

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 389 696**

51 Int. Cl.:  
**B61L 3/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09777481 .4**
- 96 Fecha de presentación: **28.07.2009**
- 97 Número de publicación de la solicitud: **2323887**
- 97 Fecha de publicación de la solicitud: **25.05.2011**

54 Título: **Procedimiento para el control de un accionamiento híbrido en un vehículo ferroviario**

30 Prioridad:  
**12.08.2008 DE 102008038753**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**30.10.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**30.10.2012**

73 Titular/es:  
**MTU FRIEDRICHSHAFEN GMBH (100.0%)  
Maybachplatz 1  
88045 Friedrichshafen, DE**

72 Inventor/es:  
**LEHMANN, INGO y  
BOTTLANG, HOLGER**

74 Agente/Representante:  
**LEHMANN NOVO, Isabel**

ES 2 389 696 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 para el control de un accionamiento híbrido en un vehículo ferroviario

La invención se refiere a un procedimiento para el control de un accionamiento híbrido en un vehículo ferroviario, en el que se prevé un plano electrónico de itinerarios como velocidades relacionadas con las secciones del recorrido a través de un aparato de control del tren.

En un procedimiento, conocido a partir del documento DE 102 26 143 B4, para el control de un accionamiento híbrido, se propone el tipo de accionamiento por una estrategia de operación de la marcha. La estrategia de operación de la marcha propuesta se considera aplicada cuando el conductor no

interviene en el sistema. En cambio, si el conductor activa durante corto espacio de tiempo el pedal del acelerador o el pedal del freno, entonces se anula la estrategia de operación de la marcha propuesta y se calcula una nueva estrategia de operación de la marcha. Esto se realiza hasta que se alcanza un estado estacionario, en el que no aparecen ya otras modificaciones de corta duración. La estrategia de operación de la marcha se determina con la ayuda de un perfil de energía, por ejemplo con relación al consumo y a la necesidad de tiempo. El perfil de energía se calcula de nuevo a partir de los datos del conductor, del vehículo, de los trayectos de circulación y de las condiciones atmosféricas así como a partir de datos específicos del conductor. Los datos de los trayectos de circulación son introducidos desde un mapa digital de recorridos con indicación de la altura o por un GPS. A través de un sistema RDS-TMC debe adaptarse el perfil de la energía a condiciones modificadas previsibles del recorrido del tráfico o condiciones del tráfico, por ejemplo atasco. No obstante, no se dan más explicaciones para la aplicación. El procedimiento propuesto está dirigido a un automóvil y al establecimiento en último término determinando del tipo de accionamiento a través del conductor, con lo que es difícil estimar el ahorro de combustible.

Se conoce a partir del documento DD 129 761 PS un procedimiento para el control del tren ahorrando energía en el tráfico de cercanías. En este procedimiento, suponiendo que se mantienen los horarios, se calculan de antemano diferentes trayectorias en función del recorrido y se registran en una memoria fija en función del tiempo y de la sección del recorrido de manera que se pueden llamar. La selección de la trayectoria adecuada se realiza con la ayuda de una reserva de tiempo. En este procedimiento no se tienen en cuenta todavía las posibilidades que ofrece un vehículo ferroviario con accionamiento híbrido.

El documento US 2008/0125924 A1 describe procedimientos para un vehículo ferroviario, en el que a través de un cálculo se calcula un horario óptimo con consumo mínimo de combustible y emisiones mínimas. El cálculo se realiza con la ayuda de un modelo seleccionado, que describe el comportamiento del vehículo ferroviario, y con la ayuda de un reconocimiento de la posición. Tampoco en este procedimiento se tienen en cuenta todavía las posibilidades, que ofrece un vehículo ferroviario con accionamiento híbrido.

La invención tiene el cometido de preparar un procedimiento para el control de un accionamiento híbrido en un vehículo ferroviario, que tiene en cuenta las condiciones marco de este sistema de tráfico también en lo que se refiere a los costes.

La invención soluciona este cometido por medio de un procedimiento con las características de la reivindicación 1. Las configuraciones se representan en las reivindicaciones dependientes.

