

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 569 192**

51 Int. Cl.:

**F02D 41/00** (2006.01)

**F02D 41/02** (2006.01)

**F02D 17/02** (2006.01)

**F02P 5/15** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.12.2012 E 12810076 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.03.2016 EP 2798180**

54 Título: **Procedimiento de funcionamiento de un motor de combustión interna de un vehículo automóvil y motor de combustión interna correspondiente**

30 Prioridad:

**27.12.2011 DE 102011122528**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**09.05.2016**

73 Titular/es:

**AUDI AG (100.0%)  
85045 Ingolstadt, DE**

72 Inventor/es:

**GROB, ANDRE y  
ERNST, SEBASTIAN**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

ES 2 569 192 T3

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

**DESCRIPCIÓN**

Procedimiento de funcionamiento de un motor de combustión interna de un vehículo automóvil y motor de combustión interna correspondiente

5 La invención concierne a un procedimiento de funcionamiento de un motor de combustión interna de un vehículo automóvil con varios cilindros que se hacen funcionar en su totalidad en un modo de funcionamiento a motor completo y que se desconectan parcialmente en un modo de funcionamiento a motor parcial, cambiándose del funcionamiento a motor completo al funcionamiento a motor parcial únicamente cuando un par de giro de funcionamiento a motor parcial suministrable por el motor de combustión interna en el modo de funcionamiento a motor parcial es mayor o igual que un par de giro nominal ajustado en el motor de combustión interna. La invención  
10 concierne también a un motor de combustión interna correspondiente.

En el estado de la técnica se conocen procedimientos de la clase citada al principio. Éstos se aprovechan para el funcionamiento del motor de combustión interna, que está usualmente montado en un vehículo automóvil y que presenta varios cilindros, es decir, al menos dos cilindros. Por supuesto, el motor de combustión interna puede emplearse también fuera de un vehículo automóvil. Los cilindros del motor de combustión interna se hacen funcionar en su totalidad en el modo de funcionamiento a motor completo, lo que significa que cada uno de los cilindros realiza un ciclo de trabajo completo de aspiración, compresión, combustión y expulsión. Especialmente en un estado de funcionamiento del motor de combustión interna en el que debe generarse solamente un pequeño par de giro por medio del motor de combustión interna y, por tanto, se presenta un modo de funcionamiento a carga parcial, se producen altas pérdidas de cambio de carga o altas pérdidas de cambio de gas. Para reducir éstas se puede realizar una desconexión de cilindros especialmente en el modo de funcionamiento a carga parcial, es decir que el motor de combustión interna puede hacerse funcionar en el modo de funcionamiento a motor parcial. En el modo de funcionamiento a motor parcial está desconectado al menos uno de los cilindros, lo que significa especialmente que no se introduce carburante en éste y no se realiza ninguna combustión. En este caso, se mantienen cerradas ventajosamente todas las válvulas del cilindro desconectado para reducir las pérdidas de cambio de carga y, por tanto, reducir el consumo de carburante. Con la desconexión de cilindros se puede reducir sensiblemente la desventaja del consumo en el modo de funcionamiento a carga parcial de un motor de combustión interna regulado cuantitativamente por estrangulación, especialmente de un motor Otto, frente a un motor de combustión interna, especialmente frente a un motor diesel o un motor Otto con carga estratificada.

Usualmente, se puede cambiar al modo de funcionamiento a motor parcial únicamente cuando en éste el par de giro suministrable por el motor de combustión interna, denominado seguidamente par de giro de funcionamiento a motor parcial, es mayor o igual que el par de giro nominal que debe suministrar el motor de combustión interna. Al cambiar del funcionamiento a motor completo al funcionamiento a motor parcial, y viceversa, se tiene que mantener lo más exactamente constante posible en el motor de combustión interna con desconexión de cilindros el par de giro suministrado, es decir, el par de giro real, para evitar tirones del vehículo automóvil no aceptables desde el punto de vista de la comodidad. Dado que el al menos un cilindro desconectado no contribuye en modo alguno al par de giro, los cilindros que siguen funcionamiento tienen que compensar éste y proporcionar un par de giro real correspondiente al par de giro nominal ajustado.

Esto significa que en el modo de funcionamiento a motor parcial se realiza una elevación del punto de carga para los cilindros que siguen funcionando. En esta situación de elevación el llenado de aire de los cilindros que siguen funcionando se tiene, por ejemplo, que duplicar aproximadamente al cambiar de funcionamiento a motor completo al funcionamiento a motor parcial – siempre que en el modo de funcionamiento a motor parcial se desconecta la mitad de los cilindros, es decir que se presente un funcionamiento a medio motor –, mientras que al cambiar del funcionamiento a motor parcial al funcionamiento a motor completo se tiene que reducir aproximadamente a la mitad dicho llenado de aire. Sin embargo, esta variación del llenado de aire no puede realizarse a cualquier velocidad que se desee. Por este motivo, en el intervalo de tiempo de conmutación en el que se cambia entre el modo de funcionamiento a motor completo y el modo de funcionamiento a motor parcial, o viceversa, se tiene que regular, por ejemplo por medio de un ajuste correspondiente del instante de encendido, el par de giro suministrado por el motor de combustión interna. De esta manera, se puede lograr un alisado de la curva de evolución del par de giro entregado en función del tiempo, de modo que se impida al menos en parte la producción de tirones. Sin embargo, debido a la variación del instante de encendido disminuyen el rendimiento de combustión de los cilindros en funcionamiento y, por tanto, el rendimiento total del motor de combustión interna. Cada conmutación entre el funcionamiento a motor completo y el funcionamiento a motor parcial, o viceversa, está ligada a un empeoramiento del rendimiento de combustión o del rendimiento total, especialmente a consecuencia de la variación temporal del momento de encendido. Por tanto, a cada conexión o desconexión de cilindros se produce un sobreconsumo de carburante. El periodo de tiempo de conmutación asciende, por ejemplo, a aproximadamente 500 ms por dirección de conmutación. En este periodo de tiempo se puede duplicar el consumo de carburante. En promedio, resultan, por ejemplo, unos periodos de tiempo de conmutación de aproximadamente 300 ms de duración, en los que el consumo de carburante se incrementa en aproximadamente un 50%.

Se conoce por el estado de la técnica el documento WO 2007/028683 A1. Éste concierne a un procedimiento y un

dispositivo para hacer funcionar una unidad de accionamiento de un vehículo con un motor que se hace funcionar en un primer estado de funcionamiento con un primer número de cilindros y en un segundo estado de funcionamiento con un segundo número de cilindros, siendo el primer número y el segundo número diferentes uno de otro. Se propone adaptar una conmutación del motor entre el primer estado de funcionamiento y el segundo estado de funcionamiento al tipo de conductor o a la situación de conducción. A este fin, se retarda la conmutación entre el primer estado de funcionamiento y el segundo estado de funcionamiento en función del tipo de conductor o de la situación de conducción. Asimismo, se conocen por el estado de la técnica los documentos US 2005/0000479 A1, US 2004/0231634 A1, JP 60-138235 y US 2007/0149358 A1.

El cometido de la invención consiste en presentar un procedimiento de funcionamiento de un motor de combustión interna de un vehículo automóvil que tenga un consumo de carburante netamente reducido durante el tiempo de funcionamiento del motor de combustión interna en comparación con procedimientos conocidos para realizar una desconexión de cilindros.

Esto se consigue según la invención con un procedimiento dotado de las características de la reivindicación 1. Se ha previsto a este respecto que, para el cambio del funcionamiento a motor completo al funcionamiento a motor parcial, tiene que estar ajustada adicionalmente una variable de conexión obtenida en función de al menos un parámetro determinado del motor de combustión interna y/o del vehículo automóvil, determinándose a partir del al menos un parámetro una reserva de aceleración, fijándose una reserva de aceleración mínima y obteniéndose una magnitud de recomendación a partir de la reserva de aceleración y de la reserva de aceleración mínima, y ajustándose la variable de conexión al superarse un valor umbral por la magnitud de recomendación.

Ya se ha explicado anteriormente que durante la conmutación del funcionamiento a motor completo al funcionamiento a motor parcial, y viceversa, se presenta un sobreconsumo de carburante. Sin embargo, cuando está concluida la conmutación del funcionamiento a motor completo al funcionamiento a motor parcial, se puede reducir entonces netamente el consumo de carburante con la desconexión de cilindros. Si se compensa el sobreconsumo de carburante durante la conmutación del funcionamiento a motor completo al funcionamiento a motor parcial, y viceversa, con el ahorro de carburante durante el funcionamiento a motor parcial, resulta entonces un tiempo de amortización usualmente dependiente del punto de carga de, por ejemplo, aproximadamente 3 s a 25 s. Por consiguiente, el cambio del funcionamiento a motor completo al funcionamiento a motor parcial merece la pena únicamente cuando el funcionamiento a motor parcial se realiza al menos durante todo el tiempo de amortización. De manera correspondiente, se tiene que impedir la realización del funcionamiento a motor parcial durante solamente un corto periodo de tiempo.

