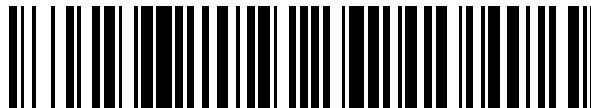


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 655 303**

51 Int. Cl.:

H02P 29/032 (2006.01)

H02P 21/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.03.2009 PCT/JP2009/001345**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.09.2010 WO10109528**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.03.2009 E 09842146 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.12.2017 EP 2413494**

54 Título: **Controlador para máquina rotatoria de CA**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.02.2018

73 Titular/es:
MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION (100.0%)
7-3 Marunouchi 2-Chome, Chiyoda-ku
Tokyo 100-8310, JP

72 Inventor/es:
KIMPARA, YOSHIHIKO;
ITO, MASATO y
TANIMOTO, MASANORI

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

ES 2 655 303 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

Controlador para máquina rotatoria de CA

Campo técnico

5 La presente invención está relacionada con un dispositivo para controlar la impulsión de una máquina rotatoria de CA aplicando una tensión de CA por medio de medios de aplicación de tensión.

Antecedentes de la técnica

10 Se conoce una variedad de métodos para controlar una máquina rotatoria de CA tal como una máquina sincrónica y una máquina de inducción. En una región de baja velocidad únicamente, una máquina rotatoria de CA puede ser impulsada en un sistema de control de bajo coste usando un sensor de posición barato cuya capacidad de respuesta es en general baja. Como el ciclo de salida del propio sensor Hall es lento en una región de baja velocidad, incluso si se usa un sensor de posición que tiene una baja capacidad de respuesta, la bajura de la capacidad de respuesta no es tan evidente, y, así, se puede usar un sensor de posición de este tipo para la impulsión.

15 Mientras tanto, en un caso en el que se va a usar un sensor de posición que tiene una baja capacidad de respuesta en una región de alta rotación, no se puede suministrar una corriente para tener una fase deseada debido a la lentitud, y se reducen las características de impulsión de la máquina rotatoria de CA. Si se superpone una tensión o una corriente que tiene una frecuencia más alta que la frecuencia fundamental de la máquina rotatoria de CA y la máquina rotatoria de CA es controlada sobre la base de un resultado de una detección de posición usando la saliencia de la inductancia, la máquina rotatoria de CA puede ser impulsada en una región de baja velocidad sin usar un sensor de posición. Sin embargo, si se usa este método para impulsar la máquina rotatoria de CA en una región
20 de alta rotación, se generan tensiones o corrientes que tienen una frecuencia distinta a la frecuencia fundamental, que da como resultado desventajas desde el punto de vista del rendimiento de funcionamiento, la tasa de utilización de tensión, y la corriente máxima.

25 Por lo tanto, se ha introducido una variedad de controladores para una máquina rotatoria de CA que pueden impulsar suavemente la máquina rotatoria de CA mediante control sin sensor, desde una región de baja velocidad a una región de alta velocidad.

30 Por ejemplo, en la invención descrita en la documentación de patente 1, a fin de generar apropiadamente una fase de un sistema de coordenadas rotacional d-q requerido en una sección básica de un controlador de vector sin usar un detector de posición de polo magnético, se proporciona un generador de fase de región de baja frecuencia para generar una fase para una región de baja frecuencia y un generador de región de alta frecuencia de fase para generar una fase para una región de alta frecuencia. Entonces, se proporciona un sintetizador de fase para sintetizar estos dos tipos de fases promediando las fases mientras se ponderan las fases por frecuencia y la fase final sintetizada se emplea como la fase del sistema de coordenadas rotacional d-q.

35 Según la invención descrita en la documentación de patente 2, en un método de control sin sensor para controlar un motor eléctrico de CA continuamente desde velocidad cero a una región de alta velocidad, se usa un valor de estimación de velocidad ω_{est} y un valor de estimación de posición θ_{est} , estimados por un estimador de posición/velocidad usando un modelo mecánico de expresión matemática, para realizar el control de manera que un error de posición $\Delta\theta$ se vuelve cero, que se obtiene mediante un cálculo de producto exterior de un primer vector de flujo magnético calculado usando un ángulo de rotor y un segundo vector de flujo magnético calculado sin usar el ángulo de rotor.

40 Además, la invención descrita en la documentación de patente 3 incluye un observador adaptativo que usa un modelo de motor eléctrico que calcula una frecuencia angular, una corriente estimada y un flujo magnético de rotor estimado, sobre la base de una desviación de corriente en un sistema de coordenadas de dos ejes rotacionales (ejes d-q), una instrucción de tensión en el sistema de coordenadas de dos ejes rotacionales (ejes d-q), y una velocidad estimada rotacional, realizando de ese modo control de un motor eléctrico sincrónico a una velocidad rotacional especialmente alta.
45

Se considera que estas invenciones pueden impulsar suavemente una máquina rotatoria de CA desde una región de baja velocidad a una región de alta velocidad.

Documentación de patente 1: Patente japonesa abierta a la inspección pública n.º de publicación 10-94298

Documentación de patente 2: Patente japonesa abierta a la inspección pública n.º de publicación 2006-158046

50 Documentación de patente 3: Republicada WO2002/091558

Un documento adicional de la técnica anterior relacionado con el preámbulo de reivindicaciones 1 y 2 es el documento RU 2 141 720.

Descripción de la invención

Problemas a resolver por la invención

5 Sin embargo, como la invención descrita en la documentación de patente 1 sintetiza los dos tipos de fases al promediar las frecuencias en la ponderación, se necesita realizar la impulsión sobre la base del generador de fase de región de frecuencia inferior de los generadores para los dos tipos de fases, en una región de baja velocidad donde la frecuencia es baja. Como resultado, hay un problema en que cuando la respuesta estimada del generador de fase de región de frecuencia inferior es lenta, la capacidad de respuesta tal como una respuesta de control de velocidad o una respuesta de control de par no se pueden mantener a un alto nivel, en una región de baja velocidad.

10 Además, en la invención descrita en la documentación de patente 2, el valor de estimación de velocidad v_{est} y el valor de estimación de posición θ_{est} son usados por el estimador de posición/velocidad de manera que el error de posición $\Delta\theta$ se vuelve cero, lo que se obtiene por el cálculo de producto exterior del primer vector de flujo magnético y el segundo vector de flujo magnético. El cálculo de producto exterior varía de sensibilidad dependiendo de la diferencia de fase entre el primer vector de flujo magnético y el segundo vector de flujo magnético. En particular, cuando la diferencia de fase supera 90 grados, el valor de cálculo de producto exterior se vuelve pequeño, sin importar el hecho de que la desviación es mayor que cuando la diferencia de fase es menor de 90 grados. Por lo tanto, hay un problema en la característica de convergencia de error y la estimación de posición capacidad de respuesta si la diferencia de fase supera 90 grados debido a errores de valor inicial o algunas otras razones,

15 Además, en la invención descrita en la documentación de patente 3, el observador adaptativo realiza el cálculo sobre la base de la desviación de corriente. Por lo tanto, hay un problema en que en un caso en el que la máquina rotatoria de CA se detiene o funciona a velocidad rotacional muy baja, ocurre poca o nada de desviación de corriente, provocando dificultad en control suave.

20 La presente invención se hace para resolver los problemas anteriores y un objeto de la presente invención es proporcionar un controlador para una máquina rotatoria de CA que impulse suavemente la máquina rotatoria de CA desde una región de baja velocidad que incluye velocidad cero a una región de alta velocidad y que pueda obtener, incluso cuando un error de valor inicial está presente en una fase estimada, características deseadas convergiendo rápidamente el error.

Solución a los problemas

30 Un controlador para una máquina rotatoria de CA según un primer aspecto de la presente invención se da en la reivindicación 1 y se dirige entre otros rasgos a un controlador para una máquina rotatoria de CA, el controlador incluye: medios de detección de vector de corriente para detectar un vector de corriente de la máquina rotatoria de CA y sacar el vector de corriente como vector de corriente detectado; medios de control de máquina rotatoria de CA para referirse a una fase de flujo magnético estimado y sacar un vector de instrucción de tensión de manera que el vector de corriente detectado coincida con un vector de instrucción de corriente; medios de aplicación de tensión para aplicar una tensión a la máquina rotatoria de CA sobre la base del vector de instrucción de tensión; medios de observación adaptativa para sacar la fase de flujo magnético estimado sobre la base del vector de instrucción de tensión; y medios de detección de vector de flujo magnético para detectar un vector de flujo magnético y sacar el vector de flujo magnético como vector de flujo magnético detectado, en donde los medios de observación adaptativa sacan un vector de corriente estimado y un vector de flujo magnético estimado además de la fase de flujo magnético estimado, sobre la base de un vector de desviación de corriente y un vector de desviación amplificado además del vector de instrucción de tensión, y el controlador incluye además medios de cálculo de vector de desviación para calcular el vector de desviación de corriente que es una desviación entre el vector de corriente estimado y el vector de corriente detectado y un vector de desviación de flujo magnético que es una desviación entre el vector de flujo magnético estimado y el vector de flujo magnético detectado y para sacar el vector de desviación de corriente calculado y el vector de desviación de flujo magnético calculado como vector de desviación amplificado.

45 El controlador para una máquina rotatoria de CA según un segundo aspecto de la presente invención se da en la reivindicación 2 y se dirige entre otros a un controlador para una máquina rotatoria de CA, el controlador incluye: medios de detección de vector de corriente para detectar un vector de corriente de la máquina rotatoria de CA y sacar el vector de corriente como vector de corriente detectado; medios de control de máquina rotatoria de CA para referirse a una fase de flujo magnético estimado y sacar un vector de instrucción de tensión de manera que el vector de corriente detectado coincida con un vector de instrucción de corriente; medios de aplicación de tensión para aplicar una tensión a la máquina rotatoria de CA sobre la base del vector de instrucción de tensión; medios de observación adaptativa para sacar la fase de flujo magnético estimado sobre la base del vector de instrucción de tensión; y medios de detección de vector de flujo magnético para detectar un vector de flujo magnético y sacar el vector de flujo magnético como vector de flujo magnético detectado, en donde los medios de observación adaptativa sacan un vector de flujo magnético estimado además de la fase de flujo magnético estimado, sobre la base de un vector de desviación amplificado además del vector de instrucción de tensión, y el controlador incluye además medios de cálculo de vector de desviación para calcular un vector de desviación de flujo magnético que es una desviación entre el vector de flujo magnético estimado y el vector de flujo magnético detectado y para sacar el vector de desviación de flujo magnético calculado como vector de desviación amplificado.

Efecto de la invención

5 Como se ha descrito anteriormente, el controlador para una máquina rotatoria de CA según los aspectos primero y segundo de la presente invención incluye medios de cálculo de vector de desviación para calcular un vector de desviación de flujo magnético que es una desviación entre el vector de flujo magnético estimado y el vector de flujo magnético detectado, y la salida es introducida a los medios de observación adaptativa. Por lo tanto, sin importar la magnitud de la velocidad rotacional, la máquina rotatoria de CA puede ser controlada por medio de una fase de flujo magnético estimado que se basa en el vector de flujo magnético estimado por los medios de observación adaptativa, y se puede mantener la capacidad de respuesta, tal como una respuesta de control de velocidad, en un alto nivel incluso en una región de baja velocidad que incluye velocidad cero, y adicionalmente, cuando hay un error de valor inicial, se puede mejorar la característica de convergencia de error.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama que muestra una configuración entera de un controlador de una máquina rotatoria de CA según la realización 1 de la presente invención.

La figura 2 es un diagrama que ilustra características de vectores de desviación de flujo magnético.

15 La figura 3 es un diagrama que muestra una configuración interna de los medios de control de máquina rotatoria de CA 4 de la figura 1.

La figura 4 es un diagrama que muestra una configuración interna de los medios de detección de vector de flujo magnético 6 de la figura 1.

20 La figura 5 es un diagrama que muestra una configuración interna de los medios de observación adaptativa 7 de la figura 1.

La figura 6 es un diagrama que muestra una configuración interna de los medios de amplificación de desviación 9 de la figura 1.

La figura 7 es un diagrama que muestra una configuración interna de una matriz de ganancia 50 de la figura 6.

25 La figura 8 es un diagrama que muestra una relación entre cada ganancia en la matriz de ganancia 50 y una velocidad estimada $wr0$.

La figura 9 es un diagrama que muestra una configuración interna de una matriz de ganancia 51 de la figura 6.

La figura 10 es un diagrama que muestra una relación entre cada ganancia en la matriz de ganancia 51 y la velocidad estimada $wr0$.

30 La figura 11 es un diagrama que muestra una configuración entera de un controlador para una máquina rotatoria de CA según la realización 2 de la presente invención.

La figura 12 es un diagrama que muestra una configuración interna de los medios de control de máquina rotatoria de CA 4a de la figura 11.

La figura 13 es un diagrama que muestra una configuración interna de un distribuidor de componente de corriente 60 de la figura 11.

35 La figura 14 es un diagrama que muestra una configuración interna de los medios de detección de vector de flujo magnético 6a de la figura 11.

La figura 15 es un diagrama que muestra relaciones entre un ángulo rotacional de la máquina rotatoria de CA y señales d_{lu} , d_{lv} y d_{lw} .

40 La figura 16 es un diagrama que muestra una configuración entera de un controlador para una máquina rotatoria de CA según la realización 3 de la presente invención.

La figura 17 es un diagrama que muestra una configuración interna de los medios de control de máquina rotatoria de CA 4b de la figura 16.

La figura 18 es un diagrama que muestra una configuración interna de los medios de observación adaptativa 7b de la figura 16.

45 La figura 19 es un diagrama que muestra una configuración entera de un controlador para una máquina rotatoria de CA según la realización 4 de la presente invención.

La figura 20 es un diagrama que muestra una configuración interna de los medios de control de velocidad 110 de la figura 19.

La figura 21 es un diagrama que muestra una configuración entera de un controlador para una máquina rotatoria de CA según la realización 5 de la presente invención.

La figura 22 es un diagrama que muestra una configuración interna de los medios de observación adaptativa 7c de la figura 21.

5 La figura 23 es un diagrama que muestra una configuración interna de los medios de amplificación de desviación 9c de la figura 21.

Mejor modo para llevar a cabo la invención

Realización 1.

10 La figura 1 es un diagrama que muestra una configuración entera según la presente realización 1. En la figura 1, medios de aplicación de tensión 1 aplican una tensión a una máquina rotatoria de CA 2 sobre la base de un vector de instrucción de tensión V_{sref} . En la presente realización 1, se dará una descripción, usando una máquina sincrónica como ejemplo de la máquina rotatoria de CA 2. Sin embargo, también se puede configurar una máquina de inducción, usando el mismo principio.

15 Medios de detección de vector de corriente 3 detectan un vector de corriente de la máquina rotatoria de CA 2 y sacan el vector de corriente como vector de corriente detectado I_s . Medios de control de máquina rotatoria de CA 4 sacan el vector de instrucción de tensión V_{sref} a los medios de aplicación de tensión 1 de manera que el vector de corriente detectado I_s obtenido de los medios de detección de vector de corriente 3 coincide con un vector de instrucción de corriente I_{sref} . Medios de detección de posición rotacional 5 detectan una posición rotacional de la máquina rotatoria de CA 2 y sacan la posición rotacional detectada a medios de detección de vector de flujo magnético 6, y los medios de detección de vector de flujo magnético 6 detectan un vector de flujo magnético sobre la base de la posición rotacional, y sacan el vector de flujo magnético como vector de flujo magnético detectado Φ_i .

20 Medios de observación adaptativa 7 sacan una fase de flujo magnético estimado θ_0 , un vector de corriente estimado I_{sest} , un vector de flujo magnético estimado P_{hest} , y una velocidad estimada wr_0 , sobre la base de un vector de desviación amplificado E_0 descrito más adelante, un vector de desviación de corriente ΔI_s descrito más adelante, y el vector de instrucción de tensión V_{sref} . Medios de cálculo de vector de desviación 8 sacan el vector de desviación de corriente ΔI_s sobre la base del vector de corriente estimado I_{sest} y el vector de corriente detectado I_s , y también sacan un vector de desviación de flujo magnético $\Delta \Phi_i$ sobre la base del vector de flujo magnético estimado P_{hest} y el vector de flujo magnético detectado Φ_i . Medios de amplificación de desviación 9 amplifican el vector de desviación de corriente ΔI_s y el vector de desviación de flujo magnético $\Delta \Phi_i$ usando la velocidad estimada wr_0 como parámetro, y sacan el resultado como vector de desviación amplificado E_0 a los medios de observación adaptativa 7.

25 Los medios de detección de vector de corriente 3 sacan un resultado de conversión de corrientes de CA trifásica en corrientes de CA bifásica realizado por un convertidor trifásico/bifásico 10, como vector de corriente detectado I_s . El sistema de coordenadas para manejar las corrientes de CA bifásica sacadas por el convertidor trifásico/bifásico 10 se conoce como sistema de coordenadas de reposo de dos ejes ortogonales, y el sistema de coordenadas de reposo de dos-ejes ortogonales se define como ejes a-b.

30 En los medios de cálculo de vector de desviación 8, un sustractor 11 sustrae el vector de corriente detectado I_s del vector de corriente estimado I_{sest} y saca el vector de desviación de corriente ΔI_s , y un sustractor 12 sustrae el vector de flujo magnético detectado Φ_i del vector de flujo magnético estimado P_{hest} , y saca el vector de desviación de flujo magnético $\Delta \Phi_i$.

35 Ahora se describe de nuevo la función de los medios de observación adaptativa 7. Esto es, es importante que los medios de control de máquina rotatoria de CA 4, para sus prestaciones de control, obtengan con precisión la fase de flujo magnético estimado θ_0 , que se requiere cuando los medios de control de máquina rotatoria de CA 4 sacan el vector de instrucción de tensión V_{sref} de manera que el vector de corriente detectado I_s coincida con el vector de instrucción de corriente I_{sref} . Por lo tanto, la función primaria de los medios de observación adaptativa 7 es generar con precisión la fase de flujo magnético estimado θ_0 . Cuando se asume que una velocidad rotacional de la máquina rotatoria de CA 2 es la velocidad estimada wr_0 a partir de los medios de observación adaptativa 7, los medios de observación adaptativa 7 sacan un vector de corriente y un vector de flujo magnético generado cuando el vector de instrucción de tensión V_{sref} se aplica a la máquina rotatoria de CA 2, como vector de corriente estimado I_{sest} y vector de flujo magnético estimado P_{hest} , respectivamente. Como la fase de flujo magnético estimado θ_0 es una fase del vector de flujo magnético estimado P_{hest} , si se hace que el vector de flujo magnético estimado P_{hest} sacado por los medios de observación adaptativa 7 coincida con un vector de flujo magnético Φ_i de la máquina rotatoria de CA 2, contribuye a la mejora de la prestaciones de control.

40 En un caso donde la velocidad rotacional de la máquina rotatoria de CA 2 y la velocidad estimada wr_0 sacada por los medios de observación adaptativa 7 son diferentes entre sí, se genera el vector de desviación de corriente ΔI_s y el vector de desviación de flujo magnético $\Delta \Phi_i$. Por lo tanto, usando esto, la velocidad estimada wr_0 es corregida mediante el denominado control de retroalimentación de manera que la velocidad estimada wr_0 coincide con la

velocidad rotacional de la máquina rotatoria de CA 2. Si se hace que la velocidad estimada wr_0 coincida satisfactoriamente con la velocidad rotacional de la máquina rotatoria de CA 2, el vector de flujo magnético estimado Phest sacado por los medios de observación adaptativa 7 también coincide con el vector de flujo magnético Ph de la máquina rotatoria de CA 2, y, por consiguiente, se puede obtener la fase de flujo magnético estimado θ_0 con una alta precisión.

Como se entiende a partir de la descripción anterior, para el control de realimentación en los medios de observación adaptativa 7, es importante con qué precisión se obtiene la desviación (el vector de desviación de flujo magnético $\Delta\Phi$) entre el vector de flujo magnético detectado Phi y el vector de flujo magnético estimado Phest. Por lo tanto, las características del vector de desviación de flujo magnético $\Delta\Phi$ se describirán además en detalle con referencia a la figura 2.

En el caso 1 en la figura 2 (a), el vector de flujo magnético estimado Phest es una fase de avance respecto al vector de flujo magnético detectado Phi y la diferencia de fase está dentro de 90 grados. El vector de desviación de flujo magnético $\Delta\Phi$ se obtiene sustrayendo el vector de flujo magnético detectado Phi (la línea gruesa en el dibujo) del vector de flujo magnético estimado Phest (el línea de cadena en el dibujo:), y aparece como la línea discontinua en el dibujo. Por consiguiente, como en un ejemplo mostrado en la Documentación de Patente 2 descrita anteriormente, un valor obtenido por un cálculo de producto exterior del vector de flujo magnético estimado Phest y el vector de flujo magnético detectado Phi es proporcional al área del triángulo (el parte sombreada en el dibujo) creada por el vector de flujo magnético estimado Phest y el vector de flujo magnético detectado Phi. Por lo tanto, si se genera una diferencia de fase entre el vector de flujo magnético estimado Phest y el vector de flujo magnético detectado Phi, se generará el vector de desviación de flujo magnético $\Delta\Phi$, y se generará un valor obtenido por un cálculo de producto exterior del vector de flujo magnético estimado Phest y el vector de flujo magnético detectado Phi.

A continuación, se considerará el caso 2 de la figura 2 (b). En el caso 2, el vector de flujo magnético estimado Phest es una fase de avance respecto al vector de flujo magnético detectado Phi, y la diferencia de fase son 90 grados o más. La magnitud del vector de desviación de flujo magnético $\Delta\Phi$ (la línea discontinua en el dibujo), que se obtiene sustrayendo el vector de flujo magnético detectado Phi (la línea gruesa en el dibujo) del vector de flujo magnético estimado Phest (el línea de cadena en el dibujo), es mayor que la del vector de desviación de flujo magnético $\Delta\Phi$ en el caso 1. Mientras, un valor obtenido por un cálculo de producto exterior del vector de flujo magnético estimado Phest y el vector de flujo magnético detectado Phi, cuyo valor es proporcional al área de la parte sombreada en el dibujo, es menor que en el caso 1. Como se ha descrito anteriormente, el valor obtenido por un cálculo de producto exterior del vector de flujo magnético estimado Phest y el vector de flujo magnético detectado Phi no necesariamente se hace grande según un aumento de la diferencia de fase entre el vector de flujo magnético estimado Phest y el vector de flujo magnético detectado Phi. Así, el valor obtenido por el cálculo de producto exterior no puede ser considerado como que refleja con precisión la magnitud de la diferencia de fase entre el vector de flujo magnético estimado Phest y el vector de flujo magnético detectado Phi.