Las condiciones marco en el funcionamiento de un vehículo ferroviario se predetermina por medio del itinerario electrónico que – como se conoce – se inscribe antes del inicio de la marcha a través de radio transmisión direccional en el aparato de control del tren. En el itinerario electrónico están depositadas las velocidades relacionadas con las secciones del recorrido y, por lo tanto, también el marco de tiempo entre dos puntos del trayecto. El procedimiento consiste ahora en que antes del inicio de la marcha se establecen por predicción los tipos de funcionamiento, relacionados con las secciones del recorrido, del vehículo ferroviario por medio del itinerario electrónico. En la operación de marcha se determina entonces una desviación de la posición real con respecto a una posición teórica del vehículo ferroviario calculada a partir del itinerario electrónico. A partir de la desviación de la posición se calcula de nuevo una reserva de tiempo. Con la ayuda de la reserva de tiempo se mantiene o se cambia entonces el tipo de accionamiento. Por ejemplo, en el caso de una reserva de tiempo negativa en el sentido de un retraso se cambia a un tipo de accionamiento con cesión más elevada de la potencia.

Por razones de seguridad, antes de la activación del tipo de accionamiento de cesión más elevada de energía, se verifica si la velocidad previsible varía en una medida significativa de la velocidad, que está definida a través del itinerario electrónico. En el caso de una desviación significativa, debe concederse en primer lugar a través del puesto de mando una autorización, por ejemplo proporcionando un itinerario electrónico modificado. Esta consideración se aplica para el caso de que deba iniciarse un tipo de accionamiento con menor cesión de potencia.

Para la determinación por predicción de los tipos de funcionamiento relacionados con las secciones del recorrido antes del inicio de la marcha se utiliza un modelo correspondiente como observador predictivo. A través de este

modelo se determinan de la misma manera las variables teóricas del sistema del accionamiento híbrido, por ejemplo una potencia teórica del motor. Durante la operación de la marcha se inscriben las variables reales del sistema y se calcula una desviación de las variables reales con respecto a las variables teóricas del sistema. A través de la consideración de un valor límite se decide entonces si no se realiza ninguna intervención en el sistema o si el modelo es entrenado por medio de las variables reales del sistema. La variable de salida del modelo se determina a través de una optimización y un algoritmo de cálculo, por ejemplo por medio de un principio Maximum según Pontrjagin y por medio de la programación dinámica según Bellman. Como otra medida de seguridad está previsto que el modelo sea supervisado por una gestión de la seguridad. La gestión de la seguridad verifica las variables de entrada, la variable de salida y los parámetros internos del modelo. Puesto que el estado de carga del acumulador de energía eléctrica, que está constituido, por ejemplo, por varios acumuladores de iones de litio (Super-Caps), es crítico para la seguridad, se supervisa este estado y en el caso de valores no factibles, se desactiva el acumulador de energía de forma gradual o completa.

La regulación predictiva pertenece a la clase de los procedimientos de regulación basados en modelo y permite una previsión del futuro, el llamado horizonte de predicción. La idea central de la invención es la utilización del itinerario electrónico, que utiliza en toda su extensión, en combinación con un perfil de altura como procedimiento de predicción de una manera ventajosa el potencial de ahorro de combustible. Es decir, que se reduce al mínimo la energía empleada a través de la regulación predictiva. Por lo tanto, se reducen los costes operativos para el operador. Evidentemente, el modelo ofrece también la posibilidad de detectar un patrón de comportamiento individual del conductor del vehículo ferroviario y se registrarlo en memoria. Cuando se recorre el mismo recorrido con el mismo conductor del vehículo ferroviario se puede recurrir entonces al mismo patrón de comportamiento individual.

En las figuras se representa un ejemplo de realización preferido. En este caso:

La figura 1 muestra una estructura de información como diagrama de bloques.

La figura 2 muestra un programa de horarios.

La figura 3 muestra un primer sub-programa UP1 y

La figura 4 muestra un segundo sub-programa UP2.

La figura 1 muestra la estructura de información de un accionamiento híbrido para un vehículo ferroviario como diagrama de bloques. Típicamente, un accionamiento híbrido comprende un motor de combustión interna, un motor eléctrico, una caja de cambios, convertidores eléctricos y un acumulador de energía eléctrica, por ejemplo un acumulador de iones de litio (Super-Caps). En un bus de datos electrónico 1 común, por ejemplo un sistema de bus CAN o Ethernet, están conectados un aparato de control del tren 2 (ZSG), un aparato de control del motor 3 (ECU), un aparato de control de la caja de cambios 4 (GS), un aparato de control de la gestión de la batería 5 (BMS), un aparato de control del convertidor 6 (VCU) y a modo de ejemplo un aparato de control 7 para la determinación de los gases de escape (SCR). Los aparatos de control 2 a 7 conectados en el bus de datos 1 son tanto receptores como también emisores. De la misma manera, en el bus de datos 1 está conectada una unidad 8 para la recepción de la radio transmisión direccional del tren y de los datos del GPS. A través de la radio transmisión direccional del tren se coloca el itinerario electrónico con mapa electrónico de recorridos depositado en el bus de datos. Los datos del GPS comprenden la posición real y la altura actual.

