



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 301 770**

(51) Int. Cl.:
F01L 9/04 (2006.01)
F02D 13/06 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **03300069 .6**

(86) Fecha de presentación : **21.07.2003**

(87) Número de publicación de la solicitud: **1384861**

(87) Fecha de publicación de la solicitud: **28.01.2004**

(54) Título: **Motor de combustión interna provisto de un procesador y de accionadores electromecánicos de mando de válvulas.**

(30) Prioridad: **26.07.2002 FR 02 09547**

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

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.07.2008

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

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

(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

Motor de combustión interna provisto de un procesador y de accionadores electromecánicos de mando de válvulas.

5 La presente invención se refiere a un motor de combustión interna provisto de un procesador y de accionadores electromecánicos de mando de válvulas, de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 (véase el documento EP-A-1054148).

10 Se sabe que en un motor de combustión interna cada cilindro funciona según un ciclo predeterminado para facilitar un par motor. Por ejemplo, un cilindro denominado de “cuatro tiempos” efectúa un ciclo que comprende una etapa de admisión de una mezcla combustible dentro de una cámara de combustión, una etapa de compresión de esta mezcla hasta su combustión, una etapa de expansión de los 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 son mandados por válvulas de admisión o de escape, denominándose estas válvulas “abiertas” (“cerradas”) cuando permiten (impiden) estos intercambios de gases.

20 La apertura o el cierre de una válvula están determinados por el funcionamiento del cilindro. Por ejemplo, durante una etapa de admisión, la válvula o las válvulas de admisión están abiertas, estando las válvulas de admisión y de escape cerradas durante las etapas de compresión y de expansión, mientras que, durante la etapa de escape, la válvula o las válvulas de escape están abiertas.

25 Las posiciones abiertas o cerradas de las válvulas son mandadas de modo electromecánico, o de modo mecánico, como a continuación se describe:

En el primer caso (mando electromecánico), la válvula es mandada por un dispositivo o accionador electromecánico que comprende, por ejemplo, muelles combinados con electroimanes para controlar la apertura o el cierre de esta válvula.

30 La figura 1 representa un accionador de electroimanes de este tipo que manda 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.

35 La válvula 10 permanece cerrada o abierta gracias al accionador electromecánico, que comprende muelles 16 y 18 y electroimanes 20 y 22. El electroimán 20, el que está más alejado de la cámara de combustión, está destinado a atraer un plato 24 para aplicarlo contra una cara 26 de su circuito magnético. La válvula 10 está entonces cerrada por la acción del muelle 16 sobre su vástago 27.

40 El segundo electroimán 22 permite mandar la válvula 10 hacia la posición abierta. A tal efecto, la bobina de este electroimán 22 se activa después de la desactivación de la bobina del electroimán 20. El plato 24 se separa entonces de la cara 26 del circuito magnético del electroimán 20, siendo facilitada esta separación por la acción del muelle 18. Cuando el electroimán 22 está activado, éste atrae al plato 24 hacia una cara de su circuito magnético. Siendo esta atracción superior a la acción del muelle 16, éste abre la válvula 10 por la acción de un vástago 25, solidario del plato 24, sobre el vástago 27 de la válvula 10.

En el segundo caso (mando mecánico), la válvula es mecánicamente solidaria del pistón del cilindro provisto de esta válvula cuya posición es función de la posición del pistón dentro de la cámara de combustión.

50 Por otra parte, es conocido disponer un dispositivo de mando mecánico de las válvulas con el fin de hacer variar el número de cilindros activos, es decir, que facilitan un par motor, en función del par requerido por el conductor del vehículo por medio del pedal del acelerador y/o del régimen del motor. A tal efecto, un dispositivo de este tipo mantiene cerradas las válvulas de los cilindros desactivados.

55 Sin embargo, un dispositivo mecánico de este tipo presenta un número de inconvenientes. Así, la activación o la desactivación de los cilindros se efectúa en función de un número reducido de parámetros fijados por la estructura mecánica del dispositivo. En particular, este dispositivo no permite considerar parámetros exteriores al motor, como la elección de un modo de conducción deportiva, que privilegia la utilización de todos los cilindros para obtener grandes aceleraciones a regímenes elevados, o la elección de un modo de conducción económica, que privilegia un número reducido de cilindros activos. Por otra parte, dicho dispositivo no permite aumentar el número de parámetros que determinan el número de cilindros activos ni modificar el tratamiento de estos parámetros.

60 La presente invención permite poner remedio, al menos, a uno de estos inconvenientes. Ésta resulta de la constatación de que el mando de las válvulas por medio de accionadores mandados por señales eléctricas puede utilizarse en combinación con una unidad central de microprocesador utilizada en los vehículos para controlar el funcionamiento del motor y la conducción del vehículo.

ES 2 301 770 T3

Por esta razón, la presente invención se refiere a un motor de combustión interna que comprende un procesador, que recibe informaciones sobre el funcionamiento del motor y sobre la conducción del vehículo, y cilindros cuyas válvulas son mandadas por accionadores electromecánicos, que está caracterizado porque el procesador comprende medios para mandar accionadores electromecánicos en función de informaciones recibidas y posicionar el funcionamiento del motor según, al menos, uno de dos modos que difieren en el número de cilindros activos, es decir, que generan un par motor, permaneciendo cerradas las válvulas de los cilindros desactivados por estos accionadores.

La utilización de un procesador para controlar la activación y/o la desactivación de válvulas mandando estos accionadores electromecánicos, permite tener en cuenta parámetros propios del funcionamiento del motor, tales como su régimen o el par mandado, así como parámetros exteriores al motor, tales como el modo de conducción, puesto que, de modo general, la invención permite mandar el número de cilindros activos en un motor en función de cualquier parámetro tenido en cuenta por el procesador.

Por ejemplo, si se transmite a este procesador la detección de un fallo de funcionamiento de una válvula, este último puede desactivar el cilindro provisto de la válvula defectuosa.

En una realización, el procesador comprende medios para recibir informaciones concernientes al motor relativas, al menos, a uno de los parámetros siguientes: el régimen del motor, el par mandado al 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 puede comprender, también, medios para recibir informaciones concernientes a la conducción del vehículo relativas, al menos, a uno de los parámetros siguientes: la velocidad del vehículo, la trayectoria del vehículo, un modo de conducción del vehículo.

Además, por simple programación del procesador, pueden desarrollarse y aplicarse estrategias de desactivación y de transiciones entre los diferentes modos de funcionamiento con el fin de prevenir eventuales fallos de funcionamiento del motor durante los cambios de modo. Esta programación se puede modificar por carga de nuevos programas.

Así, en una realización, comprendiendo el motor un número par (n) de cilindros, el procesador comprende medios para posicionar el funcionamiento del motor de acuerdo con uno de los tres modos siguientes: un primer modo en el cual todos los cilindros son activos, un segundo modo en el cual solo la mitad ($n/2$) de los cilindros son activos, y un tercer modo según el cual un número par inferior a la mitad de los cilindros son activos.

En un modo de realización, comprendiendo el motor cuatro cilindros que funcionan según ciclos de cuatro tiempos, el procesador comprende medios para, cuando solo dos cilindros son activos, mantener activos dos cilindros desfasados un semiciclo de funcionamiento.

El procesador puede comprender medios para que el cambio de un modo a otro modo se efectúe cuando el régimen de este motor alcance valores umbrales ($R_1, R'_1; R_2, R'_2$), siendo estos valores umbrales diferentes según que el cambio de modo se efectúe del primer modo hacia el segundo modo o del segundo modo hacia el primer modo.

De acuerdo con una realización, el procesador comprende medios para modificar el par mandado (C_{bruto}) por el conductor del vehículo en un par ($C_{filtrado}$) filtrado que atenúa las variaciones de este par mandado (C_{bruto}) y para determinar un modo de funcionamiento del motor en función de este par filtrado.

El procesador puede comprender medios para que el cambio de un modo a otro se efectúe cuando el par ($C_{filtrado}$) filtrado llegue a un par de prueba (C_{40}'' (min), C_{40}' (min), C_{40}'' (max), C_{40}' (max)) y el par (C_{bruto}) mandado por el conductor llegue a un par (C_{40} (min), C_{40} (max)) de puesta en marcha de modo.

En este caso, de acuerdo con una realización, cuando el par ($C_{filtrado}$) filtrado llega a un par de prueba (C_{40}'' (min), C_{40}' (min), C_{40}'' (max); C_{40}' (max)) y el par (C_{bruto}) mandado por el conductor llega a un primer par (C_{40} (min), C_{40} (max)) de puesta en marcha de modo, el procesador comprende medios para impedir un cambio de modo cuando el par mandado (C_{bruto}) llegue a un segundo par (C_{40} (min), C_{40} (max)) de puesta en marcha de modo.

De acuerdo con una realización, el procesador comprende medios para que el cambio de un modo a otro modo se efectúe cuando el par ($C_{filtrado}$) filtrado llegue a un par de prueba (C_{40}'' (min), C_{40}' (min), C_{40}'' (max), C_{40}' (max)) y la variación (ΔC_{bruto}) de par (C_{bruto}) mandado sea superior a un umbral máximo positivo de variación (DC_{max} ; DC'_{max}) cuando la variación sea positiva, o inferior a un umbral mínimo negativo de variación (DC''_{min}) cuando la variación sea negativa.

El procesador puede comprender medios para que el cambio de un modo a otro modo se efectúe cuando el par ($C_{filtrado}$) filtrado llegue a un par de prueba (C_{40}'' (min), C_{40}' (min), C_{40}'' (max), C_{40}' (max)) y la variación (ΔC_{bruto}) de par (C_{bruto}) mandado esté constantemente comprendida entre un umbral máximo (DC_{max} ; DC'_{max} ; DC''_{max}) y un umbral mínimo (DC_{min} ; DC'_{min} ; DC''_{min}) de variación durante un retardo dado.

ES 2 301 770 T3

En una realización, el procesador comprende medios para que, cuando los cilindros estén en curso de desactivación, el par facilitado por los cilindros mantenidos activos aumente con el fin de compensar el par decreciente de los cilindros en desactivación.

De acuerdo con una realización, el procesador comprende medios para que el par facilitado por los cilindros mantenidos activos aumente linealmente ($C_{\text{filtrado}}(1+n*k)$) mientras que el par generado por los cilindros que hay que desactivar disminuya linealmente ($C_{\text{filtrado}}(1-n*k)$), a partir del par motor por estos cilindros, por ejemplo, en función del número (n) de semivueltas del motor realizadas durante la desactivación y de un parámetro (k) que determina la intensidad de estos aumentos y estas disminuciones de par.

En este último caso, el procesador puede comprender medios para que el par decreciente de los cilindros en curso de desactivación se estabilice en un primer par umbral (C_{mini}) y para que el par creciente de los cilindros activos se mantenga en un segundo par umbral ($2C_{\text{filtrado}} - C_{\text{mini}}$) función del primer par umbral y del par (C_{filtrado}) solicitado al motor. El procesador puede comprender entonces medios para que el primer par umbral (C_{mini}) corresponda a un par límite tal que los cilindros desactivables no pueden facilitar un par positivo inferior a este par límite.

Si las válvulas de escape de los cilindros desactivados son mandadas por medio de accionadores electrohidráulicos, el procesador comprende, en un ejemplo, medios para mandar el cierre de las válvulas de escape de los cilindros desactivados cuando uno de los cilindros efectúe un punto muerto superior de su ciclo de funcionamiento. En este caso, el procesador puede comprender medios para que el cilindro que efectúe el punto muerto superior facilite un par función del primer par (C_{mini}) de umbral, del par (C_{filtrado}) solicitado y del par ($-C_{\text{rozamiento}}$) facilitado por un cilindro desactivado.

De acuerdo con una realización, el procesador comprende medios para que, durante la activación de cilindros desactivados, el par facilitado por los cilindros mantenidos activos disminuya linealmente ($C_{\text{filtrado}}(1-n*k)$) mientras que el par generado por los cilindros en curso de activación aumente linealmente ($C_{\text{filtrado}}(1+n*k)$) hacia el par motor solicitado (C_{filtrado}), por ejemplo, en función del número (n) de semivueltas del motor realizadas durante la activación y de un parámetro (k) que determina la intensidad de estos aumentos y disminuciones de par.

En esta última realización, el procesador puede comprender medios para que el mando de activación de los cilindros desactivados se ponga en marcha cuando uno de los cilindros efectúe un punto muerto superior de su ciclo de funcionamiento. El procesador puede comprender entonces medios para que, en el transcurso del punto muerto superior del cilindro activo, este último facilite un par función de un primer par (C_{mini}) de umbral, del par solicitado (C_{filtrado}) y del par ($-C_{\text{rozamiento}}$) facilitado por un cilindro desactivado. En este caso, el procesador puede comprender medios para que un segundo punto muerto superior de un cilindro en curso de activación suceda al punto muerto superior del cilindro activo, generando el cilindro en curso de activación un par durante este segundo punto muerto superior igual al primer par umbral (C_{mini}).

En un ejemplo, el procesador comprende medios para que el primer par umbral (C_{mini}) corresponda a un par límite tal que un cilindro que puede ser desactivado no pueda facilitar un par positivo inferior a este par límite.

De acuerdo con una realización, el procesador comprende medios para que todos los cilindros sean activos cuando el motor funcione con válvulas de admisión de mando mecánico, cuando el motor esté desembragado, cuando el motor funcione al ralentí y/o cuando el conductor no presione el acelerador.

Además, la invención permite considerar modos de funcionamiento del motor complementarios de los modos característicos de un número de cilindros activos. Por ejemplo, pueden considerarse, simultáneamente, un modo característico del número y/o del tipo de válvulas desactivadas, es decir, mantenidas cerradas, por cilindro, así como un modo característico del modo de levantamiento de las válvulas activas.

Así, el procesador puede comprender medios para determinar un modo relativo al número y al tipo de válvulas de admisión activas en cada cilindro.

En este caso, de acuerdo con una realización, comprendiendo cada cilindro, al menos, una válvula que controla una admisión de mezcla de aire y de carburante y, al menos, una válvula que controla una admisión de aire, el procesador comprende medios para mandar, al menos, dos de los modos siguientes: un modo que activa todas las válvulas de admisión, un modo que activa únicamente la válvula o las válvulas que controlan una admisión de aire y de carburante, un modo que activa únicamente la válvula o las válvulas que controlan una admisión de aire, un modo que desactiva todas las válvulas de admisión.

En un ejemplo, comprendiendo el motor cuatro cilindros, el procesador comprende medios para activar y/o desactivar, durante un cambio de modo del número y/o del tipo de válvulas activas por cilindro, las válvulas de admisión de un primer cilindro, y las válvulas de admisión de un segundo cilindro desfasado un semiciclo con respecto a este primer cilindro, y después las válvulas de admisión de los dos cilindros restantes.

El procesador puede comprender medios para determinar un modo de funcionamiento relativo al modo de levantamiento de las válvulas activas.

En este caso, de acuerdo con una realización, el procesador comprende medios para utilizar un modo de levantamiento clásico de las válvulas de admisión, que comprende un mando de apertura y un mando de cierre de las válvulas, o un modo de levantamiento balístico, que comprende un único mando de apertura o de cierre de la válvula de admisión.

En un ejemplo, el procesador comprende medios para que el cambio de modo de levantamiento se efectúe cuando el régimen o el par de este motor lleguen a valores umbrales, siendo estos valores umbrales diferentes según que 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 puede comprender medios para mandar el modo clásico sin transición a partir de un modo balístico.

En el caso en que el motor comprenda cuatro cilindros, el procesador comprende, en un ejemplo, medios para mandar el modo balístico a partir de un modo clásico, aplicándose este cambio de modo a las válvulas de admisión de un primer cilindro, después a las válvulas de admisión de un segundo cilindro desfasado un semiciclo con respecto a este primer cilindro, y después a las válvulas de admisión de los dos cilindros restantes.

Otras características y ventajas de la invención se pondrán de manifiesto con la descripción efectuada a continuación a título no limitativo, refiriéndose a las figuras siguientes:

- la figura 1, ya descrita, representa un accionador electromagnético con electroimanes de mando de una válvula,

- la figura 2 representa el funcionamiento de una unidad de mando de válvulas con microprocesador de acuerdo con la invención,

- la figura 3 representa el par facilitado por un motor en función del régimen de este último y de diferentes modos de funcionamiento de acuerdo con la invención,

- la figura 4 representa operaciones de activación y de desactivación de cilindros de acuerdo con la invención y puestas en marcha por variaciones del régimen del motor,

- la figura 5 representa operaciones de activación y de desactivación de cilindros de acuerdo con la invención puestas en marcha por variaciones del par mandado al motor,

- las figuras 6a, 6b y 6c representan pruebas de funcionamiento de un motor destinadas a mandar la activación o la desactivación de cilindros de acuerdo con la invención,

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

- las figuras 8a y 8b representan los pares facilitados por los cilindros de un motor de acuerdo con la invención durante una desactivación de cilindros,

- la figura 8c representa retardos de funcionamiento considerados durante una desactivación,

- la figura 8d representa la evolución de los pares facilitados por los cilindros de un motor de acuerdo con la invención durante una activación de cilindros,

- la figura 9 es un diagrama que representa el par facilitado 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 de acuerdo con una primera variante de la invención,

- la figura 11 representa una cronología de activación de válvula de admisión de acuerdo con una segunda variante de la invención, y

- la figura 12 es un diagrama que representa el par facilitado por un motor en función del régimen de este último y de un modo de mando utilizado para cada válvula.