Sin embargo, cuando se aumenta la diferencia de fase entre el vector de flujo magnético estimado Phest y el vector de flujo magnético detectado Phi, la magnitud del vector de desviación de flujo magnético $\Delta\Phi$ también se aumenta correspondientemente. Por lo tanto, el vector de desviación de flujo magnético $\Delta\Phi$ puede ser considerado como que refleja con precisión la magnitud de la diferencia de fase entre el vector de flujo magnético estimado Phest y el vector de flujo magnético detectado Phi.

A continuación, se considerará el caso 3 de la figura 2 (c). En el caso 3, el vector de flujo magnético estimado Phest es una fase de avance respecto al vector de flujo magnético detectado Phi, y la diferencia de fase es pequeña pero la magnitud del vector de flujo magnético estimado Phest se estima para que sea mayor que la del vector de flujo magnético detectado Phi. El vector de desviación de flujo magnético $\Delta\Phi$ (la línea discontinua en el dibujo), que se obtiene sustrayendo el vector de flujo magnético detectado Phi (la línea gruesa en el dibujo:) del vector de flujo magnético estimado Phest (el línea de cadena en el dibujo:), tiene de manera asegurada una magnitud, pero cuando la diferencia de fase es pequeña, ya no se asegurará un valor obtenido por el cálculo de producto exterior descrito anteriormente como se ha descrito anteriormente.

Como se ha descrito anteriormente, el controlador de una máquina rotatoria de CA según la presente realización 1 determina el vector de flujo magnético estimado Phest de la máquina rotatoria de CA 2 sobre la base del vector de desviación de flujo magnético $\Delta\Phi$, sin realizar el cálculo de producto exterior como se muestra en la documentación de patente 2. Por lo tanto, incluso cuando la diferencia de fase entre el vector de flujo magnético estimado Phest y el vector de flujo magnético detectado Phi supera 90 grados debido a un error de valor inicial o una perturbación o incluso cuando la diferencia de fase es pequeña, es posible mantener la característica de convergencia de error y la capacidad de respuesta de la estimación de posición. Como resultado, es posible controlar la impulsión de la máquina rotatoria de CA 2 establemente, lo que es un efecto.

Además, se describirá en detalle la configuración de cada componente mostrado en la figura 1. La figura 3 es un diagrama que muestra una configuración interna de los medios de control de máquina rotatoria de CA 4. En la figura 3, un convertidor de coordenadas 20 convierte corrientes de CA bifásica en el sistema de coordenadas de ejes a-b sacadas por el convertidor trifásico/bifásico 10 en los medios de detección de vector de corriente 3, en corrientes en un sistema de coordenadas de dos ejes rotacionales que rota sincrónicamente con la fase de flujo magnético

estimado θ_0 sacada por los medios de observación adaptativa 7. Aquí, el sistema de coordenadas de dos ejes rotacionales que rota sincrónicamente con la fase de flujo magnético estimado θ_0 es definido como ejes d-q. Esto es, el convertidor de coordenadas 20 saca una componente de eje-a i_{as} del vector de corriente detectado y una componente de eje-b i_{bs} del vector de corriente detectado en los ejes a-b, como componente de eje-d i_{ds} de un vector de corriente detectado y una componente de eje-q i_{qs} del vector de corriente detectado en los ejes d-q, sobre la base de la fase de flujo magnético estimado θ_0 sacada por los medios de observación adaptativa 7.

Un sustractor 21 sustrae la componente de eje-d i_{ds} del vector de corriente detectado de una componente de eje-d i_{dsref} del vector de instrucción de corriente, y un sustractor 22 sustrae la componente de eje-q i_{qs} del vector de corriente detectado de una componente de eje-q i_{qsref} del vector de instrucción de corriente. Un amplificador 23 amplifica una desviación entre la componente de eje-d i_{dsref} del vector de instrucción de corriente obtenida del sustractor 21 y la componente de eje-d i_{ds} del vector de corriente detectado por un cálculo integral proporcional, y saca el valor resultante como componente de eje-d v_{dsref} del vector de instrucción de tensión. Un amplificador 24 amplifica una desviación entre la componente de eje-q i_{qsref} del vector de instrucción de corriente obtenido del sustractor 22 y la componente de eje-q i_{qs} del vector de corriente detectado por un cálculo integral proporcional, y saca el valor resultante como componente de eje-q v_{qsref} del vector de instrucción de tensión.

Un convertidor de coordenadas 25 realiza conversión de coordenadas de las instrucciones de tensión bifásica en el sistema de coordenadas de ejes d-q sacado por los amplificadores 23 y 24, para obtener instrucciones de tensión de CA trifásica, sobre la base de la fase de flujo magnético estimado θ_0 sacada por los medios de observación adaptativa 7, y saca una componente de fase U, una componente de fase V, y una componente de fase W del vector de instrucción de tensión V_{sref} .

La figura 4 es un diagrama que muestra una configuración interna de los medios de detección de vector de flujo magnético 6. En la figura 4, una unidad de operación coseno 30 realiza una operación coseno según un ángulo rotacional θ obtenido de los medios de detección de posición rotacional 5, y saca $\cos \theta$. Una unidad de cálculo de ganancia 31 saca un valor obtenido haciendo proporcional el $\cos \theta$ sacado por la unidad de operación coseno 30 un valor preestablecido, como componente de eje-a ϕ_{ia} del vector de flujo magnético detectado. El coeficiente de proporcionalidad de la unidad de cálculo de ganancia 31 se da como amplitud de flujo magnético de rotor ϕ_f .

Una unidad de operación seno 32 realiza una operación seno según el ángulo rotacional θ obtenido de los medios de detección de posición rotacional 5, y saca $\sin \theta$. Una unidad de cálculo de ganancia 33 saca un valor obtenido haciendo proporcional el $\sin \theta$ sacado por la unidad de operación seno 32 un valor preestablecido, como componente de eje-b ϕ_{ib} del vector de flujo magnético detectado. El coeficiente de proporcionalidad de la unidad de cálculo de ganancia 33 también se da como la amplitud de flujo magnético de rotor ϕ_f como en el caso de la unidad de cálculo de ganancia 31.

La figura 5 es un diagrama que muestra una configuración interna de los medios de observación adaptativa 7. Antes de describir la figura 5, se describirá la base para el cálculo realizado en los medios de observación adaptativa 7. Una resistencia de armadura de la máquina rotatoria de CA 2 se define como R, una inductancia de armadura se define como L, y una velocidad estimada se define como ωr_0 , y matrices A, B, C1, y C2 se definen mediante la expresión (1).

[Expresión 1]

$$A = \begin{pmatrix} -\frac{R}{L} & 0 & 0 & \omega r_0 \\ 0 & -\frac{R}{L} & -\omega r_0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -\omega r_0 \\ 0 & 0 & \omega r_0 & 0 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}, C1 = \begin{pmatrix} \frac{1}{L} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{L} & 0 & 0 \end{pmatrix}, C2 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \dots (1)$$

Una componente de eje-a de un vector de corriente estimado en los ejes a-b se define como i_{as0} , una componente de eje-b del vector de corriente estimado en los ejes a-b se define como i_{bs0} , una componente de eje-a de un vector de reacción de armadura estimado en los ejes a-b se define como p_{as0} , una componente de eje-b del vector de reacción de armadura estimado en los ejes a-b se define como p_{bs0} , una componente de eje-a de un vector de flujo magnético estimado en los ejes a-b se define como ϕ_{ar0} , una componente de eje-b del vector de flujo magnético estimado en los ejes a-b se define como ϕ_{br0} , una componente de eje-a de un vector de instrucción de tensión en los ejes a-b se define como v_{as}^* , y una componente de eje-b del vector de instrucción de tensión en los ejes a-b se define como v_{bs}^* . Además, un vector de desviación amplificado se define como $(e_1, e_2, e_3, e_4)^T$. El símbolo T denota un matriz transpuesta.

Si se da el vector de instrucción de tensión v_{as}^* y v_{bs}^* en los ejes a-b y el vector de desviación amplificado $(e_1, e_2,$

$e_3, e_4)^T$, pas_0, pbs_0, par_0 , y pbr_0 se pueden obtener mediante la expresión (2).

[Expresión 2]

$$\frac{d}{dt} \begin{pmatrix} pas_0 \\ pbs_0 \\ par_0 \\ pbr_0 \end{pmatrix} = \mathbf{A} \begin{pmatrix} pas_0 \\ pbs_0 \\ par_0 \\ pbr_0 \end{pmatrix} + \mathbf{B} \begin{pmatrix} vas^* \\ vbs^* \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} e_1 \\ e_2 \\ e_3 \\ e_4 \end{pmatrix} \dots (2)$$

5 Además, una componente de eje-a de un vector de desviación de corriente en los ejes a-b se define como ea , una componente de eje-b del vector de desviación de corriente en los ejes a-b se define como eb , s se define como operador Laplace (operador diferencial), k_p se define como ganancia proporcional, y k_i se define como ganancia de integración. La velocidad estimada wr_0 , que es un parámetro interno de la matriz \mathbf{A} en la expresión (2), se da mediante la expresión (3).

10 [Expresión 3]

$$wr_0 = \left(k_p + \frac{k_i}{s} \right) (ea \ pbr_0 - eb \ par_0) \dots (3)$$

Además, si se dan pas_0, pbs_0, par_0 y pbr_0 , ias_0 e ibs_0 se pueden obtener mediante la expresión (4).

[Expresión 4]

$$\begin{pmatrix} ias_0 \\ ibs_0 \end{pmatrix} = \mathbf{C}_1 \begin{pmatrix} pas_0 \\ pbs_0 \\ par_0 \\ pbr_0 \end{pmatrix} \dots (4)$$

15

De manera similar, si se dan pas_0, pbs_0, par_0 y pbr_0 , par_0 y pbr_0 se puede obtener mediante la expresión (5).

[Expresión 5]

$$\begin{pmatrix} par_0 \\ pbr_0 \end{pmatrix} = \mathbf{C}_2 \begin{pmatrix} pas_0 \\ pbs_0 \\ par_0 \\ pbr_0 \end{pmatrix} \dots (5)$$

20

Además, sgn se define como función de signo que saca 1 para un número positivo y -1 para un número negativo, la fase de flujo magnético estimado θ_0 se puede obtener mediante la expresión (6).

[Expresión 6]

$$\theta_0 = \tan^{-1} \left(\frac{pbr_0}{par_0} \right) + \pi \left(\frac{1 - \text{sgn}(par_0)}{2} \right) \dots (6)$$

Como se ha descrito anteriormente, si se usan las expresiones (1) a (6), se puede calcular la velocidad estimada wr_0 , el vector de corriente estimado I_{sest} , el vector de flujo magnético estimado Φ_{sest} , y la fase de flujo magnético estimado θ_0 , sobre la base del vector de instrucción de tensión V_{sref} , el vector de desviación amplificado E_0 , y el vector de desviación de corriente ΔI_s .

Sobre la base de esto, se describirá la figura 5 que muestra una configuración interna de los medios de observación adaptativa 7. En la figura 5, un convertidor trifásico/bifásico 40 convierte el vector de instrucción de tensión V_{sref} de las corrientes de CA trifásica en un vector de instrucción de tensión V_{sref} de las corrientes de CA bifásica, y saca un vector de instrucción de tensión vas^* y vbs^* en los ejes a-b. Una unidad de cálculo de matriz de ganancia 41 saca un resultado obtenido multiplicando la matriz B por el vector $(vas^*, vbs^*)^T$. Un sumador-sustractor 42 realiza, según la signos indicados en el dibujo, adición y sustracción con respecto a la salida de la unidad de cálculo de matriz de ganancia 41, la salida de una unidad de cálculo de matriz de ganancia 43, y el vector de desviación amplificado $(e_1, e_2, e_3, e_4)^T$, y saca un vector resultante. Un integrador 44 realiza integración para cada componente del vector sacado por el sumador-sustractor 42, y saca el resultado como vector $(pas_0, pbs_0, par_0, pbr_0)^T$. La unidad de cálculo de matriz de ganancia 43 obtiene la matriz A definida en la expresión (1) sobre la base de la velocidad estimada wr_0 , y saca un resultado obtenido multiplicando la matriz A por el vector $(pas_0, pbs_0, par_0, pbr_0)^T$. A través de esta serie de cálculos, el aporte al integrador 44 corresponde al lado derecho de la expresión (2).

Además, el lado izquierdo de la expresión (2) es una diferenciación del vector $(pas_0, pbs_0, par_0, pbr_0)^T$, y también es el aporte al integrador 44. Por lo tanto, la salida del integrador 44 es el vector $(pas_0, pbs_0, par_0, pbr_0)^T$. Una matriz de ganancia 45 realiza el cálculo de matriz de la expresión (4), y saca un vector de corriente estimado I_{sest} $(ias_0, ibs_0)^T$. Una matriz de ganancia 46 realiza el cálculo de matriz de la expresión (5), y saca el vector de flujo magnético estimado Φ_{sest} $(par_0, pbr_0)^T$. Una fase unidad de cálculo 47 realiza el cálculo de la expresión (6) sobre la base del vector de flujo magnético estimado $(par_0, pbr_0)^T$ aportado, y saca la fase de flujo magnético estimado θ_0 . Un estimador de velocidad 48 realiza el cálculo de la expresión (3) sobre la base del vector de flujo magnético estimado $(par_0, pbr_0)^T$ aportado y el vector de desviación de corriente $(ea, eb)^T$, y saca la velocidad estimada wr_0 .

La figura 6 es un diagrama que muestra una configuración interna de los medios de amplificación de desviación 9. Una componente de eje-a del vector de desviación de flujo magnético en los ejes a-b se define como epa , una componente de eje-b del vector de desviación de flujo magnético en los ejes a-b se define como epb . En la figura 6, una matriz de ganancia 50 saca un resultado obtenido al multiplicar el vector de desviación de corriente $(ea, eb)^T$ por la matriz H_c , y una matriz de ganancia 51 saca un resultado obtenido al multiplicar el vector de desviación de flujo magnético $(epa, epb)^T$ por la matriz H_f . Aquí, H_c y H_f son matrices de ganancia definidas mediante la expresión (7), y h_{11} a h_{44} en la expresión (7) son ganancias de amplificación.

[Expresión 7]

$$H_c = \begin{pmatrix} h_{11} & h_{12} \\ h_{21} & h_{22} \\ h_{31} & h_{32} \\ h_{41} & h_{42} \end{pmatrix}, \quad H_f = \begin{pmatrix} h_{13} & h_{14} \\ h_{23} & h_{24} \\ h_{33} & h_{34} \\ h_{43} & h_{44} \end{pmatrix} \dots (7)$$

Un sumador 52 suma un vector de salida $(ec_1, ec_2, ec_3, ec_4)^T$ de la matriz de ganancia 50 y un vector de salida $(ep_1, ep_2, ep_3, ep_4)^T$ de la matriz de ganancia 51, y saca $(ec_1+ep_1, ec_2+ep_2, ec_3+ep_3, ec_4+ep_4)^T$ como vector de desviación amplificado $(e_1, e_2, e_3, e_4)^T$. Como se describe más adelante, en la matriz de ganancia 51, en particular, en un caso donde el valor absoluto de la velocidad estimada es grande, si se hace que los valores de h_{13} , h_{14} , h_{23} , h_{24} , h_{33} , h_{34} , h_{43} y h_{44} sean cero, entonces se puede hacer que la salida de la matriz de ganancia 51 sea cero en una región de alta rotación. Por lo tanto, incluso cuando el vector de flujo magnético detectado Φ es determinado sobre la base de una salida de los medios de detección de posición rotacional 5 que generalmente no tiene buenas características de respuesta, es posible impedir la reducción de las características de impulsión en una región de alta rotación resultante de la pobre capacidad de respuesta.

La figura 7 es un diagrama que muestra una configuración interna de la matriz de ganancia 50. En la figura 7, una ganancia de amplificación 120 multiplica la ganancia h_{11} sobre la base de la velocidad estimada wr_0 y la componente de eje-a ea del vector de desviación de corriente en los ejes a-b, y saca el resultado. Una ganancia de amplificación 121 multiplica la ganancia h_{12} sobre la base de la velocidad estimada wr_0 y la componente de eje-b eb del vector de desviación de corriente en los ejes a-b, y saca el resultado. De manera similar, una ganancia de amplificación 122 multiplica la ganancia h_{21} sobre la base de la velocidad estimada wr_0 y la componente de eje-a ea del vector de desviación de corriente en los ejes a-b, y saca el resultado. Una ganancia de amplificación 123 multiplica la ganancia h_{22} sobre la base de la velocidad estimada wr_0 y la componente de eje-b eb del vector de

desviación de corriente en los ejes a-b, y saca el resultado. De manera similar, una ganancia de amplificación 124 multiplica la ganancia h31 sobre la base de la velocidad estimada wr_0 y la componente de eje-a ea del vector de desviación de corriente en los ejes a-b, y saca el resultado. Una ganancia de amplificación 125 multiplica la ganancia h32 sobre la base de la velocidad estimada wr_0 y la componente de eje-b eb del vector de desviación de corriente en los ejes a-b, y saca el resultado. De manera similar, una ganancia de amplificación 126 multiplica la ganancia h41 sobre la base de la velocidad estimada wr_0 y la componente de eje-a ea del vector de desviación de corriente en los ejes a-b, y saca el resultado. Una ganancia de amplificación 127 multiplica la ganancia h42 sobre la base de la velocidad estimada wr_0 y la componente de eje-b eb del vector de desviación de corriente en los ejes a-b, y saca el resultado.

Entonces, un sumador 128 suma la salida de la ganancia de amplificación 120 y la salida de la ganancia de amplificación 121, y saca el resultado como desviación amplificada ec1. De manera similar, un sumador 129 suma la salida de la ganancia de amplificación 122 y la salida de la ganancia de amplificación 123, y saca el resultado como desviación amplificada ec2. De manera similar, un sumador 130 suma la salida de la ganancia de amplificación 124 y la salida de la ganancia de amplificación 125, y saca el resultado como desviación amplificada ec3. De manera similar, un sumador 131 suma la salida de la ganancia de amplificación 126 y la salida de la ganancia de amplificación 127, y saca el resultado como desviación amplificada ec4.

La figura 8 muestra una relación entre la velocidad estimada wr_0 y cada una de las ganancias de amplificación h11, h12, h21, h22, h31, h32, h41 y h42 en la presente realización 1. En este ejemplo, como h12, h32, y h41 se establecen a 0 sin importar la velocidad estimada wr_0 , pueden omitirse las ganancias de amplificación 121, 125, y 126 en la figura 7. Como las bases para establecer las características de no únicamente las ganancias de amplificación 121, 125, y 126 sino también las otras ganancias de amplificación usadas en el ejemplo anterior no son particularmente importantes en la presente invención, se omitirá una descripción detallada de las mismas.

Usando las ganancias de amplificación h11, h12, h21, h22, h31, h32, h41 y h42 mostradas en la figura 8, en un caso donde ha ocurrido una desviación entre la velocidad estimada wr_0 y la velocidad rotacional de la máquina rotatoria de CA 2, se puede generar una desviación de corriente en una componente ortogonal al flujo magnético estimado. Por consiguiente, cuando el cálculo de la expresión (3) es realizado por el estimador de velocidad 48, la velocidad estimada wr_0 se puede sacar establemente.

La figura 9 es un diagrama que muestra una configuración interna de la matriz de ganancia 51. En la figura 9, una ganancia de amplificación 140 multiplica la ganancia h13 sobre la base de la velocidad estimada wr_0 y la componente de eje-a epa del vector de desviación de flujo magnético en los ejes a-b, y saca el resultado. Una ganancia de amplificación 141 multiplica la ganancia h14 sobre la base de la velocidad estimada wr_0 y la componente de eje-b epb del vector de desviación de flujo magnético en los ejes a-b, y saca el resultado. De manera similar, una ganancia de amplificación 142 multiplica la ganancia h23 sobre la base de la velocidad estimada wr_0 y la componente de eje-a epa del vector de desviación de flujo magnético en los ejes a-b, y saca el resultado. Una ganancia de amplificación 143 multiplica la ganancia h24 sobre la base de la velocidad estimada wr_0 y la componente de eje-b epb del vector de desviación de flujo magnético en los ejes a-b, y saca el resultado. De manera similar, una ganancia de amplificación 144 multiplica la ganancia h33 sobre la base de la velocidad estimada wr_0 y la componente de eje-a epa del vector de desviación de flujo magnético en los ejes a-b, y saca el resultado. Una ganancia de amplificación 145 multiplica la ganancia h34 sobre la base de la velocidad estimada wr_0 y la componente de eje-b epb del vector de desviación de flujo magnético en los ejes a-b, y saca el resultado. De manera similar, una ganancia de amplificación 146 multiplica la ganancia h43 sobre la base de la velocidad estimada wr_0 y la componente de eje-a epa del vector de desviación de flujo magnético en los ejes a-b, y saca el resultado. Una ganancia de amplificación 147 multiplica la ganancia h44 sobre la base de la velocidad estimada wr_0 y la componente de eje-b epb del vector de desviación de flujo magnético en los ejes a-b, y saca el resultado.

Entonces, un sumador 148 suma la salida de la ganancia de amplificación 140 y la salida de la ganancia de amplificación 141, y saca el resultado como desviación amplificada ep1. De manera similar, un sumador 149 suma la salida de la ganancia de amplificación 142 y la salida de la ganancia de amplificación 143, y saca el resultado como desviación amplificada ep2. De manera similar, un sumador 150 suma la salida de la ganancia de amplificación 144 y la salida de la ganancia de amplificación 145, y saca el resultado como desviación amplificada ep3. De manera similar, un sumador 151 suma la salida de la ganancia de amplificación 146 y la salida de la ganancia de amplificación 147, y saca el resultado como desviación amplificada ep4.

La figura 10 muestra una relación entre la velocidad estimada wr_0 y cada una de las ganancias de amplificación h13, h14, h23, h24, h33, h34, h43 y h44 en la presente realización 1. En el caso de la presente realización 1, las ganancias de amplificación distintas a las ganancias de amplificación h33 y h44 son 0 sin importar la velocidad estimada wr_0 . Por lo tanto, se pueden omitir las ganancias de amplificación 140, 141, 142, 143, 145 y 146 en la figura 9.

