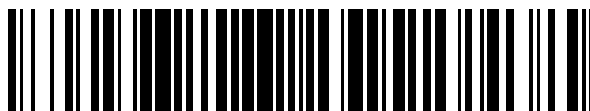


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 391 420**

51 Int. Cl.:

B61K 9/12 (2006.01)

G01B 7/12 (2006.01)

H02P 21/00 (2006.01)

H02P 27/04 (2006.01)

B60L 9/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07830057 .1**

96 Fecha de presentación: **18.10.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **2196378**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **16.06.2010**

54

Título: **Instrumento de medición del diámetro de rueda para vehículo eléctrico**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
26.11.2012

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
26.11.2012

73

Titular/es:
MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION (100.0%)
7-3, MARUNOUCHI 2-CHOME CHIYODA-KU
TOKYO 100-8310, JP

72

Inventor/es:
KONO, MASAKI y
KITANAKA, HIDETOSHI

74

Agente/Representante:
UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 391 420 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

Instrumento de medición del diámetro de rueda para vehículo eléctrico

5 Campo técnico

Esta invención se refiere a un aparato de medición del diámetro de rueda de un vehículo eléctrico y, particularmente, es un aparato de medición del diámetro de rueda de un vehículo eléctrico usado en un automóvil eléctrico, un vehículo de ferrocarril, etc. al cual se adapta un motor síncrono.

10

Técnica antecedente

Las características del preámbulo de la reivindicación 1 se describen en el documento CH-A-688728.

15 En las ruedas de un vehículo eléctrico tiene lugar una mínima diferencia en el diámetro entre cada una de las ruedas por el desgaste durante los recorridos y en caso de suponer que el par de un motor eléctrico sea constante, la aceleración de la rueda cuyo diámetro se haya hecho más pequeño se hace aparentemente más grande. Para controlar establemente el vehículo eléctrico en el que la aceleración y deceleración cambian aparentemente, se ha implementado convencionalmente la estimación y corrección del diámetro de rueda a partir de la velocidad de rotación de cada una de las ruedas (por ejemplo, véase la Referencia de Patente 1).

20

Por otro lado, desde el punto de vista de la mejora y facilidad de mantenimiento, fiabilidad o miniaturización, no se usa un sensor de velocidad para la detección de una velocidad de rotación de un eje de tracción de un motor eléctrico para el accionamiento de un vehículo eléctrico en el control vectorial sin sensor de velocidad aplicado al vehículo eléctrico en años recientes. Como resultado, se ha propuesto la corrección de un diámetro de rueda mediante la estimación de una velocidad de rotación en un tiempo predeterminado mientras se aumenta o disminuye una orden de intensidad de par (por ejemplo, véase la Referencia de Patente 2).

25

Referencia de Patente 1: JP-A-60-210101 (Fig. 1)

30

Referencia de Patente 2: JP-A-2005-312126 (Página 6, Fig. 1)

Descripción de la invención

Problemas que la invención ha de resolver

35

En el aparato de medición de diámetro de rueda convencional usado en la corrección de un diámetro de rueda, se basa en la premisa de la aplicación de un motor de inducción a un vehículo eléctrico y particularmente en el control vectorial sin sensor de velocidad, se estima una velocidad de rotación de un eje de tracción usando una frecuencia de deslizamiento peculiar al motor de inducción, de modo que no se podría usar tal como está en un vehículo eléctrico al que, por ejemplo, se aplica un motor síncrono.

40

Esto es, en el vehículo eléctrico del control vectorial sin sensor de velocidad accionado por el motor síncrono, no se podría aplicar un método de estimación de diámetro de rueda convencional y existe el problema de que es difícil implementar un control de vehículo eléctrico similar al caso de aplicación del motor de inducción.

45

La invención se ha implementado para resolver el problema tal como se ha descrito anteriormente y un objeto de la invención es proporcionar un aparato de medición del diámetro de rueda capaz de la medición con precisión de un diámetro de rueda de un vehículo eléctrico que se pueda suministrar a una corrección del diámetro de rueda particularmente en un vehículo eléctrico de control vectorial sin sensor de velocidad al que se adapta un motor síncrono.

50

Medios para resolver los problemas

La invención se define por las características de la reivindicación 1. Un aparato de medición del diámetro de rueda para un vehículo eléctrico de acuerdo con la invención es un aparato para la medición del diámetro de rueda de un vehículo eléctrico que comprende un motor síncrono accionado por un convertidor eléctrico de potencia para la conversión de una tensión de c.c. en una tensión de c.a. y comprende un detector de tensión para la detección de una tensión de c.a. generada por un campo magnético del motor síncrono durante el deslizamiento del vehículo eléctrico en el que el convertidor eléctrico de potencia se detiene y una parte de cálculo para el cálculo del diámetro de rueda de una rueda accionada por el motor síncrono a partir de la tensión de c.a. detectada por detector de tensión y la información de velocidad del vehículo eléctrico.

60

Ventaja de la invención

De acuerdo con un aparato de medición del diámetro de rueda de la invención, particularmente en un vehículo eléctrico de control vectorial sin sensor de velocidad al que se adapta el motor síncrono, se puede medir con

65

precisión un diámetro de rueda, de modo que se puede realizar un control estable del vehículo eléctrico.

Breve descripción de los dibujos

- 5 [Fig. 1] La Fig. 1 es un diagrama de configuración de un aparato de medición del diámetro de rueda de un vehículo eléctrico de acuerdo con una primera realización de la invención.
 [Fig. 2] la Fig. 2 es un diagrama de configuración de una parte de cálculo de acuerdo con la primera realización de la invención.
 10 [Fig. 3] la Fig. 3 es un diagrama de configuración de un compensador de desviación de acuerdo con la primera realización de la invención.
 [Fig. 4] la Fig. 4 es un diagrama de operación que muestra una operación del compensador de desviación de acuerdo con la primera realización de la invención.
 [Fig. 5] la Fig. 5 es un diagrama de configuración de un calculador de velocidad de acuerdo con la primera realización de la invención.
 15 [Fig. 6] la Fig. 6 es un diagrama de configuración de un calculador del diámetro de rueda de acuerdo con la primera realización de la invención.
 [Fig. 7] la Fig. 7 es un diagrama de configuración de un detector de fallo de acuerdo con la primera realización de la invención.
 20 [Fig. 8] la Fig. 8 es un diagrama de funcionamiento que muestra un funcionamiento del detector de fallo de acuerdo con la primera realización de la invención.
 [Fig. 9] la Fig. 9 es un diagrama de configuración de una parte de cálculo de un aparato de medición del diámetro de rueda de acuerdo con una segunda realización de la invención
 [Fig. 10] la Fig. 10 es un diagrama de configuración de un calculador de velocidad de acuerdo con la segunda realización de la invención.
 25 [Fig. 11] la Fig. 11 es un diagrama de configuración de un detector de fallo de acuerdo con la segunda realización de la invención.
 [Fig. 12] la Fig. 12 es un diagrama de configuración de un aparato de medición del diámetro de rueda de un vehículo eléctrico de acuerdo con una tercera realización de la invención.
 30 [Fig. 13] la Fig. 13 es un diagrama de configuración de una parte de cálculo de acuerdo con la tercera realización de la invención.
 [Fig. 14] la Fig. 14 es un diagrama de configuración de un calculador de velocidad de acuerdo con la tercera realización de la invención.
 [Fig. 15] la Fig. 15 es un diagrama de configuración de un detector de fallo de acuerdo con la tercera realización de la invención.
 35 [Fig. 16] la Fig. 16 es un diagrama de configuración del aparato de medición del diámetro de rueda del vehículo eléctrico de acuerdo con la tercera realización de la invención.
 [Fig. 17] la Fig. 17 es un diagrama de configuración de un aparato de medición del diámetro de rueda de un vehículo eléctrico de acuerdo con una cuarta realización de la invención.
 40 [Fig. 18] la Fig. 18 es un diagrama de configuración de una parte de corrección del diámetro de rueda de acuerdo con la cuarta realización de la invención.

Descripción de los números y signos de referencia

- | | |
|-----------------|--|
| 1 | CONVERTIDOR ELÉCTRICO DE POTENCIA |
| 45 1u, 1v, 1w | TERMINAL DE CONEXIÓN |
| 2 | MOTOR SÍNCRONO |
| 2u, 2v, 2w | TERMINAL DE CONEXIÓN |
| 3, 3a, 3b | APARATO DE MEDICIÓN DEL DIÁMETRO DE RUEDA |
| 4, 4a, 4b, 4c | DETECTOR DE TENSIÓN |
| 50 5, 5a, 5b | PARTE DE CÁLCULO |
| 6 | PANTÓGRAFO |
| 7a, 7b | RUEDA |
| 8 | DETECTOR DE VELOCIDAD |
| 9, 9u, 9v, 9w | CABLEADO |
| 55 10, 10a, 10b | FILTRO |
| 20, 20a, 20b | COMPENSADOR DE DESVIACIÓN |
| 21 | CALCULADOR DE LA CANTIDAD DE DESVIACIÓN |
| 22 | DISPOSITIVO DE DECISIÓN DE PARADA |
| 23 | DISPOSITIVO DE MEDICIÓN DEL TIEMPO DE PARADA |
| 60 24a, 24b | DISPOSITIVO DE CONMUTACIÓN |
| 25 | INTEGRADOR |
| 26 | DIVISOR |
| 27 | RESTADOR |
| 30 | CALCULADOR DE VELOCIDAD |
| 65 31 | DIFERENCIADOR DOBLE |
| 32 | DIVISOR |

33	MULTIPLICADOR
34	EXTRACTOR DE RAÍZ CUADRADA
35	FILTRO
40	CALCULADOR DEL DIÁMETRO DE RUEDA
5 41	DIVISOR
42	MULTIPLICADOR
50	DETECTOR DE FALLO
51a,51b,51c,51d,51e	DISPOSITIVO DE VALOR ABSOLUTO
52,52a,52b	FILTRO
10 53,53a,53b	COMPARADOR MENOR QUE
54	COMPARADOR MAYOR QUE
55,55a,55b	DISPOSITIVO DE PRODUCTO LÓGICO (AND)
60	CALCULADOR DE VELOCIDAD
61a,61b	DIFERENCIADOR DOBLE
15 62	MULTIPLICADOR
63	MULTIPLICADOR
64	DISPOSITIVO DE RAÍZ CUADRADA
65	FILTRO
70	DETECTOR DE FALLO
20 71	COMPARADOR MENOR QUE
80	CALCULADOR DE VELOCIDAD
81	CONVERTIDOR $\alpha\beta$
82a,82b	MULTIPLICADOR
83	SUMADOR
25 84	EXTRACTOR DE RAÍZ CUADRADA
85	DIVISOR
90	DETECTOR DE FALLO
91	DISPOSITIVO DE PRODUCTO LÓGICO (AND)
100	PARTE DE CORRECCIÓN DEL DIÁMETRO DE RUEDA
30 101	DIVISOR
102	LIMITADOR
103	MULTIPLICADOR
110	CONTROLADOR

35 Mejor modo de realizar la invención

Primera realización

La invención se describirá en detalle en el presente documento en base a los dibujos que muestran su realización.

40 La Fig. 1 es un diagrama de configuración que muestra una configuración de un aparato de medición del diámetro de rueda de un vehículo eléctrico en la primera realización de la invención. En la Fig. 1, un convertidor eléctrico de potencia 1 convierte una tensión de c.c. suministrada desde un pantógrafo 6 en una tensión de c.a. y suministra la tensión a un motor síncrono 2. En la presente realización, el motor síncrono 2 debe ser un motor síncrono de imán permanente para la producción de un campo magnético mediante un imán permanente fijado a un rotor, pero no está limitado a éste. Un aparato de medición del diámetro de rueda 3 se realiza a partir de un detector de tensión 4 para la detección de una tensión de c.a. de este convertidor eléctrico de potencia 1 y el motor síncrono 2 y una parte de cálculo 5 para el cálculo de un diámetro de rueda mediante la tensión de c.a. detectada.

50 Una rueda 7b es una rueda de tracción conectada al motor síncrono 2 a través de un engranaje y un eje (no mostrados), y una rueda 7a es una rueda no de tracción que no se conecta al motor síncrono 2 directamente y que está equipada con un detector de velocidad 8 para la detección de una velocidad de esta rueda no de tracción. El detector de velocidad 8 puede ser un detector de velocidad dispuesto en un dispositivo de seguridad o un dispositivo de freno que no esté conectado al motor síncrono 2 o un detector de velocidad para la medición de la velocidad del vehículo para un indicador de velocidad de una cabina en la delantera del vehículo en el caso de, por ejemplo, un vehículo eléctrico.

60 Las terminales de conexión respectivos 1u, 1v, 1w de una fase U, una fase V, una fase W del lado de c.a. del convertidor de potencia 1 se conectan a los terminales de conexión respectivos 2u, 2v, 2w de una fase U, una fase V, una fase W del motor síncrono 2 mediante el cableado 9 (compuesto de 9u, 9v, 9w). En este caso, el detector de tensión 4 se conecta al terminal de conexión 1u de la fase U y al terminal de conexión 1v de la fase V del lado de c.a. del convertidor eléctrico de potencia y detecta una tensión de línea Vuv entre U y V aplicada al motor síncrono 2, pero no está limitado a esto y el detector de tensión 4 podría detectar la tensión de línea aplicada al motor síncrono 2.

65

La Fig. 2 es un diagrama de configuración que muestra una configuración de la parte de cálculo 5 en la primera realización de la invención. Como se muestra en la Fig. 2, en la parte de cálculo 5, la tensión de línea Vuv introducida desde el detector de tensión 4 se introduce primero en un filtro 10 y se elimina el ruido innecesario obviamente mayor que el número de rotaciones del motor síncrono 2 y la tensión de línea Vuv se convierte en un valor de salida Vuv-f. El valor de salida Vuv-f se introduce en un calculador de velocidad 30 como un valor de salida Vuv-of después de se elimine adicionalmente una influencia de una tensión de desviación del detector de tensión 4 mediante un compensador de desviación 20. A continuación, en el calculador de velocidad 30, se calcula una frecuencia angular de rotación ω a partir de Vuv-of y se obtiene un resultado de cálculo para un calculador del diámetro de rueda 40 como Vvf. En el calculador del diámetro de rueda 40, se calcula un diámetro de rueda D mediante esta Vvf y una información de velocidad V detectada por el detector de velocidad 8.

A continuación, se describirá un funcionamiento del aparato de medición del diámetro de rueda construido como se ha mencionado anteriormente.

Primero, durante el deslizamiento de un vehículo eléctrico en el que el convertidor eléctrico de potencia 1 se detiene, se detecta una tensión de línea Vuv entre U y V generada mediante la producción de un campo magnético por un imán permanente fijado a un rotor del motor síncrono 2, mediante el detector de tensión 4. En el vehículo eléctrico, se genera el par con el funcionamiento del convertidor eléctrico de potencia 1, de modo que puede tener lugar un mínimo vacío y deslizamiento en una rueda de tracción y el convertidor eléctrico de potencia 1 se puede detener deseablemente para medir un diámetro de rueda con elevada precisión.

