



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 301 771**

51 Int. Cl.:
F01L 9/04 (2006.01)
F02D 9/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **03300070 .4**
86 Fecha de presentación : **21.07.2003**
87 Número de publicación de la solicitud: **1384862**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **28.01.2004**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo de control de un motor de combustión interna.**

30 Prioridad: **26.07.2002 FR 02 09545**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.07.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.07.2008

73 Titular/es: **Peugeot Citroën Automobiles S.A.**
65-71, boulevard du Château
92200 Neuilly sur Seine, FR

72 Inventor/es: **Bernier, Loic**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y dispositivo de control de un motor de combustión interna.

5 La presente invención se refiere a un motor de combustión interna compuesto por una unidad central y accionadores electromecánicos para poner en marcha válvulas, según el preámbulo de la reivindicación 1 (véase, por ejemplo, WO 00/77349).

10 Se sabe que en un motor de combustión interna cada cilindro funciona según un ciclo predeterminado para suministrar un par motor. Por ejemplo, un cilindro llamado “de cuatro tiempos” efectúa un ciclo que incluye una etapa de admisión de una mezcla combustible en una cámara de combustión, una etapa de compresión de esta mezcla hasta su combustión, una etapa de descompresión de gases de combustión y una etapa de escape de estos gases de la cámara.

15 En el transcurso de un ciclo, los intercambios de gases entre el interior y el exterior de la cámara de combustión se controlan a través de válvulas de admisión o de escape; dichas válvulas se llaman “abiertas” (“cerradas”) cuando permiten (impiden) intercambios de gases entre el interior y el exterior de la cámara de combustión.

20 La abertura o el cierre de una válvula se determina mediante el funcionamiento del cilindro. Así, durante una etapa de admisión, la(s) válvula(s) de admisión está(n) abierta(s), las válvulas de admisión y de escape están cerradas durante las etapas de compresión y de descompresión y la(s) válvula(s) de escape está(n) abierta(s) durante la etapa de escape.

25 Las posiciones abiertas o cerradas de las válvulas se accionan de forma electromecánica o de forma mecánica, como se describe más abajo:

En el primer caso (accionamiento mecánico), la válvula está unida mecánicamente al pistón y su posición depende de la posición del pistón en la cámara de combustión.

30 En el segundo caso al que se aplica la invención, la válvula se acciona mediante un dispositivo o accionador electromecánico que consta, por ejemplo, de muelles combinados con electroimanes para controlar la abertura o el cierre de esta válvula.

35 En la Figura 1 se representa un accionador de este tipo que pone en marcha una válvula 10 representada en posición cerrada, es decir, aplicada contra su asiento 12. En esta posición, el interior 14 de la cámara de combustión del cilindro 15 está aislado del exterior 17 de este cilindro.

40 La válvula 10 se mantiene cerrada o abierta gracias al accionador electromecánico que consta de muelles 16 y 18 y de electroimanes 20 y 22. El electroimán 20, el más alejado de la cámara de combustión está destinado a atraer una bandeja 24 para aplicarla contra una cara 26 del circuito magnético de este electroimán 20. La válvula 10 se cierra, así, por acción del muelle 16 en su vástago 27.

45 El segundo electroimán 22 permite poner en marcha la válvula 10 en posición abierta. Con este fin, la bobina de este electroimán 22 se activa tras desactivación de la bobina del electroimán 20. La bandeja 24 se separa entonces de la cara 26 del circuito magnético del electroimán 20; esta separación se facilita por acción del muelle 18. Cuando se activa el electroimán 22, atrae la bandeja 24 hacia una cara de su circuito magnético. Esta atracción es superior a la acción del muelle 16, abre la válvula 10 por acción de un vástago 25, unido a la bandeja 24, en el vástago 27 de la válvula 10.

50 Por otro lado, puede ponerse en marcha una válvula de admisión según diferentes modos de levantamiento, es decir, el desplazamiento de esta válvula de una posición abierta a una posición cerrada puede efectuarse utilizando diferentes puestas en marcha de accionadores, por ejemplo, según un modo de levantamiento denominado clásico o un modo de levantamiento denominado balístico, descritos a continuación:

55 - según el modo de levantamiento clásico, los instantes de abertura y de cierre de una válvula se determinan y activan mediante el accionador, de manera que el desplazamiento de la válvula se controla en estos instantes mediante el accionador electromecánico;

60 - según el modo de levantamiento balístico, el instante de cierre no se activa, sino que se determina mediante el tiempo necesario para que la válvula pase de una posición cerrada a la posición abierta para después volver, sin detenerse, a la posición cerrada.

En otras palabras, el modo clásico utiliza una señal de abertura y una señal de cierre de válvula, mientras que el modo balístico sólo utiliza una señal de abertura.

65 La presente invención deriva de la constatación de que deben tenerse en cuenta parámetros externos al funcionamiento del motor, tales como un modo de conducción del vehículo, para controlar el modo de levantamiento de las válvulas. Por ejemplo, no es conveniente utilizar un modo de levantamiento balístico cuando se efectúa una con-

ducción deportiva, caracterizada por fuertes aceleraciones a régimen alto, puesto que este modo presenta una tensión dinámica más importante que un modo clásico en el que el tiempo de abertura de la válvula está fijo.

Por ello, la presente invención se refiere a un motor que consta de un procesador y cilindros provistos de válvulas activadas por medio de accionadores electromecánicos, caracterizado por que el procesador incluye medios para accionar los desplazamientos de las válvulas según un modo de levantamiento clásico, que consta de un accionamiento de abertura y un accionamiento de cierre de válvulas, o un modo de levantamiento balístico, que consta de un único accionamiento de abertura o de cierre de la válvula de admisión, en función de informaciones referidas al motor y a la conducción del vehículo. El procesador incluye medios para modificar el par accionado (C_{bruto}) por el conductor del vehículo por un par (C_{filtro}) filtrado que atenúe las variaciones de este par accionado (C_{bruto}) y para determinar un modo de levantamiento de válvulas en función de este par filtrado.

Desde ese momento, el procesador controla el uso de un modo de levantamiento de válvulas clásico o balístico adaptado a la conducción del vehículo y al funcionamiento del motor; así, se optimiza este funcionamiento.

Además, pueden desarrollarse y aplicarse estrategias de transiciones entre los diferentes modos de funcionamiento, por ejemplo, mediante simple carga de programas informáticos en el procesador.

Según una realización, el procesador incluye medios para recibir informaciones relativas al motor que estén relacionadas con, al menos, uno de los parámetros siguientes: el régimen del motor, el par motor, la temperatura del líquido de refrigeración, la composición y/o la temperatura de los gases de escape, el embrague de una velocidad y/o la cantidad de carburante inyectada en los cilindros.

El procesador también puede incluir medios para recibir informaciones relativas a la conducción del vehículo que estén relacionadas con, al menos, uno de los parámetros siguientes: la velocidad del vehículo, la trayectoria del vehículo, un tipo de conducción del vehículo.

Según un ejemplo, el procesador incluye medios para que el cambio de modo de levantamiento se efectúe cuando el régimen o el par de este motor alcance valores umbral; estos valores umbral son diferentes según el cambio de modo se efectúe de un primer modo de levantamiento hacia un segundo modo o del segundo modo de levantamiento hacia el primer modo.

El procesador incluye, por ejemplo, medios para activar el modo clásico, sin transición, a partir de un modo balístico para el conjunto de cilindros.

Cuando el motor incluye dos pares de cilindros que funcionan según un ciclo de cuatro tiempos, un primer cilindro de un par se desplaza un medio ciclo frente al segundo cilindro de este par; el procesador incluye, en una realización, medios para activar sucesivamente el modo balístico a partir de un modo clásico con válvulas de un primer cilindro de un primer par, después con válvulas del segundo cilindro de este segundo par, después con válvulas de un primer cilindro de un segundo par y, por último, con válvulas del segundo cilindro del segundo par.

En este caso, el procesador puede incluir medios para que el tiempo de espera entre el accionamiento de válvulas del primer cilindro del primer par y el accionamiento de válvulas del segundo cilindro del primer par sea el mismo que el tiempo de espera entre el accionamiento de válvulas del primer cilindro del segundo par y el accionamiento de válvulas del segundo cilindro del segundo par.

Según un modo de realización, el procesador incluye medios para activar válvulas de diferentes cilindros según un mismo modo de levantamiento.

El procesador incluye, en un ejemplo, medios para activar válvulas de admisiones controladas mediante accionadores electromecánicos de electroimán.

El accionador electromecánico incluye, por ejemplo, al menos un electroimán y al menos un muelle, de manera que se activen los desplazamientos de una válvula de admisión atrayendo una bandeja móvil unida a esta válvula por medio del electroimán y/o accionando el desplazamiento de esta válvula por medio del muelle.

En la descripción efectuada más adelante, aparecerán otras características y ventajas de la invención, a título descriptivo aunque no limitado, refiriéndose a las figuras siguientes:

la Figura 1, ya descrita, representa un accionador electromecánico de electroimanes de accionamiento de una válvula,

la Figura 2 representa el funcionamiento de una unidad de accionamiento de válvulas con microprocesador conforme a la invención,

la Figura 3 representa el par suministrado por un motor en función del régimen de este último y diferentes modos de funcionamiento conforme a la invención,

ES 2 301 771 T3

la Figura 4 representa operaciones de activación y desactivación de cilindros conforme a la invención y activadas por variaciones del régimen del motor,

la Figura 5 representa operaciones de activación y desactivación de cilindros conforme a la invención activadas por variaciones del par motor,

las Figuras 6a, 6b y 6c representan pruebas de funcionamiento de un motor destinadas a poner en marcha la activación o la desactivación de cilindros conforme a la invención,

las Figuras 7a, 7b, 7c y 7d representan aplicaciones de pruebas de activación o desactivación de cilindros descritos en las figuras 6a, 6b o 6c,

las Figuras 8a y 8b representan pares suministrados por los cilindros de un motor conforme a la invención durante una desactivación de cilindros,

la Figura 8c representa los tiempos de espera de funcionamiento considerados durante una desactivación,

la Figura 8d representa la evolución de los pares suministrados por los cilindros de un motor conforme a la invención durante una activación de cilindros,

la Figura 9 es un diagrama que representa el par suministrado por un motor en función del régimen de este último y del número de válvulas de admisión activadas para cada cilindro,

la Figura 10 representa la cronología de una activación de válvula de admisión conforme a una primera variante de la invención,

la Figura 11 representa la cronología de una activación de válvula de admisión conforme a una segunda variante de la invención,

la Figura 12 es un diagrama que representa el par suministrado por un motor en función del régimen de este último y de un modo de accionamiento utilizado para cada válvula.

En la realización de la invención descrita a continuación, una unidad 30 de accionamiento (Figura 2) controla los accionadores electromecánicos de válvulas de un motor (no representados) de manera que se optimice el consumo de este último modificando el número de cilindros activos en el motor, es decir, generando un par motor.

Por otro lado, esta unidad 30 se utiliza para filtrar el par bruto accionado por el conductor del vehículo, denominado en lo sucesivo C_{bruto} , a un par filtrado, denominado en lo sucesivo C_{filtro} , de manera que se asegure una conducción agradable limitando, por ejemplo, variaciones de par demasiado bruscas.

Con este fin, esta unidad 30 recibe informaciones C.V relativas a la conducción del vehículo, tales como el modo de conducción o la velocidad del vehículo, e informaciones relativas al funcionamiento del motor, a saber, su régimen R, el par C_{bruto} accionado por el conductor, la temperatura T del sistema de refrigeración, la cantidad Q de carburante inyectado en cada cilindro y la riqueza G media de gases de escape.

La unidad 30 pone en marcha los accionadores electromecánicos de válvulas del motor de acuerdo con una cartografía previamente definida (por ejemplo, de forma empírica) que determina el número de cilindros activos que, en función de estas informaciones, optimizan el consumo de carburante del motor.

Sin embargo, si no se toman precauciones, estas activaciones de accionadores electromecánicos pueden perturbar el funcionamiento del motor. Por ejemplo, un defecto de sincronización en el funcionamiento de válvulas de diferentes cilindros puede provocar vibraciones de elementos del motor (cilindro, cigüeñal, etc.) y/o discontinuidades en el par suministrado por el motor. Además, una desactivación de cilindro(s) puede provocar un aumento del tiempo de respuesta a una petición de aceleración, lo cual sería peligroso, por ejemplo, en un adelantamiento.

Para evitar estas perturbaciones, la unidad central 30 activa los accionadores de válvulas desactivadas, es decir, que se han mantenido cerradas, tras haber determinado sucesivamente tres modos distintos de funcionamiento del motor descritos a continuación por orden de determinación:

- El primer modo de funcionamiento está relacionado con el número de cilindros activos, es decir, el número de cilindros que proporcionan un par motor. En la realización considerada como ejemplo, el motor incluye cuatro cilindros que pueden funcionar según un modo de cuatro cilindros; los cuatro cilindros proporcionan un par motor, o según un modo de dos cilindros, sólo dos cilindros proporcionan un par motor. Para ello, las válvulas de cilindros activos se mantienen activas, es decir, accionadas según el ciclo de cuatro tiempos ya descrito, mientras que las válvulas de cilindros inactivos se desactivan, es decir, se mantienen en posición cerrada.

En esta realización, todas las válvulas de admisión se activan por medio de accionadores provistos de electroiman, como el accionador representado en la figura 1. Asimismo, las válvulas de escape de los cilindros 1 y 4 son

ES 2 301 771 T3

de accionamiento electromecánico, mientras que las válvulas de escape de los cilindros 2 y 3 se activan mediante accionadores de topes hidráulicos de desembrague.

- El segundo modo de funcionamiento está relacionado con el número y el tipo de válvulas de admisión activas en cada cilindro. Así, en este ejemplo, cada cilindro consta de dos válvulas de admisión que pueden activarse independientemente una de otra mediante dos accionadores electromecánicos independientes, como los descritos en la Figura 1. Así, se puede utilizar o activar una o dos válvulas de admisión por cilindro activo.

Además, en el ejemplo, cada una de estas dos válvulas tiene funciones diferentes: una válvula, denominada par, controla un conducto de admisión de aire, mientras que la segunda válvula, denominada impar, controla un conducto de admisión de aire y de carburante.

- El tercer modo de funcionamiento está relacionado con el modo de levantamiento utilizado para cada válvula activa. En este ejemplo, se considera que las válvulas de admisión pueden activarse según un modo clásico en el que se determinan y accionan los instantes de abertura y de cierre de estas válvulas, o según un modo balístico en el que el instante de cierre de una válvula no se acciona, sino que se determina mediante el tiempo necesario para que ésta pase de una posición cerrada a la posición abierta para, después, sin detenerse, volver a la posición cerrada. En otras palabras, el modo clásico utiliza un accionamiento de abertura y un accionamiento de cierre de válvula, mientras que el modo balístico sólo utiliza un accionamiento de abertura.

Esta sucesión de elección de modos de funcionamiento se representa mediante bloques 34, 38 y 39; los medios que permiten efectuar estas elecciones se describen posteriormente en detalle con ayuda de las Figuras 3 a 13. Después de estas elecciones, la unidad 30 emite una señal 32 para activar cada accionador conforme a estas elecciones.