Como se ha descrito anteriormente, con respecto al vector de desviación de corriente, usando las ganancias de amplificación h11, h12, h21, h22, h31, h32, h41 y h42, en un caso donde ha ocurrido una desviación entre la velocidad estimada wr_0 y la velocidad rotacional de la máquina rotatoria de CA 2, se puede generar un vector de desviación de corriente en una componente ortogonal al flujo magnético estimado.

Mientras tanto, en un caso donde la máquina rotatoria de CA 2 está detenida y los medios de aplicación de tensión 1 están aplicando una tensión de CC a la máquina rotatoria de CA 2, la máquina rotatoria de CA 2 es meramente equivalente a un circuito de resistencia. En otras palabras, en un caso donde la máquina rotatoria de CA 2 está detenida y los medios de aplicación de tensión 1 están aplicando una tensión de CC, la impedancia de la máquina rotatoria de CA 2 no es pertinente para la velocidad rotacional. Por lo tanto, sin importar la presencia o ausencia de una desviación entre la velocidad estimada $wr0$ y la velocidad rotacional de la máquina rotatoria de CA 2, no se genera el vector de desviación de corriente ΔI_s . Sin embargo, con respecto al vector de desviación de flujo magnético $\Delta \Phi_i$, incluso cuando la máquina rotatoria de CA 2 está detenida, el valor del vector de flujo magnético detectado Φ_i no es pertinente para la impedancia de la máquina rotatoria de CA 2, y el valor del vector de flujo magnético detectado Φ_i varía y es determinado dependiendo del ángulo rotacional incluso mientras la máquina rotatoria de CA 2 está detenida. Por lo tanto, a menos que el vector de flujo magnético estimado Φ_{est} coincida con el vector de flujo magnético detectado Φ_i , se generará el vector de desviación de flujo magnético $\Delta \Phi_i$.

Usando esto, como se muestra en la figura 10, las ganancias de amplificación h33 y h44 se establecen para tener una magnitud predeterminada en una región donde la velocidad estimada $wr0$ es pequeña, por lo que los medios de amplificación de desviación 9 sacan el vector de desviación amplificado $E0$ de manera que el vector de flujo magnético estimado Φ_{est} coincide con el vector de flujo magnético detectado Φ_i . Los valores de h33 y h44 pueden ser variados de manera escalonada manera, según la velocidad estimada $wr0$. Sin embargo, para un funcionamiento más suave, los valores pueden ser variados linealmente como se muestra en la figura 10.

Por ejemplo, incluso en un caso donde se usan medios de detección de posición rotacional 5 baratos cuya fiabilidad se reduce debido a su baja capacidad de respuesta cuando la velocidad rotacional se aumenta, si las ganancias de amplificación h33 y h44 se establecen para tener una magnitud predeterminada en un intervalo de baja velocidad donde la fiabilidad se puede mantener, y si las ganancias de amplificación h33 y h44 se establecen a cero en los otros intervalos de velocidad, no se generará el vector de desviación de flujo magnético $\Delta \Phi_i$.

Como se ha descrito anteriormente, cuando la máquina rotatoria de CA 2 está detenida y los medios de aplicación de tensión 1 están aplicando una tensión de CC a la máquina rotatoria de CA 2, no se genera una desviación de corriente. En los otros intervalos, los medios de observación adaptativa 7 realizan fundamentalmente las mismas operaciones, por ejemplo, como el controlador ejemplar para una máquina rotatoria de CA de la documentación de patente 3, y realiza operaciones de control suave. Cuando la máquina rotatoria de CA 2 no está detenida, incluso si se hace que el vector de desviación de flujo magnético $\Delta \Phi_i$ sea cero, los medios de observación adaptativa 7 funcionan establemente sobre la base del vector de desviación de corriente ΔI_s . Además, cuando la máquina rotatoria de CA 2 está detenida, incluso si el vector de desviación de corriente ΔI_s no es generado debido al hecho de que la impedancia de la máquina rotatoria de CA es equivalente a la circuito de resistencia, los medios de observación adaptativa 7 funcionarán establemente por el vector de desviación de flujo magnético $\Delta \Phi_i$ que es generado.

Esto es, incluso si la precisión en la detección de posición de los medios de detección de posición rotacional 5 se reduce en una región de alta rotación, los medios de observación adaptativa 7 calcularán la fase de flujo magnético estimado θ_0 sin usar el vector de flujo magnético detectado Φ_i , y así, es posible impulsar establemente la máquina rotatoria de CA 2 incluso en una región de alta rotación, lo que es un efecto.

La descripción anterior se ha dado suponiendo que la máquina rotatoria de CA está en un estado parado. Sin embargo, en una región de velocidad de rotación baja que incluye una parada, raramente ocurrirá una desviación de corriente, y los medios de detección de posición rotacional 5 tienen suficiente precisión de detección hasta una cierta región de velocidad rotacional. Por lo tanto, en consideración de esto, las ganancias de amplificación h33 y h44 de la matriz de ganancia 51 no se limitan a las características mostradas en la figura 10. El mismo efecto que se ha descrito anteriormente se puede obtener estableciendo las ganancias de amplificación h33 y h44 a valores que son más pequeños en un momento cuando la velocidad estimada $wr0$ es alta, que en el momento cuando la velocidad estimada $wr0$ es baja.

Además, no es imposible que las ganancias de amplificación establecidas en los medios de amplificación de desviación 9 se establezcan en valores constantes sin importar la velocidad, dependiendo de las características de los medios de detección de posición rotacional 5 y las características de impulsión requeridas por la máquina rotatoria de CA. En este caso, no es necesario proporcionar los medios de amplificación de desviación 9, y la salida de los medios de cálculo de vector de desviación 8 será sacada a los medios de observación adaptativa 7 como vector de desviación amplificado $E0$. También en esta configuración, los medios de observación adaptativa 7 sin embargo calculan la fase de flujo magnético estimado de manera que al menos la desviación entre el vector de flujo magnético estimado y el vector de flujo magnético detectado se hace pequeña. Por lo tanto, es posible obtener un efecto en el que: se puede obtener una impulsión suave desde una región de baja velocidad que incluye velocidad cero a una región de alta velocidad, e incluso si un error de valor inicial está presente en la fase estimada, el error es rápidamente convergido y se pueden obtener características deseadas.

Como se ha descrito anteriormente, la presente realización 1 tiene una configuración en la que los medios de observación adaptativa 7 calculan una fase de flujo magnético estimado sobre la base del vector de desviación de corriente y el vector de desviación amplificado de manera que la desviación entre el vector de corriente estimado y el

vector de corriente detectado y la desviación entre el vector de flujo magnético estimado y el vector de flujo magnético detectado se hace pequeña; los medios de control de máquina rotatoria de CA 4 calculan un vector de instrucción de tensión sobre la base de la fase de flujo magnético estimado; y los medios de aplicación de tensión 1 aplican una tensión a la máquina rotatoria de CA 2 sobre la base del vector de instrucción de tensión. Por consiguiente, incluso en un caso donde la diferencia de fase entre el vector de flujo magnético estimado y el vector de flujo magnético detectado supera 90 grados debido a un error de valor inicial o una perturbación, o la diferencia de fase es pequeña, es posible mantener la característica de convergencia de error y la capacidad de respuesta de la estimación de posición. Por consiguiente, el cálculo de la fase de flujo magnético estimado se realiza de manera fiable por medio de un vector de desviación de flujo magnético que se generará con seguridad en un estado de baja velocidad que incluye un estado de parada de la máquina rotatoria de CA. Adicionalmente, las ganancias de amplificación que amplifican el vector de desviación de flujo magnético en los medios de amplificación de desviación 9 se establecen para ser pequeñas en regiones distintas a la región de baja velocidad que incluye una parada. Por consiguiente, incluso si la respuesta de la detección de posición rotacional por los medios de detección de posición rotacional 5 es lenta, se puede obtener una impulsión estable y suave de la máquina rotatoria de CA a partir de una región de baja velocidad a una región de alta velocidad.

Realización 2.

En el controlador para la máquina rotatoria de CA en la realización 1, los medios de detección de vector de flujo magnético 6 sacan el vector de flujo magnético detectado Φ sobre la base de la posición rotacional detectada por los medios de detección de posición rotacional 5. Sin embargo, en un caso donde la dependencia de posición rotacional, que es conocida como saliencia, de la inductancia está presente en la máquina rotatoria de CA 2, medios de detección de vector de flujo magnético 6a pueden sacar el vector de flujo magnético detectado Φ sobre la base de un vector de corriente de alta frecuencia I_{sh} obtenido de medios de detección de vector de corriente 3a.

La figura 11 es un diagrama que muestra una configuración de un controlador de una máquina rotatoria de CA según la presente realización 2. En la figura 11, componentes denotados por los mismos numerales de referencia que los de la figura 1 son iguales o corresponden a los de la figura 1, y se omitirá una descripción individual de los mismos. Los medios de detección de vector de corriente 3a incluyen un distribuidor de componente de corriente 60, y detecta el vector de corriente detectado I_s y el vector de corriente de alta frecuencia I_{sh} de la máquina rotatoria de CA 2. Medios de control de máquina rotatoria de CA 4a sacan a los medios de aplicación de tensión 1, sobre la base de la fase de flujo magnético estimado θ_0 obtenida de los medios de observación adaptativa 7, el vector de instrucción de tensión V_{sref} que permite que el vector de corriente obtenido de los medios de detección de vector de corriente 3a coincida con el vector de instrucción de corriente I_{sref} y que concurrentemente permiten que sea generado el vector de corriente de alta frecuencia I_{sh} . Los medios de detección de vector de flujo magnético 6a sacan el vector de flujo magnético detectado Φ sobre la base del vector de corriente de alta frecuencia I_{sh} .

La figura 12 es un diagrama que muestra una configuración interna de los medios de control de máquina rotatoria de CA 4a en la presente realización 2. Componentes denotados por los mismos numerales de referencia que los de la figura 3 son iguales o corresponden a los de la figura 3. Un generador de vector de instrucción de tensión de alta frecuencia 56 saca un vector de instrucción de tensión trifásica de alta frecuencia V_{sref} , que tiene una componente de fase U, una componente de fase V, y una componente de fase W, cada uno tiene una amplitud A, una frecuencia angular ω_x , y una diferencia de fase de $2\pi/3$ [rad] entre sí. Un sumador 57 suma la componente de fase U del vector de instrucción de tensión sacado por el generador de vector de instrucción de tensión de alta frecuencia 56 a una componente de fase U de un vector de instrucción de tensión sacado por el convertidor de coordenadas 25, y saca el resultado como componente de fase U de un vector de instrucción de tensión para ser dado a los medios de aplicación de tensión 1. De manera similar, un sumador 58 suma la componente de fase V del vector de instrucción de tensión sacado por el generador de vector de instrucción de tensión de alta frecuencia 56 a una componente de fase V del vector de instrucción de tensión sacado por el convertidor de coordenadas 25, y saca el resultado como componente de fase V del vector de instrucción de tensión para ser dado a los medios de aplicación de tensión 1. De manera similar, un sumador 59 suma la componente de fase W del vector de instrucción de tensión sacado por el generador de vector de instrucción de tensión de alta frecuencia 56 a una componente de fase W del vector de instrucción de tensión sacado por el convertidor de coordenadas 25, y saca el resultado como componente de fase W del vector de instrucción de tensión para ser dado a los medios de aplicación de tensión 1.

La figura 13 es un diagrama que muestra una configuración interna del distribuidor de componente de corriente 60 en la presente realización 2. En la figura 13, un convertidor trifásico/bifásico 61 saca, de manera similar al convertidor trifásico/bifásico 10 según la realización 1, un resultado de conversión de corrientes de CA trifásica en corrientes de CA bifásica, como componente de eje-a y una componente de eje-b de una corriente de ejes a-b. Un filtro de parada de banda 62 bloquea, usando un filtro que bloquea únicamente la misma componente de frecuencia angular que la frecuencia angular ω_x [rad/s] del vector de instrucción de tensión trifásica de alta frecuencia sacado por el generador de vector de instrucción de tensión de alta frecuencia 56, la componente sola de frecuencia angular ω_x [rad/s] de la componente de eje-a del vector de corriente sacado por el convertidor trifásico/bifásico 61, y saca el resultado como componente de eje-a i_{as} del vector de corriente detectado. Un sustractor 63 sustrae la componente de eje-a i_{as} del vector de corriente detectado sacado por el filtro de parada de banda 62 de la componente de eje-a del vector de corriente sacado por el convertidor trifásico/bifásico 61, de ese modo extrae únicamente la componente

de frecuencia angular ωx [rad/s] de la componente de eje-a del vector de corriente, y saca la frecuencia angular extraída como componente de eje-a i_{ash} del vector de corriente de alta frecuencia.

De manera similar, un filtro de parada de banda 64 bloquea, usando un filtro que bloquea únicamente la misma componente de frecuencia angular que la frecuencia angular ωx [rad/s] del vector de instrucción de tensión trifásica de alta frecuencia sacado por el generador de vector de instrucción de tensión de alta frecuencia 56, la componente sola de frecuencia angular ωx [rad/s] de la componente de eje-b del vector de corriente sacado por el convertidor trifásico/bifásico 61, y saca el resultado como componente de eje-b i_{bsh} del vector de corriente detectado. Un sustractor 65 sustrae la componente de eje-b i_{bsh} del vector de corriente detectado sacado por el filtro de parada de banda 64 de la componente de eje-b del vector de corriente sacado por el convertidor trifásico/bifásico 61, de ese modo extrae únicamente la componente de frecuencia angular ωx [rad/s] de la componente de eje-b del vector de corriente, y saca la frecuencia angular extraída como componente de eje-b i_{bsh} del vector de corriente de alta frecuencia.

La figura 14 es un diagrama que muestra una configuración interna de los medios de detección de vector de flujo magnético 6a. Componentes denotados por los mismos numerales de referencia que los de la figura 4 son iguales o corresponden a los de la figura 4. Un convertidor bifásico/trifásico 70 realiza conversión de coordenadas de la componente de eje-a i_{ash} y la componente de eje-b i_{bsh} del vector de corriente de alta frecuencia obtenido del distribuidor de componente de corriente de corriente de CA trifásica, y saca una componente de fase U del vector de corriente de alta frecuencia, una componente de fase V del vector de corriente de alta frecuencia, y una componente de fase W del vector de corriente de alta frecuencia. Una unidad de cálculo de cuadrado 71 hace el cuadrado del valor de la componente de fase U del vector de corriente de alta frecuencia obtenido del convertidor bifásico/trifásico 70. De manera similar, una unidad de cálculo de cuadrado 72 hace el cuadrado del valor de la componente de fase V del vector de corriente de alta frecuencia obtenido del convertidor bifásico/trifásico 70, y una unidad de cálculo de cuadrado 73 hace el cuadrado del valor de la componente de fase W del vector de corriente de alta frecuencia obtenido del convertidor bifásico/trifásico 70.

Un integrador 74 integra la salida de la unidad de cálculo de cuadrado 71. Cuando el tiempo actual se define como t [segundo], el integrador 74 saca un resultado de la integración del tiempo $t-T$ [segundo] al segundo tiempo t . Aquí, T se da como constante. Sin embargo, si T se da como múltiple integral de $2\pi/\omega x$ [segundo], corresponde a una integración en un periodo proporcional a la ciclo de la componente de alta frecuencia, que permite una mejor detección de flujo magnético. De manera similar, un integrador 75 integra la salida de la unidad de cálculo de cuadrado 72 del tiempo $t-T$ [segundo] al segundo tiempo t , y saca el resultado. De manera similar, un integrador 76 integra la salida de la unidad de cálculo de cuadrado 73 del tiempo $t-T$ [segundo] al segundo tiempo t , y saca el resultado.

Una unidad de cálculo de matriz de ganancia 77 considera los resultados de integración obtenidos de los integradores 74, 75, y 76 como vector de integración de corriente de alta frecuencia, y multiplica el vector de integración de corriente de alta frecuencia por la matriz mostrada en la figura 14, y saca el resultado como señales d_{lu} , d_{lv} y d_{lw} . A través de la serie de procesos, las señales d_{lu} , d_{lv} y d_{lw} se convierten en señales cuya amplitud varía según la posición rotacional de la máquina rotatoria de CA 2. La relación entre la posición rotacional de la máquina rotatoria de CA 2 y las señales d_{lu} , d_{lv} y d_{lw} se muestra en la figura 15. Como se ve en la figura 15, las señales d_{lu} , d_{lv} y d_{lw} son funciones periódicas que se disponen en el orden de fase de d_{lu} , d_{lw} y d_{lv} con referencia a la posición rotacional 0 [rad], y tienen un ciclo de π . Por lo tanto, en un convertidor bifásico/trifásico 78, d_{lv} es intercambiada con d_{lw} , y las señales d_{lu} , d_{lw} y d_{lv} se aportan como vector de amplitud de corriente de alta frecuencia, y entonces, el resultado se saca como componente de eje-a i_{ha} y una componente de eje-b i_{hb} del vector de amplitud de corriente de alta frecuencia en los ejes a-b.

Una fase unidad de cálculo 79 calcula la expresión (8) sobre la base de i_{ha} e i_{hb} , y saca una fase θ_{2L} del vector de amplitud de corriente de alta frecuencia.

[Expresión 8]

$$\theta_{2L} = \tan^{-1}\left(\frac{i_{hb}}{i_{ha}}\right) + \pi \frac{(1 - \text{sgn}(i_{ha}))}{2} \dots (8)$$

El ciclo de la fase θ_{2L} es el doble del ciclo de la posición rotacional de la máquina rotatoria de CA 2. Por lo tanto, un convertidor de ángulo 80 realiza conversión de fase de la fase θ_{2L} , y saca el resultado como posición rotacional de la máquina rotatoria de CA 2.

A través de la configuración anterior, en un caso donde la dependencia de posición rotacional, que se conoce como saliencia, de la inductancia está presente en la máquina rotatoria de CA 2, es posible sacar el vector de flujo magnético detectado Φ , sobre la base del vector de corriente de alta frecuencia i_{sh} obtenido de los medios de detección de vector de corriente 3a. De manera similar a la realización 1, en la matriz de ganancia 51, en un caso

donde el valor absoluto de la velocidad estimada wr_0 es grande, si se hace que los valores de h_{13} , h_{14} , h_{23} , h_{24} , h_{33} , h_{34} , h_{43} y h_{44} sean cero, se puede hacer que la salida de la matriz de ganancia 51 sea cero en una región de alta rotación. De esta manera, incluso si se hace que la amplitud A del vector de instrucción de tensión trifásica de alta frecuencia sacado por el generador de vector de instrucción de tensión de alta frecuencia 56 en una región de alta rotación sea cero, los medios de observación adaptativa 7 calcularán la fase de flujo magnético estimado θ_0 sin usar el vector de flujo magnético detectado Φ . Por consiguiente, es posible obtener un efecto en el que la máquina rotatoria de CA 2 puede ser impulsada establemente incluso en una región de alta rotación.

Cuando se va a realizar una impulsión en una región de alta rotación mientras se usa la saliencia de la inductancia, se generará una tensión y una corriente que tienen una frecuencia distinta a la de la onda fundamental, lo que es una desventaja desde el punto de vista del rendimiento de funcionamiento, la tasa de utilización de tensión, y la corriente máxima. Sin embargo, la configuración anterior de la realización 2 permite prevención de aparición de una tensión y una corriente que tengan una frecuencia distinta a la de la onda fundamental en una región de alta rotación, permite una impulsión que es ventajosa desde el punto de vista del rendimiento de funcionamiento, la tasa de utilización de tensión, y la corriente máxima, y además contribuye a una reducción de tamaño del dispositivo y una vida más larga del dispositivo.

Realización 3.

En la realización 2, los medios de observación adaptativa 7 se configuran en el sistema de coordenadas de reposo de dos ejes ortogonales (el ejes a-b). Sin embargo, los medios de observación adaptativa 7 se pueden configurar en un sistema de coordenadas de dos ejes rotacionales (ejes d-q) que rota sincrónicamente con la fase de flujo magnético estimado θ_0 . Se entiende que el método de configuración que usa el sistema de coordenadas de dos ejes rotacionales (ejes d-q) puede ser aplicado a la realización 1.

La figura 16 es un diagrama que muestra una configuración entera de un controlador para una máquina rotatoria de CA en la presente realización 3. Componentes denotados por los mismos numerales de referencia que los de la realización 2 son iguales o corresponden a los de la realización 2. Medios de detección de vector de corriente 3b incluyen el distribuidor de componente de corriente 60 y un convertidor de coordenadas 81, y sacan el vector de corriente detectado I_s en el sistema de coordenadas de dos ejes rotacionales. El convertidor de coordenadas 81 convierte, sobre la base de la fase de flujo magnético estimado θ_0 obtenido de los medios de observación adaptativa 7b, el vector de corriente detectado I_s en los ejes a-b obtenido del distribuidor de componente de corriente 60 en una componente de eje-d i_{ds} y una componente de eje-q i_{qs} del vector de corriente detectado en los ejes d-q, y sacan el resultado. De manera similar, un convertidor de coordenadas 82 convierte, sobre la base de la fase de flujo magnético estimado θ_0 obtenido de los medios de observación adaptativa 7b, el vector de flujo magnético detectado Φ en los ejes a-b obtenido de los medios de detección de vector de flujo magnético 6a, y saca el resultado como componente de eje-d ϕ_{id} y una componente de eje-q ϕ_{iq} del vector de flujo magnético detectado en los ejes d-q.

Los medios de control de máquina rotatoria de CA 4b sacan a los medios de aplicación de tensión 1 el vector de instrucción de tensión V_{sref} de corrientes de CA trifásica que permite que el vector de corriente detectado I_s en los ejes d-q obtenido de los medios de detección de vector de corriente 3b coincida con el vector de instrucción de corriente I_{sref} en los ejes d-q y que concurrentemente permite que sea generado el vector de corriente de alta frecuencia I_{sh} . Los medios de control de máquina rotatoria de CA 4b también sacan un vector de instrucción de tensión V_{dqref} en el sistema de coordenadas de dos ejes rotacionales a los medios de observación adaptativa 7b. Los medios de observación adaptativa 7b sacan, sobre la base del vector de instrucción de tensión V_{dqref} en el sistema de coordenadas de dos ejes rotacionales obtenido de los medios de control de máquina rotatoria de CA 4b, el vector de desviación de corriente obtenido de medios de cálculo de vector de desviación 8b, y el vector de desviación amplificado E_0 obtenido de medios de amplificación de desviación 9b, el vector de corriente estimado I_{sest} en el sistema de coordenadas de dos ejes rotacionales, el vector de flujo magnético estimado Φ_{est} en el sistema de coordenadas de dos ejes rotacionales, y la velocidad estimada wr_0 . Los medios de cálculo de vector de desviación 8b sacan, sobre la base del vector de corriente estimado I_{sest} en el sistema de coordenadas de dos ejes rotacionales y el vector de corriente detectado I_s en el sistema de coordenadas de dos ejes rotacionales, el vector de desviación de corriente ΔI_s en el sistema de coordenadas de dos ejes rotacionales, y también sacan, sobre la base del vector de flujo magnético estimado Φ_{est} en el sistema de coordenadas de dos ejes rotacionales y el vector de flujo magnético detectado Φ en el sistema de coordenadas de dos ejes rotacionales, el vector de desviación de flujo magnético $\Delta \Phi$ en el sistema de coordenadas de dos ejes rotacionales.