La tensión de línea Vuv entre U y V detectada por el detector de tensión 4 se introduce en el filtro 10 y se elimina el ruido innecesario. Aquí, el filtro 10 se puede construir como una función de retardo de primer orden como se muestra en la Fig. 2. En este caso, se fija la constante de tiempo T de modo que se pueda eliminar una frecuencia de 10 veces o más el número máximo de rotaciones del motor síncrono 2. Por ejemplo, cuando el número máximo de rotaciones del motor síncronos 2 es de 300 Hz, el ruido innecesario se puede eliminar cuando la constante de tiempo T del filtro 10 se fija como se muestra en la Fórmula (1).

[Fórmula matemática 1]

$$T = \frac{1}{2 \cdot p \cdot 300 \times 10} \dots (1)$$

La Fig. 3 es un diagrama de configuración que muestra una configuración del compensador de desviación 20 en la primera realización de la invención. Como se muestra en la Fig. 3, el compensador de desviación 20 está compuesto de un calculador 21, un dispositivo de decisión de parada 22 y un dispositivo de medición del tiempo de parada 23 y realiza una corrección de modo que una tensión de salida se hace cero cuando la tensión de entrada es cero. Cuando la información de velocidad V y el valor de salida Vuv-f del filtro 10 se introducen y el motor síncrono no gira, se calcula una cantidad de desviación promedio ofav del detector de tensión 4 y la cantidad de desviación promedio ofav se resta de Vuv-f y, de ese modo, se puede eliminar la influencia de la cantidad de desviación. En consecuencia, se puede eliminar la influencia de la tensión de desviación del detector de tensión 4 y se puede calcular una velocidad precisa.

La Fig. 4 es un diagrama de funcionamiento que muestra un funcionamiento del compensador de desviación 20 en la primera realización de la invención. El funcionamiento del compensador de desviación 20 se describirá en el presente documento a continuación usando las Figs. 3 y 4.

En primer lugar, en un estado 1 antes de realizar la compensación de la desviación, un valor de tensión Vuv-f introducido en el compensador de desviación 20 queda desequilibrado hacia arriba y abajo por la influencia de la desviación del detector de tensión 4 como se muestra en la Fig. 4. En este estado, un dispositivo de conmutación 24a de la Fig. 3 tiene un conmutador en el lado de 0 (cero) y las salidas tanto de un integrador 25 como de un divisor 26 se hacen cero. Cuando la información de la velocidad V no es cero, el dispositivo de decisión de parada 22 establece un valor de salida V22 en 0 y produce la salida del valor de salida V22 hacia los dispositivos de conmutación 24a, 24b y el dispositivo de medición del tiempo de parada 23. Además, en el estado 1, un interruptor del dispositivo de conmutación 24b está en el lado de salida del divisor 26.

A continuación, el convertidor eléctrico de potencia 1 se detiene y la información de velocidad V disminuye gradualmente y en el caso de llegar a un estado 2 en el que la información de velocidad V se hace cero, la información de velocidad V=0 se introduce en el dispositivo de decisión de parada 22 y se produce la salida del valor de salida V22=1. A continuación, en el dispositivo de conmutación 24a al que se introduce el valor de salida V22, el conmutador se conmuta desde el lado 0 (cero) a lado en el que se introduce Vuv-f y, por otro lado, el conmutador se conmuta al lado 0 (cero) en el dispositivo de conmutación 24b.

El dispositivo de medición del tiempo de parada 23 mide el tiempo en el que el motor síncrono está parado mediante la introducción de V22=1. Como ejemplo de medio para la medición del tiempo de parada, un valor de entrada al

dispositivo de medición del tiempo de parada 23 es 1, de modo que la salida se hace 1 cuando se realiza la integración durante un segundo simplemente mediante la realización de la integración por un integrador. Esto es, cuando se introduce $V_{22}=1$, una salida de la integración se iguala con el tiempo de integración (tiempo de parada del motor síncrono) y se puede medir el tiempo de parada.

Por otro lado, se introduce V_{uv-f} a través del dispositivo de conmutación 24a al integrador 25, al que se introduce una cantidad de desviación del detector de tensión 4, que integra su cantidad de desviación como se muestra en la Fig. 4. Un valor de salida V_{25} de este integrador 25 se introduce al divisor 26 y V_{25} se divide por un valor de salida V_{23} del dispositivo de medición del tiempo de parada 23 introducido de la misma manera y de ese modo, se puede calcular una cantidad de desviación promedio $ofav$ dentro del tiempo de parada.

Adicionalmente, cuando el motor síncrono 2 gira o el vehículo eléctrico acelera y la información de velocidad V no se hace cero, el valor de salida V_{22} del dispositivo de decisión de parada 22 cambia de 1 a 0 y el estado prosigue al estado 3 mostrado en la Fig. 4. En el caso del proseguir al estado 3, como se muestra en la Fig. 4, el conmutador vuelve al lado 0 en el dispositivo de conmutación 24a y una entrada del integrador 25 se hace cero y de ese modo, el valor de salida V_{25} del integrador 25 continúa manteniendo el valor anterior a que la entrada se hiciera cero.

También, el valor de salida V_{23} del dispositivo de medición del tiempo de parada 23 continúa de modo similar manteniendo el valor del tiempo de parada medido. En consecuencia, cuando el vehículo eléctrico no se detiene, la cantidad de desviación promedio $ofav$ se convierte en un valor constante y, en el dispositivo de conmutación 24b, el conmutador vuelve desde el lado 0 (cero) al lado en el que se introduce una salida $ofav$ del divisor 26. Entonces, la cantidad de desviación promedio $ofav$ se introduce en el dispositivo de conmutación 24b y la cantidad de desviación promedio $ofav$ se resta de un valor de tensión V_{uv-f} mediante un restador 27. Por lo tanto, como se muestra en la Fig. 4, en un valor de la tensión de salida V_{uv-of} del compensador de desviación 20, se puede eliminar la influencia de la cantidad de desviación del detector de tensión 4 y el desequilibrio arriba y abajo en más y menos se elimina y por lo tanto se puede calcular una velocidad con precisión y se puede medir un diámetro de rueda con alta precisión.

A continuación, este V_{uv-of} se introduce en el calculador de velocidad 30 y en un detector de fallo 50. La Fig. 5 es un diagrama de configuración que muestra una configuración del calculador de velocidad 30 en la primera realización de la invención. Como se muestra en la Fig. 5, el V_{uv-of} introducido en el calculador de velocidad 30 se diferencia primero dos veces mediante un diferenciador doble 31 y se divide por el V_{uv-of} original mediante un divisor 32. En consecuencia, se puede calcular una velocidad $[rad]$ de V_{uv-of} .

El principio se describirá en el presente documento posteriormente usando una fórmula.

El valor de salida V_{uv-of} del compensador de desviación 20 se puede expresar como se muestra en la Fórmula (2) cuando se indica por amplitud en A y se indica una frecuencia angular de rotación de una tensión de c.a. por ω $[rad]$. Además, en la Fórmula (2), se considera que se puede eliminar una cantidad de desviación del detector de tensión 4 mediante el compensador de desviación 20 y la cantidad de desviación se establece en cero.

[Fórmula matemática 2]

$$V_{uv-of} = A \sin(\omega \cdot t) \quad \dots(2)$$

$(V_{uv-of})'$ en el que V_{uv-of} expresado por la Fórmula (2) se diferencia una vez se puede expresar como se muestra en la Fórmula (3).

[Fórmula matemática 3]

$$(V_{uv-of})' = A \cdot \omega \cdot \cos(\omega \cdot t) \quad \dots(3)$$

Entonces, $(V_{uv-of})''$ en la que $(V_{uv-of})'$ expresado mediante la Fórmula (3) se diferencia adicionalmente una vez, esto es, un valor de salida del diferenciador doble 31 se puede expresar como se muestra en la Fórmula (4).

[Fórmula matemática 4]

$$(V_{uv-of})'' = -A \cdot \omega^2 \cdot \sin(\omega \cdot t) \quad \dots(4)$$

En el divisor 32, el uso de la Fórmula (2) y la Fórmula (4) muestra la Fórmula (5) y se puede calcular un valor cuadrado de la frecuencia angular de rotación ω de la tensión de c.a.

[Fórmula matemática 5]

$$\frac{(V_{uv-of})''}{V_{uv-of}} = \frac{-A \cdot \omega^2 \cdot \sin(\omega \cdot t)}{A \cdot \sin(\omega \cdot t)} = -\omega^2 \quad \dots(5)$$

Un valor de salida de este divisor 32 se introduce en un multiplicador 33 y se multiplica por -1 y de ese modo, el valor se hace un valor positivo y se introduce en un extractor de raíz cuadrada 34. Entonces, se calcula fácilmente la frecuencia angular de rotación ω de la tensión de c.a. mediante un extractor de raíz cuadrada 34.

En este caso, el valor de la tensión Vuv-of introducida en el calculador de velocidad 30 se diferencia dos veces mediante el diferenciador doble 31, pero es una tensión de c.a., de modo que el cero está presente periódicamente y cuando el cero se diferencia, el valor se puede convertir en un valor infinitamente grande o en una dirección más o menos. Para eliminar esto, la ω calculada mediante el extractor de raíz cuadrada 34 se introduce en un filtro 35 y se puede obtener un componente de la frecuencia angular de rotación ω de la tensión de c.a. estable y se puede producir la salida de ω como Vvf.

Además, cuando se fija una constante de tiempo del filtro 35 en T2, T2 se podría establecer en, por ejemplo, el número mínimo o más de rotaciones medidas. Esto es, cuando se desea medir un número de rotaciones de 1 Hz o más, el número de rotaciones de 1 Hz o más se pueden medir establemente fijando un valor de la Fórmula (6) como la constante de tiempo T2.

[Fórmula matemática 6]

$$T2 = \frac{1}{2 \cdot p \cdot 1} \quad \dots(6)$$

Como se ha descrito anteriormente, en el calculador de velocidad 30, la frecuencia angular de rotación ω de la tensión de c.a. se puede calcular fácilmente a partir del valor de salida Vuv-of del compensador de desviación 20, de modo que se halla fácilmente el número de rotaciones del motor síncrono 2. Un valor de salida Vvf de este calculador de velocidad 30 se introduce a continuación en el calculador del diámetro de rueda 40.

La Fig. 6 es un diagrama de configuración que muestra una configuración del calculador del diámetro de rueda 40 en la primera realización de la invención. Como se muestra en la Fig. 6, en el calculador del diámetro de rueda 40, se puede calcular un diámetro de rueda D del vehículo eléctrico a partir de la información de la velocidad V y el valor de salida Vvf del calculador de velocidad 30.

Ahora, cuando una unidad de la información de velocidad V debe ser km/h, se mantiene generalmente la relación siguiente entre la información de velocidad V y la indicación Vvf [rad] del número de rotaciones del motor síncrono 2 y se puede calcular el diámetro de rueda D [m] mediante la siguiente Fórmula (8).

[Fórmula matemática 7]

$$V = \frac{\text{DIÁMETRO DE RUEDA } D}{\text{RELACIÓN DE ENGRANAJES } GR} \times \frac{3,6}{\text{LOGARITMO POLAR } Pm} \times Vvf \quad \dots(7)$$

[Fórmula matemática 8]

$$\text{DIÁMETRO DE RUEDA } D = \frac{\text{LOGARITMO POLAR } Pm \times \text{RELACIÓN DE ENGRANAJES } GR}{3,6} \times \frac{\text{INFORMACIÓN DE VELOCIDAD } V}{Vvf} \quad \dots(8)$$

Además, el logaritmo polar Pm es una constante del motor síncrono 2 y la relación de engranajes GR indica la relación de engranajes a la rueda 7b conectada al motor síncrono 2 a través de un eje y un engranaje. Esta relación de engranajes varía dependiendo del tipo de rendimiento de la clase del vehículo eléctrico y el logaritmo polar Pm también varía dependiendo del rendimiento de la clase del motor síncrono 2, de modo que se define un coeficiente K como se muestra en la Fórmula (9). En consecuencia, la Fórmula (8) se puede expresar como se muestra en la Fórmula (10).

[Fórmula matemática 9]

$$\text{COEFICIENTE } K = \frac{\text{LOGARITMO POLAR } Pm \times \text{RELACIÓN DE ENGRANAJES } GR}{3,6} \quad \dots(9)$$

[Fórmula matemática 10]

$$\text{DIÁMETRO DE RUEDA } D = \text{COEFICIENTE } K \times \frac{\text{INFORMACIÓN DE VELOCIDAD } V}{Vvf} \quad \dots(10)$$

En este caso, el calculador del diámetro de rueda 40 implementa la Fórmula (10) como se muestra en la Fig. 6, la

información de velocidad introducida V Se divide por Vvf mediante un divisor 41 y se introduce en un multiplicador 42 y se multiplica por el coeficiente K previamente preparado y se puede calcular el diámetro D de la rueda.

Por otro lado, el detector de fallo 50, en el que se introducen la información de velocidad V, la cantidad de desviación promedio ofav y el valor de salida Vuv-of del compensador de desviación 20, se describirá en la Fig. 2. Este detector de fallo 50 está dirigido a decidir que existe un fallo del detector de tensión 4 cuando la Vuv-of detectada por el detector de tensión 4 y compensada en desviación, es más pequeña que la cantidad de desviación promedio ofav en el caso de que el motor síncrono 2 esté girando y la información de velocidad V sea mayor que un valor predeterminado.

La Fig. 7 es un diagrama de configuración que muestra la configuración del detector de fallo 50 en la primera realización de la invención y la Fig. 8 es un diagrama de operación que muestra una operación del detector de fallo 50 en la primera realización de la invención. Una operación del detector de fallo 50 se describirá el presente documento posteriormente usando las Figs. 7 y 8.

Como se muestra en la Fig. 7, después de que la Vuv-of introducida en el detector de fallo 50 se introduzca primero en un dispositivo de valor absoluto 51a, la Vuv-of se introduce en un filtro 52. El filtro 52 tiene una función de conversión de un valor rectificado mediante un dispositivo de valor absoluto 51a en una tensión de c.c., de modo que una constante de tiempo T3 pueda tener un valor suficientemente grande y se podría establecer como se muestra, mediante, por ejemplo, un valor de la Fórmula (11).

[Fórmula matemática 11]

$$T3 = \frac{1}{2 \cdot p \cdot 0.1} \quad \dots(11)$$

Un valor de salida V52 de este filtro 52 se convierte en un valor de una tensión de c.c. como se muestra en la Fig. 8. Esto es, en este caso, se obtiene un valor efectivo de una tensión de c.a. Cuando un motor síncrono 2 gira, se produce un campo magnético mediante un imán permanente fijado a un rotor y se genera una tensión de c.a. y esta tensión de c.a. es detectada por el detector de tensión 4, de modo que la tensión de c.a. se puede detectar cuando el motor síncrono 2 gira.

Por lo tanto, se puede decidir que existe un estado anormal en el que, por ejemplo, el detector de tensión 4 falla cuando hay un valor efectivo de un valor de tensión de c.a., en otras palabras, el valor de salida V52 del filtro 52 es cero o un valor pequeño en el caso en que la información de velocidad V sea más grande que una velocidad predeterminada.

