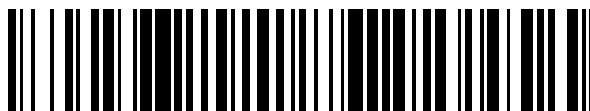


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 429 105**

51 Int. Cl.:

B60W 30/18 (2012.01)

B60W 10/06 (2006.01)

B60W 10/08 (2006.01)

B60W 10/184 (2012.01)

B60W 10/196 (2012.01)

B60W 10/198 (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.05.2008 E 08156942 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.07.2013 EP 2127987**

54 Título: **Método y dispositivo de frenado con recuperación energética en particular para un vehículo equipado con sistema de tracción híbrida**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.11.2013

73 Titular/es:

**IVECO S.P.A. (100.0%)
VIA PUGLIA 35
10156 TORINO, IT**

72 Inventor/es:

**AIMO BOOT, MARCO;
COLOMBANO, MAURO;
IMARISIO, MARCO y
SALIO, STEFANO**

74 Agente/Representante:

RUO, Alessandro

ES 2 429 105 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

Método y dispositivo de frenado con recuperación energética en particular para un vehículo equipado con sistema de tracción híbrida

5

Campo de la invención

[0001] La presente invención se refiere a un método y dispositivo de frenado con recuperación energética, en particular para un vehículo equipado con sistema de tracción híbrida.

10

Descripción de la técnica anterior

[0002] La legislación sobre emisión de gases de efecto invernadero impone límites cada vez más estrictos en términos de eficiencia de los vehículos terrestres con motor endotérmico.

15

[0003] Los vehículos equipados con sistema híbrido de tracción son conocidos en la técnica, y en vehículos de este tipo la locomoción se realiza por uno o más motores endotérmicos y uno o más motores eléctricos. Estos últimos se alimentan por medio de baterías que pueden recargarse por el motor eléctrico que funciona como un generador. En particular, en el concepto de frenado regenerativo, también conocido en la técnica, el motor eléctrico, al funcionar como generador, transforma la energía cinética del vehículo en energía eléctrica que se devuelve al suministro de energía. En el documento GB2368827 se divulga un ejemplo de un vehículo equipado con un sistema híbrido de tracción, y en el documento EP0800949 se divulga otro ejemplo.

20

[0004] El vehículo ligero, medio y pesado, en particular, no solo tiene un freno de motor notable debido a la fricción interna, sino que además puede estar equipado con un freno desacelerador adicional más o menos complejo, que opera en el motor térmico o en el sistema de transmisión, por ejemplo del tipo Freno de Escape del Motor o Freno de Descompresión, o combinado, o Intardador/Retardador: estos sistemas adicionales son útiles para no sobrecargar los sistemas de frenado tradicionales en caso de pendientes largas cuesta abajo.

25

[0005] El uso de un motor-generador que reemplaza el freno adicional, por otro lado, no está exento de problemas, ya que el par máximo proporcionado por el motor-generador disminuye según aumenta la carga de la batería y, por lo tanto, puede ser cero en caso de pendientes cuesta abajo particularmente largas, es decir, cuando las baterías están completamente recargadas. Además, los sistemas conocidos para la gestión de la recarga de la batería, con el fin de maximizar la recarga, pueden desconectar el motor endotérmico de la transmisión cuando se suelta el acelerador, lo que no le permitirá contribuir al frenado.

30

35

[0006] Por el contrario, la acción de frenado de un motor-generador, especialmente en el caso de baterías agotadas, asociado al freno adicional será demasiado fuerte en detrimento de la conductibilidad y la seguridad del vehículo.

40

[0007] Por lo tanto, el problema surge al integrar todas las funciones de frenado para evitar tanto los excesos como las insuficiencias en el frenado y para garantizar la seguridad y conductibilidad del vehículo. Estas funciones de frenado deberían coordinarse e integrarse además con las funciones peculiares de un vehículo equipado con un sistema híbrido de tracción, como la gestión del apagado del motor térmico cuando no tiene que suministrar el par motor y su consiguiente reencendido, con el vehículo estacionado o en movimiento (función arranque/parada), o la integración del par motor proporcionado por los diferentes motores térmico y eléctrico durante la aceleración (Función de Impulso de la Aceleración).

45

Sumario de la invención

50

[0008] El propósito de la presente invención es proporcionar un método y dispositivo de frenado que solucione todos los problemas planteados anteriormente.

[0009] Por lo tanto, el objeto de la presente invención es un método de frenado con recuperación energética, en particular para un vehículo equipado con un sistema híbrido de tracción y frenos de servicio, comprendiendo dicho sistema de tracción híbrida: al menos un motor térmico, capaz de proporcionar un primer par de frenado que deriva de la fricción y un segundo par de frenado que deriva de uno o más sistemas de frenado adicionales, que operan en el motor térmico y/o en una transmisión; al menos un motor-generador, conectado a uno o más sistemas de batería capaces de proporcionar un tercer par de frenado al funcionar como un generador. Dicho método de frenado comprende una etapa de determinación de un valor total del par de frenado que considera dichos primer, segundo y tercer pares de frenado, y que da prioridad a la contribución del tercer par de frenado mencionado para la mayor recuperación energética.

55

60

[0010] En el método de frenado con recuperación energética de acuerdo con la invención, dicha etapa de determinación de un valor total del par de frenado comprende: la desactivación de dicho motor térmico, si dicho motor-generador es capaz de obtener dicho valor total del par de frenado únicamente por medio de dicho tercer par

65

de frenado; la activación de dicho motor térmico, si dicho motor-generador eléctrico no es capaz de obtener dicho valor total del par de frenado únicamente por medio de dicho tercer par de frenado, generando al menos dicho primer par de frenado para que dicho valor total del par de frenado comprenda dichos primer y tercer pares de frenado.

5
[0011] En el sistema de frenado con recuperación energética, dicha etapa de determinación de un valor total del par de frenado comprende la activación de dicho sistema de frenado adicional, que opera en el motor térmico o en la transmisión, para que sea capaz de generar también dicho segundo par de frenado, para que el valor total del par de frenado comprenda dichos primer, segundo y tercer pares de frenado.

10
[0012] El método de frenado de acuerdo con la presente invención comprende también una etapa de activación o desactivación de la contribución de dicho segundo par de frenado de acuerdo con una preselección de tres opciones:

- 15
- primera opción: sistema de frenado adicional desactivado;
 - segunda opción: sistema de frenado adicional activado al presionar el pedal del freno de servicio;
 - tercera opción (2): sistema de frenado adicional activado al liberar el pedal del freno de servicio;

20
[0013] Además, dicha etapa de determinación de un valor total del par de frenado comprende la determinación de dicha contribución dada por dicho segundo par de frenado para que:

- 25
- si dicha preselección se pone en la primera opción, la contribución dada por dicho segundo par de frenado es cero;
 - si dicha preselección se pone en la segunda opción y el pedal de freno está presionado o si está puesta en la tercera opción y el pedal de aceleración está suelto, la contribución de dicho segundo par de frenado toma un valor definido basándose en una primera tabla de valores (y a la velocidad angular del eje de salida de la transmisión).

30
[0014] La presente invención también se refiere a un dispositivo de frenado con recuperación energética que incluye el método.

35
[0015] La presente invención se refiere, en particular, a un método y dispositivo de frenado con recuperación energética, en particular para un vehículo equipado con un sistema híbrido de tracción, tal y como se describe más enteramente en las reivindicaciones, que son una parte integral de esta descripción.