A este fin, se puede definir, por ejemplo, un tiempo de espera, cambiándose del funcionamiento a motor completo al funcionamiento a motor parcial únicamente después de transcurrido el tiempo de espera. El tiempo de espera se ajusta en este caso a un valor constante, es decir que no puede ser modificado. Según la invención, se ha previsto ahora que, para el cambio del funcionamiento a motor completo al funcionamiento a motor parcial, tengan que satisfacerse al menos dos condiciones, a saber que el par de giro de funcionamiento a motor parcial sea mayor o igual que el par de giro nominal ajustado y que esté ajustada a la variable de conexión. La variable de conexión se obtiene entonces en función del al menos un parámetro. El parámetro puede estar asociado, por ejemplo, al motor de combustión interna, al vehículo automóvil y/o a un entorno del vehículo automóvil. La variable de conexión se ajusta de preferencia tan solo únicamente cuando puede lograrse realmente una reducción del consumo de carburante por efecto del cambio del funcionamiento a motor completo al funcionamiento a motor parcial. De esta manera, se puede reducir la frecuencia del cambio de funcionamiento a motor completo al funcionamiento a motor parcial. La variable de conexión es una variable booleana binaria, es decir que puede adoptar solamente dos valores diferentes, por ejemplo 0 y 1.

Un perfeccionamiento de la invención prevé que la variable de conexión se obtenga a intervalos de tiempo determinados durante el funcionamiento del motor de combustión interna. Por tanto, la variable de conexión se ajusta continuamente, estando previsto un intervalo de tiempo determinado entre dos actualizaciones. Por ejemplo, la obtención de la variable de conexión se efectúa con una frecuencia determinada que asciende, por ejemplo, a 10 Hz. La obtención de la variable de conexión se efectúa ventajosamente al menos durante el funcionamiento a motor completo, pero en particular preferiblemente de manera permanente, es decir, tanto durante el funcionamiento a motor completo como durante el funcionamiento a motor parcial.

Un perfeccionamiento de la invención que como parámetro se empleen una velocidad del vehículo automóvil, una aceleración longitudinal del vehículo automóvil, una marcha de conducción momentáneamente aplicada, una inclinación de un suelo del vehículo automóvil, una altura del vehículo automóvil sobre la altura cero normal y una resistencia a la marcha del vehículo automóvil. Por tanto, el parámetro puede elegirse en principio a voluntad, siempre que éste concierna al motor de combustión interna, al vehículo automóvil y/o al entorno del vehículo automóvil. El parámetro puede ser una cualquiera de las magnitudes anteriormente indicadas o una combinación cualquiera de éstas. Como alternativa o adicionalmente a las magnitudes enumeradas, pueden emplearse, por supuesto, otras magnitudes, en particular magnitudes de estado del vehículo automóvil y/o del entorno.

La velocidad puede ser la velocidad real del vehículo automóvil o, alternativamente, puede ser una velocidad

determinada a partir del número de revoluciones del motor de combustión interna y la multiplicación ajustada. Se aplica una consideración correspondiente para la aceleración, queriendo indicarse aquí una aceleración longitudinal, es decir, una aceleración del vehículo automóvil en la dirección longitudinal. La aceleración transversal se presenta en una dirección que es paralela al suelo del vehículo automóvil y perpendicular a la dirección longitudinal de éste.

La resistencia a la marcha describe preferiblemente la suma de todas las fuerzas que tiene que vencer el vehículo automóvil para mantener una velocidad deseada o para acelerar hasta ésta. La resistencia a la marcha actúa con acción de frenado, es decir que está dirigida a una deceleración del vehículo automóvil hasta el estado parado. Por ejemplo, la resistencia a la marcha contiene una resistencia a la rodadura del vehículo, una resistencia del aire dependiente de la velocidad, una resistencia de las pendientes en función de la inclinación y una resistencia a la aceleración, que tiene en cuenta especialmente la masa del vehículo automóvil durante una aceleración longitudinal.

El par de giro de demanda es el par de giro que se solicita por el conductor del vehículo automóvil o por el equipo de asistencia al conductor. A partir del par de demanda se determina el par de giro nominal que se ajusta finalmente en el motor de combustión interna. En este caso, el par de giro nominal en una forma de realización sencilla puede estar ajustado a un valor igual al del par de giro de demanda. Sin embargo, puede estar previsto también que el par de giro nominal se determine a partir del par de giro de demanda por medio de una operación de cálculo, especialmente un filtrado. El conductor prefija el par de giro de demanda, especialmente por medio de una posición del pedal del acelerador. En una forma de realización ventajosa, cuando se prefija por el equipo de asistencia al conductor, por ejemplo un equipo de asistencia al conductor ESP o similar, un par de giro de demanda que se desvía del par de giro del conductor, se debe determinar el par de giro nominal a partir del par de giro de demanda del equipo de asistencia al conductor y se debe emplear también dicho par de giro nominal, en un ejemplo que se desvía del objeto de la invención, como parámetro para obtener la variable de conexión.

La tasa de variación del par del giro de demanda corresponde a la derivada del par de giro de demanda en función del tiempo en el instante momentáneo. Se aplica una consideración correspondiente para la tasa de variación del ángulo de dirección, que es igual a la derivada del ángulo de dirección en función del tiempo. El ángulo de dirección es en este caso el ángulo de dirección ajustado en un mecanismo de dirección. El ajuste del ángulo de dirección puede efectuarse de manera correspondiente a un ángulo de dirección de consigna que es ajustado, por ejemplo, por el conductor del vehículo automóvil por medio de un volante. La fuerza de frenado es la fuerza de frenado momentáneamente existente, es decir, una fuerza de frenado real, mientras que se determina a partir de la fuerza de frenado de consigna una fuerza de frenado nominal ajustada en el equipo de frenado. La fuerza de frenado de consigna es prefijada, por ejemplo, por el conductor o por el equipo de asistencia al conductor. En un ejemplo que se desvía de la invención el parámetro puede corresponder también al número de procesos de frenado en un espacio de tiempo determinado. A este fin, se cuenta, por ejemplo, el número de superaciones de una fuerza de frenado umbral por la fuerza de frenado y/o la fuerza de frenado de consigna en el espacio de tiempo determinado. El espacio de tiempo determinado es especialmente un espacio de tiempo que se extiende en el pasado inmediato y que termina en el instante momentáneo.

Como alternativa, se puede emplear también como parámetro la marcha de conducción momentáneamente aplicada, estando ajustada la marca de conducción en una caja de transmisión del vehículo automóvil, a través de la cual el motor de combustión interna está unido operativamente con ruedas del vehículo automóvil. Otros parámetros son la inclinación del suelo del vehículo automóvil, que indica, por ejemplo, una subida o una bajada, la altura del vehículo automóvil (por ejemplo sobre la altura cero normal, pudiendo aprovecharse también otras alturas de referencia) o la resistencia a la marcha del vehículo automóvil, que incluye especialmente la resistencia a la rodadura. Esta última se calcula o se estima usualmente con ayuda de un modelo. Por último, en un ejemplo que se desvía del objeto de la invención se puede aprovechar como parámetro el estado de señal. El estado de señal es el estado de, por ejemplo, una señal luminiscente del vehículo automóvil, tal como el intermitente. Por tanto, el estado de señal puede presentarse en forma del estado de señal de un intermitente.

Un perfeccionamiento de la invención prevé que la variable de conexión se ajuste exclusivamente después de transcurrido al menos un intervalo de tiempo de espera determinado por el al menos un parámetro y/o al sobrepasarse un valor umbral por al menos una magnitud de recomendación determinada a partir del al menos un parámetro. Por tanto, la variable de conexión no depende directamente del al menos un parámetro, sino que tan solo depende indirectamente de éste. Por el contrario, es ajustada con ayuda del al menos un intervalo de tiempo de espera y/o la al menos una magnitud de recomendación. En este caso, el valor normalmente presente de la variable de conexión es 0. Después de transcurrido el intervalo de tiempo de espera o de haberse superado el valor umbral por la magnitud de recomendación, se ajusta a 1 la variable de conexión. Únicamente en este último caso se puede conmutar del funcionamiento a motor completo al funcionamiento a motor parcial cuando, además, se haya cumplido la condición de que el par de giro de funcionamiento a motor parcial es mayor o igual que el par de giro nominal. El intervalo de tiempo de espera comienza tan pronto como se detecta que el par de giro de funcionamiento a motor parcial suministrable es mayor o igual que el par de giro nominal. Por tanto, a partir de este instante comienza a funcionar un cronómetro que se reajusta tan pronto como el par de giro de funcionamiento a motor parcial se hace más pequeño que el par de giro nominal. Únicamente cuando el cronómetro presenta un valor que es mayor que el intervalo de tiempo de espera, se ajusta la variable de conexión. En este caso, la variable de conexión puede ajustarse ya cuando únicamente ha transcurrido el intervalo de tiempo de espera o se ha superado el valor umbral

por la magnitud de recomendación. Sin embargo, la variable de conexión se ajusta de manera especialmente preferida tan solo cuando se han cumplido ambas condiciones.

Un perfeccionamiento de la invención contempla que esté previsto al menos un módulo de valoración en el que se determinen el intervalo de tiempo de espera y/o la magnitud de recomendación a partir del al menos un parámetro. El procedimiento aquí presentado para hacer funcionar un motor de combustión interna es de constitución modular y puede constar de un número cualquiera de módulos de valoración. El módulo de valoración presenta como al menos una magnitud de entrada al menos uno de los parámetros anteriormente citados. El módulo de valoración emite como al menos una magnitud de salida al menos un intervalo de tiempo de espera, al menos una magnitud de recomendación o ambos. Si están previstos varios módulos de valoración, éstos trabajan entonces independientemente uno de otro. De esta manera, es posible una ampliación sin problemas del procedimiento con otros módulos de valoración.