En un primer momento, para determinar el primer modo de funcionamiento, es decir, el número de cilindros activos, la unidad 30 recibe información sobre parámetros ya indicados, a saber el par C_{bruto} motor, el régimen R de este último, la temperatura T del agua de refrigeración, la cantidad Q de carburante inyectado en el cilindro, datos C.V. propios de la conducción del vehículo y la riqueza G media de los gases de escape.

Una vez que se hayan adquirido estos datos, se efectúa el filtrado del par C_{bruto} accionado por el conductor del vehículo a un par C_{filtro} motor real, después se realiza la elección de un modo de dos o cuatro cilindros (bloque 34).

En un segundo momento, cuando se elige un modo de dos o cuatro cilindros, se determina (bloque 36) el par C_i que debe proporcionar cada cilindro (i) que se ha mantenido activo, de manera que se eviten discontinuidades en el par suministrado por el motor durante un cambio de modo.

Cuando se determina el par C_i , este dato se transmite (bloque 37), después se determina para cada cilindro activo el número y el tipo de válvulas de admisión activas (bloque 38) y el modo de levantamiento clásico o balístico utilizado para cada válvula mantenida activa (bloque 39) en el cilindro i considerado. Estas determinaciones se efectúan cada vez que se llama a la función de control del motor, es decir, en cada media vuelta del motor. De forma más precisa, las diversas consignas se determinan una vez por ciclo de cada cilindro. Como el motor dispone de cuatro cilindros y un ciclo dura dos vueltas de motor, la determinación para cada cilindro corresponde entonces a una duración de media vuelta de motor.

El bucle B mostrado en la Figura 2 representa la puesta al día permanente de determinaciones de diversos modos.

La elección de modos de funcionamiento (bloques 34, 38 y 39) utilizan datos establecidos con ayuda de pruebas previas del motor que permiten establecer, por ejemplo, las curvas representadas en la Figura 3.

En esta Figura 3, se ha fijado en abscisas el régimen R del motor (en revoluciones/min.) y en ordenadas el par C_{filtro} motor (en N.m.). Las curvas G_{40} y G_{42} delimitan respectivamente las zonas 40 y 42 de funcionamiento del motor probado en modo de dos cilindros (zona 40) o en modo de cuatro cilindros (zona 42).

En otras palabras, el motor probado puede proporcionar un par C_F a un régimen R_F si el punto F de funcionamiento de abscisa C_F y de ordenada R_F se sitúa en una zona correspondiente a este modo. Así, el punto F de funcionamiento representado en la Figura 3 se sitúa en la zona 42 y sólo el modo de cuatro cilindros proporciona el par C_F y el régimen R_F requeridos.

En la Figura 3 se determinan los límites del modo dos cilindros y del modo cuatro cilindros en relación con el régimen y el par del motor. Cuando el régimen R es inferior al régimen R_{min} mínimo del modo de dos cilindros, o superior al régimen R_{max} máximo de este modo de dos cilindros, el motor sólo puede utilizar el modo de cuatro cilindros.

Asimismo, dado régimen R_F del motor, el modo de cuatro cilindros se limita a un par máximo C_{42} , mientras que el modo de dos cilindros se limita a un par máximo C_{40} (max.) o mínimo C_{40} (min.).

De forma análoga, los límites en régimen de cada modo de funcionamiento pueden establecerse para un par determinado. Por ejemplo, fijado un par C_F para el motor, el modo dos cilindros presenta un régimen R_i mínimo por debajo

ES 2 301 771 T3

del cual no puede utilizarse el modo de dos cilindros, al igual que un régimen $R_{\max}$ máximo por encima del cual no puede utilizarse el modo de dos cilindros.

En lo sucesivo en este documento, se admitirá que el modo de dos cilindros es el más económico, para un par y régimen iguales, que el modo de cuatro cilindros. Así, cuando el motor funcione con un punto de funcionamiento situado en la zona 40, se prefiere el modo de dos cilindros.

Cuando el punto F de funcionamiento del motor esté próximo a la zona 40, pueden producirse cambios de modos repetidos si este punto F varía entre las zonas 40 y 42 y si la curva G_{40} se utilizara como el umbral de activación de cada modo. Por ejemplo, un ligero aumento del régimen R del motor desde R_F hasta un valor superior a R_1 conllevaría la activación del modo de dos cilindros, y un ligero descenso posterior de este régimen por debajo del régimen R_1 conllevaría una vuelta al modo de cuatro cilindros.

Dichos cambios de modo, repetidos con una frecuencia elevada, perturbarían sensiblemente la conducción del vehículo. Para evitar estas perturbaciones, el cambio de número de cilindros activos utiliza dos estrategias de estabilización considerando, respectivamente, un cambio debido a una variación del régimen R o un cambio debido a una variación del par C_{filtro} motor.

En el caso en que se considere una variación de régimen R, se utilizan un primer régimen umbral R_1 de activación del modo de cuatro cilindros y un segundo régimen umbral R'_1 de activación del modo de dos cilindros, distinto del primero, para definir un intervalo de estabilidad entre estos umbrales como se representa en la Figura 4, que es una ampliación de una parte de la Figura 3 en la que se representan las zonas 42 (modo de cuatro cilindros) y 40 (modo de dos cilindros), así como la curva G_{40} .

También se ha representado un punto F de funcionamiento situado en la zona 42, el motor estará entonces en modo de cuatro cilindros. Cuando su régimen R aumenta y pasa a la zona 40 (flecha 46), el modo de dos cilindros sólo se establece cuando el régimen R alcanza un umbral R'_1 de activación del modo de dos cilindros superior al régimen R_1 de la curva G_{40} anteriormente determinada (Figura 3). En otras palabras, en el intervalo de régimen (R_1 ; R'_1), el modo de cuatro cilindros se impone aunque el modo de dos cilindros sería más económico.

En lo sucesivo, se considera que una vez establecido el modo de dos cilindros, el motor se estabiliza y funciona en un punto de funcionamiento F' de régimen R'_F superior a R'_1 . Desde ese momento, una disminución del régimen del motor a partir del valor R'_F (flecha 48) sólo activa el modo de cuatro cilindros cuando este régimen es inferior al umbral R_1 de activación de este modo.

El ejemplo descrito anteriormente está relacionado con un paso del modo de cuatro cilindros hacia un modo de dos cilindros activado por aumento del régimen, y con un paso del modo de dos cilindros al modo de cuatro cilindros activado por disminución del régimen. De forma parecida a este ejemplo, el paso de un modo de cuatro cilindros a un modo de dos cilindros activado por disminución de régimen, y el paso de un modo de dos cilindros a un modo de cuatro cilindros activado por un aumento de régimen utiliza un umbral R_2 (Figura 4) de activación del modo de cuatro cilindros y un umbral R'_2 de activación del modo de dos cilindros de forma que se defina un intervalo (R'_2 ; R_2) de estabilidad.

En el caso de que el cambio del número de cilindros activos se deba a una variación del par C_{filtro} requerido para el motor, la estrategia de estabilización también tiene en cuenta el valor y las variaciones del par C_{bruto} accionado por el usuario tal y como se describe a continuación con ayuda de las Figuras 5, 6a, 6b y 6c.

En la Figura 5 se representa una parte de la Figura 3 que incluye los pares máximo C_{40} (max.) y mínimo C_{40} (min.) del modo de dos cilindros surgidos de la curva G_{40} (figura 3); estos pares C_{40} (max.) y C_{40} (min.) se utilizan (y denominan) en lo sucesivo como umbrales de activación. También se representan las variaciones de los pares filtrados (curva C_{filtro}) y bruto (par C_{bruto}).

Se observa que un aumento del par C_{bruto} genera un aumento del par C_{filtro} con un retraso debido al filtrado efectuado por la unidad 30 (Figura 3) como se ha descrito anteriormente.

Inicialmente, el motor funciona según un modo de dos cilindros, su punto F_1 de funcionamiento corresponde a un par inferior al umbral C_{40} de activación. Cuando el par C_{filtro} aumenta y alcanza un umbral C'_{40} (max.) de prueba inferior al par C_{40} (max.), se considera el valor del par C_{bruto} para determinar si el modo de cuatro cilindros debe activarse.

En este caso, si el valor del par C_{bruto} ha alcanzado el valor del par C_{40} (max.) de activación, se activa el modo de cuatro cilindros.

Dicho umbral C'_{40} (max.) de prueba se utiliza para tener en cuenta las variaciones del par C_{bruto} y activar un cambio de modo antes de que el par C_{filtro} alcance el umbral C_{40} (max.) de activación. Dicho uso permite considerar situaciones tales que se requiere un aumento importante del par C_{bruto} para efectuar un adelantamiento y que el motor funcione según el modo de dos cilindros.

ES 2 301 771 T3

En este caso, es conveniente activar el modo de cuatro cilindros antes de que el par C_{filtro} requerido alcance el umbral C_{40} (max.) de activación de este modo, de manera que se permita el aumento del par requerido.

De forma análoga al par C'_{40} (max.), se utilizan pares C'_{40} (min), C''_{40} (max) y C'''_{40} (min) de prueba en los casos en que se considera, respectivamente, una activación del modo de dos cilindros por aumento del par requerido, una activación del modo de dos cilindros por una disminución del par requerido y una activación del modo de cuatro cilindros por una disminución del par requerido. Por ejemplo, si el par C_{filtro} alcanza el umbral C'''_{40} (min) de prueba mientras que el par C_{bruto} alcanza el umbral C_{40} (min), se activa el modo de cuatro cilindros.

Según una situación particular, cuando los pares C_{filtro} y C_{bruto} varían mucho, el motor funciona según un modo de cuatro cilindros y el par C_{filtro} se sitúa en una zona de funcionamiento de dos cilindros, el par C_{bruto} atraviesa esta zona y se sitúa en una zona de cuatro cilindros, conviene mantener el modo de cuatro cilindros a pesar de la presencia del par C_{filtro} en la zona de dos cilindros.

Por otro lado, es conveniente activar un primer modo cuando, con el motor funcionando según un segundo modo, el par requerido C_{bruto} varía fuertemente de forma que se anticipe la activación del primer modo.

Con este fin, se definen umbrales máximo y mínimo de variación ΔC_{bruto} del par C_{bruto} utilizados en los cuatro casos posibles de cambio de modos, a saber:

- a) el paso de un modo de dos cilindros a un modo de cuatro cilindros cuando el par aumenta,
- b) el paso de un modo de dos cilindros a un modo de cuatro cilindros cuando el par disminuye,
- c) el paso de un modo de cuatro cilindros a un modo de dos cilindros cuando el par aumenta, y
- d) el paso de un modo de cuatro cilindros a un modo de dos cilindros cuando el par disminuye.

El primer caso (a) y el tercer caso (c) son análogos, puesto que se considera un aumento ΔC_{bruto} del par.

De hecho, en estos dos casos (a) y (c), el motor cambia de modo si, cuando el par C_{filtro} ha alcanzado un umbral de prueba, la variación de par es superior al umbral máximo considerado. En estos dos casos, ΔC_{bruto} es positivo cuando se consideran los umbrales máximo y mínimo.

Si el aumento ΔC_{bruto} de par es inferior al umbral máximo, el valor de este aumento se compara con un umbral mínimo de forma que si este aumento ΔC_{bruto} es inferior al umbral mínimo, se considera reducido y no se efectúa ningún cambio de modo.

A la inversa, cuando este aumento ΔC_{bruto} está comprendido entre el umbral máximo y el umbral mínimo, esta variación se memoriza para activar el cambio de modo independientemente del valor de C_{bruto} si se mantiene esta variación. Así, se anticipa la activación de un modo extrapolando la variación del par memorizado de forma continua.

El segundo caso (b) y el cuarto caso (d) son análogos en que una vez considerada una disminución ΔC_{bruto} del par C_{bruto} , el motor cambia de modo si, una vez que el par C_{filtro} haya alcanzado un umbral de prueba, la variación de par es inferior a un umbral mínimo considerado. En estos dos casos, ΔC_{bruto} es negativo, así como los umbrales máximo y mínimo. Una variación de par inferior de un umbral significa que en valor absoluto esta variación es superior al valor absoluto del umbral.

Si esta disminución ΔC_{bruto} de par es superior al umbral mínimo, esta variación se compara con un umbral máximo tal que si esta disminución ΔC_{bruto} es superior al umbral mínimo, se considera reducida y no se efectúa ningún cambio de modo.

A la inversa, si este aumento ΔC_{bruto} está comprendido entre el umbral mínimo y el umbral máximo, esta variación se memoriza para activar el cambio de modo cuando se mantiene esta variación. Así, se anticipa la activación de un modo extrapolando la variación del par memorizado de forma continua.

Con el fin de ilustrar estos modos de funcionamiento, se describe primero un ejemplo relativo al caso a), es decir, relativo al cambio de un modo de dos cilindros a un modo de cuatro cilindros cuando se aumenta el par.

En este ejemplo, se recurre a una prueba 50 representada en la figura 6a que incluye una serie de operaciones efectuadas cada media vuelta motor con el fin de determinar la activación eventual del modo de cuatro cilindros tras un aumento de par.

Esta prueba 50 utiliza una variable E_{commut} , cuyo valor varía entre cero y uno, y es tal que un accionamiento de aplicación del modo de cuatro cilindros se transmite al motor si una prueba (bloque 53) detecta que esta variable E_{commut} es igual a 1. Dicho de otra forma, el modo de dos cilindros se mantiene.

ES 2 301 771 T3

5 Durante una primera operación, la unidad central prueba (bloque 54) las condiciones de funcionamiento del motor y del vehículo. En efecto, en la realización descrita, el modo de cuatro cilindros se impone inmediatamente cuando el motor funciona en modo denominado “con compuertas” (es decir, cuando el llenado de aire del motor se controla mecánicamente mediante una válvula de mariposa); cuando el motor se desembraga, sin ninguna marcha de la caja de cambios metida, cuando el motor funciona al ralentí y/o cuando el conductor no pisa el acelerador.

La unidad central prueba también si el par C_{filtro} ha alcanzado el umbral C'_{40} (máx.) de prueba considerado en este caso. Si no es éste el caso, se espera (bloque 55) una media vuelta motor antes de arrancar la prueba (bloque 54).

10 De otra manera, si el par C_{filtro} es superior al par C'_{40} (max) de prueba, se impone el valor 0 a la variable E_{conmut} (bloque 56) si el par C_{filtro} alcanza el par umbral C'_{40} (máx) de prueba previamente al desarrollo de esta prueba 50.

A la inversa, si este umbral C'_{40} (max) se ha superado durante una prueba anterior 50, la variable E_{conmut} se mantiene en su valor determinado al final de esta prueba anterior.

15 A continuación, el valor del par C_{bruto} se compara con el par C_{40} (max) de activación (bloque 58). Si el par C_{bruto} es superior al par C_{40} (max), el modo de cuatro cilindros se activa por la emisión de una señal 56_1 que conlleva la variación (bloque 59) de la variable E_{conmut} del valor 0 al valor 1.

20 Si el par C_{bruto} requerido es inferior a C_{40} (max), el controlador emite una señal 56_0 con el fin de evaluar la variación ΔC_{bruto} del par C_{bruto} en relación con los valores umbral DC_{max} máximo y DC_{min} mínimo utilizados en esta prueba. Para determinar ΔC_{bruto} , el par C_{bruto} (t-1) requerido en el instante (t-1) se sustrae al par C_{bruto} requerido en el instante t, t es una variable asociada al tiempo $\Delta C_{\text{bruto}} = (C_{\text{bruto}}(t) - C_{\text{bruto}}(t-1))$. La diferencia entre t y t-1 corresponde al tiempo transcurrido entre dos llamadas sucesivas de la función de control motor, es decir, al tiempo transcurrido durante una media vuelta motor (este tiempo depende del régimen del motor).