En los medios de cálculo de vector de desviación 8b, el sustractor 11b sustrae el vector de corriente detectado I_s en el sistema de coordenadas de dos ejes rotacionales del vector de corriente estimado I_{sest} en el sistema de coordenadas de dos ejes rotacionales y saca el vector de desviación de corriente ΔI_s (e_d , e_q)^T en el sistema de coordenadas de dos ejes rotacionales, y un sustractor 12b sustrae el vector de flujo magnético detectado Φ en el sistema de coordenadas de dos ejes rotacionales del vector de flujo magnético estimado Φ_{est} en el sistema de coordenadas de dos ejes rotacionales y saca el vector de desviación de flujo magnético $\Delta \Phi$ en el sistema de coordenadas de dos ejes rotacionales. Los medios de amplificación de desviación 9b amplifican el vector de desviación de corriente ΔI_s en el sistema de coordenadas de dos ejes rotacionales y el vector de desviación de flujo magnético $\Delta \Phi$ en el sistema de coordenadas de dos ejes rotacionales según la velocidad estimada wr_0 , y sacan el resultado como vector de desviación amplificado E_0 (f_1 , f_2 , f_3 , f_4)^T en el sistema de coordenadas de dos ejes

rotacionales, a los medios de observación adaptativa 7b.

5 La figura 17 es un diagrama que muestra una configuración interna de los medios de control de máquina rotatoria de CA 4b, y componentes denotados por los mismos numerales de referencia que los de la figura 12 son iguales o corresponden a los de la figura 12. Diferencias entre la figura 17 y la figura 12 son de la siguiente manera: en la figura 17, el vector de corriente detectado I_s obtenido de los medios de detección de vector de corriente 3b es en el sistema de coordenadas de dos ejes rotacionales, y se elimina el convertidor de coordenadas 20, y las salidas del amplificador 23 y el amplificador 24 se sacan como componente de eje-d v_{dsref} y una componente de eje-q v_{qsref} del vector de instrucción de tensión en el sistema de coordenadas de dos ejes rotacionales.

10 La figura 18 es un diagrama que muestra una configuración interna de los medios de observación adaptativa 7b configurados en un sistema de coordenadas de dos ejes rotacionales (ejes d-q) que rota sincrónicamente con la fase de flujo magnético estimado θ_0 .

15 Más adelante en esta memoria, una frecuencia angular a la que rota el sistema de coordenadas de dos ejes rotacionales (ejes d-q) se define como w , la componente de eje-d del vector de corriente estimado en los ejes d-q se define como i_{ds0} , la componente de eje-q del vector de corriente estimado en los ejes d-q se define como i_{qs0} , la componente de eje-d de un vector de reacción de armadura estimado en los ejes d-q se define como p_{ds0} , la componente de eje-q del vector de reacción de armadura estimado en los ejes d-q se define como p_{qs0} , la componente de eje-d del vector de flujo magnético estimado en los ejes d-q se define como p_{dr0} , la componente de eje-q del vector de flujo magnético estimado en los ejes d-q se define como p_{qr0} , la inductancia en eje-d de la máquina rotatoria de CA 2 se define como L_d , y la inductancia en eje-q de la máquina rotatoria de CA 2 se define como L_q .

20 En la figura 18, un sumador-sustractor 90 suma la componente de eje-d v_{dsref} del vector de instrucción de tensión en el sistema de coordenadas de dos ejes rotacionales y una primera componente de una salida sacada por una matriz de ganancia 96 descrita más adelante, sustrae del valor resultante una primera componente f_1 del vector de desviación amplificado E0 en el sistema de coordenadas de dos ejes rotacionales, y saca el resultado. De manera similar, un sumador-sustractor 91 suma la componente de eje-q v_{qsref} del vector de instrucción de tensión en el sistema de coordenadas de dos ejes rotacionales y una segunda componente de la salida sacada por la matriz de ganancia 96 descrita más adelante, sustrae del valor resultante segunda componente f_2 del vector de desviación amplificado E0 en el sistema de coordenadas de dos ejes rotacionales, y saca el resultado. Un inversor de signo 92 invierte el signo de una tercera componente f_3 del vector de desviación amplificado E0 en el sistema de coordenadas de dos ejes rotacionales y saca el resultado. Un integrador 93 integra la salida del sumador-sustractor 90 y saca la componente de eje-d p_{ds0} del vector de reacción de armadura estimado. De manera similar, un integrador 94 integra la salida del sumador-sustractor 91 y saca la componente de eje-q p_{qs0} del vector de reacción de armadura estimado. Un integrador 95 saca la componente de eje-d p_{dr0} del vector de flujo magnético estimado que ha sido obtenido por integración de la salida del inversor de signo 92, como componente de eje-d p_{ddest} del mismo. Cabe señalar que como los medios de observación adaptativa 7b se configuran en el sistema de coordenadas de dos ejes rotacionales (ejes d-q) que rota sincrónicamente con la fase de flujo magnético estimado θ_0 , una componente de eje-q p_{qdest} del vector de flujo magnético estimado es cero.

35 La matriz de ganancia 96 multiplica una matriz que incluye la velocidad estimada w_{r0} , la frecuencia angular w , la resistencia de armadura R , la inductancia en eje-d L_d , y la inductancia en eje-q L_q b_{por} y un vector $(p_{ds0}, p_{qs0}, p_{dr0})^T$, y saca el resultado. Una matriz de ganancia 97 multiplica una matriz que incluye la inductancia en eje-d L_d y la inductancia en eje-q L_q por un vector $(p_{ds0}, p_{qs0})^T$, y saca una componente de eje-d i_{ds0} resultante del vector de corriente estimado como componente de eje-d i_{ddest} del mismo, y una componente de eje-q i_{qs0} resultante del vector de corriente estimado como componente de eje-q i_{qdest} del mismo.

45 Un estimador de velocidad 98 amplifica, mediante una integral proporcional, un valor obtenido por división de una componente de eje-q e_q del vector de desviación de corriente en el sistema de coordenadas de dos ejes rotacionales por la componente de eje-d p_{dr0} del vector de flujo magnético estimado, y saca el resultado como velocidad estimada w_{r0} . En los medios de observación adaptativa 7b según la presente realización 3, no se usa una componente de eje-d e_d del vector de desviación de corriente en el sistema de coordenadas de dos ejes rotacionales.

50 Un divisor 99 divide una cuarta componente f_4 del vector de desviación amplificado E0 en el sistema de coordenadas de dos ejes rotacionales por la componente de eje-d p_{dr0} del vector de flujo magnético estimado, y saca el resultado. Un sustractor 100 sustrae la salida del divisor 99, de la salida w_{r0} del estimador de velocidad 98, y saca el resultado como frecuencia angular w . Un integrador 101 integra la frecuencia angular w , y saca el resultado como fase de flujo magnético estimado θ_0 .

55 Como se ha descrito anteriormente, incluso cuando los medios de observación adaptativa 7b se configuran en el sistema de coordenadas de dos ejes rotacionales (ejes d-q) que rotan sincrónicamente con la fase de flujo magnético estimado θ_0 , es posible obtener un efecto similar que en la realización 2. Esto es, los medios de observación adaptativa 7b calculan la fase de flujo magnético estimado sobre la base del vector de desviación de corriente en el sistema de coordenadas de dos ejes rotacionales y sobre la base del vector de desviación amplificado

5 en el sistema de coordenadas de dos ejes rotacionales, de manera que se hace pequeña la desviación entre el vector de corriente estimado en el sistema de coordenadas de dos ejes rotacionales y el vector de corriente detectado en el sistema de coordenadas de dos ejes rotacionales y la desviación entre el vector de flujo magnético estimado en el sistema de coordenadas de dos ejes rotacionales y el vector de flujo magnético detectado en el sistema de coordenadas de dos ejes rotacionales. Entonces, los medios de control de máquina rotatoria de CA 4b calculan el vector de instrucción de tensión sobre la base de la fase de flujo magnético estimado, y los medios de aplicación de tensión 1 aplican una tensión a la máquina rotatoria de CA 2 sobre la base del vector de instrucción de tensión. Por lo tanto, según esta configuración, como en la realización 1, estableciendo apropiadamente las matrices de ganancia 50 y 51 de los medios de amplificación de desviación 9b, es posible, en una región de alta rotación, 10 hacer cero la amplitud del vector de instrucción de tensión que es sacado por el generador de vector de instrucción de tensión de alta frecuencia 56 incluido en los medios de control de máquina rotatoria de CA 4b. Como resultado, es posible realizar una impulsión que no genera una tensión y una corriente que tienen una frecuencia distinta a la de la onda fundamental en una región de alta rotación, y por lo tanto, es posible realizar una impulsión que es ventajosa desde el punto de vista del rendimiento de funcionamiento, la tasa de utilización de tensión, y la supresión 15 de la corriente máxima en una región de alta rotación.

Realización 4.

Los ejemplos en cada una de las realizaciones anteriores se configuran de manera que el vector de instrucción de corriente I_{sref} se proporciona directamente a los medios de control de máquina rotatoria de CA 4 y 4b. Sin embargo, se pueden incluir medios de control de velocidad 110 que calculan el vector de instrucción de corriente I_{sref} para que coincida con una instrucción de velocidad angular w_{rref} , sobre la base de la velocidad estimada w_{r0} sacada por los medios de observación adaptativa 7 y 7b. 20

La figura 19 es un diagrama que muestra una configuración de un controlador para una máquina rotatoria de CA en la presente realización 4. En la figura 19, componentes denotados por los mismos numerales de referencia que los de la figura 16 son iguales o corresponden a los de la figura 16.

25 Los medios de control de velocidad 110 reciben la instrucción de velocidad angular w_{rref} como aporte, y sacan a los medios de control de máquina rotatoria de CA 4b el vector de instrucción de corriente I_{sref} en el sistema de coordenadas de dos ejes rotacionales (ejes d-q), el vector de instrucción de corriente I_{sref} permite que la velocidad estimada w_{r0} obtenida de los medios de observación adaptativa 7b coincida con la instrucción de velocidad angular w_{rref} . La figura 20 es un diagrama que muestra una configuración interna de los medios de control de velocidad 110. 30 Un sustractor 111 sustrae la velocidad estimada w_{r0} de la instrucción de velocidad angular w_{rref} , y saca una desviación de velocidad. Un amplificador de desviación 112 amplifica la desviación de velocidad obtenida del sustractor 111 por medio de una integral proporcional, y saca el valor resultante como instrucción de par. Una unidad de cálculo de instrucción de corriente en eje-d 113 saca, según la instrucción de par, una componente de eje-d de la instrucción de vector de corriente en el sistema de coordenadas de dos ejes rotacionales (ejes d-q) para impulsar eficientemente la máquina rotatoria de CA 2, por medio de un método conocido. De manera similar, una unidad de cálculo de instrucción de corriente en eje-q 114 saca, según la instrucción de par, una componente de eje-q de la instrucción de vector de corriente en el sistema de coordenadas de dos ejes rotacionales (ejes d-q) para impulsar eficientemente la máquina rotatoria de CA 2, por medio de un método conocido. 35

40 A través de la configuración anterior, además de los efectos de las realizaciones anteriores, es posible obtener un efecto en el que se puede hacer que la velocidad rotacional de la máquina rotatoria de CA 2 coincida con la instrucción de velocidad angular w_{rref} porque los medios de control de velocidad 110 calculan, sobre la base de la velocidad estimada w_{r0} sacada por los medios de observación adaptativa 7b, el vector de instrucción de corriente I_{sref} para que coincida con la instrucción de velocidad angular w_{rref} .

Realización 5.

45 En la realización 1, los medios de observación adaptativa 7 se configuran para sacar la fase de flujo magnético estimado θ_0 , el vector de corriente estimado I_{sest} , el vector de flujo magnético estimado Φ_{hest} , y la velocidad estimada w_{r0} , sobre la base del vector de desviación amplificado E_0 , el vector de desviación de corriente ΔI_s , y el vector de instrucción de tensión V_{sref} . Sin embargo, como se describe más adelante, los medios de observación adaptativa 7 se pueden configurar para sacar la fase de flujo magnético estimado θ_0 y el vector de flujo magnético estimado Φ_{hest} , sobre la base del vector de desviación amplificado E_0 , el vector de corriente detectado I_s , y el vector de instrucción de tensión V_{sref} . Además, en la realización 1, los medios de cálculo de vector de desviación 8 se configuran para sacar el vector de desviación de corriente ΔI_s sobre la base del vector de corriente estimado I_{sest} y el vector de corriente detectado I_s y también para sacar el vector de desviación de flujo magnético $\Delta \Phi$ sobre la base del vector de flujo magnético estimado Φ_{hest} y el vector de flujo magnético detectado Φ . Sin embargo, los 50 medios de cálculo de vector de desviación 8 se pueden configurar para sacar el vector de desviación de flujo magnético $\Delta \Phi$ sobre la base del vector de flujo magnético estimado Φ_{hest} y el vector de flujo magnético detectado Φ . 55

Además, en la realización 1, los medios de amplificación de desviación 9 se configuran para amplificar el vector de desviación de corriente ΔI_s y el vector de desviación de flujo magnético $\Delta \Phi$ según la velocidad estimada w_{r0} y para

sacar el resultado como vector de desviación amplificado E0 a los medios de observación adaptativa 7. Sin embargo, los medios de amplificación de desviación 9 se pueden configurar para amplificar el vector de desviación de flujo magnético ΔPhi y para sacar el resultado como vector de desviación amplificado E0 a los medios de observación adaptativa 7.

5 Como se describe en la última parte de la descripción de la realización 1, dependiendo de condiciones, es posible establecer ganancias de amplificación de los medios de amplificación de desviación 9, sin importar la velocidad estimada. La realización 5 emplea ese método. Como se muestra en la figura 22 descrita más adelante, la velocidad estimada wr0 es generada dentro de los medios de observación adaptativa 7c, pero no se saca al exterior, y como se muestra en la figura 23 descrita más adelante, la velocidad estimada wr0 no es recibida por los medios de
10 amplificación de desviación 9c.

Como se describe en la figura 1 y similares en la realización 1, se entiende que los medios de observación adaptativa pueden sacar la velocidad estimada wr0 y los medios de amplificación de desviación pueden recibir la velocidad estimada wr0 y establecer ganancias de amplificación. En este caso, como se describe en detalle en la realización 1, se obtendrá un efecto ventajoso adicional.

15 La figura 21 es un diagrama que muestra una configuración entera de la presente realización 5. En la figura 21, componentes denotados por los mismos numerales de referencia que los de la figura 1 son iguales o corresponden a los de la figura 1. Los medios de observación adaptativa 7c sacan la fase de flujo magnético estimado θ0, el vector de flujo magnético estimado Phest, y la velocidad estimada wr0, sobre la base del vector de desviación amplificado E0 obtenido de los medios de amplificación de desviación 9c, el vector de corriente detectado Is obtenido de los
20 medios de detección de vector de corriente 3, y el vector de instrucción de tensión Vsref obtenido de los medios de control de máquina rotatoria de CA 4.

Los medios de cálculo de vector de desviación 8c calculan una diferencia entre el vector de flujo magnético estimado Phest obtenido de los medios de observación adaptativa 7c y el vector de flujo magnético detectado Phi obtenido de los medios de detección de vector de flujo magnético 6, y sacan la diferencia como vector de desviación de flujo magnético ΔPhi. Los medios de amplificación de desviación 9c amplifican el vector de desviación de flujo magnético ΔPhi, y sacan el vector de desviación de flujo magnético ΔPhi amplificado como vector de desviación amplificado E0 a los medios de observación adaptativa 7c.

La figura 22 es un diagrama que muestra una configuración interna de los medios de observación adaptativa 7c. En la figura 22, componentes denotados por los mismos numerales de referencia que los de la figura 5 son iguales o corresponden a los de la figura 5. Antes de describir la configuración mostrada en la figura 22, se describirá el principio usado en la figura 22. La expresión (9) se obtiene de la relación definida en la expresión (2).
30

[Expresión 9]

$$\frac{d}{dt} \begin{pmatrix} pas0 \\ pbs0 \\ par0 \\ pbr0 \end{pmatrix} = \mathbf{A} \begin{pmatrix} pas0 \\ pbs0 \\ par0 \\ pbr0 \end{pmatrix} + \mathbf{B} \begin{pmatrix} vas^* \\ vbs^* \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} e1 \\ e2 \\ e3 \\ e4 \end{pmatrix}$$

$$= \mathbf{A} \begin{pmatrix} pas0 \\ pbs0 \\ par0 \\ pbr0 \end{pmatrix} + \mathbf{B} \begin{pmatrix} vas^* \\ vbs^* \end{pmatrix} - \left(\begin{pmatrix} ec1 \\ ec2 \\ ec3 \\ ec4 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} ep1 \\ ep2 \\ ep3 \\ ep4 \end{pmatrix} \right) \dots (9)$$

35 Además, en consideración de la expresión (4) y el vector de salida (ec1, ec2, ec3, ec4)^T que es sacado de la matriz de ganancia 50, se obtiene la expresión (10).

[Expresión 10]

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} \begin{pmatrix} pas0 \\ pbs0 \\ par0 \\ pbr0 \end{pmatrix} &= \mathbf{A} \begin{pmatrix} pas0 \\ pbs0 \\ par0 \\ pbr0 \end{pmatrix} + \mathbf{B} \begin{pmatrix} vas^* \\ vbs^* \end{pmatrix} - \mathbf{Hc} \left(\begin{pmatrix} ias0 \\ ibs0 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} ias \\ ibs \end{pmatrix} \right) + \begin{pmatrix} ep1 \\ ep2 \\ ep3 \\ ep4 \end{pmatrix} \\ &= \mathbf{A} \begin{pmatrix} pas0 \\ pbs0 \\ par0 \\ pbr0 \end{pmatrix} + \mathbf{B} \begin{pmatrix} vas^* \\ vbs^* \end{pmatrix} - \mathbf{Hc} \left(\mathbf{C1} \begin{pmatrix} pas0 \\ pbs0 \\ par0 \\ pbr0 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} ias \\ ibs \end{pmatrix} \right) + \begin{pmatrix} ep1 \\ ep2 \\ ep3 \\ ep4 \end{pmatrix} \quad \dots \quad (10) \end{aligned}$$

Cuando la expresión (10) se expande y simplifica, se obtienen las expresiones (11) y (12).

[Expresión 11]

$$\frac{d}{dt} \begin{pmatrix} pas0 \\ pbs0 \\ par0 \\ pbr0 \end{pmatrix} = \mathbf{A2} \begin{pmatrix} pas0 \\ pbs0 \\ par0 \\ pbr0 \end{pmatrix} + \mathbf{B} \begin{pmatrix} vas^* \\ vbs^* \end{pmatrix} + \mathbf{Hc} \begin{pmatrix} ias \\ ibs \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} ep1 \\ ep2 \\ ep3 \\ ep4 \end{pmatrix} \quad \dots \quad (11)$$

5

[Expresión 12]

donde $\mathbf{A2} = \mathbf{A} - \mathbf{HcC1}$ (12)

10

Aquí, como la matriz \mathbf{A} y la matriz \mathbf{Hc} en el lado derecho de la expresión (12) son funciones de la velocidad estimada $wr0$, la matriz $\mathbf{A2}$ también es función de la velocidad estimada $wr0$ como lo es la matriz \mathbf{A} . Cuando se comparan la expresión (11) y la expresión (2), la expresión (11) es diferente de la expresión (2) en que la matriz $\mathbf{A2}$ corresponde a la matriz \mathbf{A} en la expresión (2), se suma un resultado de la multiplicación del vector de corriente detectado por matriz \mathbf{Hc} , y el vector de desviación de flujo magnético corresponde al vector de desviación amplificado en la expresión (2).

15

En la figura 22, una unidad de cálculo de matriz de ganancia 43c obtiene la matriz $\mathbf{A2}$ definida mediante la expresión (12), sobre la base de la velocidad estimada $wr0$, y saca un resultado obtenido al multiplicar la matriz $\mathbf{A2}$ por el vector $(pas0, pbs0, par0, pbr0)^T$. Una matriz de ganancia 50c saca un resultado obtenido al multiplicar el vector de corriente detectado $(ias, ibs)^T$ por la matriz \mathbf{Hc} . Aquí, la matriz \mathbf{He} se da a la matriz de ganancia 50c según sea apropiado sobre la base de la velocidad estimada $wr0$, como en la matriz de ganancia 50. Un sustractor 160 sustrae un vector de desviación amplificado $(e1, e2, e3, e4)^T$ de la salida de la matriz de ganancia 50c. Como se describe más adelante, el vector de desviación amplificado $(e1, e2, e3, e4)^T$ corresponde al vector de salida $(ep1, ep2, ep3, ep4)^T$ de la matriz de ganancia 51 en la realización 1. El estimador de velocidad 48 en la realización 1 realiza el cálculo de la expresión (3), sobre la base del vector de flujo magnético estimado $(par0, pbr0)^T$ aportado y el vector de desviación de corriente $(ea, eb)^T$ aportado, y saca la velocidad estimada $wr0$. Sin embargo, un estimador de velocidad 48c en la realización 5 saca la velocidad estimada $wr0$ sobre la base de la fase de flujo magnético estimado $\theta0$. Específicamente, la velocidad estimada $wr0$ se considera como tasa de cambio de la fase de flujo magnético estimado $\theta0$, y el estimador de velocidad 48c realiza el cálculo de la expresión (13) y saca la velocidad estimada $wr0$.

