

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 388 655**

51 Int. Cl.:
B60L 15/20 (2006.01)
B60L 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **98122059 .3**
- 96 Fecha de presentación: **20.11.1998**
- 97 Número de publicación de la solicitud: **0921028**
- 97 Fecha de publicación de la solicitud: **09.06.1999**

54 Título: **Disposición para sostener un rotor de motor eléctrico**

30 Prioridad:
21.11.1997 US 66741 P

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
17.10.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
17.10.2012

73 Titular/es:
**BAE SYSTEMS CONTROLS, INC.
600 MAIN STREET
JOHNSON CITY, NY 13790, US**

72 Inventor/es:
**Jones, Christopher Charles y
Grewe, Timothy Michael**

74 Agente/Representante:
Ungría López, Javier

ES 2 388 655 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

Disposición para sostener un rotor de motor eléctrico

- 5 Esta invención se refiere a control de motor eléctrico para bloquear el del rotor cuando no se desea movimiento, y más particularmente al sostenimiento en pendiente de un vehículo accionado eléctricamente.

10 Las consideraciones ambientales hacen deseable hacer uso de vehículos operados eléctricamente. Tales vehículos incluyen uno o más motores de tracción eléctricos acoplados a las ruedas motrices o conductoras del vehículo. El motor(es) de tracción está provisto de energía eléctrica desde una fuente de energía eléctrica, que es generalmente una batería de almacenamiento, o banco de baterías de almacenamiento. La energía eléctrica proporcionada a un motor de tracción es controlada por un operador de tal manera para proporcionar la cantidad deseada de la aceleración. Los motores de tracción son de preferencia motores de corriente alterna, en lugar de motores de corriente directa, porque los motores de corriente directa tienden a tener una vida útil del cepillo limitada y la operación de alta velocidad es difícil debido a las limitaciones del conmutador. Sin embargo, conducir un motor de corriente alterna a partir de una batería requiere un convertidor de corriente continua a corriente alterna, para convertir el voltaje continuo de la batería de almacenamiento a voltaje alterno que puede ser utilizado por el motor de corriente alterna.

20 Cuando un motor de corriente alterna se utiliza como un motor de tracción, su velocidad de rotación ω_m depende de la frecuencia del voltaje alterno aplicado al mismo. Puesto que el motor de tracción está mecánicamente acoplado a un volante, posiblemente por una disposición de engranajes, la velocidad del motor debe ser variada con el fin de variar la velocidad del vehículo. Variar la velocidad del vehículo, entonces, impone un requisito de que el convertidor de corriente directa a corriente alterna tiene un voltaje de salida alterno variable, establecido por los controles del operador. Cabe señalar que, puesto que la frecuencia (f) y la velocidad angular (ω) están relacionadas por una constante, son utilizadas indistintamente en este documento, seleccionando aquellas que mejor se adapten al contexto, un inversor para accionar un motor de frecuencia variable.

30 El documento US 5 376 869 describe un controlador para detectar y compensar retroceso del vehículo. Si se detecta una velocidad opuesta al movimiento del vehículo deseado, el motor es accionado a una magnitud de par de salida como una función no constante de la velocidad de retroceso para contrarrestar el retroceso del vehículo.

35 El documento WO 93/04888 describe un sistema de salvaguarda de retroceso permanentemente activo que acciona el motor en la dirección opuesta apropiada, cuando el pedal del acelerador está en una posición neutra y una vez que se ha comprobado el sentido del motor.

El documento EP 0 780 256 A2 describe un control del par del generador de un vehículo eléctrico.

40 Un vehículo eléctrico de acuerdo con la invención incluye ruedas para al menos la conducción del vehículo, y un motor que incluye un rotor acoplado mecánicamente a las ruedas para que, cuando se energiza, conducir las ruedas y el vehículo. El vehículo lleva una fuente de energía eléctrica. Un control de operador actúa como una fuente de señales de comando de movimiento. Un bucle de control está acoplado a la fuente de señales de comando de movimiento, a la fuente de energía eléctrica, y al motor, para controlar el voltaje y la corriente aplicados al motor con el fin de generar un par motor en respuesta a las señales de comando de movimiento. Un medio de sensor de posición angular se proporciona para detectar una posición angular del rotor. Un dispositivo de control es proporcionado por hacer que el bucle de control controle el par del motor para mantener dicho rotor en la posición angular del rotor en la concurrencia de (a) las señales de comando de movimiento que manda el movimiento cero del vehículo y (b) la velocidad cero del rotor; esta disposición de control está acoplado al bucle de control y la fuente de señales de comando de movimiento.