En al menos una forma de realización de la invención se ha previsto que, al superarse por el ángulo de dirección un ángulo de dirección umbral determinado especialmente en función de la velocidad y/o de la aceleración longitudinal, se ajuste el intervalo de tiempo de espera a un primer valor de intervalo de tiempo de espera. El ángulo de dirección umbral puede elegirse como constante o puede ser variable. En el último caso, este ángulo se determina preferiblemente a partir de una función que presenta como magnitudes de entrada la velocidad y/o la aceleración longitudinal del vehículo automóvil. Si se supera el ángulo de dirección umbral por el ángulo de dirección momentáneamente ajustado, se ajusta entonces el intervalo de tiempo de espera al primer valor de intervalo de tiempo de espera. De esta manera, se puede excluir, por ejemplo, una situación típica de tráfico circular, es decir que en este caso no se cambia del funcionamiento a motor completo al funcionamiento a motor parcial, puesto que hay que contar con que, al salir del tráfico circular (o de una situación semejante), se debe acelerar el vehículo automóvil, de modo que posiblemente sería necesario inmediatamente después un cambio del funcionamiento a motor parcial al funcionamiento a motor completo.

Además o alternativamente, se ha previsto que, al superarse una fuerza de frenado umbral por la fuerza de frenado y/o la fuerza de frenado de consigna, se ajuste el intervalo de tiempo de espera a un segundo valor de intervalo de tiempo de espera. La fuerza de frenado umbral es preferiblemente constante, es decir que no se determina de nuevo con cada obtención de la variable de conexión. Sin embargo, se puede realizar una adaptación de la fuerza de frenado umbral que esté desacoplada de la obtención de la variable de conexión o del intervalo de tiempo de espera. La fuerza de frenado umbral está definida, por ejemplo, de tal manera que corresponda a un frenado de intensidad media del vehículo automóvil. Como alternativa, la fuerza de frenado umbral puede determinarse, por ejemplo, en función de la velocidad del vehículo automóvil. En particular, la fuerza de frenado umbral es tanto más pequeña cuanto más alta es la velocidad del vehículo automóvil. El intervalo de tiempo de espera se ajustará ahora al segundo valor de intervalo de tiempo de espera cuando la fuerza de frenado umbral sea superada por la fuerza de frenado o la fuerza de frenado de consignas realmente existentes en ese momento.

Asimismo, puede estar previsto que, al superarse una inclinación umbral máxima por la inclinación del suelo, se ajuste el intervalo de tiempo de espera a un tercer valor de intervalo de tiempo de espera. Por tanto, al producirse un fuerte ascenso del suelo se retarda la conmutación del funcionamiento a motor completo al funcionamiento a motor parcial en una medida igual al tercer valor de intervalo de tiempo de espera. Si el vehículo automóvil se encuentra sobre una subida de esta clase, es entonces probable que tenga que suministrarse durante un breve tiempo un alto par de giro por parte del motor de combustión interna, es decir que se debe aumentar entonces el par de giro nominal. Por tanto, aun cuando en el instante momentáneo el par de giro nominal sea cubierto por el par de giro de funcionamiento a motor parcial, existe una alta probabilidad de que esto ocurrirá solamente durante un tiempo limitado y, en consecuencia, se tendría que volver a abandonar rápidamente el modo de funcionamiento a motor parcial.

Puede estar previsto también que, al no alcanzarse una inclinación umbral mínima por la inclinación del suelo, se ajuste el intervalo de tiempo de espera a un cuarto valor de intervalo de tiempo de espera. En este caso, se presenta una bajada. Esto hace probable que deba realizarse un frenado del vehículo automóvil, para lo cual se pone el motor de combustión interna en un modo de funcionamiento de desconexión de empuje. Sin embargo, esto tiene como consecuencia usualmente una conmutación del funcionamiento a motor parcial al funcionamiento a motor completo para aumentar la acción de frenado del motor de combustión interna. De manera correspondiente, se debe impedir la conmutación del funcionamiento a motor completo al funcionamiento a motor parcial por medio de un intervalo de tiempo de espera correspondiente al cuarto valor de intervalo de tiempo de espera.

Una ejecución ventajosa de la invención prevé que la inclinación umbral máxima del suelo y/o la inclinación umbral mínima del suelo se obtengan en función de la altura. Las explicaciones anteriores son de importancia especialmente cuando el vehículo automóvil se encuentra a una altura grande, por ejemplo en un viaje a través de un paso de una montaña. Cuanto mayor es la altura, tanto más pequeña es la potencia específica del motor de combustión interna, especialmente cuando éste se hace funcionar en un modo de funcionamiento de aspiración. Por tanto, es probable que el par de giro de funcionamiento a motor parcial suministrable en el modo de funcionamiento a motor parcial no sea suficiente para cubrir el par de giro nominal. De manera correspondiente, la inclinación umbral

máxima del suelo o la inclinación umbral mínima del suelo puede determinarse en función de la altura del vehículo automóvil. Además, es de hacer notar que la inclinación umbral máxima del suelo debe ser siempre mayor que la inclinación umbral mínima del suelo, siendo la inclinación umbral máxima del suelo típicamente mayor que cero y siendo la inclinación umbral mínima del suelo menor que cero cuando se define la inclinación de un suelo horizontal con respecto a cero (por ejemplo 0°).

Puede estar previsto también que, al superarse una tasa umbral máxima de variación del par de giro de demanda por la tasa de variación del par de giro de demanda, se ajuste el intervalo de tiempo de espera a un quinto valor de intervalo de tiempo de espera cuando el par de giro de demanda sea prefijado por el conductor. Al prefijar el par de giro de demanda por el conductor, por ejemplo por medio de un pedal de acelerador, se puede suponer en buena aproximación – al considerar un espacio de tiempo determinado – un movimiento lineal adicional del pedal del acelerador. En caso de variaciones positivas, existe entonces el peligro de superación del par de giro suministrable como máximo en el modo de funcionamiento a motor parcial, es decir, el par de giro de funcionamiento a motor parcial. De manera correspondiente, se debe retardar el cambio del funcionamiento a motor parcial al funcionamiento a motor completo en una medida igual a un intervalo de tiempo de espera correspondiente al quinto valor de intervalo de tiempo de espera.

Adicional o alternativamente, puede estar previsto que, al no alcanzarse una tasa umbral mínima de variación del par de giro de demanda por la tasa de variación del par de giro de demanda, se ajuste el intervalo de tiempo de espera a un sexto valor de intervalo de tiempo de espera cuando se prefije el par de giro de demanda por el conductor.

Según las explicaciones anteriores, el par de giro de demanda que cabe esperar puede ser aproximado linealmente al considerarlo en el espacio de tiempo determinado. En presencia de una reducción del par de giro de demanda, es decir, una tasa negativa de variación del par de giro de demanda, se presenta una alta probabilidad de que el motor de combustión interna sea puesto en un modo de funcionamiento de desconexión de empuje. Sin embargo, en este modo de funcionamiento no es pertinente la realización del funcionamiento a motor parcial, de modo que se ajusta el intervalo de tiempo de espera al sexto valor de intervalo de tiempo de espera. No obstante, esto último ocurre solamente cuando el par de giro de demanda es prefijado por el conductor, pero no en el caso de una consigna prefijada por un equipo de asistencia al conductor. Se entrará seguidamente en más detalle sobre el caso últimamente citado.

Para prefijar el par de giro de demanda por el equipo de asistencia al conductor se pueden contemplar unas consideraciones semejantes. Por ejemplo, se ha previsto ahora que, al superarse la tasa umbral máxima de variación del par de giro de demanda por la tasa de variación del par de giro de demanda, se ajuste el intervalo de tiempo de espera a un séptimo valor de intervalo de tiempo de espera cuando el par de giro de demanda sea prefijado por el equipo de asistencia al conductor. Adicional o alternativamente, puede estar previsto que, al no alcanzarse la tasa umbral mínima de variación del par de giro de demanda por la tasa de variación del par de giro de demanda, se ajuste el intervalo de tiempo de espera a un octavo valor de intervalo de tiempo de espera cuando el par de giro de demanda sea prefijado por el equipo de asistencia al conductor.

En una ejecución ventajosa de la invención se ha previsto que, al superarse el par de giro de funcionamiento a motor parcial por el par de giro de demanda, se ajuste el intervalo de tiempo de espera a un noveno valor de intervalo de tiempo de espera. Los frecuentes movimientos del pedal del acelerador, especialmente considerando un espacio de tiempo determinado, y correspondientemente una variación frecuente del par de giro de consigna denotan un modo de conducción dinámica del conductor. Por tanto, debe estar previsto ahora que el umbral de disparo del retardo correspondiente al noveno valor de intervalo de tiempo de espera se acople al par de giro de funcionamiento a motor parcial suministrable como máximo por el motor de combustión interna en el modo de funcionamiento a motor parcial. Así, por ejemplo en marchas de conducción con baja multiplicación y con una tendencia correspondiente a pares de giro de demanda más bien pequeños, se puede liberar el funcionamiento a motor parcial a pesar del modo de conducción dinámica y, no obstante, se puede impedir la activación demasiado corta del funcionamiento a motor parcial. En esta forma de realización es especialmente ventajoso que esté promediado el par de giro de demanda, es decir que un valor medio de par de giro de demanda se compare con el par de giro de funcionamiento a motor parcial. El valor medio se forma a partir del par de giro de demanda presente en instantes determinados del pasado en el espacio de tiempo determinado.

