(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 369 526**

(51) Int. Cl.:
H02M 5/458 (2006.01)
H02J 3/38 (2006.01)
H02M 7/797 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Número de solicitud europea: **00103187 .1**
(96) Fecha de presentación: **17.02.2000**
(97) Número de publicación de la solicitud: **1035638**
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **13.09.2000**

(54) Título: **PROCEDIMIENTO Y DISPOSITIVO DE CIRCUITO PARA LA REPRODUCCIÓN DE LA TENSIÓN DE LA RED EN APARATOS DE ALIMENTACIÓN CAPACES DE RECUPERACIÓN DE ENERGÍA.**

(30) Prioridad:
05.03.1999 DE 19909706

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.12.2011

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.12.2011

(73) Titular/es:
DR. JOHANNES HEIDENHAIN GMBH
POSTFACH 12 60
83292 TRAUNREUT, DE

(72) Inventor/es:
Huber, Norbert

(74) Agente: **Ungría López, Javier**

ES 2 369 526 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y disposición de circuito para la reproducción de la tensión de la red en aparatos de alimentación capaces de recuperación de energía

La invención se refiere a un procedimiento para la reproducción de la tensión de la red en aparatos de alimentación capaces de recuperación de energía de acuerdo con las características de la reivindicación 1 y a una disposición de circuito para la realización del procedimiento de acuerdo con las características de la reivindicación 8.

Se conocen a partir del estado de la técnica convertidores para motores eléctricos de máquinas herramientas que, durante un frenado de los motores eléctricos, realimentan la energía que se produce en este caso a la red de alimentación. Un ejemplo de un dispositivo de este tipo se describe en la publicación WO 98/34335. Para la realimentación de la energía a la red, los motores eléctricos son accionados en el modo de generador. La tensión emitida desde los motores eléctricos es rectificada en primer lugar y a continuación es convertida en una tensión, que presenta la misma frecuencia y posición de fases que la tensión de la red. En el caso de un sistema de corriente trifásica, deben determinarse al menos dos tensiones de este tipo para una realimentación, la tercera tensión se puede calcular entonces a partir de las dos tensiones conocidas. Las tensiones determinadas de esta manera se designan como imagen de la red.

Para mantener el gasto de cableado lo más reducido posible, es ventajoso tomar las señales de control necesarias desde la red para la determinación de la imagen de la red después de las bobinas de conmutación, en las que se encuentra una señal modulada en la anchura del impulso, proporcional a la tensión de la red. Puesto que en este lugar la tensión de la red está modulada a través de la modulación de la anchura del impulso, se necesita un filtro de paso bajo para remodular la tensión de la red. Este filtro debe hacer girar la fase lo menos posible, pero la modulación de la anchura del impuso debe remodularse lo mejor posible. A tal fin, se utiliza con ventaja un filtro de paso bajo con una frecuencia límite de aproximadamente 2 kHz.

Un inconveniente de un filtro de este tipo es que no se suprimen armónicos de la frecuencia de la red. La consecuencia de ello es que en la conexión a una red con resistencia interna relativamente alta (por ejemplo, a través de la utilización de un transformador de la red para la adaptación de la tensión de la red) puede aparecer fácilmente una tendencia a la oscilación. Esto se aplica especialmente en el caso de realimentación, puesto que en este caso se puede producir un acoplamiento con respecto a armónicos.

Este inconveniente se evita cuando se utilizan los llamados filtros de 90 grados. A un filtro de este tipo se conducen dos de tres tensiones de una red de corriente trifásica, se forma en un restador intercalado la diferencia de las dos y se gira esta diferencia a través del filtro -90 grados de ángulo. De esta manera, se genera una imagen de la tercera fase. Un filtro de -90 grados es un filtro de paso bajo con frecuencia límite muy baja (por ejemplo, 2 Hz), que genera a 50 Hz un giro de fases de aproximadamente -90 grados. La rotación exacta alrededor de -90 grados se alcanza a través de un segundo filtro conectado en serie con una frecuencia límite de aproximadamente 1,25 kHz. Si no se necesita ninguna rotación alrededor de -90 grados, se puede suprimir también el segundo filtro. Este circuito tiene la ventaja de que en virtud de la frecuencia límite baja, todos los armónicos de la frecuencia de la red son bien atenuados y de esta manera está disponible una tensión sinusoidal con grado de distorsión no lineal muy pequeño.