25

[Expresión 13]

$$wr0 = \frac{d}{dt} \theta0 \quad \dots \quad (13)$$

La figura 23 es un diagrama que muestra una configuración interna de los medios de amplificación de desviación 9c. En la figura 23, una ganancia de amplificación 140c multiplica una ganancia h13 y una componente de eje-a epa de un vector de desviación de flujo magnético en los ejes a-b, y saca el resultado. Una ganancia de amplificación 141c multiplica una ganancia h14 y una componente de eje-b epb del vector de desviación de flujo magnético en los ejes a-b, y saca el resultado. De manera similar, una ganancia de amplificación 142c multiplica una ganancia h23 y la componente de eje-a epa del vector de desviación de flujo magnético en los ejes a-b, y saca el resultado. Una ganancia de amplificación 143c multiplica la ganancia h24 y la componente de eje-b epb del vector de desviación de flujo magnético en los ejes a-b, y saca el resultado. De manera similar, una ganancia de amplificación 144c multiplica la ganancia h33 y la componente de eje-a epa en el vector de desviación de flujo magnético en los ejes a-b, y saca el resultado. Una ganancia de amplificación 145c multiplica una ganancia h34 y la componente de eje-b epb del vector de desviación de flujo magnético en los ejes a-b, y saca el resultado. De manera similar, una ganancia de amplificación 146c multiplica una ganancia h43 y la componente de eje-a epa del vector de desviación de flujo magnético en los ejes a-b, y saca el resultado. Una ganancia de amplificación 147c multiplica una ganancia h44 y la componente de eje-b epb del vector de desviación de flujo magnético en los ejes a-b, y saca el resultado.

Entonces, un sumador 148c suma la salida de la ganancia de amplificación 140 y la salida de la ganancia de amplificación 141, y saca el resultado como desviación amplificada e1. De manera similar, un sumador 149c suma la salida de la ganancia de amplificación 142 y la salida de la ganancia de amplificación 143c, y saca el resultado como desviación amplificada e2. De manera similar, un sumador 150c suma la salida de la ganancia de amplificación 144 y la salida de la ganancia de amplificación 145c, y saca el resultado como desviación amplificada e3. De manera similar, un sumador 151c suma la salida de la ganancia de amplificación 146 y la salida de la ganancia de amplificación 147c, y saca el resultado como desviación amplificada e4.

Las ganancias de amplificación h13, h14, h23, h24, h33, h34, h43 y h44 pueden ser establecidas a 0 excluyendo h33 y h44 como en la figura 10. En este caso, pueden omitirse las ganancias de amplificación 140c, 141c, 142c, 143c, 145c, y 146c en la figura 23.

Con respecto a h33 y h44, en la realización 1, incluso en un caso donde se usan unos medios de detección de posición rotacional 5 que sean baratos y cuya fiabilidad se reduce según un aumento en la velocidad rotacional, la h33 y h44 se configuran para tener una magnitud predeterminada para un intervalo de velocidad en el que se puede mantener la fiabilidad, y la h33 y h44 se establecen a cero para los otros intervalos de velocidad, por lo que se impide la generación de un vector de desviación de flujo magnético. Sin embargo, en el caso de medios de detección de posición rotacional 5 que son baratos y tienen baja capacidad de respuesta y baja fiabilidad pero mantienen cierto nivel de prestaciones a una alta velocidad rotacional, la h33 y h44 pueden establecerse en valores fijos. Con esta configuración, como se describe en la realización 1, se puede mantener la estabilidad de los medios de observación adaptativa 7c mientras la máquina rotatoria de CA 2 está detenida, e incluso si los medios de observación adaptativa 7c se pueden volver inestables debido a un funcionamiento inesperado en una región de alta rotación, la desviación entre el vector de flujo magnético estimado y el vector de flujo magnético detectado funciona para corregir el vector de flujo magnético estimado sacado por los medios de observación adaptativa 7c. Por lo tanto, incluso en un caso donde la diferencia de fase entre el vector de flujo magnético estimado y el vector de flujo magnético detectado supera 90 grados debido a un error de valor inicial o una perturbación, o la diferencia de fase es pequeña, es posible mantener la característica de convergencia de error y la capacidad de respuesta de la estimación de posición. Como resultado, es posible obtener un efecto en el que la máquina rotatoria de CA 2 puede ser impulsada establemente.

En la descripción anterior de la realización 5, se asume que se proporcionan los medios de amplificación de desviación 9c. Sin embargo, los medios de amplificación de desviación 9c se configuran para amplificar un vector de desviación de flujo magnético $\Delta\Phi$ una cierta ganancia de amplificación, sin importar la velocidad estimada wr_0 . Por lo tanto, realmente, se pueden omitir los medios de amplificación de desviación 9c, y la salida de los medios de cálculo de vector de desviación 8c puede ser sacada directamente como vector de desviación amplificado E0 a los medios de observación adaptativa 7c.

APLICABILIDAD INDUSTRIAL

La presente invención es aplicable a un controlador para impulsar una variedad de máquinas rotatorias de CA que son impulsadas en un gran intervalo de velocidades, y puede obtener un efecto específico en el que se puede realizar impulsión suave desde una región de baja velocidad que incluye velocidad cero a una región de alta velocidad, e incluso cuando un error de valor inicial está presente en una fase estimada, se pueden obtener características deseadas convergiendo rápidamente el error.

REIVINDICACIONES

1. Un controlador para una máquina rotatoria de CA (2), el controlador comprende:

medios de detección de vector de corriente (3) adaptados para detectar un vector de corriente de la máquina rotatoria de CA y sacar el vector de corriente como vector de corriente detectado;

5 medios de control de máquina rotatoria de CA (4) adaptados para referirse a una fase de flujo magnético estimado y sacar un vector de instrucción de tensión de manera que el vector de corriente detectado coincida con un vector de instrucción de corriente;

medios de aplicación de tensión (1) adaptados para aplicar una tensión a la máquina rotatoria de CA sobre la base del vector de instrucción de tensión;

10 medios de observación adaptativa (7) adaptados para sacar la fase de flujo magnético estimado sobre la base del vector de instrucción de tensión; y

medios de detección de vector de flujo magnético (6) adaptados para detectar un vector de flujo magnético y sacar el vector de flujo magnético como vector de flujo magnético detectado, el controlador se caracteriza por que:

15 los medios de observación adaptativa (7) están adaptados para sacar un vector de corriente estimado y un vector de flujo magnético estimado además de la fase de flujo magnético estimado, sobre la base de un vector de desviación de corriente y un vector de desviación amplificado además del vector de instrucción de tensión, en donde el vector de corriente estimado y el vector de flujo magnético estimado se derivan del vector de instrucción de tensión y el vector de desviación amplificado mediante sustracción, integración y cálculo, y la fase de flujo magnético estimado se deriva del vector de flujo magnético estimado mediante cálculo; y

20 el controlador comprende además medios de cálculo de vector de desviación (8) adaptados para calcular el vector de desviación de corriente que es una desviación entre el vector de corriente estimado y el vector de corriente detectado y un vector de desviación de flujo magnético que es una desviación entre el vector de flujo magnético estimado y el vector de flujo magnético detectado y para sacar el vector de desviación de corriente calculado y el vector de desviación de flujo magnético calculado como vector de desviación amplificado por medio de un amplificador de ganancia variable que depende de la velocidad estimada, la velocidad estimada se deriva de los
25 medios de observación adaptativa (7).

2. Un controlador para una máquina rotatoria de CA (2), el controlador comprende:

medios de detección de vector de corriente (3) adaptados para detectar un vector de corriente de la máquina rotatoria de CA y sacar el vector de corriente como vector de corriente detectado;

30 medios de control de máquina rotatoria de CA (4) adaptados para referirse a una fase de flujo magnético estimado y sacar un vector de instrucción de tensión de manera que el vector de corriente detectado coincida con un vector de instrucción de corriente;

medios de aplicación de tensión (1) adaptados para aplicar una tensión a la máquina rotatoria de CA sobre la base del vector de instrucción de tensión;

35 medios de observación adaptativa (7) adaptados para sacar la fase de flujo magnético estimado sobre la base del vector de instrucción de tensión; y

medios de detección de vector de flujo magnético (6) adaptados para detectar un vector de flujo magnético y sacar el vector de flujo magnético como vector de flujo magnético detectado, el controlador se caracteriza por que

40 los medios de observación adaptativa (7) se adaptan para sacar un vector de flujo magnético estimado además de la fase de flujo magnético estimado, sobre la base de un vector de desviación amplificado además del vector de instrucción de tensión, en donde el vector de flujo magnético estimado se deriva del vector de instrucción de tensión y el vector de desviación amplificado mediante suma, integración y cálculo, y la fase de flujo magnético estimado se deriva del vector de flujo magnético estimado mediante cálculo, y

45 el controlador comprende además medios de cálculo de vector de desviación (8) adaptados para calcular un vector de desviación de flujo magnético que es una desviación entre el vector de flujo magnético estimado y el vector de flujo magnético detectado y para sacar el vector de desviación de flujo magnético calculado como vector de desviación amplificado por medio de un amplificador de ganancia variable.

3. El controlador para la máquina rotatoria de CA según la reivindicación 1 o 2, en donde los medios de observación adaptativa (7) se adaptan además para sacar una velocidad estimada,

50 el controlador incluye además medios de amplificación de desviación (9), que se proporcionan entre los medios de cálculo de vector de desviación y los medios de observación adaptativa (7), que se adaptan para amplificar una

salida desde los medios de cálculo de vector de desviación (8) en una ganancia predeterminada usando la velocidad estimada como parámetro, y sacar la salida amplificada como vector de desviación amplificado a los medios de observación adaptativa (7), y

5 la ganancia por la que se amplifican el vector de desviación de flujo magnético en los medios de amplificación de desviación (9) se establece para que tenga un valor que es más pequeño en un momento cuando la velocidad estimada es alta, que un valor en un momento cuando la velocidad estimada es baja.

10 4. El controlador para la máquina rotatoria de CA (2) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde los medios de detección de vector de flujo magnético (6) se adaptan para sacar el vector de flujo magnético detectado, sobre la base de una posición rotacional que es una salida de los medios de detección de posición rotacional (5) para detectar una posición rotacional de la máquina rotatoria de CA.

5. El controlador para la máquina rotatoria de CA (2) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el controlador incluye además medios de superposición de tensión (56-59) adaptados para superponer una tensión de alta frecuencia que tiene una frecuencia más alta que una frecuencia fundamental para impulsar la máquina rotatoria de CA (2), en la máquina rotatoria de CA (2), y

15 los medios de detección de vector de flujo magnético (6) se adaptan para sacar el vector de flujo magnético detectado sobre la base de un vector de corriente de alta frecuencia debido a la tensión de alta frecuencia extraída por los medios de detección de vector de corriente (3).

20 6. El controlador para la máquina rotatoria de CA (2) según la reivindicación 5, en donde una amplitud de la tensión de alta frecuencia que va a ser superpuesta en los medios de superposición de tensión (56-59) se establece para que tenga un valor que es más pequeño en un momento cuando la velocidad rotacional de la máquina rotatoria de CA es alta, que un valor en un momento cuando la velocidad rotacional de la máquina rotatoria de CA (2) es baja.

25 7. El controlador para la máquina rotatoria de CA (2) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde el controlador incluye además medios de control de velocidad (110) adaptados para generar el vector de instrucción de corriente de manera que la velocidad estimada desde los medios de observación adaptativa (7) coincide con una instrucción de velocidad angular y para sacar el vector de instrucción de corriente generado a los medios de control de máquina rotatoria de CA (4).