Por último, puede estar previsto que el respectivo valor de intervalo de tiempo de espera sea constante o se determine a partir de la diferencia del parámetro y del valor umbral correspondiente. Por tanto, los valores de intervalo de tiempo de espera primero a noveno anteriormente indicados pueden estar prefijados como constantes. Sin embargo, esto significa de preferencia únicamente que el respectivo valor de intervalo de tiempo de espera no se determina de nuevo cada vez que se obtiene la variable de conexión o el intervalo de tiempo de espera. Por el contrario, se puede efectuar también una adaptación del valor de intervalo de tiempo de espera, pero desacoplado de la obtención de la variable de conexión o del intervalo de tiempo de espera. Por supuesto, puede estar previsto también que el valor de intervalo de tiempo de espera se elija como permanentemente constante. Como alternativa, el respectivo valor de intervalo de tiempo de espera puede determinarse también en función del parámetro y del

valor umbral correspondiente, por ejemplo a partir de su diferencia. En caso de una desviación mayor del parámetro respecto del valor nominal correspondiente, se elige un valor de intervalo de tiempo de espera mayor y, en caso de una diferencia menor, se elige un valor de tiempo de espera menor. Así, es posible una adaptación permanente a los parámetros de conducción momentánea del vehículo automóvil.

- 5 Aparte del al menos un intervalo de tiempo de espera, puede estar prevista adicional o alternativamente la al menos una magnitud de recomendación. La magnitud de recomendación es usualmente un valor entre -1 y +1 (incluyendo estos valores) que indica si es ventajoso el cambio al modo de funcionamiento a motor parcial. En este caso, una magnitud de recomendación de "-1" significa un dictamen negativo, "0" significa un dictamen neutro y "+1" significa un dictamen positivo. Si están previstas varias magnitudes de recomendación, se puede formar entonces a partir de  
10 éstas una magnitud de recomendación total que se compara seguidamente con el valor umbral. La magnitud de recomendación total puede ser, por ejemplo, un valor medio de las varias magnitudes de recomendación o puede formarse por normalización. En el último caso, se suman las magnitudes de recomendación, especialmente asociando un respectivo factor de ponderación a cada una de las magnitudes de recomendación, y, para formar la magnitud de recomendación total, se divide el resultado por el número de magnitudes de recomendación o por la  
15 suma de los factores de ponderación.

En un ejemplo que se desvía del objeto de la invención se ha previsto que a partir del ángulo de dirección se determine una magnitud de ángulo de dirección estadística, se promedie especialmente el ángulo de dirección a lo largo de un espacio de tiempo determinado para proporcionar un valor medio de ángulo de dirección y se obtenga la magnitud de recomendación a partir de otro ángulo de dirección umbral – determinado especialmente en función de  
20 la velocidad y/o la aceleración longitudinal – y de la magnitud de ángulo de dirección o el valor medio de ángulo de dirección. Por tanto, está previsto determinar una magnitud estadística del ángulo de dirección – la magnitud de ángulo de dirección –. La magnitud de ángulo de dirección puede presentarse como varianza del ángulo de dirección, como función semejante a una varianza del ángulo de dirección o como valor medio del ángulo de dirección. En el último caso, se registra el ángulo de dirección en instantes determinados dentro del espacio de  
25 tiempo determinado y se calcula a partir de estos el valor medio de ángulo de dirección. El espacio de tiempo determinado es en este caso un espacio de tiempo inmediatamente anterior que se extiende a lo largo de un corto intervalo de tiempo durante el viaje del vehículo automóvil. A continuación, se compara la magnitud de ángulo de dirección con el otro ángulo de dirección umbral y, en base a esta comparación, se determina la magnitud de recomendación. Por tanto, la magnitud de recomendación es el valor de salida de una función que tiene como  
30 magnitudes de entrada la magnitud de ángulo de dirección y el otro ángulo de dirección umbral. Los frecuentes movimientos de dirección en el pasado próximo, es decir, en el espacio de tiempo determinado, permiten deducir un tráfico urbano y/o un funcionamiento de "parada y avance". Sin embargo, éstos conducen a un cambio frecuente entre el funcionamiento a motor completo y el funcionamiento a motor parcial. De manera correspondiente, en tales condiciones se debe impedir la conmutación del funcionamiento a motor completo al funcionamiento a motor parcial.  
35 Por ejemplo, al superarse el otro ángulo de dirección umbral por la magnitud de ángulo de dirección, se ajusta la magnitud de recomendación a un primer valor de recomendación.

Además, puede estar previsto que se obtenga la magnitud de recomendación a partir de un número de umbrales – determinado especialmente en función de la velocidad y/o la aceleración longitudinal – y del número de procesos de frenado. El número de procesos de frenado se ha explicado ya anteriormente. El número de umbrales se fija, por  
40 ejemplo, como constante o se determina alternativamente a partir de una función que tiene como magnitud de entrada la velocidad o la aceleración longitudinal. Por ejemplo, puede estar previsto que, al superarse el número de umbrales por el número de procesos de frenado, se ajuste la magnitud de recomendación a un segundo valor de recomendación. Los frecuentes accionamientos del pedal del freno, es decir, un alto número de procesos de frenado, en el pasado próximo, y también los frecuentes movimientos de conducción permiten deducir un tráfico urbano o un modo de funcionamiento de "parada y avance". De manera correspondiente, se debe impedir el cambio  
45 al modo de funcionamiento a motor parcial.

Además o como alternativa, se ha previsto que se determine una reserva de aceleración a partir de uno o varios de los parámetros, se fije una reserva de aceleración mínima y se obtenga la magnitud de recomendación a partir de la reserva de aceleración y de la reserva de aceleración mínima. La reserva de aceleración se calcula, por ejemplo, a  
50 partir de una masa de vehículo calculada o estimada, la resistencia a la marcha, la inclinación del suelo, el par de giro de funcionamiento a motor parcial y la marcha de conducción momentáneamente aplicada o la multiplicación momentánea. La reserva de aceleración indica qué aceleración longitudinal puede alcanzar como máximo el vehículo automóvil con ayuda del par de giro de funcionamiento a motor parcial y basándose en las condiciones de funcionamiento o las condiciones ambiente momentáneamente existentes. Por tanto, se determinan la fuerza de tracción máxima obtenible con el par de giro de funcionamiento a motor parcial y la resistencia a la marcha momentáneamente existente, en especial a partir de las magnitudes antes citadas. La diferencia entre la fuerza de tracción y la resistencia a la marcha es proporcional a la aceleración longitudinal máxima todavía representable, es decir, a la reserva de aceleración. Además, se determina la reserva de aceleración mínima, fijándose ésta, por  
55 ejemplo, como constante o pudiendo ésta ser variable. En el último caso, ésta se determina, por ejemplo, a partir de al menos uno de los parámetros, y depende especialmente de la velocidad del vehículo automóvil. La reserva de aceleración debe corresponder ahora al menos a la reserva de aceleración mínima para que se admita una  
60

conmutación al modo de funcionamiento a motor parcial. Por tanto, se ha previsto que, al superarse la reserva de aceleración por la reserva de aceleración mínima, se ajuste la magnitud de recomendación a un tercer valor de recomendación que especialmente es negativo. De esta manera, se pueden impedir muchas conmutaciones cortas y, sobre todo, de alta carga y, por tanto, intensivas en carburante entre el funcionamiento a motor completo y el funcionamiento a motor parcial.

Adicional o alternativamente, se ha previsto que la aceleración longitudinal se promedie a lo largo de un determinado espacio de tiempo para proporcionar un valor medio de aceleración, se determine la reserva de aceleración a partir de uno o de varios de los parámetros y se obtenga la magnitud de recomendación a partir de la reserva de aceleración y el valor medio de aceleración. Por tanto, a partir de la aceleración longitudinal se debe formar el valor medio de aceleración de la manera ya descrita anteriormente para el ángulo de dirección. En particular, el espacio de tiempo determinado es un espacio de tiempo inmediatamente anterior que se extiende a lo largo de un corto espacio de tiempo constante, por ejemplo de 0,1 s a 5 s. El valor medio de aceleración reproduce la aceleración longitudinal reclamada en el pasado, especialmente por el conductor del vehículo automóvil. El valor medio de aceleración se compara seguidamente con la reserva de aceleración. La reserva de aceleración se calcula, por ejemplo, de la manera anteriormente descrita. Se puede suponer que la aceleración longitudinal reclamada en el futuro y, por tanto, el par de giro nominal deben corresponder al menos a la aceleración longitudinal reclamada en el espacio de tiempo determinado. Por tanto, se ha previsto especialmente que, al superarse la reserva de aceleración por el valor medio de aceleración, se ajuste la magnitud de recomendación a otro valor de recomendación. Por supuesto, en lugar del valor medio de aceleración se puede formar también otra magnitud estadística adecuada de la aceleración longitudinal, especialmente de la aceleración longitudinal presente en el espacio de tiempo determinado. Esta magnitud es, por ejemplo, la varianza de la aceleración longitudinal o al menos una función semejante a la varianza que puede determinarse con un pequeño coste de cálculo.

Asimismo, puede estar previsto que se obtenga la magnitud de recomendación a partir del valor medio de aceleración y una aceleración umbral. Las frecuentes variaciones de la velocidad en el pasado próximo permiten deducir también un tráfico urbano o un modo de funcionamiento de "parada y avance". De manera correspondiente, el valor medio de aceleración debe compararse con la aceleración umbral. Se ha previsto especialmente que, al superarse la aceleración umbral por el valor medio de aceleración, se ajuste la magnitud de recomendación a un cuarto valor de recomendación. La aceleración umbral puede elegirse como constante o bien puede adaptarse de vez en cuando.