No obstante, un inconveniente de esta disposición de circuito conocida igualmente a partir del estado de la técnica es que en el caso de fallo de una tensión de la red en las bobinas de conmutación, la determinación de la imagen de la red es deficiente, puesto que las otras dos tensiones de la red se calculan a partir de la tensión de la red fallada. La consecuencia es que en caso de fallo de una de las tres tensiones de la red, la corriente de fases y la tensión del circuito intermedio presentan valores extremos muy rápidos debido a la activación deficiente.

Por lo tanto, el cometido de la presente invención es indicar un procedimiento para la reproducción de la tensión de la red, en el que tanto se evita una tendencia a la oscilación en virtud del acoplamiento de armónicos como tampoco se producen corrientes inadmisiblemente altas en caso de fallo de la fase de la tensión de la red. Este procedimiento debe realizarse, además, a través de una disposición de circuito lo más sencilla y económica posible.

Este cometido se soluciona a través de un procedimiento de acuerdo con las características de la reivindicación 1 y a través de una disposición de circuito de acuerdo con las características de la reivindicación 8.

Las formas de realización ventajosas de la disposición de acuerdo con la invención y del procedimiento de acuerdo con la invención se deducen a partir de las características de las reivindicaciones dependientes respectivas.

El procedimiento de acuerdo con la invención presenta la ventaja de que se conmuta de forma automática entre los dos procedimientos conocidos para la reproducción de la tensión de la red. Si no se producen valores inadmisibles para las tensiones y corrientes de las fases, se determina la imagen de las tensiones de la red de manera conocida por medio del filtro de -90 grados. Tan pronto como fallase una tensión de la red, se ajustarían corrientes de fases inadmisibles a través del filtro de -90 grados. Tan pronto como la diferencia de las tensiones de salida del filtro de -90 grados y del filtro de frecuencia límite más elevada en la primera y en la segunda trayectorias son mayores que

las tensiones umbrales de los diodos de la red de enlace, los pasos bajos con frecuencia límite más elevada en la segunda trayectoria asumen de forma automática la regulación de las tensiones de las fases. Esto se consigue porque los filtros de -90 grados están acoplados con alta impedancia en el punto de suma de las señales de salida de la primera y de la segunda trayectoria, pero los filtros de la primera fase están acoplados a través de un circuito en serie de diodos.

De esta manera, se calcula la imagen de las tensiones de la red en la zona de valores admisibles para la tensión del circuito intermedio o para las corrientes de fases a través de los filtros de -90 grados. Pero tan pronto como la diferencia de las señales de salida de la primera y de la segunda trayectorias excede un valor límite determinado, que se ajusta a través del número y de la tensión umbral de los diodos, se determina la imagen de la red a través de los filtros de paso bajo de frecuencia límite más elevada. A través de la utilización de los filtros de paso bajo de frecuencia límite más elevada para la determinación de la imagen de la red se pueden impedir entonces valores inadmisiblemente altos de la tensión del circuito intermedio y de las corrientes de las fases.

Otras configuraciones ventajosas se pueden deducir a partir de las reivindicaciones dependientes respectivas y de la descripción.

A continuación se explican en particular detalles de la invención con la ayuda de la forma de realización representada en el dibujo.

La figura única muestra una disposición de circuito posible de acuerdo con la invención.

En el siguiente ejemplo de realización se parte de un sistema de corriente trifásica, en el que está conectado un aparato de alimentación capaz de recuperación de energía para un convertidor de una máquina herramienta. A través del rectificador se alimentan motores eléctricos de una máquina herramienta con energía eléctrica. Tan pronto como los motores eléctricos son frenados, se realimenta energía a la red de alimentación, de manera que esta energía no conduce al calentamiento del motor eléctrico o de una resistencia de frenado en el convertidor. Para la realimentación de la energía cinética del motor eléctrico, éste es accionado a través del control conectado en él en el modo de generador y la energía cinética es convertida en energía eléctrica. Esta energía eléctrica es realimentada de nuevo a la red a través del circuito intermedio del convertidor. Para esta realimentación debe ajustarse la frecuencia y la posición de las fases de las tensiones de la red a través del aparato de alimentación capaz de recuperación de energía. A tal fin, deben calcularse la frecuencia y la posición de las fases de las tensiones de la red en forma de una imagen de la red.

