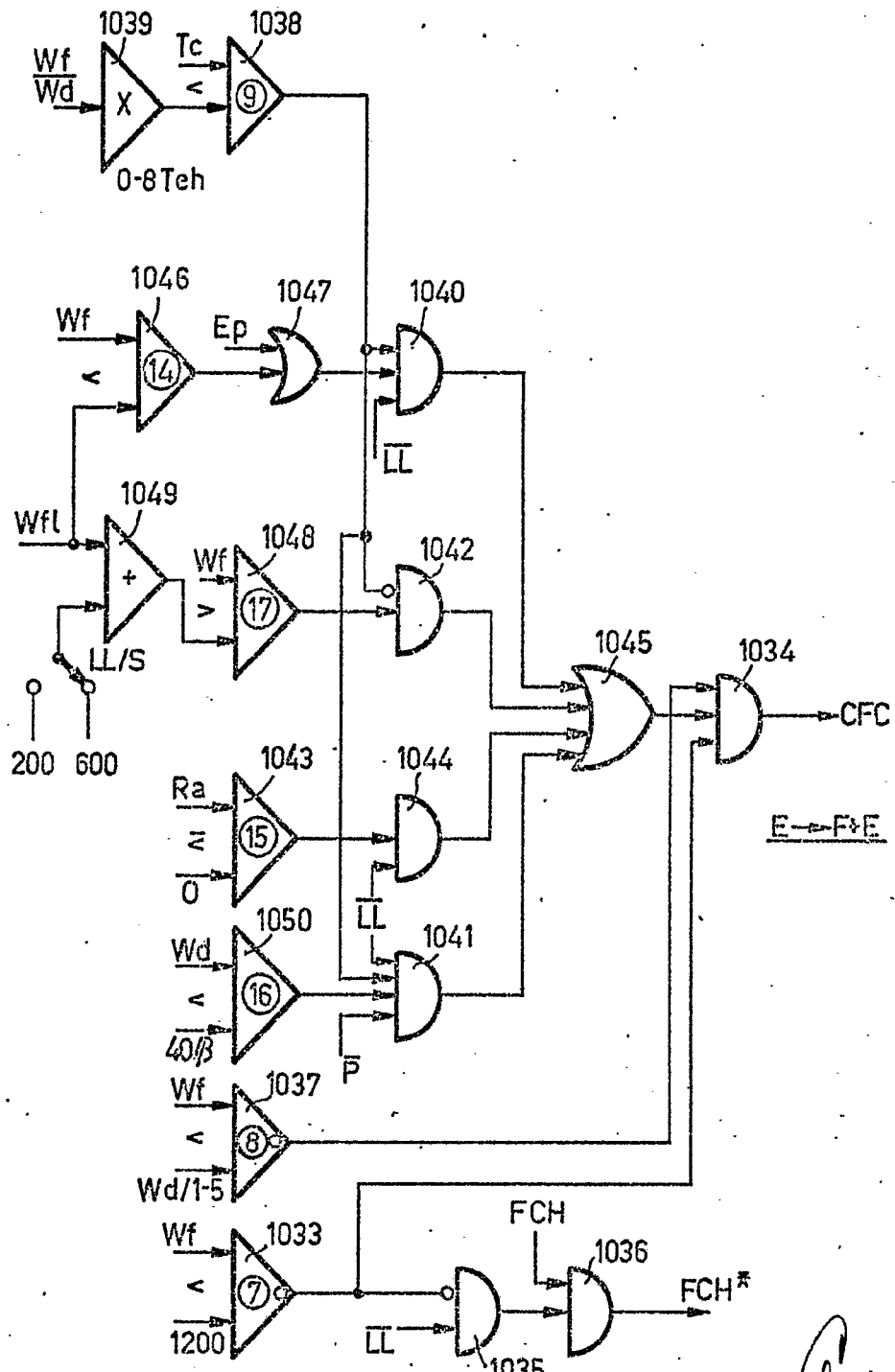


