

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 707 231**

51 Int. Cl.:

H02M 5/458 (2006.01)

H02M 1/44 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.09.2011** **E 11181530 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.10.2018** **EP 2442436**

54 Título: **Procedimiento y sistema de control para reducir la corriente en modo común en un convertidor de potencia**

30 Prioridad:

04.10.2010 FR 1057995

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

03.04.2019

73 Titular/es:

**SCHNEIDER TOSHIBA INVERTER EUROPE SAS
(100.0%)
33, rue André Blanchet
27120 Pacy sur Eure, FR**

72 Inventor/es:

**VIDET, ARNAUD;
LOIZELET, PHILIPPE y
THIAM, MOHAMET**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 707 231 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 sistema de control para reducir la corriente en modo común en un convertidor de potencia

La presente invención se refiere a un procedimiento y un sistema de control para reducir la tensión y la corriente en modo común en un convertidor de potencia.

5 Un convertidor de potencia incluye varias fases de entrada conectadas a la red, por ejemplo tres fases de entrada si se conecta a una red trifásica. Conectada a sus fases de entrada, un convertidor clásico incluye una etapa rectificadora que permite transformar la tensión alterna suministrada por la red en una tensión continua. El convertidor incluye igualmente un bus de alimentación de potencia dotado de una primera línea de alimentación de potencial positivo y de una segunda línea de alimentación de potencial negativo en las que se aplica la tensión
10 continua y un condensador de bus conectado entre la primera línea de alimentación y la segunda línea de alimentación y destinado a mantener constante la tensión continua en el bus. Aguas abajo del condensador de bus, un convertidor de potencia de tipo variador de velocidad incluye igualmente una etapa ondulatoria dotada de varias ramas de conmutación, como regla general tres ramas de conmutación, conectadas cada una a una fase de salida conectada a una carga eléctrica. Cada rama de conmutación se conecta entre la primera línea de alimentación y la
15 segunda línea de alimentación del bus e incluye, por ejemplo en el caso de un convertidor de dos niveles, dos transistores de potencia controlados para transformar la tensión continua en una tensión variable destinada a la carga eléctrica.

La etapa rectificadora colocada a la entrada del convertidor puede ser de tipo activo incluyendo igualmente varias ramas de conmutación dotadas cada una por ejemplo de al menos dos transistores de potencia. Estos transistores están controlados cada uno por un dispositivo de control de rejilla con el fin de poder transformar la tensión alterna de la red en una tensión continua aplicada en el bus de alimentación. En inglés, este tipo de convertidor con una etapa rectificadora activa en la entrada se denomina comúnmente "Active front end".
20

De manera clásica, los controles de los interruptores de potencia de la etapa rectificadora y de la etapa ondulatoria se realizan por modulación por ancho de pulsos (de aquí en adelante MAP). Una MAP de tipo intersección consiste en comparar una portadora triangular simétrica o asimétrica con una o varias moduladoras. Para un transistor de potencia de la etapa ondulatoria o de la etapa rectificadora, las intersecciones entre una portadora y una o varias moduladoras definen los instantes de conmutación del cierre y de la apertura del transistor.
25

Es conocido que el aumento de la frecuencia de recorte aplicada a una etapa ondulatoria implica una elevación de la corriente en modo común, en sí misma debida a un aumento de la densidad de las variaciones dv/dt de la tensión en modo común. La corriente en modo común generada puede tomar diferentes caminos entre un variador de velocidad y una carga eléctrica. Estos caminos se crean por los acoplamientos capacitivos generados entre los conductores del cable que conecta el variador a la carga eléctrica, entre los arrollamientos del motor y el estator o entre los semiconductores de potencia y el disipador conectado a tierra... Cuando al variador de velocidad incluye una etapa ondulatoria y una etapa rectificadora activa, la tensión en modo común total del variador de velocidad es la suma de las perturbaciones proporcionadas por la etapa rectificadora y por la etapa ondulatoria.
30
35

Se han desarrollado diferentes soluciones para reducir la corriente en modo común. Estas soluciones pueden consistir en añadir un filtro pasivo o en una acción sobre los controles de la etapa rectificadora y de la etapa ondulatoria.