Si la variación ΔC_{bruto} es superior a DC_{max} , una señal 60_1 conlleva la variación de la variable E_{conmut} al valor 1, el modo de cuatro cilindros se impone al motor. Esta prueba se representa mediante el bloque 60.

30 Si la variación ΔC_{bruto} es inferior o igual a DC_{max} , esta variación ΔC_{bruto} se compara con un umbral mínimo DC_{min} (bloque 62). Cuando la variación ΔC_{bruto} es inferior a DC_{min} , esta variación ΔC_{bruto} no se tiene en cuenta y se mantiene (bloque 63) la variable E_{conmut} en cero mientras que se efectúa un nuevo ciclo de cálculo.

35 Cuando ΔC_{bruto} es superior a DC_{min} , se modifica E_{conmut} a $E_{\text{conmut}} + \delta$, δ es constante, este nuevo valor de E_{conmut} se memoriza tras haber comprobado (bloque 53) que no alcanzaba uno, en cuyo caso se activa el modo de cuatro cilindros.

40 Para el paso de un modo de dos cilindros a un modo de cuatro cilindros cuando el par disminuye (caso (b) mencionado más arriba) el procedimiento se deduce del descrito en relación con la figura 6a, no obstante con las modificaciones siguientes:

- la prueba 54 compara el par C_{filtro} con un umbral C''_{40} (min) de prueba (figura 5) superior a C_{40} (min) para determinar si debe realizarse la prueba,

45 - la prueba 58 utiliza el umbral C_{40} (min) de manera que si el par C_{bruto} requerido es inferior a este umbral C_{40} (min), se activa el modo de cuatro cilindros,

- la prueba 60 compara la variación ΔC_{bruto} con un umbral mínimo de manera que si esta variación ΔC_{bruto} es inferior a este umbral mínimo, se activa el modo de cuatro cilindros, y

50 - la prueba 62 compara la variación ΔC_{bruto} con un umbral máximo de forma que si ΔC_{bruto} es superior a este umbral máximo, esta variación no se considera mientras que, si ΔC_{bruto} está comprendido entre el umbral máximo y el umbral mínimo, la variable E_{conmut} se modifica como E_{conmut} más δ .

55 Cuando el motor funciona en modo de cuatro cilindros, la unidad 30 efectúa ciclos 66 (Figura 6b) y 80 (Figura 6c) de pruebas, análogas al ciclo 50, para controlar la eventual activación del modo de dos cilindros; el ciclo 66 y el ciclo 80 respectivamente se consideran cuando la activación de un modo de dos cilindros se debe a un aumento de par o a una disminución de par respectivamente.

60 En otras palabras, la Figura 6b es un organigrama que corresponde al caso c), es decir, al paso de un modo de cuatro cilindros a un modo de dos cilindros cuando el par aumenta.

65 El ciclo 66 de prueba incluye operaciones ya descritas como la prueba (bloque 54) de las condiciones de funcionamiento del vehículo y la puesta a cero de la variable E_{conmut} (bloque 56) si el umbral de prueba (C'_{40} (min)) considerado se supera durante la ejecución de esta prueba.

A continuación, una prueba (bloque 68) compara el par C_{bruto} solicitado al umbral C_{40} (min) de activación del modo de dos cilindros. Si el par C_{bruto} es superior al umbral C_{40} (min) de activación, se establece el modo de dos cilindros.

Sin embargo, si el par C_{bruto} aumenta mucho, este aumento puede conllevar la activación del modo de cuatro cilindros poco después de su desactivación. En otras palabras, este aumento de par puede ser tal que el punto de funcionamiento del motor atraviese rápidamente la zona 40 del modo de dos cilindros y se sitúe de nuevo en la zona 42 del modo de cuatro cilindros. En este caso, debe evitarse la activación del modo de dos cilindros.

Por ello, se utiliza el par C_{40} (max) de activación para efectuar una prueba (bloque 70) que compare el par C_{bruto} con este par C_{40} (max). Si este último es inferior al par C_{bruto} , se considera que el par C_{bruto} aumenta de forma bastante importante para que la activación del modo de dos cilindros se impida mediante un mantenimiento (bloque 72) de E_{conmut} a cero. Por el contrario, si C_{bruto} es inferior a C_{40} (max), el cambio de modo se efectúa mediante un mantenimiento (bloque 74) de E_{conmut} a 1.

En el caso en que el par C_{bruto} sea inferior a C_{40} (min), la variación ΔC_{bruto} de este par se compara con dos valores umbral DC'_{max} (bloque 76) máximo y DC'_{min} mínimo. Así, si la variación ΔC_{bruto} es superior a DC'_{max} , se activa el modo de dos cilindros (bloque 74).

Por el contrario, si ΔC_{bruto} es inferior a DC'_{max} , la variación ΔC_{bruto} se compara con DC'_{min} de manera que si es inferior a DC'_{min} , el valor de E_{conmut} se mantiene a cero (bloque 78) para impedir un cambio de modo, o si es superior a DC'_{min} , el valor de E_{conmut} se establece en $E_{conmut} + \delta$ (bloque 79) de forma que se anticipe un cambio de modo como se ha descrito anteriormente.

Ahora vamos a describir con la Figura 6c el caso d), a saber, un cambio del modo de cuatro cilindros a un modo de dos cilindros debido a una disminución del par solicitado.

Así, en la Figura 6c se representa un ciclo 80 de pruebas relativas a un cambio del modo de cuatro cilindros al modo de dos cilindros debido a una disminución del par solicitado. Este ciclo consta de las operaciones 54 y 56 ya descritas, el par C_{40} (max) se utiliza como par de prueba. Cuando el par C_{filtro} alcanza este par C_{40} (max), una prueba 82 compara el par C_{bruto} con el par C_{40} (max) de activación del modo de dos cilindros tal y como se describe en la Figura 3.

De forma análoga a la operación 70 de la prueba 66, si el par C_{bruto} es inferior a este umbral C_{40} (max), una prueba (bloque 84) compara el valor del par C_{bruto} en relación con el par umbral C_{40} (min) para determinar si el par C_{bruto} disminuye rápidamente, en cuyo caso a una activación del modo de dos cilindros le seguiría rápidamente una activación del modo de cuatro cilindros.

Éste es el caso si el par C_{bruto} es inferior al umbral C_{40} (min), en cuyo caso la activación del modo de dos cilindros se impide manteniendo la variable E_{conmut} a cero (bloque 85).

A la inversa, cuando C_{bruto} es superior a C_{40} (min), la variable de balanceo E_{conmut} se fuerza a 1 (bloque 86) para provocar la activación del modo de dos cilindros.

Cuando el par C_{bruto} no es inferior a C_{40} (max), las pruebas 88 y 90 comparan la variación ΔC_{bruto} del par solicitado en relación con dos valores umbral DC''_{max} máximo y DC''_{min} mínimo, de manera que se accione la activación del modo de dos cilindros si esta variación ΔC_{bruto} es inferior a DC''_{max} (bloque 88) o, llegado el caso, se modifique el valor de E_{conmut} si esta variación es inferior a DC''_{min} .

En las Figuras 7a, 7b y 7c se representan ejemplos de variaciones de par C_{bruto} y C_{filtro} a las que se aplican los ciclos de pruebas previamente descritos.

La Figura 7a está formada por tres diagramas 7a.1, 7a.2 y 7a.3; el diagrama 7a.1 representa un ejemplo de variación de pares C_{bruto} y C_{filtro} (en ordenadas, en N.m) en función de un eje cronológico (en abscisa). Según este ejemplo, el motor funciona según un modo de dos cilindros cuando el par C_{filtro} supera el umbral C'_{40} (max) de prueba en un instante t_0 , el par C_{bruto} está entonces comprendido entre el par C'_{40} (max) y C_{40} (max) y su variación ΔC_{bruto} está comprendida entre DC'_{max} y DC'_{min} (diagrama 7a.2).

A partir de entonces, en este instante t_0 , la variable E_{conmut} aumenta de forma constante en función del tiempo un índice δ (Figura 8) conforme a la operación representada por el bloque 64 de la prueba 50 (Figura 6a).

Este aumento de la variable E_{conmut} se termina cuando el par C_{filtro} disminuye por debajo del umbral C'_{40} , en el instante t_1 (conforme a la prueba 54 de la Figura 6a). En este instante, la variable E_{conmut} es igual a cero. En el transcurso de la variación, la variable E_{conmut} no alcanza el valor de uno y se mantiene el modo de dos cilindros.

En la Figura 7b, se considera un segundo ejemplo de variaciones de pares C_{bruto} y C_{filtro} (diagrama 7b.1) de manera que en el instante t_0 en que el par C_{filtro} tiene un valor superior al par umbral C'_{40} (max), el par C_{bruto} aumenta, con una variación ΔC_{bruto} comprendida entre DC'_{max} y DC'_{min} , hasta un instante t_1 . A continuación, el par C_{bruto} se estabiliza, la variación ΔC_{bruto} se vuelve nula.

ES 2 301 771 T3

La variación ΔC_{bruto} está comprendida entre DC_{max} y DC_{min} a partir del instante t_0 (diagrama 7b.2), la variable E_{conmut} crece un valor δ a partir de este instante t_0 hasta alcanzar el valor de 1 en un instante t_3 en que el modo de cuatro cilindros se activa.

5 En la Figura 7c se representa un tercer ejemplo de variación de pares C_{bruto} y C_{filtro} (diagrama 7c.1) de manera que el par C_{filtro} alcanza el par umbral C'_{40} (max) en el instante t_1 y el par umbral C_{40} (max) en un instante t_3 . En el transcurso del periodo comprendido entre estos dos instantes t_1 y t_3 , el par C_{bruto} aumenta con una variación ΔC_{bruto} comprendida entre DC_{max} y DC_{min} de manera que la variable E_{conmut} aumenta con un paso constante de δ a partir de este instante t_1 .

10 No obstante, en un instante t_2 comprendido entre t_1 y t_3 , el par C_{bruto} alcanza el par umbral C_{40} (max) de manera que la variable E_{conmut} se pone inmediatamente a 1 (bloque 59 de la Figura 6a), y se activa el modo de cuatro cilindros.

15 En la Figura 7d se representa un último ejemplo de variación de pares C_{bruto} y C_{filtro} ; este ejemplo utiliza el ciclo de pruebas descrito con ayuda de la Figura 6b. En este ejemplo, el par C_{filtro} alcanza el par C_{40} (min) en un instante t_1 y el par C_{40} (max) en un instante t_2 .

Sin embargo, la variación del par C_{bruto} es tal que en el instante t_1 el par C_{bruto} es superior al par C_{40} (max) de activación.

20 A partir de entonces, la variable E_{conmut} se mantiene a cero y el modo de cuatro cilindros se mantiene a lo largo del intervalo $[t_1; t_2]$ conforme a la prueba 6b (bloque 70).

25 Las pruebas descritas anteriormente controlan la activación o la desactivación de cilindros. En esta realización de la invención, estas activaciones/desactivaciones se efectúan según estrategias empleadas para evitar las disfunciones de motores tal y como se ha descrito anteriormente.

Para describir tales estrategias, se considera que cuando el motor funciona según el modo de cuatro cilindros, proporciona un par que tiende hacia el par C_{filtro} de forma que:

$$30 \quad (C_1 + C_2 + C_3 + C_4)/4 = C_{filtro},$$

cada cilindro i proporciona un par C_i (C_1 , C_2 , C_3 o C_4) igual a este par C_{filtro} (a veces llamado C_0 para simplificar).

35 Cuando el motor funciona según un modo de dos cilindros para el que, por ejemplo, los cilindros 1 y 4 están activos y los cilindros 2 y 3 desactivados, los cilindros 2 y 3 inactivos consumen energía para mantener su movimiento. Esta energía puede corresponder a un par negativo $-C_{frotamiento}$ suministrado por estos cilindros, es decir: $C_2 = C_3 = -C_{frotamiento}$.

40 Para evitar discontinuidades en el par C_{filtro} proporcionado por el motor durante la desactivación de dos cilindros 2 y 3, los pares C_1 y C_4 suministrados por los cilindros 1 y 4 activos deben aumentar de forma que compensen, en un primer momento, las disminuciones de pares motores de los cilindros 2 y 3, después, en un segundo momento, los pares $-2C_{frotamiento}$ consumidos por estos cilindros 2 y 3.

45 En otras palabras, para permitir que el motor suministre un par C_{filtro} en modo de dos cilindros, debe comprobarse la igualdad siguiente cuando se desactiven los cilindros 2 y 3:

$$[C_1 + C_4 - (2 \times C_{frotamiento})]/4 = C_{filtro},$$

50 el par suministrado por cada uno de los cilindros 1 y 4 activos debe ser igual a:

$$C_1 = C_4 = 2 \times C_{filtro} + C_{frotamiento}.$$

55 El paso de un modo a otro puede provocar vibraciones u oscilaciones no deseadas del vehículo. Para evitar estas perturbaciones, el cambio de un modo de cuatro cilindros al modo de dos cilindros se efectúa progresivamente como se explica con ayuda de las Figuras 8a y 8b y de la Tabla 1 siguiente.

60 La Figura 8a muestra la evolución de los pares $C_{1/4}$, proporcionados por los cilindros 1 y 4, mantenidos activos, y $C_{2/3}$, proporcionados por los dos cilindros 2 y 3 desactivados. En esta figura se han establecido en ordenadas el valor C de estos pares en N.m y en abscisas el avance de la desactivación; este avance se representa mediante el número de puntos muertos superiores (PMH) efectuados por los cilindros a partir de un primer PMH_0 para el que se activa el modo de dos cilindros; este PMH_0 se efectúa mediante un cilindro mantenido inactivo en este ejemplo.

65 Se utiliza un factor k de variación que permite aumentar el par $C_{1/4}$ de forma que se compense la disminución del par $C_{2/3}$. En cada ciclo de funcionamiento del motor, el par $C_{1/4}$ es igual a C_{filtro} $(1 + n.k)$, mientras que el par $C_{2/3}$ es igual a C_{filtro} $(1 - n.k)$, donde n es el número de ciclos efectuados por el motor a partir de la toma de decisión de cambio de modo y hasta el cambio de modo.

ES 2 301 771 T3

El número n de ciclos depende del modo de evolución requerido, es decir, de una evolución más o menos rápida de los pares suministrados por los cilindros, y de un valor mínimo C_{mini} del par que puede alcanzarse por los cilindros 2 y 3, valor límite a partir del cual la combustión deja de producirse en el cilindro.

- 5 Cuando el par $C_{2/3}$ suministrado por los cilindros 2 y 3 alcanza este valor mínimo C_{mini} , se utiliza una estrategia de desactivación representada en la Figura 8b descrita con ayuda de la Tabla 1 siguiente.