Esta estructura de la información se completa por medio de un modelo 9 como observador predictivo y por medio de una gestión de la seguridad 15. La gestión de la seguridad 15 supervisa las variables de entrada, la variable de salida y los parámetros del modelo 9. Las variables de entrada del modelo 9 son el itinerario electrónico SPL, las variables reales del sistema SG(IST) y la altura actual Hh. El itinerario electrónico SPL con mapa de recorridos electrónico depositado es preparado por el aparato de control del tren 2. En el itinerario electrónico SPL están contenidas las velocidades relacionadas con las secciones del recorrido, por ejemplo la velocidad admisible entre el punto del trayecto A y un punto del trayecto B. Con la ayuda de las velocidades relacionadas con las secciones del recorrido se definen también los tiempos entre los puntos del trayecto. La altura actual Hh se prepara por la unidad 8 en el bus de datos 1. Las variables reales del sistema SG(IST) son preparadas por el aparato de control del motor 3 y corresponden, muy en general, a los datos 1 individuales disponibles de todos los aparatos de control 2 a 7 conectados en el bus de datos, incluyendo la unidad 8. Por ellos se entienden, por ejemplo, el número real de revoluciones del motor de combustión interna, la potencia real del motor, el consumo real de combustible, el estado del acumulador de energía, la posición real del vehículo ferroviario así como la temperatura del aceite, la temperatura del acumulador de energía, la temperatura del agua de refrigeración y la temperatura del convertidor. La variable de salida del modelo 9 es la señal D1, que es conducida sobre el aparato de control del motor 3.

Dentro del modelo 9 están dispuestos como unidades funcionales un cálculo 10 basado en el modelo, un comparador 11, una memoria de datos 12, una optimización 13 y un algoritmo de cálculo 14 como bloque funcional. En el cálculo 10 se reproduce matemáticamente el trayecto regular. Las variables de entrada del cálculo 10 son el itinerario electrónico SPL, la altura actual Hh y una señal S2. A través del cálculo 10 se calculan las variables

teóricas del sistema SG(SL), por ejemplo la posición teórica o la potencia teórica del motor. Las variables teóricas del sistema SG(SL) son conducidas al comparador 11 y son memorizadas paralelamente en la memoria de datos 12 con relación a las secciones del recorrido. A través del comparador 11 se comparan las variables teóricas del sistema SG(SL), las variables reales del sistema SG(IST) y los datos depositados en la memoria de datos 12, señal D1, entre sí. La desviación dS que resulta de ello es depositada, por una parte, en la memoria de datos 12 y es conducida, por otra parte, como variable de entrada sobre la optimización 13. A través de la optimización 13 se evalúa en función de un factor de ponderación k predeterminado la desviación dS con relación a los costes. Si la desviación dS está por debajo de un valor límite predeterminado, se mantiene el último valor, es decir, que no se lleva a cabo ninguna optimización. Si la desviación dS es mayor que el valor límite, entonces se coloca el valor actual como variable de salida, señal S1. Los valores de la señal S1 corresponden a una función de costes que se determina por medio del principio Maximum de acuerdo con Pontrjagin y por medio de la programación dinámica según Bellman. En el algoritmo de cálculo 14 siguiente se evalúa la señal S1 a través de un algoritmo predeterminado. Los algoritmos conocidos aplicables para ello son el método de Levenberg-Marquant, el procedimiento de Newton o el procedimiento de Nelder-Mead. La variable de salida del algoritmo de cálculo 14 corresponde a una curva de variables de ajuste para el horizonte de predicción considerado, que se reacopla como señal S2 en el cálculo 10. A través de la derivación de reacoplamiento con la optimización 13 y el algoritmo de cálculo 14 se entrena el cálculo 10 basado en modelo hasta que se ha encontrado un mínimo. En la memoria de datos 12 están registradas tanto la desviación dS como también las variables teóricas del sistema SG(SL) con relación a las secciones del recorrido.