Breve descripción de las figuras

40
[0016] Otras características y ventajas de la invención resultarán más evidentes teniendo en cuenta una descripción detallada de la realización preferida, aunque no exclusiva, de un método y dispositivo de frenado con recuperación energética, que se muestra con ayuda de los dibujos que se adjuntan al presente documento, con carácter meramente ilustrativo y no limitativo, en los que:

45 la figura 1 muestra un diagrama de bloques funcionales del dispositivo de frenado con recuperación energética que es objeto de la presente invención;

la figura 2 muestra un esquema del rendimiento del par de frenado como una función de la posición del pedal de aceleración;

50 las figuras 3.1, 3.2, 4.1, 4.2, 5.1 y 5.2 muestran diagramas de flujo de las funciones de control del método de frenada con recuperación energética que es el objeto de la presente invención para las tres posiciones del activador PRES.

Descripción detallada de una realización preferida de la invención

55
[0017] La Fig. 1 muestra los bloques funcionales presentes en un vehículo que están involucrados en el sistema de frenado con recuperación energética que es objeto de la presente invención.

60
[0018] En el sistema híbrido de tracción hay elementos conocidos en la técnica, tales como al menos un motor térmico MT, un bloque de transmisión TR generalmente mecánico, un motor-generador eléctrico ME, y un embrague CLC posiblemente automático. El motor-generador eléctrico ME está conectado eléctricamente a un sistema de baterías de tracción apropiado BAT que es capaz de llevar corriente eléctrica a ME cuando funciona como un motor y, al contrario, de absorber corriente eléctrica de ME cuando funciona como un generador. El sistema de baterías BAT está controlado por una unidad de control electrónico BMS apropiada que puede estar separada o integrada con otros controladores vehiculares.

65
[0019] Las funcionalidades de los componentes mencionados anteriormente están controladas por una unidad de control electrónico ECU que lleva a cabo el método de frenado con recuperación energética que es objeto de la presente invención. Además, la ECU recibe otras señales que se describen a continuación.

[0020] En el sistema de frenado con recuperación energética también están involucrados:

- el sistema de frenado de los frenos de servicio, que posiblemente comprende sistemas ABS y/o ASR/ESP del tipo conocido, que envía una señal de control SRV a la ECU indicando el estado de activación del pedal de freno y una señal de control ABS que indica la intervención del sistema ABS;
- el sistema adicional de frenado, que opera en el motor térmico o en la transmisión (sistema de transmisión) del tipo conocido en la técnica; por ejemplo del tipo Freno de Escape del Motor, o Freno de Descompresión, o combinados, o Intardador/Retardador;
- el sistema de aceleración, que envía una señal ACC a la ECU indicando el estado de activación del pedal de aceleración.

[0021] También está presente un sistema activador de tres vías PRES, por ejemplo un interruptor manual en el salpicadero, para preseleccionar las siguientes alternativas en relación a la activación del freno de motor adicional:

- 0 = freno de motor adicional desactivado;
- 1 = freno de motor adicional activado al presionar el pedal del freno de servicio;
- 2 = freno de motor adicional activado al liberar el pedal del freno de servicio;

[0022] Puede haber un mapeo de intervención diferente del freno de motor adicional como función de la opción 1 o 2.

[0023] La elección entre estas tres alternativas puede dejarse al conductor de acuerdo con sus necesidades o preferencias y es meramente ilustrativa y no limitativa. Otras elecciones son posibles como función de los tipos de freno adicional disponibles y de los tipos de activación y preselección.

[0024] El motor-generator ME, al frenar, funciona como un generador, convirtiendo la energía cinética asociada al movimiento del vehículo en energía eléctrica que a su vez se recupera por medio de un sistema de baterías BAT: esta función se llama "frenado regenerativo".

[0025] Por el contrario, al acelerar, el motor-generator ME funciona como un motor, proporcionando el par motor utilizado para la tracción del vehículo; dicho par motor se añade al proporcionado por el motor térmico MT, por ejemplo al llevar a cabo la función llamada "Impulso de la Aceleración".

[0026] Otra función peculiar del vehículo de tracción híbrida que se ve involucrada es la llamada "Arranque/Parada". En este caso, el motor térmico MT se apaga cuando el vehículo aminora la marcha, si el motor térmico MT no tiene que proporcionar el par motor para la tracción o para la recarga de la batería; el motor térmico MT arrancará automáticamente cuando tenga que volver a proporcionar el par motor.

[0027] La información de que el ABS está activado puede utilizarse para inhabilitar las funcionalidades del sistema híbrido de tracción y, con estas, la función del frenado regenerativo, mientras que la acción del freno de motor adicional se coordina con la activación del frenado regenerativo, con la función del Impulso de la Aceleración o con la función Arranque/Parada.

[0028] La unidad de control electrónica BMS asociada a la batería BAT envía la información acerca del estado de la carga SOC a la unidad de control electrónico ECU, que calcula y envía al motor-generator ME los siguientes controles alternativos:

- Solicitud de desactivación del frenado regenerativo
- Solicitud de activación del freno regenerativo, proporcionando al mismo tiempo la referencia del par de frenado.

[0029] Por lo tanto, en lo que respecta al modo de frenado, el vehículo híbrido, además del sistema de frenado de servicio habitual, es capaz de explotar tres fuentes adicionales diferentes de par de frenado:

- El par de frenado MTG proporcionado por el motor-generator ME independientemente de que el embrague esté desacoplado o acoplado. Esta acción resistente del motor-generator, aparte de contribuir al rendimiento del frenado, también se utiliza por el sistema para convertir la energía cinética del vehículo en energía eléctrica para la recarga de la batería de tracción.
- El par de frenado EF generado por el motor térmico MT por medio de la fricción interna que está disponible solo si el embrague está acoplado (Estado del embrague del cigüeñal=ACOPLADO).
- El par de frenado EB generado por acción del freno adicional, si opera en el motor térmico MT, disponible solo cuando el embrague está acoplado (Estado del embrague del cigüeñal=ACOPLADO). El par motor EB depende de la velocidad angular del motor térmico MT.

[0030] Desde el punto de vista del conductor, la contribución al frenado de las tres fuentes adicionales se percibe como un único sistema de frenado de motor, y por tanto requiere estrategias de integración apropiadas, teniendo en cuenta la contribución adicional proporcionada por el motor-generator.

[0031] De acuerdo con la invención, la acción total de frenado se lleva a cabo por las diversas contribuciones que pueden sumarse y que pueden variar en el tiempo de acuerdo con las diferentes situaciones.

[0032] El valor total del par de frenado se calcula en todo momento, y es una limitación: se calcula continuamente basándose en las condiciones de conducción por la unidad de control electrónico ECU que tratará constantemente de activarlo, utilizando las fuentes de par de frenado mencionadas anteriormente, MTG, EF, EB, dando prioridad a la contribución MTG del motor-generator eléctrico ME para recuperar energía.

[0033] Esto se activa mecánicamente por medio del embrague CLC: al desconectar el motor térmico MT de la línea de transmisión, el motor eléctrico ME debería ser capaz de obtener el valor total del par de frenado.