TABLA 1

10

15

20

25

30

35

Avance de la desactivación	$C_{1/4}$	$C_{2/3}$
Etapa 1	C_{filtro}	C_{filtro}
Etapa 2	$C_{\text{filtro}}(1+k)$	$C_{\text{filtro}}^*(1-k)$
	$C_{\text{filtro}}(1+2*k)$	$C_{\text{filtro}}^*(1-2*k)$
	$C_{\text{filtro}}(1+3*k)$	$C_{\text{filtro}}^*(1-3*k)$
	$C_{\text{filtro}}(1+4*k)$	$C_{\text{filtro}}^*(1-4*k)$
Etapa 3	...	...
	$2*C_{\text{filtro}}-C_{\text{mini}}$	C_{mini}
	$2*C_{\text{filtro}}-C_{\text{mini}}$	C_{mini}
Etapa 4	$2*C_{\text{filtro}} + \frac{1}{2}(C_{\text{frotamiento}}-C_{\text{mini}})$	C_{mini}
Etapa 5		$-C_{\text{frotamiento}}$
	$2C_{\text{filtro}}+C_{\text{frotamiento}}$	
		$-C_{\text{frotamiento}}$

40

En la Tabla 1 se representan el par $C_{1/4}$ suministrado por cada cilindro 1 y 4 (columna " $C_{1/4}$ ") y el par $C_{2/3}$ suministrado por los cilindros 2 y 3 (columna " $C_{2/3}$ "). Estos pares varían en función del avance de la desactivación de cilindros 2 y 3; este avance se representa mediante etapas correspondientes a cada línea de la columna "Avance de la desactivación", una etapa i se representa como un intervalo E_i de la Figura 8b.

45

La primera etapa (etapa 1: E_1) de la desactivación de cilindros 2 y 3 corresponde a un funcionamiento del motor en modo de cuatro cilindros, el par $C_{1/4}$ y el par $C_{2/3}$ son iguales al par medio C_{filtro} por cilindro suministrado por el motor.

50

Una vez que la unidad central decide la desactivación de cilindros 2 y 3 (etapa 2: E_2), el par $C_{1/4}$ suministrado por cada uno de los cilindros 1 y 4 aumenta linealmente de forma que tiende hacia el par final deseado $2C_{\text{filtro}} + C_{\text{frotamiento}}$.

Paralelamente, el par $C_{2/3}$ suministrado por los cilindros 2 y 3 disminuye linealmente y tiende hacia el par $C_{\text{frotamiento}}$ como se ha descrito anteriormente con ayuda de la Figura 8a.

55

El número de iteraciones necesarias para que el par $C_{1/4}$ suministrado por los cilindros 1 y 4 alcance el valor $2C_{\text{filtro}} - C_{\text{mini}}$ y los cilindros 2 y 3 alcancen el par C_{mini} depende del régimen motor de los pares C_{mini} , C_{filtro} y del valor de k determinado previamente. En otras palabras, el número de iteraciones no es previsible.

60

Cuando los cilindros 2 y 3 alcanzan el par C_{mini} , el par $C_{2/3}$ no puede disminuirse y se mantiene positivo. Por el contrario, si el par $C_{2/3}$ disminuye por debajo de este límite, debe proporcionarse una energía mecánica a los cilindros 2 y 3 para mantener su movimiento.

65

Por ello, durante una tercera etapa (etapa 3: E_3), se saturan los cilindros 1 y 4 en el par $2xC_{\text{filtro}}-C_{\text{mini}}$ y los cilindros 2 y 3 en el par C_{mini} , paralelamente a la transmisión de una señal que activa el cierre de válvulas de cilindros 2 y 3.

La desactivación de cilindros 2 y 3 comienza en un instante de manera que la desactivación de cilindros se efectúa de forma que los gases de combustión se mantengan en los cilindros desactivados, es decir, que se tengan en cuenta los

ES 2 301 771 T3

tiempos de espera de ejecución de activación de accionadores electrohidráulicos que controlan las válvulas de escape. Este tiempo de respuesta de los accionadores, es decir, de electrocompuertas, del circuito de aceite y de los topes, se determina empíricamente. Depende del régimen y de la presión y/o de la temperatura del aceite.

Así, el número de medias vueltas del motor correspondiente al tiempo de respuesta se evalúa en cada llamada de la función del régimen y de la presión o temperatura del aceite. Si este tiempo corresponde a dos medias vueltas del motor, la desactivación comienza durante un PMH de un cilindro mantenido activo. Si este tiempo corresponde, por ejemplo de nuevo, a 3 medias vueltas motor el accionamiento de la electrocompuerta comienza durante el PMH de un cilindro desactivable.

En el transcurso de la desactivación de los cilindros 2 y 3 (etapa 4: E₄), es decir, durante el periodo correspondiente por ejemplo a dos PMH necesarios para el cierre de válvulas de escape por los accionadores electrohidráulicos, los cilindros 1 y 4 proporcionan un par intermedio igual a $2C_{\text{filtro}} + 1/2 (C_{\text{frotamiento}} - C_{\text{mini}})$ mientras que al final de la desactivación (etapa 5: E₅), este par se mantiene en $2C_{\text{filtro}} + C_{\text{frotamiento}}$, el par proporcionado por cada cilindro 2 y 3 es igual a $-C_{\text{frotamiento}}$.

Con este fin, es necesario que el accionamiento de cierre de válvulas de escape mantenidas cerradas se ejecute a partir de un PMH correspondiente al cilindro mantenido activo (en el caso en que el tiempo de respuesta corresponda a dos medias vueltas motor), tal y como se describe a continuación con ayuda de la Figura 8c que representa un esquema relativo a dichas medidas en el que se representa el tiempo de espera δt , próximo a dos PMH, que es necesario para la ejecución del accionamiento de cierre de válvulas de escape por accionadores electrohidráulicos; dicho tiempo de espera se determina empíricamente.

Por otro lado, un tiempo de espera $\delta t'$ de puesta a presión de pulsadores se representa también según el eje cronológico de abscisas.

Si se consideran estos dos tiempos de espera δt y $\delta t'$ y el hecho de que los gases de escape deben conservarse en los cilindros desactivados, parece que los accionadores electrohidráulicos deben ponerse bajo presión tras el inicio de una fase de escape (EC) de un cilindro en su última fase de escape activo y antes del inicio de la fase de escape del ciclo siguiente.

La activación de dos cilindros 2 y 3 durante el paso de un modo de dos cilindros a un modo de cuatro cilindros se describe a continuación con ayuda de la Tabla 2 y de las Figuras 8d, una etapa i' descrita en la Tabla 2 correspondiente a un periodo E'i de la Figura 8d.

TABLA 2

Avance de la desactivación	$C_{1/4}$	$C_{2/3}$
Etapa 1		$-C_{\text{frotamiento}}$
	$2C_{\text{filtro}} + C_{\text{frotamiento}}$	
		$-C_{\text{frotamiento}}$
	$2C_{\text{filtro}} + C_{\text{frotamiento}}$	$-C_{\text{frotamiento}}$
Etapa 2	$2 \cdot C_{\text{filtro}} + 1/2 (C_{\text{frotamiento}} - C_{\text{mini}})$	
Etapa 3		C_{mini}
Etapa 4	$(2-k) \cdot C_{\text{filtro}} - C_{\text{mini}}$	
		$C_{\text{mini}} + 2 \cdot k \cdot C_{\text{filtro}}$
	$(2-3 \cdot k) \cdot C_{\text{filtro}} - C_{\text{mini}}$	
		$C_{\text{mini}} + 4 \cdot k \cdot C_{\text{filtro}}$
	...	...
Etapa 5	C_{filtro}	C_{filtro}

Durante una primera etapa (etapa 1'), el motor funciona según un modo de dos cilindros de manera que los cilindros activos 1 y 4 proporcionan un par $C_{1/4}$ igual a $2 \cdot C_{\text{filtro}} + C_{\text{frotamiento}}$, mientras que los cilindros 2 y 3 proporcionan un par negativo igual a $-C_{\text{frotamiento}}$.

Durante una segunda etapa (etapa 2'), se transmite un accionamiento de reactivación de cilindros 2' y 3'. Este accionamiento se transmite al dispositivo electrohidráulico que activa las válvulas de escape de cilindros desactivados si el número de cilindro, el tiempo de reactivación de estos medios de accionamiento y el régimen motor son compatibles con el tiempo de espera de ejecución de este accionamiento como se describe posteriormente. De otro modo, el accionamiento se transmite al punto muerto superior siguiente. Durante esta fase de espera, no se efectúa la reactivación efectiva de escapes.

En el transcurso de esta fase de espera, un punto muerto superior antes de la reactivación del escape de cilindros desactivados, el par accionado a los cilindros 1 y 4 aumenta hasta un valor de $2xC_{\text{filtro}} + 1/2 (C_{\text{frotamiento}} - C_{\text{mini}})$.

En el punto muerto siguiente (etapa 3), el par $C_{2/3}$ transmite un par C_{mini} que aumenta a continuación (etapa 4) de forma que tienda hacia C_{filtro} a partir de iteraciones análogas a las descritas anteriormente para la desactivación de cilindros.

El uso de una unidad central y de accionadores electromecánicos permite considerar diversos modos de funcionamiento del motor complementario con la elección de un modo propio de un número de cilindros activos.

Como se ha descrito anteriormente con ayuda de la Figura 2, estos modos complementarios se eligen según un orden dado de forma que se determine el número de cilindros activos, después las válvulas activas por cilindro y, por último, el modo de levantamiento de estas válvulas activas.

A continuación, se considera que cada cilindro está provisto de dos válvulas de admisión; estas válvulas están accionadas independientemente una de otra mediante un accionador electromecánico tal y como se describe en la figura 1. Se predeterminan cuatro modos de uso de estas válvulas para cada cilindro durante las fases de admisión:

- Según un primer modo denominado cerrado, el cilindro está desactivado y no está abierta ninguna válvula de admisión.

- Según un segundo modo denominado impar, sólo la válvula de admisión que controla la inyección de carburante está abierta.

- Según un tercer modo denominado par, sólo la válvula de admisión que controla una entrada exclusiva de aire en la cámara de combustión está abierta.

- Según un cuarto modo denominado abierto, las dos válvulas de admisión están abiertas.

El modo de uso de las válvulas se determina a partir del funcionamiento del motor, con ayuda de un diagrama tal y como se representa en la Figura 9 que es un diagrama en el que el par (ordenadas) y el régimen (abscisas) de este motor se representan en función del número de válvulas activas por cilindro. Con este fin, se obtienen dos curvas C_1 y C_2 de forma que se delimiten las zonas de funcionamiento (par, régimen) accesibles a este motor según se activen una sola válvula de admisión (curva C_1) o dos válvulas de admisión (curva C_2) por cilindro.

Como se representa en esta Figura 9, el uso de una sola válvula de admisión permite obtener a régimen reducido un par más elevado que el uso de dos válvulas de admisión. A la inversa, a régimen fuerte, el uso de dos válvulas de admisión permite proporcionar un par más elevado.

Así, se hará funcionar el motor preferentemente con una sola válvula de admisión cuando el régimen sea reducido, A la inversa, cuando el régimen del motor sea elevado, se preferirá el funcionamiento del motor con dos válvulas de admisión por cilindro. Por último, cuando se desactive un cilindro, deben cerrarse las dos válvulas de admisión.

Estas consideraciones se representan en la Figura 9 mediante las zonas Z_1 o Z_2 de manera que, cuando el motor funcione con un par C requerido y un régimen R_H dados, se prefiera el modo correspondiente a la zona en la que se sitúa el punto H de coordenada (C_H , R_H).

No obstante, como para los cambios de modo de dos a cuatro cilindros o de cuatro a dos cilindros, los cambios del número de válvulas utilizadas por cilindro pueden producir sacudidas. Por este motivo, una transición de un modo de válvula a un modo de dos válvulas, o recíprocamente, se aplica de manera progresiva utilizando cuatro etapas descritas a continuación:

- En una primera etapa, un primer cilindro que se encuentra en punto muerto superior durante el accionamiento del cambio de modo, por ejemplo, de un modo de dos válvulas activas a un modo de una sola válvula modifica su modo de funcionamiento.

- Tras $4n-2$ medias vueltas del motor, n se fija en función del motor, un segundo cilindro en oposición de fase en relación con el primer cilindro efectúa también este cambio de modo cuando alcanza su punto muerto superior.

- $4n-1$ medias vueltas del motor tras este segundo cambio de modo, un tercer cilindro efectúa este cambio de modo durante su punto muerto superior, y

ES 2 301 771 T3

- $4n-2$ medias vueltas del motor tras el cambio de modo del tercer cilindro, el cuarto cilindro efectúa el cambio de modo cuando alcanza su punto muerto superior.

5 Dicha operación se representa en la Figura 10 donde se representan los modos de funcionamiento “consignas” exigidos correspondientes a un modo 90 con dos válvulas de admisión o 92 con una sola válvula de admisión.

En función de estos dos modos de funcionamiento, se representa el modo de funcionamiento de cada cilindro “cilindro 1”, “cilindro 2”, “cilindro 3” y “cilindro 4”.

10 Por otro lado, se han representado los instantes “tops” de accionamiento de cambio de modo de funcionamiento emitidos respecto a cada cilindro, instantes correspondientes a PMH del cilindro accionado.

Así, cuando la consigna de balanceo del motor de un modo de 2 válvulas de admisión a un modo de 1 válvula de admisión se activa en un instante T_0 , el cilindro 3 que se encuentra en el punto muerto superior en ese instante cambia su modo de funcionamiento de dos válvulas a un modo de una válvula.

20 Tras una espera correspondiente a una media vuelta del motor (en esta realización $n=2$), el cilindro en oposición de fase en relación con el cilindro 3 cambia al nuevo modo de funcionamiento de consigna. Se trata pues del cilindro 2 que cambia su modo de funcionamiento en el instante T_1 .

Conviene señalar que cuando un cilindro está desactivado, se puede accionar el mantenimiento en posición cerrada de sus dos válvulas de admisión o el mantenimiento en posición abierta de una de estas dos válvulas de forma que se conserve una película fluida de carburante.

25 Por otro lado, cuando dos cilindros están desactivados, la consigna que determinan los modos de número de válvulas activas por cilindro varían entre los cilindros activos y los cilindros desactivados. Así, se evita accionar cambios de modos a cilindros cuyas válvulas de admisión se mantengan cerradas.

30 Dicha situación se muestra en la Figura 11, en la que se observa que la consigna para los cilindros activos 1 y 4 conlleva el establecimiento del modo de una sola válvula de admisión (92) para un cilindro, mientras que los cilindros 2 y 3 desactivados se mantienen según un modo (90) de dos válvulas de admisión.

35 Cuando se determina el número de válvulas de admisión utilizadas, el modo de levantamiento utilizado para estas válvulas de admisión se selecciona en función de parámetros de funcionamiento del motor, la abertura de la válvula se efectúa según un modo de levantamiento balístico, o según un modo de levantamiento clásico.

Recordemos que, según un modo de levantamiento clásico, los instantes de abertura y de cierre de válvulas se determinan y accionan, mientras que según un modo balístico, el instante de cierre de una válvula no se acciona sino que se determina mediante el tiempo necesario para que ésta pase de una posición cerrada a la posición abierta, para 40 que después, sin detenerse, vuelva a la posición cerrada.

En otras palabras, el modo clásico utiliza una señal de abertura y una señal de cierre de válvula, mientras que el modo balístico sólo utiliza una señal de abertura.