Antes del comienzo de la marcha se calcula por predicción a través del modelo 9 con la ayuda del itinerario electrónico SPL y del perfil de altura del recorrido de la marcha los tipos de funcionamiento relacionados con las secciones del recorrido. Éstos se depositan en la memoria de datos 12 con relación a las secciones del recorrido. Por ejemplo, un tipo de accionamiento puramente con motor de combustión interna en una sección del recorrido con subida o un tipo de accionamiento con recuperación (realimentación de energía) en una sección del recorrido con bajada. Durante la operación de la marcha, el aparato de control del motor 2 evalúa con la ayuda de los datos D1 el estado actual de todo el sistema y provoca, dado el caso, a través del bus de datos 1 una modificación del tipo de accionamiento. Esto se explica en detalle en el ejemplo de una desviación de la posición.

La posición teórica se determina a través del cálculo 10 como una de las variables teóricas del sistema SG(SL). La posición real es acondicionada como una de las variables reales del sistema SG(IST) por el aparato de control del motor 3 para el modelo 9 como variable de entrada. El comparador 11 calcula una desviación dS de las variables reales del sistema SG(IST) con respecto a las variables teóricas del sistema SG(SL). La desviación dS corresponde en este ejemplo, por lo tanto, a una desviación de la posición. Ésta se deposita en la memoria de datos 12 con relación a las secciones del recorrido. Los valores de datos D1 son inscritos cíclicamente por el aparato de control del motor 2 y son evaluados. A tal fin, el aparato de control del motor 2 calcula con la ayuda del valor de datos D1, que identifica la desviación de la posición, una reserva de tiempo. En el caso de una reserva de tiempo negativa en el sentido de un retraso, se cambia a un tipo de accionamiento con cesión más elevada de la potencia. En el caso de una reserva de tiempo dentro de una banda de tolerancia, se mantiene el tipo de accionamiento y en el caso de una reserva de tiempo positiva en el sentido de una llegada prematura, se cambia a un tipo de accionamiento con consumo mínimo de energía. Si el vehículo ferroviario llegaría demasiado tarde al siguiente punto del recorrido, por ejemplo una estación, entonces el aparato de control del motor 3 inicia un cambio al tipo de accionamiento combinado formado por el motor de combustión interna y el motor eléctrico. El tipo de accionamiento combinado alcanza una velocidad elevada previsible. Por razones de seguridad, antes de la avivación del tipo de accionamiento de cesión más elevada de la potencia, se verifica si la velocidad previsible se desvía en una medida significativa de la velocidad que está definida por el itinerario electrónico. Si éste es el caso, debe concederse en primer lugar a través del puesto de mando una autorización, por ejemplo proporcionando un itinerario electrónico modificado.

En la figura 2 se representa un esquema del programa del procedimiento. El esquema del programa se basa en el ejemplo descrito anteriormente de una desviación de la posición.

En S1 se inscribe el itinerario electrónico SPL con el mapa de recorridos depositado a través de radio transmisión direccional del tren y se deposita en el aparato de control del tren. Antes del inicio de la marcha se determinan por predicción en S2 a través del modelo los tipos de accionamiento AA relacionados con las secciones del recorrido y se registran en la memoria de datos (figura 1: 12). En la operación de marcha práctica se deriva entonces en S3 en un primer sub-programa UP1 hacia la adaptación del modelo. El primer sub-programa UP1 se representa en la figura 3 y se explica en combinación con éste. Después del retorno desde el primer sub-programa UP1 se deriva en S4 a un segundo sub-programa UP2 para la verificación del acumulador de energía. El segundo sub-programa UP2 se representa en la figura 4 y se explica en combinación con ésta. En S5 se calcula la posición teórica POS(SL) del vehículo ferroviario a través del cálculo basado en modelo (figura 1: 10) como una de las variables teóricas del sistema y en S6 se lee la posición real POS(IST) como una de las variables reales del sistema a partir del aparato de control del motor. A continuación se compara en S7 la posición real POS(IST) con la posición teórica POS(SL), a partir de lo cual se determina una desviación (figura 1: dS). La desviación de la posición dPOS se deposita en la memoria de datos con relación a las secciones del recorrido y se lee cíclicamente desde el aparato de control del motor. A partir de la desviación de la posición dPOS, el aparato de control del motor calcula de nuevo una reserva

de tiempo tRES en S8. A continuación se evalúa en S9 la reserva de tiempo tRES, Si esta reserva de tiempo se encuentra dentro de una banda de tolerancia TB ( $tRES=TB$ ), se mantiene en S10 el tipo de accionamiento actual AA y se prosigue el ciclo del programa en el punto A. Si la reserva de tiempo tRES está fuera de la banda de tolerancia TB y es negativa en el sentido de un retraso ( $tRES<0$ ), se cambia en S11 a un tipo de accionamiento AA1 con cesión elevada de la potencia y se prosigue el ciclo del programa en S13. Si la reserva de tiempo tRES está fuera de la banda de tolerancia TB y es positiva en el sentido de una llegada prematura ( $tRES>0$ ), se cambia en S12 a un tipo de accionamiento AA2 con consumo mínimo de energía y se prosigue el ciclo del programa en S13.