[0034] Si, por el contrario, el motor eléctrico ME no es capaz de obtener el valor total del par de frenado entero, sino que garantiza solo una parte del mismo, entonces el embrague se acopla y el motor térmico MT arranca (si antes estaba apagado, de acuerdo con la lógica de Arranque/Parada), pero aún no es posible permitir la acción del freno de motor adicional. Si no es posible alcanzar el valor total del par de frenado sin el par motor relativo EB, entonces la acción del freno de motor adicional también se activa, obteniendo la suma de las tres contribuciones.

[0035] El valor total del par de frenado también tiene en cuenta el modo de intervención del freno de motor adicional, de acuerdo con la posición del activador de tres vías PRES que el usuario haya seleccionado.

[0036] La lógica de la gestión del freno de motor adicional, por lo tanto, es tal que en ciertas etapas el vehículo puede funcionar con el motor térmico MT desactivado; lo que puede prevenir la activación de los pares de frenado EF y EB, razón por la cual deberá prestarse especial atención por motivos de seguridad. Este problema queda resuelto por la presente invención.

[0037] Otro problema solucionado por la presente invención es el hecho de que cuando la batería BAT está cargada, el freno eléctrico ya no es capaz de contribuir al frenado, porque el motor-generator ME no envía corriente eléctrica y, por lo tanto, no puede convertir la energía cinética en energía eléctrica como un generador. En estos casos, otras fuentes de par de frenado pueden intervenir de forma controlada.

[0038] El freno de servicio, por supuesto, siempre estará disponible, aunque se utilizará lo menos posible. No está sujeto al control directo de la ECU, pero sí se ve influido positivamente por esta, en el sentido de que toda la contribución del frenado que deriva del sistema de frenado adicional sirve para reducir la demanda del freno de servicio.

- Cálculo del valor objetivo de referencia del par de frenado.

[0039] Un ejemplo no limitativo para calcular el valor objetivo de referencia del par de frenado llevado a la entrada de la transmisión se describe e identifica a partir de ahora con la etiqueta "*BrakeTrq_Target*".

[0040] El objetivo depende de la activación del pedal de freno y aceleración, así como de la preselección establecida por el conductor por medio del activador PRES, y es el resultado de $BrakeTrq_Target = BrakeTrq_Target_APBP + BrakeTrq_Target_EB$ en el que:

- $BrakeTrq_Target_APBP$ = objetivo inicial del par de frenado asociado a la liberación del pedal de aceleración o a la presión en el pedal de freno
- $BrakeTrq_Target_EB$ = objetivo parcial del par de frenado asociado a la demanda de activación del freno de motor como función de la preselección PRES.

[0041] No es necesario calcular la contribución proporcionada por el componente relativo de la fricción interna, puesto que no depende de la voluntad del conductor; por lo tanto, su entidad no es controlable, sino que depende del tipo de motor térmico del vehículo.

[0042] La siguiente descripción se refiere también a las figuras 3.1, 3.2, 4.1, 4.2, 5.1 y 5.2 que muestran los respectivos diagramas de flujo de las funciones llevadas a cabo, de acuerdo con las tres posiciones del activador PRES. Las respectivas operaciones llevadas a cabo, que son autoexplicativas, aparecen citadas en los bloques funcionales.

- Cálculo de la contribución $BrakeTrq_Target_APBP$ a la referencia del par de frenado.

[0043] El cálculo del objetivo del par de frenado adicional en la salida de la transmisión ($BrakeTrq_Target_APBP_out$), que tiene que ser proporcionada por los sistemas de frenado en el vehículo, se lleva a cabo como una función de la posición respectiva del pedal de aceleración y de frenado.

- Si el pedal de frenado está presionado (señal $SRV = VERDADERO$), la referencia del par de frenado tiene un valor predeterminado (por Ej. -1200 Nm) llamado $BrakeTrqbyBP$. En tal condición el objetivo del par motor es:

$$\text{BrakeTrq_Target_APBP_out} = \text{BrakeTrqbyBP}$$

- Si el pedal de aceleración está suelto (la posición del pedal está disponible por medio de la señal ACC), la referencia del par de frenado tiene un valor entre cero y un valor máximo (parámetro: *BrakeTrqbyAPMax*, por ej. -400 Nm), de acuerdo con la tendencia lineal mostrada en la Figura 2.

5 [0044] El diagrama en la fig. 2 muestra que si la posición del pedal de aceleración está entre 0% y el valor fijado por el parámetro de calibrado *APlow-pressed*, la relación que proporciona el objetivo del par motor es la siguiente:

$$10 \quad \text{BrakeTrq_Target_APBP_out} = (\text{APlow-pressed} - \text{ACC}) * (\text{BrakeTrqbyAPMax} / \text{APlow-pressed})$$

[0045] En caso de que la posición del pedal de aceleración sea mayor de *APlow-pressed*, el objetivo del par motor es cero:

$$15 \quad \text{BrakeTrq_Target_APBP_out} = 0$$

[0046] Una vez que se conoce el objetivo del par motor en la salida de la transmisión TR (*BrakeTrq_Target_APBP_out*), tiene que llevarse a la entrada de la transmisión por medio de la proporción del mecanismo de transmisión (*TXGearRatio*):

$$20 \quad \text{BrakeTrq_Target_APBP} = \text{Brake_Trq_Target_APBP_out} / \text{TXGearRatio}$$

- Cálculo de la contribución *BrakeTrq_Target_EB* a la referencia del par de frenado.

25 [0047] Por el contrario, la contribución del objetivo del par de frenado asociada a la demanda de la intervención del sistema de frenado adicional (*BrakeTrq_Target_EB*) es una función de la preselección:

- Si *PRES* = 0 (desactivación del freno de motor adicional), entonces el objetivo del par de frenado es igual a: *BrakeTrq_Target_EB* = 0
- Si *PRES* = 1 (preselección en el pedal de freno) y el pedal de freno está presionado (*SRV* = *VERDADERO*), entonces el objetivo del par de frenado se calcula como una función de la velocidad angular del eje de salida de la transmisión (TR) y es igual a: *BrakeTrq_Target_EB* = *EngBrakeTargetTable* (velocidad del eje de salida)
- Si *PRES* = 2 (preselección en el pedal de aceleración) y el pedal de aceleración está totalmente liberado, entonces el objetivo del par de frenado se calcula como una función de la velocidad angular del eje de salida de la transmisión (TR) y de nuevo es igual a:

$$35 \quad \text{BrakeTrq_Target_EB} = \text{EngBrakeTargetTable} (\text{velocidad del eje de salida})$$

[0048] Los valores de referencia del par motor de *EngBrakeTargetTable* aparecen citados de forma de tabla y están definidos por el calibrado.

40 **- Actuación de la referencia del par de frenado *BrakeTrq_Target*.**

45 [0049] Para calcular la referencia del par de frenado para el motor eléctrico *RequestedMTGBrakingTorque* y, por lo tanto, para activar el objetivo total del par de frenado *BrakeTrq_Target*, la ECU calcula la contribución del par de frenado asociado a la fricción interna del motor (*BrakeTrq_EF*) y la contribución del par de frenado asociada al freno adicional (*BrakeTrq_EB*), de acuerdo a dos tablas definidas por calibrado y almacenadas en la ECU.

[0050] El par de frenado obtenido por la intervención del freno de motor adicional (*BrakeTrq_EB*) es función solo de la velocidad del motor:

$$50 \quad \text{BrakeTrq_EB} = \text{EngBrakeTable} (\text{EngineSpeed})$$

[0051] Por el contrario, el par de frenado obtenido por la fricción del motor es función de la temperatura y la velocidad del motor:

$$55 \quad \text{BrakeTrq_EF} = \text{EngFrictionBrakeTable} (\text{EngCoolantTemperature}, \text{EngineSpeed})$$

[0052] Una vez definida toda la contribución del par de frenado, la ECU es capaz de definir el objetivo del par de frenado del motor-generador.