En la realización de la invención que a continuación se describe, una unidad 30 de mando (véase la figura 2) controla los accionadores electromecánicos de válvulas de un motor (no representadas) con el fin de optimizar el consumo de este último modificando el número de cilindros activos en el motor, es decir, que generan un par motor.

Por otra parte, esta unidad 30 se utiliza para filtrar el par bruto mandado por el conductor del vehículo, denominado en lo que sigue C_{bruto} , en un par filtrado, denominado en lo que sigue C_{filtrado} , con el fin de asegurar una conformidad de conducción que limite, por ejemplo, variaciones de par demasiado bruscas.

ES 2 301 770 T3

A tal efecto, 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} mandado 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 los gases de escape.

La unidad 30 manda entonces los accionadores electromecánicos de válvulas del motor de acuerdo con una cartografía previamente definida (por ejemplo, de modo empírico) 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, estos mandos de los accionadores electromecánicos pueden perturbar el funcionamiento del motor. Por ejemplo, un fallo de sincronización en el funcionamiento de las válvulas de diferentes cilindros puede provocar vibraciones de los elementos del motor (cilindro, cigüeñal, etc.) y/o discontinuidades en el par facilitado por el motor. Además, una desactivación de uno o varios cilindros puede provocar un aumento del tiempo de respuesta a una solicitud de aceleración, lo que sería peligroso, por ejemplo durante un adelantamiento.

Para evitar estas perturbaciones, la unidad central 30 manda los accionadores de válvulas desactivadas, es decir, mantenidas cerradas, después de haber determinado sucesivamente tres modos distintos de funcionamiento del motor descritos a continuación en el orden de determinación:

- El primer modo de funcionamiento es relativo al número de cilindros activos, es decir, al número de cilindros que facilitan un par motor. En la realización considerada como ejemplo, el motor comprende cuatro cilindros que pueden funcionar, según un modo en cuatro cilindros, facilitando los cuatro cilindros un par motor, o según un modo en dos cilindros, facilitando solo dos cilindros un par motor. Para esto, las válvulas de los cilindros activos permanecen activas, es decir, mandadas según el ciclo de cuatro tiempos ya descrito, mientras que las válvulas de los cilindros inactivos están desactivadas, es decir, mantenidas en posición cerrada.

En esta realización, todas las válvulas de admisión son mandadas por medio de accionadores provistos de electroimanes, tal como el accionador representado en la figura 1. Asimismo, las válvulas de escape de los cilindros 1 y 4 son de mando electromecánico mientras que las válvulas de escape de los cilindros 2 y 3 son mandadas por medio de accionadores de topes hidráulicos desembragables.

- El segundo modo de funcionamiento es relativo al número y al tipo de válvulas de admisión activas en cada cilindro. En efecto, en este ejemplo, cada cilindro comprende dos válvulas de admisión que pueden ser mandadas independientemente una de la otra por dos accionadores electromecánicos independientes tales como los descritos en la figura 1. De esta manera, se pueden utilizar o activar una o dos válvulas de admisión por cilindro activo.

Además, en el ejemplo, cada una de estas dos válvulas tienen 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 es relativo al modo de levantamiento utilizado para cada válvula activa. En este ejemplo, se considera que las válvulas de admisión pueden ser mandadas según un modo clásico tal que los instantes de apertura y de cierre de estas válvulas son determinados y mandados, o según un modo balístico tal que el instante de cierre de una válvula no es mandado sino que está determinado por el tiempo necesario para que ésta pase de una posición cerrada a la posición abierta y después, sin parada, vuelva a la posición cerrada. En otras palabras, el modo clásico utiliza un mando de apertura y un mando de cierre de válvula, mientras que el modo balístico utiliza solamente un mando de apertura.

Esta sucesión de elecciones de modos de funcionamiento está representada por bloques 34, 38 y 39, siendo descritos en detalle los medios que permiten efectuar estas elecciones con la ayuda de las figuras 3 a 13. Como consecuencia de estas elecciones, la unidad 30 emite una señal 32 para mandar cada accionador de acuerdo con estas elecciones.

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

A continuación de esta adquisición de datos, se efectúa el filtrado del par C_{bruto} mandado por el conductor del vehículo en un par $C_{filtrado}$ realmente mandado al motor, y después se realiza la elección de un modo en dos o en cuatro cilindros (bloque 34).

En un segundo tiempo, cuando se elige un modo en dos o en cuatro cilindros, se determina (bloque 36) el par C_i que debe ser facilitado por cada cilindro (i) mantenido activo con el fin de evitar discontinuidades en el par facilitado por el motor durante el cambio de modo.

Cuando se determina el par C_i , se transmite este dato (bloque 37), y 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 en cada

ES 2 301 770 T3

llamada de la función de control del motor, es decir, en cada semivuelta del motor. De modo más preciso, 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 del motor, la determinación para cada cilindro corresponde, por tanto, a una duración de una semivuelta del motor.

El bucle B mostrado en la figura 2 representa la actualización permanente de las determinaciones de los diversos modos.

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

En esta figura 3 se ha llevado en abscisas el régimen R del motor (en vueltas/min) y en ordenadas el par C_{filtrado} mandado al motor (en N.m). Las curvas G_{40} y G_{42} delimitan, respectivamente, zonas 40 y 42 de funcionamiento del motor probado en modo en dos cilindros (zona 40) o en modo en cuatro cilindros (zona 42).

En otras palabras, el motor probado puede facilitar 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 está situado en la zona 42 y solo el modo en cuatro cilindros facilita el par C_F y el régimen R_F requeridos.

A partir de la figura 3 se determinan los límites del modo en dos cilindros o en cuatro cilindros en términos de régimen y de par del motor. Cuando el régimen R es inferior al régimen R_{min} mínimo del modo en dos cilindros, o superior al régimen R_{max} de este modo en dos cilindros, el motor solamente puede utilizar el modo en cuatro cilindros.

Asimismo, estando dado el régimen R_F del motor, el modo en cuatro cilindros está limitado a un par máximo C_{42} mientras que el modo en dos cilindros está limitado a un par máximo $C_{40}(\text{max})$ o mínimo $C_{40}(\text{min})$.

De modo análogo, se pueden establecer los límites en régimen de cada modo de funcionamiento para un par determinado. Por ejemplo, estando fijado un par C_F para el motor, el modo en dos cilindros presenta un régimen R_1 mínimo por debajo del cual no puede utilizarse el modo en dos cilindros, igual que un régimen R_{max} máximo por encima del cual no puede utilizarse el modo en dos cilindros.

En lo que sigue del documento, se admitirá que, a igualdad de par y de régimen, el modo en dos cilindros es más económico que el modo en cuatro cilindros. Así, cuando el motor funciona en un punto de funcionamiento situado en la zona 40, es preferible el modo en dos cilindros.

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

Tales aumentos de modo, repetidos con una frecuencia elevada, perturbarían sensiblemente la conducción del vehículo. Para evitar estas perturbaciones, el cambio del número de cilindros activos utiliza dos estrategias de estabilización, que consideran, respectivamente, un cambio debido a una variación del régimen R , o un cambio debido a una variación del par C_{filtrado} mandado al motor.

En el caso en que se considere una variación de régimen R , se utiliza, un primer régimen de umbral R_1 de puesta en marcha del modo en cuatro cilindros y un segundo régimen de umbral R'_1 de puesta en marcha del modo en dos cilindros, distinto del primero, para definir una franja de estabilidad entre estos umbrales, como está representado en la figura 4, que es un agrandamiento de una parte de la figura 3, en la cual están representadas las zonas 42 (modo en cuatro cilindros) y 40 (modo en dos cilindros), así como la curva G_{40} .

Se ha representado también un punto F de funcionamiento situado en la zona 42, estando el motor entonces en modo en cuatro cilindros. Cuando su régimen aumenta y pasa a la zona 40 (flecha 46), el modo en dos cilindros no se establece hasta que el régimen R llega a un umbral R'_1 de puesta en marcha del modo en dos cilindros superior al régimen R_1 de la curva G_{40} anteriormente determinada (véase la figura 3). En otras palabras, en la franja de régimen $[R_1; R'_1]$, se impone el modo en cuatro cilindros, mientras que sería más económico el modo en dos cilindros.

En lo que sigue, se considera que, estando establecido el modo en dos cilindros, el motor se estabiliza y funciona en un punto de funcionamiento F' de régimen $R'_{F'}$ superior a R'_1 . Entonces, una disminución del régimen del motor a partir del valor $R'_{F'}$ (flecha 48) no pone en marcha el modo en cuatro cilindros hasta que este régimen se hace inferior al umbral R_1 de puesta en marcha de este modo.

El ejemplo descrito anteriormente es relativo a un paso del modo en cuatro cilindros hacia un modo en dos cilindros puesto en marcha por un aumento del régimen, y a un paso del modo en dos cilindros hacia el modo en cuatro cilindros puesto en marcha por disminución del régimen. De modo similar a este ejemplo, el paso de un modo en cuatro cilindros hacia un modo en dos cilindros puesto en marcha por una disminución de régimen, y el paso de un modo en dos

ES 2 301 770 T3

cilindros hacia un modo en cuatro cilindros puesto en marcha por un aumento de régimen utiliza un umbral R_2 (véase la figura 4) de puesta en marcha del modo en cuatro cilindros y un umbral R'_2 de puesta en marcha del modo en dos cilindros de modo que se define una franja $[R'_2; R_2]$ de estabilidad.

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

10 En la figura 5 está representada una parte de la figura 3 que comprende los pares máximo C_{40} (max) y mínimo C_{40} (min) del modo en dos cilindros obtenidos de la curva G_{40} (véase la figura 3), siendo utilizados (y denominados) estos pares C_{40} (max) y C_{40} (min) en lo que sigue como umbrales de puesta en marcha de modo. Están representadas, también, variaciones de los pares filtrados (curva C_{filtrado}) y bruto (curva C_{bruto}).

15 Se observa que un aumento del par C_{bruto} genera un aumento del par C_{filtrado} con un retardo (véase la figura 3) debido al filtrado efectuado por la unidad 30 como se describió anteriormente.

20 Inicialmente, el motor funciona según un modo en dos cilindros, correspondiendo su punto de funcionamiento F_1 a un par inferior al umbral C_{40} (max) de puesta en marcha de modo. Cuando el par C_{filtrado} aumenta y llega a un umbral C'_{40} (max) de prueba inferior al par C_{40} (max), se considera el valor del par C_{bruto} para determinar si debe iniciarse el modo en cuatro cilindros.

En este caso, si el valor del par C_{bruto} ha llegado al valor del par C_{40} (max) de puesta en marcha de modo, se pone en marcha el modo en cuatro cilindros.

25 Este umbral de prueba C'_{40} (max) se utiliza para tener en cuenta las variaciones del par C_{bruto} y poner en marcha un cambio de modo antes de que el par C_{filtrado} llegue al umbral C_{40} (max) de puesta en marcha de modo. Esta utilización permite considerar situaciones tales como cuando para efectuar un adelantamiento se requiere un aumento importante de par C_{bruto} y el motor funciona según el modo en dos cilindros.

30 En este caso, para permitir el aumento de par requerido conviene poner en marcha el modo en cuatro cilindros antes de que el par C_{filtrado} requerido llegue al umbral C_{40} (max) de puesta en marcha de modo.

35 De modo análogo al par C'_{40} (max), se utilizan pares de prueba C'_{40} (min), C''_{40} (max) y C''_{40} (min) en el caso en que se consideren, respectivamente, una puesta en marcha del modo en dos cilindros por aumento del par requerido, una puesta en marcha del modo en dos cilindros por una disminución del par requerido y una puesta en marcha del modo en cuatro cilindros por una disminución del par requerido. Por ejemplo, si el par C_{filtrado} llega al umbral C''_{40} (min) de prueba mientras que el par C_{bruto} llega al umbral C_{40} (min), se pone en marcha el modo en cuatro cilindros.

40 De acuerdo con una situación particular, cuando los pares C_{filtrado} y C_{bruto} varían mucho, funcionando el motor según el modo en cuatro cilindros y, situándose el par C_{filtrado} en una zona de funcionamiento en dos cilindros, el par C_{bruto} atraviesa esta zona y se sitúa en una zona en cuatro cilindros, conviene mantener el modo en cuatro cilindros a pesar de la presencia del par C_{filtrado} en la zona en dos cilindros.

45 Por otra parte, conviene poner en marcha un primer modo cuando, funcionando el motor según un segundo modo, el par requerido C_{bruto} varía mucho con el fin de anticipar la puesta en marcha del primer modo.

A tal efecto, se definen dos umbrales máximo y mínimo de variación ΔC_{bruto} del par C_{bruto} utilizados en los cuatro casos posibles de cambio de modos, a saber:

- 50
- a) el paso de un modo en dos cilindros hacia un modo en cuatro cilindros cuando el par aumenta,
 - b) el paso de un modo en dos cilindros hacia un modo en cuatro cilindros cuando el par disminuye,
 - 55 c) el paso de un modo en cuatro cilindros hacia un modo en dos cilindros cuando el par aumenta, y
 - d) el paso de un modo en cuatro cilindros hacia un modo en dos cilindros cuando el par disminuye.

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

De hecho, en los dos casos (a) y (c), el motor cambia de modo si, habiendo llegado el par C_{filtrado} a un umbral de prueba, la variación de par es superior al umbral máximo considerado. En estos dos casos, ΔC_{bruto} es positivo, así como los umbrales máximo y mínimo considerados.

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

ES 2 301 770 T3

Inversamente, cuando este aumento ΔC_{bruto} está comprendido entre el umbral máximo y el umbral mínimo, esta variación es memorizada para poner en marcha el cambio de modo independientemente del valor de C_{bruto} si esta variación se mantiene. Se anticipa, así, la puesta en marcha de un modo extrapolando la variación del par memorizado de modo continuo.

El segundo caso (b) y el cuarto caso (d) son análogos, porque, considerándose una disminución ΔC_{bruto} del par C_{bruto} , el motor cambia de modo si, habiendo llegado el par C_{filtrado} a 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 a 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 es comparada con un umbral máximo tal que, si esta disminución ΔC_{bruto} es superior al umbral mínimo, se considera que ésta es pequeña y no se efectúa ningún cambio de modo.

Inversamente, si este aumento ΔC_{bruto} está comprendido entre el umbral mínimo y el umbral máximo, esta variación es memorizada para poner en marcha el cambio de modo cuando ésta se mantiene. Se anticipa, así, la activación de un modo extrapolando la variación del par memorizado de modo continuo.

Con el fin de ilustrar estos modos de funcionamiento, se describe, en primer lugar, un ejemplo relativo al caso a), es decir, relativo al cambio de un modo en dos cilindros hacia un modo en cuatro cilindros durante un aumento de par.

En este ejemplo se recurre a una prueba 50 representada en la figura 6a que comprende una sucesión de operaciones efectuadas en cada semivuelta del motor con el fin de determinar la eventual puesta en marcha del modo en cuatro cilindros a consecuencia de un aumento de par.

Esta prueba 50 utiliza una variable E_{conmut} , cuyo valor varía entre cero y uno, y es tal que si una prueba (bloque 53) detecta que esta variable E_{conmut} es igual a uno se transmite al motor un mando 52 de aplicación del modo en cuatro cilindros. Si no es así, se mantiene el modo en dos cilindros.

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, cuando el motor funciona con válvulas de admisión de mando mecánico (es decir, cuando el llenado de aire del motor es mandado mecánicamente por una mariposa), cuando el motor está desembragado no estando introducida ninguna marcha de la caja de cambios, cuando el motor funciona al ralentí y/o cuando el conductor no presiona el acelerador, se impone inmediatamente el modo en cuatro cilindros.

La unidad central prueba, también, si el par C_{filtrado} ha llegado al umbral C'_{40} (max) de prueba considerado en este caso. Si éste no es el caso, se espera (bloque 55) una semivuelta del motor antes volver a efectuar la prueba (bloque 54).

Si no es así, si el par C_{filtrado} 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_{filtrado} llega al umbral C'_{40} (max) de prueba previamente al desarrollo de esta prueba 50.