Fig. 10c

Arke

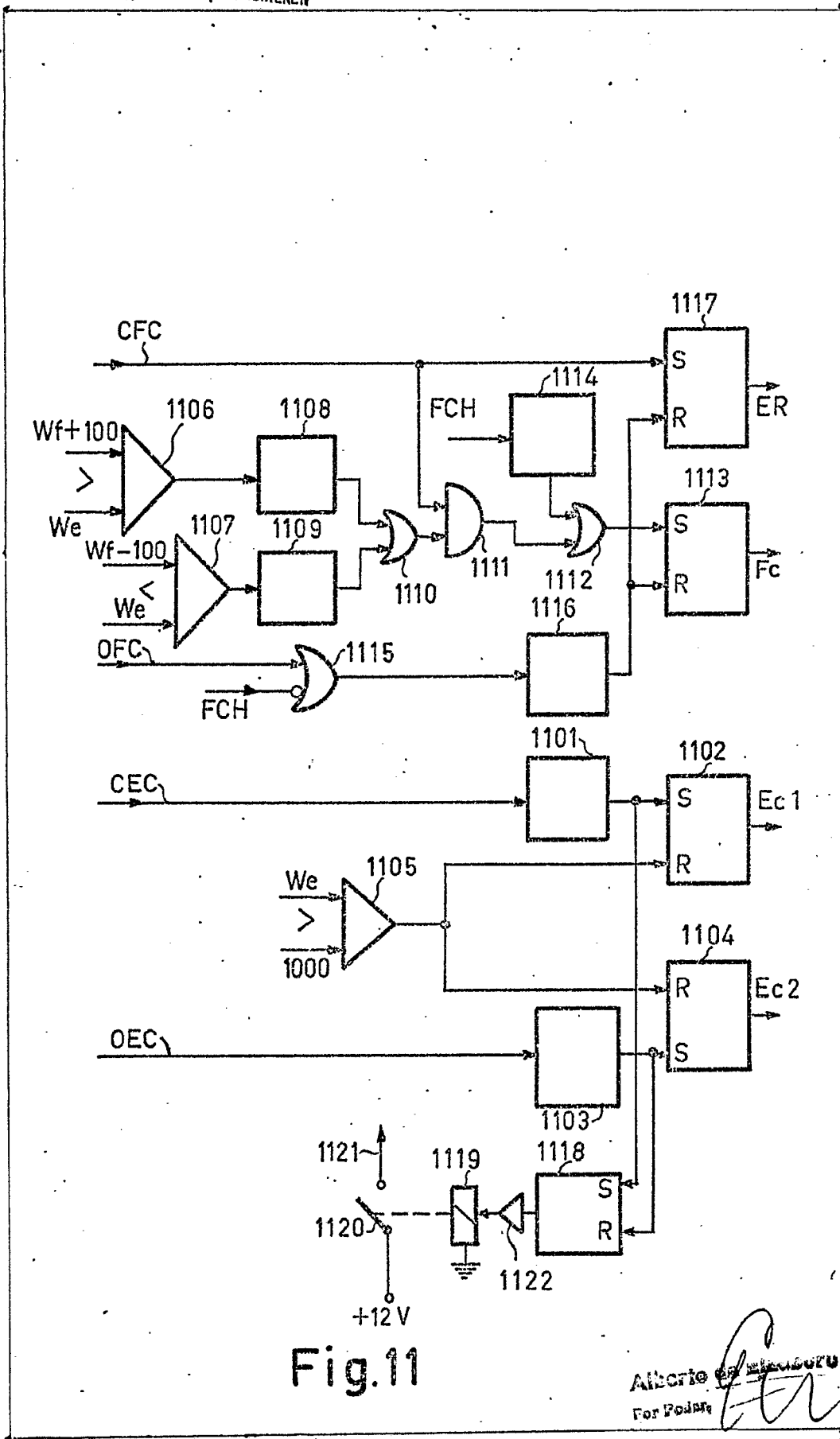