El documento JP2003018853 propone por ejemplo un procedimiento para reducir la corriente en modo común en un variador de velocidad sincronizando la conmutación para cierre (o para apertura) de tres interruptores de potencia (alto o bajo) de la etapa rectificadora con la conmutación para cierre (o para apertura) de los tres interruptores correspondientes (respectivamente altos o bajos) de la etapa ondulatoria. Esta solución permite reducir la dimensión del filtro empleado para filtrar la corriente en modo común y por tanto disminuir los costes del convertidor. Sin embargo, no permite reducir suficientemente la corriente en modo común en el variador de velocidad.
40

La patente US 6.185.115 describe igualmente un procedimiento que permite sincronizar las conmutaciones de la etapa rectificadora con las conmutaciones de la etapa ondulatoria de manera que se reduzca la tensión en modo común. Igualmente que para el documento anteriormente citado, este procedimiento no es satisfactorio porque no permite reducir suficientemente la tensión en modo común en el variador de velocidad. En efecto, el procedimiento propuesto consiste en sincronizar la conmutación de una única rama de conmutación de la etapa ondulatoria, en el frente ascendente y descendente, con la conmutación de una única rama de conmutación de la etapa rectificadora lo que permite, para un periodo de recorte, pasar solamente de doce frentes de tensión a ocho frentes de tensión en todas las ramas de conmutación.
45
50

El objeto de la invención es proponer un procedimiento de control que permita reducir de manera consecvente la tensión y la corriente en modo común en un convertidor de potencia.

55 Este objeto se alcanza mediante un procedimiento de control destinado a reducir la corriente en modo común en un convertidor de potencia que incluye:

- una etapa rectificadora conectada a varias fases de entrada y una etapa ondulatoria conectada a varias fases de salida,
- un bus de continua de alimentación que conecta la etapa rectificadora a la etapa ondulatoria y que incluye una primera línea de alimentación y una segunda línea de alimentación en cada una de las que se aplica un potencial eléctrico,
- la etapa rectificadora y la etapa ondulatoria incluyen cada una al menos dos ramas de conmutación conectadas a la primera línea de alimentación y a la segunda línea de alimentación,
- unos primeros medios de control de la etapa rectificadora para conectar selectivamente durante una duración de conmutación cada fase de entrada a la primera línea de alimentación o a la segunda línea de alimentación,
- unos segundos medios de control de la etapa ondulatoria para conectar selectivamente durante una duración de conmutación una fase de salida a la primera línea de alimentación o a la segunda línea de alimentación,
- siendo controladas, en cada periodo de recorte, la etapa rectificadora y la etapa ondulatoria de manera sincronizada de tal manera que una variación de potencial aplicada en una fase de entrada corresponde siempre a una variación de potencial del mismo signo aplicada en una fase de salida.

Según una particularidad, la etapa rectificadora y la etapa ondulatoria se controlan de manera sincronizada mediante la acción sobre la modulación del ancho de los pulsos aplicada a la etapa rectificadora y a la etapa ondulatoria.

Según otra particularidad, la etapa rectificadora y la etapa ondulatoria se controlan de manera sincronizada según unas reglas de determinación, teniendo en cuenta cada regla de determinación la duración de conmutación de cada rama de conmutación de la etapa ondulatoria y de la etapa rectificadora.

La invención se refiere igualmente a un sistema de control destinado a reducir la corriente en modo común en un convertidor de potencia que incluye:

- una etapa rectificadora conectada a varias fases de entrada y una etapa ondulatoria conectada a varias fases de salida,
- un bus de continua de alimentación que une la etapa rectificadora a la etapa ondulatoria y que incluye una primera línea de alimentación y una segunda línea de alimentación en cada una de las que se aplica un potencial eléctrico,
- la etapa rectificadora y la etapa ondulatoria incluyen cada una al menos dos ramas de conmutación conectadas a la primera línea de alimentación y a la segunda línea de alimentación,
- unos primeros medios de control de la etapa rectificadora que emplean una modulación por ancho de pulsos para conectar selectivamente cada fase de entrada a la primera línea de alimentación o a la segunda línea de alimentación,
- unos segundos medios de control de la etapa ondulatoria que emplean una modulación por ancho de pulsos para conectar selectivamente una fase de salida a la primera de la línea de alimentación o a la segunda línea de alimentación,
- caracterizado porque los primeros medios de control de la etapa rectificadora y los segundos medios de control de la etapa ondulatoria se sincronizan de tal manera que una variación de potencial aplicada en una fase de entrada corresponde siempre a una variación de potencial del mismo signo aplicada a una fase de salida.