50 Un procedimiento de sostenimiento en pendiente para un vehículo, comprendiendo dicho procedimiento: propulsar un vehículo usando un motor que incluye un rotor acoplado a medios de accionamiento de rotación; generar una señal de comando de fuerza motriz mediante un control de usuario; acoplar una fuente controlable de accionamiento eléctrico a dicho motor, para que dicha fuente controlable de accionamiento eléctrico controlable genere dicha conducción eléctrica en respuesta a dicha señal de comando de fuerza motriz, para hacer que dicho motor gire con un par seleccionado en respuesta a dicha conducción eléctrica para propulsar de forma controlable dicho vehículo, como un resultado de lo cual, cuando dicha señal de comando de fuerza motriz ordena ningún movimiento, dicha fuente controlable de accionamiento eléctrico no produce dicho accionamiento eléctrico, y dicho motor no produce ningún par, como un resultado adicional de que, cuando dicho vehículo está detenido en una pendiente, dicho motor no proporciona ningún par de retardo que impida la rodadura de dicho vehículo; determinar una posición angular de dicho rotor y dichos medios de accionamiento de rotación, y producir una señal de movimiento representativa del movimiento de dicho vehículo; ordenar a dicha fuente controlable de accionamiento eléctrico sobre la base de dicha señal de movimiento para producir dicho accionamiento eléctrico de una manera que produce un par suficiente en dicho motor para mantener dicho rotor en dicha posición angular, por lo tanto para evitar el movimiento de dicho vehículo durante los períodos en tanto (a) dicha señal de comando de fuerza motriz ordena ningún movimiento del vehículo y (b) dicho movimiento de dicho vehículo es cero.

La FIGURA 1 es un diagrama de bloques simplificado de un vehículo eléctrico de acuerdo con un aspecto de la invención:

La FIGURA 2 es un diagrama de bloques simplificado que ilustra algunos detalles del controlador de potencia de la FIGURA 1;

5 La FIGURA 3 es un diagrama de bloques simplificado que ilustra ciertas porciones del controlador de la FIGURA 1 de acuerdo con un aspecto de la invención;

La FIGURA 4 es un diagrama de bloques simplificado que ilustra los principios de funcionamiento de una porción de la de retención de la posición de la disposición de la FIGURA 3, y

10 La FIGURA 5 es un diagrama de flujo simplificado que ilustra las operaciones lógicas en el controlador de comando para la aplicación de una función de retención en pendiente.

En la FIGURA 1, un vehículo eléctrico 10 incluye al menos una rueda de accionamiento 12 conectada a un motor de tracción eléctrico de voltaje alterno 40, que en una realización de la invención es un motor de corriente alterna de tres fases que incluye un rotor 40r. El motor 40 es preferiblemente un motor-generador, como se conoce, por lo que la energía cinética del movimiento puede ser transformada en energía eléctrica durante el frenado dinámico. Un controlador de potencia 14 está conectado por pasajes de manejo de potencia al motor de tracción 40, a una batería de tracción ilustrada como 20, y a una fuente auxiliar de energía eléctrica que se ilustra como un bloque 16. Como se ilustra en el bloque 16, la fuente auxiliar puede incluir un motor de combustión interna, tales como un motor diesel 18 que acciona un generador eléctrico 22, o puede incluir una celda de combustible 24. Un controlador de comando que se ilustra como un bloque 50 está conectado por medio de pasajes de información al controlador de potencia 14, a la fuente auxiliar 16, y al motor de tracción 40, para controlar el funcionamiento del controlador de potencia 14, de la fuente auxiliar 16, y del motor de tracción 40 en acuerdo con las leyes de control apropiadas.

25 Uno de los tipos más comunes y menos costoso de baterías que es capaz de almacenar energía relativamente alta incluye la batería común plomo/H₂SO₄. Este tipo de batería es adecuado para su uso en un vehículo eléctrico, si se tiene algún cuidado para evitar la aplicación de una corriente de carga al mismo cuando la batería está completamente cargada, para evitar gasificación del electrolito y la generación de calor no deseado, y si puede evitarse la sulfatación.

30 En la FIGURA 1, los indicadores y controles de operador de vehículo 10 se ilustran como un bloque 30. El bloque 30 se ilustra estando conectado por un pasaje bidireccional de datos 31 al comando de control de bloque 50, para la aplicación de los comandos de conducción de comandos del controlador 50, dicho comando de dispositivo 50 a continuación se puede convertir en comandos adecuados para los diferentes elementos de potencia, tales como el controlador de potencia 14, la fuente auxiliar 16, y el motor de tracción 40. El bloque 30 se ilustra también como estando conectado por un pasaje de acceso 32 a los frenos de fricción 36a y 36b, para el control directo de los frenos de fricción por un sistema de frenado hidráulico convencional conectado a un pedal de freno.

40 La FIGURA 2 representa la interconexión de algunos de los elementos de control de potencia 14 de la FIGURA 1 con otros elementos de la FIGURA 1. Más particularmente, el controlador de potencia 14 incluye una disposición de rectificador 26 conectada a la fuente auxiliar 16, para (si es necesario) la conversión de corriente alterna de salida de la fuente auxiliar 16 en voltaje continuo. El controlador de potencia 14 también incluye un sistema de propulsión de control bidireccional, que incluye además un convertidor de corriente continua a corriente alterna 28 acoplado por las conexiones de potencia a la batería 20, a la disposición de rectificador 26, y al motor de tracción 40. Las operaciones del inversor 28, la fuente auxiliar 16, y el motor de tracción 40 están controladas, como se mencionó anteriormente, por el controlador de comando 50. Cabe señalar que, además de que el inversor de corriente continua a corriente alterna 28, el sistema de control de propulsión incluye sensores de voltaje y corriente, para detectar los parámetros de funcionamiento diferentes del motor/generador, la batería, y la fuente eléctrica auxiliar.