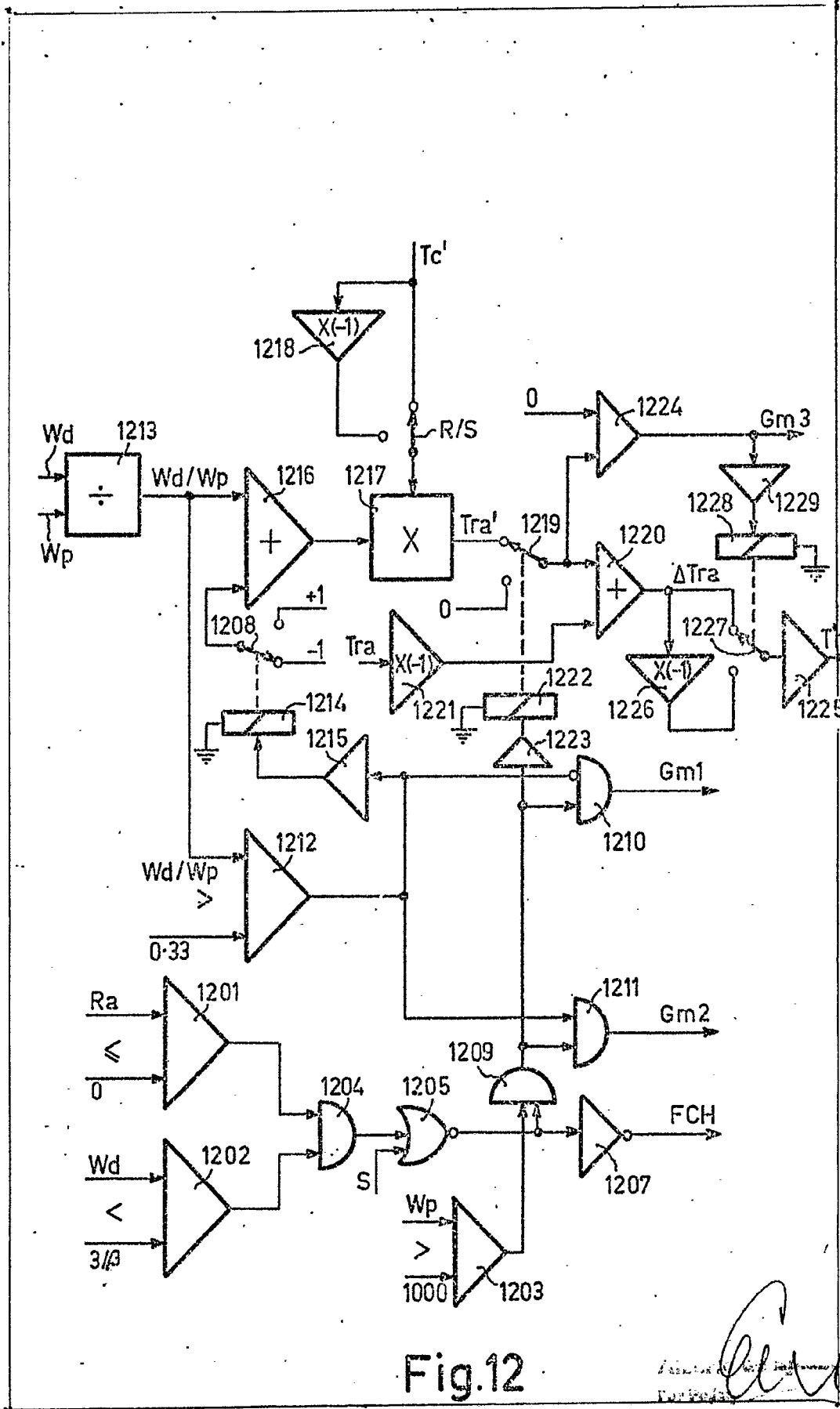