60 [0053] La ECU tiene ahora que estimar el valor del par de frenado máximo que el motor-generador es capaz de proporcionar. Este valor es una función del estado de carga de las baterías BAT cuando tiene lugar el freno regenerativo, llevado a la ECU por medio de la señal SOC.

65 [0054] Para tener en cuenta el aumento de la carga de las baterías BAT asociado a la etapa de frenado, se introduce un plazo de histéresis (*MTGBrakingTrq_Hyst*). Por lo tanto, la expresión del par motor máximo (estimado)

proporcionado por el motor-generador puede escribirse como:

$$\text{MaxMTGBrakingTrq} = f(\text{SOC}) - \text{MTGBrakingTrq_Hyst}$$

5 **[0055]** Una vez que se conoce el par máximo de frenado que el motor-generador es capaz de proporcionar (*MaxMTGBrakingTrq*), la ECU compara este valor con el objetivo del par de frenado (*BrakeTrq_Target*) y determina el estado del embrague (acoplado o desacoplado). Los casos que pueden ocurrir son los siguientes:

- 10
- Si *MaxMTGBrakingTrq* > *BrakeTrq_Target* (par máximo de frenado del motor-generador mayor que el objetivo del par de frenado) la acción de frenado puede llevarse a cabo totalmente solo por el motor-generador, sin la intervención del freno de motor ni del freno adicional:
 - El control requiere el desacoplamiento del embrague y posiblemente el apagado del motor térmico MT, de acuerdo con la función Arranque/Parada
 - 15 • El control hace que el objetivo total del par de frenado sea accionado por el motor eléctrico:
RequestedMTGBrakingTorque = *BrakeTrq_Target*

20 **[0056]** Cuando la condición del punto anterior no se cumple, el objetivo del par de frenado puede no obtenerse completamente por medio del motor-generador, y por lo tanto son necesarias el resto de contribuciones proporcionadas por la intervención del freno de motor o del freno adicional. Hay tres subcasos:

- Si *MaxMTGBrakingTrq* > *BrakeTrq_Target* - *BrakeTrq_EF* entonces:
- 25 • El control requiere que se acople el embrague y posiblemente que se vuelva a encender el motor térmico MT, de acuerdo con la función Arranque/Parada
- El control hace que el objetivo del par de frenada sea activado por el motor-generador junto con la fricción del motor:

$$\text{RequestedMTGBrakingTorque} = \text{BrakeTrq_Target} - \text{BrakeTrq_EF}$$

- 30
- Si *MaxMTGBrakingTrq* > *BrakeTrq_Target* - *BrakeTrq_EF* - *BrakeTrq_EB* entonces
 - El control requiere que se acople el embrague y posiblemente que se vuelva a encender el motor térmico MT, de acuerdo con la función Arranque/Parada
 - El control requiere la activación del sistema de frenado adicional
 - 35 • El control hace que el objetivo del par de frenado sea activado por el motor-generador eléctrico junto con el freno adicional y con la fricción del motor:

$$\text{RequestedMTGBrakingTorque} = \text{BrakeTrq_Target} - \text{BrakeTrq_EF} - \text{BrakeTrq_EB}$$

- 40
- Si *MaxMTGBrakingTrq* < *BrakeTrq_Target* - *BrakeTrq_EF* - *BrakeTrq_EB* entonces
 - El control requiere que se acople el embrague y posiblemente que se vuelva a encender el motor térmico MT, de acuerdo con la función Arranque/Parada
 - El control requiere la activación del sistema de frenado adicional
 - 45 • El control hace que el objetivo del par de frenado sea activado, en la medida de lo posible, por el motor-generador eléctrico junto con el freno adicional y con la fricción del motor, haciendo que el motor-generador eléctrico proporcione el objetivo máximo posible del par de frenado:
RequestedMTGBrakingTorque = *MaxMTGBrakeTrq*

50 **[0057]** En tal condición, el par de frenado puede no llevarse a cabo. Para completar el objetivo del par motor es necesario que el conductor intervenga y utilice los frenos de servicio.

55 **[0058]** La presente invención puede llevarse a cabo ventajosamente por medio de un programa informático, que comprende medios de código de programación que realizan una o más etapas de dicho método, cuando dicho programa se ejecuta en un ordenador. El programa puede estar escrito utilizando el conocimiento habitual de las técnicas de programación de unidades de control vehiculares disponibles para la persona experta en la materia, que es capaz de realizar la invención basándose en esta descripción. Por esta razón, el alcance de la presente patente pretende incluir también dicho programa informático y los medios en soporte informático que comprenden un mensaje grabado, comprendiendo dichos medios en soporte informático los medios del código de programación para desarrollar una o más etapas de dicho método, cuando dicho programa se ejecuta en un ordenador.

60 **[0059]** Será evidente para la persona experta en la materia que pueden concebirse otras alternativas y ejecuciones equivalentes de la invención y llevarse a la práctica sin apartarse del alcance de la invención.

65 **[0060]** De la descripción expuesta anteriormente será posible que la persona experta en la materia realice la invención sin necesidad de describir más detalles de construcción.

REIVINDICACIONES

1. Método de frenado con recuperación energética, en particular para un vehículo equipado con un sistema híbrido de tracción y frenos de servicio, en el que dicho sistema híbrido de tracción comprende:

5 al menos un motor térmico (MT) capaz de proporcionar un primer par motor (EF) que deriva de la fricción del motor y un segundo par de frenado (EB) que deriva de uno o más sistemas adicionales de frenado, que operan en el motor térmico y/o en una transmisión; al menos un motor-generador eléctrico (ME), conectado a uno o más sistemas de baterías (BAT) capaces de proporcionar un tercer par de frenado (MTG) al funcionar como un
10 generador, comprendiendo dicho método de frenado un etapa de determinación de un valor total de par de frenado que considera dichos primer, segundo y tercer pares de frenado y que da prioridad a la contribución de dicho tercer par de frenado (MTG) para la mayor recuperación energética, comprendiendo dicha etapa de determinación de un valor total de par de frenado:

- 15 - la desactivación de dicho motor térmico (MT), si dicho motor-generador eléctrico (ME) es capaz de obtener dicho valor total del par de frenado por medio solo de dicho tercer par de frenado (MTG);
- la activación de dicho motor térmico (MT), si dicho motor-generador eléctrico (ME) no es capaz de obtener dicho valor total del par de frenado por medio solo de dicho tercer par de frenado (MTG), que genera al
20 menos dicho primer par de frenado (EF) para que dicho valor total del par de frenado comprenda dichos primer y tercer pares de frenado;
- la activación de dicho sistema de frenado adicional que opera en el motor térmico o en la transmisión, para que sea capaz de general también dicho segundo par de frenado (EB), para que dicho valor total del par de frenado comprenda dichos primer, segundo y tercer pares de frenado,

25 **caracterizado por que** comprende una etapa de activación o desactivación de la contribución dada por dicho segundo par de frenado (EB) de acuerdo con una preselección (PRES) de tres opciones:

- 30 - primera opción (0): sistema de frenado adicional desactivado;
- segunda opción (1): sistema de frenado adicional activado al presionar en el pedal del freno de servicio;
- tercera opción (2): sistema de frenado adicional activado al soltar el pedal del freno de servicio;

donde dicha etapa de determinación de un valor total del par de frenado comprende la determinación de dicha contribución dada a partir de dicho segundo par de frenado (EB) para que:

- 35 - si dicha preselección (PRES) está puesta en la primera opción (0), la contribución de dicho segundo par de frenado (EB) es cero;
- si dicha preselección (PRES) está puesta en la segunda opción (1) y el pedal de freno está presionado o si está puesta en la tercera opción (2) y el pedal de aceleración está suelto, la contribución de dicho segundo par de frenado (EB) toma un valor definido basándose en la primera tabla de valores (EngBrakeTargetTable) y a la
40 velocidad angular del eje de salida de la transmisión (TR).