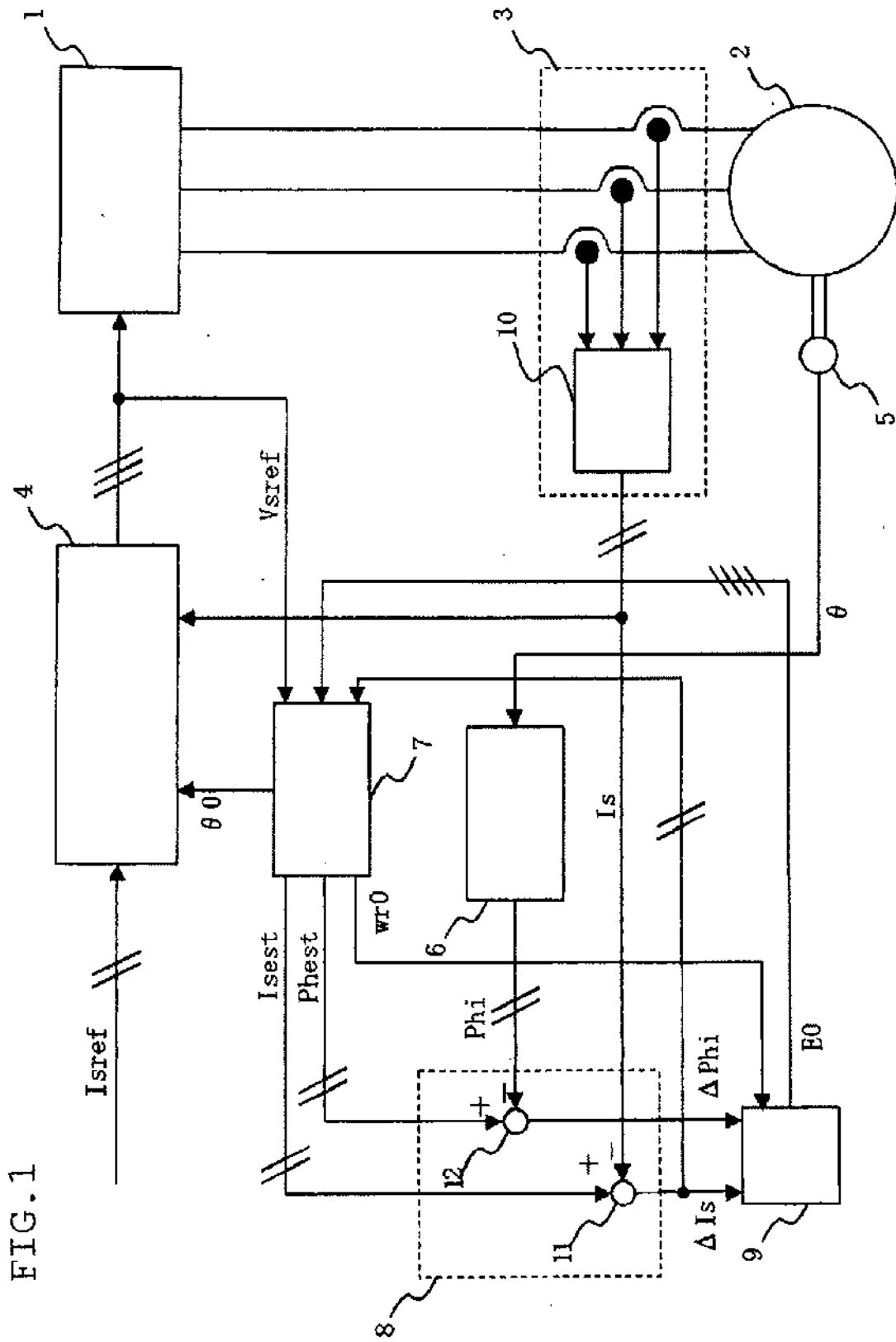


FIG. 1

FIG. 2

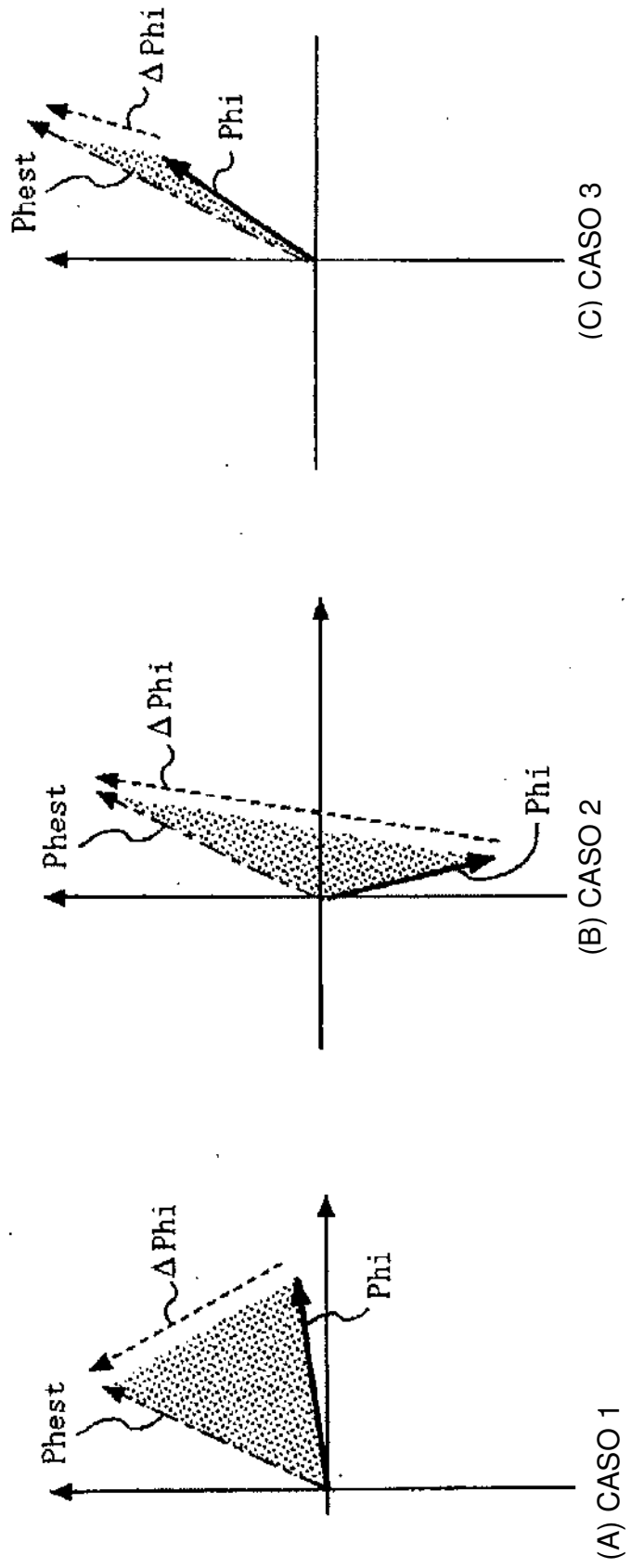


FIG. 3

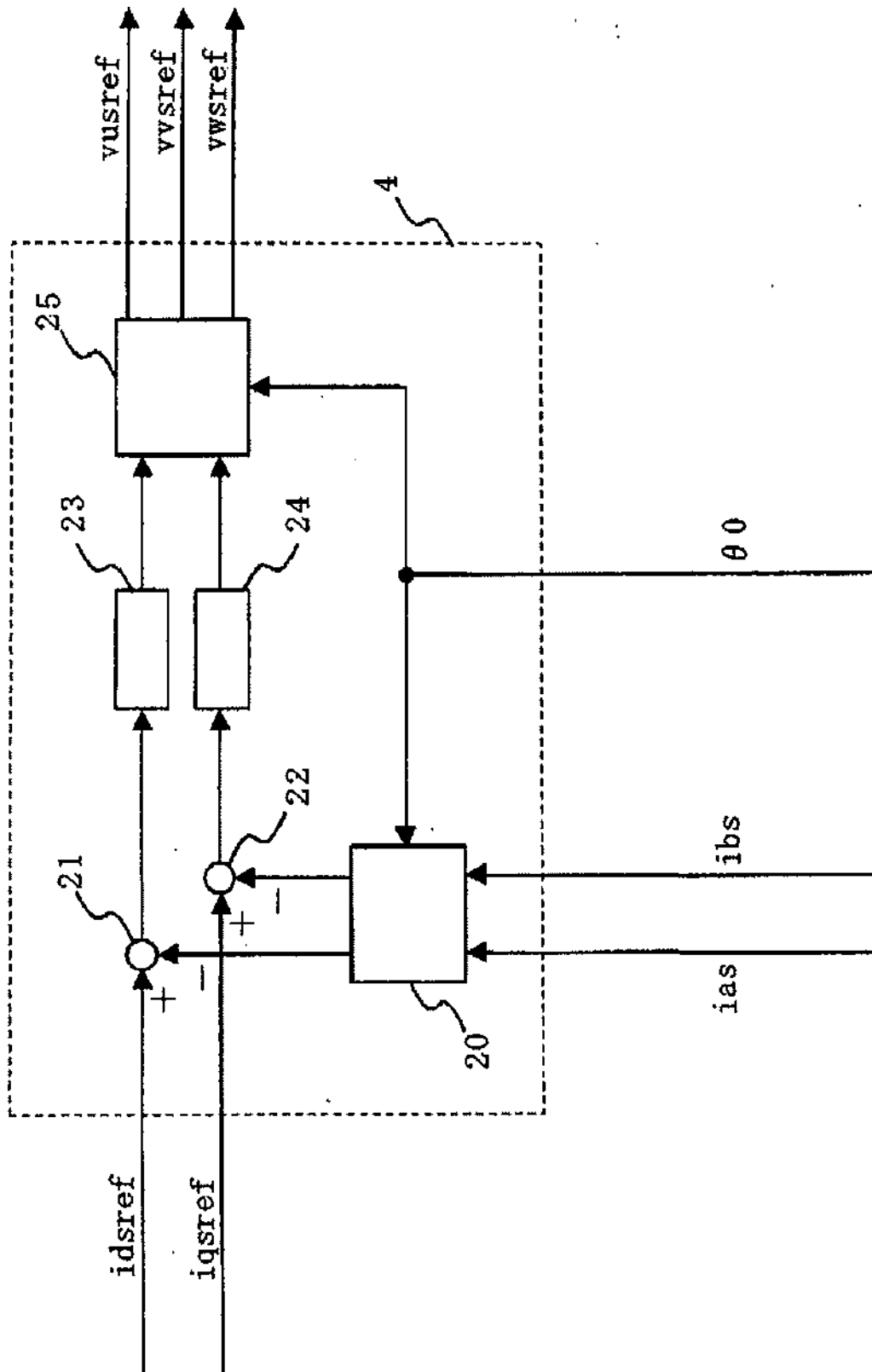


FIG. 4

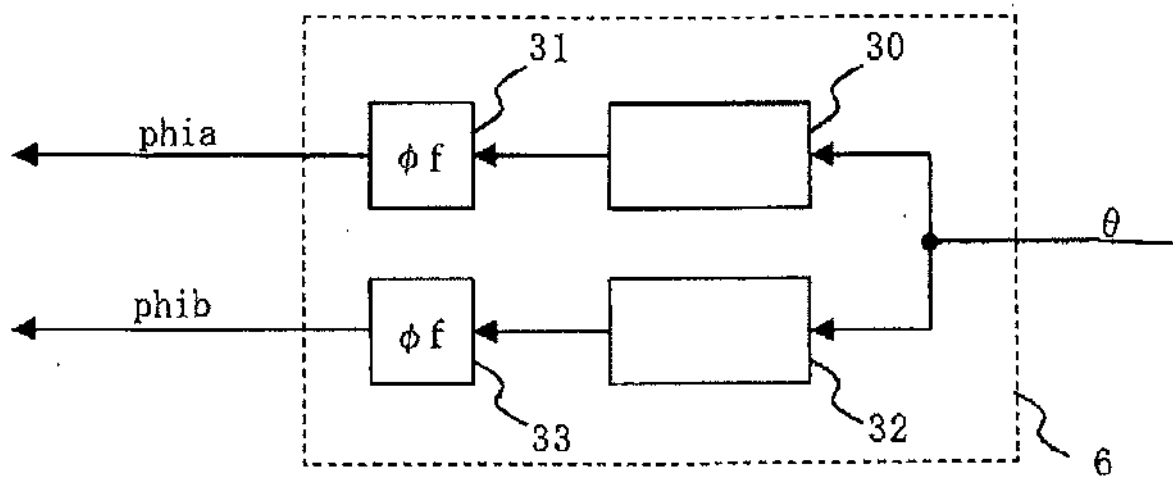


FIG. 5

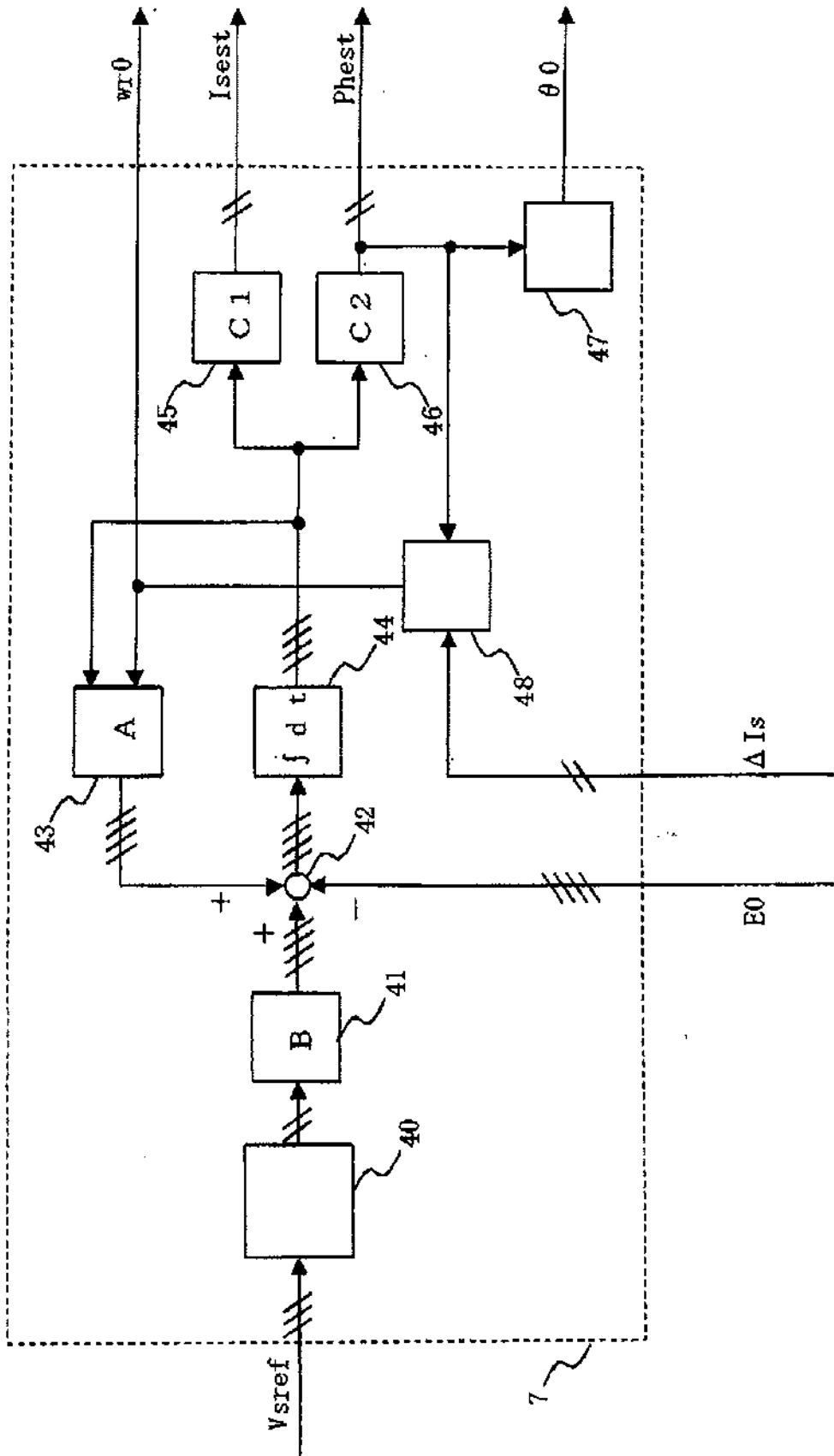


FIG. 6

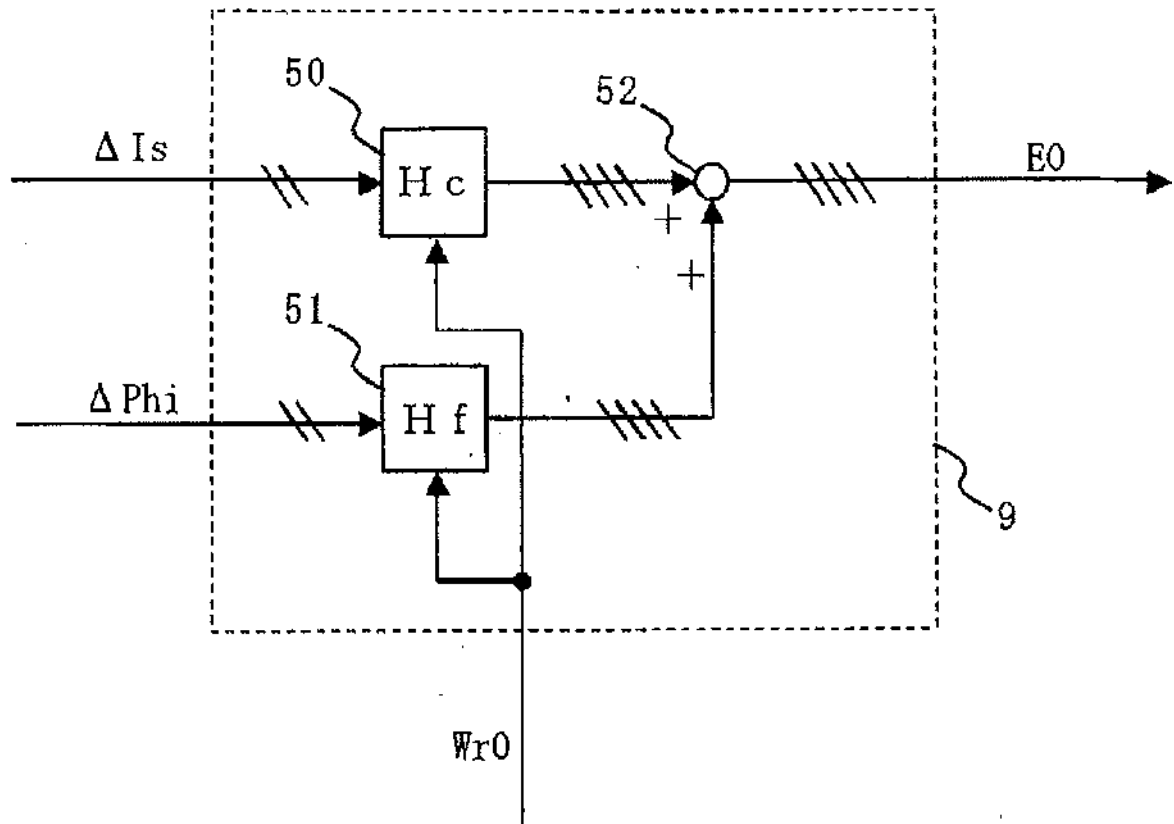