Fig.11

Alberto *[Signature]*
For Peden



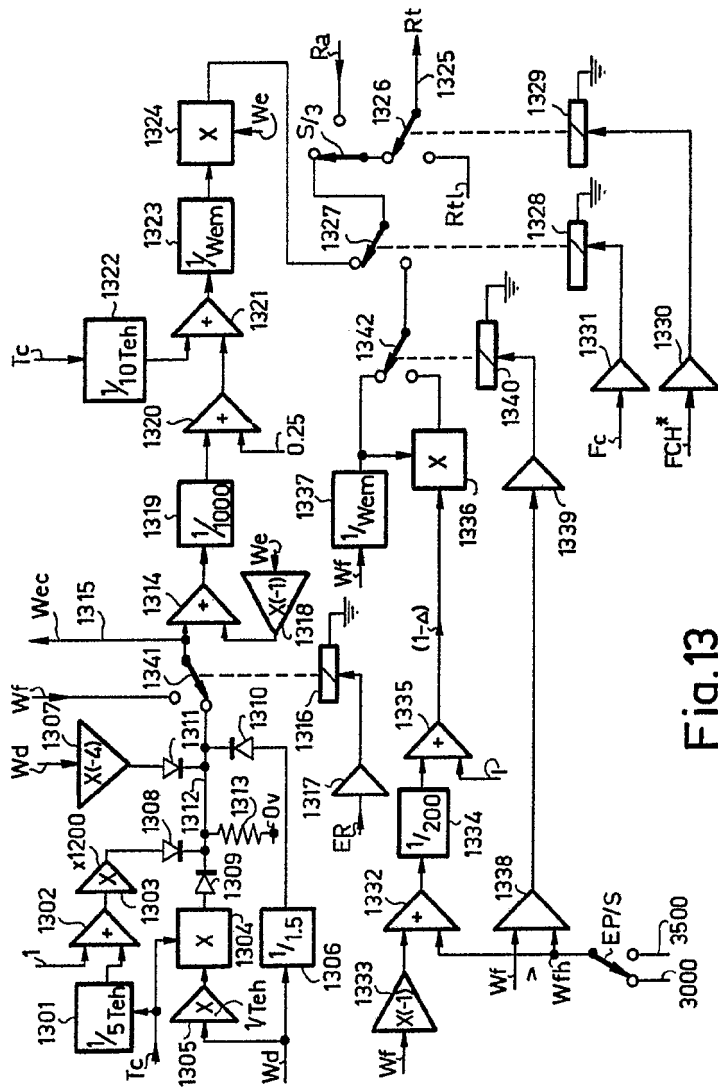
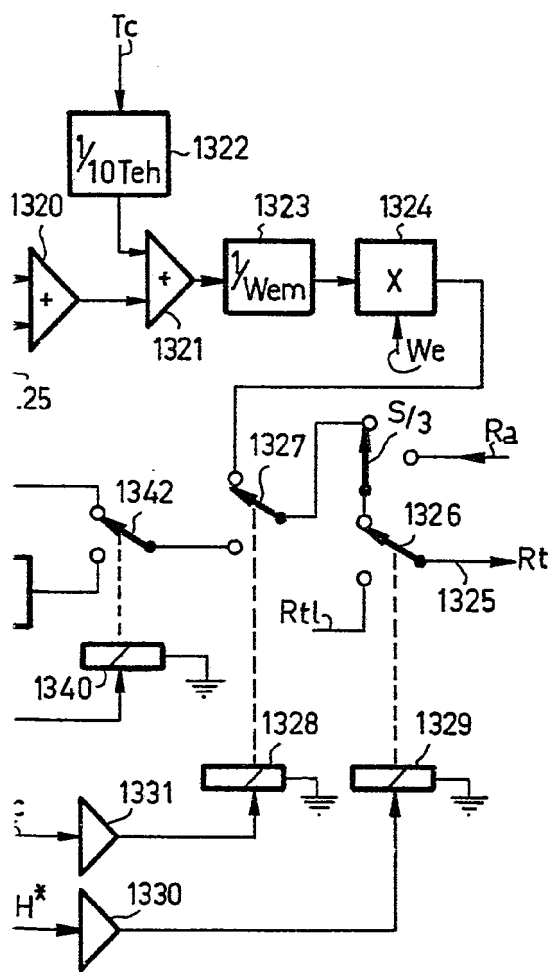


Fig.13

Alberto de Fiszduro
Per Podda



Alberto de Elizaburu
 Por Poder.