Si se ha calculado en S11 o en S12 un cambio del tipo de accionamiento, entonces se verifica en S13 si la velocidad previsible vERW está dentro de una zona admisible TBv, que es predeterminada por el itinerario. En el caso de un resultado positivo (S13: Sí) se aplica en S16 el tipo de accionamiento correspondiente y se prosigue el ciclo del programa en el punto A. En el caso de resultado negativo (S13: No), es decir, que la velocidad previsible vERW está fuera de la zona admisible TBv, se verifica en S14 si existe una autorización a través del puesto de mando. Si existe esta autorización (S14: Sí), entonces se inscribe en S15 el itinerario modificado SPLm, se activa el tipo de accionamiento determinado en S16 y se prosigue el ciclo del programa en el punto A. Si el puesto de mando no concede una autorización (S14: No), se mantiene el tipo de accionamiento actual AA, S10, y se prosigue el ciclo del programa en el punto A. A continuación del punto A se verifica en S17 si existe una particularidad. Una particularidad es, por ejemplo, un lugar de circulación lenta o una sección del recorrido con tipo de accionamiento prescrito, como por ejemplo un tipo de accionamiento puramente eléctrico en la zona de la estación. Si existe una particularidad (S17: Sí), se aplica el tipo de accionamiento prescrito, S18, y se termina el ciclo del programa. Si no existe ninguna particularidad (S17: No), se mantiene el tipo de accionamiento actual y se termina el ciclo del programa.

En la figura 3 se representa un primer sub-programa UP1, en el que se deriva a partir de S3 en el esquema del programa de la figura 2. A través del primer sub-programa UP1 se evalúan las variables del sistema y se entrena el cálculo basado en modelo (figura 1: 10) para el cálculo de las variables teóricas del sistema. En S1 se determinan las variables teóricas del sistema SG(SL) a través del cálculo basado en modelo y se inscriben. A continuación se leen en S2 las variables reales del sistema SG(IST) desde el aparato de control del motor y se comparan en S3 las variables reales del sistema SG(IST) con las variables teóricas del sistema SG(SL). La desviación dS que resulta de ello se compara a continuación en S4 con un valor límite GW. Si la desviación dS es menor que el valor límite GW (S4: No), no resulta ninguna acción, S5. Es decir, que el cálculo basado en modelo está ya optimizado. A continuación se retorna a S3 en el esquema del programa de la figura 2. Si se ha establecido en S4 que la desviación dS es mayor que el valor límite GW (S4: Sí), se adapta en S6 el cálculo basado en modelo (figura 1: 13, 14) y se vuelve a S3 en el esquema del programa de la figura 2.

En la figura 4 se representa un segundo sub-programa UP2, en el que se deriva a partir de S4 en el esquema del programa de la figura 2. A través del segundo sub-programa UP2 se verifica el acumulador de energía, por ejemplo un acumulador de iones de litio. En S1 se inscribe por el aparato de control del motor a través del bus de datos el estado del acumulador de energía. Los datos correspondientes del acumulador de energía son acondicionados por el aparato de gestión de la batería (BMS) sobre el bus de datos. A continuación se verifica la factibilidad de estos datos en S2. Si son factibles (S2: Sí), se vuelve a S4 en el esquema del programa de la figura 2. En el caso de datos no factibles (S2: No), se desactivan en S3 células individuales o hasta todas las células del acumulador de energía, se coloca un indicador de error y entonces se vuelve a S4 en el esquema del programa de la figura 2.