Como resultante de eso, el valor de salida V52 del filtro 52 y un valor en el que se toma un valor absoluto de la cantidad de desviación promedio ofav mediante un dispositivo de valor absoluto 51b se introducen en un comparador menor-que 53 y el comparador menor-que 53 compara estos valores y cuando el valor de salida V52 del filtro 52 es más pequeño que un valor de salida de un dispositivo de valor absoluto 51b, se produce la salida de un valor V53=1 a un dispositivo de producto lógico (AND) 55 y cuando el valor de salida V52 es mayor que o igual al valor de salida, a la inversa, se produce el valor de salida V53=0 para el dispositivo de producto lógico (AND) 55.

Por otro lado, la información de velocidad V introducida en el detector de fallo 50 se introduce a un comparador mayor-que 54 y se compara con una velocidad predeterminada V0. El comparador mayor-que 54 produce la salida de un valor V54=1 hacia el dispositivo de producto lógico (AND) 55 cuando la información de velocidad V es mayor que la velocidad predeterminada V0, y produce la salida del valor V54=0 hacia el dispositivo de producto lógico (AND) 55 cuando la información de velocidad V es más pequeña o igual a una velocidad predeterminada V0, a la inversa. Además, la velocidad predeterminada V0 comparada mediante el comparador mayor-que 54 se podría fijar en un valor de aproximadamente 1/10 de la velocidad máxima. Por ejemplo, para un vehículo eléctrico con una velocidad máxima de 300 km/h, la velocidad V0 se establece en 30 km/h y cuando la información de velocidad V excede de 30 km/h, se realiza la detección de fallo.

El dispositivo de producto lógico (AND) 55 al que se introducen V53 y V55 respectivamente desde el comparador menor-que 53 y el comparador mayor-que 54 produce la salida Vuv-er que es una señal de detección de anomalía cuando se satisfacen V53=1 y V54=1. Se puede construir de manera que esta señal de detección de anomalía Vuv-er se transmita, por ejemplo, a un dispositivo de supervisión de una cabina y el dispositivo de supervisión sea notificado de la anomalía, o la señal de detección de anomalía Vuv-er se introduce en un controlador del convertidor eléctrico de potencia 1 y el vehículo eléctrico se detiene y se puede comprobar el estado del motor síncrono 2 o del detector de tensión 4.

Como se ha descrito anteriormente, en un vehículo eléctrico de control vectorial sin sensor de velocidad accionado por un motor síncrono, el aparato de medición del diámetro de rueda de acuerdo con la primera realización puede medir con precisión un diámetro de rueda del vehículo eléctrico mediante la detección de la tensión de c.a. generada

mediante un campo magnético del motor síncrono. También, existe un efecto de obtención del aparato de medición del diámetro de rueda del vehículo eléctrico con una fiabilidad más alta incluyendo un detector de fallo de un detector de tensión.

Adicionalmente, un diámetro D de rueda obtenido mediante el aparato de medición del diámetro de rueda de acuerdo con la primera realización se suministra a una corrección del diámetro de rueda y de ese modo se puede realizar la corrección de acuerdo con una diferencia entre los diámetros de rueda de cada rueda, de modo que el vehículo eléctrico se pueda controlar con precisión como en el caso de aplicación de un motor de inducción convencional. También, se puede realizar una decisión sobre la sustitución de una rueda mediante la medición del grado de desgaste de la rueda usando el diámetro D de rueda obtenido por el aparato de medición del diámetro de rueda de la presente solicitud. También, se puede usar como información de gestión sobre el vehículo eléctrico transmitiendo un valor medido a un sistema de control de conducción etc. de una estación etc. y una red de comunicaciones extendida en el interior del vehículo eléctrico de un sistema integrado, un controlador de tren vehicular o un dispositivo de supervisión de la cabina, etc.

Segunda realización

Un aparato de medición del diámetro de rueda 3 en una segunda realización se compone de un detector de tensión 4 para la detección de una tensión en c.a. del motor síncrono 2 y un convertidor eléctrico de potencia 1, de una parte de cálculo 5 (5a en la segunda realización) para el cálculo de un diámetro de rueda mediante la tensión de c.a. detectada como en la primera realización y difiere de la primera realización en que un calculador de velocidad realiza una diferenciación doble dos veces (es decir, una diferenciación cuatro veces) en la parte de cálculo 5a. En consecuencia, se puede eliminar una influencia de una desviación del detector de tensión, de modo que se configure para no requerir un compensador de desviación.

Además, se omite la explicación mediante la asignación de los mismos números a las mismas partes que aquellas de la primera realización.

La Fig. 9 es un diagrama de configuración que muestra una configuración de la parte de cálculo 5a en la segunda realización de la invención. En la parte de cálculo 5a de la segunda realización, una tensión de línea Vuv introducida desde el detector de tensión 4 se introduce primero en un filtro 10 y se elimina el ruido innecesario obviamente mayor que el número de rotaciones del motor síncrono 2 y la tensión de línea Vuv se convierte en el valor de salida Vuv-f. A continuación, el valor de salida Vuv-f se introduce en un calculador de velocidad 60.

La Fig. 10 es un diagrama de configuración que muestra una configuración del calculador de velocidad 60 en la segunda realización de la invención. Se describirá en el presente documento a continuación un funcionamiento de este calculador de velocidad 60 usando la Fig. 10.

En primer lugar, la Vuv-f introducida desde el filtro 10 se puede expresar como se muestra en la Fórmula (12) cuando se indica una amplitud por A y una frecuencia angular de rotación de una tensión de c.a. se indica por ω [rad] y se indica una cantidad de desviación por b.

[Fórmula matemática 12]

$$Vuv-f = A \sin(\omega \cdot t) + b \quad \dots(12)$$

En este caso, el presente inventor y col. han descubierto que la cantidad de desviación b se eliminó como se muestra en la siguiente Fórmula (13) en (Vuv-f)' en la que la Vuv-f expresada mediante la Fórmula (12) se diferencia una vez.

[Fórmula matemática 13]

$$(Vuv-f)' = A \cdot \omega \cdot \cos(\omega \cdot t) \quad \dots(13)$$

La (Vuv-f)'' en la que (Vuv-f)' expresada mediante la Fórmula (13) se diferencia adicionalmente una vez se puede expresar como se muestra en la Fórmula (14). Esto es, la Fórmula (14) diferencia Vuv-f dos veces y se corresponde con el valor de salida del diferenciador doble 61 como se muestra en la Fig. 10. A continuación, en este valor, se elimina la cantidad de desviación.

[Fórmula matemática 14]

$$(Vuv-f)'' = -A \cdot \omega^2 \cdot \sin(\omega \cdot t) \quad \dots(14)$$

El valor de salida (Vuv-f)'' de este diferenciador doble 61a se introduce en un diferenciador doble 61b y en un divisor 62, y se diferencia adicionalmente dos veces en el diferenciador doble 61b, y se convierte en (Vuv-f)'''' expresada mediante la Fórmula (16).

[Fórmula matemática 15]

$$(Vuv-f)''' = -A \cdot w^3 \cdot \cos(w \cdot t) \quad \dots(15)$$

[Fórmula matemática 16]

$$(Vuv-f)'''' = A \cdot w^4 \cdot \sin(w \cdot t) \quad \dots(16)$$

En el divisor 62 al que se introduce el valor de salida $(Vuv-f)''$ del diferenciador doble 61a y el valor de salida $(Vuv-f)''''$ del diferenciador doble 61b, se puede calcular un cuadrado de la frecuencia angular de rotación ω de una tensión de c.a. mediante la división de estos valores de salida como se muestra en la Fórmula (17).

[Fórmula matemática 17]

$$\frac{(Vuv-f)''''}{(Vuv-f)''} = \frac{A \cdot w^4 \cdot \sin(w \cdot t)}{-A \cdot w^2 \cdot \sin(w \cdot t)} = -w^2 \quad \dots(17)$$

Posteriormente, como en la primera realización, al introducirse en un multiplicador 63 y multiplicarse por -1, el valor se convierte en un valor positivo y se introduce en un extractor de raíz cuadrada 64. Entonces se puede calcular fácilmente la frecuencia angular de rotación ω de la tensión de c.a. mediante el extractor de raíz cuadrada 64.

A continuación, se describirá en la Fig. 9 un detector de fallo 70 al que se introduce la información de velocidad V y el valor de salida Vuv-f del filtro 10.

La Fig. 11 es un diagrama de configuración que muestra una configuración del detector de fallo 70 en la segunda realización de la invención. Un funcionamiento de este detector de fallo 70 se describirá en el presente documento a continuación usando la Fig. 11.

El detector de fallo 70 difiere del detector de fallo 50 de la primera realización en que un valor comparado con un valor efectivo de un valor de detección de tensión Vuv-f mediante un comparador menor que 71 es solamente cero como se muestra en la Fig. 11.

En la Fig. 11, después de que el valor de salida Vuv-f del filtro 10 introducido en el detector de fallo 70 se introduce primero en un dispositivo de valor absoluto 51c, Vuv-f se introduce en un filtro 52. En el filtro 52, como en la primera realización, un valor rectificado por el dispositivo de valor absoluto 51c se convierte en una tensión de c.c., de modo que una constante de tiempo T3 podría ser un valor del retardo suficiente y podría establecerse como se muestra mediante, por ejemplo, un valor de la Fórmula (11).

Un valor de salida V52 de este filtro 52 es un valor efectivo de una tensión de c.a. y se introduce en el comparador menor-que 71. En el comparador menor-que 71, cuando el valor de salida V52 del filtro 52 es más pequeño que cero, se produce la salida de un valor V71=1 hacia un dispositivo de producto lógico (AND) 55 y cuando el valor de salida V52 es mayor que o igual a cero, a la inversa, el valor de salida V71=0 se envía al dispositivo de producto lógico (AND) 55. Por lo tanto, en este caso, la detección de anomalía se realiza cuando el valor efectivo de la tensión de c.a. se hace cero, pero un valor de comparación del comparador menor-que 71 no está limitado a esto y se puede fijar en un valor predeterminado suficientemente más pequeño que una tensión generada por un campo magnético mediante un imán permanente fijado al rotor a una velocidad predeterminada V0 introducida en un comparador mayor-que 54.

Como en la primera realización, cuando se satisface que V71=1 y V54=1, el dispositivo de producto lógico (AND) 55 en el que se introducen V71 y V54 respectivamente desde el comparador menor-que 71 y el comparador mayor-que 54 produce la salida de Vuv-er que es una señal de detección de anomalía y se detecta la anomalía.

Como se ha descrito anteriormente, en un vehículo eléctrico de control vectorial sin sensor de velocidad accionado por un motor síncrono, el aparato de medición del diámetro de rueda de acuerdo con la segunda realización puede eliminar la influencia de la cantidad de desviación de un detector de tensión sin el uso de un compensador de desviación teniendo un calculador de velocidad para la realización del cálculo de la diferenciación dos veces y se puede obtener un aparato de medición del diámetro de rueda del vehículo eléctrico con una fiabilidad más alta y un número más pequeño de componentes que en la primera realización.

Tercera realización

La Fig. 12 es un diagrama de configuración que muestra una configuración de un aparato de medición del diámetro de rueda en una tercera realización de la invención. La tercera realización difiere de la primera realización en que el aparato de medición del diámetro de rueda 3 comprende dos detectores de tensión 4a, 4b para la detección de una

tensión de c.a. de un motor síncrono 2 y este convertidor eléctrico de potencia 1 se compone de una parte de cálculo 5b para el cálculo de un diámetro de rueda mediante las tensiones de c.a. detectadas desde los dos detectores de tensión 4a, 4b.

- 5 Además, se omite la explicación mediante la asignación de los mismos números a las mismas partes que aquellas de la primera realización.

10 Como se muestra en la Fig. 12, primero, durante el deslizamiento de un vehículo eléctrico en el que el convertidor eléctrico de potencia 1 se detiene, las tensiones de línea Vuv, Vuw entre U y V y entre U y W generadas por la producción de un campo magnético mediante un imán permanente fijado a un rotor del motor síncrono 2 se detectan por los detectores de tensión 4a, 4b como en la primera realización. A continuación, las tensiones de línea detectadas Vuv, Vuw se introducen en la parte de cálculo 5b.

15 La Fig. 13 es un diagrama de configuración que muestra una configuración de la parte de cálculo 5b en la tercera realización de la invención. Como se muestra en la Fig. 13, después de que las tensiones de línea introducidas Vuv, Vuw se introduzcan respectivamente en los filtros 10a, 10b y se elimine el ruido innecesario, las tensiones de línea se extraen respectivamente hacia los compensadores de desviación 20a, 20b como valores de salida Vuv-f, Vuw-f. En los compensadores de desviación 20a, 20b, se calculan respectivamente los valores Vuv-of, Vuw-of en los que las cantidades de desviación de los detectores de tensión 4a, 4b se eliminan y se produce su salida hacia el calculador de velocidad de 80 como en la primera realización.

25 La Fig. 14 es un diagrama de configuración que muestra la configuración del calculador de velocidad 80 en la tercera realización de la invención. Se describirá en el presente documento a continuación un funcionamiento de este calculador de velocidad de 80 usando la Fig. 14.

En primer lugar, las Vuv-of, Vuw-of introducidas en el calculador de velocidad 80 se convierten respectivamente en $V\alpha$, $V\beta$ expresadas mediante la Fórmula (18) mediante un convertidor $\alpha\beta$ 81.

[Fórmula matemática 18]

30

$$\begin{bmatrix} V\alpha \\ V\beta \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{2} \\ 0 & \frac{\sqrt{3}}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_{uv-of} \\ V_{uw-of} \end{bmatrix} \quad \dots(18)$$

35 En este caso, cuando un flujo magnético del imán permanente fijado al rotor del motor síncrono 2 se designa por Φ_a Y el número de rotaciones del motor síncrono 2 se designa por Vvf, $V\alpha$, $V\beta$ de la Fórmula (18) se pueden expresar como se muestra en la siguiente Fórmula (19).

[Fórmula matemática 19]

40

$$Vvf \times Fa = \sqrt{(V\alpha)^2 + (V\beta)^2} \quad \dots(19)$$

Dado que el flujo magnético Φ_a del imán permanente fijado al rotor del motor síncrono 2 se puede aprovechar previamente, Vvf que indica el número de rotaciones del motor síncrono 2 se puede calcular como se muestra en la Fórmula (20) usando la Fórmula (19).

45

[Fórmula matemática 20]

$$Vvf = \frac{\sqrt{(V\alpha)^2 + (V\beta)^2}}{\Phi_a} \quad \dots(20)$$

50 Como se muestra en la Fig. 14, después, las $V\alpha$, $V\beta$ producidas en el convertidor $\alpha\beta$ 81 se introducen respectivamente en los multiplicadores 82a, 82b y se obtiene el cuadrado, $V\alpha$, $V\beta$ se introducen en un sumador 83 y en un extractor de raíz cuadrada 84 y se realiza el cálculo del lado derecho de la Fórmula (19). Este resultado se introduce en un divisor 85 y se divide por el flujo magnético Φ_a del imán permanente previamente preparado y se calcula la Fórmula (20). Como resultado de ello, se puede obtener Vvf que indica el número de rotaciones del motor síncrono 2 como una salida del divisor 85.

55

Después de calculado Vvf mediante el calculador de velocidad 80 como se ha descrito anteriormente, se introduce en un calculador del diámetro de rueda 40 como se muestra en la Fig. 13. El diámetro D de rueda del vehículo eléctrico se puede obtener como en la primera realización.