50 En el funcionamiento básico de la disposición de las FIGURAS 1 y 2, el controlador de comando (50) controla los conmutadores individuales (no ilustrados) de inversor 28 con comandos modulados de ancho de pulso, que resultan en la generación, en ese puerto 28m del inversor 28 que está acoplado a la motor de tracción 40, de una aproximación de una voltaje alterna que tiene una frecuencia y magnitud seleccionadas. En una realización preferida de la invención, el inversor es un campo de tipo de comandos orientado (FOC) y el motor de tracción es igualmente un motor de inducción FOC. La frecuencia y magnitud del accionamiento de corriente alterna mandado al motor de tracción 40 se seleccionan para accionar el motor con una corriente de tracción seleccionada a una velocidad del motor seleccionada. En general, el motor de tracción 40 produce una fuerza contraelectromotriz que aumenta con la velocidad del motor creciente, y el inversor debe producir (bajo el control de comando del controlador 50) un voltaje alterno que aumenta en magnitud con el aumento de la frecuencia de voltaje alterno con el fin de mantener la misma corriente de accionamiento del motor de tracción. El motor gira a una frecuencia consistente con la frecuencia de comando de la salida del inversor. También en el funcionamiento básico de un vehículo eléctrico tal como el de las FIGURAS 1 y 2, ambos de frenado dinámico y se puede realizar el frenado de fricción. El frenado dinámico se prefiere con mucho, dado que la energía (cinética) inherente en el movimiento del vehículo es recuperada, por el funcionamiento del motor de tracción como un generador eléctrico, a medida que el vehículo se hace más lento. Durante estos intervalos en los cuales se produce el frenado dinámico, el inversor de corriente continua a corriente alterna 28 de la FIGURA 2, operando en una segunda o dirección de regeneración, convierte el voltaje alterno producido por el motor de tracción 40 en un voltaje continuo que carga la batería de tracción 20. Además, cuando el

vehículo eléctrico es un vehículo eléctrico híbrido, incluyendo la fuente auxiliar eléctrica 16, la fuente auxiliar puede ser operada durante el funcionamiento del vehículo para reponer las baterías y/o para proporcionar algo de la energía de tracción, dependiendo de las órdenes del controlador de comando 50.

5 La FIGURA 3 es un diagrama de bloques simplificado que ilustra el funcionamiento del controlador 50 de la FIGURA 1 de acuerdo con un aspecto de la invención. En la FIGURA 3, el bloque de control de usuario 30 incluye un "acelerador" o el control del acelerador (ilustrado incluyendo un potenciómetro eléctrico), que el usuario comanda en una forma convencional con el fin de producir señales de comando que representan el movimiento deseado del vehículo. Estas señales de comando T_{CMD} representan el par deseado del motor 40. Las señales de comando T_{CMD} se aplican sobre un pasaje de la señal a un terminal 314a de un solo polo, interruptor de doble tiro 314. Aunque el interruptor 314 se ilustra mediante un símbolo para un interruptor mecánico, los expertos en la técnica saben que están significados sus homólogos electrónicos. En la posición del conmutador 314 ilustrada por una línea discontinua, las señales de comando T_{CMD} están acopladas a un controlador de orientación de campo (FOC) 316, ilustrada como una parte de comando del controlador 50. El controlador FOC 316 es un tipo convencional de controlador de motor, bien conocido en la técnica. Las señales de comando producidas por el controlador FOC 316 incluyen las señales de accionamiento del inversor de ancho de pulso modulado, que se aplican al poder controlador 14 para generar la forma de onda deseada de corriente alterna a la frecuencia deseada. Las señales FOC producidas por el controlador 316 representan los voltajes, corrientes y frecuencias que se requieren para generar el par ordenado del motor 40. El voltaje alterno de salida del control de potencia 14 se aplica al motor 40, lo que produce el par.