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

A continuación, se compara el valor del par C_{bruto} con el par C_{40} (max) de puesta en marcha de modo (bloque 58). Si el par C_{bruto} es superior al par C_{40} (max), se pone en marcha el modo en cuatro cilindros por la emisión de una señal 56₁ que provoca la variación (bloque 59) de la variable E_{conmut} del valor 0 al valor 1.

Si el par C_{bruto} requerido es inferior a C_{40} (max), el controlador emite una señal 56₀ con el fin de evaluar la variación ΔC_{bruto} del par C_{bruto} con respecto a los valores umbrales DC_{max} y DC_{min} utilizados en esta prueba. Para determinar ΔC_{bruto} , se resta el par C_{bruto} (t-1) requerido en el instante (t-1) del par C_{bruto} requerido en el instante t, siendo t 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 control del motor, es decir, al tiempo transcurrido durante una semivuelta del motor (este tiempo depende, por tanto, del régimen del motor).

Si la variación ΔC_{bruto} es superior a DC_{max} , una señal 60₁ provoca la variación de la variable E_{conmut} hacia el valor 1, imponiéndose al motor el modo en cuatro cilindros. Esta prueba está representada por el bloque 60.

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

Cuando ΔC_{bruto} es superior a DC_{min} , se modifica E_{conmut} en $E_{\text{conmut}} + \delta$, siendo δ constante, siendo memorizado este nuevo valor de E_{conmut} después de haber verificado (bloque 53) que éste no llega a uno, en cuyo caso se pone en marcha el modo en cuatro cilindros.

ES 2 301 770 T3

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

5 - la prueba 54 compara el par C_{filtrado} con un umbral C''_{40} (min) de prueba (véase la figura 5) superior a C_{40} (min) para determinar si hay que efectuar la prueba,

10 - la prueba 58 utiliza el umbral C_{40} (min) de tal modo que, si el par C_{bruto} requerido es inferior a este umbral C_{40} (min), se pone en marcha el modo en cuatro cilindros,

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

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

20 Cuando el motor funciona en modo en cuatro cilindros, la unidad 30 efectúa ciclos 66 (véase la figura 6b) y 80 (véase la figura 6c) de pruebas, análogos al ciclo 50, para controlar la eventual puesta en marcha del modo en dos cilindros, siendo considerado el ciclo 66, respectivamente el ciclo 80, cuando la puesta en marcha de un modo en dos cilindros es debida a un aumento de par, respectivamente a una disminución de par.

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

El ciclo 66 de prueba comprende operaciones ya descritas tales 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 durante la ejecución de esta prueba se supera el umbral de prueba (C_{40} (min)) considerado.

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

35 Sin embargo, si el par C_{bruto} aumenta mucho, este aumento puede provocar la puesta en marcha del modo en cuatro cilindros poco después de su desactivación. En otras palabras, este aumento de par puede ser tal que el punto de funcionamiento del motor va a atravesar rápidamente la zona 40 del modo en dos cilindros y a situarse de nuevo en la zona 42 del modo en cuatro cilindros. En este caso, debe evitarse la puesta en marcha del modo en dos cilindros.

40 Por esta razón, se utiliza el par C_{40} (max) de puesta en marcha de modo para efectuar una prueba (bloque 70) que compara 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 modo suficientemente importante para que se impida la puesta en marcha del modo en dos cilindros por un mantenimiento (bloque 72) de E_{conmut} en cero. Por el contrario, si C_{bruto} es inferior a C_{40} (max), el cambio de modo se efectúa por un mantenimiento (bloque 74) de E_{conmut} en 1.

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

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

55 Se va a describir ahora con la figura 6c el caso d), a saber, un cambio del modo en cuatro cilindros hacia un modo en dos cilindros debido a una disminución del par solicitado.

60 Así, en la figura 6c está representado un ciclo 80 de pruebas relativas a un cambio de modo en cuatro cilindros hacia el modo en dos cilindros debido a una disminución del par solicitado. Este ciclo comprende las operaciones 54 y 56 ya descritas, siendo utilizado el par C_{40}'' (max) como par de prueba. Cuando el par C_{filtrado} llega al par C_{40}'' (max), una prueba 82 compara el par C_{bruto} con el par C_{40} (max) de puesta en marcha del modo en dos cilindros, tal como se describe en la figura 3.

65 De modo análogo 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} con respecto al par umbral C_{40} (min) para determinar si el par C_{bruto} no disminuye rápidamente, en cuyo caso una puesta en marcha del modo en dos cilindros iría seguida rápidamente de una puesta en marcha del modo en cuatro cilindros.

ES 2 301 770 T3

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

Inversamente, cuando C_{bruto} es superior a C_{40} (min), la variable de basculamiento E_{conmut} es forzada a 1 (bloque 86) para provocar la puesta en marcha del modo en dos cilindros.

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

En las figuras 7a, 7b y 7c están representados ejemplos de variaciones de par C_{bruto} y $C_{filtrado}$ a las cuales se aplican los ciclos de pruebas descritos anteriormente.

La figura 7a está formada por tres diagramas 7a.1 7a.2 y 7a.3, representando el diagrama 7a.1 un ejemplo de variación de los pares C_{bruto} y $C_{filtrado}$ (en ordenadas, en N.m) en función de un eje cronológico (en abscisas). De acuerdo con este ejemplo, el motor funciona según un modo en dos cilindros cuando el par $C_{filtrado}$ supera el umbral C'_{40} (max) de prueba en un instante t_0 , estando comprendido entonces el par C_{bruto} entre el par C'_{40} (max) y C_{40} (max) y estando comprendida su variación ΔC_{bruto} entre DC'_{max} y DC'_{min} (véase el diagrama 7a.2).

Entonces, en este instante t_0 , la variable E_{conmut} aumenta de modo constante en función del tiempo en un índice δ (véase la figura 7a.3) de acuerdo con la operación representada por el bloque 64 de la prueba 50 (véase la figura 6a).

Este aumento de la variable E_{conmut} finaliza cuando el par $C_{filtrado}$ disminuye por debajo del umbral C'_{40} , en el instante t_1 (de acuerdo con la prueba 54 de la figura 6a). En este instante, la variable E_{conmut} es igual a cero. En el transcurso de esta variación, la variable E_{conmut} no ha llegado al valor de uno y se mantiene el modo en dos cilindros.

En la figura 7b se considera un segundo ejemplo de variaciones de los pares C_{bruto} y $C_{filtrado}$ (véase el diagrama 7b.1) tales que en el instante t_0 en que el par $C_{filtrado}$ 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, debiendo ser nula la variación ΔC_{bruto} .

Estando comprendida la variación ΔC_{bruto} entre DC'_{max} y DC'_{min} , a partir del instante t_0 (véase el diagrama 7b.2), se aumenta la variable E_{conmut} en un valor δ a partir de este instante t_0 hasta llegar al valor 1 en un instante t_3 en el que se pone en marcha el modo en cuatro cilindros.

En la figura 7c está representado un tercer ejemplo de variación de los pares C_{bruto} y $C_{filtrado}$ (véase el diagrama 7c.1) tal que el par $C_{filtrado}$ llega al par umbral C'_{40} (max) en el instante t_1 y al par umbral C_{40} (max) en un instante t_3 . En el transcurso del período 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 tal modo que la variable E_{conmut} aumenta con un paso constante de δ a partir de este instante t_1 .

Sin embargo, en un instante t_2 comprendido entre t_1 y t_3 , el par C_{bruto} llega al par umbral C_{40} (max) de tal modo que la variable E_{conmut} es puesta inmediatamente a 1 (bloque 59 de la figura 6a), iniciándose el modo en cuatro cilindros.

En la figura 7d está representado un último ejemplo de variación de los pares C_{bruto} y $C_{filtrado}$, utilizando este ejemplo el ciclo de pruebas descrito con la ayuda de la figura 6b. En este ejemplo, el par $C_{filtrado}$ llega al par C_{40} (min) en un instante t_1 y al 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 puesta en marcha de modo.

Entonces, la variable E_{conmut} es mantenida a cero y de acuerdo con la prueba 6b (bloque 70) se mantiene el modo en cuatro cilindros a lo largo de todo el intervalo $[t_1, t_2]$.

Las pruebas descritas anteriormente controlan la activación o la desactivación de los cilindros. En esta realización de la invención, estas activaciones/desactivaciones se efectúan según estrategias puestas en práctica para evitar los fallos de funcionamiento de motores tales como los anteriormente descritos.

Para describir estas estrategias, se considera que, cuando el motor funciona según el modo en cuatro cilindros, éste facilita un par que tiende hacia el par $C_{filtrado}$, tal que:

$$(C_1 + C_2 + C_3 + C_4)/4 = C_{filtrado},$$

facilitando cada cilindro i un par C_i (C_1 , C_2 , C_3 o C_4) igual a este par $C_{filtrado}$ (indicado algunas veces por C_0 para simplificar).

ES 2 301 770 T3

Cuando el motor funciona según el modo en dos cilindros, en el cual, por ejemplo, los cilindros 1 y 4 son activos y los cilindros 2 y 3 están desactivados, los cilindros 2 y 3 inactivos consumen energía para entretener su movimiento. Esta energía puede corresponder a un par negativo $-C_{\text{rozamiento}}$ facilitado por estos cilindros, es decir: $C_2 = C_3 = -C_{\text{rozamiento}}$.

5 Para evitar discontinuidades en el par C_{filtrado} facilitado por el motor durante la desactivación de los dos cilindros 2 y 3, los pares C_1 y C_4 facilitados por los cilindros 1 y 4 activos deben aumentar de modo que compensen, en un primer tiempo, las disminuciones de los pares motores de los cilindros 2 y 3, y después, en un segundo tiempo, los pares $-2C_{\text{rozamiento}}$ consumidos por estos cilindros 2 y 3.

10 En otras palabras, para permitir que el motor facilite un par C_{filtrado} en modo en dos cilindros, para la desactivación de los cilindros 2 y 3 debe verificarse la igualdad siguiente:

$$[C_1 + C_4 - (2 \times C_{\text{rozamiento}})]/4 = C_{\text{filtrado}},$$

15

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

$$C_1 = C_4 = 2 \times C_{\text{filtrado}} + C_{\text{rozamiento}}.$$

20

El paso de un modo a otro puede provocar vibraciones u oscilaciones no deseables del vehículo. Para evitar estas perturbaciones, se efectúa progresivamente el cambio del modo en cuatro cilindros hacia el modo en dos cilindros, como se explica con la ayuda de las figuras 8a y 8b y la tabla 1 que más adelante se indica.

25 La figura 8a muestra la evaluación de los pares $C_{1/4}$, facilitados por los cilindros 1 y 4, mantenidos activos, y $C_{2/3}$, facilitados por los dos cilindros 2 y 3 desactivados. En esta figura, se ha llevado en ordenadas el valor C de estos pares en N.m y en abscisas el avance de la desactivación, estando representado este avance por el número de puntos muertos superiores (PMS) efectuados por los cilindros a partir de un primer PMS₀ en el cual es puesto en marcha el modo en dos cilindros, siendo efectuado este PMS₀ por un cilindro mantenido inactivo en este ejemplo.

30

Se utiliza un factor k de variación que permite aumentar el par $C_{1/4}$ con el fin de compensar la disminución del par $C_{2/3}$. En cada ciclo de funcionamiento del motor, el par $C_{1/4}$ se hace igual a $C_{\text{filtrado}} (1 + n.k)$, mientras que el par $C_{2/3}$ se hace igual a $C_{\text{filtrado}} (1 - n.k)$, siendo n 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.

35

El número n de ciclos depende del modo de evolución requerido, es decir, de una evolución más o menos rápida de los pares facilitados por los cilindros, y de un valor mínimo C_{mini} del par que puede ser conseguido en los cilindros 2 y 3, valor límite a partir del cual no se produce la combustión dentro del cilindro.

40 Cuando el par $C_{2/3}$ facilitado por los cilindros 2 y 3 llega a este valor mínimo C_{mini} , se utiliza una estrategia de desactivación representada en la figura 8b que se describe con la ayuda de la tabla 1 que a continuación se indica.

45

(Tabla pasa a página siguiente)

50

55

60

65

ES 2 301 770 T3

TABLA 1

Avance de la desactivación	C1/4	C2/3
Etapa 1	C_{filtrado}	C_{filtrado}
Etapa 2	$C_{\text{filtrado}}(1+k)$	$C_{\text{filtrado}}*(1-k)$
	$C_{\text{filtrado}}(1+2*k)$	$C_{\text{filtrado}}*(1-2*k)$
	$C_{\text{filtrado}}(1+3*k)$	$C_{\text{filtrado}}*(1-3*k)$
	$C_{\text{filtrado}}(1+4*k)$	$C_{\text{filtrado}}*(1-4*k)$
	...	...
Etapa 3	$2*C_{\text{filtrado}}-C_{\text{mini}}$	C_{mini}
	$2*C_{\text{filtrado}}-C_{\text{mini}}$	C_{mini}
	$2*C_{\text{filtrado}}-C_{\text{mini}}$	C_{mini}
Etapa 4	$2*C_{\text{filtrado}}+1/2(C_{\text{rozamiento}}-C_{\text{mini}})$	
Etapa 5		$-C_{\text{rozamiento}}$
	$2C_{\text{filtrado}}+C_{\text{rozamiento}}$	
		$-C_{\text{rozamiento}}$

En la tabla 1 están representados el par $C_{1/4}$ facilitado por cada cilindro 1 y 4 (columna "C1/4") y el par $C_{2/3}$ facilitado por los cilindros 2 y 3 (columna "C2/3"). Estos pares varían en función del avance de la desactivación de los cilindros 2 y 3, estando representado este avance por etapas correspondientes a cada línea de la columna "Avance de la desactivación", estando representada una etapa i como un intervalo E_i de la figura 8b.

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

Desde el momento en que la unidad central decide la desactivación de los cilindros 2 y 3 (etapa 2: E_2) el par $C_{1/4}$ facilitado por cada uno de los cilindros 1 y 4 aumenta linealmente de modo que tiende hacia el par final deseado $2C_{\text{filtrado}} + C_{\text{rozamiento}}$.

Paralelamente, el par $C_{2/3}$ facilitado por los cilindros 2 y 3 disminuye linealmente y tiende hacia el par $C_{\text{rozamiento}}$ como se describió anteriormente con la ayuda de la figura 8a.

El número de iteraciones necesarias para que el par $C_{1/4}$ facilitado por los cilindros 1 y 4 llegue al valor de $2C_{\text{filtrado}} - C_{\text{mini}}$ y que los cilindros 2 y 3 lleguen al par C_{mini} , es función del régimen del motor, de los pares C_{mini} y C_{filtrado} y del valor de k determinado previamente. En otras palabras, el número de iteraciones no es previsible.

Cuando los cilindros 2 y 3 llegan al par C_{mini} , el par $C_{2/3}$ no puede disminuirse siendo mantenido positivo. Por el contrario, si el par $C_{2/3}$ disminuye por debajo de este límite, hay que facilitar una energía mecánica a los cilindros 2 y 3 para mantener el movimiento.

Por esta razón, durante una tercera etapa (etapa 3: E_3), se saturan los cilindros 1 y 4 en el par $2x C_{\text{filtrado}} - C_{\text{mini}}$ y los cilindros 2 y 3 en el par C_{mini} , paralelamente a la transmisión de una señal que pone en marcha el cierre de las válvulas de los cilindros 2 y 3.

La desactivación de los cilindros 2 y 3 empieza en un instante tal que la desactivación de los cilindros se efectúa de modo que los gases de combustión se mantienen dentro de los cilindros desactivados, es decir, que se tienen en cuenta los retardos de ejecución de mando de los accionadores electrohidráulicos que controlan las válvulas de escape. Este tiempo de respuesta de los accionadores, es decir, de los electroimanes, del circuito de aceite y de los topes, se determina empíricamente. Éste depende del régimen y de la presión y/o de la temperatura del aceite.

Así, el número de semivuelas del motor correspondientes 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 semivuelas del motor,

ES 2 301 770 T3

la desactivación se inicia durante un PMS de un cilindro mantenido activo. Si este tiempo corresponde, por ejemplo otra vez, a 3 semivuelatas del motor, el mando de la electroválvula se inicia durante el PMS de un cilindro desactivable.

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

A tal efecto, es necesario que el mando de cierre de las válvulas de escape mantenidas cerradas sea efectuado a partir de un PMS correspondiente a un cilindro mantenido activo (en el caso en que el tiempo de respuesta corresponda a dos semivuelatas del motor), como se describe más adelante con la ayuda de la figura 8c, que representa un esquema relativo a tales mediciones en el cual se ha representado el detalle δt , próximo a los dos PMS, que es necesario para la ejecución del mando de cierre de las válvulas de escape por accionadores electrohidráulicos, siendo determinado dicho retardo empíricamente.