#### Lista de signos de referencia

- 1 Bus de datos
- 2 Aparato de control del tren (ZSG)
- 3 Aparato de control del motor (ECU)
- 4 Aparato de control de la caja de cambios (GS)
- 5 Aparato de control de gestión de la batería (BMS)
- 6 Aparato de control del convertidor (VCU)
- 7 Aparato de control para la determinación de los gases de escape (SCR)
- 8 Unidad
- 9 Modelo
- 10 Cálculo basado en modelo
- 11 Comparador
- 12 Memoria de datos
- 13 Optimización
- 14 Algoritmo de cálculo
- 15 Gestión de la seguridad

## REIVINDICACIONES

- 5 1.- Procedimiento para el control de un accionamiento híbrido en un vehículo ferroviario, en el que se predetermina un itinerario electrónico (SPL) como velocidades relacionadas con las secciones del recorrido a través de un aparato de control del tren (2), se calculan por predicción antes del inicio de la marcha tipos de accionamiento (AA), relacionados con las secciones del recorrido, del vehículo ferroviario por medio del itinerario electrónico (SPL) a través de un modelo (9), en el que a través del modelo (9) se determinan las variables teóricas del sistema (SG(SL)) del accionamiento híbrido, en el que en la operación de la marcha se calcula una desviación (ds) de las variables reales del sistema (SG(IST)) con respecto a las variables teóricas del sistema (SG(SL)), en el que con la ayuda de la desviación (ds) se decide si el modelo (9) es entrenado por medio de las variables reales del sistema (SG(IST)), en el que en la operación de la marcha se determina una desviación de la posición (dPOS) de la posición real (POS(IST)) con respecto a una posición teórica (POS(SL)) calculada a partir del itinerario electrónico (SPL) del vehículo ferroviario, con la ayuda de la desviación de la posición (dPOS) se calcula una reserva de tiempo (tRES) y en el que en función de la reserva de tiempo (tRES) se mantiene o se cambia el tipo de accionamiento actual (AA).
- 10
- 15 2.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque en el caso de una reserva de tiempo negativa (tRES) en el sentido de un retraso en un tipo de accionamiento (AA1) se cambia a un tipo de accionamiento con cesión más elevada de potencia, en el caso de una reserva de tiempo (tRES) dentro de una banda de tolerancia (TB), se mantiene el tipo de accionamiento (AA) y en el caso de una reserva de tiempo positiva (tRES) en el sentido de una llegada prematura, se cambia a un tipo de accionamiento (AA2) con consumo mínimo de energía.
- 20 3.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado porque en el tipo de accionamiento (AA1) con elevada cesión de potencia o con consumo mínimo de energía (AA2) se cambia después de la autorización a través de un puesto de mando o después de la autorización de un itinerario electrónico modificado (SPLm).
- 25 4.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque antes del inicio de la marcha, se calculan por predicción los tipos de funcionamiento (AA) relacionados con las secciones del recorrido y las variables teóricas del sistema (SG(SL)) del accionamiento híbrido a través del modelo (9) con la ayuda del itinerario electrónico (SPL), de un perfil de altura y de las condiciones del medio ambiente.
- 30 5.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado porque no se realiza ninguna intervención en el sistema cuando la desviación (dS) de las variables reales del sistema (SG(IST)) con respecto a las variables teóricas del sistema (SG(SL)) y menor que el valor límite (GW) y en el caso de una desviación (dS) mayor que un valor límite (GW) se adapta el modelo (9) por medio de las variables reales del sistema (SG(IST)).
- 6.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado porque el modelo (9) se adapta por medio de un algoritmo de cálculo (14) predeterminado, en particular por medio del método de Levenberg-Marquart o linealización de Carleman o el procedimiento de Neider-Mead.
- 35 7.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el modelo (9) es supervisado por una gestión de la seguridad (15).
- 8.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el acumulador de energía eléctrica es verificado en cuanto a la factibilidad con relación al estado de carga, la temperatura, la cesión de corriente así como el nivel de la tensión.
- 40 9.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizado porque en el caso de un estado no factible del acumulador de energía eléctrica, se desactiva de manera gradual o completa.