45 En la Figura 11 se representa el modo de levantamiento utilizado para las válvulas activas en función de condiciones (régimen, par) de funcionamiento del motor. Parece que el modo de levantamiento balístico es particularmente favorable cuando el régimen motor es reducido, por ejemplo cuando el motor funciona al ralentí.

50 Sin embargo, cuando el par que debe suministrar el motor es importante, es necesario que el modo de abertura de válvulas de admisión sea un modo clásico.

Por ello, cuando el motor funciona según un modo balístico, el modo de levantamiento clásico se impone inmediatamente después de que el motor funcione en una zona de levantamiento clásico, dado que el modo balístico no puede utilizarse para cargas de medias a pesadas.

55 A la inversa, la activación de un modo balístico se efectúa por medio de una estrategia idéntica a la de la gestión de transiciones de modos relativos al número de válvulas activas, es decir:

60 - En una primera etapa, un primer cilindro que se encuentra en punto muerto superior durante el accionamiento del cambio de modo, por ejemplo, de un modo de dos válvulas activas a un modo de una sola válvula, modifica su modo de funcionamiento.

- Tras $4n-2$ medias vueltas del motor, n se fija en función del motor, un segundo cilindro en oposición de fase en relación con el primer cilindro efectúa también este cambio de modo cuando alcanza su punto muerto superior.

65 - $4n-1$ medias vueltas del motor tras este segundo cambio de modo, un tercer cilindro efectúa este cambio de modo durante su punto muerto superior, y

ES 2 301 771 T3

- $4n-2$ medias vueltas tras el cambio de modo del tercer cilindro, el cuarto cilindro efectúa el cambio de modo cuando alcanza su punto muerto superior.

5 Sin embargo, se tendrá en cuenta una nueva temporización antes de la primera aplicación del modo activado. En efecto, si la consigna de par es oscilante, es preferible aplicar una temporización para impedir un paso inmediato del modo clásico al modo balístico, es decir, que el par de consigna debe presentar un valor inferior al umbral de histéresis por una duración al menos igual a la temporización para pasar del modo de levantamiento clásico al modo de levantamiento balístico. Así, cada vez que el par sea inferior a un valor de histéresis, se activa la temporización.

10 Por otro lado, de forma análoga al cambio del número de cilindros activos en función del régimen (Figura 4), el cambio del modo de levantamiento depende de un intervalo de estabilidad de manera que el umbral (curva 120c) de activación del modo de levantamiento clásico sea distinto del umbral (curva 120b) de levantamiento balístico.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Motor que comprende un procesador (30) y cilindros provistos de válvulas accionadas por medio de accionadores electromecánicos; el procesador (30) comprende medios (39) para accionar los desplazamientos de válvulas según un modo de levantamiento clásico, que comprende un accionamiento de abertura y un accionamiento de cierre de válvulas, o un modo de levantamiento balístico, que comprende un único accionamiento de abertura o de cierre de la válvula de admisión, en función de informaciones (R, C_{bruto} , G, T, Q, C.V.) referidas al motor y a la conducción del vehículo, **caracterizado** por que el procesador comprende, además, medios para modificar el par accionado (C_{bruto}) por el conductor del vehículo en un par (C_{filtro}) filtrado que atenúa las variaciones de este par accionado (C_{bruto}) y para determinar un modo de levantamiento de válvulas en función de este par filtrado.

15 2. Motor según la reivindicación 1 **caracterizado** por que el procesador comprende medios para recibir informaciones referidas al motor que están relacionadas con, al menos, uno de los parámetros siguientes: el régimen del motor, el par motor, la temperatura del líquido de refrigeración, la composición y/o la temperatura de los gases de escape, el embrague de una velocidad, y/o la cantidad de carburante inyectada en los cilindros.

20 3. Motor según la reivindicación 1 ó 2 **caracterizado** por que el procesador comprende medios para recibir informaciones relativas a la conducción del vehículo relacionadas con, al menos, uno de los parámetros siguientes: la velocidad del vehículo, la trayectoria del vehículo, un tipo de conducción del vehículo.

25 4. Motor según una de las reivindicaciones 1 a 3 **caracterizado** por que el procesador comprende medios para que el cambio de modo de levantamiento se efectúe cuando el régimen o el par de este motor alcance valores umbral, estos valores umbral son diferentes según el cambio de modo se efectúe de un primer modo de levantamiento a un segundo modo o de un segundo modo de levantamiento al primer modo.

5. Motor según una de las reivindicaciones anteriores **caracterizado** por que el procesador comprende medios para accionar el modo clásico, sin transición, a partir de un modo balístico para el conjunto de cilindros.

30 6. Motor según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que este motor comprende dos pares de cilindros que funcionan según un ciclo de cuatro tiempos, un primer cilindro de un par está desplazado un medio ciclo respecto al segundo cilindro de este par; el proceso incluye medios para accionar sucesivamente el modo balístico a partir de un modo clásico de válvulas de un primer cilindro de un primer par, después de válvulas del segundo cilindro de este segundo par, después válvulas de un primer cilindro de un segundo par y, por último, válvulas del segundo cilindro del segundo par.

40 7. Motor según la reivindicación 6 **caracterizado** por que el procesador comprende medios para que la espera entre el accionamiento de válvulas del primer cilindro del primer par y el accionamiento de válvulas del segundo cilindro del primer par sea idéntico a la espera entre el accionamiento de válvulas del primer cilindro del segundo par y el accionamiento de válvulas del segundo cilindro del segundo par.

8. Motor según una de las reivindicaciones anteriores **caracterizado** por que el procesador comprende medios para accionar válvulas de diferentes cilindros según un mismo modo de levantamiento.

45 9. Motor según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que el procesador comprende medios para accionar válvulas de admisiones controladas por accionadores electromecánicos de electroimán.

50 10. Motor según una de las reivindicaciones anteriores **caracterizado** por que el accionador electromecánico comprende, al menos, un electroimán y, al menos, un muelle de forma que se accionen los desplazamientos de una válvula de admisión atrayendo una bandeja móvil unida a esta válvula por medio del electroimán y/o accionando el desplazamiento de esta válvula por medio del muelle.

55

60

65

FIG.1

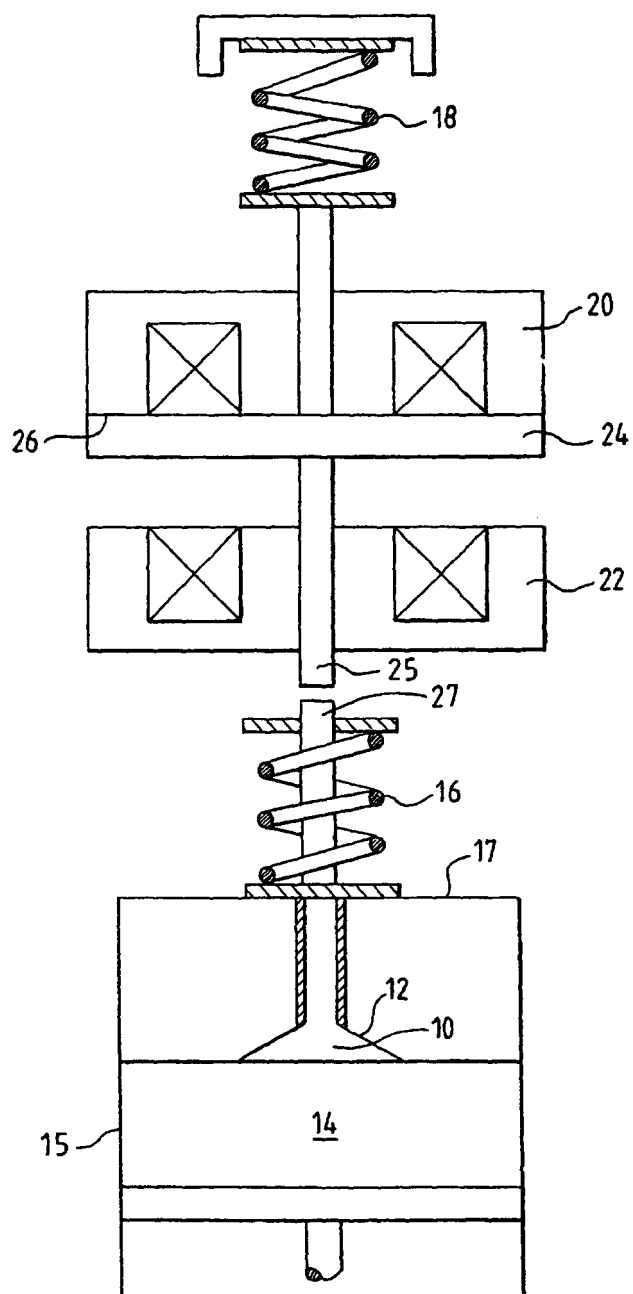
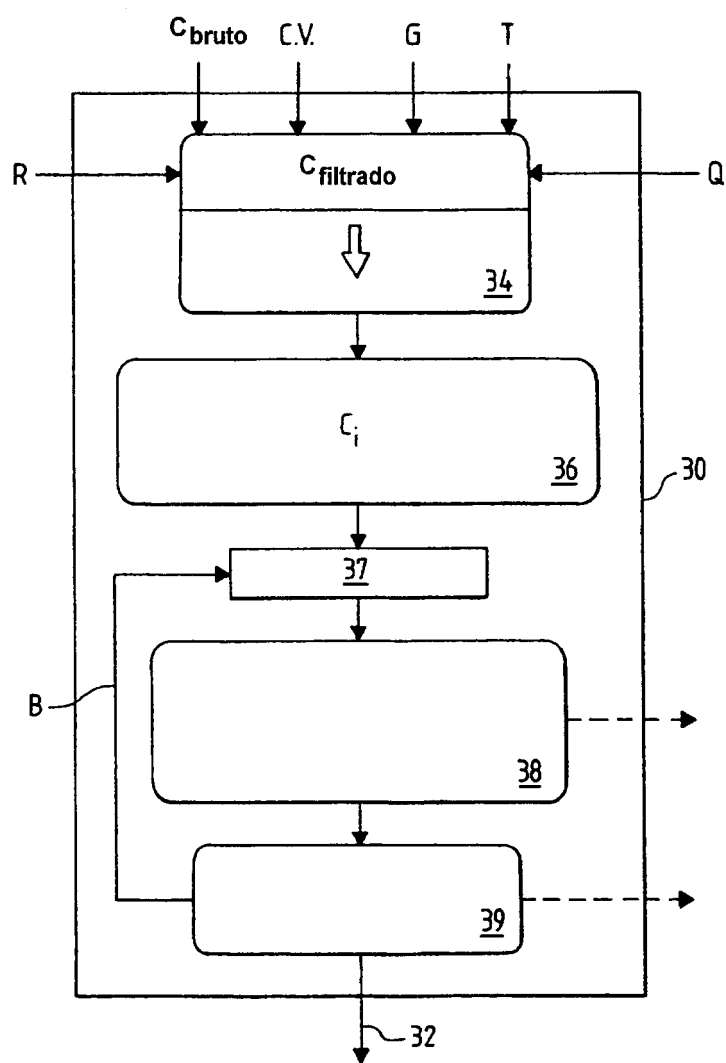
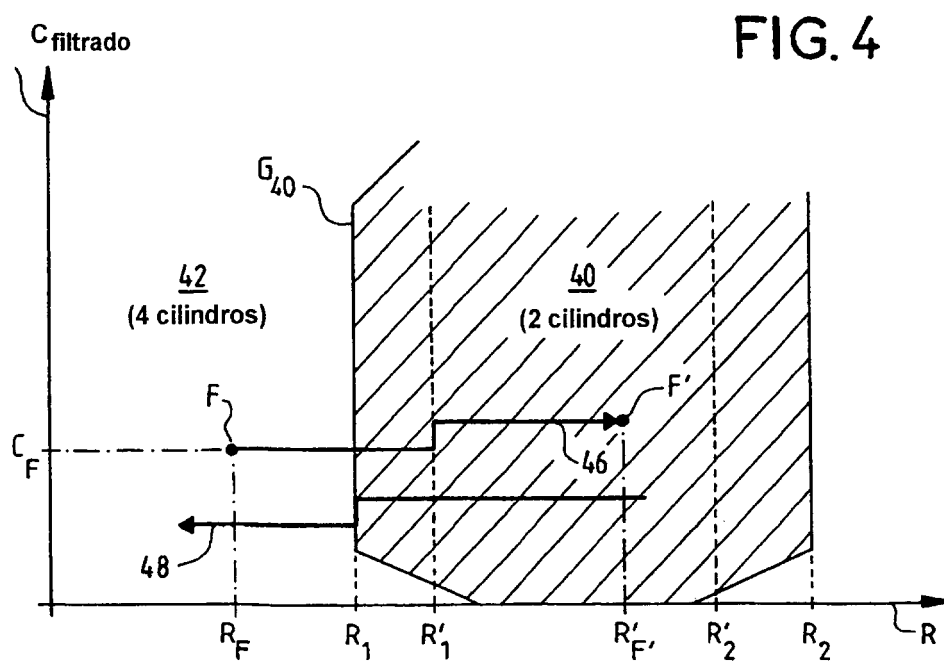
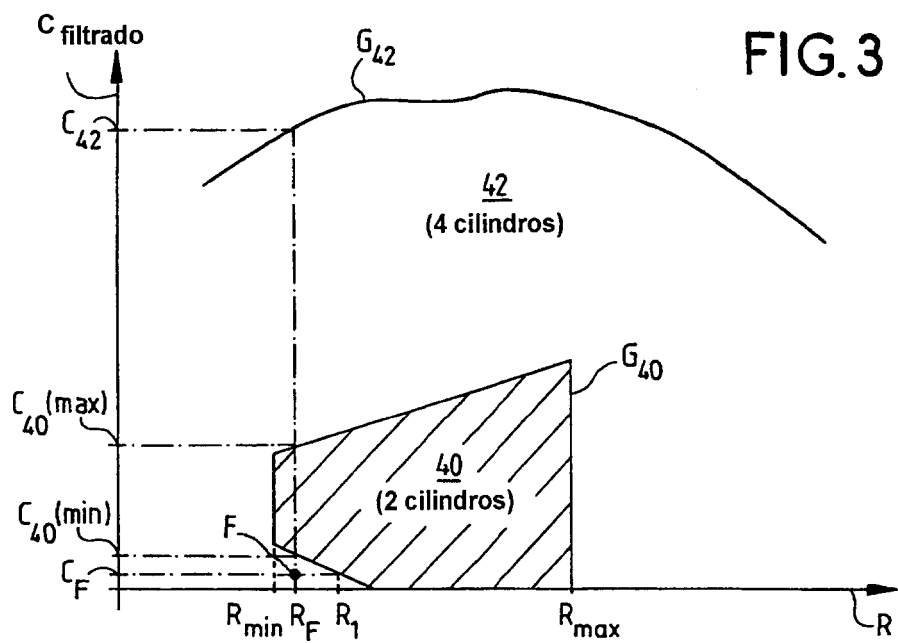