Tal como se ha descrito hasta ahora, los comandos del par del operador T_{CMD} controlan el motor 40 de manera tal de propulsar el vehículo con la aceleración deseada. Cuando el vehículo se detiene, la señal de comando de par se ajusta a cero, mediante la eliminación de un pie del "acelerador", y el vehículo puede entonces ser frenado a una parada, preferiblemente de forma dinámica, o con frenos de fricción. En un vehículo convencional propulsado por un solo motor de combustión interna, el convertidor de torsión en la transmisión automática puede seguir proporcionando par cuando el vehículo está inmóvil, de modo que el operador no puede ser requerido a mantener el frenado para impedir el movimiento del vehículo en una pendiente. En un vehículo eléctrico tal como se ha descrito hasta ahora, no hay par disponible desde el motor de tracción cuando el operador no comanda movimiento, porque los comandos de par T_{CMD} son cero en ese caso. En una pendiente, el vehículo puede tender a rodar bajo el impulso de la gravedad, ya que el motor no proporciona par. De acuerdo con un aspecto de la invención, el bucle de control de tracción del motor se cambia, bajo ciertas circunstancias, de par o de control de voltaje/corriente en el modo de funcionamiento "vehículo en movimiento" a un modo de control de posición. En particular, el modo de control de posición se introduce cuando hay una concurrencia o la aparición simultánea de (a) los comandos de par T_{CMD} a partir de los controles de usuario que están en un valor que representa par nulo, y (b) el vehículo o la velocidad del motor es cero. La ventaja de esta disposición es que las leyes de control del vehículo controlan el motor para suministrar el par requerido cuando el vehículo está en movimiento; cuando el vehículo está autorizado en punto muerto hacia una parada, o se frena activamente hacia una parada, la señal de comando del par T_{CMD} está por necesidad en cero, pero el vehículo se está moviendo todavía. Cuando la velocidad del vehículo llega a cero, las leyes de control cambian a un control de posición, de modo que la señal del par ordenado, que representa par cero, se sustituya por una señal de posición ordenada que representa cambio de posición cero. Esto, en efecto, reajusta las leyes de control de una manera que proporciona un par para mantener el rotor del motor en una posición fija.

En la FIGURA 3, la posición angular del rotor θ está determinada por las determinaciones de software, o si no por las determinaciones de software a continuación, por un sensor ilustrado en líneas de trazos como 340. Aunque generada, una señal que representa la posición angular del rotor θ está acoplada sobre una trayectoria de señal 318 para el controlador de comando 50. La posición angular θ del rotor del motor 40 está acoplada a una disposición de retención de posición ilustrada como un bloque 312, que recibe la señal de posición de rotación del rotor θ del pasaje de la señal 318 y una señal de posición del rotor de velocidad cero fija, por medio de un pasaje de señal 311, a partir de un bloque 310. La disposición de retención de posición 312 produce señales de control de posición que son sustituidas por las señales de comando de par aplicado al controlador FOC 316, para producir con ello las señales de control para las partes de potencia 14 del vehículo que tienden a mantener el vehículo en su posición, sin movimiento, para el par motor disponible.

55 La FIGURA 4 es un diagrama de bloques simplificado que ilustra una porción del sistema de control para la retención de posición o retención en pendiente de acuerdo con un aspecto de la invención. En la FIGURA 4, la señal de posición cero comandada, que puede ser arbitrariamente seleccionada, se aplica sobre trayectoria de la señal 311 a un puerto de entrada no inversora (+) de un sumador operado como un generador de señal de error 410. El sumador 410 resta de la señal de posición cero aplicada a su puerto de entrada no inversora una señal, que representa la actual posición del rotor angular θ , que se aplica desde el pasaje de realimentación de la señal 318, por medio de un pasaje de señal 418, al puerto de entrada inversora (-) del verano. La señal de error de posición angular del rotor resultante varía con la posición de rotación del rotor. La señal de error de posición angular del rotor se aplica desde circuito sumador 410 al bloque 412, que representa la conversión de los ciclos recurrentes de posición de rotación en una posición de rampa a largo plazo, lo que representa el ángulo sobre una pluralidad de revoluciones del rotor del motor 40. La información de la posición angular se aplica a un controlador o filtro de bucle proporcional-integral (PI), bien conocido en la técnica a partir del cual un par de demanda de la señal $T\theta$ se genera

para la aplicación al terminal B del conmutador 314 de la FIGURA 3.

La FIGURA 5 es un diagrama de flujo simplificado que ilustra la lógica realizada en los controladores de vehículos para controlar el funcionamiento de la función de retención en pendiente. En la figura 5, la lógica comienza en un bloque de inicio 510, y procede a un bloque de decisión 512, que determina si tanto $\theta_{\text{RETROALIMENTACIÓN}}$ y T_{CMD} son ambos cero. Si no, el vehículo no está en un estado en el cual la retención en pendiente es apropiada, y la lógica deja el bloque de decisión 514 por la salida de NO, y procede por vía de un pasaje lógico 516 a un bloque 518. El bloque 518 representa el funcionamiento del interruptor de 314 para conectar el elemento interruptor móvil a la terminal A. Esto, como se recordará, es la condición en la que el comando de par "acelerador" T_{CMD} controla el par del motor. La lógica deja el bloque 518 y procede por vía de un pasaje lógico 519 a un bloque adicional 520, que representa la aplicación del valor de la corriente de comando de par T_{CMD} al controlador FOC 316 de la FIGURA 3. Desde el bloque 520, la lógica fluye a través de una ruta lógica 522 de vuelta al bloque de decisión 514, para comenzar otra iteración a través de la lógica de la FIGURA 5. El flujo lógico continúa alrededor del bucle de la manera anteriormente descrita hasta el momento en que el vehículo está parado intencionalmente, en cuyo momento la señal de "acelerador" representará par cero, y la velocidad del vehículo llega a cero. En el instante en que la velocidad del vehículo llega a cero, la lógica deja el bloque de decisión 514 por la salida SÍ, y llega a un bloque 524. El bloque 524 representa establecer una variable lógica de θ_{CMD} para igualar el valor en ese momento de la señal de $\theta_{\text{RETROALIMENTACIÓN}}$ de la FIGURA 4. Desde el bloque 524 de la FIGURA 5, la lógica fluye a un bloque 526, que representa el rendimiento de las funciones representadas por la FIGURA 4, para producir el mandado par T_{θ} requerido para mantener la posición deseada θ . Desde el bloque 526, la lógica fluye a un bloque adicional 528, que representa "lanzar" el conmutador 314 de la FIGURA 3 a su posición alternativa, en la cual el elemento móvil contacta el terminal B. Esta acción acopla el comando de par T_{θ} al controlador FOC 316, para aplicar el par deseado del motor 40. Desde el bloque 528 de la FIGURA 5, la lógica fluye a través de la trayectoria de la lógica 519 hacia el bloque 520, que representa el uso de la señal de comando de par T_{θ} por el controlador FOC 316.