En una forma de realización ventajosa se ha previsto que la magnitud de recomendación se obtenga a partir de la disponibilidad de desconexión de empuje del motor de combustión interna. La disponibilidad de desconexión de empuje se obtiene, por ejemplo, por un aparato de control del motor de combustión interna y significa que debe realizarse en breve una desconexión de empuje, es decir que se debe poner el motor de combustión interna en el modo de funcionamiento de desconexión de empuje. Cuando esto ya es conocido, se debe impedir el cambio del funcionamiento a motor completo al funcionamiento a motor parcial. Esto se efectúa, por ejemplo, ajustando la magnitud de recomendación a un quinto valor de recomendación que es negativo. Por ejemplo, el quinto valor de recomendación puede ser igual a -1.

Asimismo, puede estar previsto que se aprovechen datos de navegación de un equipo de navegación del vehículo automóvil para obtener el intervalo de tiempo de espera y/o la magnitud de recomendación. En particular, se emplea en este caso también la posición momentánea del vehículo automóvil. Si se detecta, por ejemplo, que el vehículo automóvil situado sobre una ruta de circulación deseada por el conductor produce en breve una situación que cumple una de las condiciones antes citadas, se puede elegir entonces el intervalo de tiempo de espera o la magnitud de recomendación de tal manera que se impida la conmutación del funcionamiento a motor parcial al funcionamiento a motor completo. Esto puede estar previsto, por ejemplo, cuando los datos de navegación, en combinación con la posición momentánea del vehículo automóvil, denoten que el vehículo automóvil pasará en breve por un suelo con una inclinación que supera la inclinación umbral máxima del suelo o que no alcanza la inclinación umbral mínima del suelo. Asimismo, se pueden aprovechar, por ejemplo, datos de desarrollo del tráfico para establecer si el vehículo automóvil tropezará en breve con tráfico urbano o con tráfico de "parada y avance". Sin embargo, estas posibilidades deben entenderse puramente a título de ejemplo. La obtención del intervalo de tiempo de espera o de la magnitud de recomendación a partir de los datos de navegación puede estar prevista para aprovechar todas las condiciones anteriormente citadas.

Por último, en un ejemplo que se desvía del objeto de la invención puede estar previsto que la aceleración transversal y/o una magnitud estadística adecuada formada a partir de la aceleración transversal, especialmente la varianza de la aceleración transversal, se aprovechen para obtener el intervalo de tiempo de espera y/o la magnitud de recomendación. Una alta aceleración transversal denota un viaje en curva del vehículo automóvil. Según las explicaciones anteriores respecto del ángulo de dirección, se debe impedir de manera correspondiente el cambio entre funcionamiento a motor completo y funcionamiento a motor parcial. Por ejemplo, se ajusta un intervalo de tiempo de espera suficientemente alto o una magnitud de recomendación adecuada cuando la aceleración transversal o la magnitud de estadística supera la aceleración transversal umbral.

Un perfeccionamiento de la invención contempla que, para determinar la variable de conexión, esté previsto un módulo de decisión con el cual se proporcionen el intervalo de tiempo de espera y/o la magnitud de recomendación por el al menos un módulo de valoración. Por tanto, el módulo de decisión acepta la magnitud de entrada, el al menos un intervalo de tiempo de espera y/o la al menos una magnitud de recomendación. Seguidamente, comprueba, especialmente por medio del cronómetro, si ha transcurrido ya el al menos un intervalo de tiempo de espera. Adicional o alternativamente, se comprueba si la magnitud de recomendación o la magnitud de recomendación total formada a partir de varias magnitudes de recomendación supera el valor umbral. Cuando ocurre esto, se ajusta la variable de conexión, es decir que se la provee del valor "1". En caso contrario, se borra la variable de conexión y, por tanto, se la ajusta a "0". La variable de conexión determinada de esta manera es proporcionada seguidamente por el módulo de valoración como magnitud de salida, por ejemplo a un aparato de control del motor de combustión interna.

Un perfeccionamiento de la invención contempla que estén previstos varios intervalos de tiempo de espera y que se ajuste la variable de conexión únicamente después de transcurridos todos los intervalos de tiempo de espera y/o que estén presentes varias magnitudes de recomendación, se combinen los pesos para proporcionar una magnitud de recomendación total y, solamente al superarse el valor umbral por la magnitud de recomendación total, se ajuste la variable de conexión. Se ha entrado ya anteriormente en detalles sobre un modo de proceder correspondiente. Puede estar previsto, por ejemplo, que se forme un intervalo de tiempo de espera total a partir de los varios intervalos de tiempo de espera, especialmente ajustando el intervalo de tiempo de espera total a un valor igual al mayor de los varios intervalos de tiempo de espera. Respecto de la magnitud de recomendación total, puede estar previsto definirla como el valor medio de varias magnitudes de recomendación. Como alternativa, la magnitud de recomendación total puede estar definida por normalización como la suma de las varias magnitudes de recomendación definida por el número de dichas magnitudes de recomendación. En este caso, las distintas magnitudes de recomendación se ponderan todas ellas de la misma manera. Preferiblemente, se asocia a cada una de las magnitudes de recomendación un coeficiente de ponderación o un factor de ponderación. Se multiplica por éste cada magnitud de recomendación y se suman los resultados de las multiplicaciones. El resultado de la suma se divide a su vez por la suma de todos los coeficientes de ponderación, con lo que se presenta la magnitud de recomendación total en forma ponderada.

Debe consignarse que en las explicaciones anteriores, en vez de aprovechar un valor medio de una magnitud, se puede aprovechar siempre también otra magnitud estadística adecuada, por ejemplo la varianza de la magnitud. El intervalo de tiempo de espera se reajusta, especialmente se le ajusta a cero, preferiblemente cuando dicho intervalo no se ajusta al valor de intervalo de tiempo de espera. Análogamente, la magnitud de recomendación debe ajustarse a un valor neutro, especialmente cero, o a un valor positivo, cuando no se la ajuste al valor de recomendación.

Es especialmente ventajoso que los valores umbral citados, los valores de intervalo de tiempo de espera citados, los valores de recomendación citados, los coeficientes de ponderación citados y/o los parámetros citados para el promediado puedan ser ajustados individualmente por el conductor. Por tanto, los valores citados están archivados para cada conductor, por ejemplo en una memoria no volátil, y se proporcionan antes del viaje para el procedimiento.

Además, puede estar previsto que los valores umbral, los valores de intervalo de tiempo de espera, los valores de recomendación, los coeficientes de ponderación y/o los parámetros para el promediado se adapten al respectivo conductor durante un viaje del vehículo automóvil. Por tanto, está previsto ejecutar el procedimiento aquí presentado de una manera apta para el aprendizaje a fin de maximizar el ahorro de carburante obtenido al impedir el cambio entre el funcionamiento a motor completo y el funcionamiento a motor parcial. En esta ejecución se leen los valores citados, por ejemplo, en la memoria no volátil y se les suministra al procedimiento. Durante el viaje se adaptan entonces los valores de tal manera que se maximice el ahorro de carburante por optimización de los valores. Después del viaje, especialmente al desconectar el motor de combustión interna, se reescriben nuevamente los valores en la memoria no volátil para que estén disponibles en un viaje subsiguiente.

Un perfeccionamiento de la invención prevé que el parámetro sea filtrado y/o alisado antes de la obtención de la variable de conexión, especialmente antes de la determinación del intervalo de tiempo de espera y/o de la magnitud de recomendación. De esta manera, se puede impedir que los saltos en el parámetro influyan negativamente sobre la variable de conexión obtenida. Si están previstos varios parámetros, se filtra o se alisa entonces al menos uno de los parámetros. Sin embargo, esto se aplica preferiblemente para todos los parámetros empleados.

Un perfeccionamiento de la invención prevé que se cambia ya del funcionamiento a motor parcial al funcionamiento a motor completo cuando el par de giro de funcionamiento a motor parcial suministrable por el motor de combustión interna en el modo de funcionamiento a motor parcial sea más pequeño que el par de giro nominal ajustado en el motor de combustión interna. Por tanto, para la decisión de si se debe cambiar del modo de funcionamiento a motor parcial al modo de funcionamiento a motor completo carece correspondientemente de importancia el valor que presente la variable de conexión. El cambio depende solamente de si el par de giro de funcionamiento a motor parcial cubre el par de giro nominal o el par de giro de consigna. Tan pronto como el par de giro nominal o el par de giro de consigna se hace mayor que el par de giro de funcionamiento a motor parcial, se cambia del funcionamiento

a motor parcial al funcionamiento a motor completo.

La invención concierne también a un motor de combustión interna de un vehículo automóvil con varios cilindros, especialmente para la puesta en práctica del procedimiento según las explicaciones anteriores, presentando el motor de combustión interna unos medios para hacer que funcionen la totalidad de los cilindros en un modo de funcionamiento a motor completo y para desconectar parcialmente el motor en un modo de funcionamiento a motor parcial, estando previsto cambiar del modo de funcionamiento a motor completo al modo de funcionamiento a motor parcial únicamente cuando un par de giro de funcionamiento a motor parcial suministrable por el motor de combustión interna en el modo de funcionamiento a motor parcial es mayor o igual que un par de giro nominal ajustado en el motor de combustión interna. Se ha previsto a este respecto que, para el cambio del modo de funcionamiento a motor completo al modo de funcionamiento a motor parcial, tenga que estar ajustada adicionalmente una variable de conexión obtenida en función de al menos un parámetro determinado del motor de combustión interna y/o del vehículo automóvil, determinándose una reserva de aceleración a partir del al menos un parámetro, fijándose una reserva de aceleración mínima y obteniéndose una magnitud de recomendación a partir de la reserva de aceleración y la reserva de aceleración mínima, y ajustándose la variable de conexión al superarse un valor umbral por la magnitud de recomendación.