FIG.2





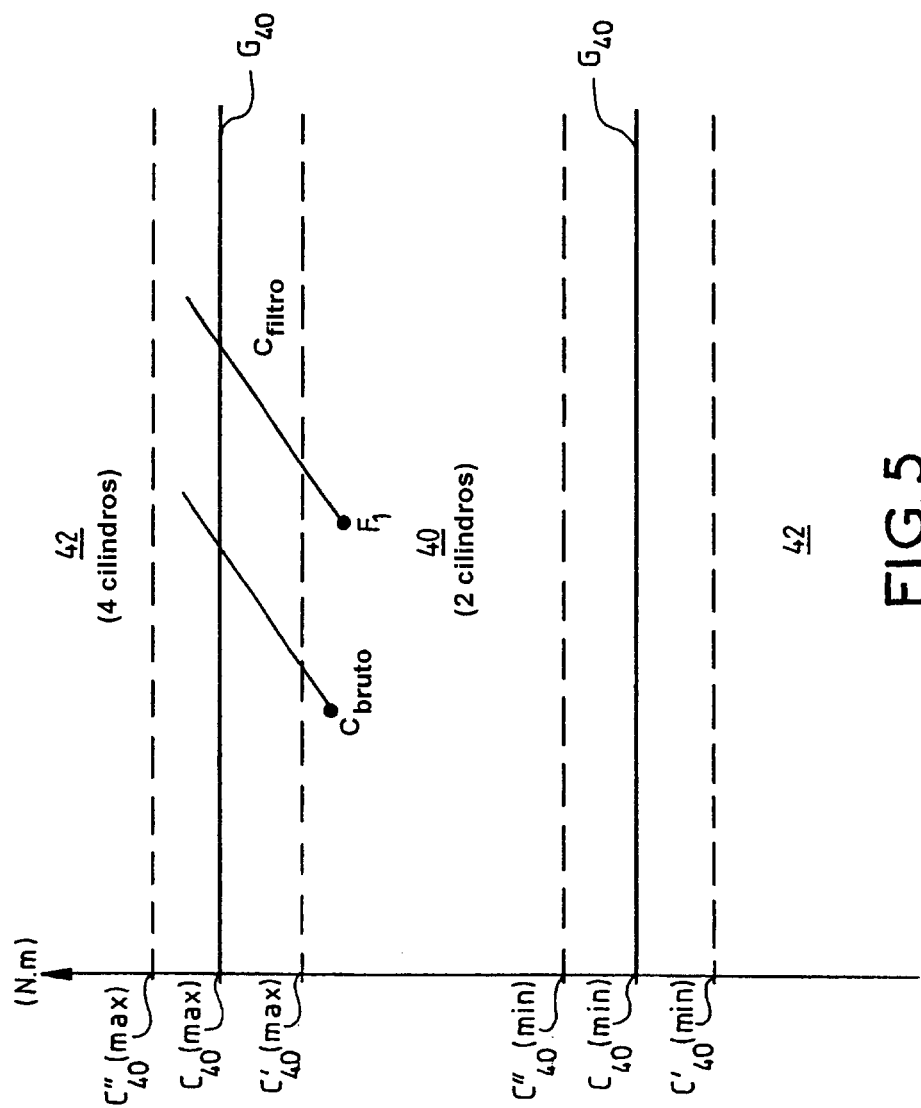


FIG. 5

FIG.6a

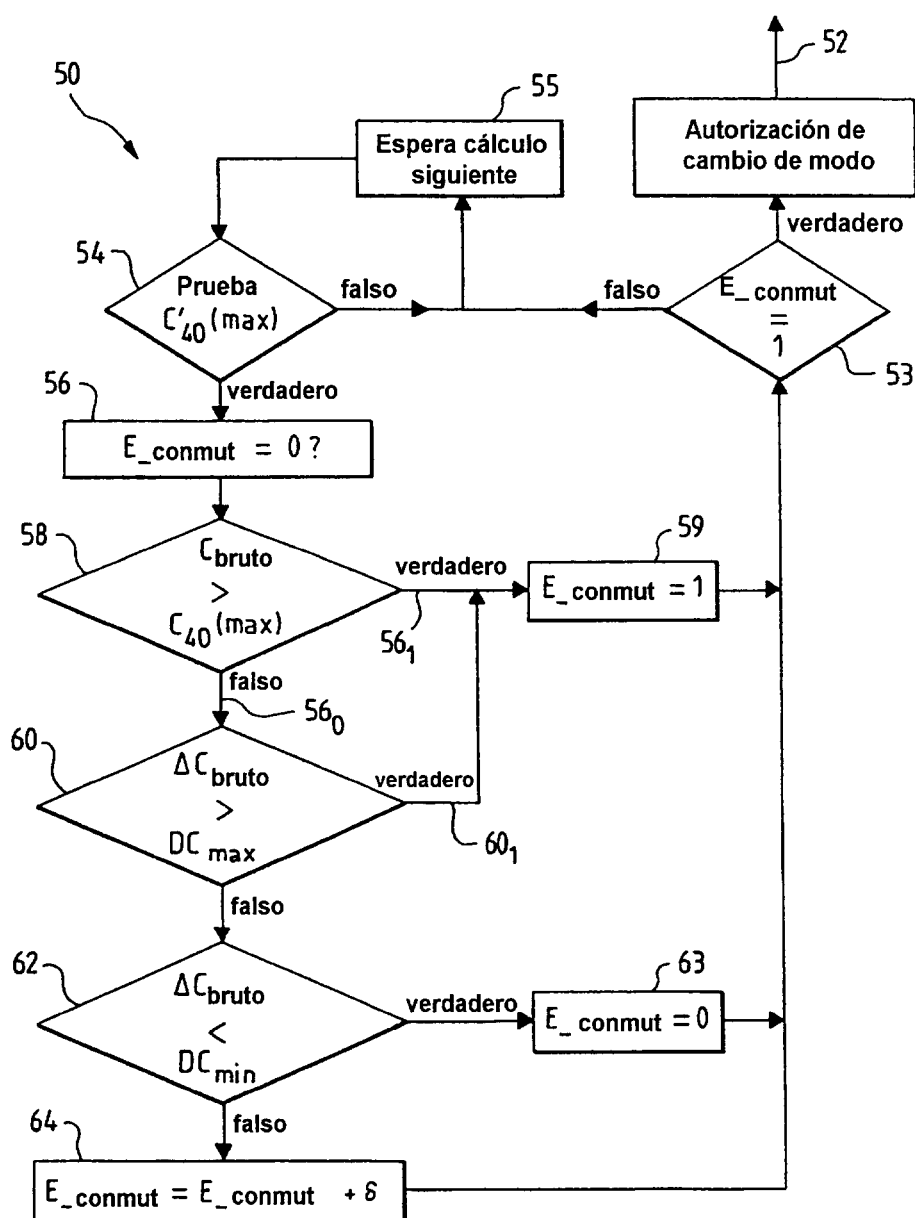


FIG. 6b

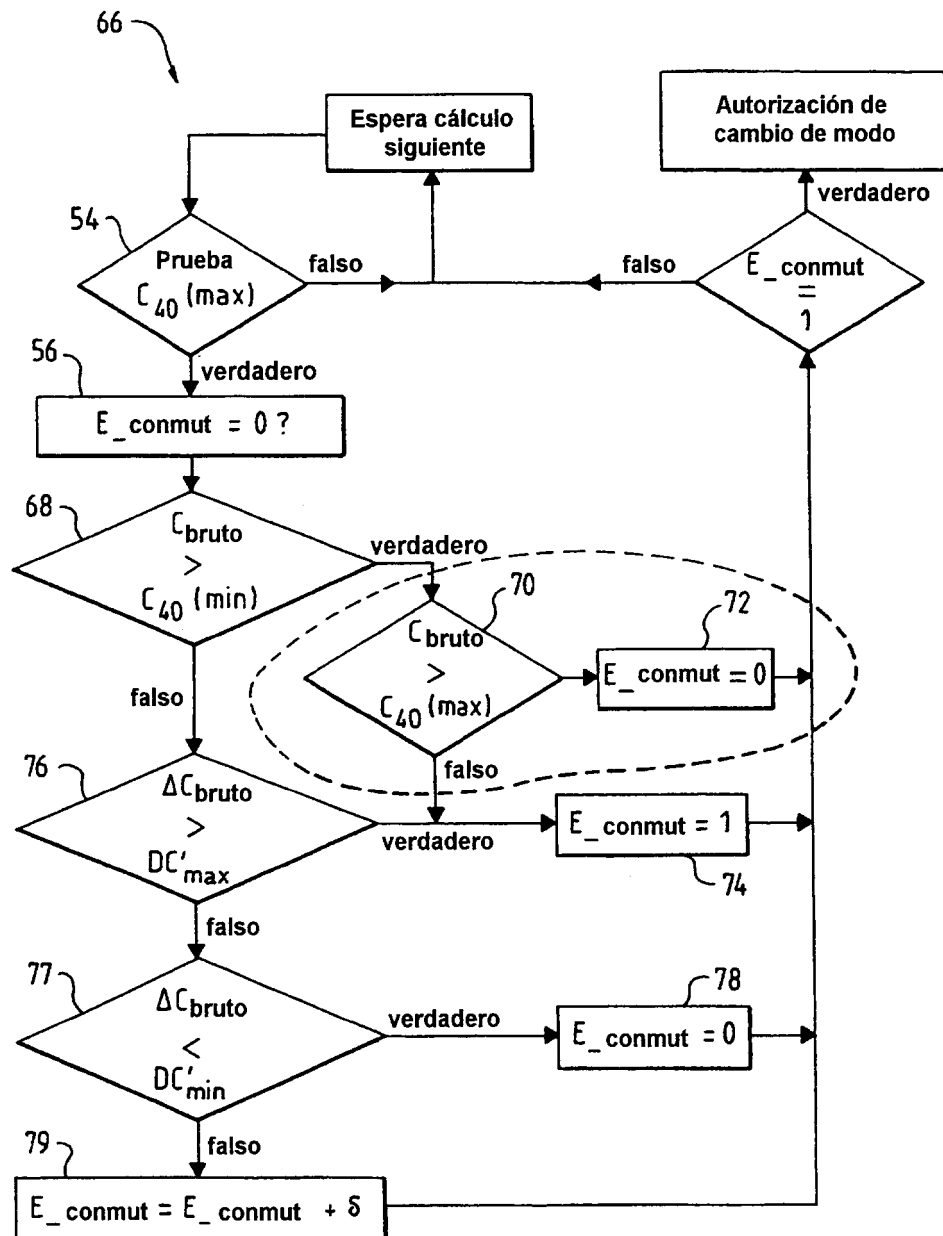
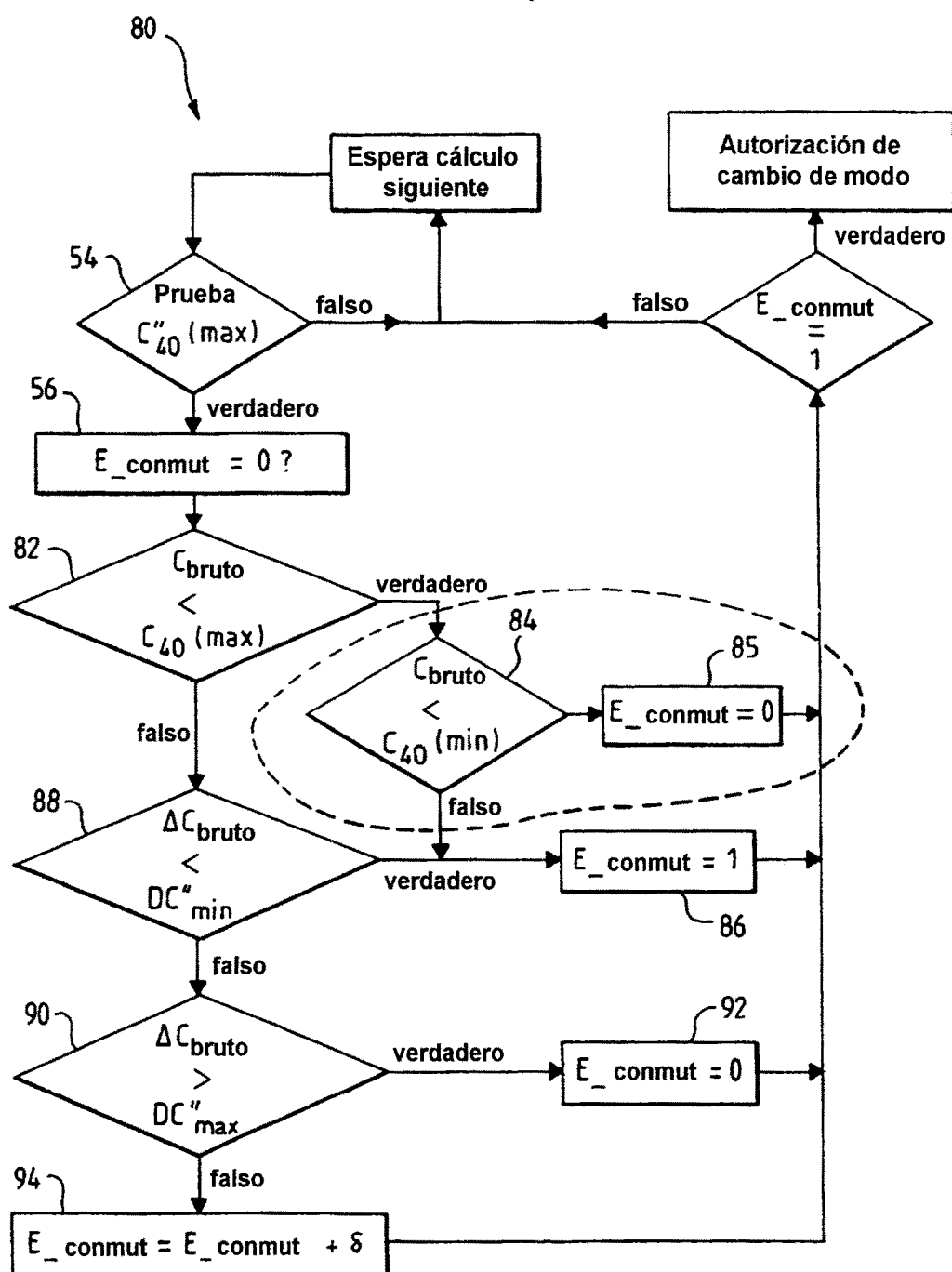
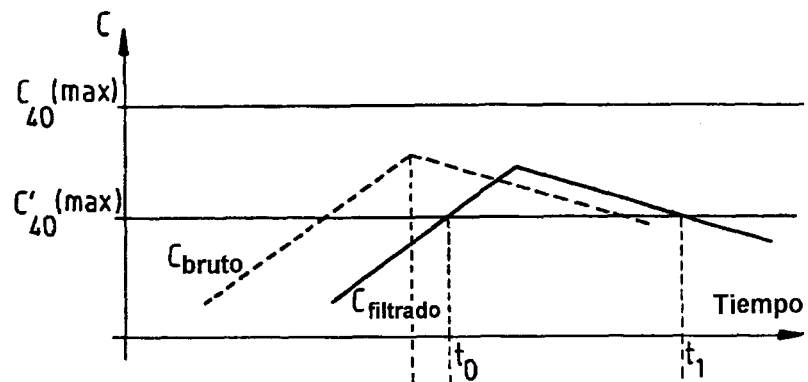