Por otra parte, un retardo $\delta t'$ de puesta a presión de los empujadores está representado, también, según la cronología de las abscisas.

Considerando estos dos retardos δt y $\delta t'$ y el hecho de que los gases de escape deben ser conservados en los cilindros desactivados, se observa que los accionadores electrohidráulicos deben ser puestos a presión después del inicio de una fase de escape (E_c) de un cilindro dentro de su última fase de escape activo y antes del inicio de la fase de escape del ciclo siguiente.

A continuación se describe, con la ayuda de la tabla 2 y de la figura 8d, la activación de los dos cilindros 2 y 3 durante el paso de un modo en dos cilindros hacia un modo en cuatro cilindros, correspondiendo una etapa i' descrita en la tabla 2 a un período E_i' de la figura 8d.

TABLA 2

Avance de la desactivación	C1/4	C2/3
Etapa 1		$-C_{\text{rozamiento}}$
	$2C_{\text{filtrado}} + C_{\text{rozamiento}}$	
		$-C_{\text{rozamiento}}$
	$2C_{\text{filtrado}} + C_{\text{rozamiento}}$	$-C_{\text{rozamiento}}$
Etapa 2	$2C_{\text{filtrado}} + \frac{1}{2}(C_{\text{rozamiento}} - C_{\text{mini}})$	
Etapa 3		C_{mini}
Etapa 4	$(2-k) \cdot C_{\text{filtrado}} - C_{\text{mini}}$	
		$C_{\text{mini}} + 2 \cdot k \cdot C_{\text{filtrado}}$
	$(2-3 \cdot k) \cdot C_{\text{filtrado}} - C_{\text{mini}}$	
		$C_{\text{mini}} + 4 \cdot k \cdot C_{\text{filtrado}}$
	...	...
Etapa 5	C_{filtrado}	C_{filtrado}

Durante una primera etapa (etapa 1'), el motor funciona según un modo en dos cilindros tal que los cilindros activos 1 y 4 facilitan un par $C_{1/4}$ igual a $2 \times C_{\text{filtrado}} + C_{\text{rozamiento}}$, mientras que los cilindros 2 y 3 facilitan un par negativo igual a $C_{\text{rozamiento}}$.

Durante una segunda etapa (etapa 2'), se transmite un mando de reactivación de los cilindros 2' y 3'. Este mando es transmitido al dispositivo electrohidráulico que manda las válvulas de escape de los cilindros desactivados si el número de cilindros, el tiempo de reactivación de estos medios de mando y el régimen del motor son compatibles con el retardo de ejecución de este mando, como se describe posteriormente. Si no, el mando es transmitido al punto muerto superior siguiente. Durante esta fase de espera, no se efectúa la reactivación efectiva de los escapes.

ES 2 301 770 T3

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

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

La utilización de una unidad central y de accionadores electromecánicos permite considerar diversos modos de funcionamiento del motor complementarios de la elección de un modo apropiado a un número de cilindros activos.

Como se describió anteriormente con la ayuda de la figura 2, estos modos complementarios se eligen según un orden dado tal que se determina el número de cilindros activos, después las válvulas activas por cilindro y, finalmente, el modo de levantamiento de estas válvulas activas.

En lo que sigue, se considera que cada cilindro está provisto de dos válvulas de admisión, siendo mandadas estas válvulas independientemente una de la otra por un accionador electromecánico tal como el descrito en la figura 1. Durante las fases de admisión están predeterminados cuatro modos de utilización de estas válvulas:

- De acuerdo con un primer modo denominado cerrado, el cilindro está desactivado y ninguna válvula de admisión está abierta.

- De acuerdo con un segundo modo denominado impar, solo está abierta la válvula de admisión que controla la inyección de carburante.

- De acuerdo con un tercer modo denominado par, solo está abierta la válvula de admisión que controla una entrada exclusiva de aire en la cámara de combustión.

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

El modo de utilización de las válvulas se determina, a partir del funcionamiento del motor, con la ayuda de un diagrama tal como el representado en la figura 9, que es un diagrama en el cual están representados el par (ordenadas) y el régimen (abscisas) de este motor en función del número de válvulas activas por cilindro. A tal efecto, se han obtenido dos curvas C_1 y C_2 para delimitar las zonas de funcionamiento (par, régimen) accesibles a este motor según que estén activadas por cilindro, una sola válvula de admisión (curva C_1) o dos válvulas de admisión (curva C_2).

Como está representado en esta figura 9, la utilización de una sola válvula de admisión permite obtener a bajo régimen un par más elevado que la utilización de las dos válvulas de admisión. Inversamente, a régimen alto, la utilización de dos válvulas de admisión permite facilitar un par más elevado.

Así pues, se hará funcionar el motor, preferentemente, con una sola válvula de admisión cuando el régimen es bajo. Inversamente, cuando el régimen del motor es elevado, se privilegia el funcionamiento del motor con dos válvulas de admisión por cilindro. Finalmente, cuando un cilindro está desactivado, las dos válvulas de admisión deben estar cerradas.

Estas consideraciones están representadas en la figura 9 por zonas Z_1 o Z_2 tales que, cuando el motor funciona con un par C_H requerido y con un régimen R_H dado, se prefiere el modo correspondiente a la zona en la que se sitúa el punto H de coordenadas (C_H , R_H).

Sin embargo, igual que en los cambios de modo en dos a cuatro cilindros o de cuatro a dos cilindros, los cambios del número de válvulas utilizadas por cilindro pueden generar sacudidas. Por esta razón, se aplica de manera progresiva una transición de un modo en una válvula hacia un modo en dos válvulas, o recíprocamente, utilizando las cuatro etapas descritas a continuación:

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

- Después de $4n - 2$ semivuelgas del motor, estando fijado n en función del motor, un segundo cilindro en oposición de fase con respecto al primer cilindro efectúa, también, este cambio de modo cuando éste llega a su punto muerto superior.

- $4n - 1$ semivuelgas del motor después de este segundo cambio de modo, un tercer cilindro efectúa, también, este cambio de modo durante su punto muerto superior, y

- $4n - 2$ semivuelgas del motor después del cambio de modo del tercer cilindro, el cuarto cilindro efectúa este cambio de modo cuando éste llega a su punto muerto superior.

ES 2 301 770 T3

Una operación de este tipo está representada en la figura 10 en la que están representados los modos de funcionamiento “consignas” mandados correspondientes a un modo 90 con dos válvulas de admisión o 92 con una sola válvula de admisión.

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

10 Por otra parte, se ha representado los instantes de “impulsos” de mando de cambio de modo de funcionamiento emitidos con respecto a cada cilindro, instantes que corresponden a PMSs del cilindro mandado.

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

15 Después de un retardo correspondiente a una semivuelta del motor (en esta realización $n = 2$) el cilindro en oposición de fase con respecto al cilindro 3 bascula al nuevo modo de funcionamiento de consigna. Se trata, por tanto, del cilindro 2 que cambia su modo de funcionamiento en el instante T_1 .

20 Conviene señalar que, cuando un cilindro está desactivado, puede mandarse el mantenimiento en la posición cerrada de sus dos válvulas de admisión o el mantenimiento en la posición abierta de una de las dos válvulas con el fin de conservar una película fluida de carburante.

25 Por otra parte, cuando dos cilindros están desactivados, las consignas que determinan los modos de número de válvulas activas por cilindro varían entre los cilindros activos y los cilindros desactivados. Se evita, así, mandar cambios de modos a cilindros cuyas válvulas de admisión se mantienen cerradas.

30 Una situación de este tipo está mostrada en la figura 11, en la cual se observa que la consigna en los cilindros activos 1 y 4 provoca el establecimiento del modo en una sola válvula de admisión (92) para un cilindro, mientras que los cilindros 2 y 3 desactivados se mantienen según un modo (90) en dos válvulas de admisión.

35 Cuando el número de válvulas de admisión utilizadas está determinado, el modo de levantamiento operado para estas válvulas de admisión se selecciona en función de los parámetros de funcionamiento del motor, efectuándose la apertura de la válvula según un modo de levantamiento balístico, o según un modo de levantamiento clásico.

40 Se recuerda que, según un modo de levantamiento clásico, los instantes de apertura y de cierre de las válvulas están determinados y mandados, mientras que según un modo balístico, no se manda el instante de cierre de una válvula, sino que éste está determinado por el tiempo necesario para que ésta pase de una posición cerrada a la posición abierta y después, sin parar, vuelva a la posición cerrada.

45 En otras palabras, el modo clásico utiliza una señal de apertura y una señal de cierre de válvula, mientras que el modo balístico utiliza solamente una señal de apertura.

En la figura 12 está representado el modo de levantamiento utilizado para las válvulas activas en función de las condiciones (régimen, par) de funcionamiento del motor. Se observa que el modo de levantamiento balístico es particularmente favorable cuando el régimen es bajo, por ejemplo cuando el motor funciona al ralentí.

50 Sin embargo, cuando el par que debe ser facilitado por el motor es importante, es necesario que el modo de apertura de las válvulas de admisión sea un modo clásico.

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

Inversamente, la puesta en marcha de un modo balístico se efectúa por medio de una estrategia idéntica a la gestión de las transiciones de los modos relativos al número de válvulas activas, es decir:

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

- Después de $4n - 2$ semiveltas del motor, estando fijado n en función del motor, un segundo cilindro en oposición de fase con respecto al primer cilindro efectúa, también, este cambio de modo cuando éste llega a su punto muerto superior.

65 - $4n - 1$ semiveltas después de este segundo cambio de modo, un tercer cilindro efectúa este cambio de modo durante su punto muerto superior, y

ES 2 301 770 T3

- $4n - 2$ semivueltas después del cambio de modo del tercer cilindro, el cuarto cilindro efectúa el cambio de modo cuando éste llega a su punto muerto superior.

Sin embargo, se tendrá en cuenta una nueva temporización antes de la primera aplicación del modo puesto en marcha. En efecto, si la consigna de par es oscilante, es preferible aplicar una temporización para impedir un paso inmediato de modo clásico al modo balístico, es decir, que el par de consigna debe presentar un valor inferior a un umbral de histéresis durante 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 se hace inferior a un valor de histéresis se pone en marcha la temporización.

Por otra parte, de modo análogo al cambio del número de cilindros activos en función del régimen (véase la figura 4), el cambio del modo de levantamiento es función de una franja de estabilidad tal que el umbral (curva 120c) de puesta en marcha del modo de levantamiento clásico es distinto del umbral (curva 120b) de levantamiento balístico.

REIVINDICACIONES

1. Motor de combustión interna que comprende un procesador (30), que recibe informaciones (R, C_{bruto} , G, T, Q, C.V.) sobre el funcionamiento del motor y sobre la conducción del vehículo, y cilindros cuyas válvulas son mandadas por accionadores electromecánicos, comprendiendo el procesador (30) medios (34) para mandar accionadores en función de informaciones recibidas y para posicionar el funcionamiento del motor de acuerdo con, al menos, uno de dos modos que difieren en el número de cilindros activos, es decir que generan un par motor, siendo mantenidas cerradas las válvulas de los cilindros desactivados por estos accionadores,
caracterizado porque el procesador comprende medios para que el cambio de un modo a otro se efectúe cuando el régimen de este motor llegue a valores umbrales ($R_1, R'_1; R_2, R'_2$), siendo estos valores umbrales diferentes según que el cambio de modo se efectúe de un primer modo hacia el segundo modo o del segundo modo hacia el primer modo.
2. Motor de acuerdo con la reivindicación 1 **caracterizado** porque el procesador comprende medios para recibir informaciones concernientes al motor relativas, al menos, a uno de los parámetros siguientes: el régimen del motor, el par mandado al 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.
3. Motor de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2 **caracterizado** porque el procesador comprende medios para recibir informaciones concernientes a la conducción del vehículo relativas, al menos, a uno de los parámetros siguientes: la velocidad del vehículo, la trayectoria del vehículo, un modo de conducción del vehículo.
4. Motor de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes que comprende un número par (n) de cilindros, **caracterizado** porque el procesador comprende medios para posicionar el funcionamiento del motor de acuerdo con uno de los tres modos siguientes: un primer modo en el cual todos los cilindros son activos, un segundo modo en el cual solo la mitad ($n/2$) de los cilindros son activos, y un tercer modo según el cual un número par inferior a la mitad de los cilindros son activos.
5. Motor de acuerdo con la reivindicación 4 que comprende cuatro cilindros que funcionan según ciclos de cuatro tiempos, **caracterizado** porque, cuando solo dos cilindros son activos, el procesador comprende medios para mantener activos dos cilindros desfasados en un semiciclo de funcionamiento.
6. Motor de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes **caracterizado** porque el procesador comprende medios para modificar el par mandado (C_{bruto}) por el conductor del vehículo en un par ($C_{filtrado}$) filtrado que atenúa las variaciones de este par mandado (C_{bruto}) y para determinar un modo de funcionamiento del motor en función de este par filtrado.
7. Motor de acuerdo con la reivindicación 6 **caracterizado** porque el procesador comprende medios para que el cambio de un modo a otro modo se efectúe cuando el par ($C_{filtrado}$) filtrado llegue a un par de prueba (C_{40}'' (min), C_{40}' (min), C_{40}'' (max), C_{40}' (max) y el par (C_{bruto}) mandado por el conductor llegue a un par (C_{40} (min), C_{40} (max)) de puesta en marcha de modo.
8. Motor de acuerdo con la reivindicación 7 **caracterizado** porque llegando el par ($C_{filtrado}$) filtrado a un par de prueba (C_{40}'' (min), C_{40}' (min), C_{40}'' (max), C_{40}' (max)) y llegando el par (C_{bruto}) mandado por el conductor a un primer par (C_{40} (min), C_{40} (max)) de puesta en marcha de modo, el procesador comprende medios para impedir un cambio de modo cuando el par mandado (C_{bruto}) llega a un segundo par (C_{40} (min), C_{40} (max)) de puesta en marcha de modo.
9. Motor de acuerdo con las reivindicaciones 6, 7 u 8 **caracterizado** porque el procesador comprende medios para que el cambio de un modo a otro modo se efectúe cuando el par ($C_{filtrado}$) filtrado llega a un par de prueba (C_{40}'' (min), C_{40}' (min), C_{40}'' (max), C_{40}' (max) y la variación (ΔC_{bruto}) de par (C_{bruto}) mandado es superior a un umbral máximo positivo (DC_{max} ; DC'_{max}) de variación cuando la variación es positiva, o inferior a un umbral mínimo negativo de variación (DC''_{min}) cuando la variación es negativa.
10. Motor de acuerdo con la reivindicación 6 **caracterizado** porque el procesador comprende medios para que el cambio de un modo a otro modo se efectúe cuando el par ($C_{filtrado}$) filtrado llegue a un par de prueba (C_{40}'' (min), C_{40}' (min), C_{40}'' (max), C_{40}' (max)) y la variación (ΔC_{bruto}) de par (C_{bruto}) mandado esté constantemente comprendida entre un umbral máximo (DC_{max} ; DC'_{max} ; DC''_{max}) y un umbral mínimo (DC_{min} ; DC'_{min} ; DC''_{min}) de variación durante un retardo dado.
11. Motor de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes **caracterizado** porque el procesador comprende medios para que, cuando los cilindros estén en curso de desactivación, el par facilitado por los cilindros mantenidos activos aumente para compensar el par decreciente de los cilindros en desactivación.
12. Motor de acuerdo con la reivindicación 11 **caracterizado** porque el procesador comprende medios para que el par facilitado por los cilindros mantenidos activos aumente linealmente ($C_{filtrado}(1+n*k)$) mientras que el par generado por los cilindros que hay que desactivar disminuya linealmente ($C_{filtrado}(1-n*k)$), a partir del par motor por estos

ES 2 301 770 T3

cilindros, por ejemplo en función del número (n) de semivuelts del motor realizadas durante la desactivación, y de un parámetro (k) que determina la intensidad de estos aumentos y estas disminuciones de par.

13. Motor de acuerdo con la reivindicación 12 **caracterizado** porque el procesador comprende medios para que el par decreciente de los cilindros en curso de desactivación se establezca en un primer par umbral (C_{mini}) y para el par creciente de los cilindros activos se mantenga en un segundo par umbral ($2C_{\text{filtrado}} - C_{\text{mini}}$) función del primer par umbral y del par (C_{filtrado}) solicitado al motor.

14. Motor de acuerdo con la reivindicación 13 **caracterizado** porque el procesador comprende medios para que el primer par umbral (C_{mini}) corresponda a un par límite tal que los cilindros desactivables no puedan facilitar un par positivo inferior a este par límite.