FIG. 7

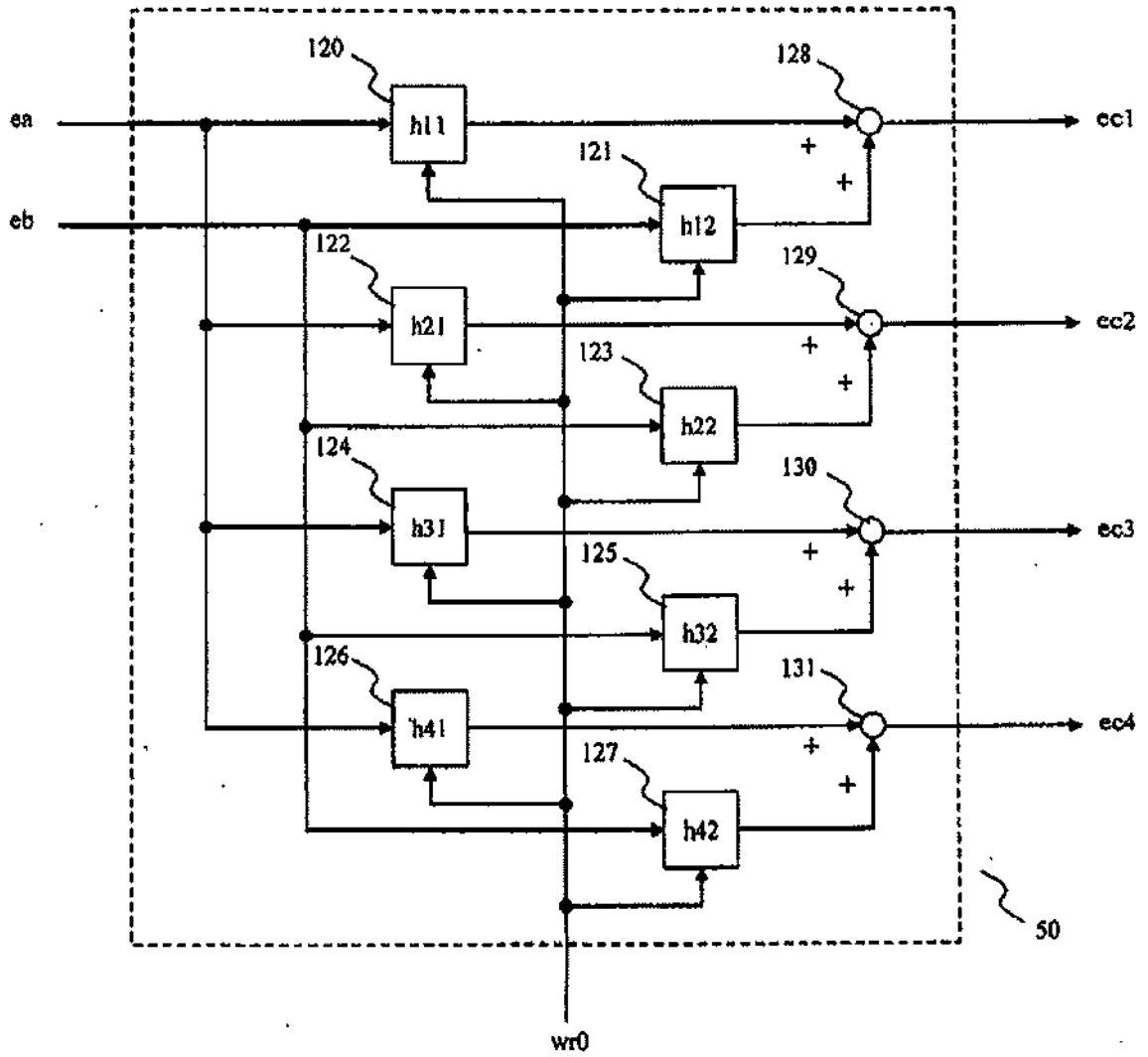


FIG. 8

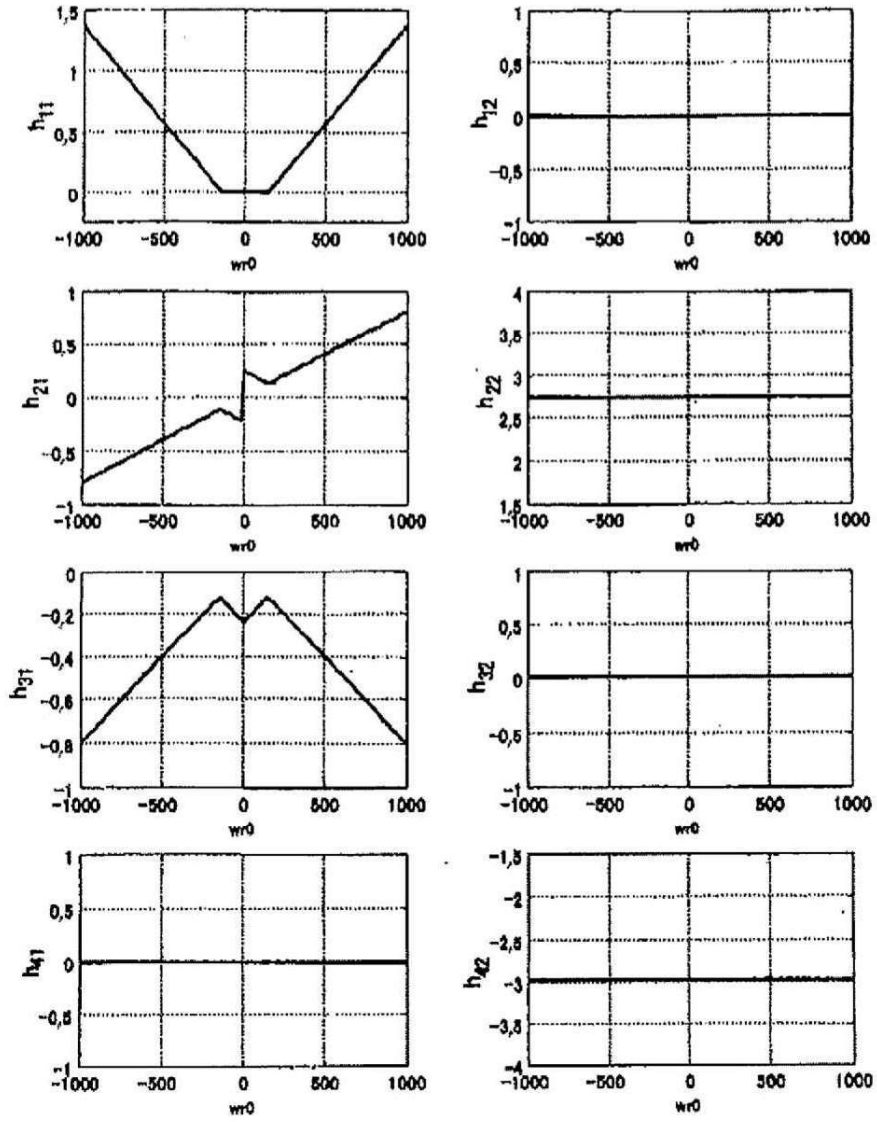


FIG. 9

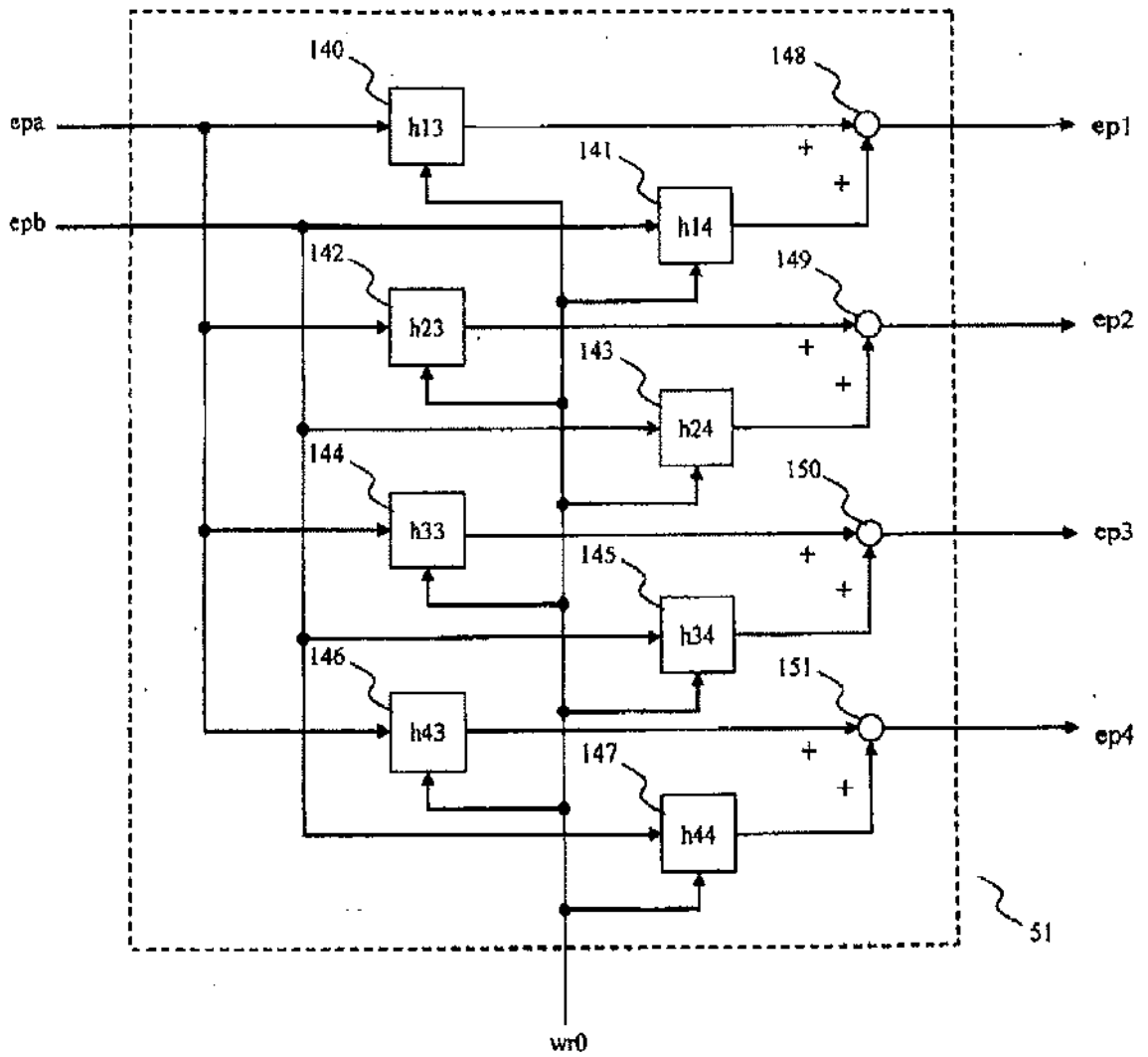


FIG. 10

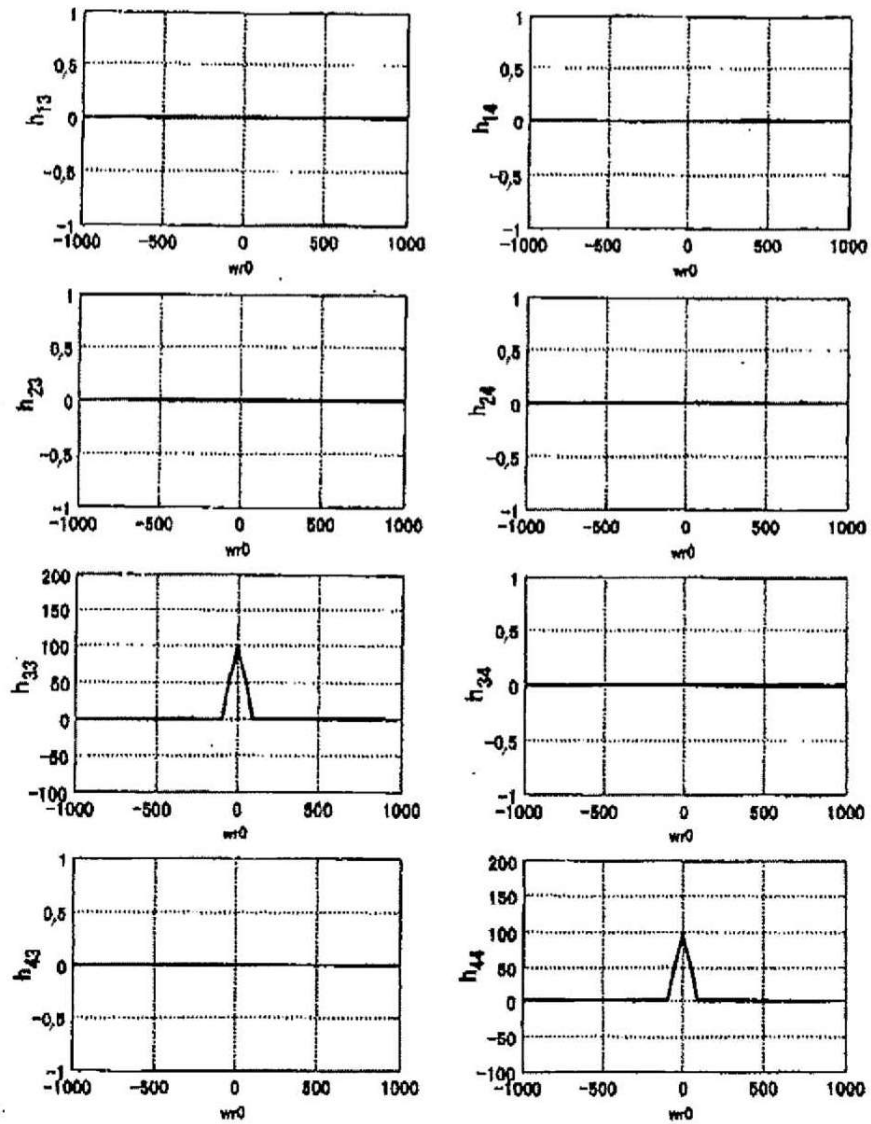
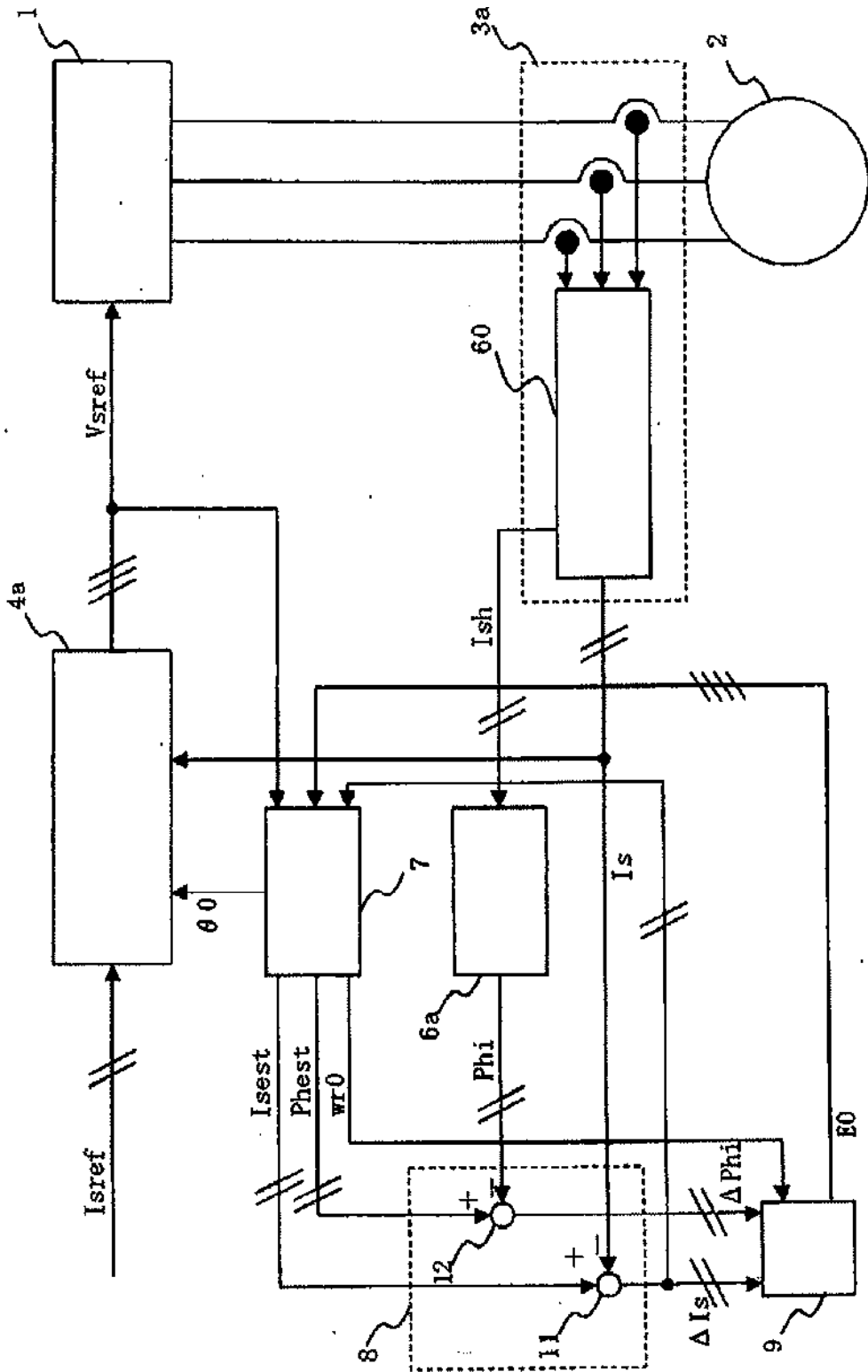
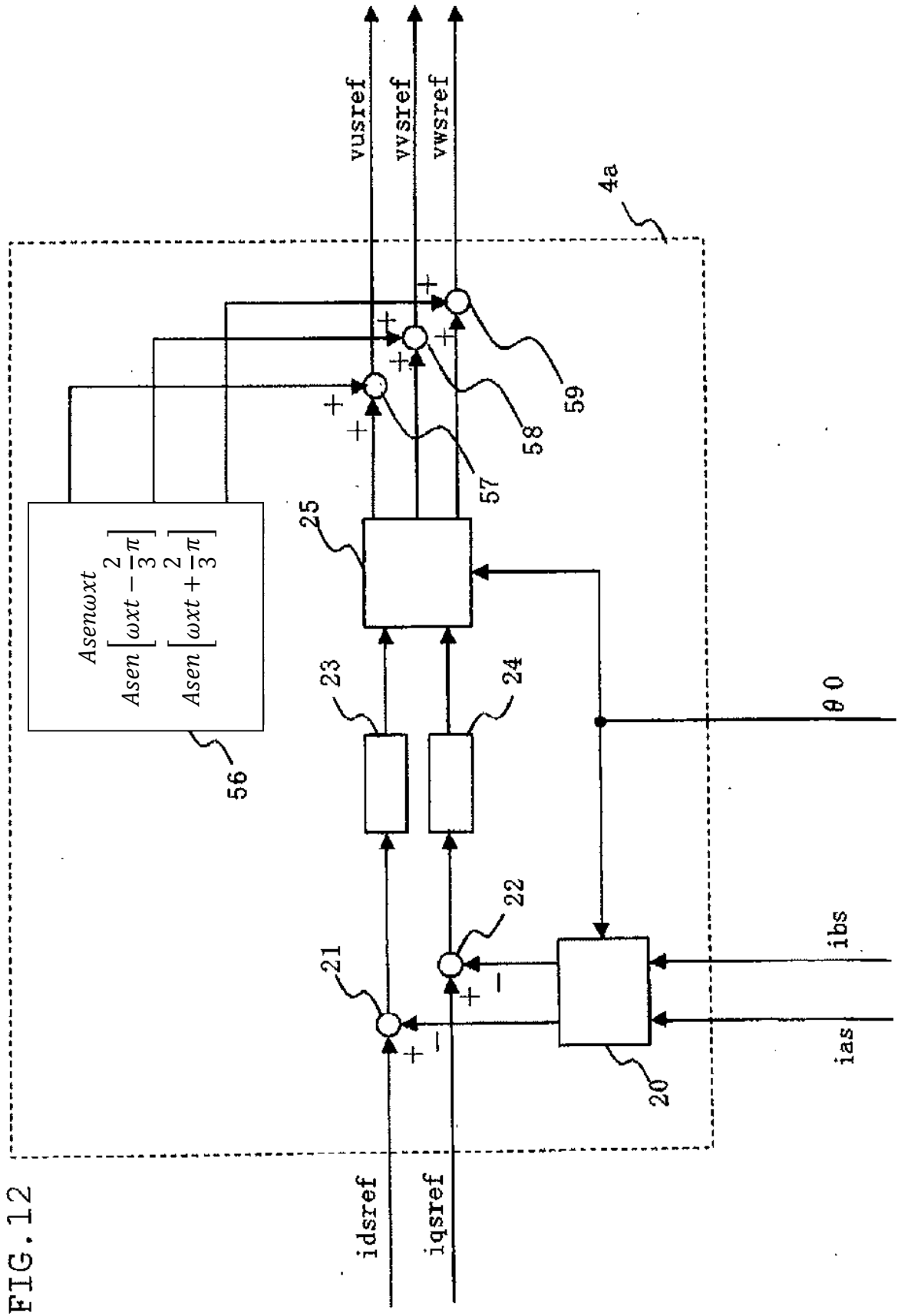