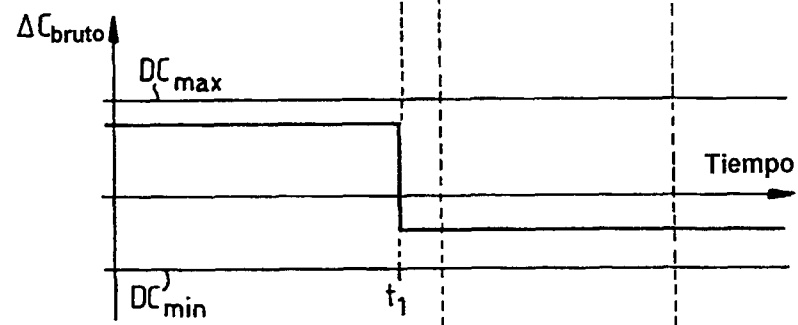
FIG.6c



7a1



7a2



7a3

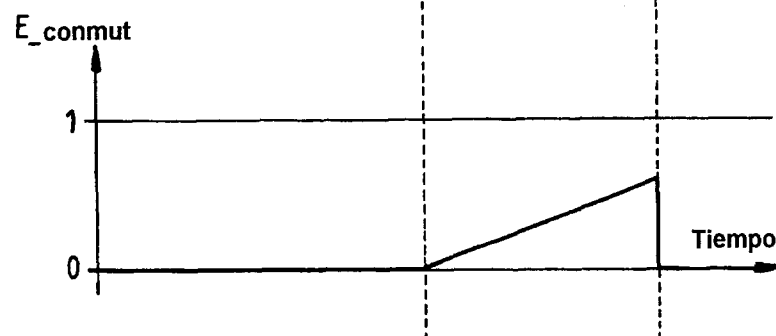


FIG.7a

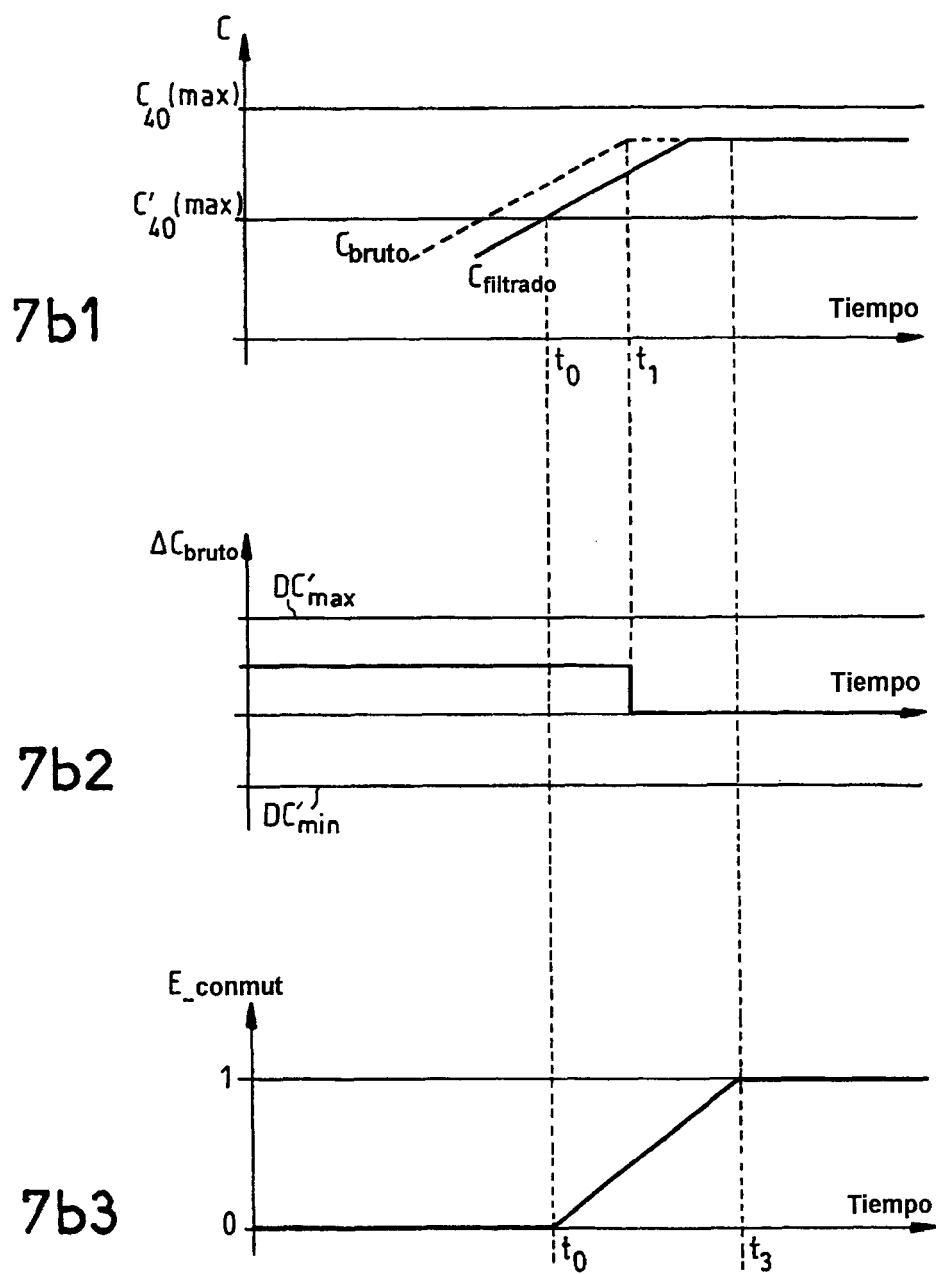


FIG. 7b

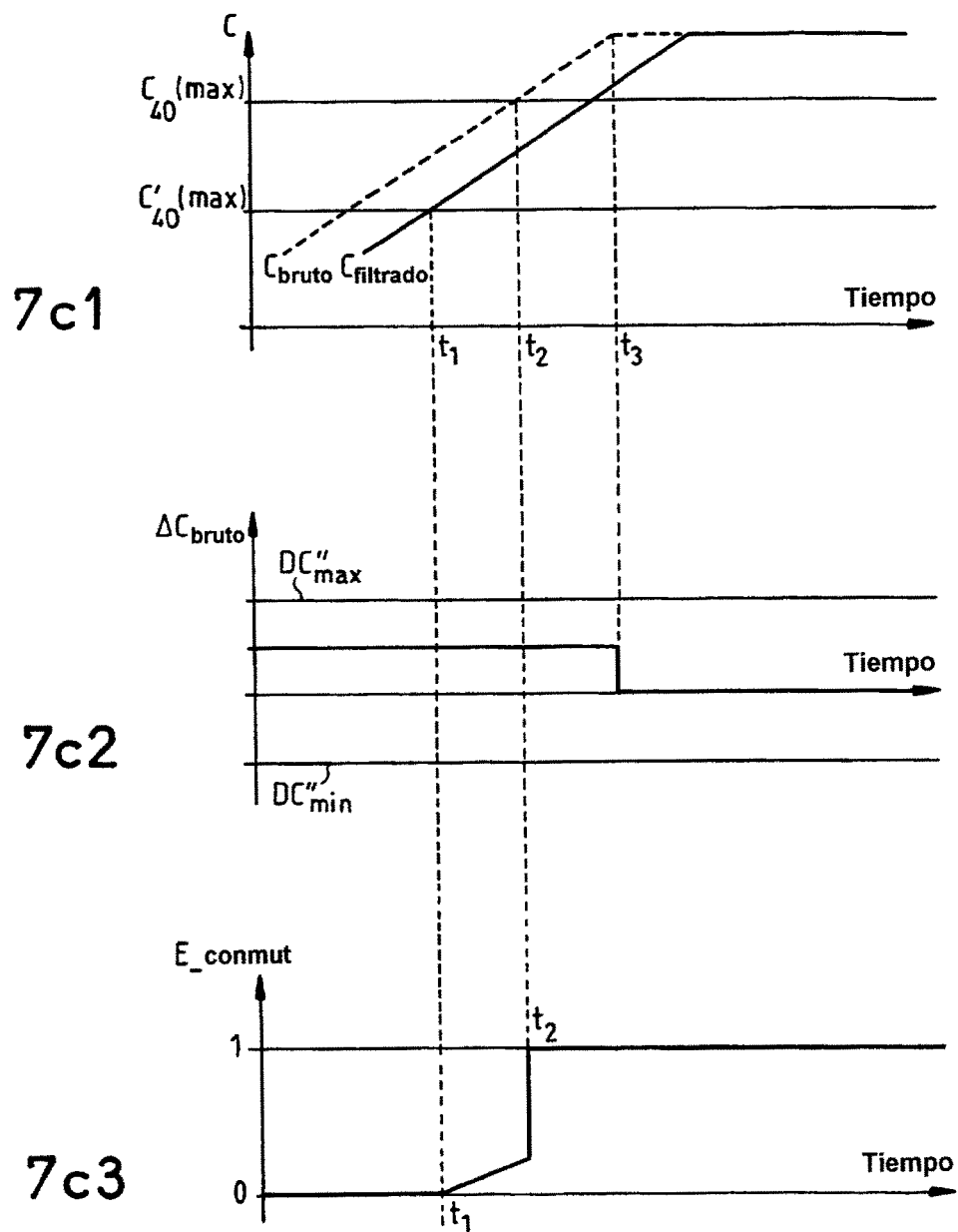


FIG.7c

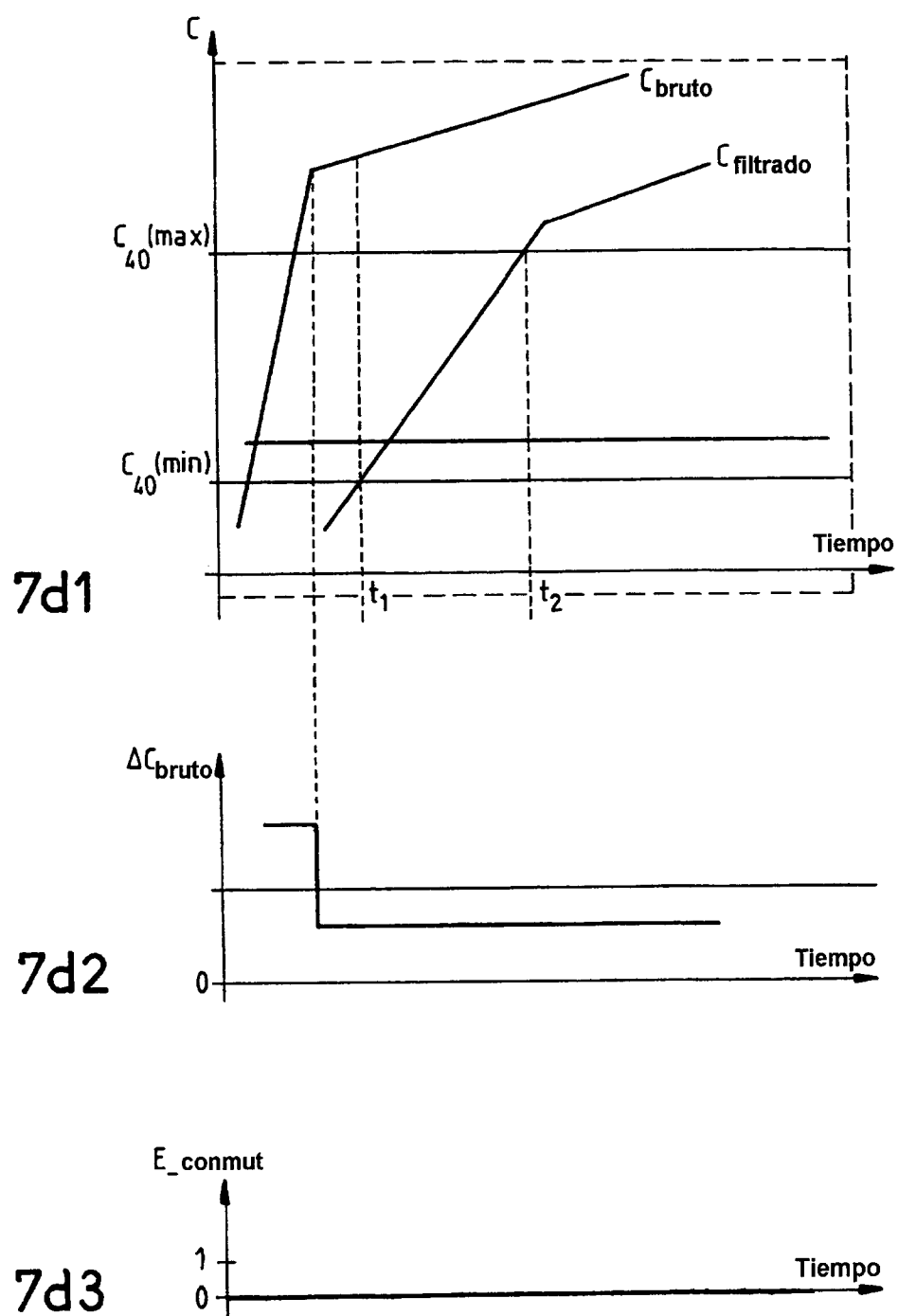


FIG.7d

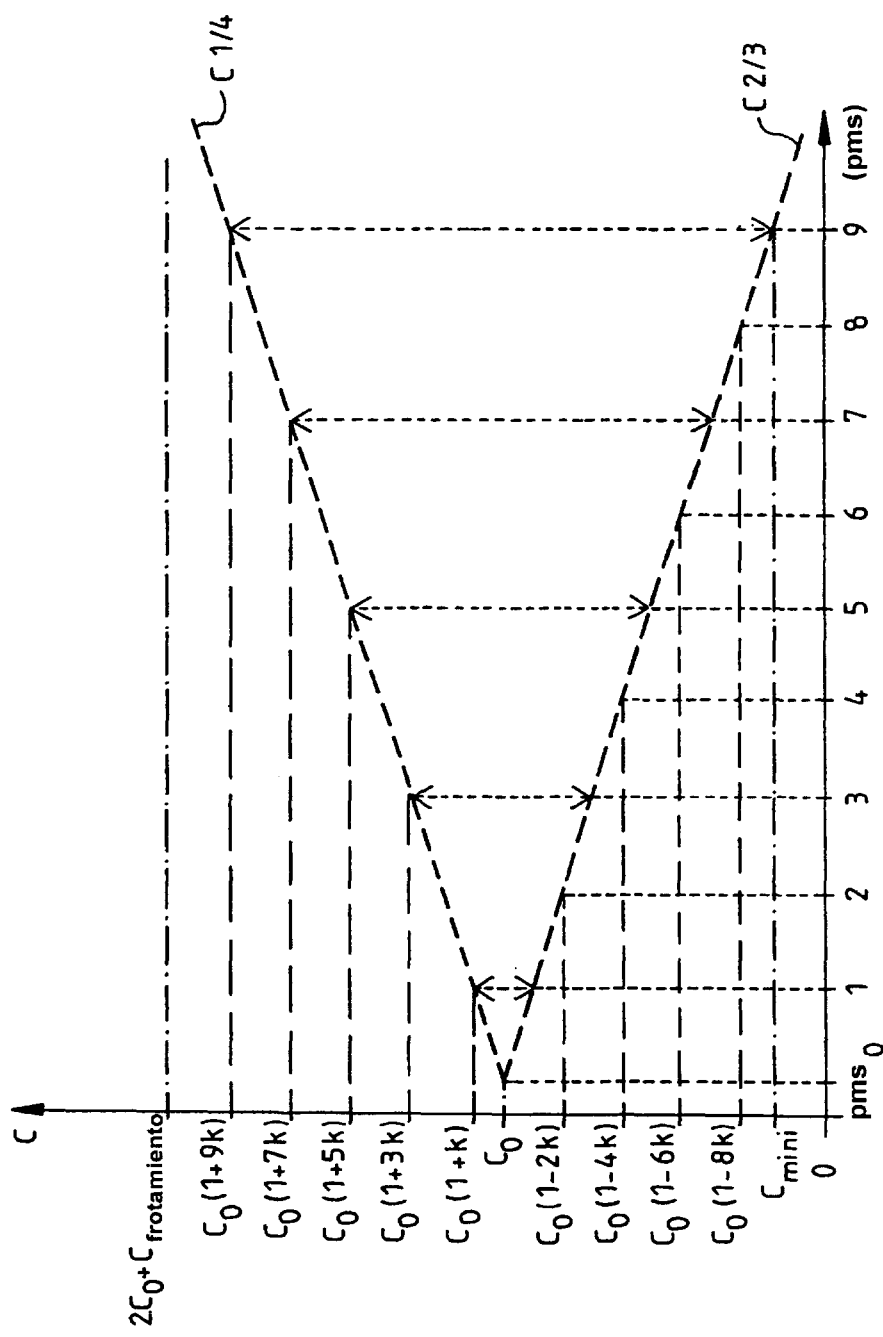


FIG.8a