15. Motor de acuerdo con una de las reivindicaciones 13 o 14, siendo mandadas las válvulas de escape de los cilindros desactivados por medio de accionadores electrohidráulicos, **caracterizado** porque el procesador comprende medios para mandar el cierre de las válvulas de escape de los cilindros desactivados cuando uno de los cilindros efectúa un punto muerto superior de su ciclo de funcionamiento.

16. Motor de acuerdo con la reivindicación 15 **caracterizado** porque el procesador comprende medios para que el cilindro que efectúa el punto muerto superior facilite un par función del primer par (C_{mini}) umbral, del par (C_{filtrado}) solicitado y del par ($-C_{\text{rozamiento}}$) facilitado por un cilindro desactivado.

17. Motor de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes **caracterizado** porque, de acuerdo con una realización, el procesador comprende medios para que, durante la activación de cilindros desactivados, el par facilitado por los cilindros mantenidos activos disminuya linealmente ($C_{\text{filtrado}}(1-n*k)$), mientras que el par generado por los cilindros en curso de activación aumente linealmente ($C_{\text{filtrado}}(1+n*k)$) hacia el par motor solicitado (C_{filtrado}), por ejemplo en función del número (n) de semivuelts del motor realizadas durante la activación y de un parámetro (k) que determina la intensidad de estos aumentos y estas disminuciones de par.

18. Motor de acuerdo con la reivindicación 17 **caracterizado** porque el procesador comprende medios para que el mando de activación de los cilindros desactivados sea puesto en marcha cuando uno de los cilindros efectúe un punto muerto superior de su ciclo de funcionamiento.

19. Motor de acuerdo con la reivindicación 18 **caracterizado** porque el procesador comprende medios para que, en el transcurso del punto muerto superior del cilindro activo, este último facilite un par función de un primer par (C_{mini}) umbral, del par solicitado (C_{filtrado}) y del par ($-C_{\text{rozamiento}}$) facilitado por un cilindro desactivado.

20. Motor de acuerdo con la reivindicación 19 **caracterizado** porque el procesador comprende medios para que un segundo punto muerto superior de un cilindro en curso de activación suceda al punto muerto superior del cilindro activo, generando el cilindro en curso de activación un par durante este segundo punto muerto superior igual al primer par umbral (C_{mini}).

21. Motor de acuerdo con las reivindicaciones 19 o 20 **caracterizado** porque el procesador comprende medios para que el primer par umbral (C_{mini}) corresponda a un par límite tal que un cilindro que puede ser desactivado no pueda facilitar un par positivo inferior a este par límite.

22. Motor de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes **caracterizado** porque el procesador comprende medios para que todos los cilindros estén activos cuando el motor funcione con válvulas de admisión de mando mecánico, cuando el motor esté desembragado, cuando el motor funcione al ralentí y/o cuando el conductor no presione el acelerador.

23. Motor de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes **caracterizado** porque el procesador comprende medios para determinar un modo relativo al número y al tipo de válvulas de admisión activas en cada cilindro.

24. Motor de acuerdo con la reivindicación 23 **caracterizado** porque, comprendiendo cada cilindro, al menos, una válvula que controla una admisión de una mezcla de aire y de carburante y, al menos una válvula que controla una admisión de aire, el procesador comprende medios para mandar, al menos, dos de los modos siguientes: un modo que activa todas las válvulas de admisión, un modo que activa únicamente la válvula o las válvulas que controlan una admisión de aire y de carburante, un modo que activa únicamente la válvula o las válvulas que controlan una admisión de aire, un modo que desactiva todas las válvulas de admisión.

25. Motor de acuerdo con las reivindicaciones 23 o 24 **caracterizado** porque, comprendiendo cuatro cilindros, el procesador comprende medios para activar y/o desactivar, durante un cambio de modo del número y/o del tipo de válvulas activas por cilindro, las válvulas de admisión de un primer cilindro, las válvulas de admisión de un segundo cilindro desfasado un semiciclo con respecto a este primer cilindro, y después las válvulas de admisión de los dos cilindros restantes.

26. Motor de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes **caracterizado** porque el procesador comprende medios para determinar un modo de funcionamiento relativo al modo de levantamiento de las válvulas activas.

ES 2 301 770 T3

27. Motor de acuerdo con la reivindicación 26 **caracterizado** porque el procesador comprende medios para utilizar un modo de levantamiento clásico de las válvulas de admisión que comprende un mando de apertura y un mando de cierre de las válvulas, o un modo de levantamiento balístico que comprende un único mando de apertura o de cierre de la válvula de admisión.

28. Motor de acuerdo con las reivindicaciones 26 o 27 **caracterizado** porque el procesador comprende medios para que el cambio de modo de levantamiento se efectúe cuando el régimen o el par de este motor alcancen valores umbrales, siendo estos valores umbrales diferentes según que el cambio de modo se efectúe del primer modo de levantamiento hacia un segundo modo o del segundo modo de levantamiento hacia el primer modo.

29. Motor de acuerdo con las reivindicaciones 27 o 28 **caracterizado** porque el procesador comprende medios para mandar el modo clásico sin transición a partir de un modo balístico.

30. Motor de acuerdo con una de las reivindicaciones 27 a 29 que comprende cuatro cilindros, **caracterizado** porque el procesador comprende medios para mandar el modo balístico a partir de un modo clásico, aplicándose este cambio de modo a las válvulas de admisión de un primer cilindro, a las válvulas de admisión de un segundo cilindro desfasado un semiciclo con respecto a este primer cilindro, y a las válvulas de admisión de los dos cilindros restantes.

FIG.1

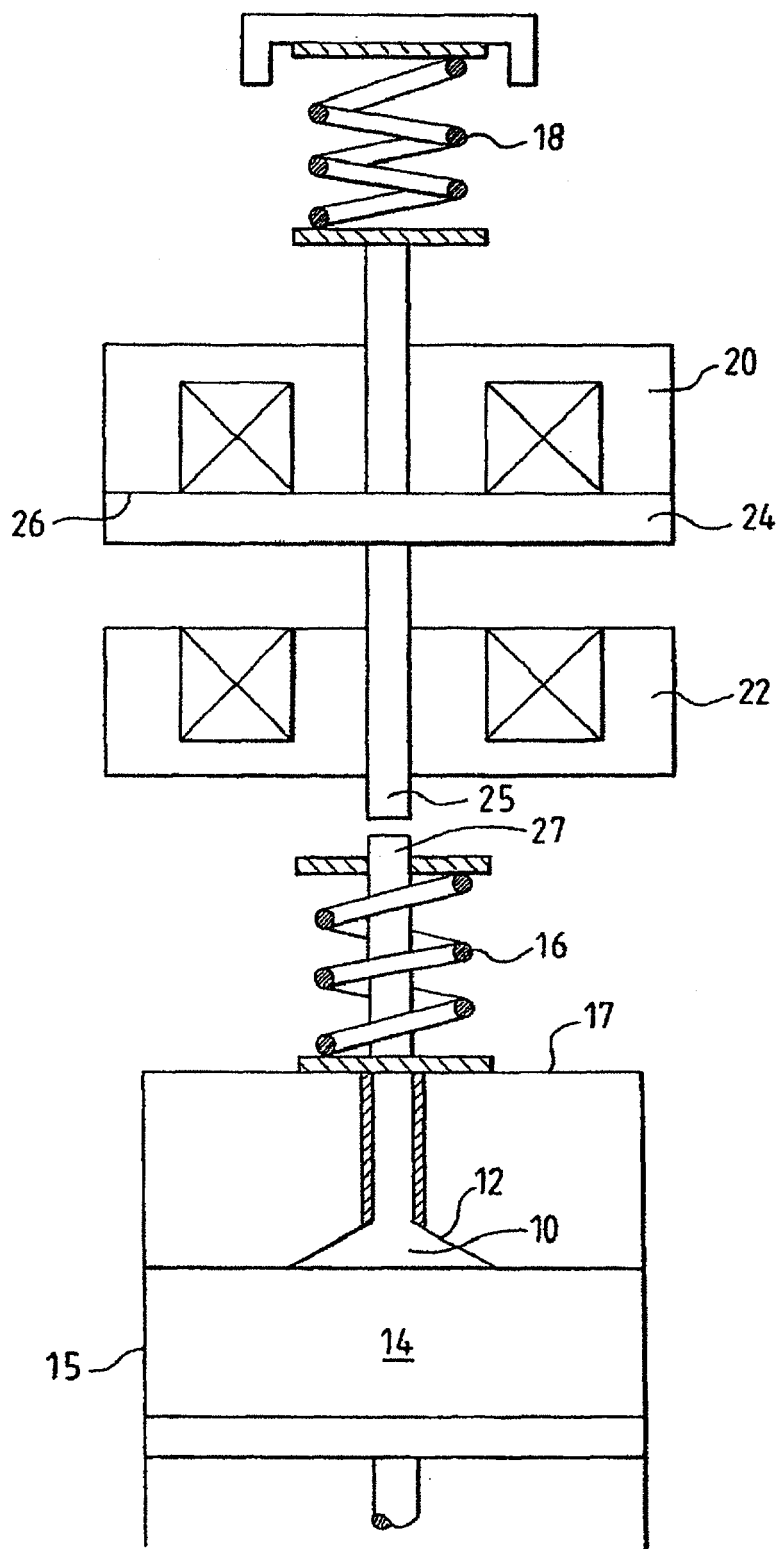
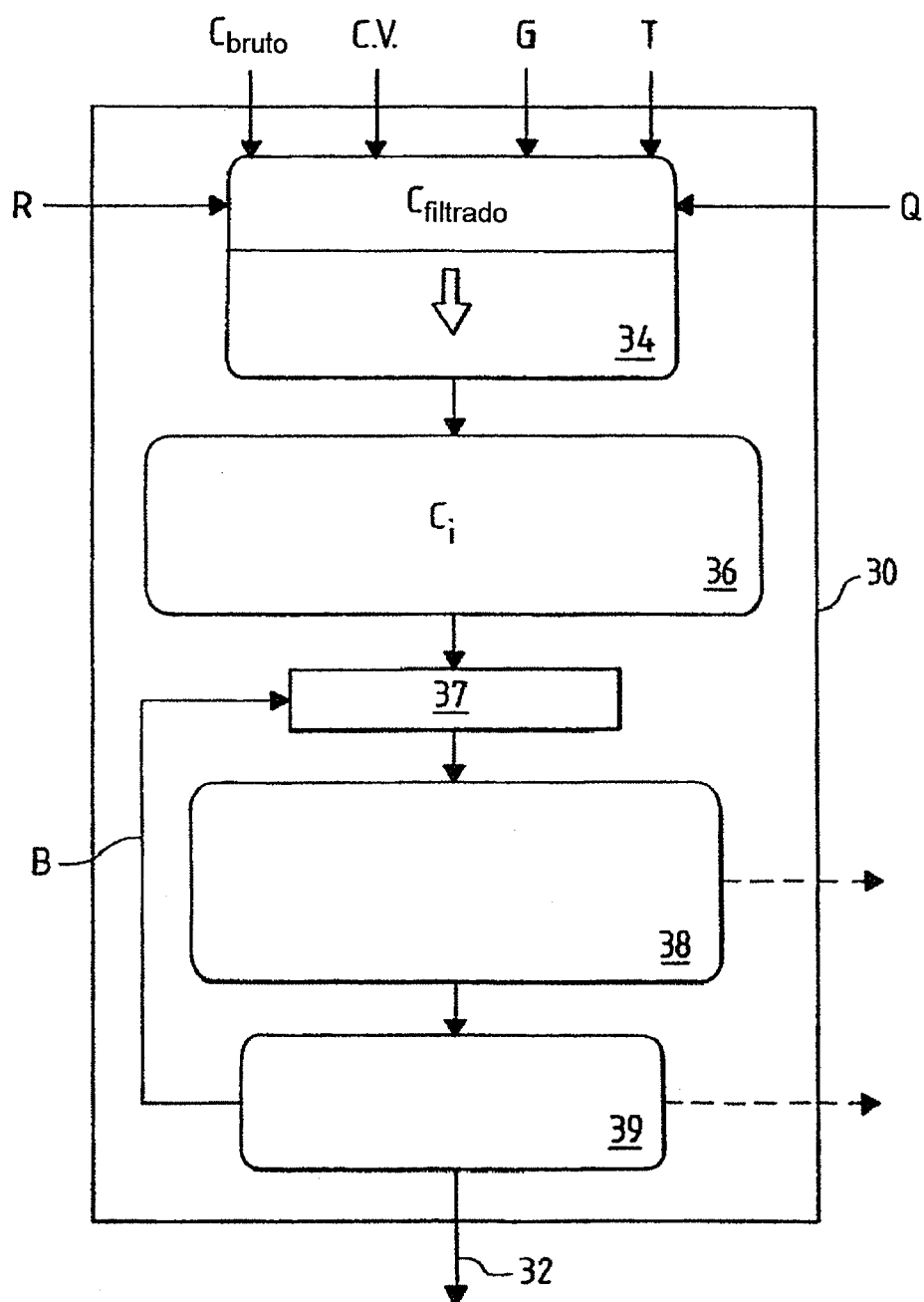
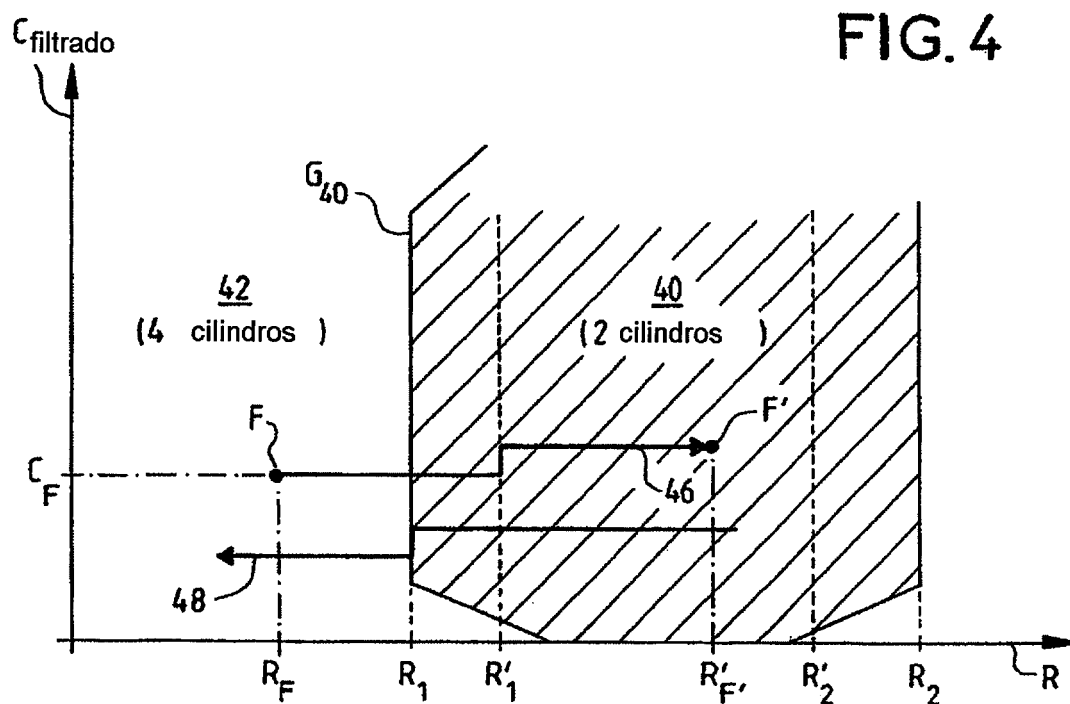
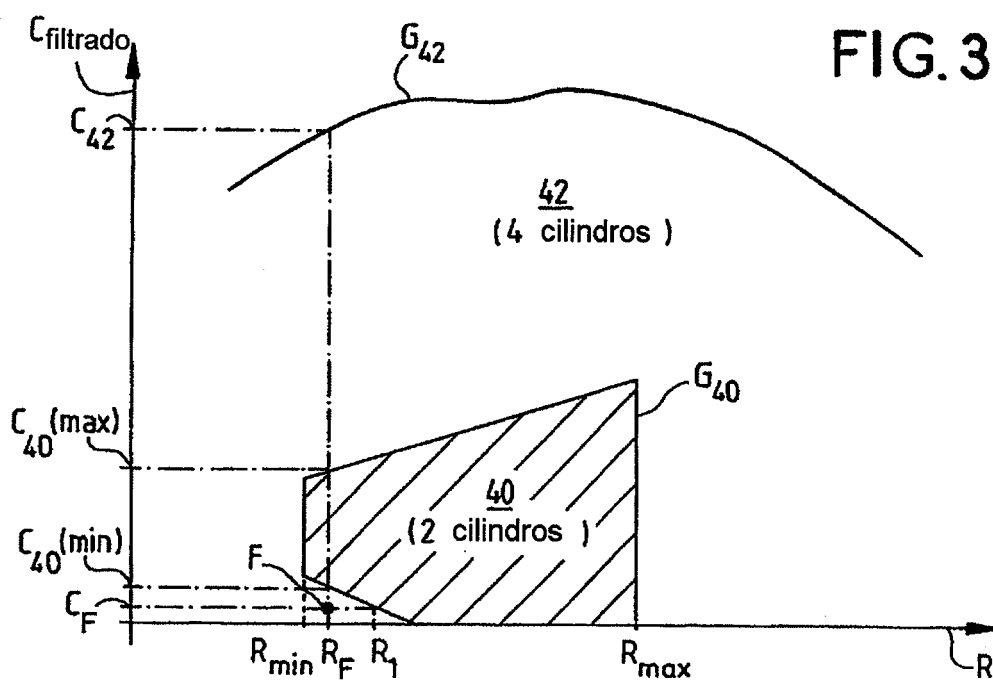
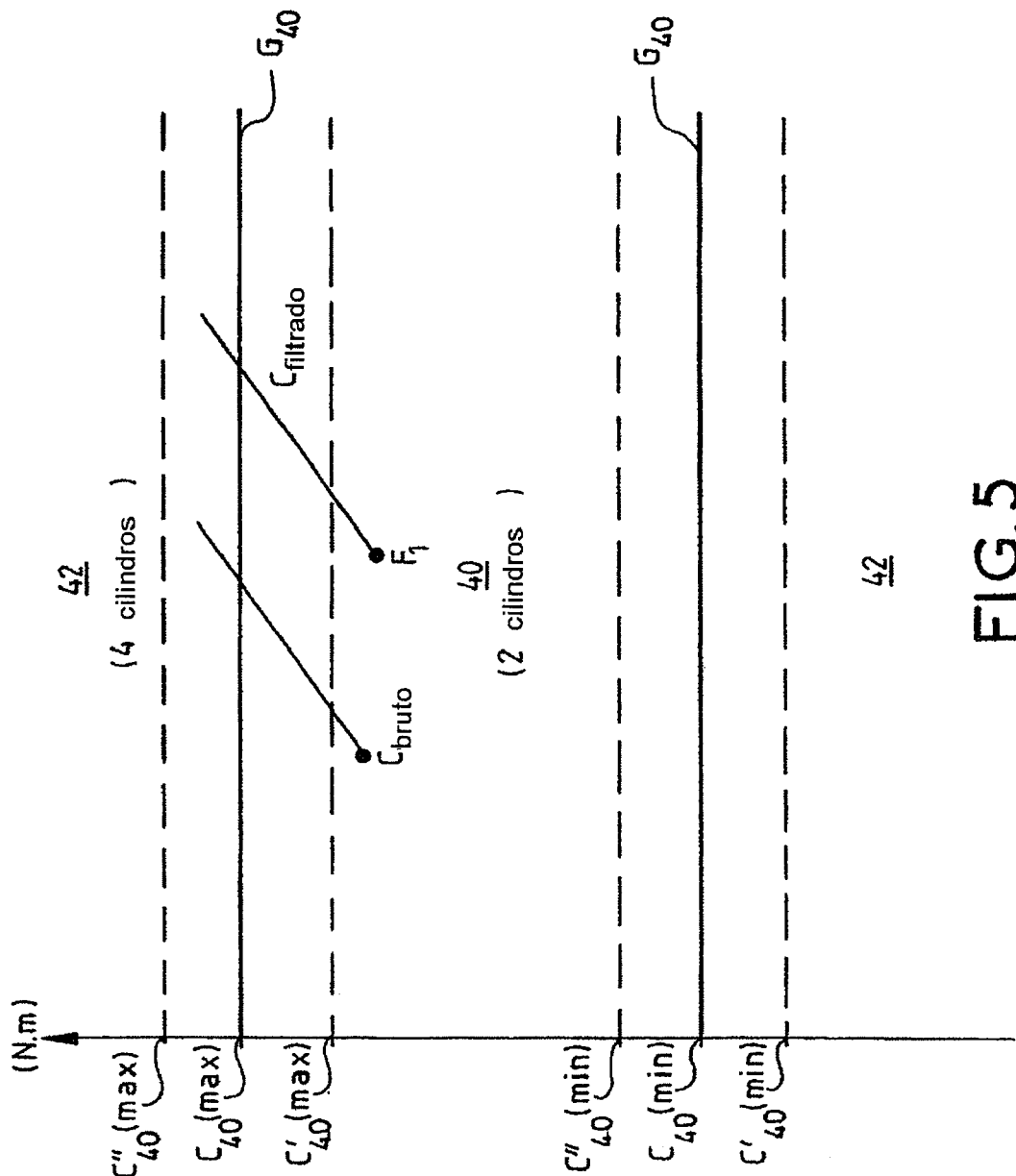