Otras realizaciones de la invención serán evidentes para los expertos en la técnica. Por ejemplo, mientras que una señal de comando puede decirse que es "cero", el software es capaz de interpretar una señal que tiene un valor finito como cero.

REIVINDICACIONES

1. Vehículo eléctrico (10), que comprende:

- 5 ruedas (12) para por lo menos conducir dicho vehículo (10);
un motor (40) incluyendo un rotor acoplado mecánicamente a dichas ruedas (12) para, cuando se energiza,
accionar dichas ruedas (12) y dicho vehículo (10);
una fuente de energía eléctrica (16, 20);
una fuente de señales de comando de movimiento (30, 50), y
10 un bucle de control acoplado a dicha fuente de señales de comando de movimiento (30, 50), a dicha fuente
de energía eléctrica (16, 20), y dicho motor (40), para controlar el voltaje y la corriente aplicados a dicho motor
(40) con el fin de generar el par de dicho motor (40) en respuesta a dichas señales de comando de
movimiento;
caracterizado por
15 medios de detección de posición angular (340) para detectar una posición angular de dicho rotor (40r);
medios de control (14) conectados a dicho bucle de control y a dicha fuente de señales de comando de
movimiento, para causar dicho bucle de control para controlar el par de dicho motor (40) para mantener la
posición angular de dicho rotor (40r) sobre la concurrencia de (a) señales de comando de movimiento
comandando cero movimiento de dicho vehículo (10) y (b) la velocidad cero de dicho rotor.

2. Procedimiento de retención en pendiente para un vehículo (10), comprendiendo dicho procedimiento:

- propulsar un vehículo (10) utilizando un motor (40) incluyendo un rotor acoplado a medios de accionamiento
de rotación (12);
25 generar una señal de comando de fuerza motriz por un control de usuario (30);
acoplar una fuente controlable de accionamiento eléctrico (16, 20) a dicho motor (40), para que dicha fuente
controlable de accionamiento eléctrico (16, 20) genere de forma controlable dicho accionamiento eléctrico en
respuesta a dicha señal de comando de fuerza motriz, para hacer que dicho motor (40) gire con un par
seleccionado en respuesta a dicho accionamiento eléctrico para propulsar de forma controlable dicho vehículo
(10), como resultado de lo cual, cuando dicha señal de comando de fuerza motriz ordena ningún movimiento,
30 dicha fuente controlable de accionamiento eléctrico (16, 20) no produce dicho accionamiento eléctrico, y dicho
motor (40) no produce ningún par, como un resultado adicional de que, cuando dicho vehículo (10) se detiene
en una pendiente, dicho motor (40) no proporciona par de retardo para evitar la rodadura de dicho vehículo
(10);
35 determinar una posición angular de uno de dicho rotor y dicho medio de accionamiento de rotación (12), y
producir una señal representativa de movimiento de movimiento de dicho vehículo (10);
comandar dicha fuente controlable de accionamiento eléctrico (16, 20) sobre la base de dicha señal de
movimiento para producir dicho accionamiento eléctrico de una manera que produce un par suficiente en
dicho motor (40) para mantener dicho rotor en dicha posición angular, por lo tanto para evitar el movimiento
40 de dicho vehículo (10) durante los períodos en tanto (a) dicha señal de comando de fuerza motriz ordena
ningún movimiento del vehículo (10) y (b) dicho movimiento de dicho vehículo (10) es cero.