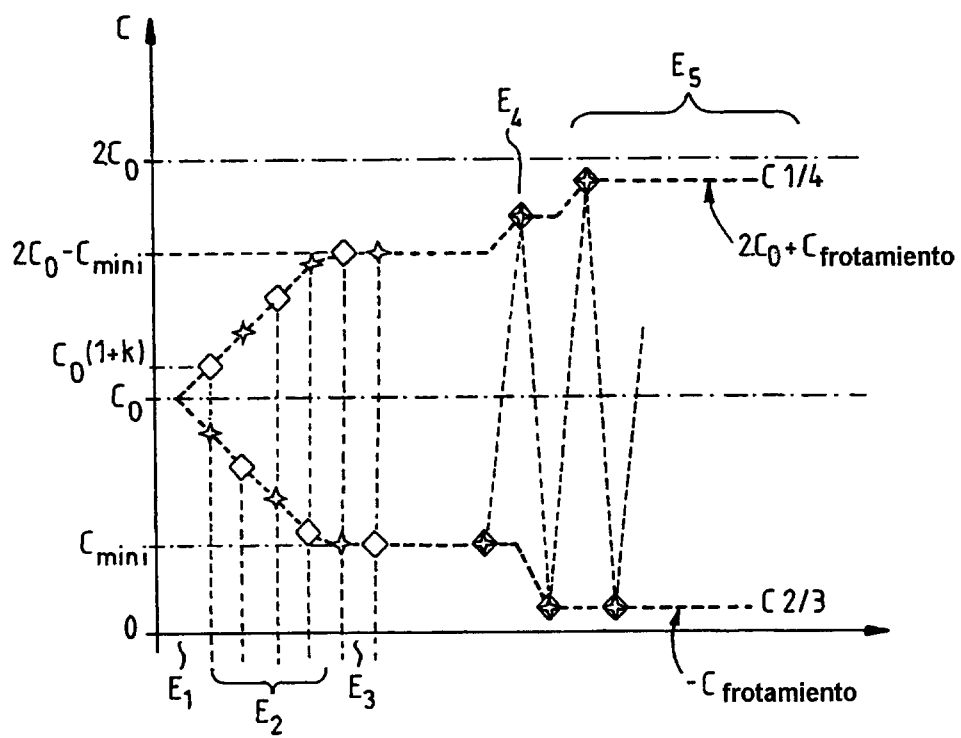


FIG.8b

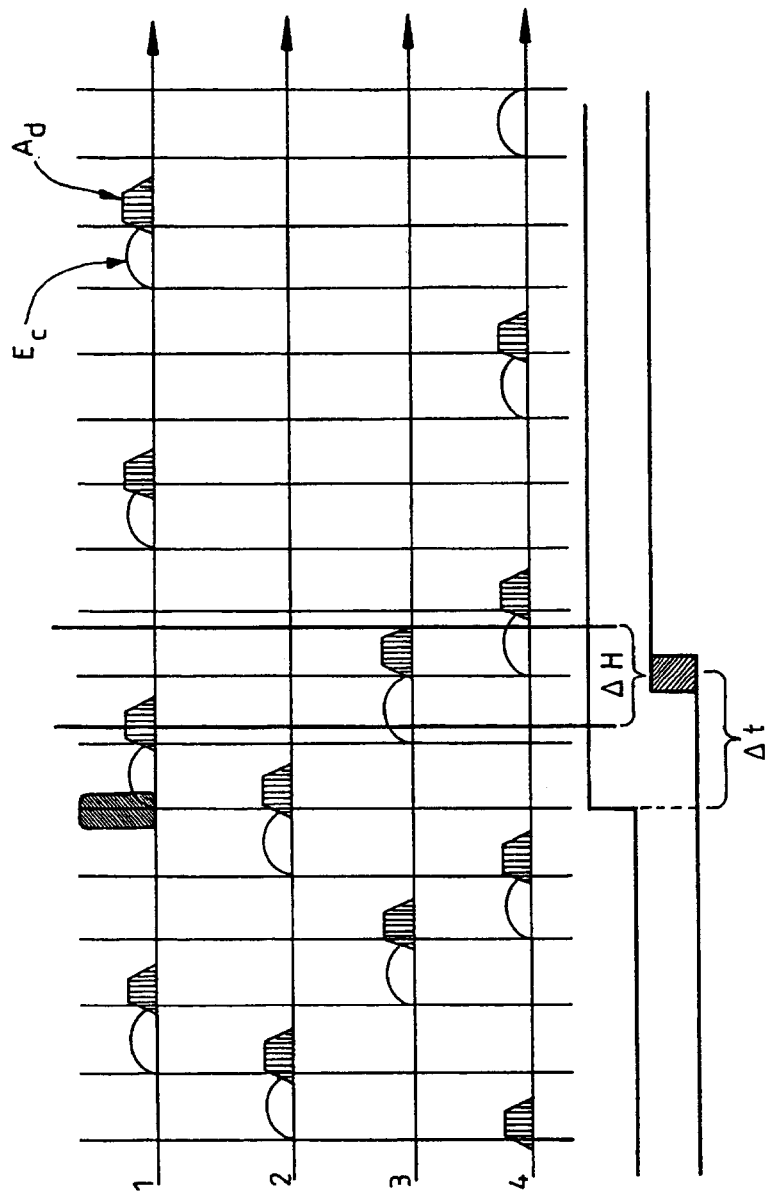


FIG. 8c

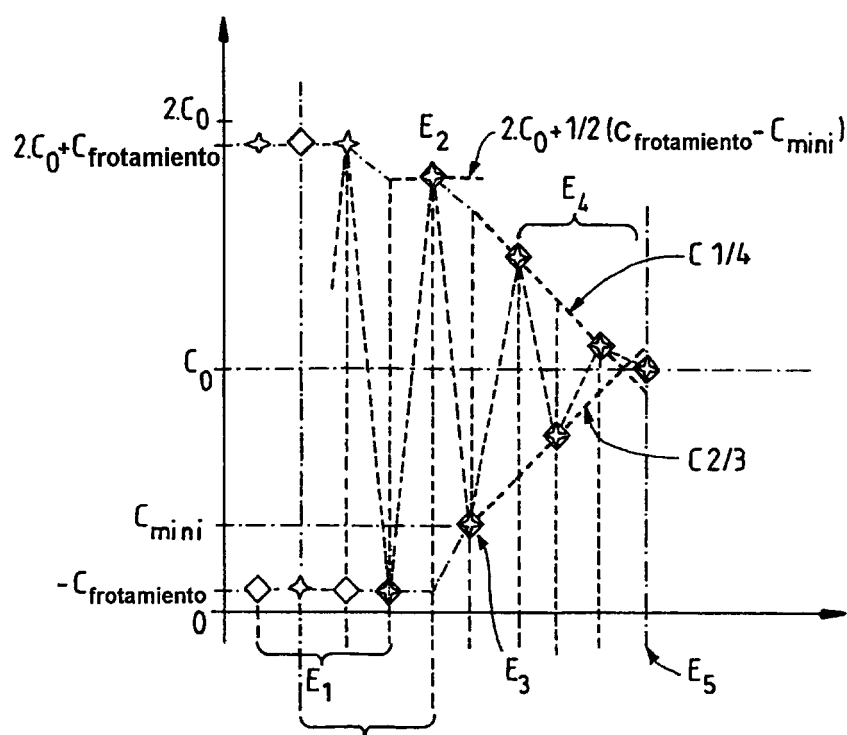


FIG.8d

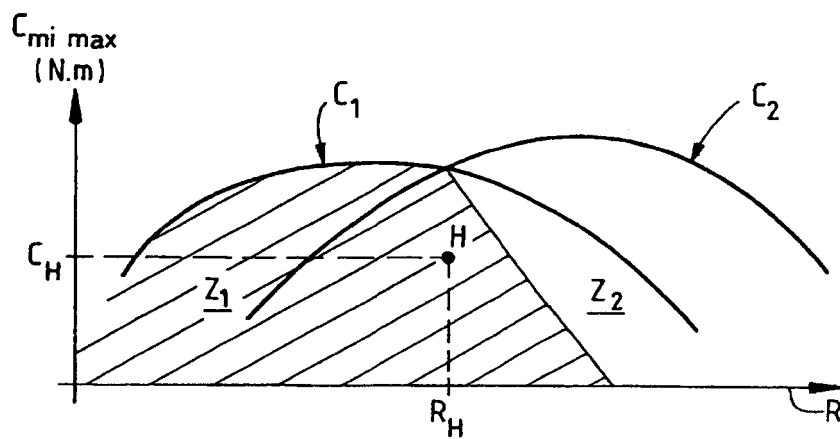


FIG.9

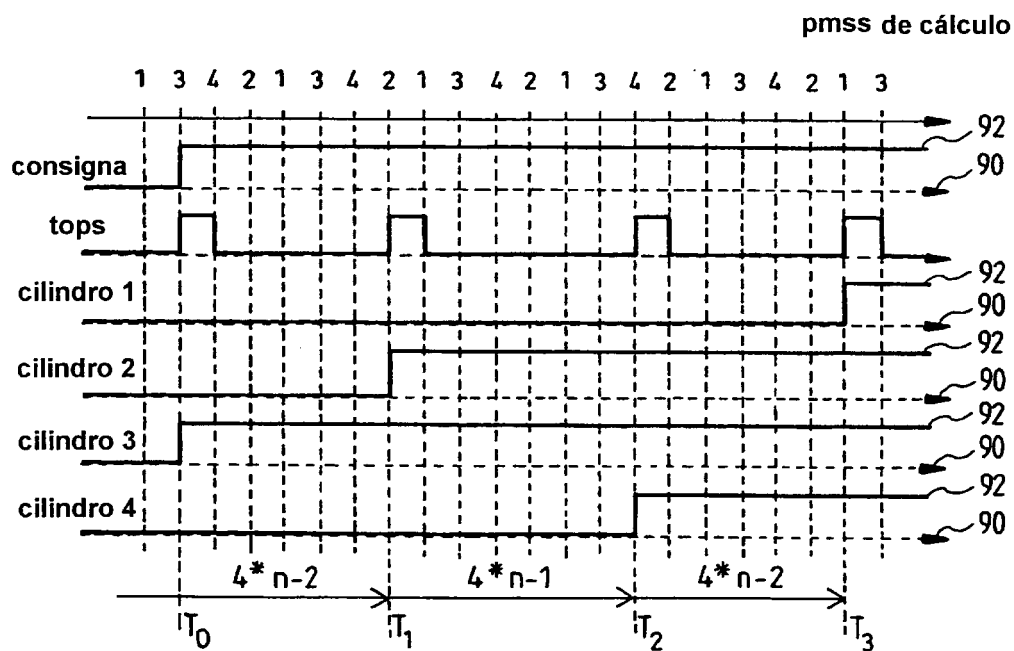


FIG.10

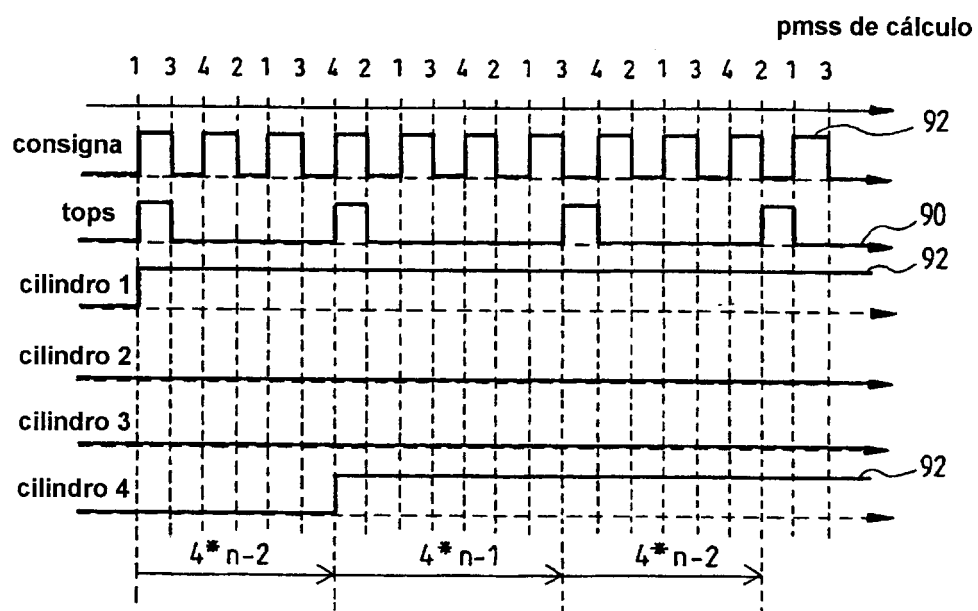


FIG.11

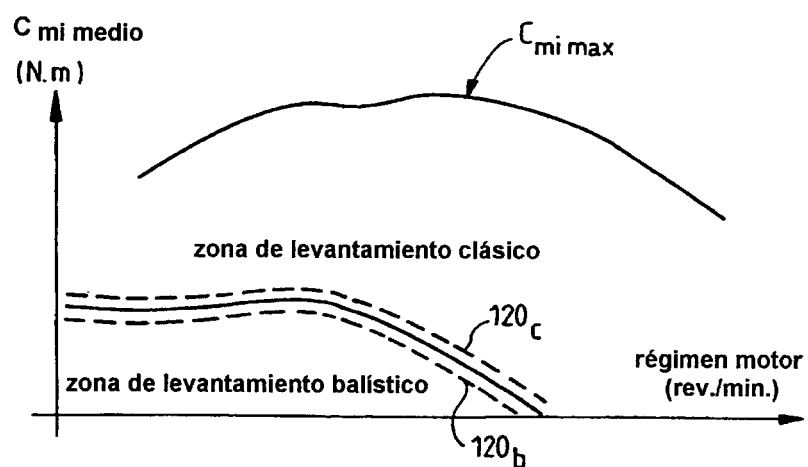


FIG.12