Por otro lado, se describirá en la Fig. 13 un detector de fallo 90 en el que se introducen los valores de salida Vuv-of, Vuw-of, las cantidades de desviación promedio ofav1, ofav2 de los dos compensadores de desviación 20a, 20b y la información de velocidad V. Este detector de fallo 90 detecta que los dos detectores de tensión 4a, 4b tienen una anomalía, pero la posibilidad de que los dos detectores de tensión 4a, 4b fallen simultáneamente es baja, de modo que el detector de fallo 90 detecta ambas detecciones de anomalía Vuv-er y Vuw-er y detecta que cualquiera de los detectores de tensión 4a, 4b o el motor síncrono 2 tiene una anomalía.

La Fig. 15 es un diagrama de configuración que muestra una configuración del detector de fallo 90 en la tercera realización de la invención. Se describirá en el presente documento a continuación un funcionamiento de este detector de fallo 90 usando la Fig. 15.

Después de que Vuv-of introducido en el detector de fallo 90 se introduzca primero en un dispositivo de valor absoluto 51a, Vuv-of se introduce en un filtro 52a. En el filtro 52a, como en la primera realización, un valor rectificado por el dispositivo de valor absoluto 51a se convierte en una tensión de c.c., de modo que una constante de tiempo T3 pueda ser un valor de retardo suficiente y se podría fijar como se muestra mediante, por ejemplo, un valor de la fórmula (11).

Un valor de salida de este filtro 52a y un valor en el que se toma un valor absoluto de la cantidad de desviación promedio ofav por un dispositivo de valor absoluto 51b se introducen en un comparador menor-que 53a. El comparador menor-que 53a compara estos valores y cuando el valor de salida del filtro 52a es más pequeño que un valor de salida del dispositivo de valor absoluto 51b, se produce la salida de un valor V53a=1 hacia el dispositivo de producto lógico (AND) 55a y cuando el valor de salida es mayor que o igual a el valor de salida, a la inversa, el valor de salida V53a=0 se envía al dispositivo de producto lógico (AND) 55a.

De modo similar, se calcula Vvw-of entre V y W y el valor de salida V53b=1 o V53b=0 se extrae desde un comparador menor-que 53b hacia un dispositivo de producto lógico (AND) 55b. Además, como en la segunda realización, un valor comparado por los comparadores menor-que 53a, 53b puede ser cero en lugar de un valor en el que se tome el valor absoluto de la cantidad de desviación promedio ofav.

Por otro lado, la información de velocidad V introducida en el detector de fallo 90 se introduce en un comparador mayor-que 54 y se compara con una velocidad predeterminada V0. El comparador mayor-que 54 produce la salida de un valor V54=1 hacia los dispositivos de producto lógico (AND) 55a, 55b cuando la información de velocidad V es más grande que la velocidad predeterminada V0 y produce la salida del valor V54=0 hacia los dispositivos de producto lógico (AND) 55a, 55b cuando la información de velocidad V es más pequeña que o igual a el valor predeterminado V0, a la inversa. Además, como en la primera realización, la velocidad predeterminada V0 comparada por el comparador mayor-que 54 se podría fijar en, por ejemplo, un valor de aproximadamente 1/10 de la velocidad máxima y para un vehículo eléctrico con una velocidad máxima de 300 km/h, la velocidad V0 se fija en 30 km/h y cuando la información de velocidad V excede los 30 km/h, se realiza la detección del fallo.

Como en el caso de la primera realización, los dispositivos de producto lógico (AND) 55a, 55b producen respectivamente la salida Vuv-er que es una señal de detección de anomalía cuando se satisface V53a=1 V54=1 en el dispositivo de producto lógico (AND) 91, y la salida de Vvw-er cuando se satisface V53b=1 V54=1 en el dispositivo de producto lógico (AND) 91. Además, se puede construir de modo que las señales de detección de anomalía Vuv-er, Vvw-er se transmitan a, por ejemplo, un dispositivo de supervisión de una cabina distinto del dispositivo de producto lógico (AND) 91 y el dispositivo de supervisión es notificado de la anomalía o las señales de detección de anomalía Vuv-er, Vvw-er se introducen en un controlador del convertidor eléctrico de potencia 1 y el vehículo eléctrico se detiene y se puede comprobar el estado del motor síncrono 2 o del detector de tensión 4.

También, cuando se introducen tanto Vuv-er como Vuw-er, el dispositivo de producto lógico (AND) 91 detecta que o bien los detectores de tensión 4a, 4b o bien el motor síncrono 2 tiene una anomalía y produce la salida de V-er. Esto es, mediante la desmagnetización o el desacoplamiento del imán permanente fijado al rotor del motor síncrono 2, no se genera una tensión incluso a alta velocidad y este estado se aprovecha de una situación en la que los dos detectores de tensión tienen una anomalía y se detecta como anomalía del motor síncrono 2.

Como se ha descrito anteriormente, en un vehículo eléctrico de control vectorial sin sensor de velocidad accionado por un motor síncrono, el aparato de medición del diámetro de rueda de acuerdo con la tercera realización puede calcular un diámetro de rueda del vehículo eléctrico solamente mediante el cálculo sin realizar un procesamiento de cálculo diferencial complicado en una parte de cálculo mediante la inclusión de dos detectores de tensión para la detección de tensiones de c.a. de dos lugares generados en el motor síncrono. Por lo tanto, cuando se compara con la primera realización y la segunda realización descritas anteriormente, por ejemplo, el número de componentes del circuito de construcción del aparato se puede reducir grandemente, de modo que se puede obtener el aparato de medición del diámetro de rueda con alta fiabilidad y configuración simple del aparato.

Adicionalmente, los detectores de fallo se equipan con respecto a los detectores de tensión respectivos, de modo que se puede detectar un fallo individualmente y también la anomalía del motor síncrono se puede detectar por la información desde estos dos detectores de fallo y cuando tiene lugar una anomalía en el motor síncrono y en los

dos detectores de tensión, la anomalía se puede manejar ágilmente respectivamente y en efecto se tiene capacidad de obtener el aparato de medición del diámetro de rueda del vehículo eléctrico con una mayor fiabilidad.

Además, los detectores de tensión 4a, 4b mostrados en la Fig. 12 se conectan a una fase U conectada al terminal 1u y a una fase V conectada al terminal 1v y a la fase W conectada al terminal 1w del lado de c.a. del convertidor eléctrico de potencia y detecta una tensión de línea Vuv entre U y V y una tensión de línea Vvw entre V y W aplicadas al motor síncrono 2, aunque no se limita a esto y el detector de tensión 4 podría detectar dos tensiones de línea diferentes aplicadas al motor síncrono 2. También, no es necesario decir que se puede fijar al terminal de conexión del lado de c.a. del motor síncrono 2.

Por lo tanto, por ejemplo, como se muestra en la Fig. 16, cuando el detector de tensión 4a se dispone en un terminal del lado del convertidor eléctrico de potencia 1 y el detector de tensión 4c se dispone en un terminal del lado del motor de síncrono 2, se hace innecesario fijar dos detectores de tensión a una fase que conecte los terminales como se ha descrito en los detectores de tensión mostrados en la Fig. 12 y existe en efecto una capacidad de mejorar la eficiencia de los trabajos de conexión.

Cuarta realización

La Fig. 17 es un diagrama de configuración que muestra una configuración de un aparato de medición del diámetro de rueda en una cuarta realización de la invención. Además de la configuración de la primera realización, en la cuarta realización, se añade una parte de corrección del diámetro de rueda 100 y, usando un diámetro D de rueda calculado mediante la parte de cálculo 5 de un aparato de medición del diámetro de rueda 3b, se puede corregir una orden de par para el control de un convertidor eléctrico de potencia 1 de acuerdo con una diferencia en el diámetro de rueda.

Además, se omiten las explicaciones mediante la asignación de los mismos números a las mismas partes que aquellas de la primera realización.

Como se muestra en la Fig. 17, en el aparato de medición del diámetro de rueda 3b de un vehículo eléctrico de acuerdo con la cuarta realización, el diámetro D de rueda calculado por la parte de cálculo 5 se introduce en una parte de corrección del diámetro de rueda 100 y se genera una orden de par TRD en consideración a la diferencia en el diámetro de rueda y se introduce en un controlador 110 para el control del convertidor eléctrico de potencia 1.

La Fig. 18 es un diagrama de configuración que muestra una configuración de una parte de corrección del diámetro de rueda en la cuarta realización de la invención. Se describirá en el presente documento a continuación un funcionamiento de esta parte de corrección del diámetro de rueda usando la Fig. 18.

La parte de corrección del diámetro de rueda 100 se compone de un divisor 101 para la división de un diámetro de rueda D por un diámetro de rueda de referencia DIAST y el cálculo de una ganancia de corrección del diámetro de rueda DIAG, un limitador 102 para el ajuste de la ganancia de corrección del diámetro de rueda DIAG que es una salida del divisor 101 de modo que no llegue a una ganancia de corrección del diámetro de rueda mínima DIAGMI o menor y una ganancia de corrección del diámetro de rueda máxima DIAGMX o mayor, y un multiplicador 103 para la multiplicación de la ganancia de corrección del diámetro de rueda DIAGR que es una salida de limitador 102 por una orden de par TR como se muestra en la Fig. 18.

En el divisor 101, se realiza el cálculo de la siguiente Fórmula (21).

[Fórmula matemática 21]

$$\text{GANANCIA DEL DIÁMETRO DE RUEDA DIAG} = \frac{\text{DIÁMETRO DE RUEDA D}}{\text{DIÁMETRO DE RUEDA DE REFERENCIA DIAST}} \quad \dots(21)$$

Además, el diámetro de rueda de referencia DIAST se establece normalmente en 0,82 [m]. También, el presente inventor y col. han hallado que el diámetro D de rueda de un vehículo eléctrico estaba dentro del intervalo de $0,73 \text{ m} \leq D \leq 0,90 \text{ m}$ incluso en una situación de funcionamiento de cualquier vehículo eléctrico. Por lo tanto, la ganancia del diámetro de rueda DIAG que es una salida calculada por el divisor 101 se introduce en el limitador 102 y se realiza el siguiente procesamiento.

En el caso de una ganancia de corrección del diámetro de rueda mínima $\text{DIAGMI} \leq \text{ganancia del diámetro de rueda DIAG} \leq \text{ganancia de corrección del diámetro de rueda máxima DIAGMX}$, se fija un valor de salida DIAGR del limitador 102 en la ganancia del diámetro de rueda DIAG.

El caso de una ganancia de corrección del diámetro de rueda mínima $\text{DIAGMI} > \text{ganancia del diámetro de rueda DIAG}$, se fija un valor de salida DIAGR del limitador 102 en la ganancia de corrección del diámetro de rueda mínima DIAGMI.

En el caso de una ganancia del diámetro de rueda $DIAG > \text{ganancia de corrección del diámetro de rueda máxima } DIAGMX$, se fija un valor de salida $DIAGR$ del limitador 102 en la ganancia de corrección del diámetro de rueda máxima $DIAGMX$.

5 En este caso, la ganancia de corrección del diámetro de rueda máxima $DIAGMX$ se podría fijar en, por ejemplo, un valor de 1 o más y 1,1 ($=0,90/0,82$) o menor dado que el diámetro D de rueda está dentro del intervalo de $0,73 \text{ m} \leq \text{diámetro } D \text{ de rueda} \leq 0,90$ y de modo similar, la ganancia de corrección del diámetro de rueda mínima $DIAGMI$ se podría fijar en, por ejemplo, un valor de 0,9 ($=0,73/0,82$), y 1 o menor dado que el diámetro D de rueda está dentro del intervalo de $0,73 \text{ m} \leq \text{diámetro } D \text{ de rueda} \leq 0,90$.

10 Mediante este limitador 102, la corrección no se realiza por una ganancia que no pueda asumirse y se puede mejorar la fiabilidad de la orden de control del par.

15 El valor de salida $DIAGR$ del limitador 102 y la orden de par TR dada desde la cabina etc., se introducen al multiplicador 103 y se realiza la multiplicación. Como resultado de ello, se genera la orden de par TRD en consideración a la diferencia en el diámetro de rueda y se produce su salida hacia el controlador 110. Esto es, mediante la introducción de la orden de par TRD de acuerdo con un diámetro de rueda individual al controlador 110, el controlador 110 puede controlar el convertidor eléctrico de potencia 1 mediante, por ejemplo, un control vectorial públicamente conocido con corrección del diámetro de rueda.

20 Como se ha descrito anteriormente, en un vehículo eléctrico de control vectorial sin sensor de velocidad accionado por un motor síncrono, el aparato de medición del diámetro de rueda del vehículo eléctrico de acuerdo con la cuarta realización puede corregir una orden de par para el control del convertidor eléctrico de potencia de acuerdo con una diferencia en el diámetro de rueda mediante la introducción de un diámetro D de rueda calculado por una parte de cálculo a una parte de corrección del diámetro de rueda, dado que la parte de corrección del diámetro de rueda se añade además de la configuración de la primera realización. Esto es, se puede realizar la corrección del diámetro de rueda del vehículo eléctrico de control vectorial sin sensor de velocidad accionado por el motor síncrono, de modo que se puede implementar un control estable de la aceleración y deceleración del vehículo eléctrico y el recorrido del vehículo eléctrico se haga confortable.

30 Además, en la explicación de la cuarta realización descrita anteriormente, el aparato de medición del diámetro de rueda 3 se basa en la primera realización, pero no está limitado a ello y no es necesario decir que se puede tener un efecto similar en el aparato de medición del diámetro de rueda de la segunda realización y de la tercera realización.