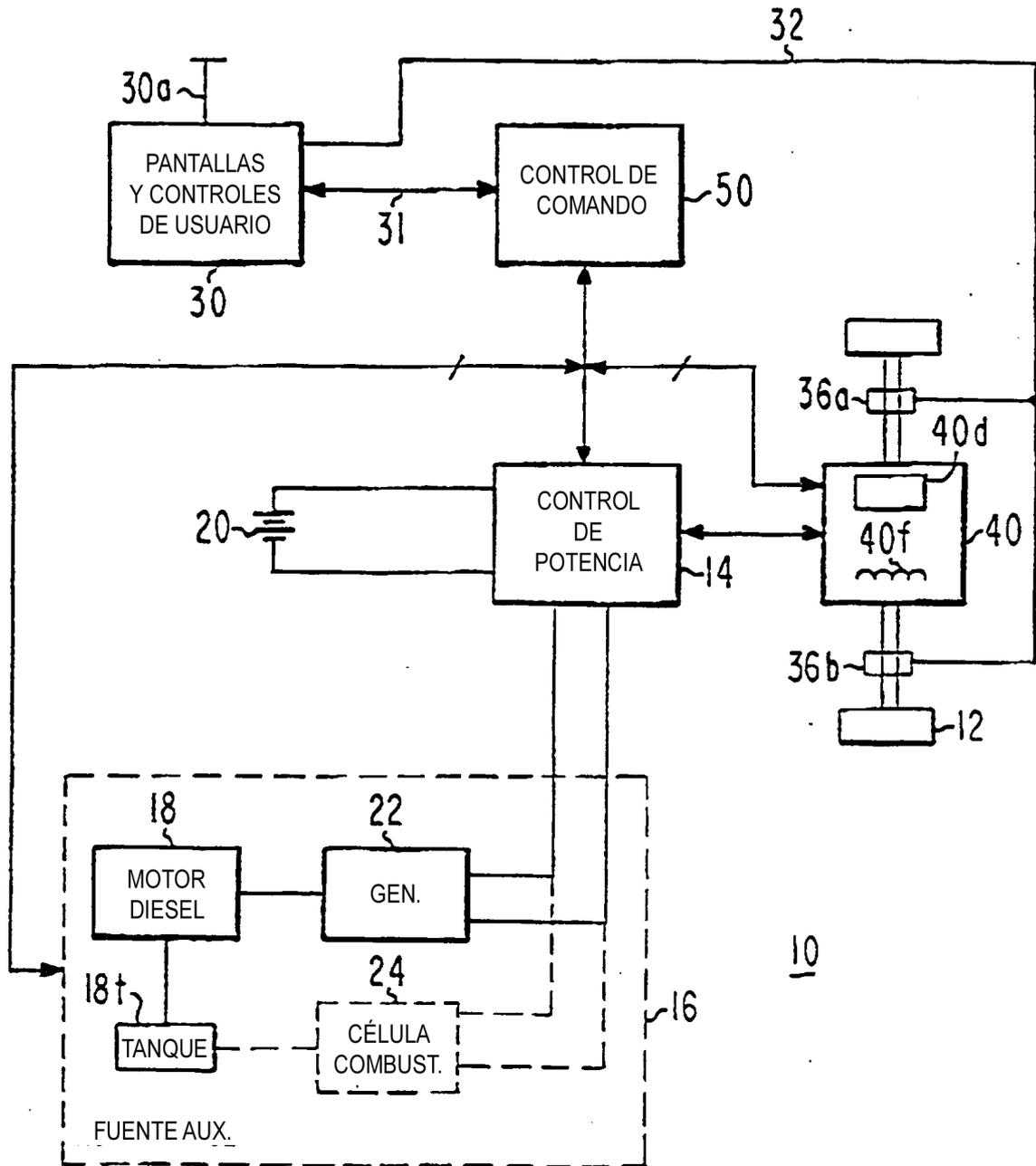


Fig. 1