Según una particularidad, la etapa rectificadora y la etapa ondulatoria incluyen cada una tres ramas de conmutación de dos transistores de potencia en cada rama de conmutación.

Según otra particularidad, la etapa rectificadora y la etapa ondulatoria se configuran de manera que puedan generar un mismo número de niveles de potencial eléctrico.

Según otra particularidad, la etapa ondulatoria es por ejemplo de tipo NPC.

Aparecerán otras características y ventajas en la descripción detallada que sigue con referencia al modo de realización dado a título de ejemplo y representado por los dibujos adjuntos en los que:

- la figura 1 representa un convertidor de potencia de tipo variador de velocidad dotado de una etapa ondulatoria de dos niveles y de un rectificadora activo,
- la figura 2 representa un convertidor de potencia de tipo variador de velocidad dotado de una etapa ondulatoria de tipo NPC ("Neutral Point Clamped") de tres niveles y de un rectificador activo de tipo puente de Vienne de tres niveles,
- la figura 3 ilustra el principio de sincronización entre el control de las ramas de conmutación de la etapa rectificadora y el control de las ramas de conmutación de la etapa ondulatoria,
- la figura 4 representa, en forma de diagrama funcional, un ejemplo de algoritmo implementado en el procedimiento de control de la invención.

Con referencia a las figuras 1 y 2, de manera conocida, un convertidor de potencia por ejemplo de tipo variador de velocidad incluye una etapa 1, 1' rectificadora, un bus de continua de alimentación y una etapa 2, 2' ondulatoria. Son

posibles diferentes configuraciones de convertidor de potencia. La presente invención se aplica en particular a los convertidores de potencia que incluyen una etapa rectificadora activa.

La figura 1 representa por ejemplo un variador de velocidad de dos niveles dotado de una etapa 1 rectificadora activa. La figura 2 representa por ejemplo un variador de velocidad de tres niveles que emplea una etapa 2' ondulatoria de tipo NPC ("Neutral Point Clamped") y una etapa rectificadora 1' activa de tipo puente de Vienne. Son posibles otras configuraciones como el empleo de la etapa ondulatoria de condensador flotante ("flying capacitor").

Con referencia a la figura 1, la etapa 1 rectificadora se conecta la red a través de las inductancias AC (no representadas), por ejemplo en tres fases R, S, T de entrada para una etapa 1 rectificadora trifásica. Habitualmente, en un variador de velocidad, la etapa rectificadora se compone de un puente de diodos. Sin embargo, la etapa 1 rectificadora puede ser también de tipo activo incluyendo una o varias ramas 10a, 10b, 10c de conmutación controladas idénticas. La etapa 1 rectificadora se controla así para controlar la corriente extraída de la red y para transformar la tensión alterna suministrada por la red en una tensión continua aplicada al bus de continua de alimentación. En una red trifásica, la etapa 1 rectificadora incluye tres ramas 10a, 10b, 10c de conmutación conectadas cada una a una de las tres fases R, S, T de entrada de la red trifásica a través de las inductancias AC. En una configuración clásica, cada rama de conmutación incluye por ejemplo dos transistores 100 de potencia, por ejemplo de tipo IGBT o JFET y un puente medio Ma, Mb, Mc de conexión situado entre los dos transistores y conectado a una fase R, S, T de entrada. El bus de continua de alimentación de potencia une la etapa 1 rectificadora a la etapa 2 ondulatoria. Incluye una línea de alimentación de potencial positivo V+ y una línea de alimentación de potencial negativo V-. Se conecta al menos un condensador Cbus de bus a cada una de las dos líneas de alimentación del bus y permite mantener la tensión del bus en un valor constante.