35

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de medición del diámetro de rueda (3, 3a, 3b) de un vehículo eléctrico que comprende un motor síncrono (2) accionado por un convertidor eléctrico de potencia (1) para la conversión de una tensión de c.c. en una tensión de c.a., caracterizado por que comprende:
 - un detector de tensión (4, 4a, 4b) para la detección de una tensión de c.a. generada por un campo magnético del motor síncrono (2) durante el deslizamiento del vehículo eléctrico en el que el convertidor eléctrico de potencia (1) se detiene, y
 - una parte de cálculo (5, 5a, 5b) para el cálculo de un diámetro de rueda (7a, 7b) de una rueda accionada por el motor síncrono (2) a partir de una tensión de c.a. detectada por el detector de tensión (4, 4a, 4b) y una información de velocidad sobre el vehículo eléctrico.
2. Un aparato de medición del diámetro de rueda de un vehículo eléctrico según se reivindica en la reivindicación 1, **caracterizado por que** la parte de cálculo comprende un detector de velocidad (8) para detección de la velocidad de una rueda no de tracción que no está accionada directamente por el motor síncrono (2) y un detector de fallo (50) para la comparación de un valor predeterminado con el valor de detección del detector de velocidad (8) y la detección de un fallo del detector de tensión (4, 4a, 4b).
3. Un aparato de medición del diámetro de rueda de un vehículo eléctrico según se reivindica en la reivindicación 1, **caracterizado por que** la parte de cálculo (5, 5a, 5b) comprende un calculador de velocidad (60, 80) para el cálculo de una frecuencia angular de rotación y elimina una tensión de desviación de la tensión de c.a. detectada por el detector de tensión (4, 4a, 4b).
4. Un aparato de medición del diámetro de rueda de un vehículo eléctrico según se reivindica en la reivindicación 1, **caracterizado por que** la parte de cálculo (5, 5a, 5b) comprende un compensador de desviación (20, 20a, 20b) para el cálculo de la cantidad de desviación promedio del detector de tensión (4, 4a, 4b) mientras el motor síncrono (2) no gira y la eliminación de la cantidad de desviación promedio de la tensión de c.a. detectada por el detector de tensión (4, 4a, 4b).
5. Un aparato de medición del diámetro de rueda de un vehículo eléctrico según se reivindica en la reivindicación 1, **caracterizado por que** la parte de cálculo (5, 5a, 5b) comprende un calculador de velocidad (60, 80) para la realización del procesamiento del cálculo diferencial de una tensión de c.a. detectada por el detector de tensión (4, 4a, 4b) y la eliminación de una tensión de desviación del detector de tensión (4, 4a, 4b).
6. Un aparato de medición del diámetro de rueda de un vehículo eléctrico según se reivindica en la reivindicación 1, **caracterizado por que** el detector de tensión (4, 4a, 4b) está compuesto de un primer detector de tensión (4a) y un segundo detector de tensión (4b) para la detección de las tensiones de línea aplicadas al motor síncrono (2) en dos lugares diferentes y la parte de cálculo (5, 5a, 5b) calcula un diámetro de rueda de una rueda (7a, 7b) accionada por el motor síncrono (2) a partir de las tensiones de c.a. detectadas por el primer detector de tensión (4a) y el segundo detector de tensión (4b) y la información de velocidad sobre el vehículo eléctrico.
7. Un aparato de medición del diámetro de rueda de un vehículo eléctrico según se reivindica en la reivindicación 6, **caracterizado por que** la parte de cálculo (5, 5a, 5b) comprende un detector de fallo (50, 70, 90) para la comparación de un valor predeterminado con valores de detección del primer detector de tensión (4a) y el segundo detector de tensión (4b) y la detección de anomalías del primer detector de tensión (4a) y del segundo detector de tensión (4b).
8. Un aparato de medición del diámetro de rueda de un vehículo eléctrico según se reivindica en la reivindicación 7, **caracterizado por que** el detector de fallo (50, 70, 90) comprende un primer detector de fallo y un segundo detector de fallo para comparar respectivamente un valor predeterminado con los valores de detección del primer detector de tensión (4a) y del segundo detector de tensión (4b), y la parte de cálculo detecta la anomalía del motor síncrono (2) o del primer detector de tensión (4a) o del segundo detector de tensión (4b) en base a las salidas del primer detector de fallo y del segundo detector de fallo.
9. Un aparato de medición del diámetro de rueda de un vehículo eléctrico según se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 1-8, **caracterizado por que** comprende una parte de corrección del diámetro de rueda (100) para la corrección de un valor de la orden de par para el control del convertidor eléctrico de potencia (1) de acuerdo con un diámetro de rueda calculado por la parte de cálculo (5, 5a, 5b).
10. Un aparato de medición del diámetro de rueda de un vehículo eléctrico según se reivindica en la reivindicación 9, **caracterizado por que** la parte de corrección del diámetro de rueda (100) comprende un limitador para el ajuste de una ganancia de corrección del diámetro de rueda en la que un diámetro de rueda calculado por la parte de cálculo (5, 5a, 5b) se divide por un diámetro de rueda de referencia dentro de un intervalo predeterminado.

11. Un aparato de medición del diámetro de rueda de un vehículo eléctrico según se reivindica en la reivindicación 4, **caracterizado por que** la parte de cálculo (5, 5a, 5b) comprende un calculador de velocidad (50, 60, 80) que realiza el cálculo descrito en la fórmula 1:

$$\frac{(V_{uv-of})''}{V_{uv-of}} = \frac{-A \cdot w^2 \cdot \sin(w \cdot t)}{A \cdot \sin(w \cdot t)} = -w^2 \quad \dots(1)$$

en la que

Vuv-of: valor introducido en el calculador de velocidad

A: amplitud de la tensión de c.a.

10 ω : frecuencia angular de rotación de la tensión de c.a.

t: tiempo.

12. Un aparato de medición del diámetro de rueda de un vehículo eléctrico según se reivindica en la reivindicación 5, **caracterizado por que** el calculador de velocidad (30, 60, 80) realiza el cálculo descrito en la fórmula 2:

$$\frac{(V_{uv-f})''''}{(V_{uv-f})''} = \frac{A \cdot w^4 \cdot \sin(w \cdot t)}{-A \cdot w^2 \cdot \sin(w \cdot t)} = -w^2 \quad \dots(2)$$

en la que

Vuv-of: valor introducido en el calculador de velocidad

20 A: amplitud de la tensión de c.a.

ω : frecuencia angular de rotación de la tensión de c.a.

t: tiempo.

13. Un aparato de medición del diámetro de rueda de un vehículo eléctrico según se reivindica en la reivindicación 1, **caracterizado por que** el diámetro de rueda calculado por la parte de cálculo (5, 5a, 5b) se usa como información de gestión mediante la transmisión del diámetro de rueda a un controlador del tren vehicular o un sistema de control de conducción.

14. Un aparato de medición del diámetro de rueda de un vehículo eléctrico según se reivindica en la reivindicación 1, **caracterizado por que** la parte de cálculo (5, 5a, 5b) comprende:

un detector de velocidad (30, 60, 80) para la detección de la velocidad de una rueda no de tracción que no se acciona directamente por el motor síncrono (2);

un compensador de desviación (20, 20a, 20b) para el cálculo de la cantidad de desviación promedio del detector de tensión (4, 4a, 4b) y producir la salida de un valor obtenido mediante la eliminación de la cantidad de desviación promedio de la tensión de c.a. detectada por el detector de tensión (4, 4a, 4b); y

un detector de fallo (50, 70, 90) para la comparación de un valor predeterminado con el valor de detección del detector de velocidad (30, 60, 80) y la comparación del valor de salida del compensador de desviación con la cantidad de desviación promedio del detector de tensión (4, 4a, 4b) y la detección de un fallo del detector de tensión (4, 4a, 4b).