FIG.2







42

FIG.5

FIG.6a

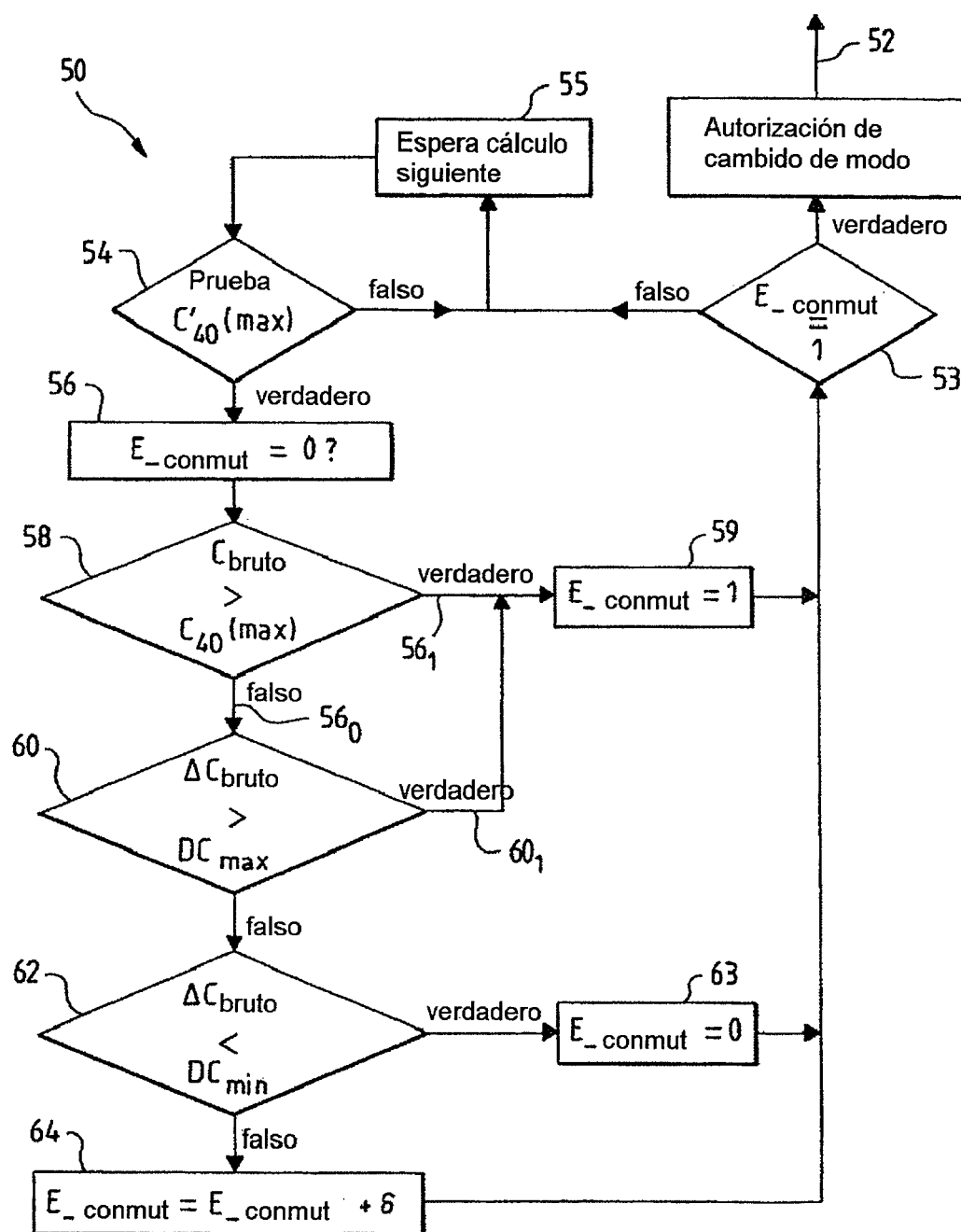


FIG.6b

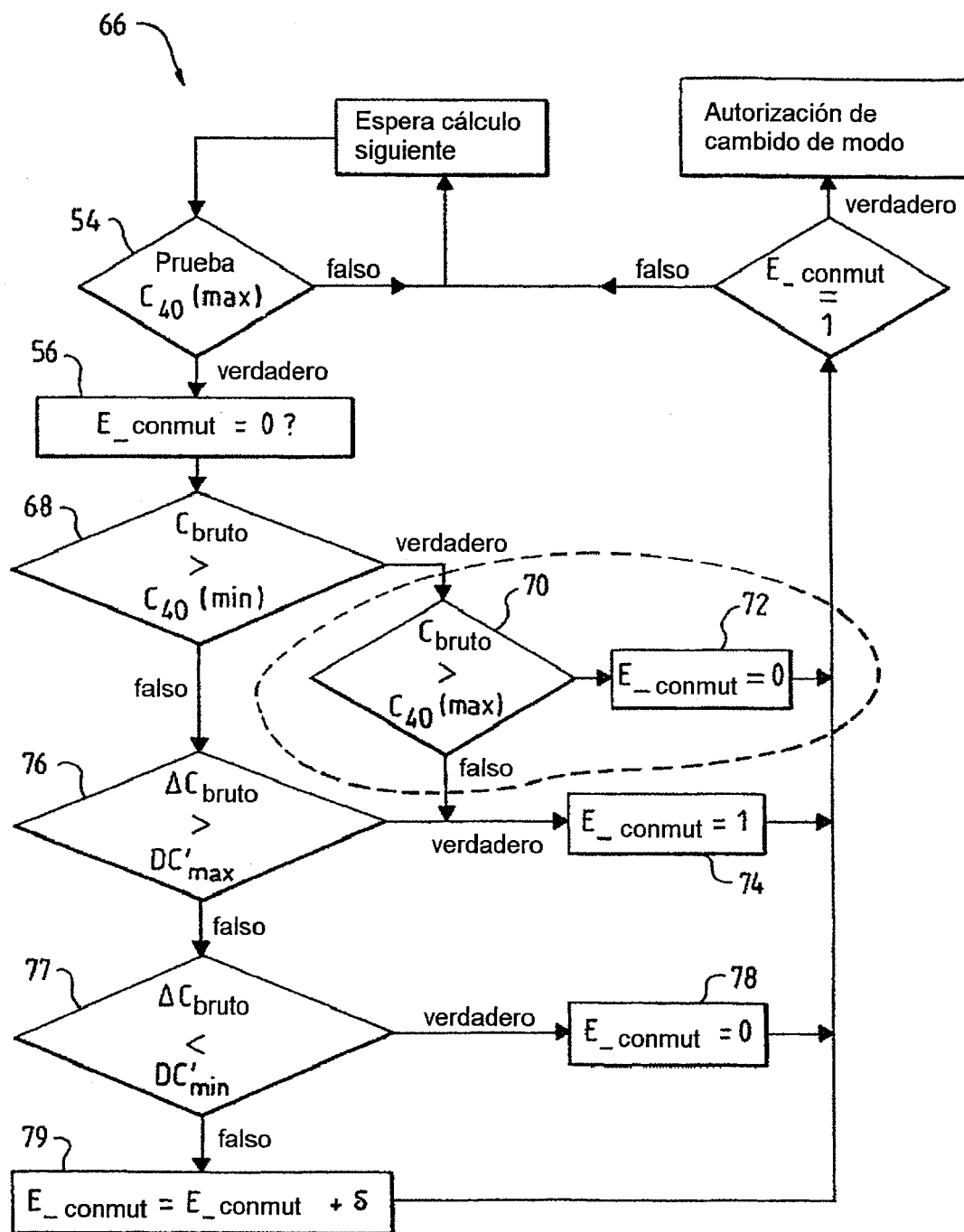
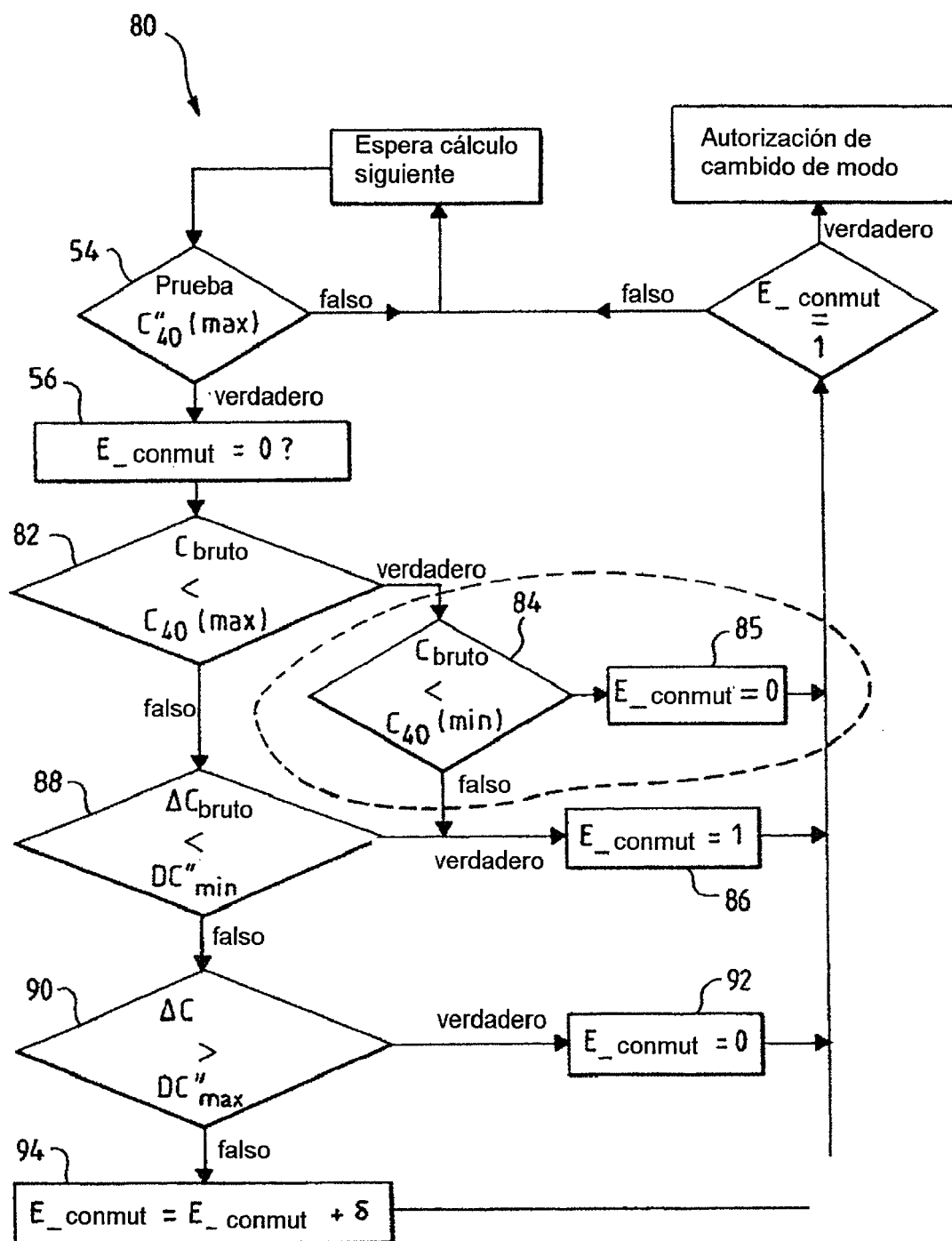