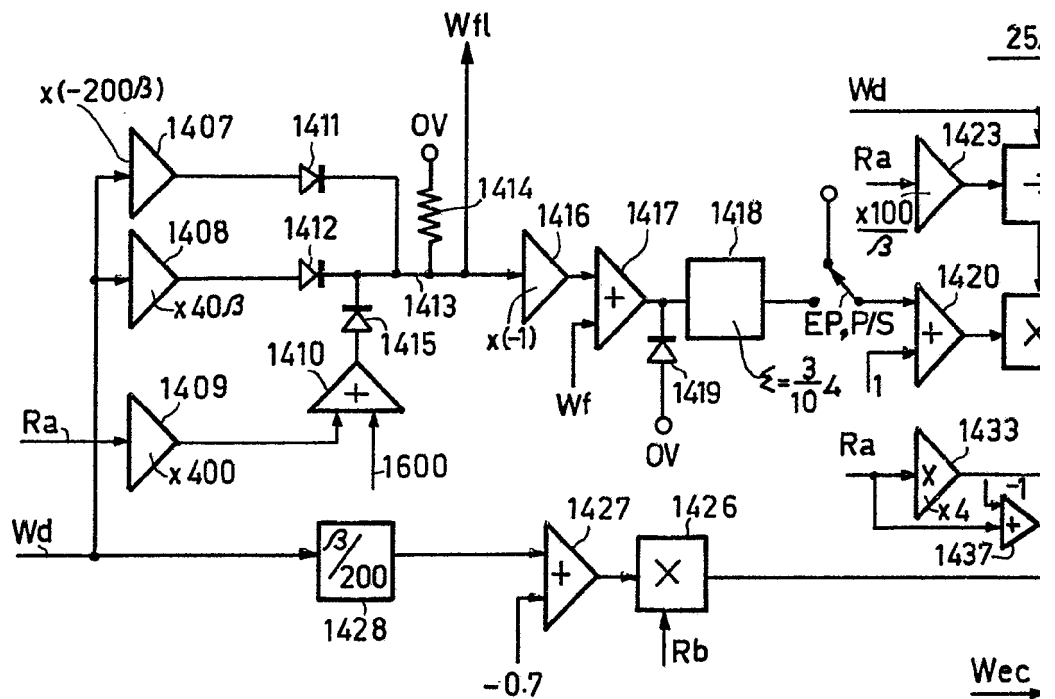
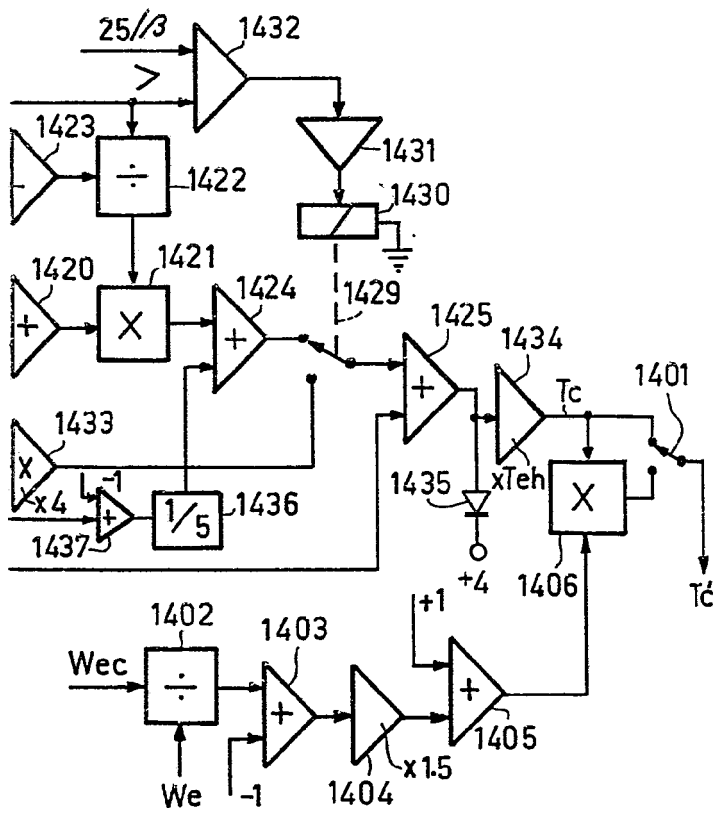


Fig.14

17-XXI- PHB32433



Alberto de ...
 Por Poder.

Alberto de ...