FIG. 1

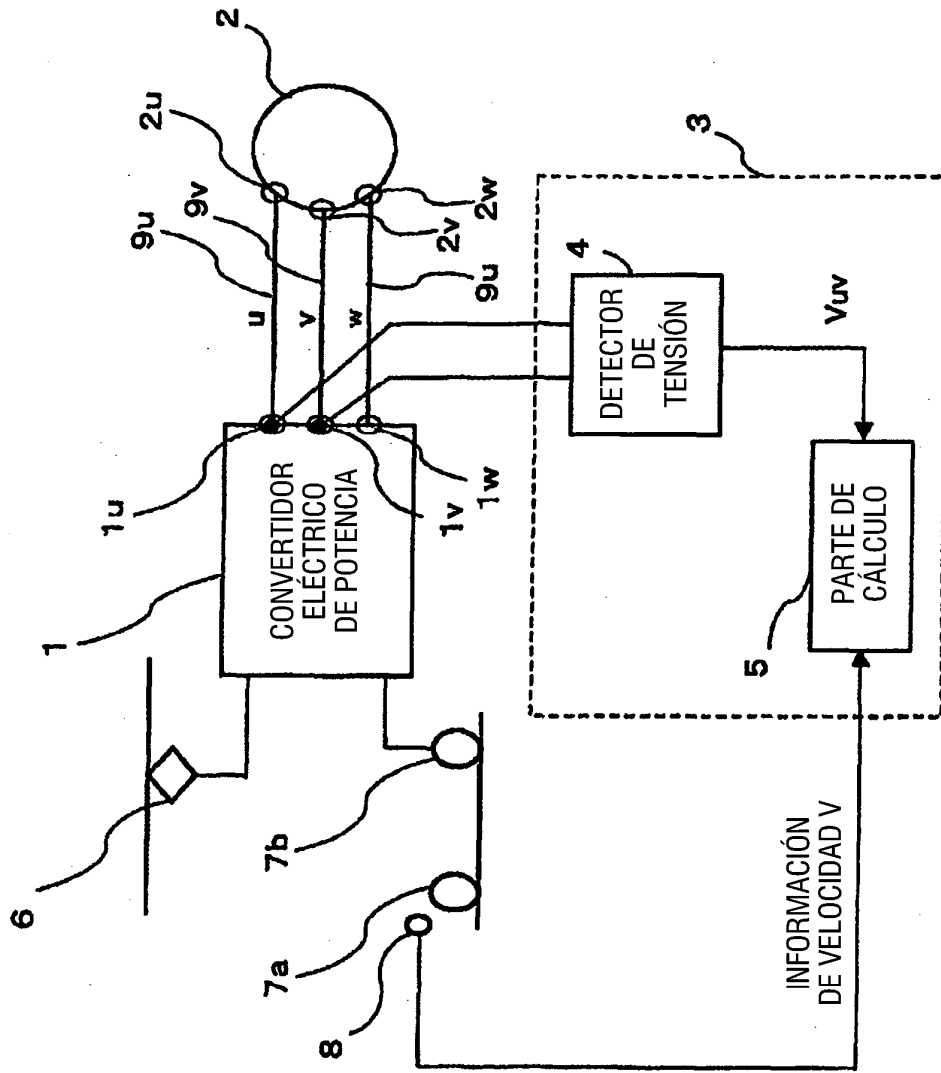


FIG. 2

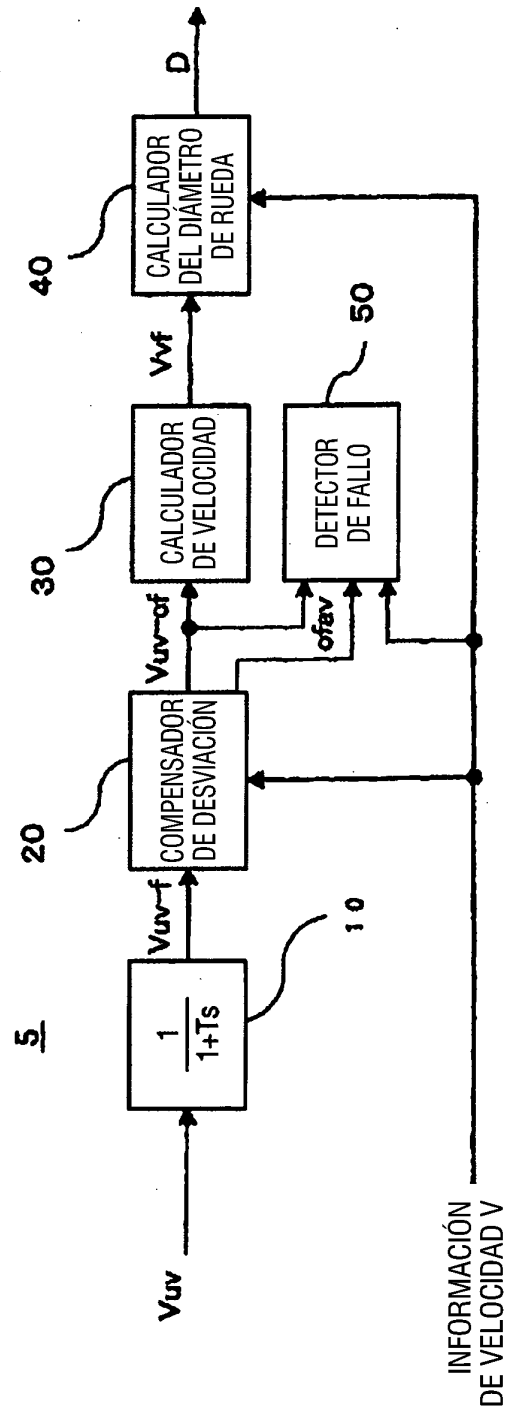


FIG. 3

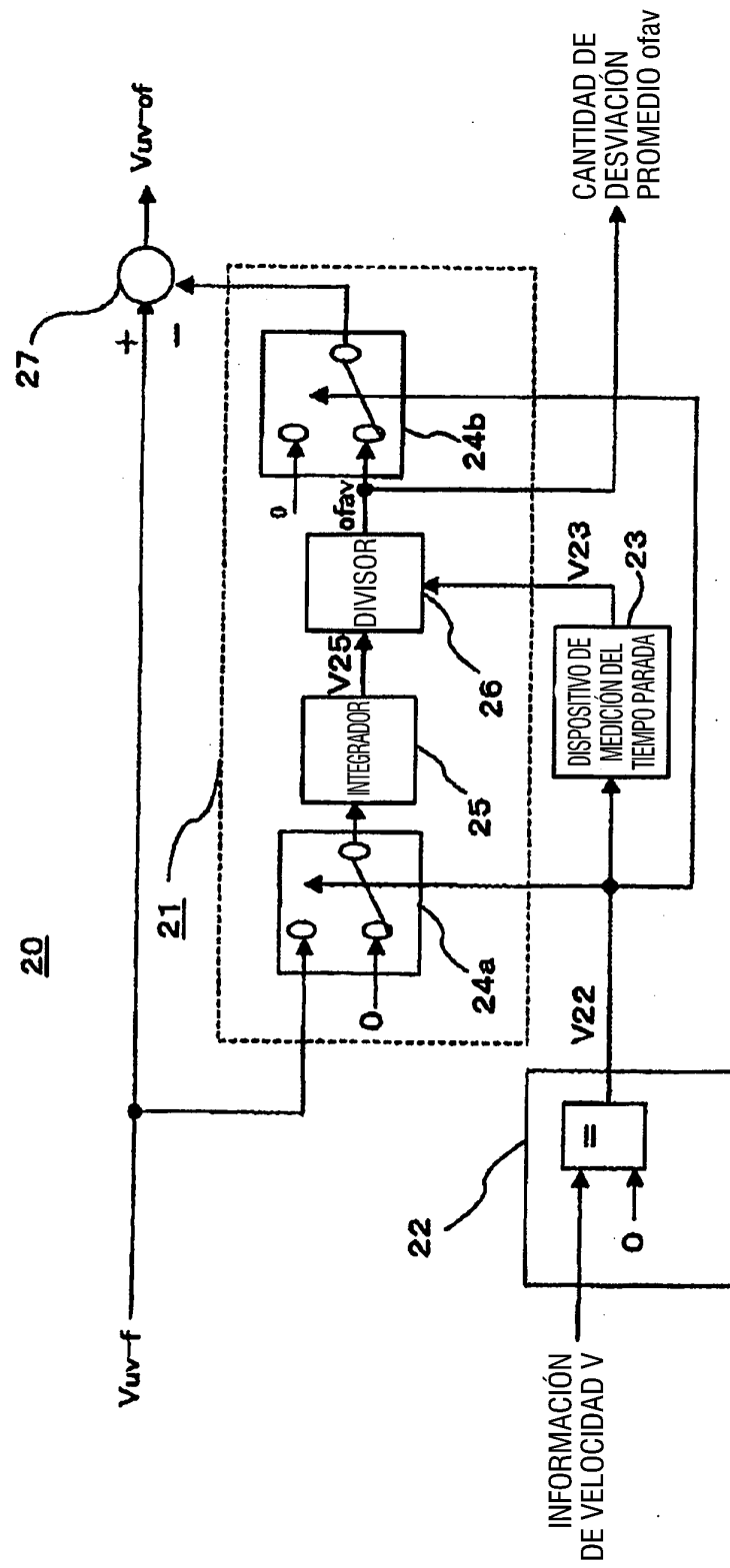


FIG. 4

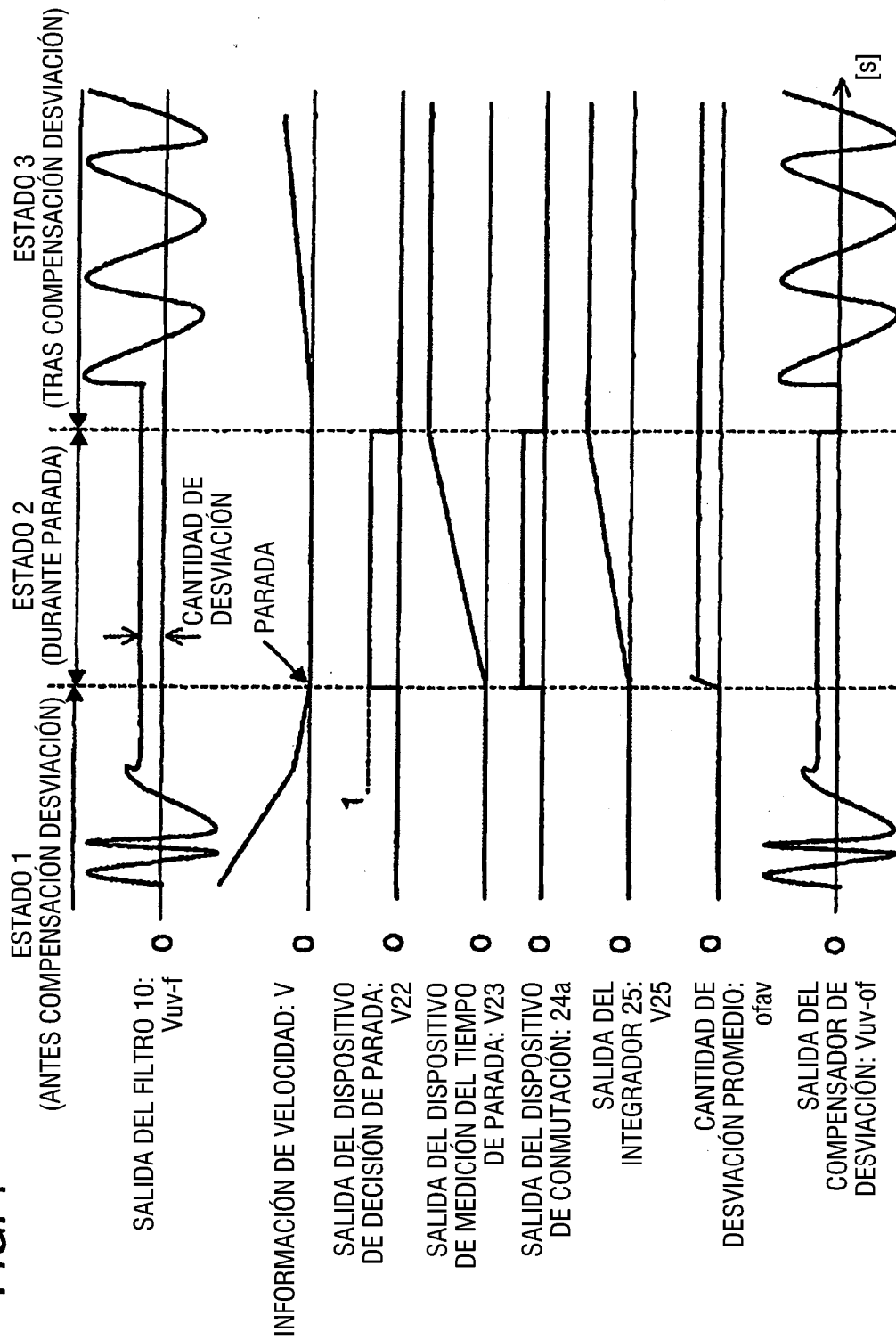


FIG. 5

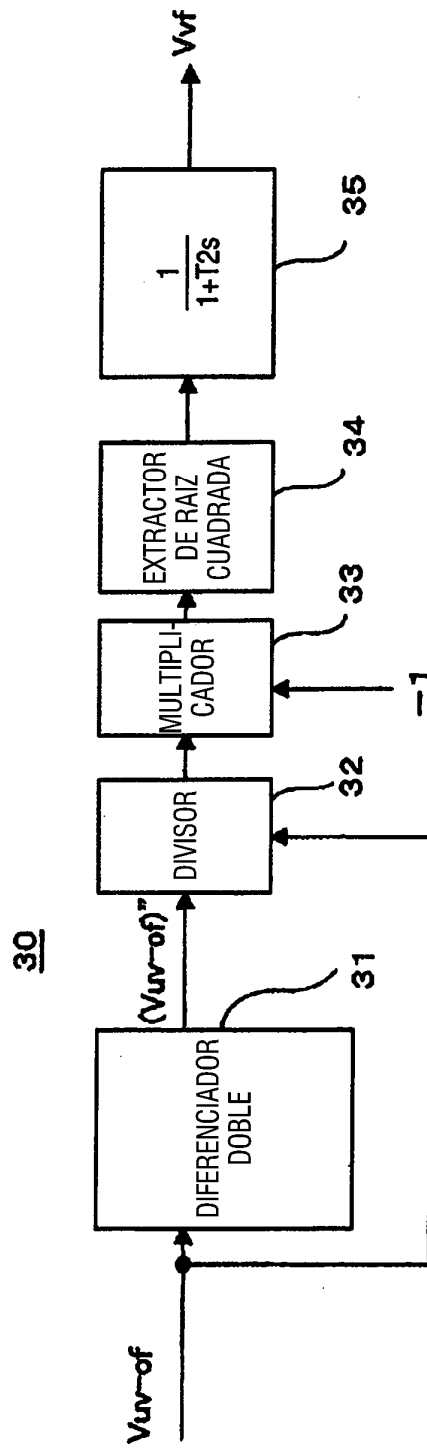


FIG. 6

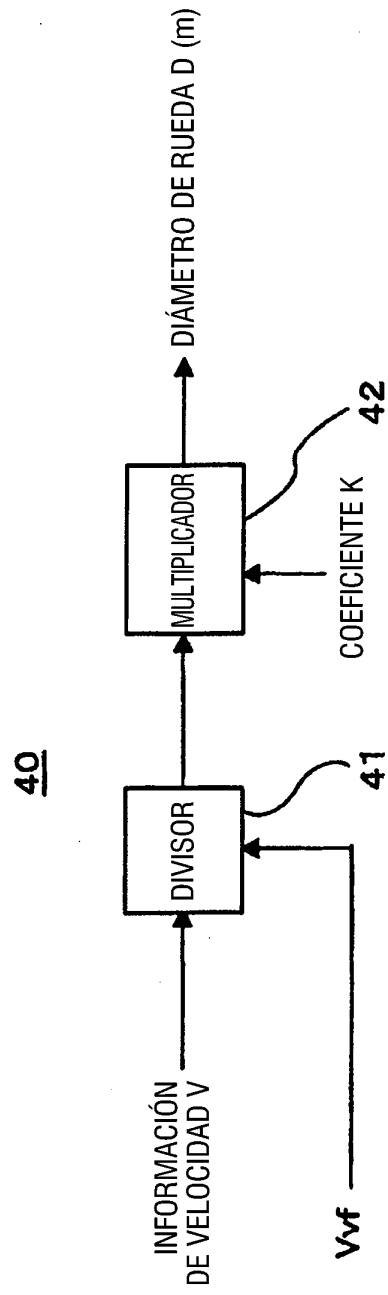