2. Método de frenado con recuperación energética, de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** dicha etapa de determinación de un valor total del par de frenado comprende la determinación de una contribución APBP para que:

- 45 - si el pedal de freno está presionado, la segunda contribución APBP venga dada por un primer valor predeterminado:

$$BrakeTrq_Target_APBP_out = BrakeTrqbyBP$$

- 50 - si la posición del pedal de aceleración ACC está comprendida entre 0% y un valor de calibrado *APlow-pressed*, la segunda contribución APBP venga dada por:

$$BrakeTrq_Target_APBP_out = (APlow-pressed - ACC) * (BrakeTrqbyAPMax) / APlow-pressed$$

- 55 donde *ACC* expresa la posición del pedal de aceleración y *BrakeTrqbyAPMax* es un segundo valor predeterminado;

- 60 - si la posición del pedal de aceleración ACC es mayor que *APlow-pressed* y el pedal de freno no está presionado, la segunda contribución APBP sea cero.

3. Método de frenado con recuperación energética, de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** dicha etapa de determinación de un valor total del par de frenado comprende la determinación de una contribución dada por dicho primer par de frenado (EF) basándose en una segunda tabla de valores que depende de las características del motor térmico (MT) y de los accesorios montados.

65

- 5 **4.** Método de frenado con recuperación energética, de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** dicha etapa de determinación de un valor total del par de frenado comprende la determinación de la posible contribución obtenible por dicho segundo par de frenado (EB), calculado basándose en una tercera tabla de valores (EngBrakeTable).
- 10 **5.** Método de frenado con recuperación energética, de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** dicha etapa de determinación de un valor total del par de frenado comprende las siguientes etapas:
- determinar un valor máximo del par motor (*MaxMTGBrakingTrq*) que dicho motor-generador (ME) es capaz de generar, en función del estado de carga de dicho sistema de baterías (BAT);
 - comparar dicho valor máximo del par motor (*MaxMTGBrakingTrq*) con dicho valor total del par de frenado (*BrakeTrq_Target*):
- 15 - si *MaxMTGBrakingTrq* > *BrakeTrq_Target*, entonces el embrague está desacoplado, o aunque el sistema de frenado adicional esté desactivado y dicho valor total del par de frenado (*BrakeTrq_Target*) sea igual a dicho tercer par de frenado (MTG);
- 20 - si *MaxMTGBrakingTrq* > (*BrakeTrq_Target* - *EF* - *EB*), entonces el embrague está acoplado, o aunque el sistema de frenado adicional esté activado y dicho valor total del par de frenado (*BrakeTrq_Target*) venga dado por la contribución de dichos primer, segundo y tercer pares de frenado;
- si *MaxMTGBrakingTrq* < (*BrakeTrq_Target* - *EF* - *EB*), entonces el embrague está acoplado, o aunque el sistema de frenado adicional esté activado y dicho valor total del par de frenado (*BrakeTrq_Target*) venga dado por la contribución de dichos primer, segundo y tercer pares de frenado junto con la contribución dada por dicho freno de servicio.
- 25 **6.** Dispositivo de frenado con recuperación energética, en particular para un vehículo equipado con un sistema híbrido de tracción y frenos de servicio, en el que dicho sistema híbrido de tracción comprende:
- al menos un motor térmico (MT), capaz de proporcionar un primer par de frenado (EF) dado por la fricción del motor y un segundo par de frenado (EB) dado por uno o más sistemas de frenado adicionales que operan en el
 - 30 motor térmico y/o en la transmisión,
 - al menos un motor-generador eléctrico (ME), conectado a un sistema de baterías de tracción (BAT), capaz de proporcionar un tercer par de frenado (APBP) que funciona como un generador, **caracterizado por que** comprende al menos una unidad de control electrónica (ECU) que lleva a cabo el método como en cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
- 35 **7.** Dispositivo de frenado con recuperación energética de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado por que** dicho sistema de frenado adicional, que opera en el motor térmico o en una transmisión del tipo Freno de Escape del Motor, Freno de Descompresión, combinados, o Intardador/Retardador.
- 40 **8.** Vehículo equipado con un sistema híbrido de tracción, frenos de servicio y dispositivo de frenado con recuperación energética tal como aparece en la reivindicación 6.
- 45 **9.** Programa informático que comprende medios de código de programación que realizan las etapas de las reivindicaciones 1 a 5, cuando dicho programa se ejecuta en un ordenador.
- 10.** Medios en soporte informático que comprenden un programa grabado, donde dichos medios en soporte informático comprenden medios de código de programación que realizan las etapas de las reivindicaciones 1 a 5, cuando dicho programa se ejecuta en un ordenador.