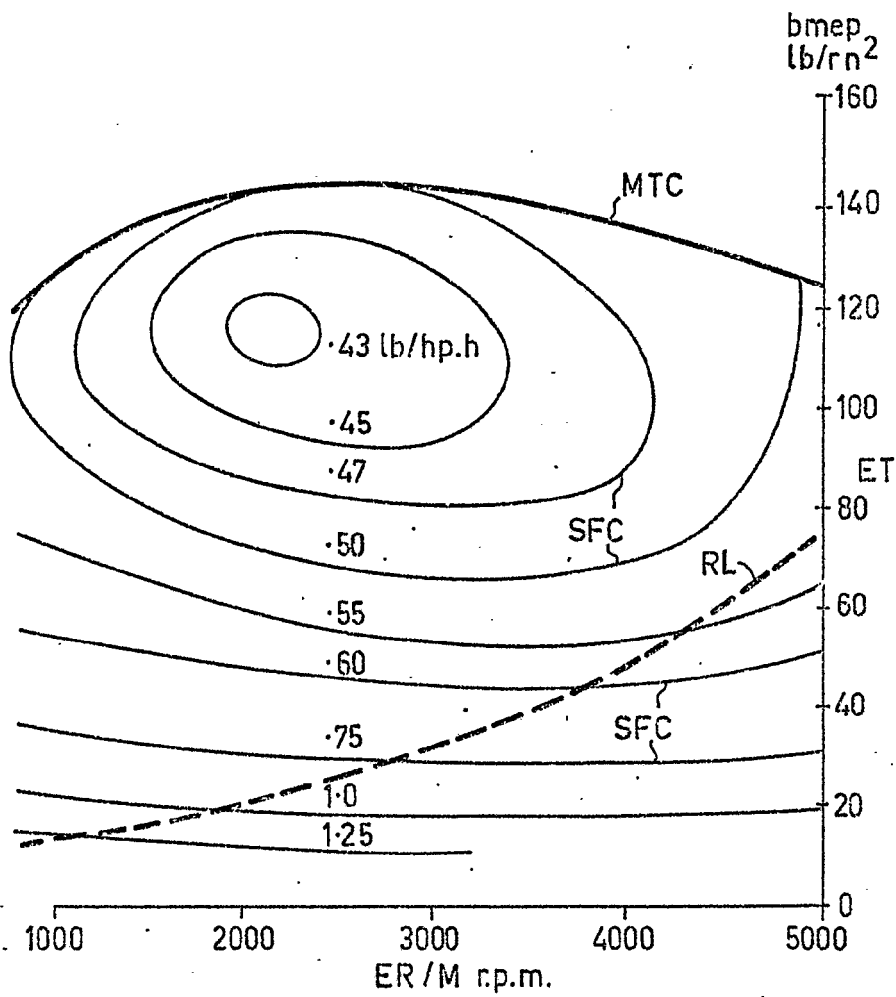


Fig.15

Alberto de L...
1914

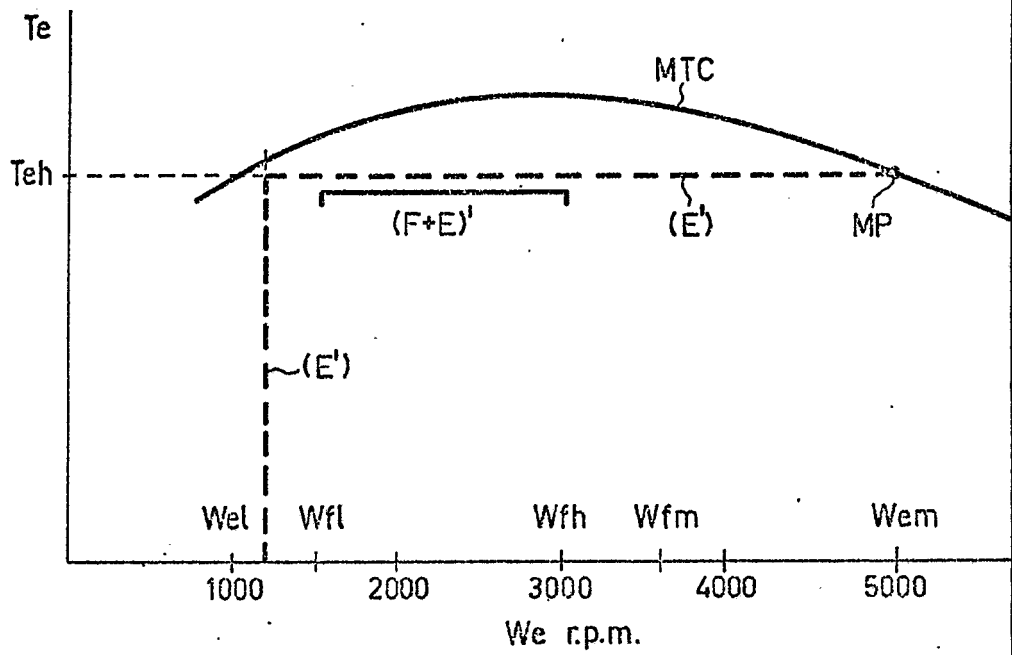


Fig.16

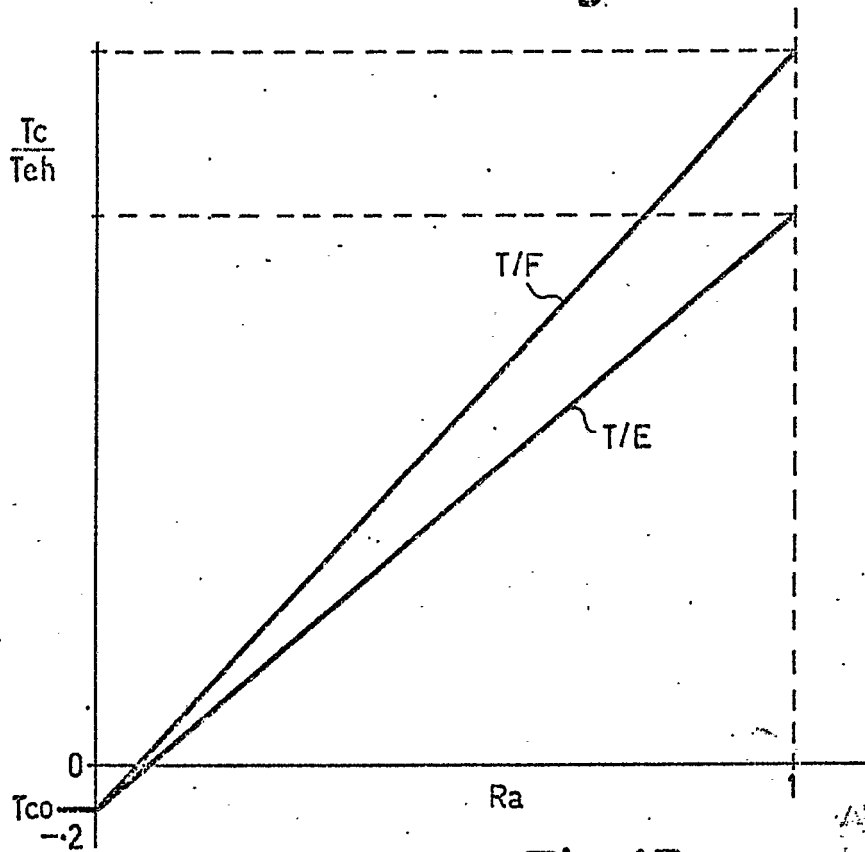