Esto se realiza de acuerdo con la invención en paralelo en dos trayectorias, como se muestra en la figura. En una primera trayectoria se toman, respectivamente, dos señales diferentes, proporcionales a las tres tensiones de la red L1, L2 y L3, pero moduladas en la anchura del impulso en las bobinas de conmutación 1.1, 1.2 y 1.3 y se conducen en cada caso a un restador 1.2 y 2.2, que forma la diferencia a partir de las dos tensiones de las señales U, V y/o W alimentadas. Las señales de salida de los restadores 2.1 y 2.2 son conducidas, respectivamente, a un filtro de -90 grados 3.1 y 3.2, que presenta una frecuencia límite en el intervalo de aproximadamente 1 Hz y 10 Hz. A través de este filtro de -90 grados 3.1 y 3.2 se pasan las tensiones diferenciales a través de filtro de paso bajo y se giran las posiciones de las fases alrededor de -90 grados de ángulo, de manera que se generan las señales de salida V90 y U90. A partir de estas dos señales de salida V90 y U90 se genera en otro restador 4 a través de la formación de la diferencia la tercera señal de salida W90 todavía ausente.

Al mismo tiempo, en una segunda trayectoria paralela a la primera se filtra cada una de las tres tensiones de señales U, V y W moduladas en la anchura del impulso y proporcionales a las tensiones de la red L1, L2 y L3 a través de un filtro de paso bajo 10.1, 10.2 y 10.3 con una frecuencia límite en el intervalo de aproximadamente 1 – 3 kHz. De esta manera, se demodulan las tensiones de las señales U, V y W y se genera también en esta segunda trayectoria una imagen de las tensiones de la red. También en la segunda trayectoria se puede calcular de forma alternativa, como en la primera trayectoria, una de las tres tensiones de las señales a partir de la diferencia de las tras dos tensiones de las señales. De esta manera, en lugar de un tercer filtro de paso bajo de frecuencia límite más elevada, se necesita un restador.

Las señales de salida V90 y U90 de los filtros de -90 grados 3.1 y 3.2 así como la señal de salida W90 del restador 4 son conducidas a través de resistencias 21.1, 21.2 y 21.3 hacia amplificadores. Las señales de salida de los pasos bajos 10.1, 10.2 y 10.3 de frecuencias límite más elevadas son conducidas a través de redes de diodos 22.1, 22.2 y 22.3 a las mismas entradas de los amplificadores.

A través de esta interconexión especial de las señales de salida V90, U90 y W90 así como U0, V0 y W0 de los filtros de -90 grados 3.1, 3.2 conectados en paralelo del restador 4 y de los filtros 10.1, 10.2 y 10.3 de frecuencia límite más alta en una red de enlace se lleva a cabo la regulación de la tensión del circuito intermedio exclusivamente a través de los filtros de -90 grados 3.1 y 3.2, cuando la diferencia entre las señales de salida V90, U90 y W90 de los filtros de -90 grados 3.1, 3.2 y del restador 4 así como de los filtros 10.1, 10.2 y 10.3 con frecuencia límite más elevada es pequeña. Los diodos 22.1, 22.2 y 22.3, a través de los cuales están conectados los filtros 10.1, 10.2 y 10.3 de frecuencia límite más elevada con los amplificadores, se bloquean en este caso de funcionamiento. Puesto

que los filtros de -90 grados 3.1 y 3.2 atenúan fuertemente los armónicos, se puede impedir una tendencia a la oscilación.

Pero si se incrementa esencialmente la diferencia entre las señales de salida V90, U90 y W90 de los filtros de -90 grados 3.1, 3.2 así como del restador 4 y las señales de salida U0, V0 y W0 de los filtros 10.1, 10.2 y 10.3 de frecuencia límite más elevada, por ejemplo debido al fallo de una tensión de la red, entonces se exceden las tensiones umbrales de los diodos 22.1, 22.2 y 22.3 de la red de enlace. Tan pronto como se han excedido las tensiones umbrales de los diodos 22.1, 22.2 y 22.3, a través de los cuales se conectan las señales de salida U0, V0 y W0 de los filtros 10.1, 10.2 y 10.3 de frecuencia límite más elevada con los amplificadores, se activan los amplificadores esencialmente a través de las señales de salida U0, V0 y W0 de los filtros 10.1, 10.2 y 10.3 de los filtros 10.1, 10.2 y 10.3 de frecuencia límite más elevada. Puesto que las señales de salida V90, U90 y W90 de los filtros de -90 grados están conectadas, respectivamente, a través de una resistencia 21.1, 21.1 y 21.3 de alta impedancia con las entradas de los amplificadores, se determinan las señales de entrada de los amplificadores a través de las señales de salida U0, U0 y W0 de los filtros 10.1, 10.2 y 10.3 de frecuencia límite más elevada, puesto que éstos están conectados después de la conmutación de los diodos de baja impedancia con las entradas de los amplificadores.