En la figura 1, la etapa 2 ondulatoria se conecta al bus de continua de alimentación, aguas abajo del condensador Cbus de bus. Incluye varias ramas 20a, 20b, 20c de conmutación idénticas conectadas cada una a una fase U, V, W de salida unida a la carga eléctrica C. Para una carga eléctrica C funcionando en trifásico, la etapa 2 ondulatoria incluye de ese modo tres ramas 20a, 20b, 20c de conmutación. En una etapa 2 ondulatoria de configuración clásica (figura 1), cada rama 20a, 20b, 20c de conmutación incluye dos transistores 200 de potencia y un puente medio Pa, Pb, Pc de conexión situado entre los dos transistores y conectado a la carga eléctrica.

En una configuración similar a la de la figura 1, el variador de velocidad de la figura 2 incluye una etapa 1' rectificadora activa del tipo puente de Vienne de tres niveles y una etapa 2' ondulatoria de tipo NPC de tres niveles. El bus de continua de alimentación incluye entonces varios condensadores Cbus1, Cbus2 de bus y una o varias líneas de alimentación de potencial intermedio. Esta topología bien conocida no se describe con detalle en la presente solicitud pero es necesario comprender que la invención tal como se describe a continuación puede aplicarse a ella perfectamente, así como a otras topologías.

El variador incluye igualmente unos primeros medios 3 de control que permiten controlar la conmutación de cada una de las ramas de conmutación de la etapa 1, 1' rectificadora y unos segundos medios 4 de control que permiten controlar la conmutación de cada una de las ramas de conmutación de la etapa 2, 2' ondulatoria. Para cada conmutación de un transistor de potencia de una rama de conmutación, los primeros o segundos medios 3, 4 de control utilizan un control mediante modulación por ancho de pulsos (MAP o PWM en inglés) que permiten definir los instantes de conmutación de cada transistor de la etapa 1, 1' rectificadora y de la etapa 2, 2' ondulatoria. El control mediante MAP clásico es de tipo intersección y consiste en comparar una portadora triangular simétrica o asimétrica con una o varias modulantes. Las intersecciones entre la portadora y la o las modulantes definen los instantes de conmutación para el cierre y la apertura del transistor de potencia.

Según la invención, los primeros medios de control y los segundos medios de control pueden ser compartidos e incluir un microprocesador común que gestione a la vez el control de la etapa 1, 1' rectificadora y el de la etapa 2, 2' ondulatoria.

El procedimiento de control de la invención se aplica a un convertidor que incluye un mismo número de ramas de conmutación, por ejemplo tres ramas de conmutación, en la etapa 1, 1' rectificadora y la etapa 2, 2' ondulatoria, incluyendo cada rama al menos dos transistores de potencia. Preferentemente, el número de niveles de la etapa 1, 1' rectificadora es idéntico al número de niveles de la etapa 2, 2' ondulatoria. En la figura 1, la etapa 1 rectificadora de dos niveles se asocia así con una etapa 2 ondulatoria clásica de dos niveles. Igualmente, en la figura 2, la etapa 1' rectificadora de tipo "Vienne" de tres niveles se asocia con una etapa 2' ondulatoria de tipo NPC de tres niveles.

En lo que sigue de la descripción, esta se dirigirá al caso del variador de velocidad clásico de dos niveles tal como se representa en la figura 1.

La invención se dirige a reducir de manera consecvente la corriente en modo común en un convertidor de potencia, por ejemplo de tipo variador de velocidad, que incluye una etapa 1 rectificadora activa y una etapa 2 ondulatoria.

Esta estructura de variador presenta en efecto dos fuentes de tensión en modo común vinculadas a la presencia de conmutaciones en la etapa 2 ondulatoria y en la etapa 1 rectificadora. Al conmutar, la etapa 2 ondulatoria genera una tensión en modo común denominada Vmcom y la etapa 1 rectificadora genera una tensión en modo común Vmrec definidas por las siguientes relaciones:

$$V_{m\text{cin}v} = \frac{V_{U0} + V_{V0} + V_{W0}}{3}$$

$$V_{m\text{rec}} = \frac{V_{R0} + V_{S0} + V_{T0}}{3}$$

En las que:

- 5 - V_{U0} , V_{V0} , V_{W0} corresponden a las tensiones simples en las fases U, V, W de salida de la etapa ondulatora, con referencia al punto bajo (O) del bus de continua de alimentación,
- V_{R0} , V_{S0} , V_{T0} corresponden a las tensiones simples de cada rama de la etapa rectificadora, con referencia al punto bajo (O) del bus de continua de alimentación.