Fig.17

Handwritten signature
 Philips
 Gloeilampenfabriek

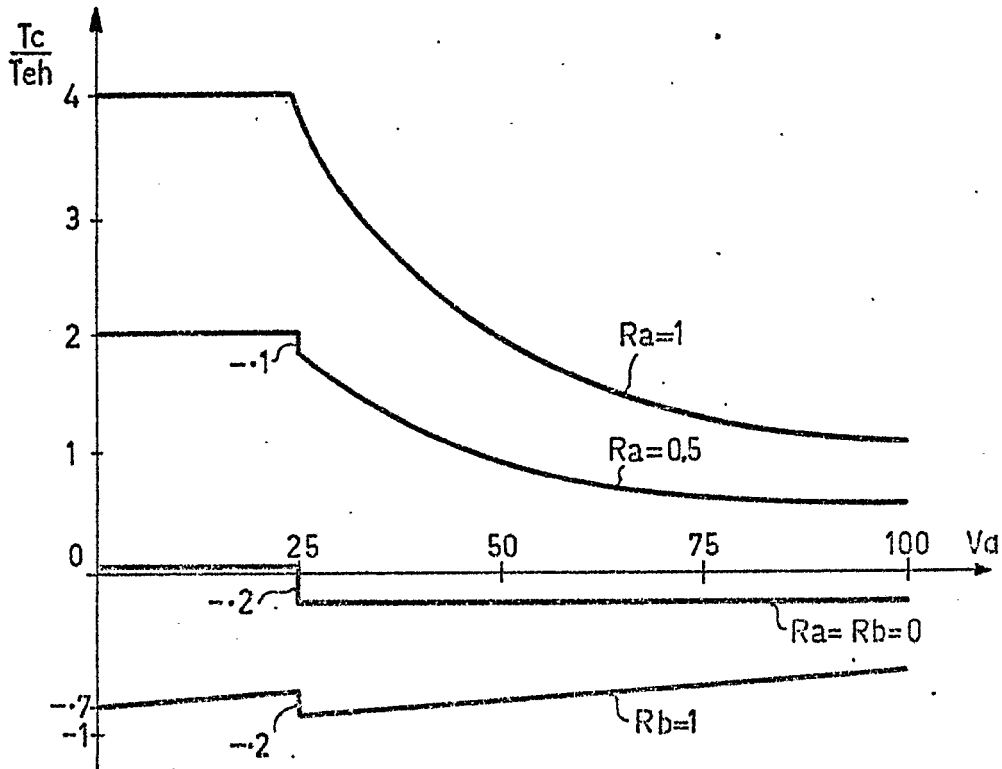


Fig.18