De esta manera, la imagen de la red para diferencias pequeñas de las tensiones de salida U0, V0 y W0 así como V90, U90 y W90 de los filtros 3.1, 3.2 y 10.1, 10.2 así como 10.3 en ambas trayectorias se determina a través de los filtros de -90 grados 3.1 y 3.2, y para diferencias grandes de las tensiones de salida U0, V0 y W0 así como V90, U90 y W90 de los filtros 3.1, 3.2 y 10.1, 10.2 así como 10.3 en ambas trayectorias se determina a través de los filtros 10.1, 10.2 y 10.3 de frecuencia límite más elevada. En el caso de diferencias grandes de las tensiones de salida U0, V0 y W0 así como V90, U90 y W90 de los filtros 3.1, 3.2 y 10.1, 10,2 así como 10.3 en ambas trayectorias se parte de que una fase de la tensión de la red ha fallado y los filtros de -90 grados 3.1 y 31.2 no suministran ya una imagen correcta de la red. Por lo tanto, la imagen de la red se determina de manera automática a través de los filtros 10,1 10,2 y 10.3 de frecuencia límite más elevada, para evitar valores demasiado grandes para la tensión del circuito intermedio y la corriente de fases de la manera más rápida posible.

En general, está previsto también un circuito para la supervisión de las tensiones de la red, que reacciona, sin embargo, la mayoría de las veces sólo un poco más tarde y entonces desconecta, por ejemplo, el aparato de alimentación.

A través de las resistencias 21.1, 21.2 y 21.3, conectadas a continuación de los filtros de -90 grados 3.1 y 3.,2 y el restador 4, y los diodos 22.1, 22.2 y 22.3, conectados a continuación de los filtros 10.1, 10.2 y 10.3 de frecuencia límite más elevada, se realiza de esta manera un circuito selector que, en función de la diferencia de las señales de salida de las dos trayectorias, selecciona las señales de salida de una trayectoria para la regulación. En este caso, respectivamente, las señales de salida de la misma posición de las fases son comparadas entre sí en diferentes trayectorias, es decir, U0 con U90, V0 con V90 y W0 con W90.

Como filtros 10,1, 10.2 y 10.3 de frecuencia límite más elevada se seleccionan con preferencia filtros de tercer orden con una frecuencia límite entre 1 kHz y 2 kHz. Los filtros de -90 grados 3.1 y 3.2 presentan una frecuencia límite de aproximadamente 1 – 10 Hz y hacen girar las señales de salida V90 y U90 alrededor de -90 grados aproximadamente con relación a la señal de entrada. De manera alternativa al restador 4, se puede prever también un restador adicional y un filtro de -90 grados para la generación de la tercera señal de salida W90, que se puede conectar de manera similar a los restadores 2.1 y 2.2 o bien los filtros de -90 grados 3.1 y 3.2 presentes.

El procedimiento de acuerdo con la invención y la disposición de circuito de acuerdo con la invención se pueden aplicar, en general, allí donde deba realimentarse energía de un motor eléctrico a una red de alimentación y a tal fin debe seguirse la fase en la red.

REIVINDICACIONES

1.- Procedimiento para la reproducción de las tensiones de la red (L1, L2, L3) de una red de tensión alterna de varias fases con la ayuda de señales de control (U, V, W) moduladas en la anchura del impulso de aparatos de alimentación capaces de recuperación de energía, en el que las señales de control (U, V, W) son tensiones de señales, en particular adecuadas para convertidores de motores eléctricos, en el que

a) en una primera trayectoria (2.1, 2.2, 3.1, 3.2, 4) se forman señales diferenciales, respectivamente, a partir de dos señales de control (U, V, W) moduladas en la anchura del impulso, se filtran a través de filtro de paso bajo y en este caso se giran alrededor de -90 grados de ángulo, con lo que se forman señales de salida (V90, U90, W90),

b) al mismo tiempo, en paralelo con ello, se filtran a través de filtro de paso bajo en una segunda trayectoria (10.1, 10.2, 10.3) las señales de control (U, V, W) moduladas en la anchura del impulso, con lo que se forman otras señales de salida (U0, V0, W0), y

c) a continuación, a partir de las dos imágenes (U0, V0, W0, U90, V90, W90) generadas para cada tensión de la red se selecciona por medio de un circuito selector en forma de una red de enlace (21.1, 21.2, 21.4, 22.1, 22.2, 22.3) para cada tensión de la red una imagen (U0, V0, W0, U90, V90, W90) para la transmisión, lo que se realiza en función de la diferencia entre las dos imágenes (U0, V0, W0, U90, V90, W90) presentes para cada tensión de la red, en el que para diferencias pequeñas se transmite la señal de salida de la primera trayectoria (2.1, 2.2, 3.1, 3.2, 4) y en otro caso se transmite la señal de salida de la segunda trayectoria (10.1, 10.2, 10.3)

2.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la red de tensión alterna (L1, L2, L3) es trifásica.