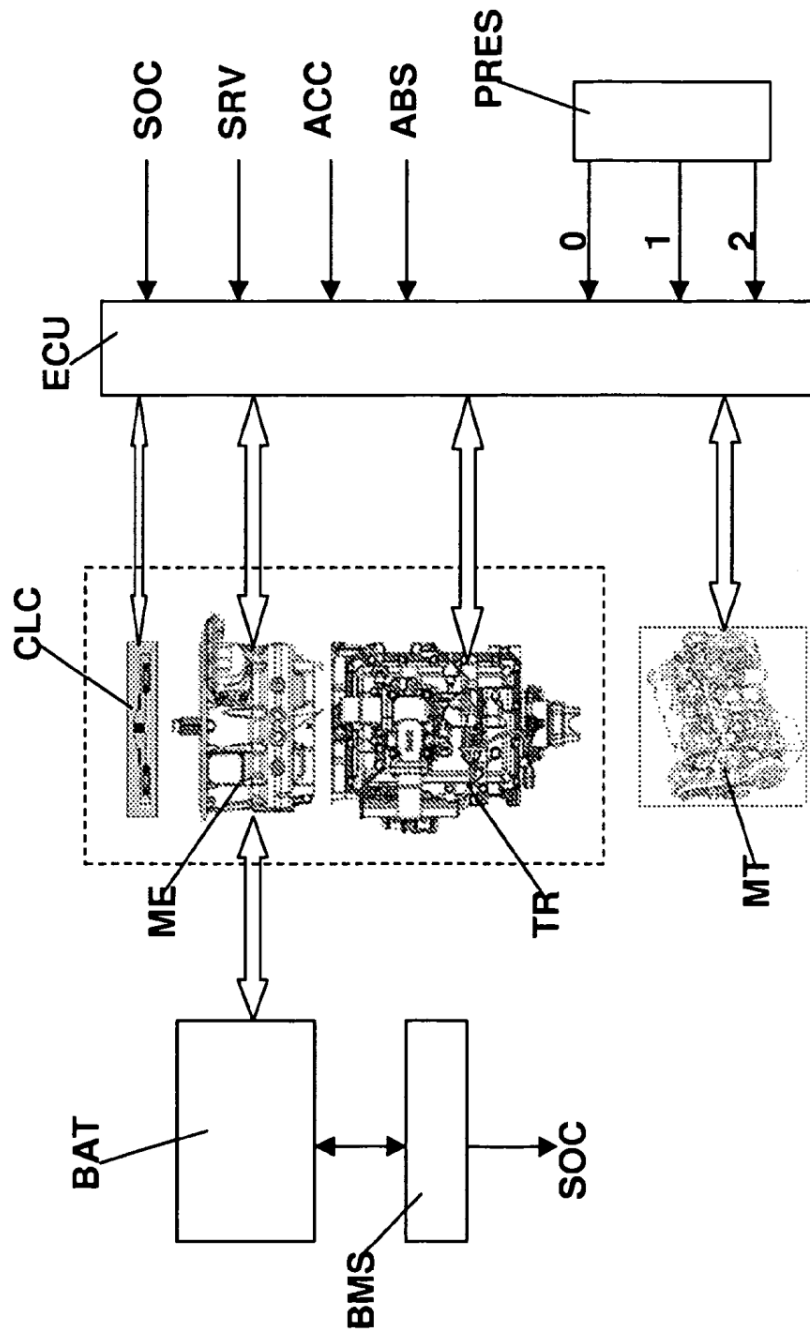


FIG. 1

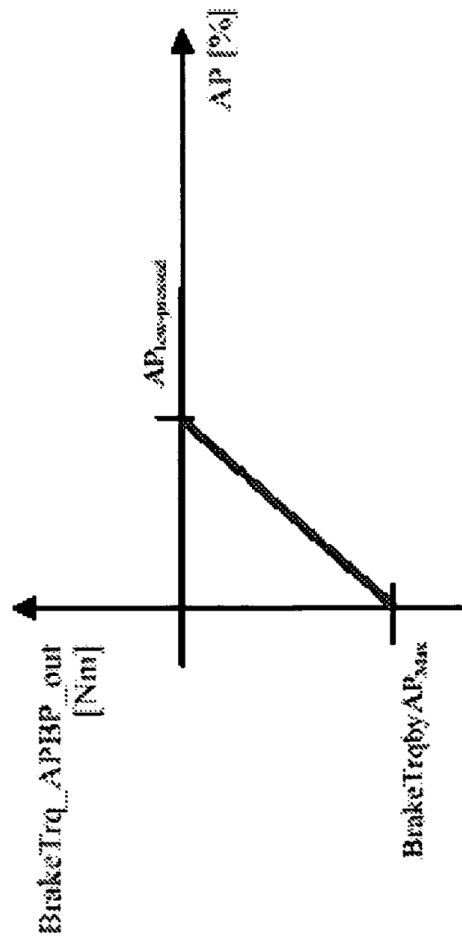


FIG. 2