Por tanto, el motor de combustión interna sirve ventajosamente para la ejecución del procedimiento descrito. Éste puede ser perfeccionado según las explicaciones anteriores. El motor de combustión interna está equipado para realizar una desconexión de cilindros y presenta a este fin los medios para hacer que funcionen en su totalidad los cilindros en el modo de funcionamiento a motor completo o bien que éstos se desconecten parcialmente en el modo de funcionamiento a motor parcial. Sin embargo, frente a motores de combustión interna conocidos, que están concebidos también para realizar una desconexión de cilindros, el motor de combustión interna aquí presentado tiene la ventaja de que se reduce aún más el consumo de carburante debido a que se aumenta el rendimiento total del motor de combustión interna. Esto se efectúa impidiendo la conmutación del modo de funcionamiento a motor completo al modo de funcionamiento a motor parcial cuando las condiciones de funcionamiento no admiten previsiblemente la ejecución ventajosa del funcionamiento a motor parcial a lo largo del tiempo de amortización.

Se explica la invención con más detalle ayudándose de los ejemplos de realización representados en el dibujo, sin que se produzca una limitación de la invención. Muestran en este dibujo:

La figura 1, una representación esquemática de un procedimiento para hacer funcionar un motor de combustión interna de un vehículo automóvil con varios cilindros que está previsto para realizar un funcionamiento a motor completo y un funcionamiento a motor parcial,

La figura 2, un diagrama en el que se ilustra el modo de funcionamiento del procedimiento según la invención, y

La figura 3, un diagrama en el que se ha registrado el número de conmutaciones del modo de funcionamiento a motor completo al modo de funcionamiento a motor parcial en función de la duración del modo de funcionamiento a motor parcial.

La figura 1 muestra una representación esquemática de un procedimiento para hacer funcionar un motor de combustión interna de un vehículo automóvil. El motor de combustión interna dispone de varios cilindros que se hacen funcionar en su totalidad en un modo de funcionamiento a motor completo. Por el contrario, si se emplea el motor de combustión interna en un modo de funcionamiento a motor parcial, al menos uno de los cilindros está entonces desconectado. Por tanto, en el modo de funcionamiento a motor parcial se reduce el par de giro suministrable por el motor de combustión interna en comparación con un par de giro máximo de dicho motor de combustión interna. El par de giro suministrable en el modo de funcionamiento a motor parcial se denomina par de giro de funcionamiento a motor parcial. El procedimiento según la invención para hacer funcionar el motor de combustión interna presenta unos módulos de valoración 1 a 4 que tienen cada uno de ellos al menos una entrada 6 en la que se suministra a los módulos de valoración 1 a 4 al menos un parámetro (bloque 7) en calidad de magnitud de entrada.

El parámetro es, por ejemplo, una velocidad del vehículo automóvil, una aceleración (longitudinal) del vehículo automóvil, una aceleración transversal del vehículo automóvil, un par de giro de demanda de un conductor del vehículo automóvil y/o de un equipo de asistencia al conductor, una tasa de variación del par de giro de demanda, un ángulo de dirección, una tasa de variación del ángulo de dirección, una fuerza de frenado, una fuerza de frenado de consigna del conductor y/o del equipo de asistencia al conductor, un número de procesos de frenado en un espacio de tiempo determinado, una marcha de conducción momentáneamente aplicada, una inclinación de un suelo del vehículo automóvil, una altura del vehículo automóvil sobre una altura cero normal, una resistencia a la marcha del vehículo automóvil o un estado de señal, especialmente un estado de señal de un intermitente. Se suministra al menos uno de estos parámetros a cada uno de los módulos de valoración 1 a 4. Cada uno de los módulos de valoración 1 a 4 presenta al menos una salida 8 y/o una salida 9. En la salida 8 se suministra como magnitud de salida un tiempo de espera y en la salida 9 se suministra como magnitud de salida una magnitud de recomendación. La magnitud de salida sirve a su vez como magnitud de entrada para un módulo de decisión 10 que presenta unas entradas correspondientes 11 y 12. A partir de los tiempos de espera y de las magnitudes de

recomendación que se aplican a las entradas 11 y 12, el módulo de decisión 10 determina una variable de conexión que se suministra seguidamente como magnitud de salida a una salida 13 del módulo de decisión 10. Los tiempos de espera se indican preferiblemente en segundos, mientras que las magnitudes de recomendación se presentan como valores normalizados adimensionales entre -1 y 1 o entre 0 y 1, significando el valor más pequeño que no debe iniciarse nunca el funcionamiento a motor parcial. Por el contrario, el valor más grande significa una estimación positiva.

El módulo de valoración 1 es, por ejemplo, un módulo de valoración de “reconocimiento de ciudad” y/o de “parada y avance”. Como magnitudes de entrada se aprovechan aquí especialmente el ángulo de dirección, la fuerza de frenado de un ángulo de dirección promediado a lo largo de un espacio de tiempo determinado y el número de procesos de frenado en el espacio de tiempo limitado. Si el ángulo de dirección sobrepasa un ángulo de dirección umbral determinado, se ajusta entonces un intervalo de tiempo de espera  $V_1$  a un primer valor de intervalo de tiempo de espera  $V_{V1}$ . Si la fuerza de frenado supera una fuerza de frenado umbral determinada, se ajusta entonces un intervalo de tiempo de espera  $V_2$  a un segundo valor de intervalo de tiempo de espera  $V_{V2}$ . Al mismo tiempo, se debe promediar el ángulo de dirección a lo largo del espacio de tiempo determinado para proporcionar un valor medio de ángulo de dirección. Si este valor medio de ángulo de dirección supera un ángulo de dirección umbral determinado en función de la velocidad, se ajusta entonces una magnitud de recomendación  $E_1$  a un primer valor de recomendación  $E_{V1}$ . Asimismo, se detecta si el número de procesos de frenado en el intervalo de tiempo determinado supera un número de umbrales que se fija también, por ejemplo, en función de la velocidad del vehículo automóvil. Cuando ocurre esto, se ajusta entonces una magnitud de recomendación  $E_2$  a un segundo valor de recomendación  $E_{V2}$ .

El módulo de valoración 2 puede denominarse módulo de valoración de “reserva de aceleración”. Si la inclinación del suelo del vehículo automóvil supera una inclinación umbral máxima del suelo, se ajusta entonces un intervalo de tiempo de espera  $V_3$  a un tercer valor de intervalo de tiempo de espera  $V_{V3}$ . Asimismo, al no alcanzarse una inclinación umbral mínima del suelo por la inclinación del suelo, se ajusta un intervalo de tiempo de espera  $V_4$  a un cuarto valor de intervalo de tiempo de espera  $V_{V4}$ . Se ha previsto especialmente a este respecto que la inclinación umbral máxima del suelo y/o la inclinación umbral mínima del suelo se obtengan en función de la altura del vehículo automóvil. En paralelo con esto, se determina en el módulo de valoración 2 una reserva de aceleración en la que intervienen especialmente una masa de vehículo calculada o estimada, así como la resistencia a la marcha, la inclinación del suelo, el momento de giro de funcionamiento a motor parcial y la marcha de conducción momentáneamente aplicada o la multiplicación momentánea correspondiente a ésta. La reserva de aceleración corresponde a la aceleración longitudinal que puede alcanzar como máximo al vehículo automóvil con ayuda del par de giro de funcionamiento a motor parcial. Al mismo tiempo, se determina una reserva de aceleración mínima que debe poder lograrse también después de la conmutación al modo de funcionamiento a motor parcial. La reserva de aceleración mínima es, por ejemplo, constante o bien se determina como variable de una manera adecuada. Si la reserva de aceleración mínima es mayor que la reserva de aceleración, se ajusta entonces una magnitud de recomendación  $E_3$  a un tercer valor de recomendación  $E_{V3}$ . Por supuesto, puede estar previsto también ajustar la magnitud de recomendación  $E_3$  cuando la reserva de aceleración sea mayor que la reserva de aceleración mínima. Como alternativa o adicionalmente, se promedia la aceleración longitudinal a lo largo del espacio de tiempo determinado en el pasado inmediato para proporcionar un valor medio de aceleración. Si el valor medio de aceleración supera la reserva de aceleración, se ajusta entonces una magnitud de recomendación  $E_3$  a un valor de recomendación  $E_{V3}$ .

El módulo de recomendación 3 concierne a una variación de la velocidad y, por tanto, se denomina módulo de valoración de “variación de velocidad de vehículo”. El valor medio de aceleración anteriormente descrito se compara con una aceleración umbral. Si el valor medio de aceleración supera la aceleración umbral, se ajusta entonces una magnitud de recomendación  $E_4$  a un cuarto valor de recomendación  $E_{V4}$ .