FIG. 7

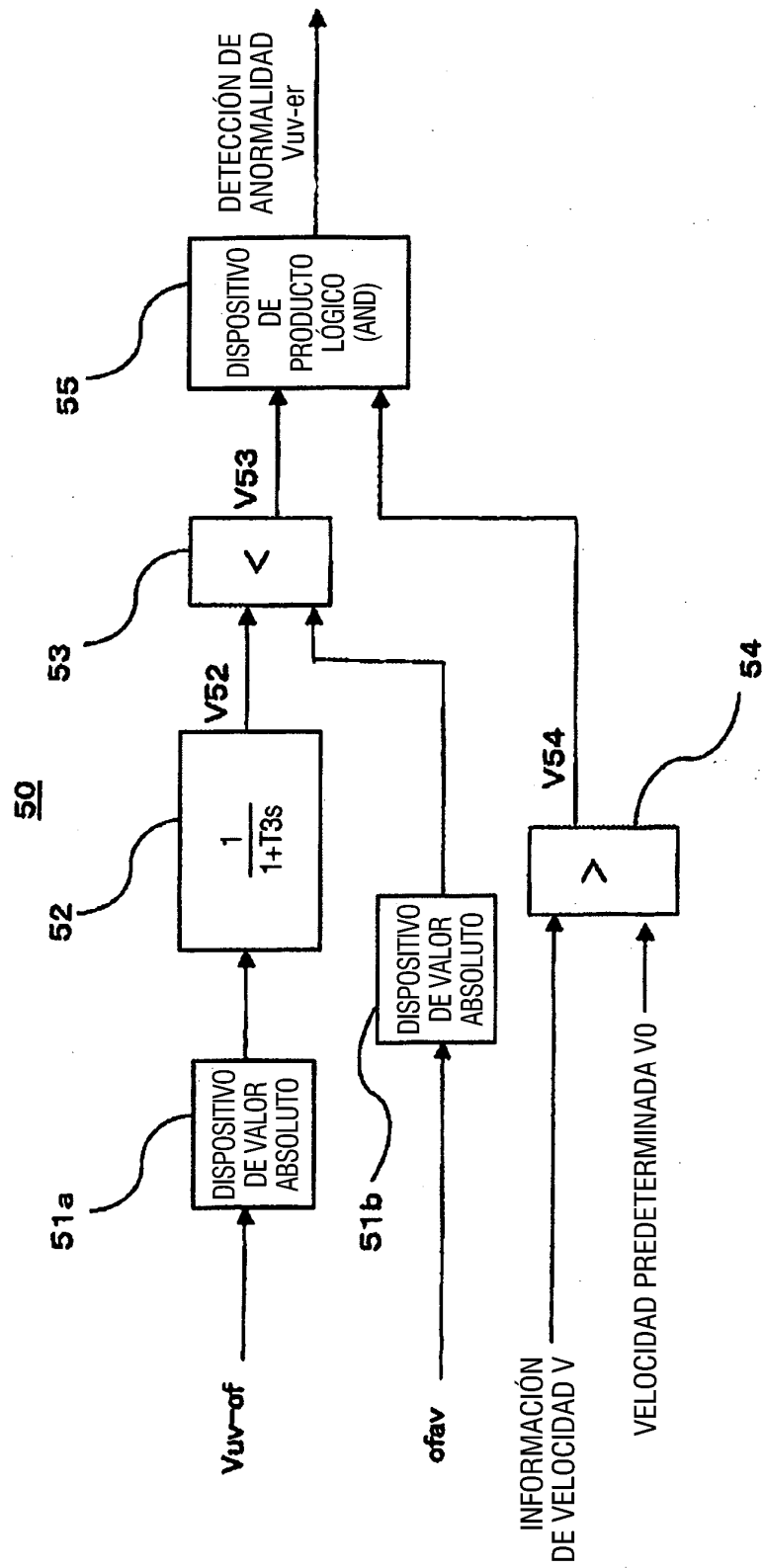


FIG. 8

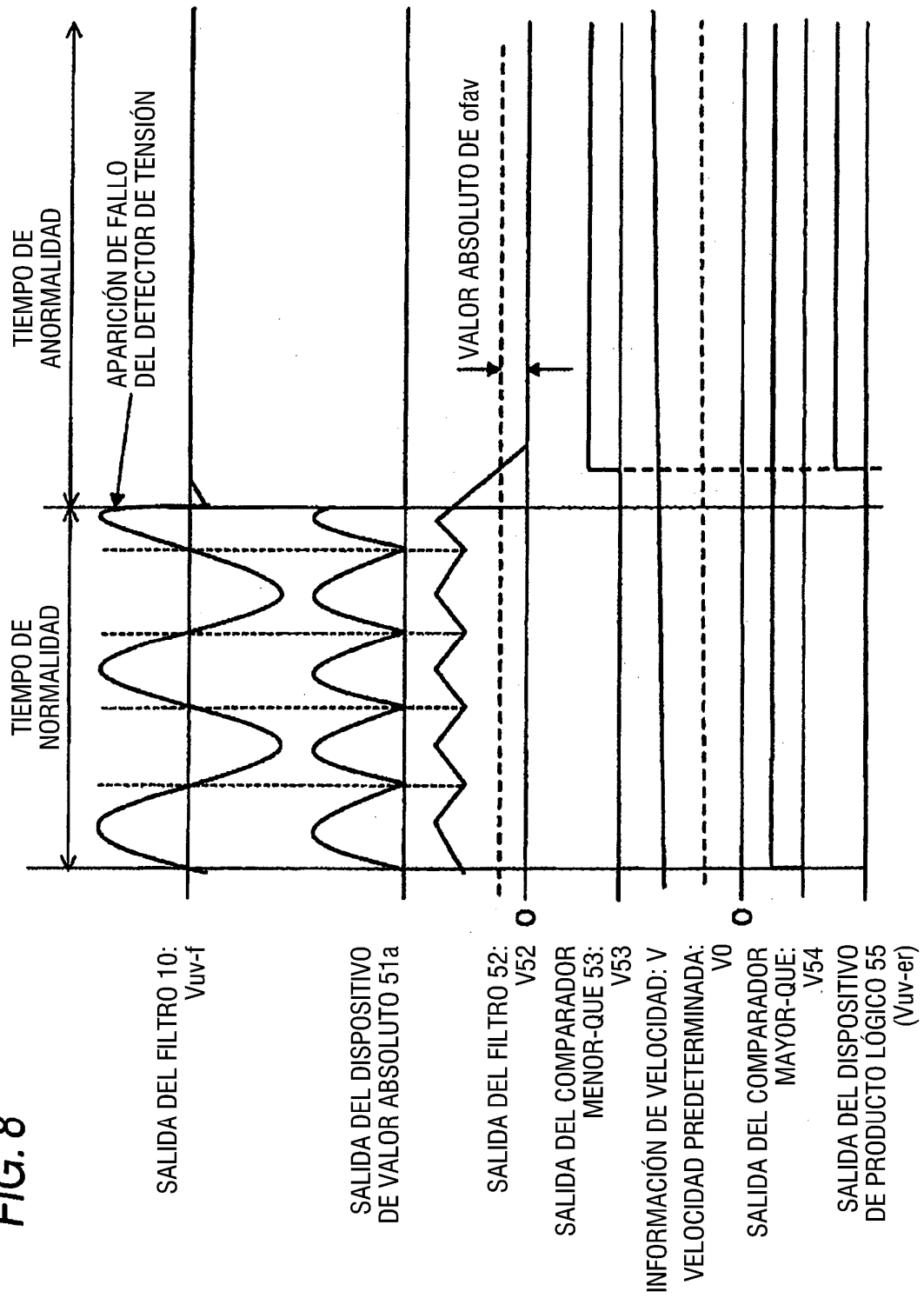


FIG. 9

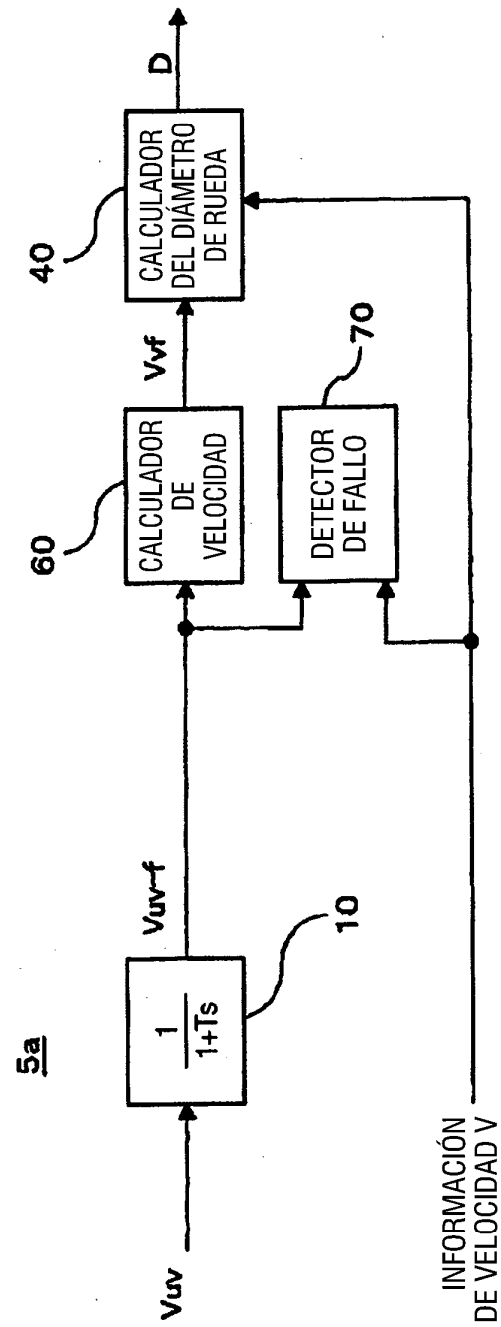


FIG. 10

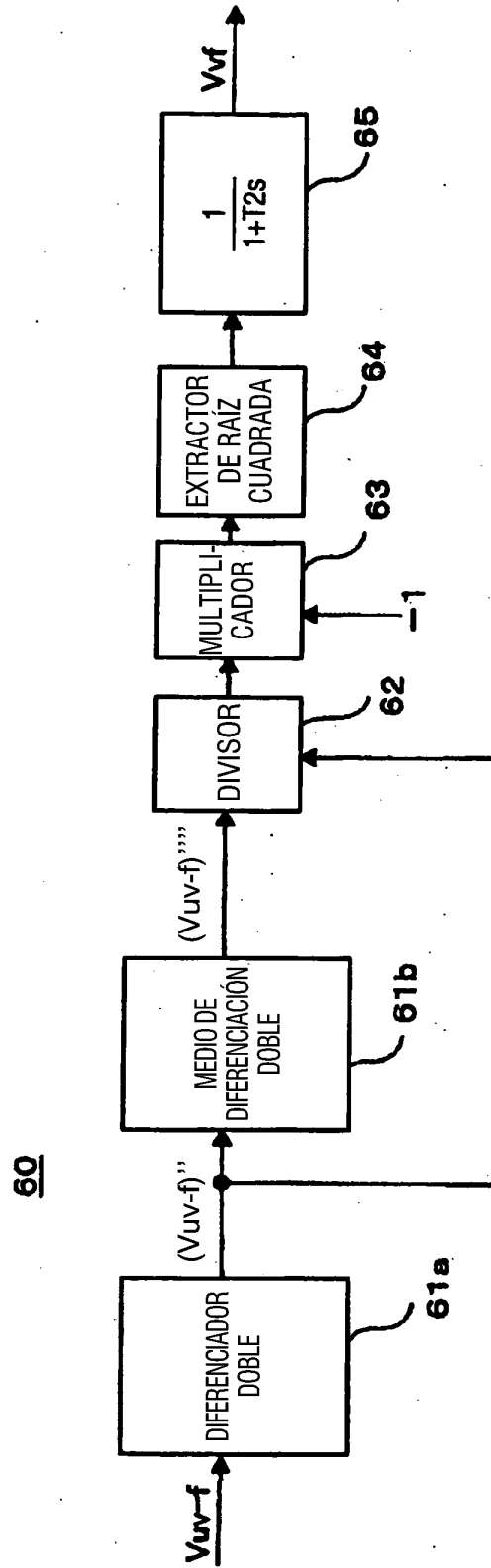


FIG. 11

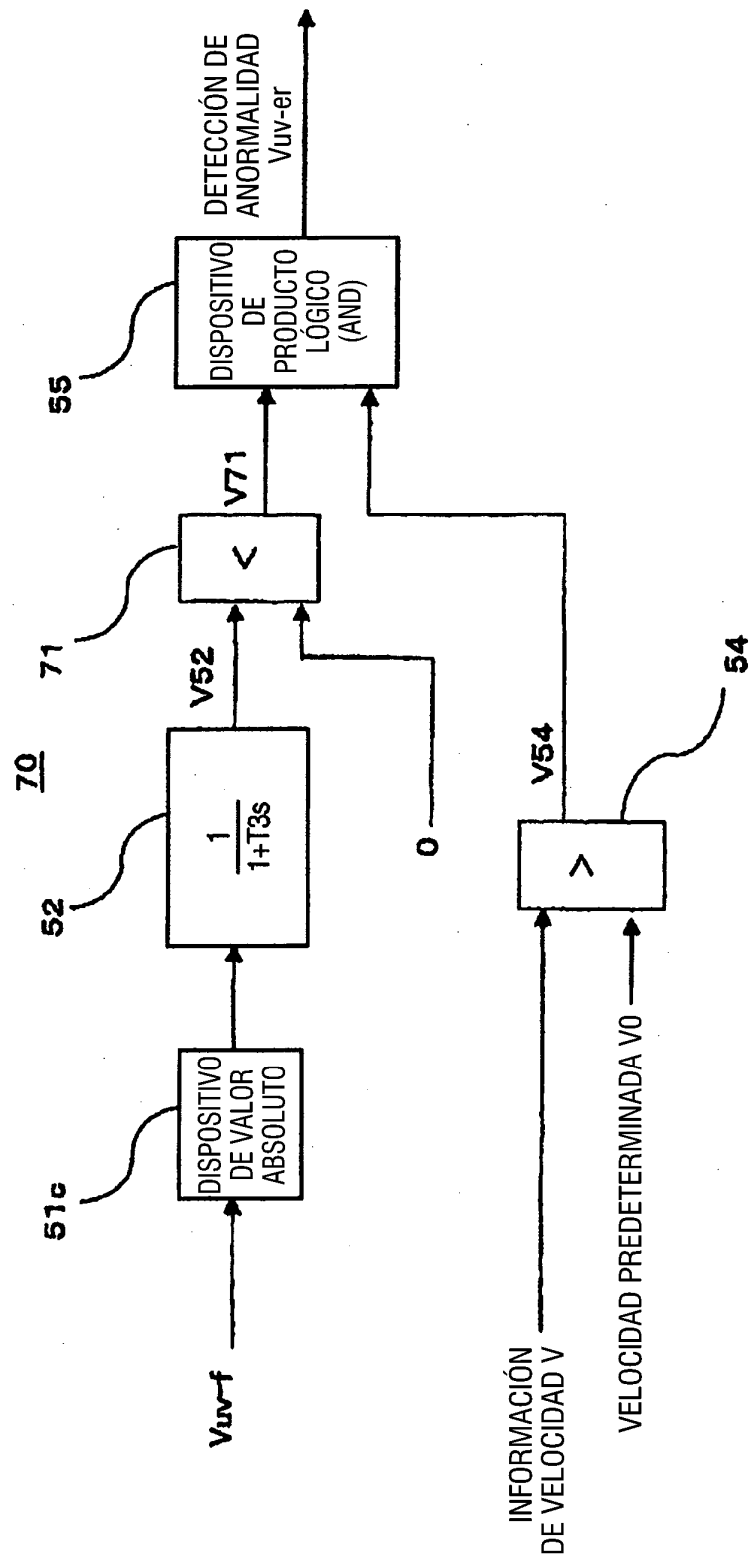


FIG. 12