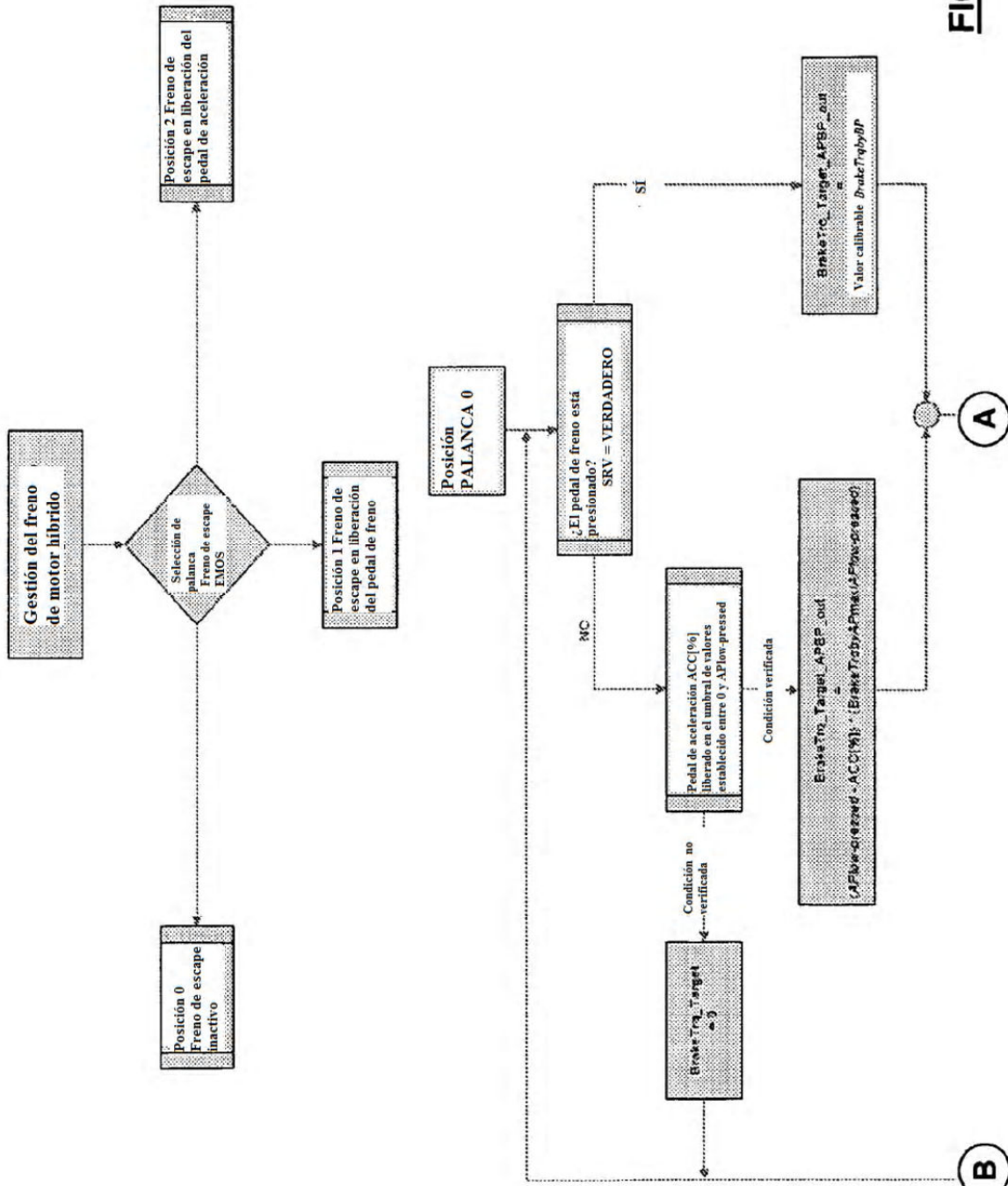


FIG. 3.1

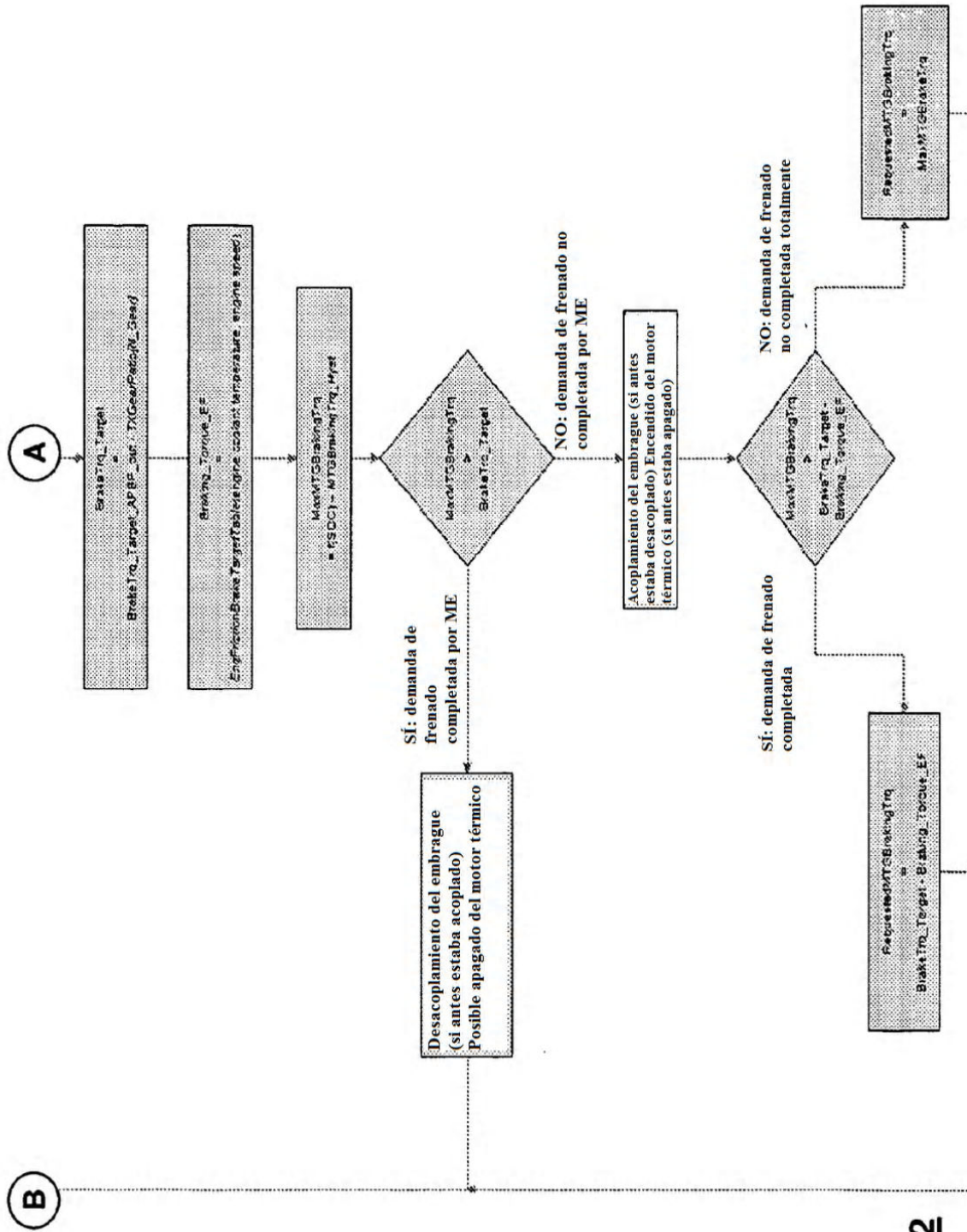


FIG. 3.2

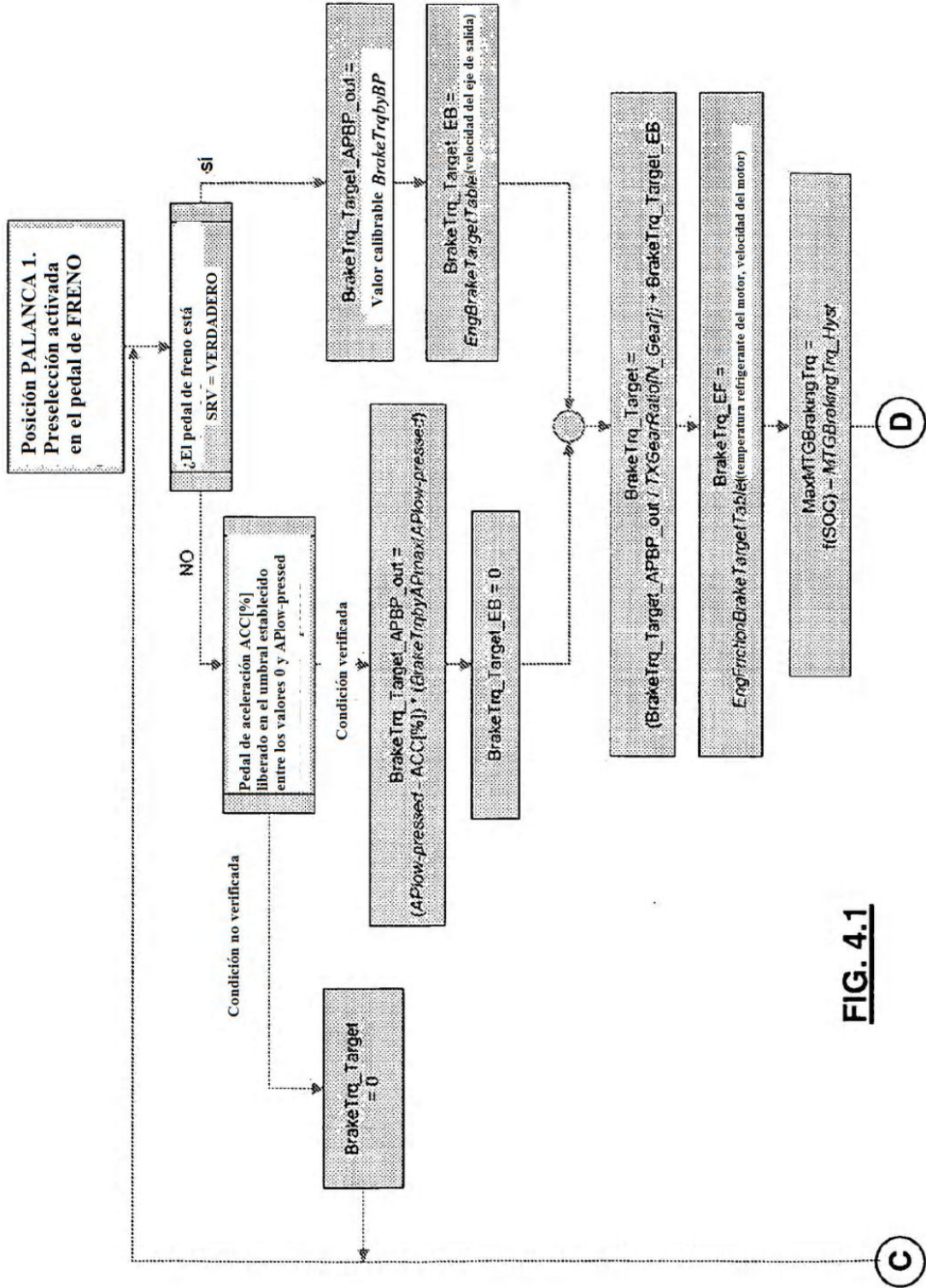