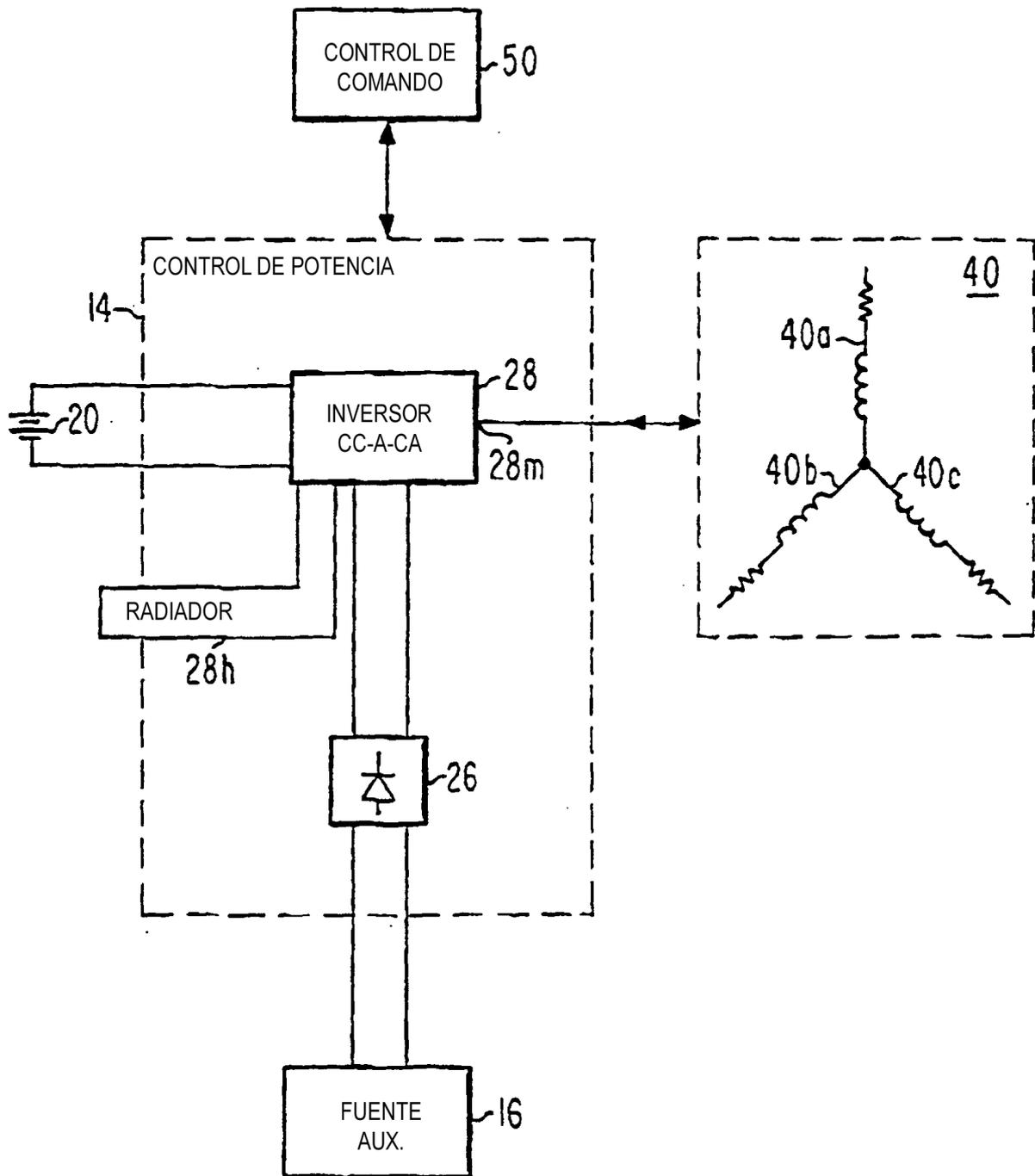


Fig. 2

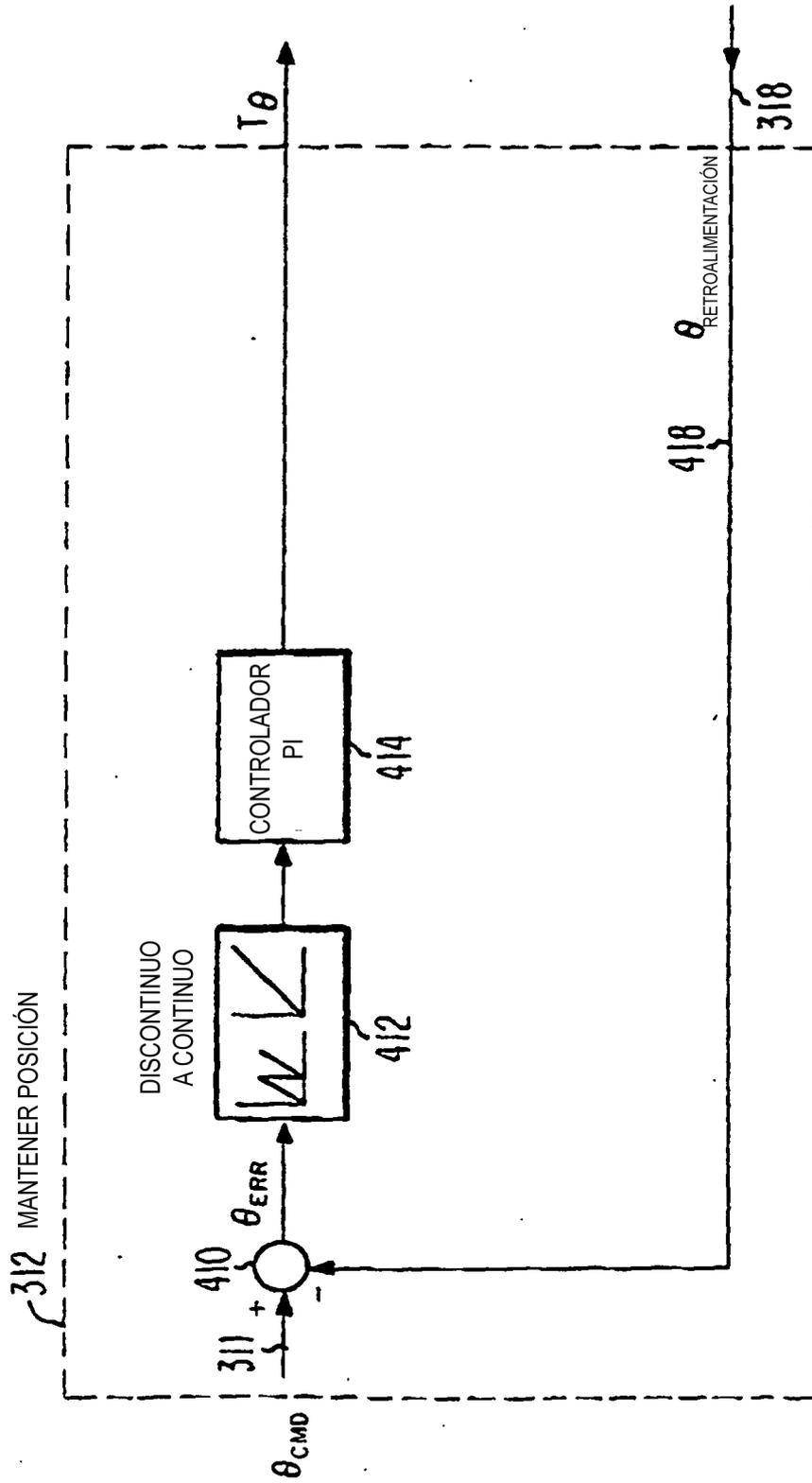