FIG. 11





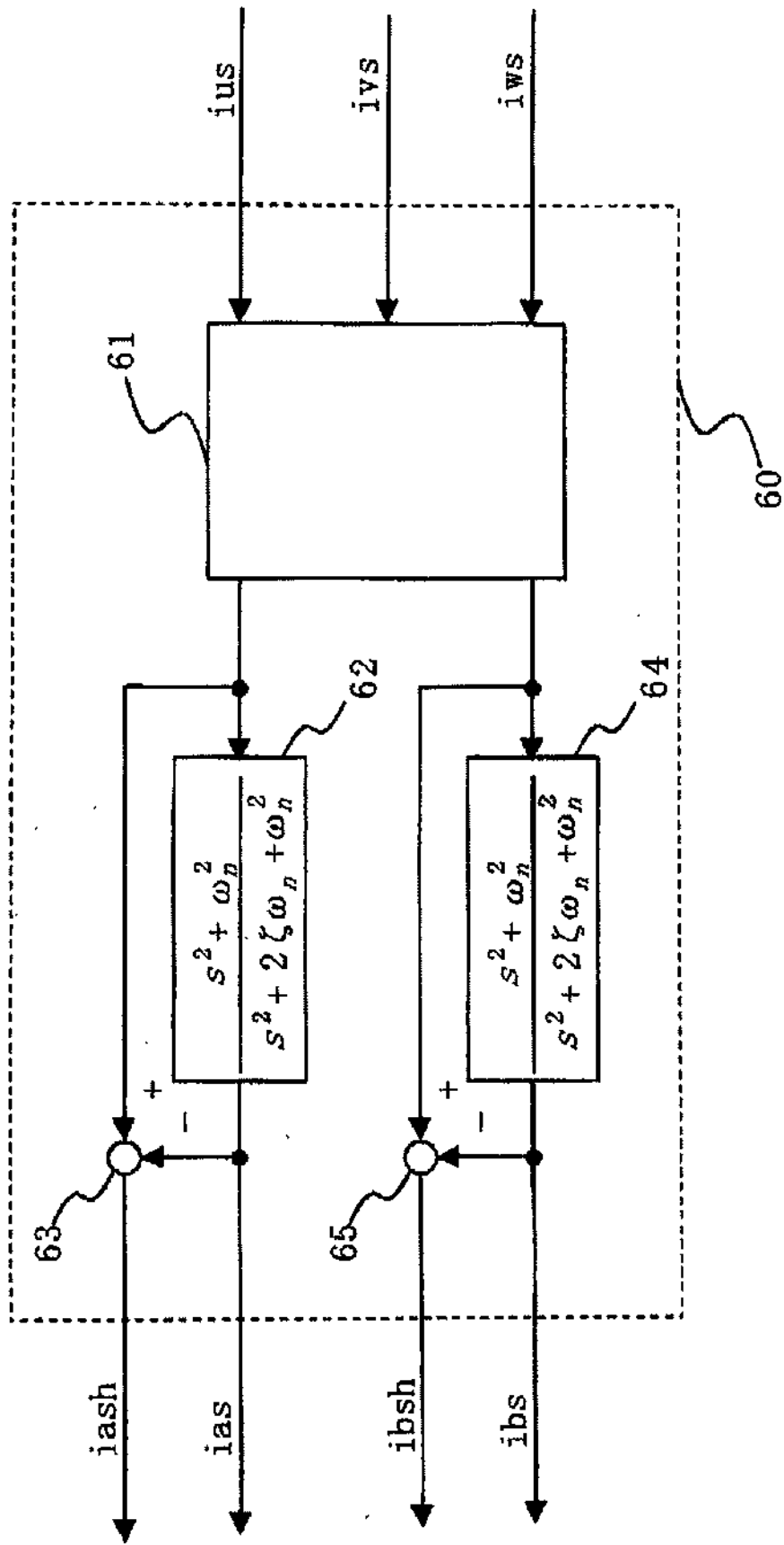


FIG. 13

FIG. 14

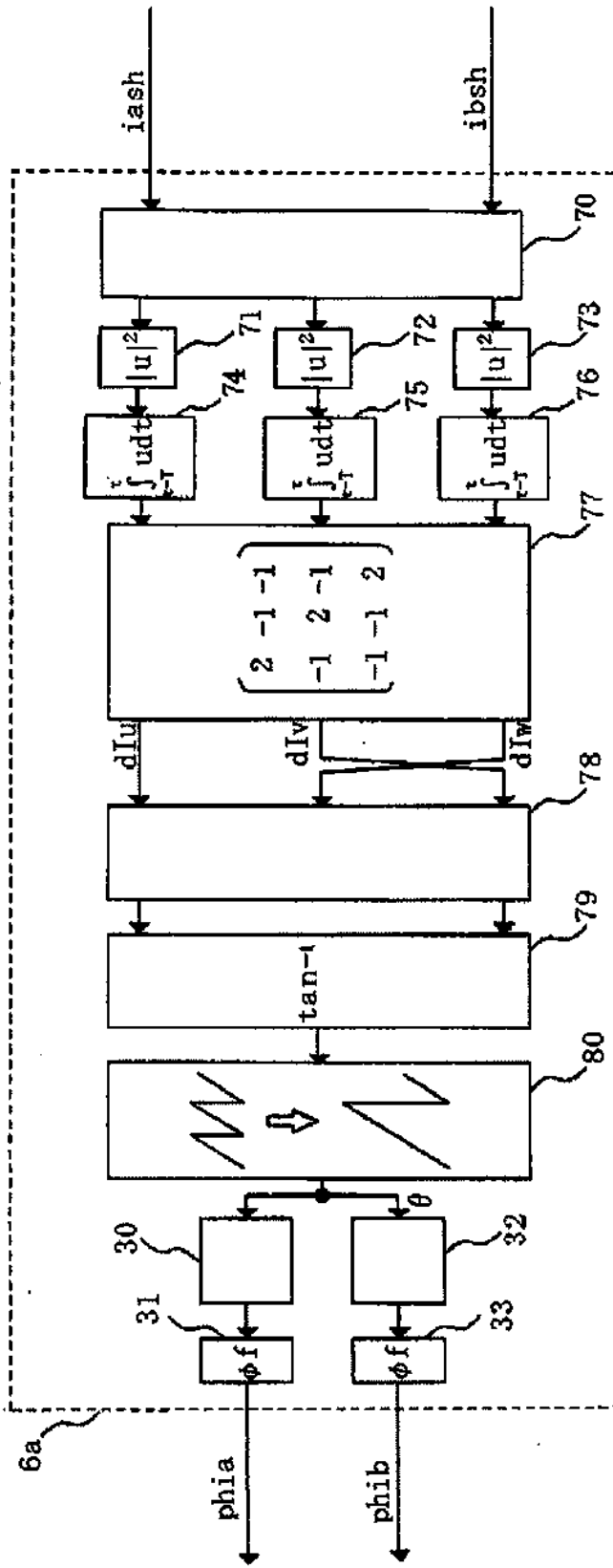


FIG. 15

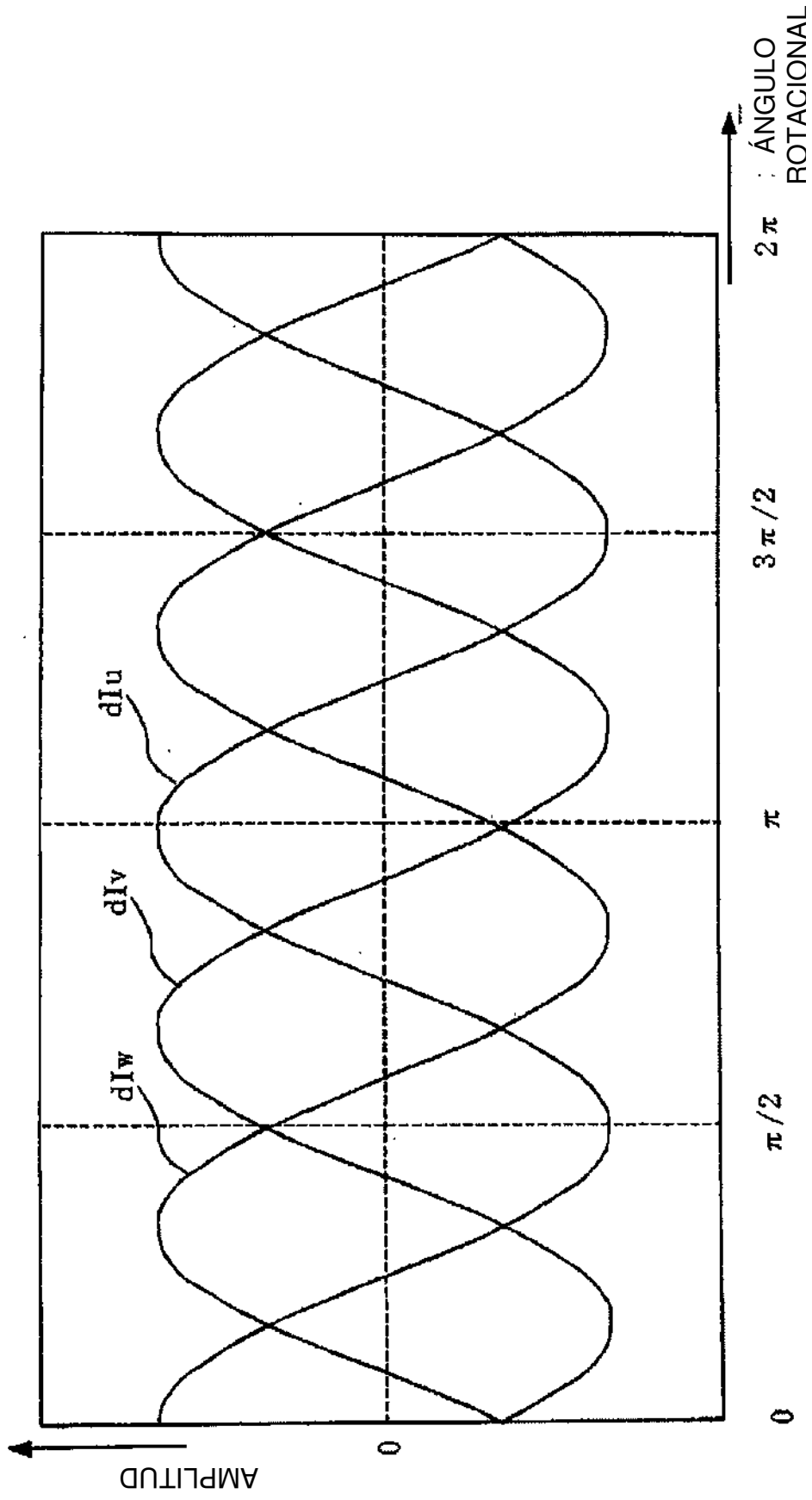


FIG. 16

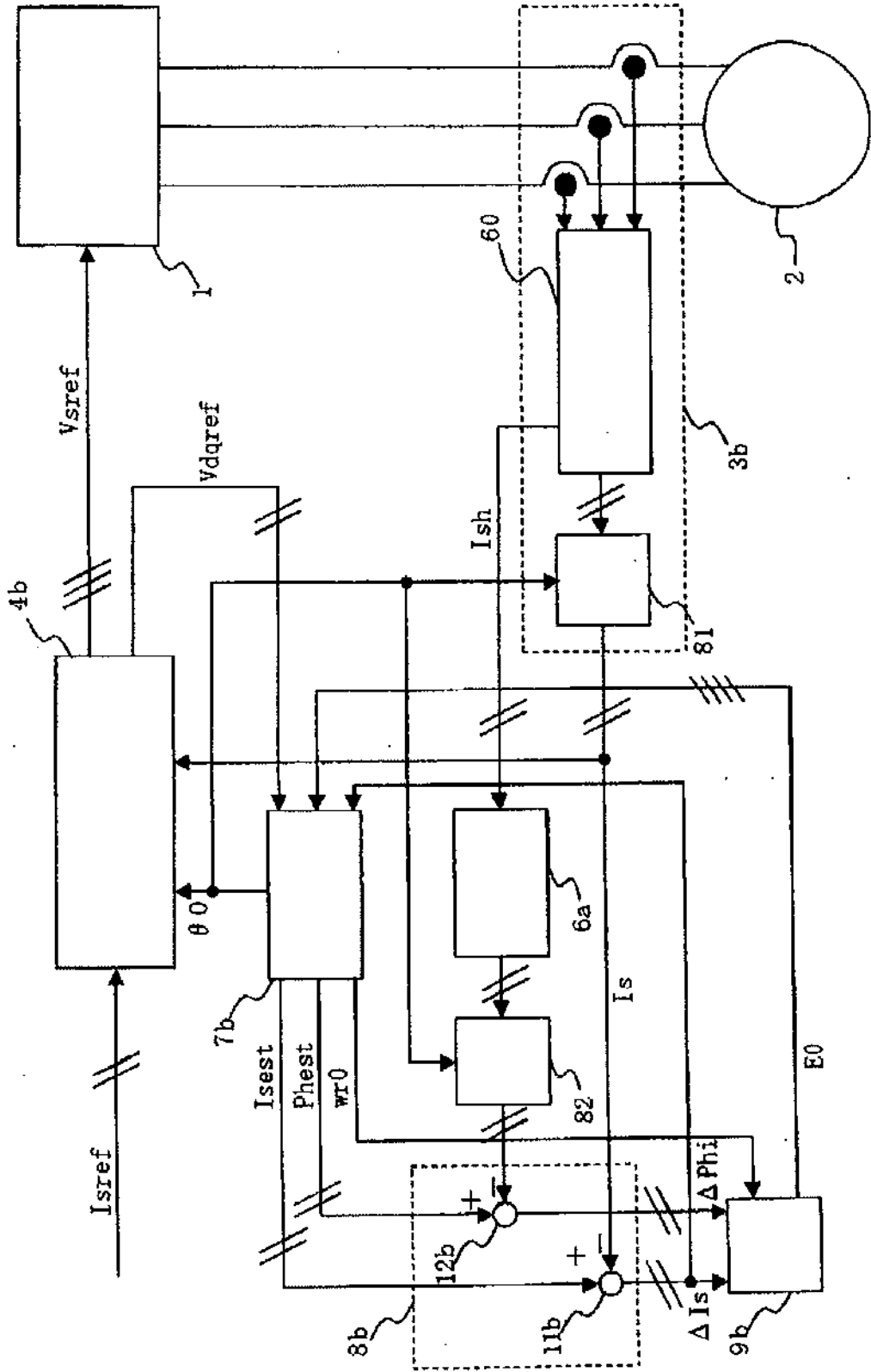


FIG. 17

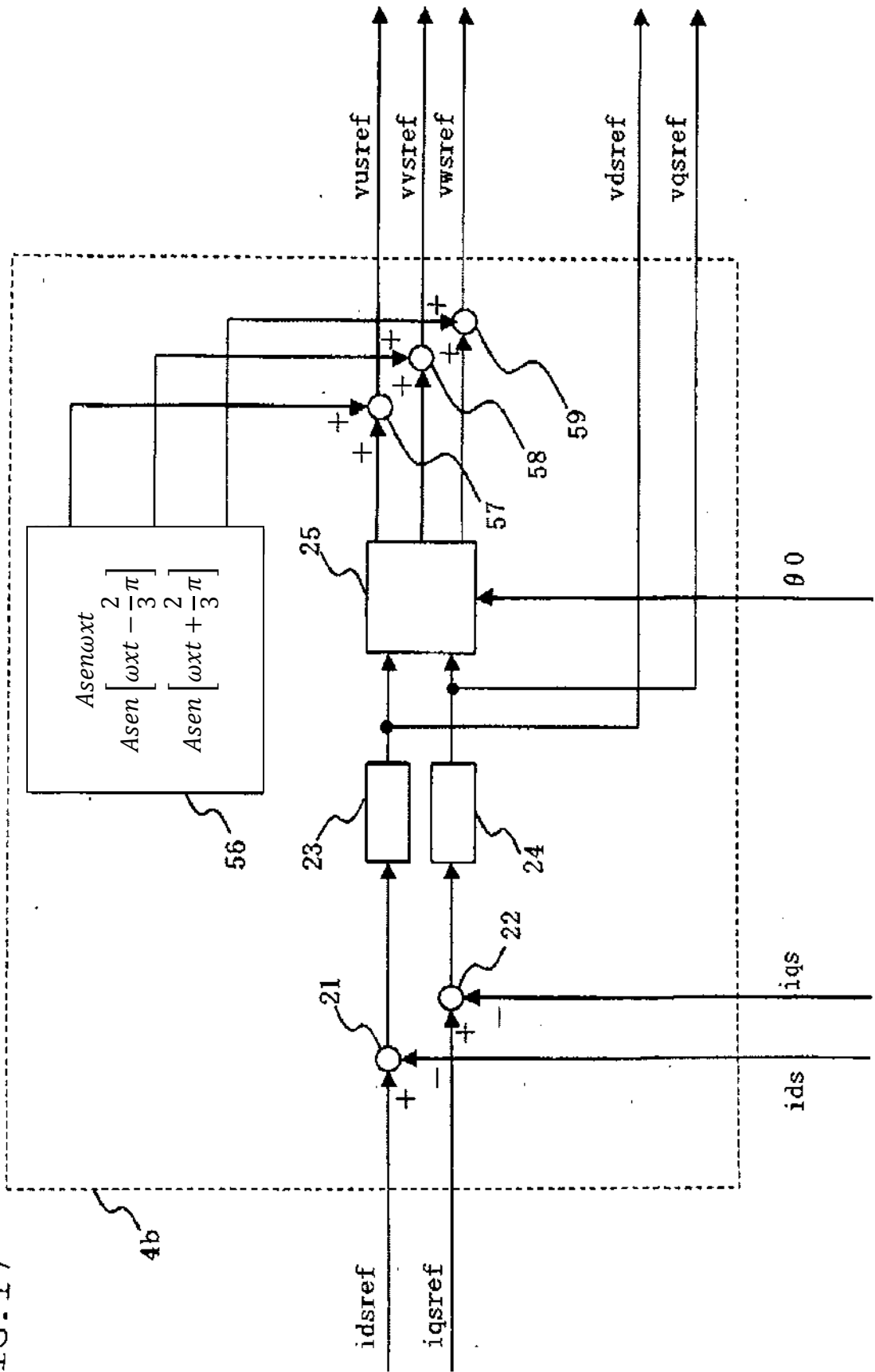
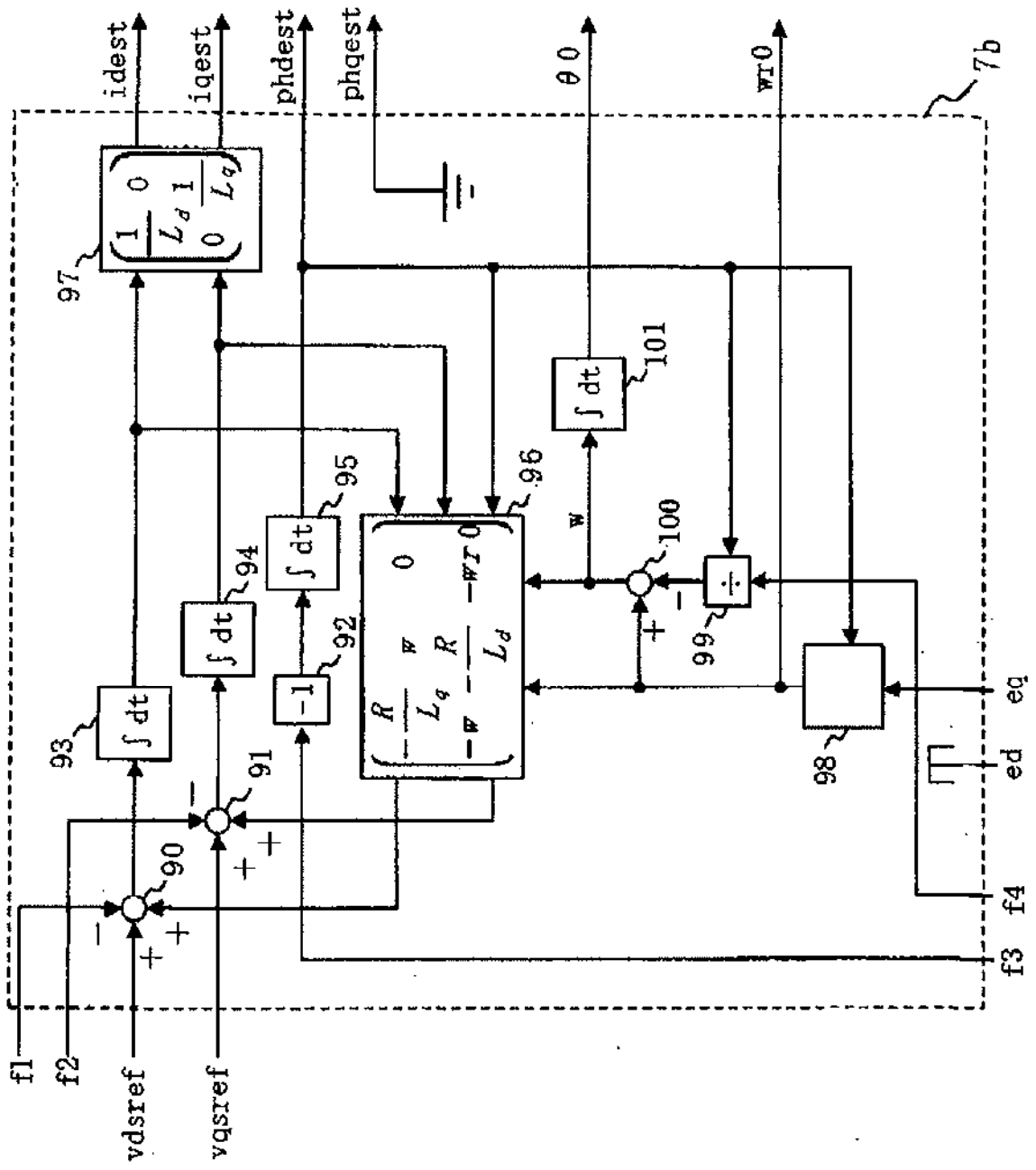
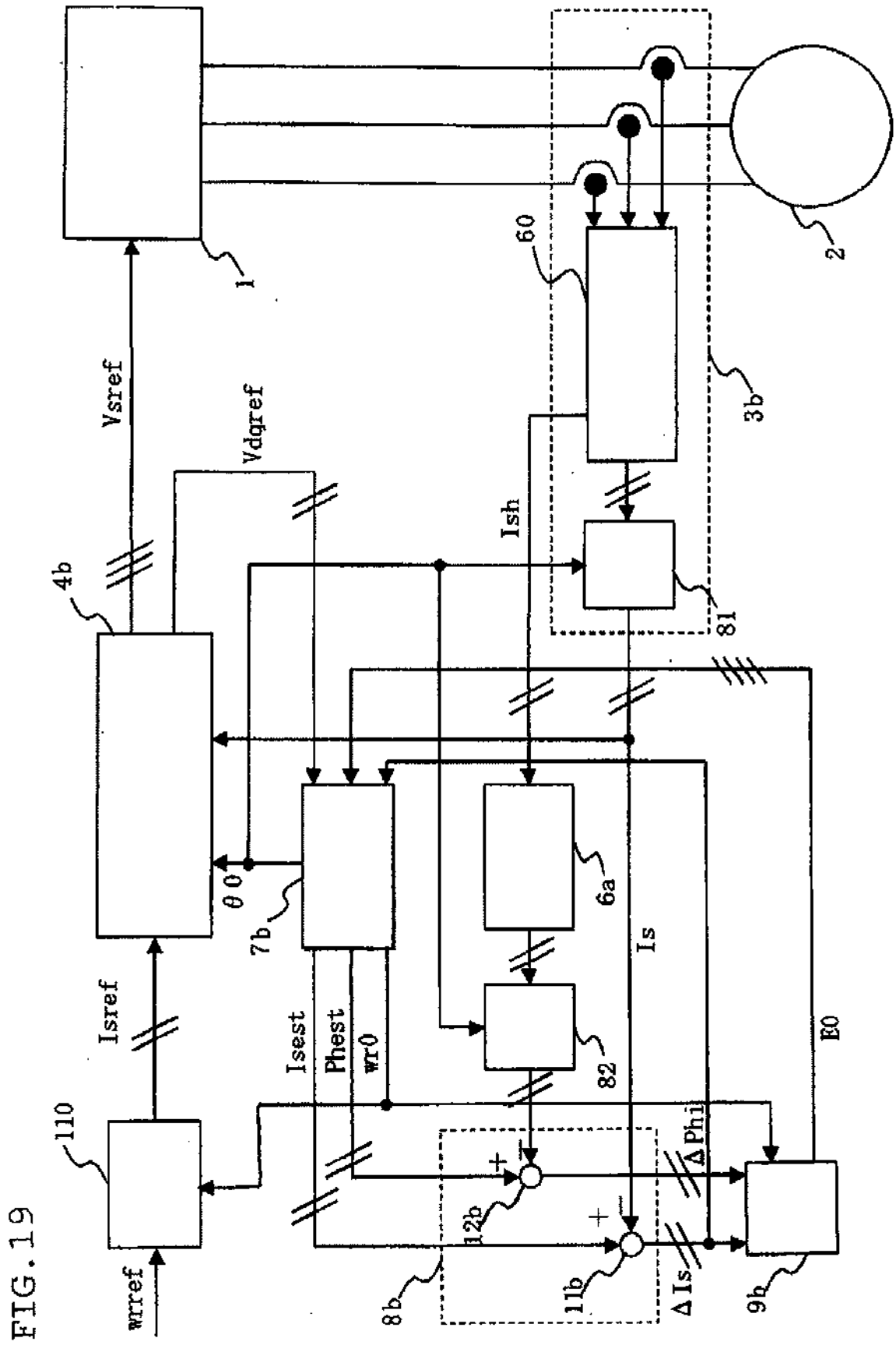


FIG. 18





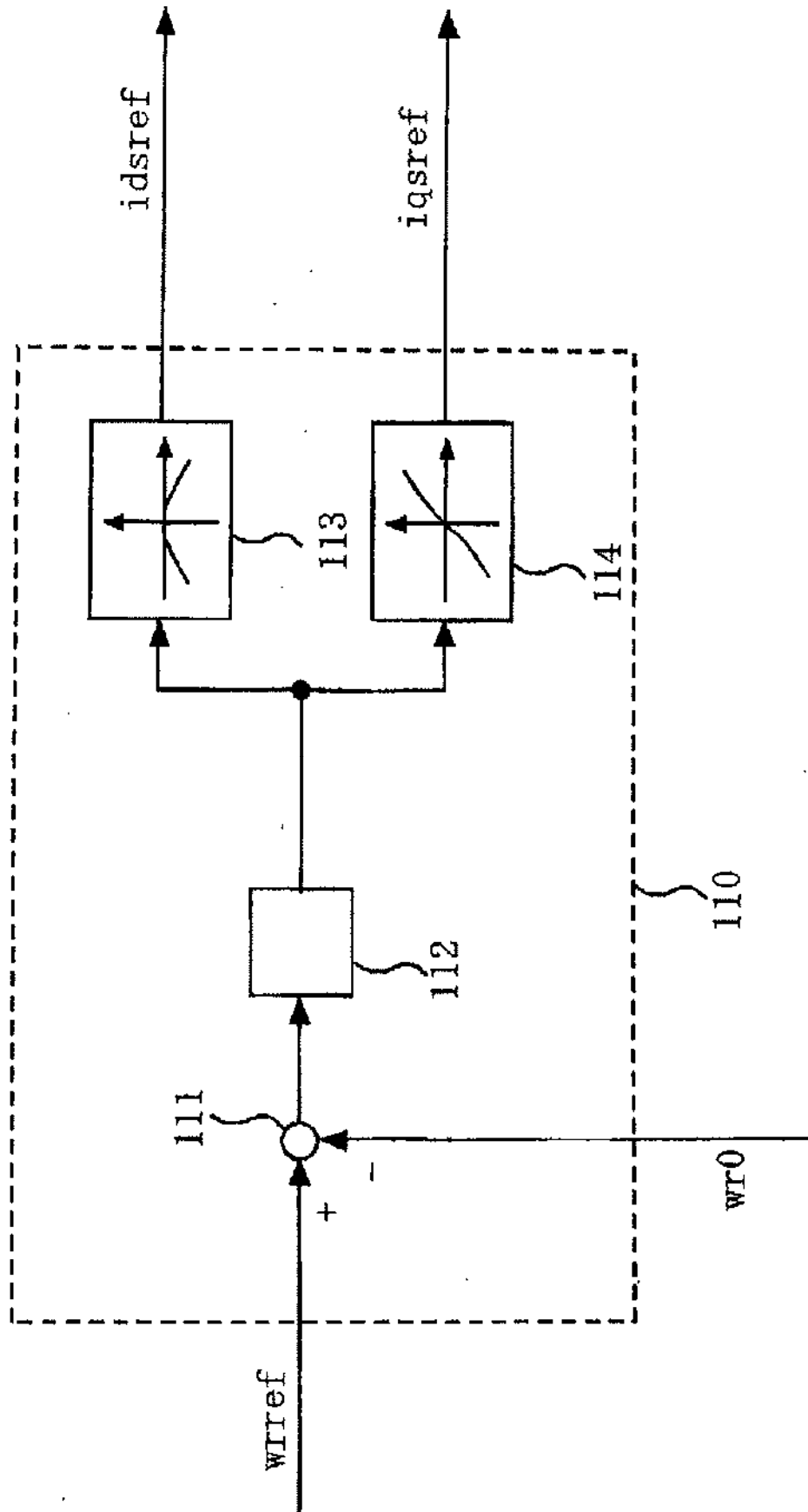


FIG. 20

FIG. 21

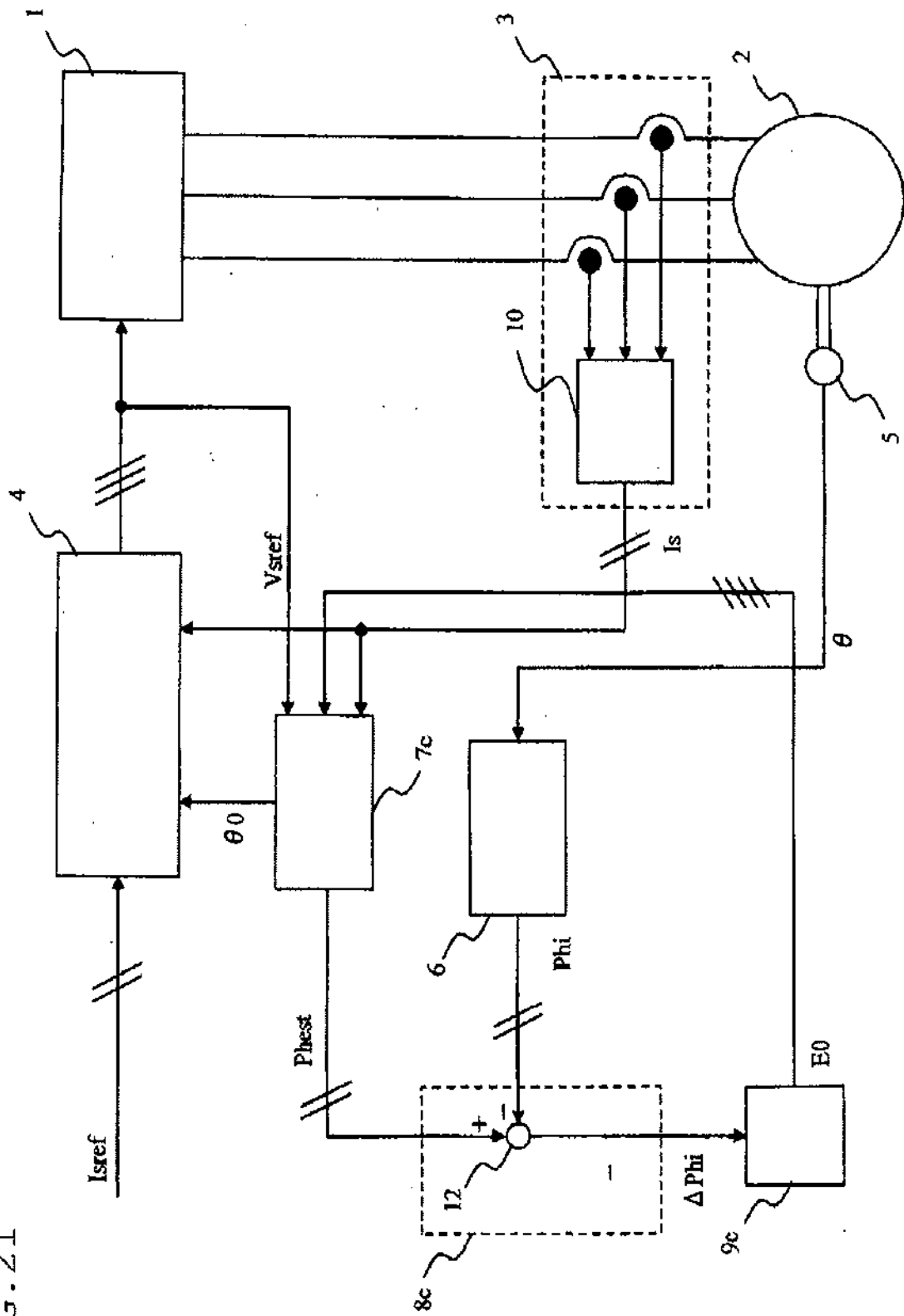


FIG. 22

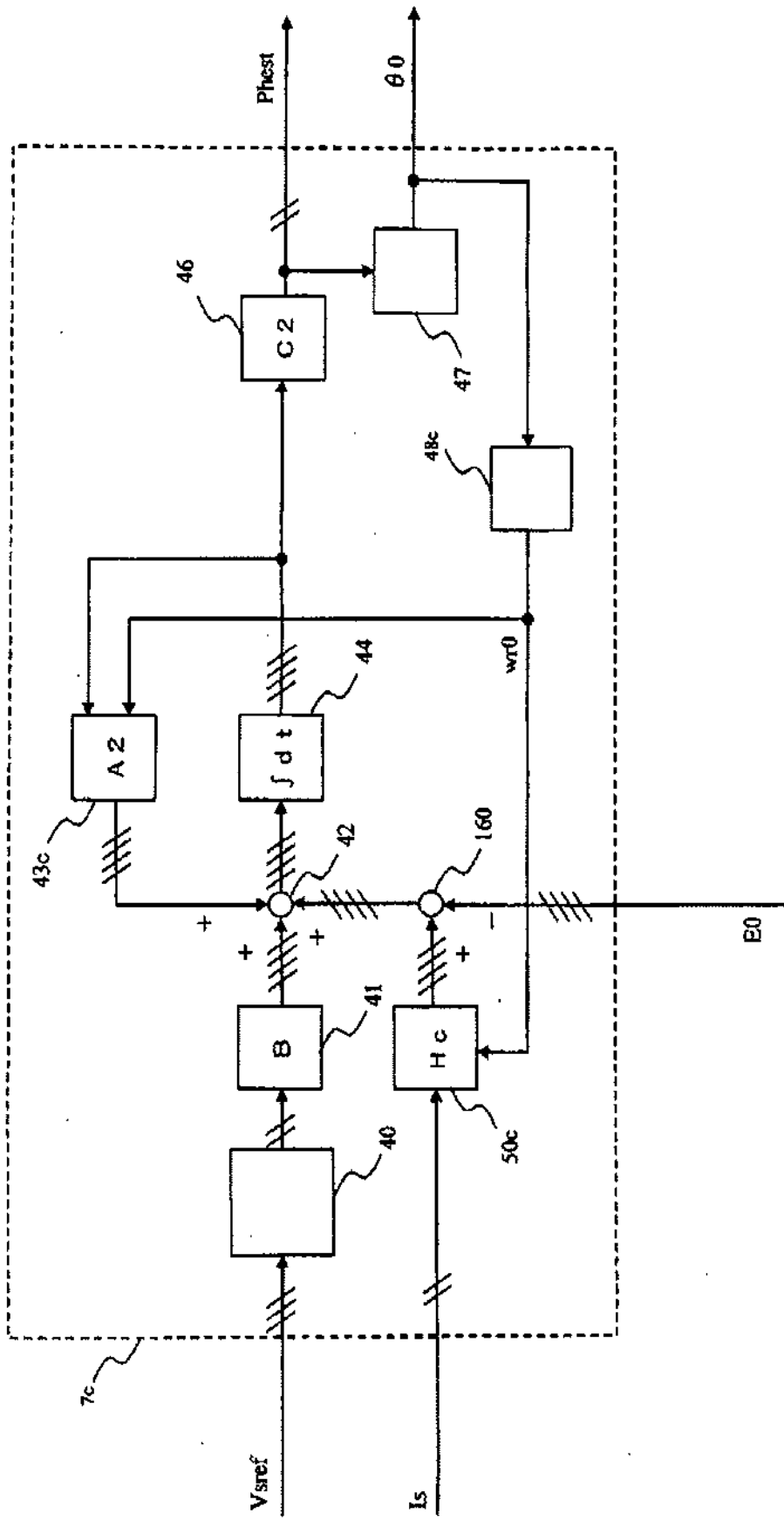


FIG. 23