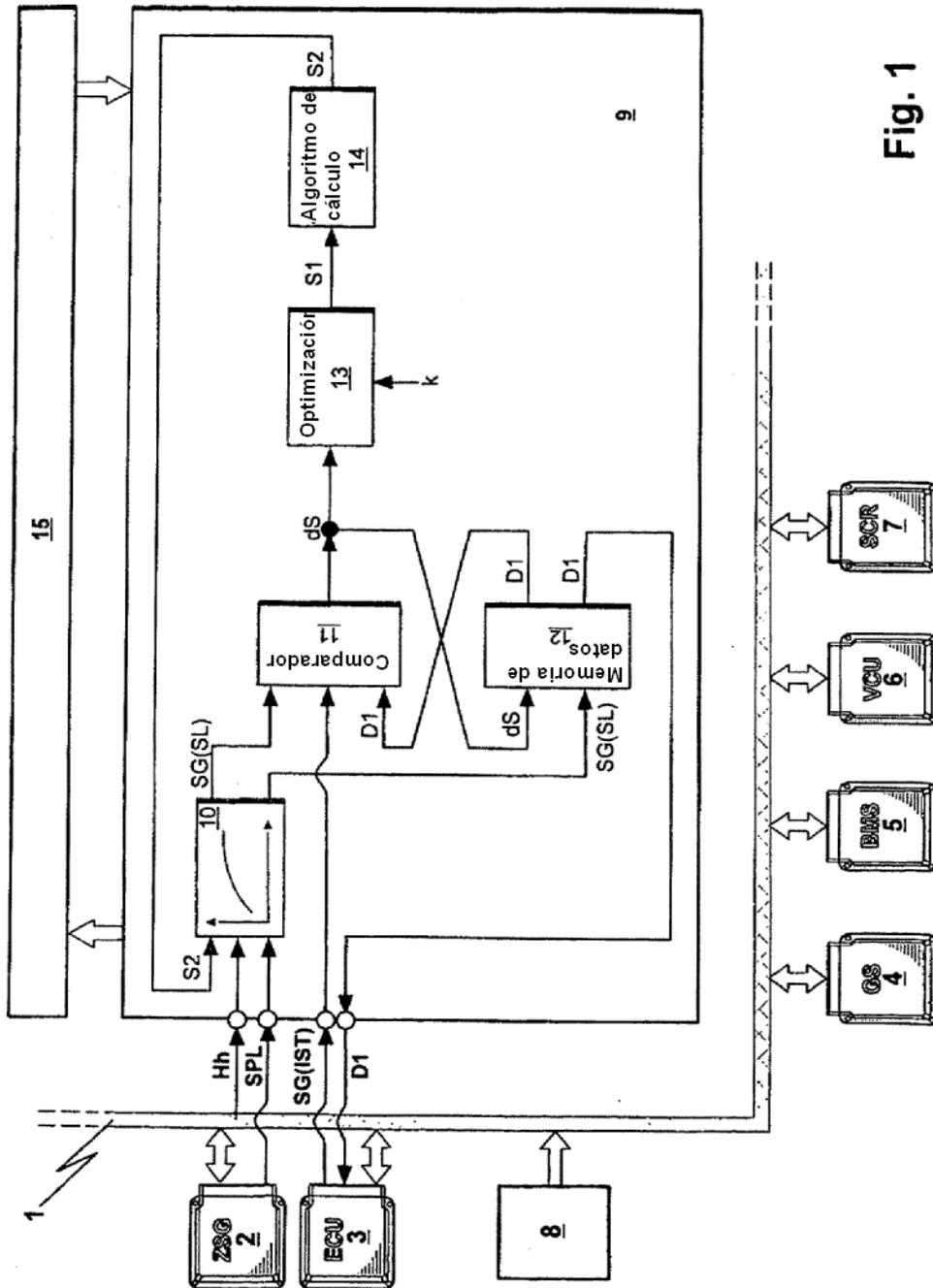


Fig. 1

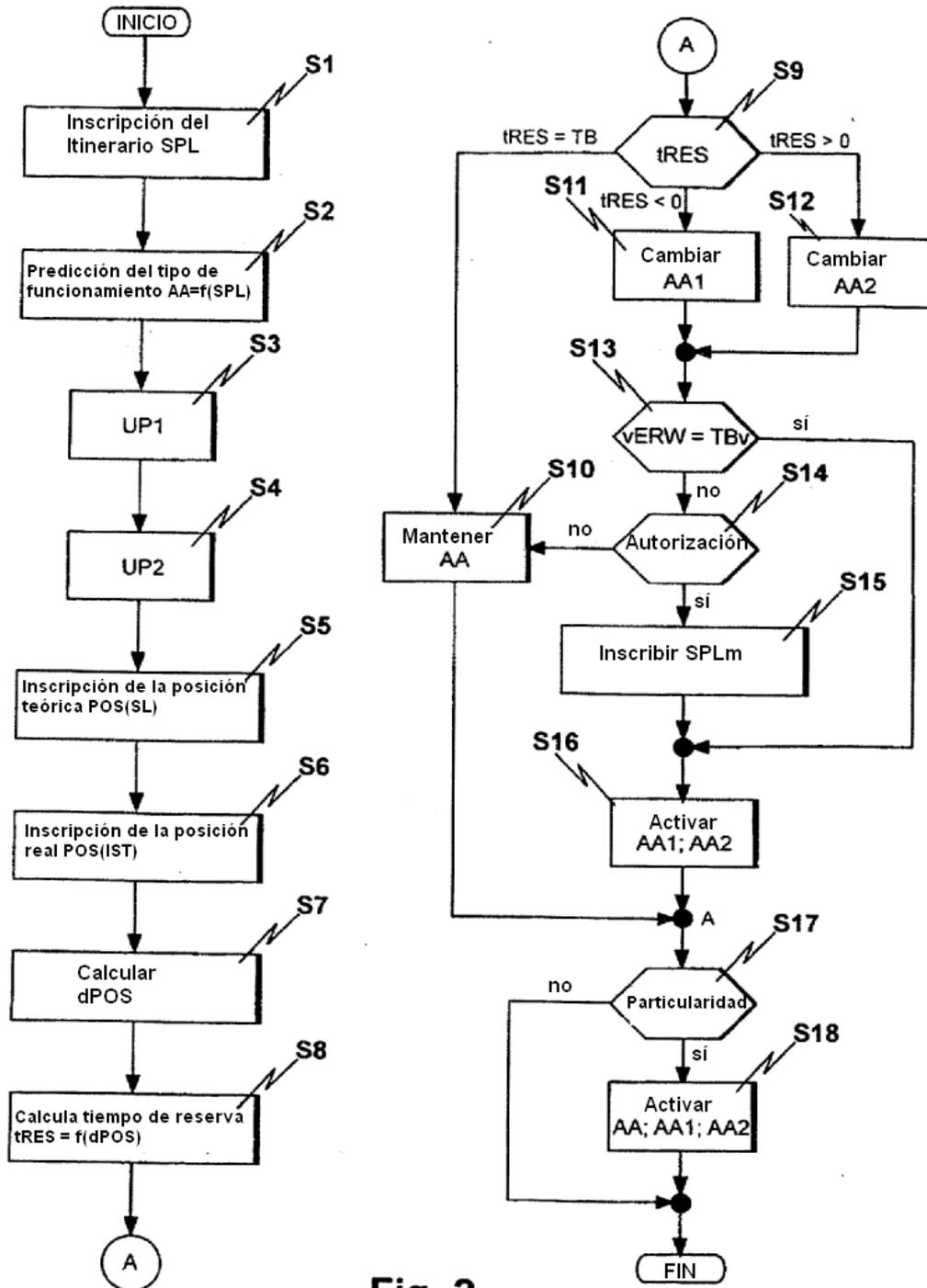