10 La tensión en modo común total del variador de velocidad es igual a la suma de las perturbaciones suministradas por la etapa 1 rectificadora y por la etapa 2 ondulatora. Como las tensiones en modo común generadas por la etapa 1 rectificadora y por la etapa 2 ondulatora son de signos opuestos, se obtiene la siguiente relación que expresa la tensión en modo común total generada en el variador de velocidad:

$$V_{mc} = \frac{V_{U0} + V_{V0} + V_{W0}}{3} - \frac{V_{R0} + V_{S0} + V_{T0}}{3}$$

15 Considerando que la etapa 1 rectificadora y la etapa 2 ondulatora conmutan a la misma frecuencia de recorte, un variador de velocidad de rectificador activo genera por tanto dos veces más variaciones de la tensión en modo común que un variador clásico.

El principio de la invención es por tanto compensar la tensión en modo común generada por la etapa 2 ondulatora por la tensión en modo común generada por la etapa 1 rectificadora, o a la inversa.

20 Para ello, el procedimiento de control de la invención consiste en controlar la etapa 2 ondulatora y la etapa 1 rectificadora de manera sincronizada (en el tiempo) de tal manera que una variación de potencial (= frente ascendente o frente descendente) aplicada en una fase R, S, T de entrada corresponda siempre a una variación de potencial (= frente ascendente o frente descendente) del mismo signo aplicada en una fase U, V, W de salida. Para ello, se trata por tanto de sincronizar los primeros medios 3 de control dedicados a la etapa 1 rectificadora con los segundos medios 4 de control dedicados a la etapa 2 ondulatora.

25 De ese modo, teóricamente, se trata de realizar unas dobles conmutaciones entre la etapa 1 rectificadora y la etapa 2 ondulatora de manera que la generación de un frente FA de tensión ascendente o de un frente FD de tensión descendente realizada por la conmutación de una rama de conmutación de la etapa 1 rectificadora coincida con la generación de un frente FA de tensión ascendente, respectivamente FD descendente, realizada por la conmutación de una rama de conmutación de la etapa 2 ondulatora. Más precisamente, para un pulso en una rama de conmutación de la etapa 2 ondulatora, la generación del frente de tensión ascendente para este pulso coincide con la generación de un frente de tensión ascendente de un pulso generado por una rama de conmutación de la etapa 30 rectificadora y la generación del frente de tensión descendente de este pulso coincide con la generación de un frente de tensión descendente de otro pulso que se genera por tanto por otra rama de conmutación de la etapa rectificadora. La sincronización de los dos frentes (ascendente y descendente) realizada por una rama de conmutación de la etapa ondulatora se efectúa por tanto con dos ramas de conmutación diferentes de la etapa 35 rectificadora. Por supuesto, el razonamiento es el mismo partiendo del pulso de la etapa 1 rectificadora. De esta manera, es posible así realizar una sincronización total de todas las conmutaciones respetando unas reglas de selección determinadas tales como las descritas a continuación en conexión con la figura 4.

40 Resulta de ahí por tanto que la tensión en modo común generada por una conmutación de una rama en la etapa 1 rectificadora y la tensión en modo común generada por una conmutación de una rama en la etapa 2 ondulatora se compensan.

Para realizar una sincronización total, los primeros y segundos medios 3, 4 de control se configuran de manera que puedan desplazar en el tiempo cada pulso de tensión generado por las ramas de conmutación respectivamente de la etapa 1 rectificadora y de la etapa 2 ondulatora.

45 Un ejemplo de sincronización total entre la etapa ondulatora (INV en la figura 3) y la etapa rectificadora (REC en la figura 3) se representa en la figura 3. En esta figura 3, cada frente FA de tensión ascendente generado por el control de una rama 10a, 10b, 10c de conmutación de la etapa 1 rectificadora se sincroniza en el tiempo con la generación de un frente FA de tensión ascendente realizado por el control de una rama 20a, 20b, 20c de conmutación de la etapa 2 ondulatora. Igualmente cada frente FD de tensión descendente generado por el control de una rama 10a, 10b, 10c de conmutación de la etapa 1 rectificadora se sincroniza en el tiempo con la generación de un frente FD de 50 tensión descendente realizado por el control de una rama 20a, 20b, 20c de conmutación de la etapa 2 ondulatora.