Por último, el módulo de valoración 4 representa un módulo de valoración de “reconocimiento de dinámica”. Éste considera especialmente la tasa de variación del par de giro de demanda, diferenciándose si el par de demanda es prefijado por el conductor del vehículo automóvil o por el equipo de asistencia al conductor. En el primer caso, al superarse una tasa umbral máxima de variación del par de giro de demanda por la tasa de variación del par de giro de demanda, se ajusta un intervalo de tiempo de espera  $V_5$  a un quinto valor de intervalo de tiempo de espera  $V_{V5}$ . Además o alternativamente, al no alcanzarse una tasa umbral mínima de variación del par de giro de demanda por la tasa de variación del par de giro de demanda, se ajusta un intervalo de tiempo de espera  $V_6$  a un sexto valor de intervalo de tiempo de espera  $V_{V6}$ . Por el contrario, si se prefija el par de giro de demanda por el equipo de asistencia al conductor, se tiene entonces que, al superarse la tasa umbral máxima de variación del par de giro de demanda por la tasa de variación del par de giro de demanda, se ajusta un intervalo de tiempo de espera  $V_7$  a un séptimo valor de intervalo de tiempo de espera  $V_{V7}$  y/o, al no alcanzarse la tasa umbral mínima de variación del par de giro de demanda por la tasa de variación del par de giro de demanda, se ajusta un intervalo de tiempo de espera  $V_8$  a un octavo valor de intervalo de tiempo de espera  $V_{V8}$ . Al mismo tiempo, puede estar previsto que se compruebe si existe una disponibilidad de desconexión de empuje del motor de combustión interna. Cuando ocurre esto, se ajusta una magnitud de recomendación  $E_5$  a un quinto valor de recomendación  $E_{V5}$  que especialmente es negativo. Puede estar previsto también que, al superarse el par de giro de funcionamiento a motor parcial por un par de giro

de demanda prefijado por el conductor o el equipo de asistencia al conductor, se ajuste un intervalo de tiempo de espera  $V_9$  a un noveno valor de intervalo de tiempo de espera  $V_{V9}$ .

En el módulo de decisión 10 se comprueba ahora si ya han transcurrido todos los intervalos de tiempo de espera  $V_1$  a  $V_9$ . Al mismo tiempo, se calcula una magnitud de recomendación total  $E$  a partir de todas las magnitudes de recomendación  $E_1$  a  $E_5$ , preferiblemente empleando coeficientes de ponderación para las distintas magnitudes de recomendación  $E_1$  a  $E_5$ . Si han transcurrido todos los intervalos de tiempo de espera y la magnitud de recomendación total supera un valor umbral determinado, se ajusta entonces la variable de conexión. En caso contrario, se reajusta la variable de conexión. Está previsto ahora que pueda cambiarse del funcionamiento a motor completo al funcionamiento a motor parcial únicamente cuando el par de giro de funcionamiento a motor parcial suministrable por el motor de combustión interna en el modo de funcionamiento a motor parcial sea mayor o igual que el par de giro nominal ajustado en el motor de combustión interna y la variable de conexión esté ajustada.

En general, se cumple que todos los valores de intervalo de tiempo de espera  $V_{Vx}$  (siendo  $x=1..9$ ) son siempre preferiblemente mayores que 0. Los valores de recomendación  $E_{Vx}$  (siendo  $x=1..5$ ) son preferiblemente siempre menores que 1. Si no se aplican las condiciones anteriormente citadas, se ajusta entonces a cero el intervalo de tiempo de espera correspondiente  $V_x$  (siendo  $x=1..9$ ). Análogamente a esto, las magnitudes de recomendación  $E_x$  (siendo  $x=1..5$ ) deben ajustarse al valor que corresponda a una recomendación del cambio al modo de funcionamiento a motor parcial, es decir, usualmente 1, o que sea neutro. Si se aplican las condiciones, se retrasa entonces directamente la iniciación del funcionamiento a motor parcial con ayuda de los intervalos de tiempo de espera  $V_x$  o bien se emite por la magnitud de recomendación  $E_x$  una recomendación contra la iniciación y se produce así, en ciertas circunstancias, un retardo indirecto. Si la magnitud de recomendación total  $E$  determinada a partir de las magnitudes de recomendación  $E_x$  alcanza entonces el valor umbral, se admite el cambio (en presencia de las demás condiciones). En caso contrario, se impide este cambio.

Por supuesto, puede estar previsto que los valores de intervalo de tiempo de espera  $V_{Vx}$  y/o los valores de recomendación  $E_{Vx}$  sean constantes. En este caso, estos valores se han elegido de tal manera que, con un funcionamiento promedio del motor de combustión interna, sea máximo el ahorro de carburante por el modo de funcionamiento a motor parcial. Sin embargo, de manera especialmente preferida, los valores citados o al menos uno de los valores son variables y se sintonizan individualmente con el conductor del vehículo automóvil. A este fin, se realiza durante el viaje del vehículo automóvil un funcionamiento de optimización o un funcionamiento de aprendizaje, durante el cual se varían los valores de tal manera que aumente el ahorro de carburante. Por supuesto, este modo de proceder puede aplicarse de manera análoga, adicional o alternativamente, a los valores umbral, los coeficientes de ponderación y/o los parámetros para el promediado o para la formación de los valores medios anteriormente descritos. Este parámetro es, por ejemplo, el espacio de tiempo determinado, el número de instantes que se consideran en el espacio de tiempo, o similares.

La figura 2 muestra un diagrama en el que se ilustra el modo de funcionamiento del procedimiento. Se representan en este caso unas características de evolución 14, 15 y 16 en función del tiempo, las cuales pueden adoptar solamente dos estados, concretamente "0" y "1". La característica de evolución 14 indica aquí durante un funcionamiento del motor de combustión interna si el par de giro de funcionamiento a motor parcial es mayor o igual que el par de giro nominal. Esto es lo que ocurre entre los instantes  $t_0$  y  $t_2$ , así como  $t_3$  y  $t_4$ . La característica de evolución 15 muestra el estado de la variable de conexión. Se pone claramente de manifiesto que ésta está ajustada únicamente en el espacio de tiempo entre  $t_1$  y  $t_2$ . Finalmente, la característica de evolución 16 indica si el motor de combustión interna se encuentra en el modo de funcionamiento a motor parcial, es decir si se realiza una desconexión de cilindros. Esto puede ocurrir únicamente cuando está ajustada la variable de conexión, es decir que presenta un estado "1". De manera correspondiente, el funcionamiento a motor parcial se realiza únicamente en el espacio de tiempo entre  $t_1$  y  $t_2$ . Solamente debido a la consideración del par de giro de funcionamiento a motor parcial y del par de giro nominal sería posible también la realización del funcionamiento a motor parcial en el espacio de tiempo entre  $t_3$  y  $t_4$ . Sin embargo, este espacio de tiempo es sensiblemente más corto que el espacio de tiempo entre  $t_1$  y  $t_2$ . Esto es ya reconocido de manera estimativa por el procedimiento según la invención antes del comienzo del espacio de tiempo y, en consecuencia, no se ajusta la variable de conexión. Por tanto, se impide la realización de la desconexión de cilindros, es decir, el funcionamiento del motor de combustión interna en el modo de funcionamiento a motor parcial, durante el corto espacio de tiempo entre  $t_3$  y  $t_4$ .

La figura 3 muestra un diagrama en el que se ha registrado el número  $n$  de conmutaciones del modo de funcionamiento a motor completo al modo de funcionamiento a motor parcial en función de la duración  $\Delta t$  del funcionamiento a motor parcial. Un tiempo de amortización está insinuado a modo de ejemplo en  $\Delta t = 4$  s por medio de la línea 17. Sin embargo, el tiempo de amortización  $\Delta t$  no es usualmente constante, sino que depende de un estado de funcionamiento o un punto de carga del motor de combustión interna. Para intervalos de tiempo  $\Delta t$  más cortos que el tiempo de amortización, es decir, a la izquierda de la línea 17, no es pertinente la conmutación del modo de funcionamiento a motor completo al modo de funcionamiento a motor parcial, ya que no puede lograrse un ahorro de carburante. Por el contrario, a la derecha de la línea 17, es decir, durante intervalos de tiempo  $\Delta t$  que son más largos que el tiempo de amortización, es pertinente la realización del modo de funcionamiento a motor parcial. Una curva de evolución 18 muestra ahora la frecuencia de la conmutación entre el modo de funcionamiento a motor

5 completo y el modo de funcionamiento a motor parcial en un procedimiento convencional para el funcionamiento del motor de combustión interna, en el que únicamente se considera si el par de giro de funcionamiento a motor parcial es mayor o igual que el par de giro nominal. Se pone claramente de manifiesto que se realiza con mucha frecuencia un funcionamiento a motor parcial durante únicamente un corto tiempo. Por el contrario, si se utiliza el procedimiento anteriormente descrito, se puede lograr entonces una curva de evolución 19 en la que se ha reducido netamente la frecuencia del funcionamiento a motor parcial con una duración  $\Delta t$  que es inferior al tiempo de amortización.