FIG.6c



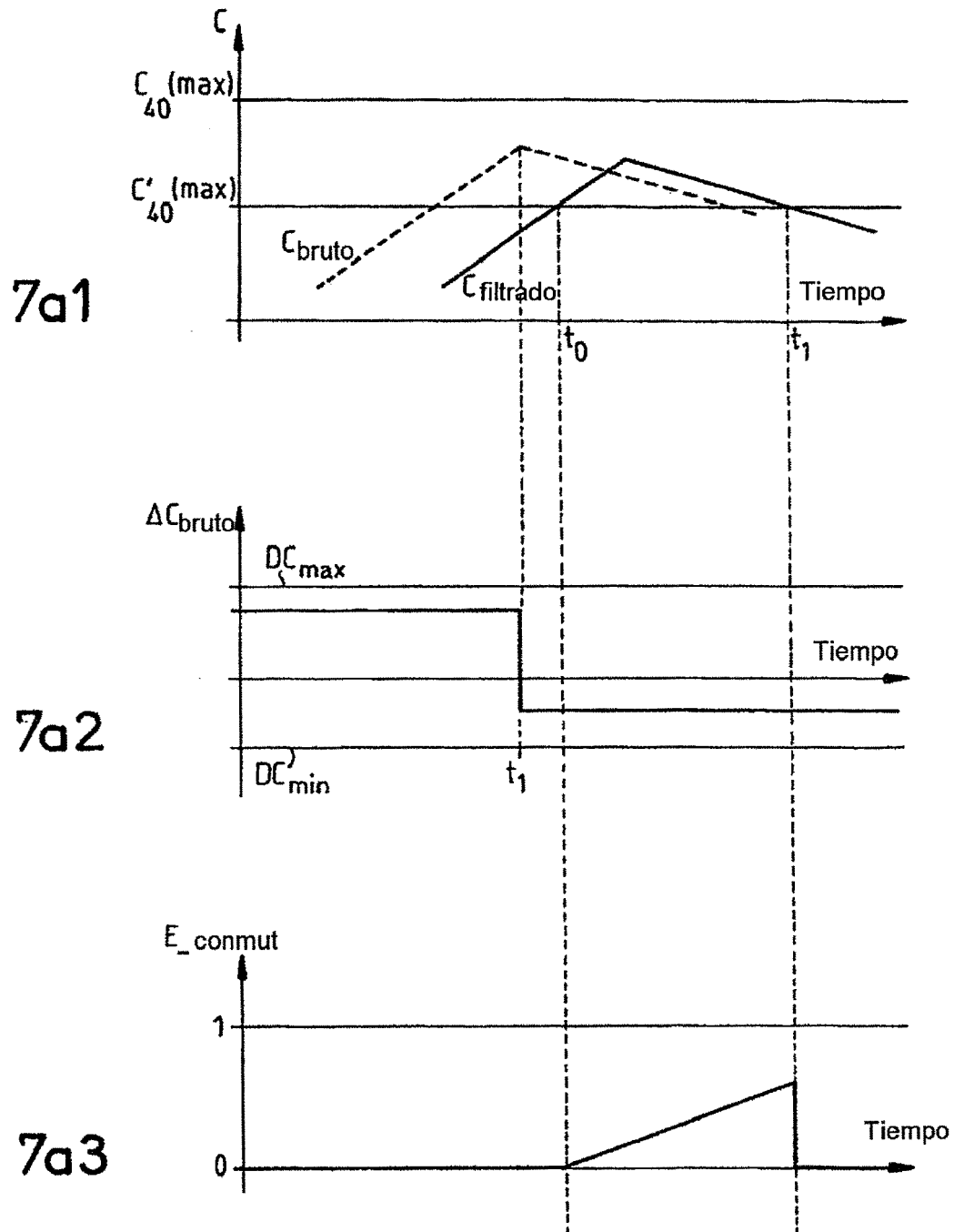


FIG.7a

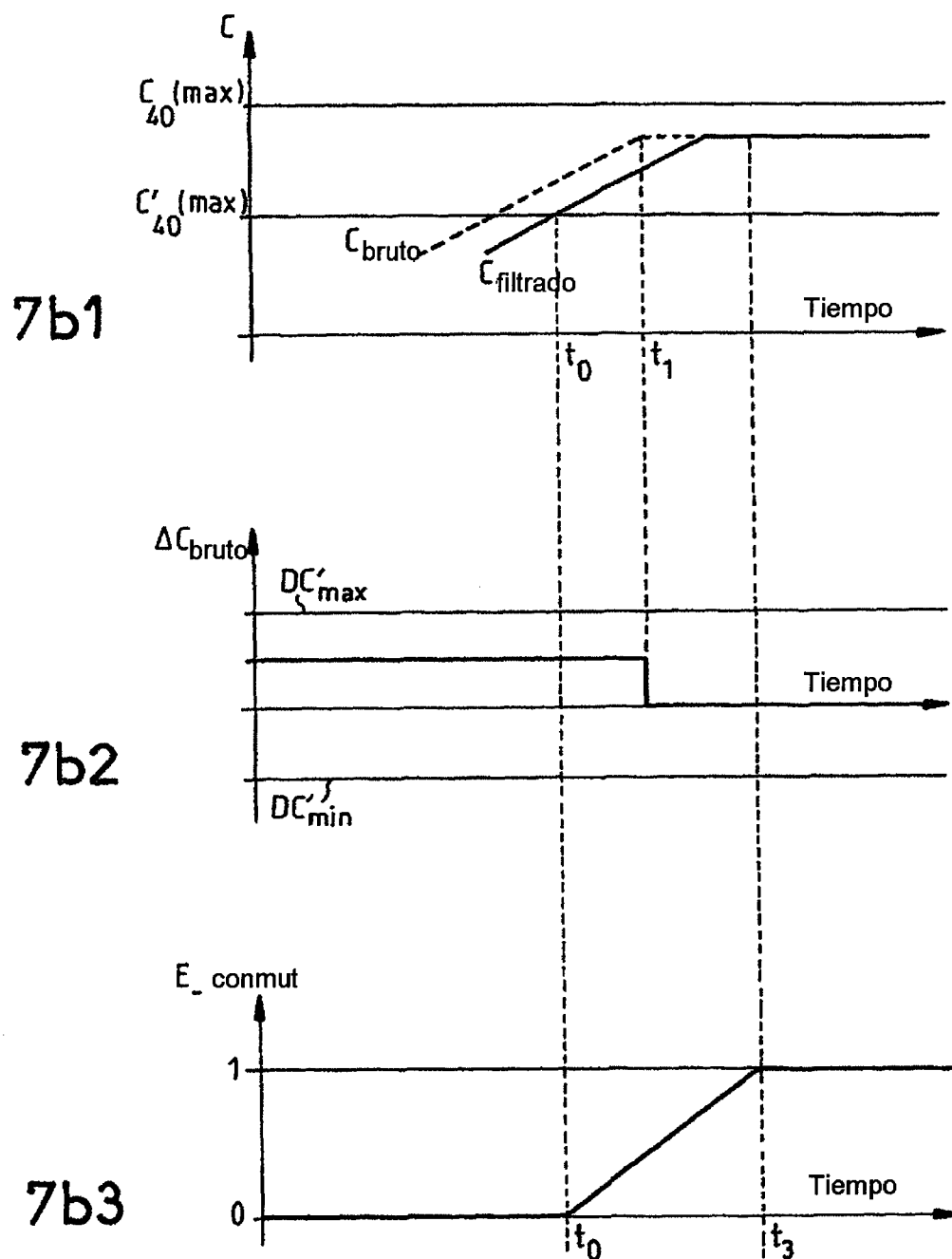
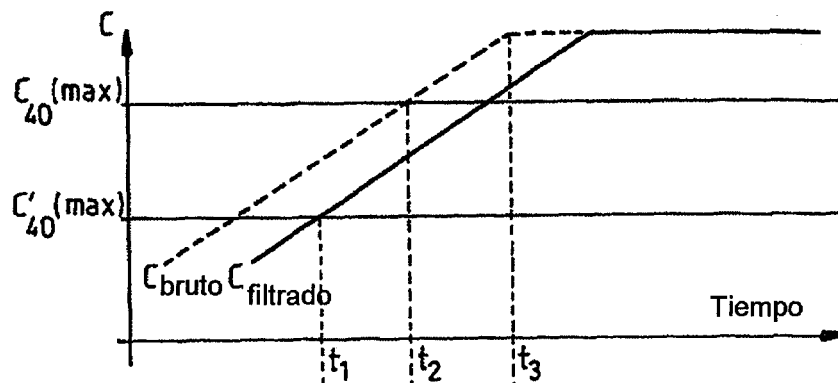
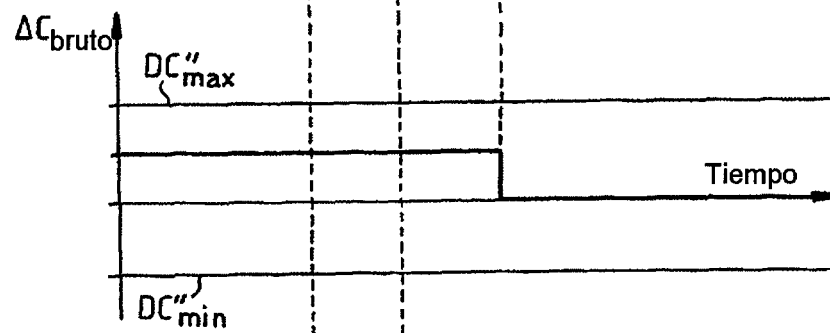


FIG. 7b

7c1



7c2



7c3

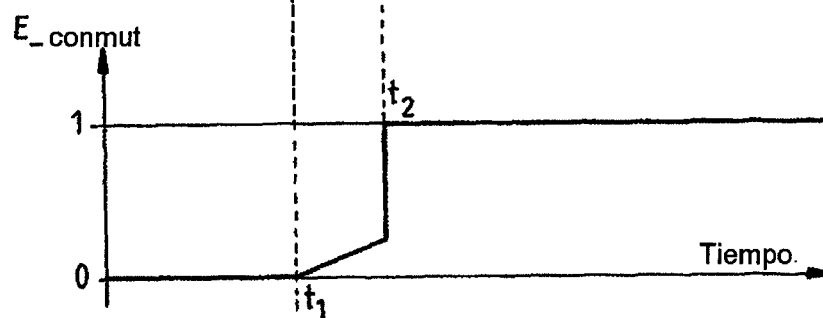


FIG.7c

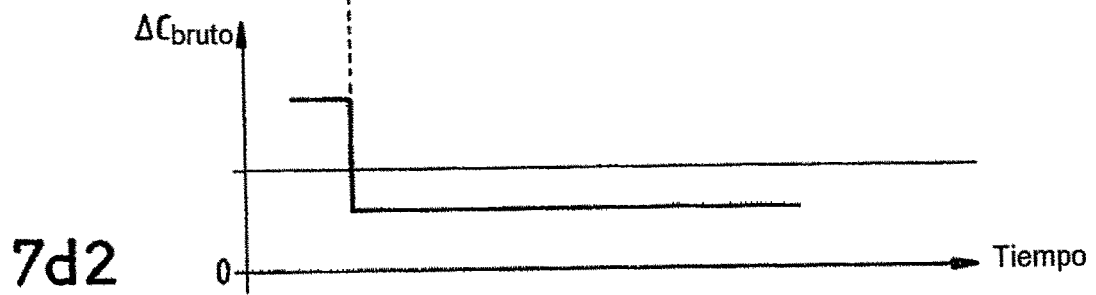
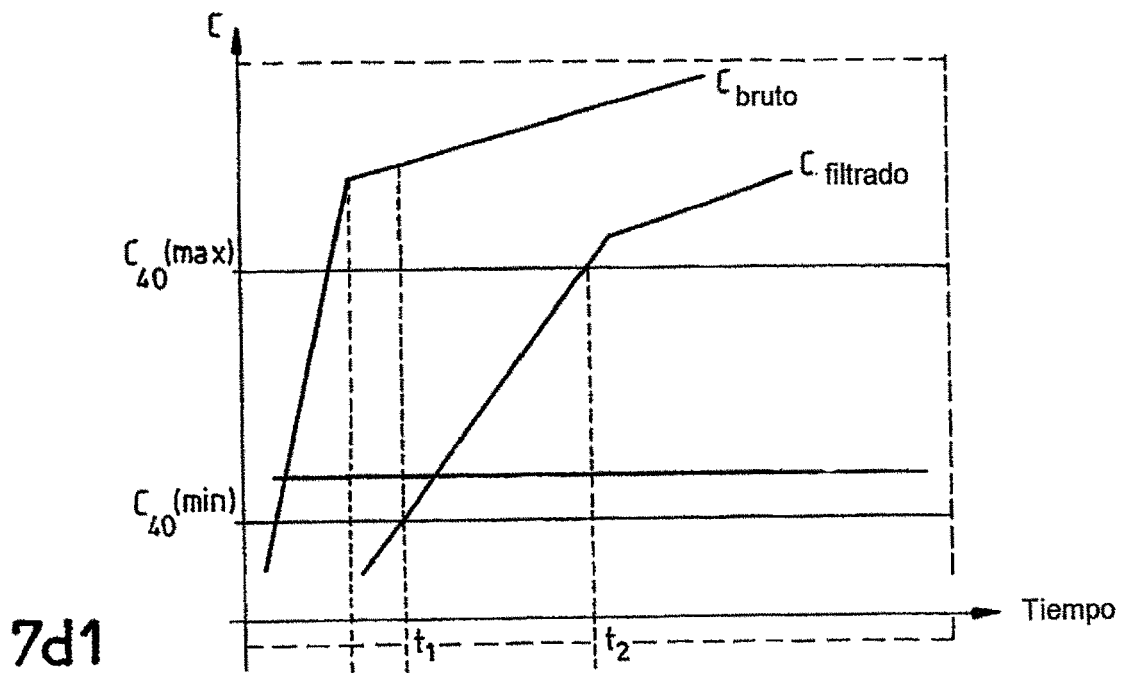