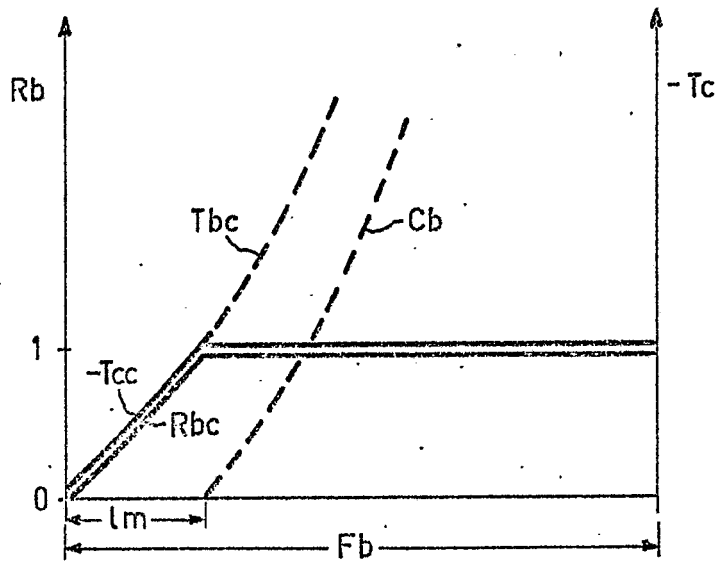


Fig.19

Artis

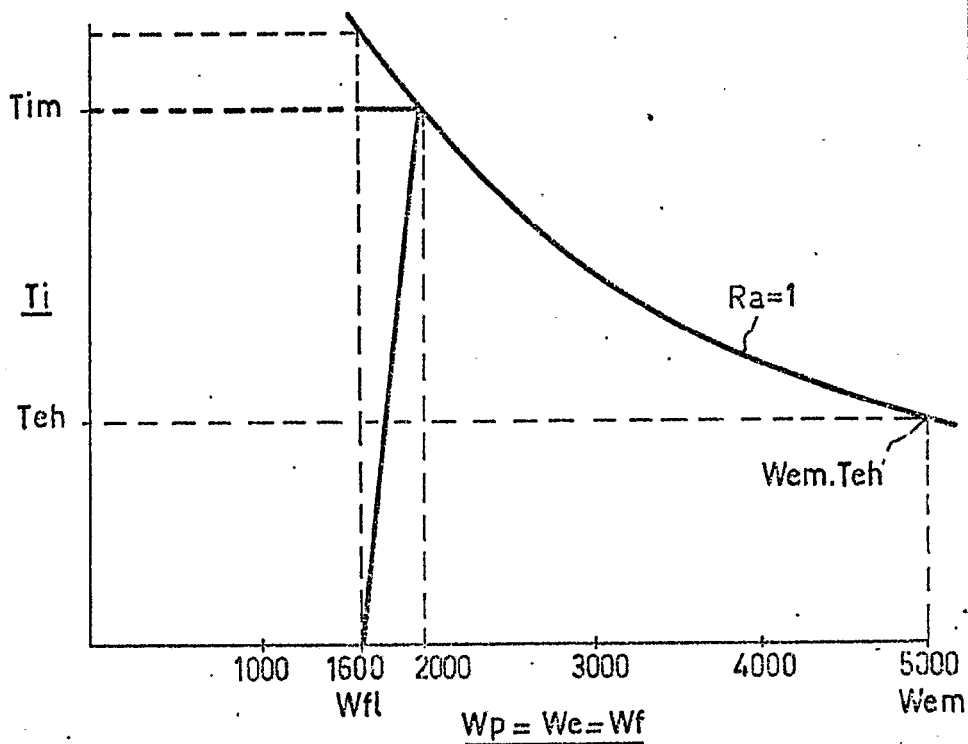


Fig.20

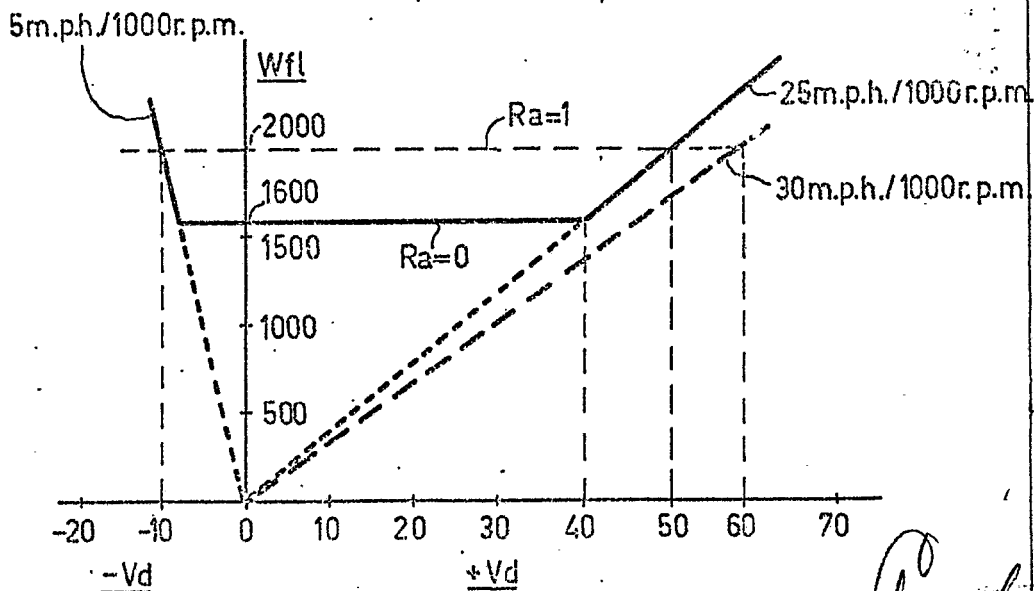


Fig.21

Antk