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de funcionamiento de un motor de combustión interna de un vehículo automóvil con varios cilindros que se hacen funcionar en su totalidad en un modo de funcionamiento a motor completo y que se desconectan parcialmente en un modo de funcionamiento a motor parcial, en el que se cambia del modo de funcionamiento a motor completo al modo de funcionamiento a motor parcial únicamente cuando un par de giro de funcionamiento a motor parcial suministrable en el modo de funcionamiento a motor parcial por el motor de combustión interna es mayor o igual que un par de giro nominal ajustado en el motor de combustión interna, y en el que, para el cambio del modo de funcionamiento a motor completo al modo de funcionamiento a motor parcial, tiene que estar ajustada adicionalmente una variable de conexión obtenida en función de al menos un parámetro determinado del motor de combustión interna y/o del vehículo automóvil, **caracterizado** por que se determina una reserva de aceleración a partir del al menos un parámetro, se fija una reserva de aceleración mínima y se obtiene una magnitud de recomendación a partir de la reserva de aceleración y la reserva de aceleración mínima, y por que se ajusta la variable de conexión a superarse un valor umbral por la magnitud de recomendación.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** por que se obtiene la variable de conexión durante el funcionamiento del motor de combustión interna a intervalos de tiempo determinados.
3. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que se emplean como parámetro una velocidad del vehículo automóvil, una aceleración longitudinal del vehículo automóvil, una marcha de conducción momentáneamente aplicada, una inclinación de un suelo del vehículo automóvil, una altura del vehículo automóvil sobre la altura cero normal o una resistencia a la marcha del vehículo automóvil.
4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que se ajusta la variable de conexión exclusivamente después de transcurrido al menos un intervalo de tiempo de espera determinado a partir del al menos un parámetro.
5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que está previsto al menos un módulo de valoración en el que se determinan el intervalo de tiempo de espera y/o la magnitud de recomendación a partir del al menos un parámetro.
6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que se ha previsto, para determinar la variable de conexión, un módulo de decisión al que se suministran el intervalo de tiempo de espera y/o la magnitud de recomendación por el al menos un módulo de valoración.
7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que están previstos varios intervalos de tiempo de espera y por que la variable de conexión se ajusta solamente después de transcurridos los intervalos de tiempo de espera.
8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que se cambia ya del modo de funcionamiento a motor parcial al modo de funcionamiento a motor completo cuando el par de giro de funcionamiento a motor parcial suministrable por el motor de combustión interna en el modo de funcionamiento a motor parcial es más pequeño que el par de giro nominal ajustado en el motor de combustión interna.
9. Motor de combustión interna de un vehículo automóvil con varios cilindros, especialmente para la puesta en práctica del procedimiento según una o más de las reivindicaciones anteriores, en el que el motor de combustión interna presenta unos medios para hacer funcionar la totalidad de los cilindros en un modo de funcionamiento a motor completo y para desconectarlos parcialmente en un modo de funcionamiento a motor parcial, en el que está previsto cambiar del modo de funcionamiento a motor completo al modo de funcionamiento a motor parcial únicamente cuando un par de funcionamiento a motor parcial suministrable por el motor de combustión interna en el modo de funcionamiento a motor parcial es mayor o igual que un par de giro nominal ajustado en el motor de combustión interna, y en el que, para el cambio del modo de funcionamiento a motor completo al modo de funcionamiento a motor parcial, tiene que estar ajustada adicionalmente una variable de conexión obtenida en función de al menos un parámetro determinado del motor de combustión interna y/o del vehículo automóvil, **caracterizado** por que se determina una reserva de aceleración a partir del al menos un parámetro, se fija una reserva de aceleración mínima y se obtiene una magnitud de recomendación a partir de la reserva de aceleración y la reserva de aceleración mínima, y por que se ajusta la variable de conexión al superarse un valor umbral por la magnitud de recomendación.

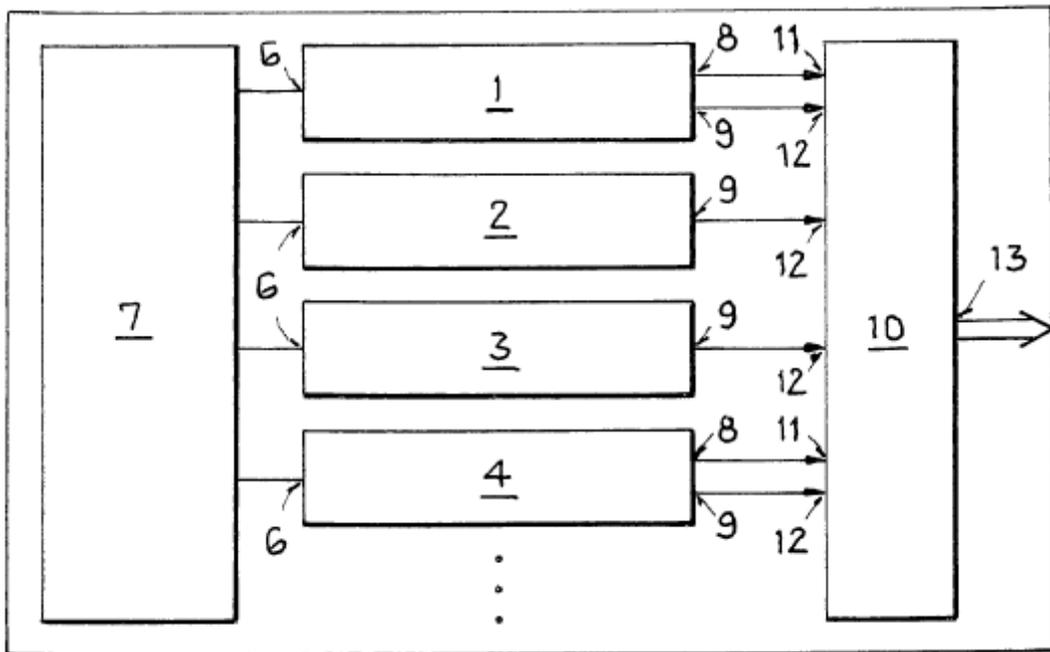


FIG.1

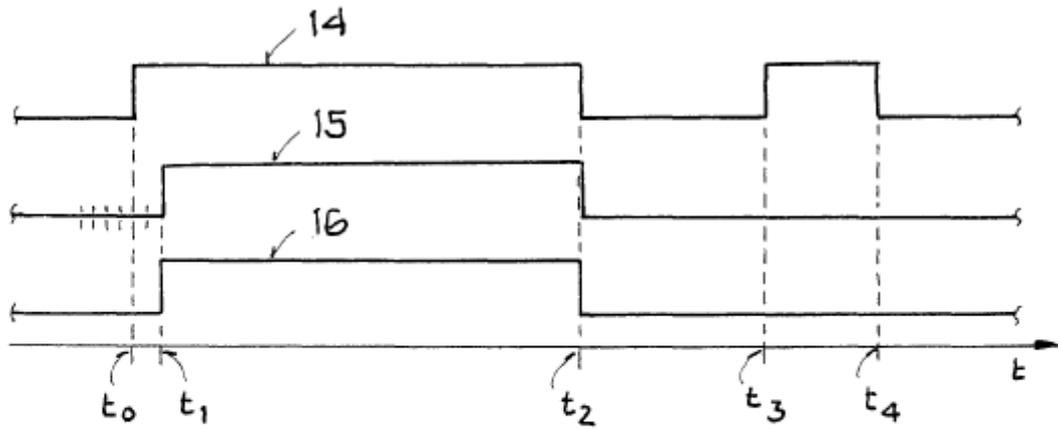


FIG. 2

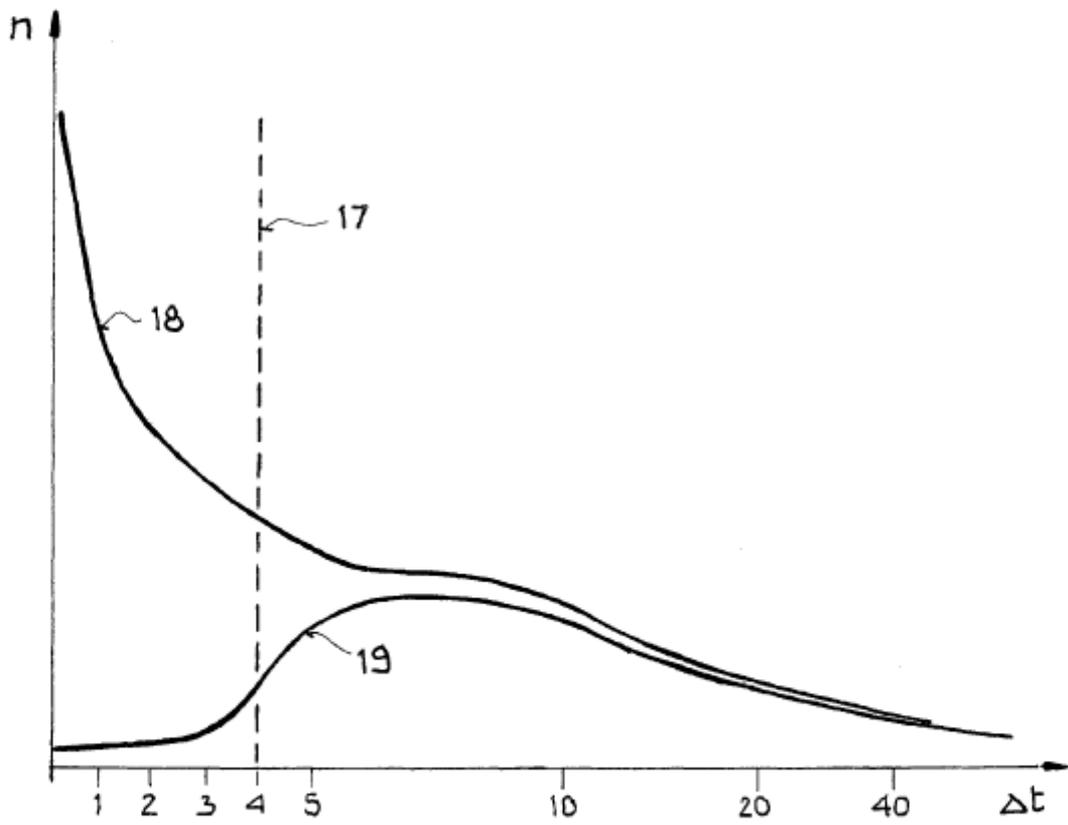


FIG. 3