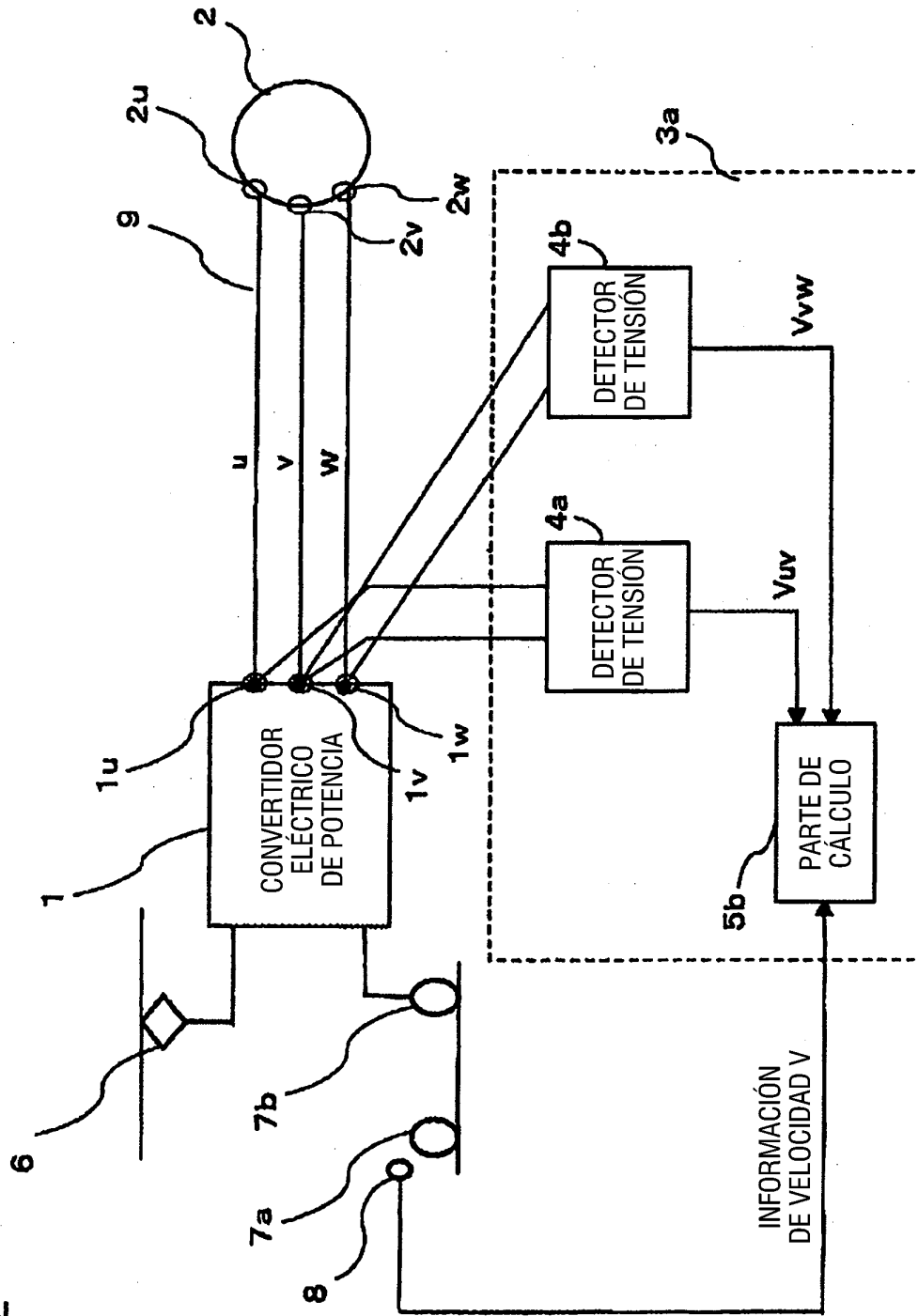


FIG. 13

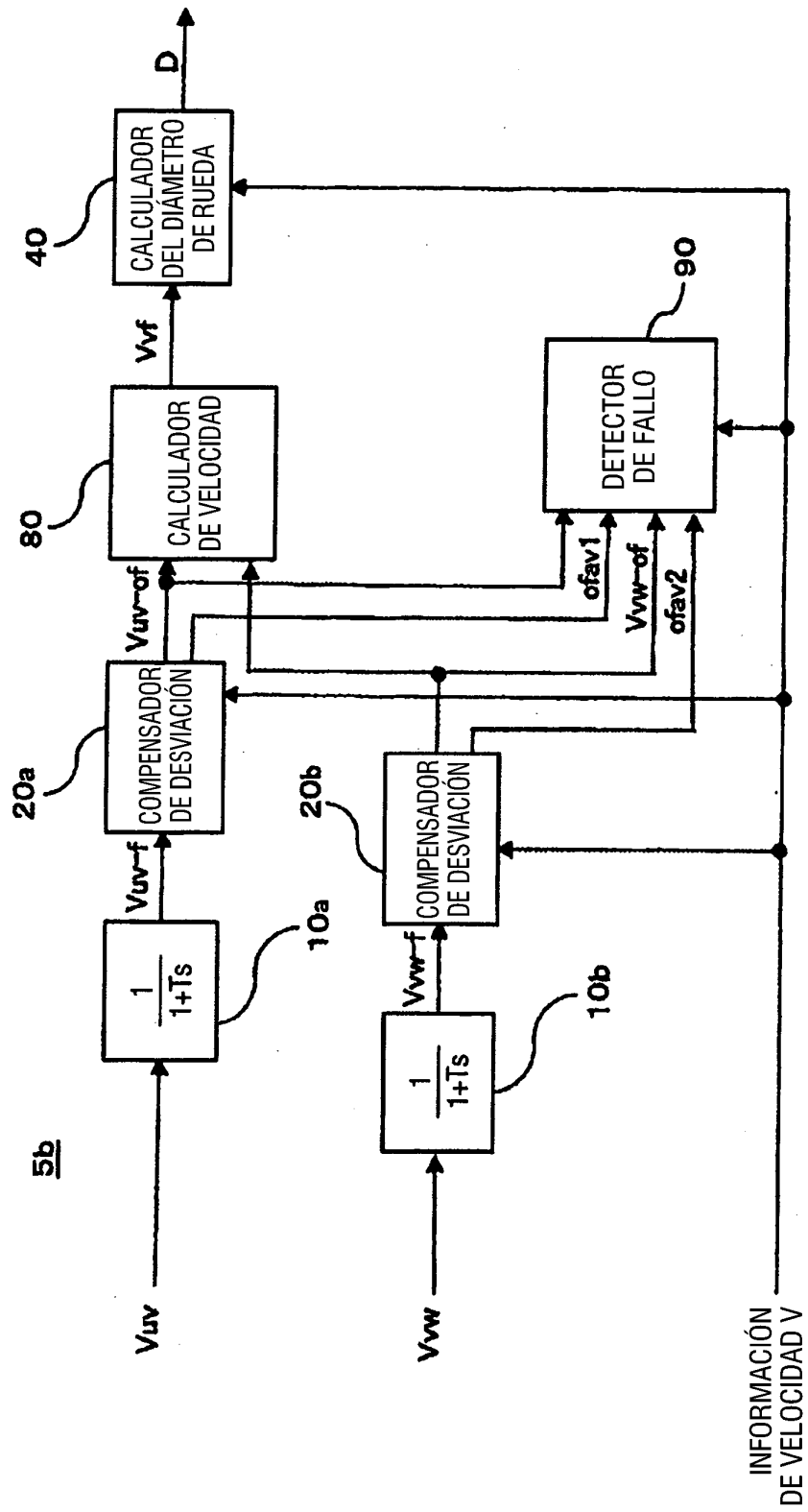


FIG. 14

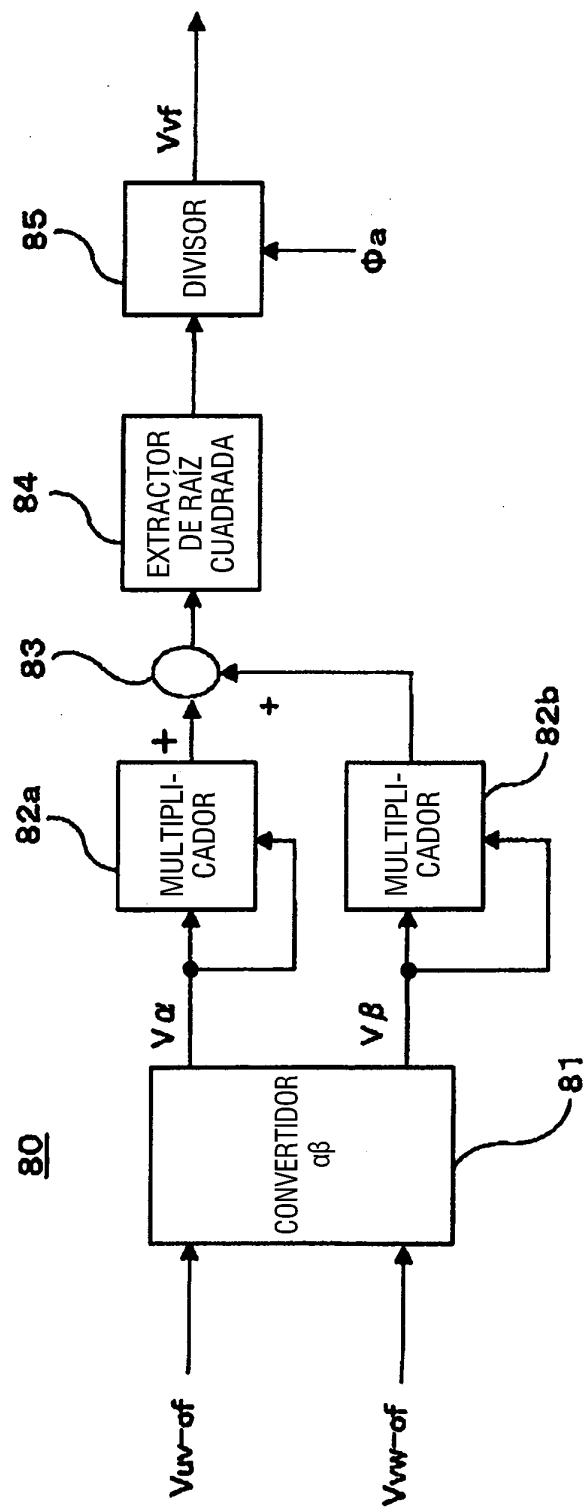
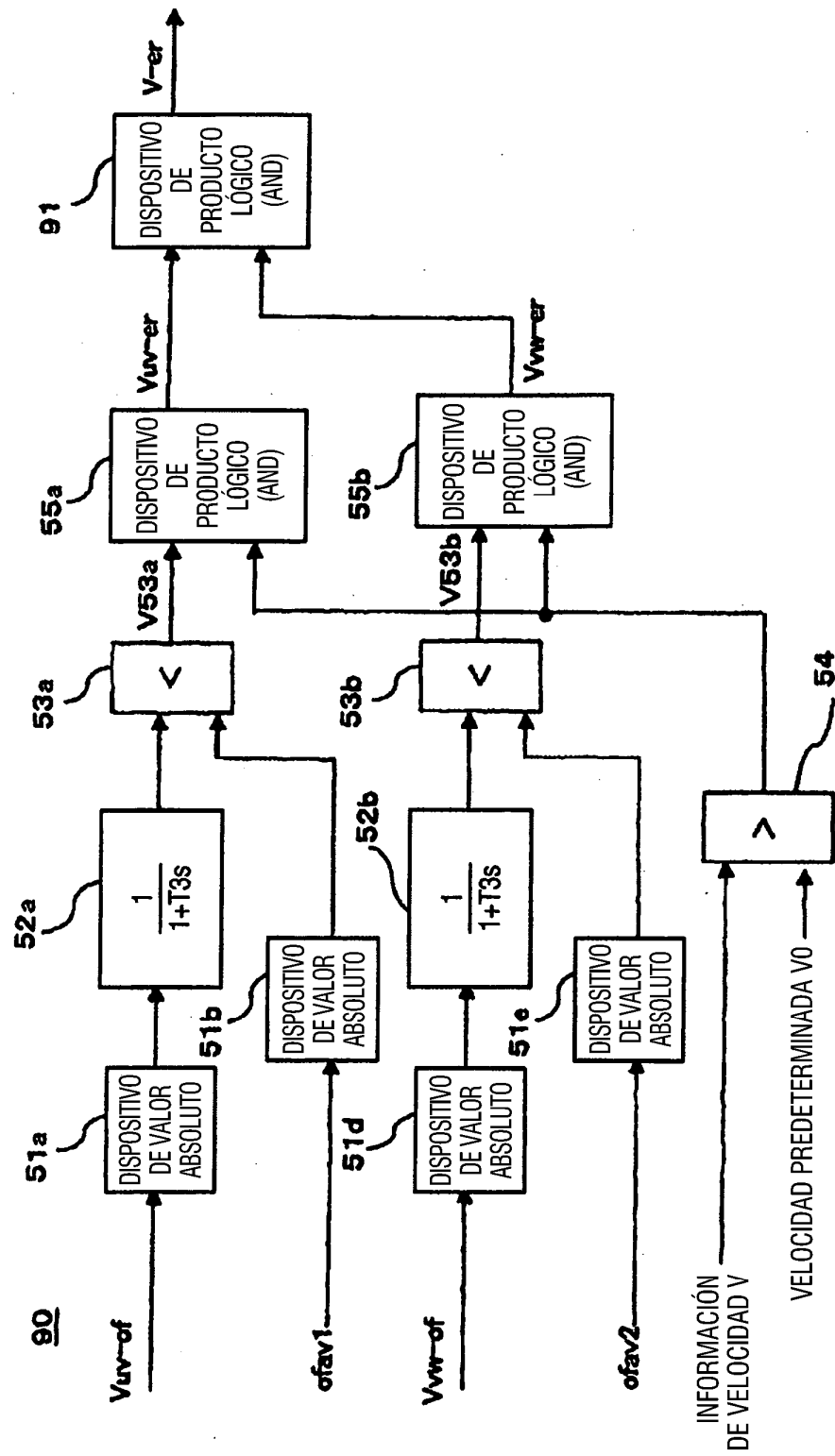
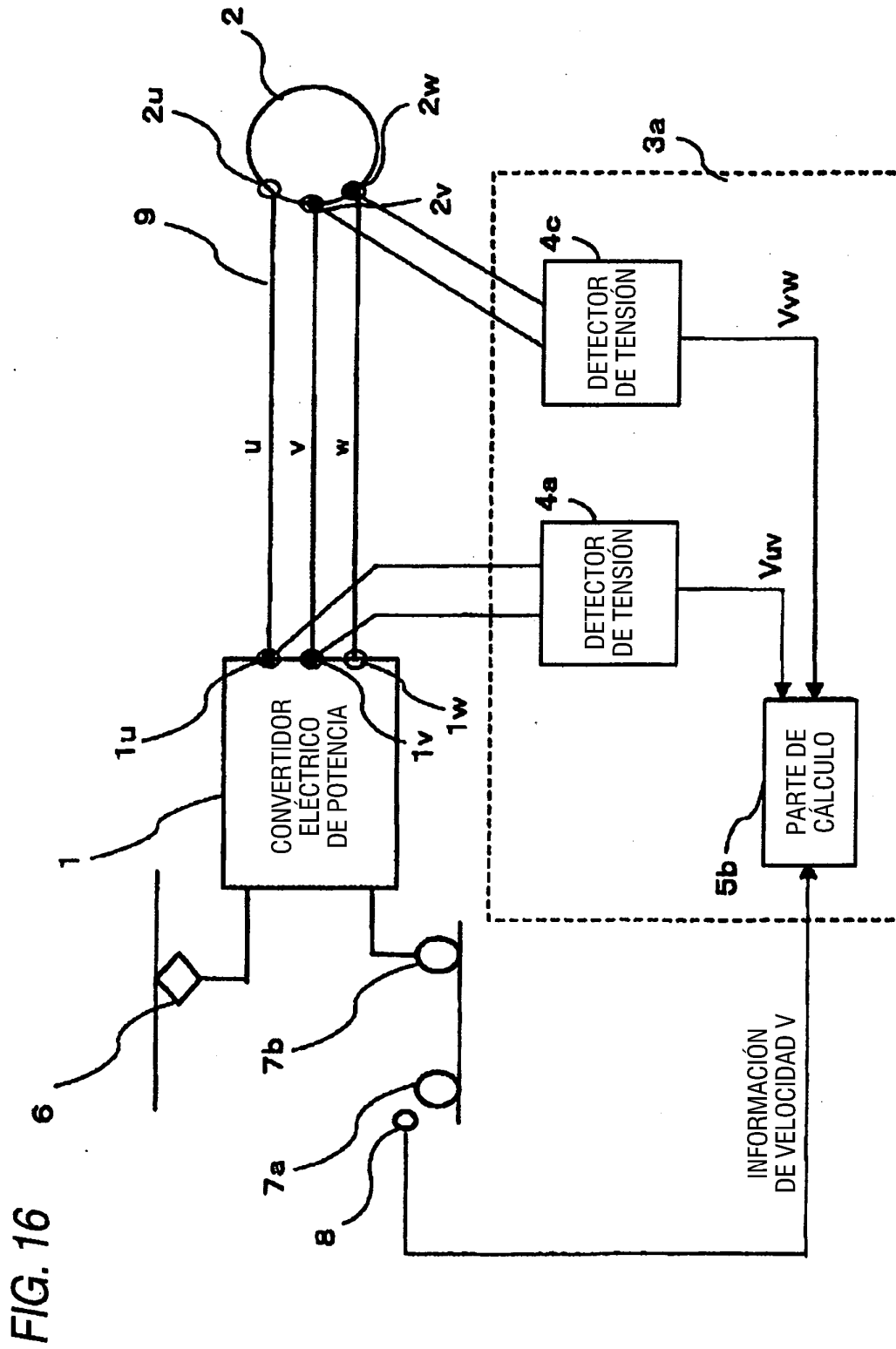


FIG. 15





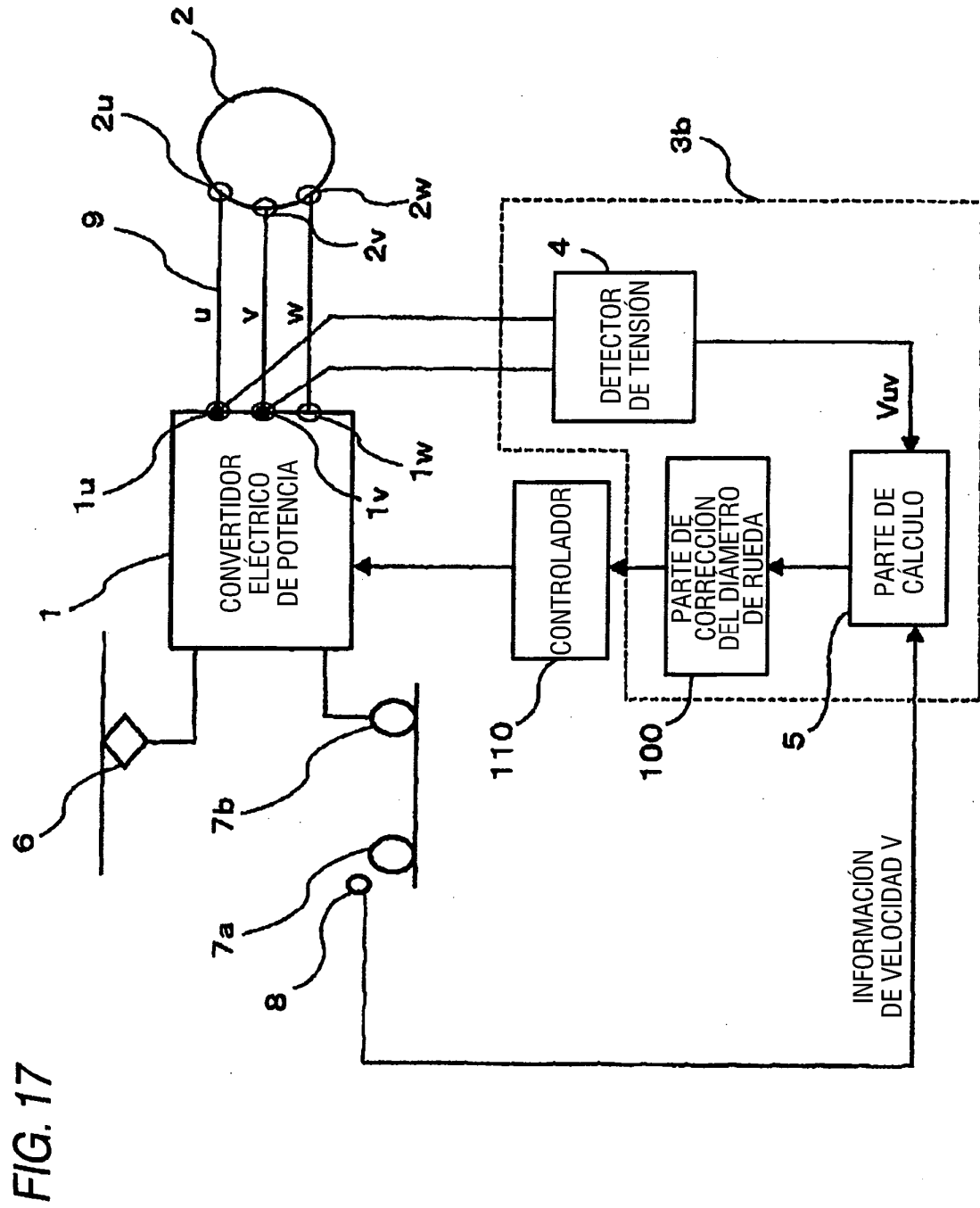


FIG. 18