Fig. 2

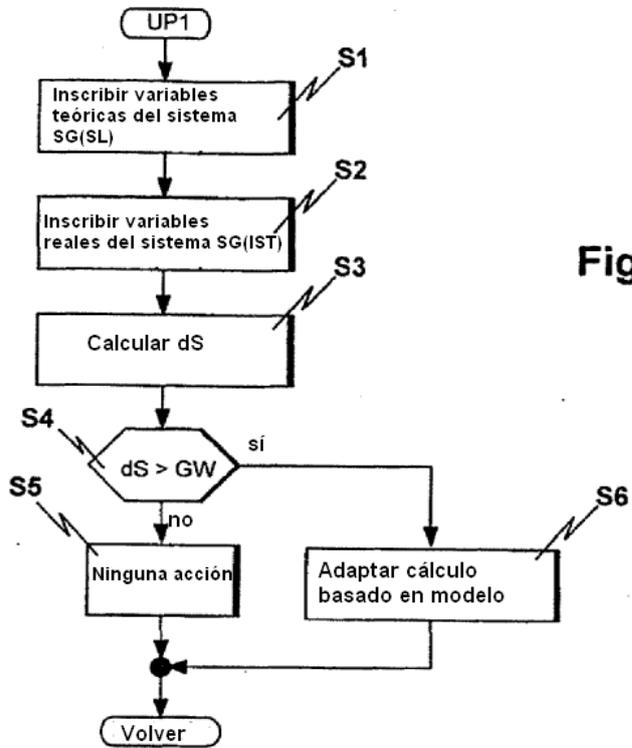


Fig. 3

Fig. 4