3.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en el que la filtración por el filtro de paso bajo se realiza en la primera trayectoria (2.1, 2.2, 3.1, 3.2, 4) con una frecuencia límite en el intervalo de aproximadamente 1 a 10 Hz y al mismo tiempo se realiza, por lo tanto, un giro de las fases alrededor de aproximadamente -90 grados de ángulo.

4.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la filtración por el filtro de paso bajo se realiza en la segunda trayectoria (10.1, 10.2, 10.3) con una frecuencia límite de 1 a 3 kHz, para que resulte un giro de las fases lo más reducido posible.

5.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que se calcula una última tensión de la señal (W90) todavía ausente a través del cálculo de la diferencia de las tensiones de la red (V90, U90) ya determinadas.

6.- Disposición de circuito para la reproducción de las tensiones de la red (L1, L2, L3) de una red de tensión alterna de varias fases con la ayuda de señales de control (U, V, W) moduladas en la anchura del impulso de aparatos de alimentación capaces de recuperación de energía, en el que las señales de control (U, V, W) son tensiones de señales, en particular adecuadas para convertidores de motores eléctricos, en la que:

a) en una primera trayectoria (2.1, 2.2, 3.1, 3.2, 4) están dispuestos unos restadores (2.1, 2.2) para la formación de las señales diferenciales, respectivamente a partir de dos señales de control (U, V, W) moduladas en la anchura del impulso, cuyas señales de salida son conducidas a primeros pasos bajos (3.1, 3.2) con un giro de las fases alrededor de -90 grados de ángulo, con lo que se forman señales de salida (V90, U90, W90),

b) en una segunda trayectoria (10.1, 10.2, 10.3) están dispuestos segundos pasos bajos (10.1, 10.2, 10.3) de frecuencia límite más elevada, a los que son alimentadas señales de control (U, V, W) moduladas en la anchura del impulso), con lo que se forman otras señales de salida (U0, V0, W0),

c) está previsto un circuito selector en forma de una red de enlace (21.1, 21.2, 21.4, 22.1, 22.2, 22.3), a la que se alimentan las señales de salida (U0, V0, W0, U90, V90, W90) de la primera y de la segunda trayectorias y que en función de la diferencia entre las señales de salida (U0, V0, W0, U90, V90, W90) de las dos trayectorias transmite las señales de salida de una trayectoria, en el que para diferencias pequeñas se transmite la señal de salida de la primera trayectoria (2.1, 2.2, 3.1, 3.2, 4) y en otro caso se transmite la señal de salida de la segunda trayectoria (10.1, 10.2, 10.3).

7.- Disposición de circuito de acuerdo con la reivindicación 6, en la que el primer paso bajo (3.1, 3.2) es un paso bajo de primero o de segundo orden.