FIG.7d

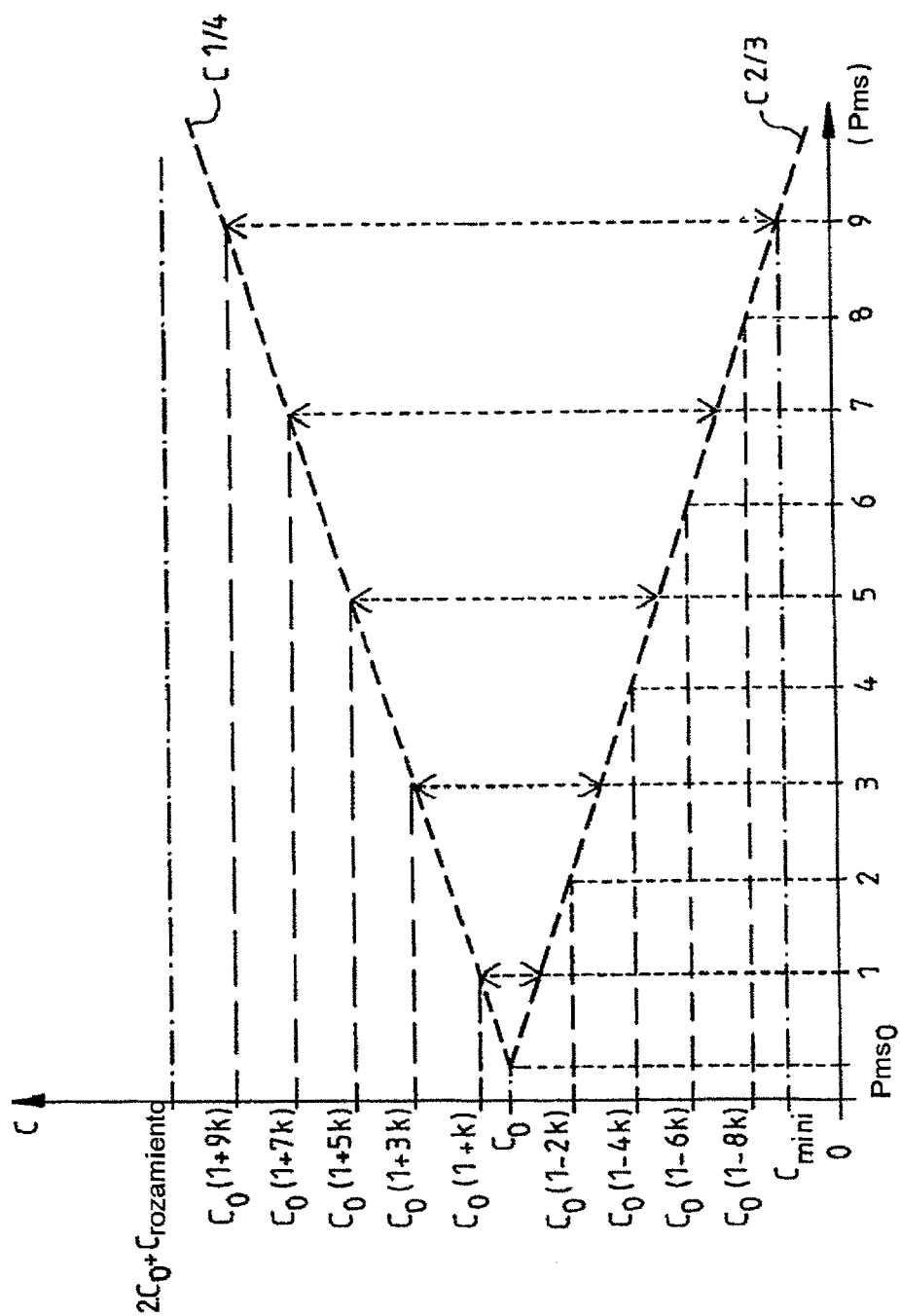


FIG.8a

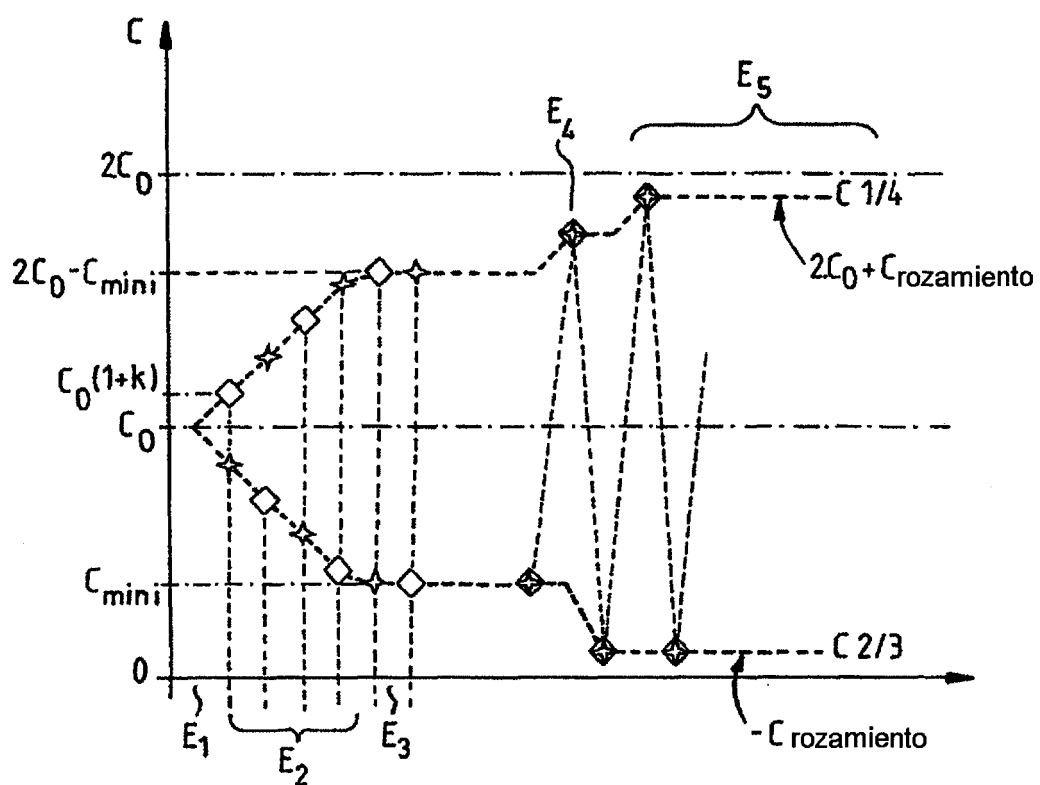


FIG. 8b

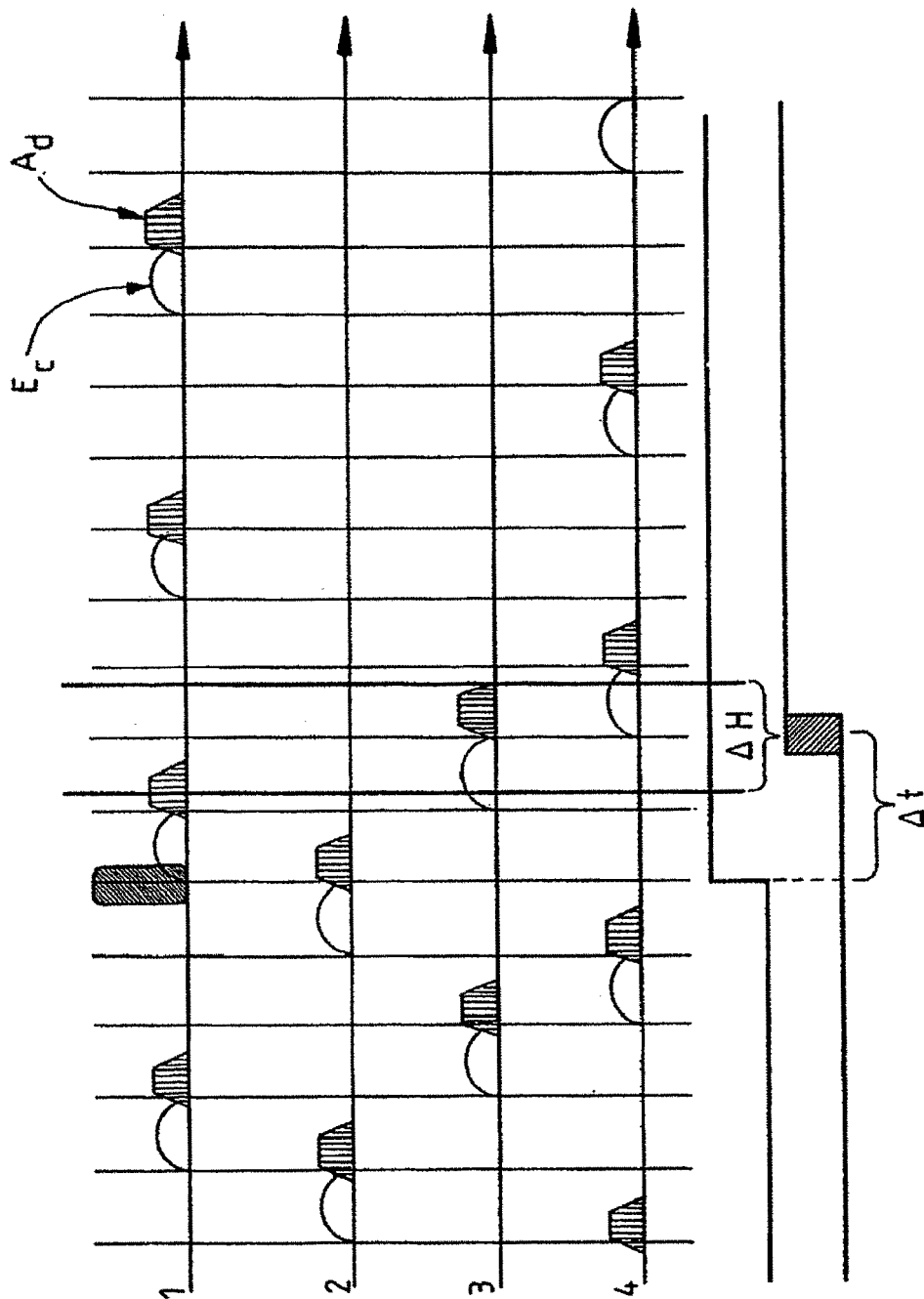


FIG.8c

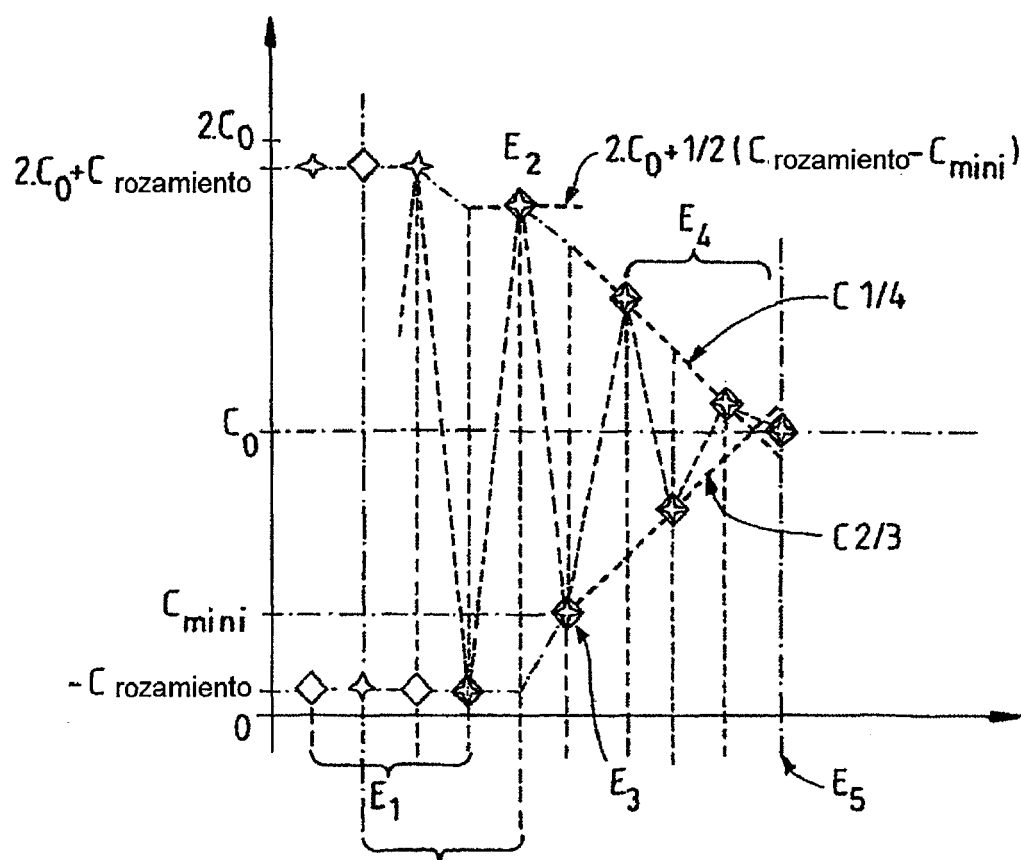


FIG.8d

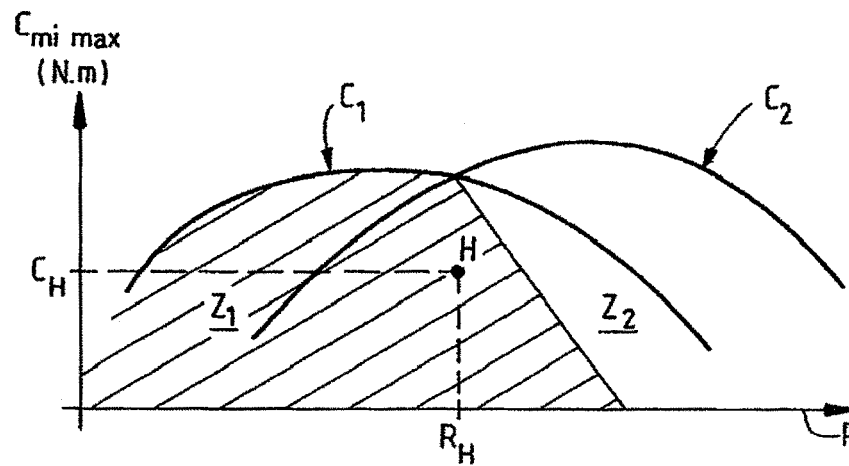


FIG.9

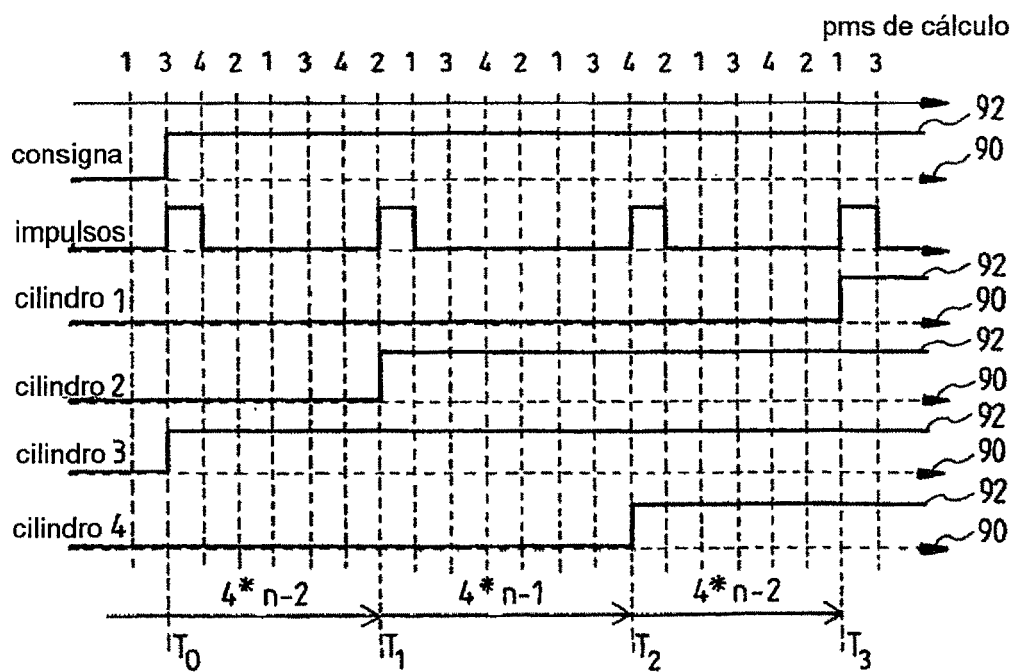


FIG.10

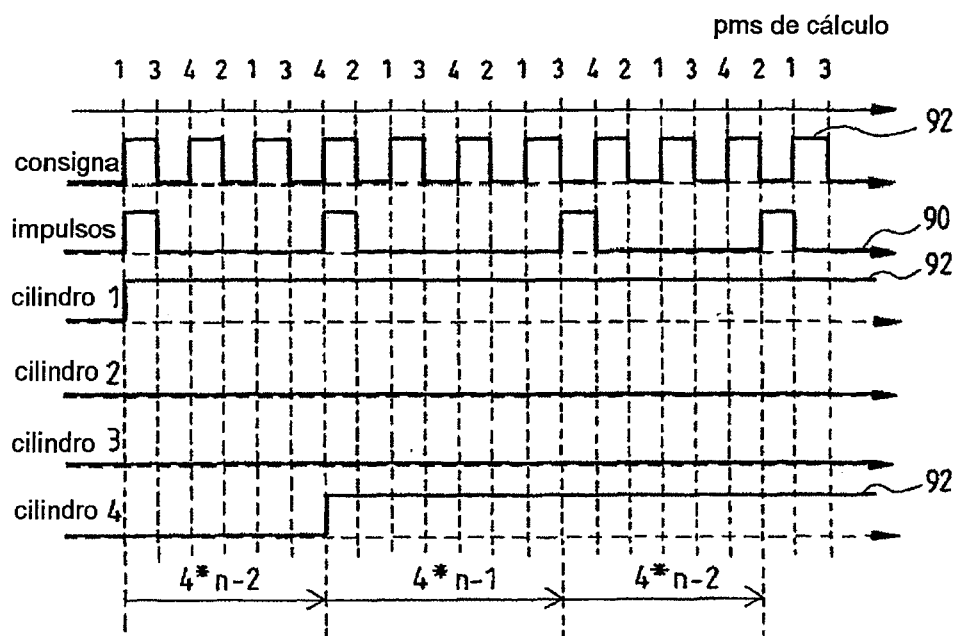


FIG.11

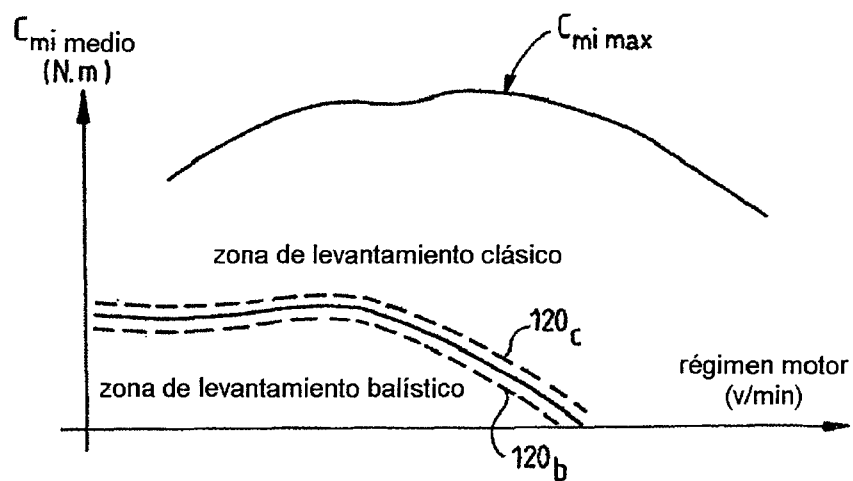


FIG.12