Fig. 4

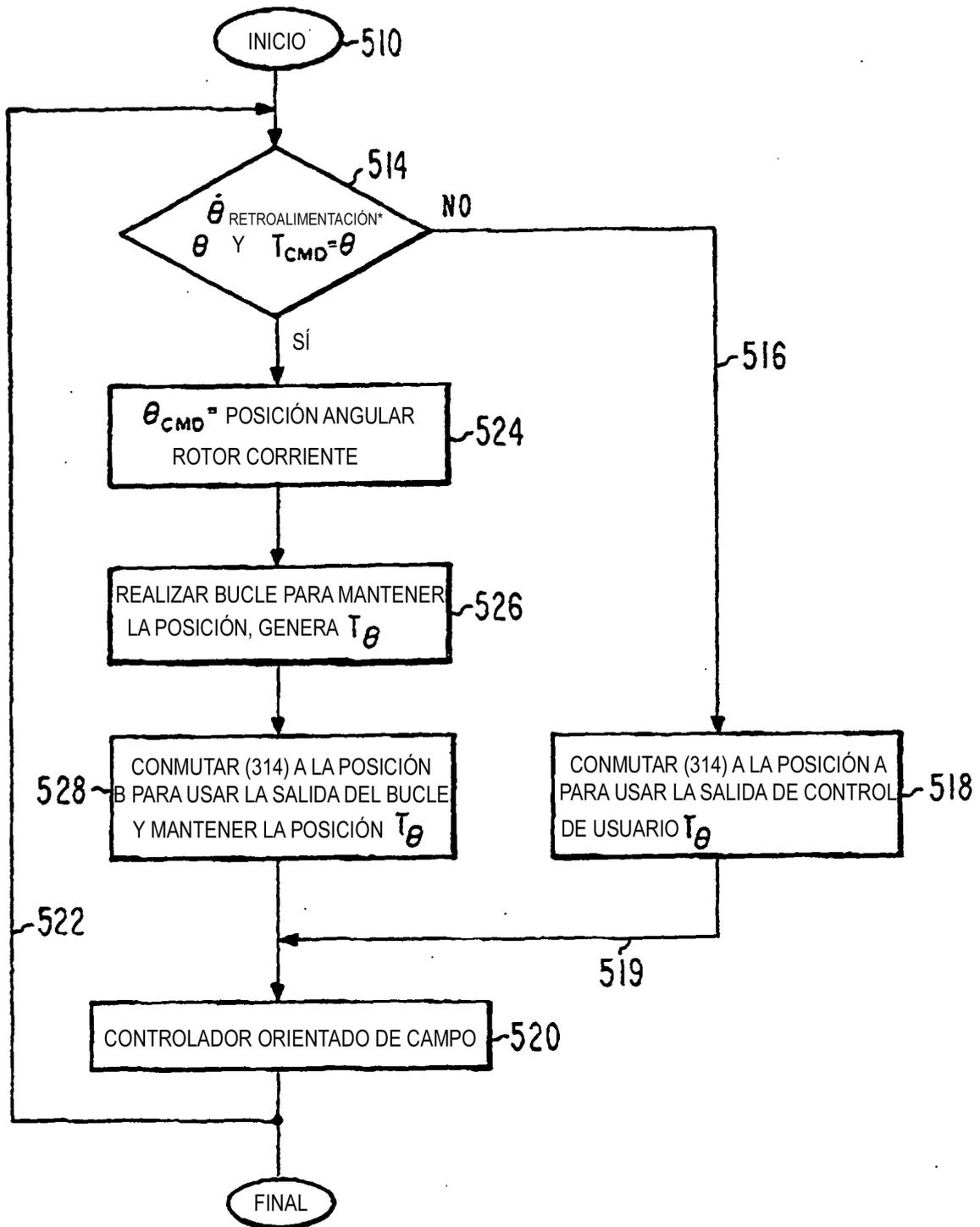


Fig. 5