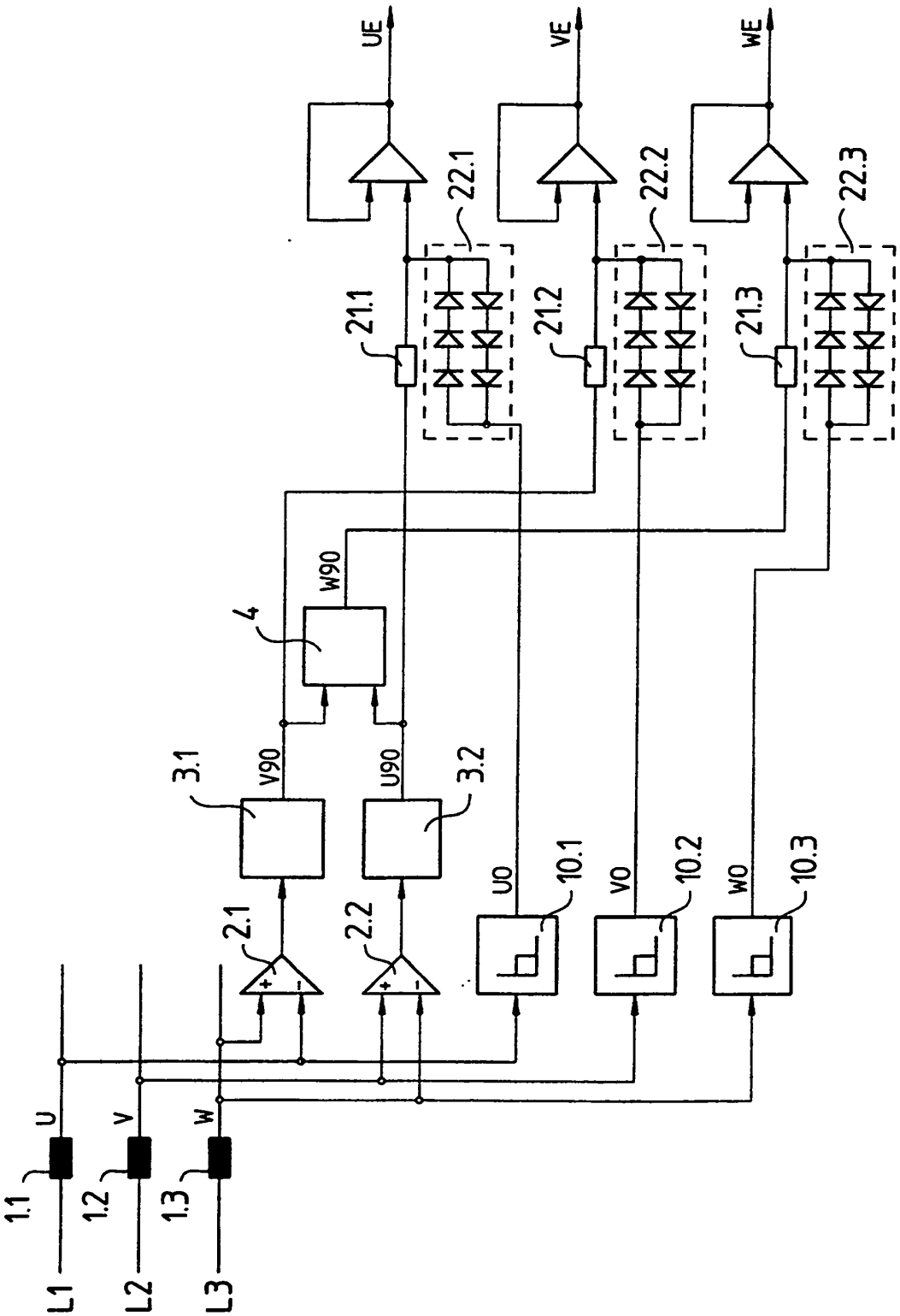
8.- Disposición de circuito de acuerdo con la reivindicación 6 ó 7, en la que el segundo paso bajo (10.1, 10.2, 10.3) presenta una frecuencia límite por encima de la frecuencia de la tensión de la red, para obtener un giro de las fases lo más reducido posible.

9.- Disposición de circuito de acuerdo con la reivindicación 6, en la que en serie con el primer filtro de paso bajo (3.1,

3.2) en la primera trayectoria (2.1, 2.2, 3.1, 3.2) está conectado un segundo filtro de paso bajo, que presenta una frecuencia límite desde aproximadamente 0,5 gasta 2 kHz.

10. Disposición de circuito de acuerdo con la reivindicación 6, en la que en la red de enlace (21.1, 21.2, 21.4, 22.1, 22.2, 22.3), la señal de salida (U90, V90, W90) de la primera trayectoria (2.1, 2.2, 3.1, 3.2, 4) es alimentada a una resistencia (21.2, 21.2, 21.3) y a continuación a un punto de suma, y la señal de salida de la segunda trayectoria (10,1 10.2, 10.3) es alimentada a una red de diodos (22.1, 22.2, 22.3) y a continuación al punto de suma.

11.- Disposición de circuito de acuerdo con la reivindicación 10, en la que la red de diodos (22.1, 22.2, 22.3) presenta dos grupos conectados en serie de diodos conectados en paralelo, con lo que, en función del número de los diodos conectados en serie, las señales con amplitud de valor pequeño no se transmiten al punto de suma.


L1
L2
L3
1.1
1.2
1.3
U
V
W
2.1
2.2
3.1
3.2
V90
U90
W90
4
U0
V0
W0
10.1
10.2
10.3
21.1
21.2
21.3
22.1
22.2
22.3
UE
VE
WE