FIG. 4.1

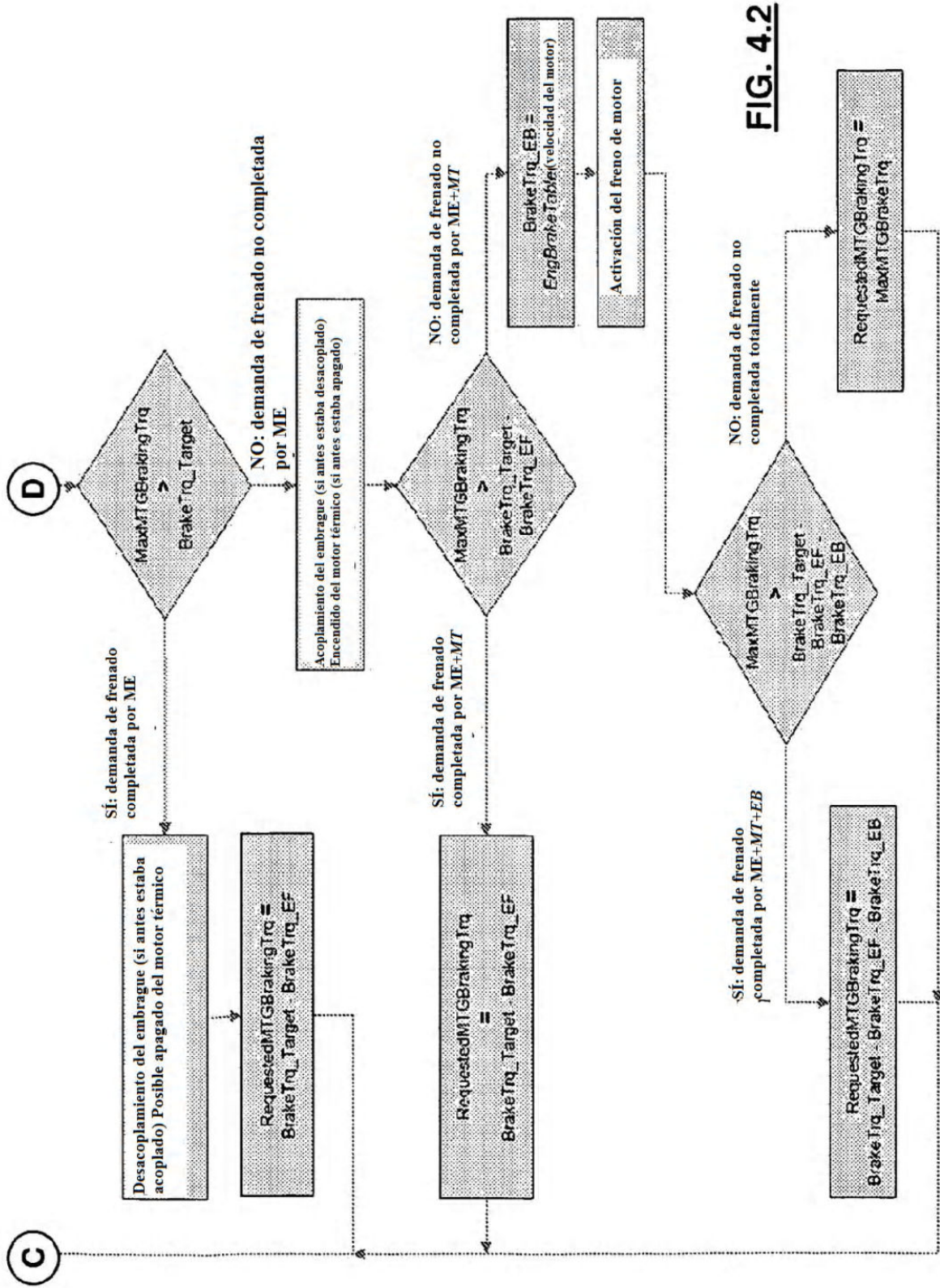


FIG. 4.2

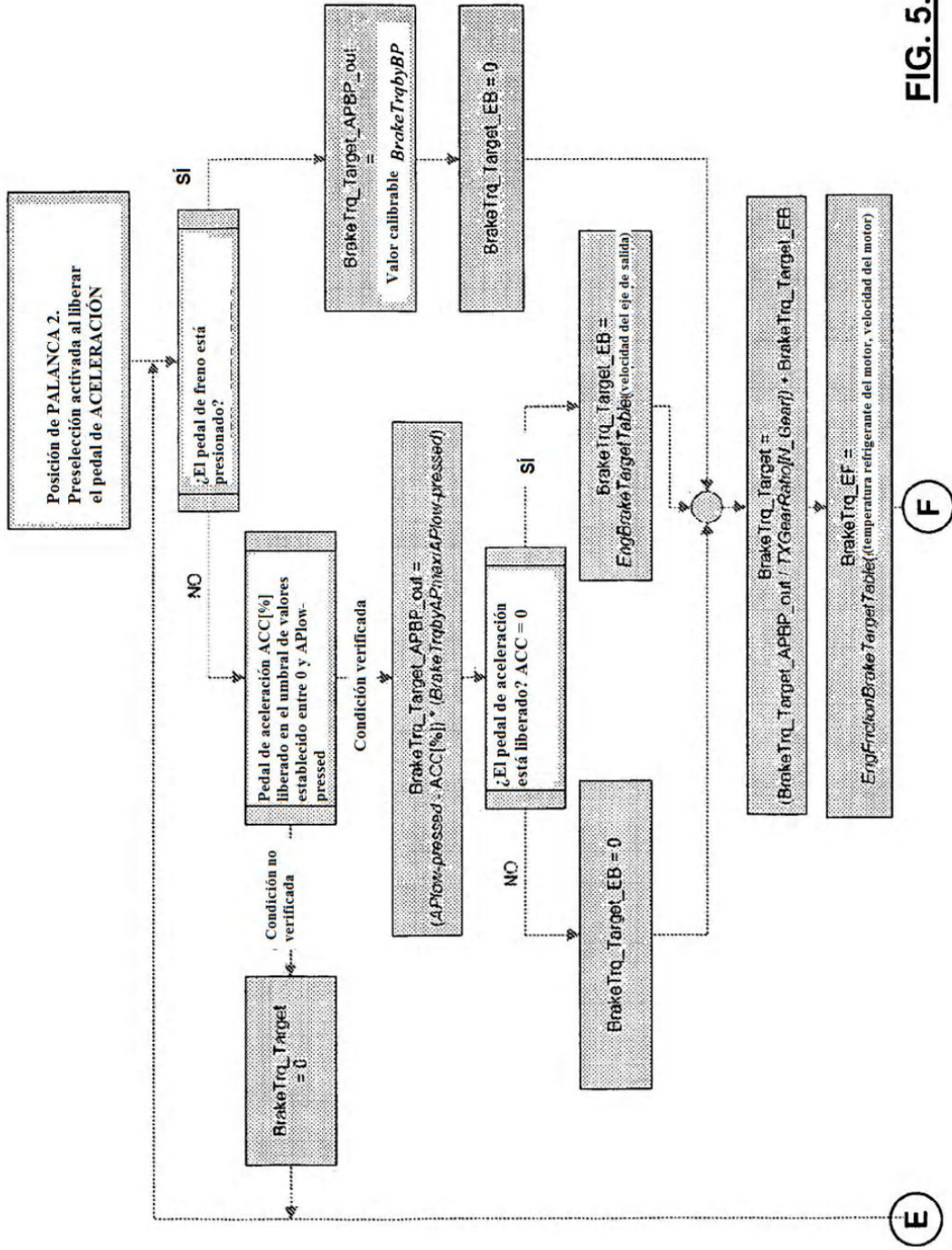


FIG. 5.1