Un ejemplo de algoritmo que permite alcanzar una sincronización total de ese tipo se representa en la figura 4.

Este algoritmo incluye varias etapas sucesivas implementadas por los medios 3, 4 de control.

❖ Una primera etapa E de comparación consiste en determinar si el pulso más largo MaxRec a aplicar en la etapa 1 rectificadora es más largo que el pulso más largo MaxInv a aplicar en la etapa 2 ondulatora.

5 ❖ Si no:

➤ El frente FD de tensión descendente del pulso más largo MaxInv a aplicar en la etapa 2 ondulatora se sincroniza con el frente FD de tensión descendente del pulso más largo MaxRec a aplicar en la etapa 1 rectificadora (E0).

10 ➤ Si el pulso de duración intermedia IntInv a aplicar en la etapa 2 ondulatora es más largo que el pulso de duración intermedia IntRec a aplicar en la etapa 1 rectificadora (E1):

- El frente FA de tensión ascendente correspondiente el pulso más largo MaxRec a aplicar en la etapa 1 rectificadora se sincroniza con el frente FA de tensión ascendente del pulso de duración intermedia IntInv a aplicar en la etapa 2 ondulatora (E10),

- 15 • El frente FD de tensión descendente del pulso de duración intermedia IntInv a aplicar en la etapa 2 ondulatora se sincroniza con el frente descendente FD del pulso de duración intermedia IntRec a aplicar en la etapa 1 rectificadora (E11),

- El frente FA de tensión ascendente del pulso de duración intermedia IntRec a aplicar en la etapa rectificadora se sincroniza con el frente FA de tensión ascendente del pulso de duración más corta MinInv a aplicar en la etapa 2 ondulatora (E12),

- 20 • El frente FD de tensión descendente del pulso de duración más corta MinInv a aplicar en la etapa 2 ondulatora se sincroniza con el frente FD de tensión descendente del pulso de duración más corta MinRec a aplicar en la etapa rectificadora (E13),

- 25 • El frente FA de tensión ascendente del pulso de duración más corta MinRec a aplicar en la etapa 1 rectificadora se sincroniza con el frente FA de tensión ascendente del pulso de duración más larga MaxInv a aplicar en la etapa 2 ondulatora (E14).

➤ Si el pulso de duración intermedia IntInv a aplicar en la etapa ondulatora es más corto que el pulso de duración intermedia IntRec a aplicar en la etapa 1 rectificadora (E1):

- 30 • El frente FA de tensión ascendente del pulso de duración más larga MaxRec a aplicar en la etapa rectificadora se sincroniza con el frente FA de tensión ascendente del pulso de duración más corta MinInv a aplicar en la etapa ondulatora (E100),

- El frente FD de tensión descendente del pulso de duración más corta MinInv a aplicar en la etapa ondulatora se sincroniza con el frente FD de tensión descendente del pulso de duración más corta MinRec a aplicar en la etapa rectificadora (E101),

- 35 • El frente FA de tensión ascendente del pulso de duración más corta MinRec a aplicar en la etapa 1 rectificadora se sincroniza con el frente FA de tensión ascendente del pulso de duración intermedia IntInv a aplicar en la etapa ondulatora (E102),

- El frente FD de tensión descendente del pulso de duración intermedia IntInv a aplicar en la etapa 2 ondulatora se sincroniza con el frente FD de tensión descendente del pulso de duración intermedia IntRec a aplicar en la etapa rectificadora (E103),

- 40 • El frente FA de tensión ascendente del pulso de duración intermedia IntRec a aplicar en la etapa 1 rectificadora se sincroniza con el frente FA de tensión ascendente del pulso de duración más larga MaxInv a aplicar en la etapa ondulatora (E104).

❖ Si sí:

- 45 ➤ El frente FD de tensión descendente del pulso más largo MaxRec a aplicar en la etapa 1 rectificadora se sincroniza con el frente descendente FD del pulso más largo MaxInv a aplicar en la etapa 2 ondulatora (E00).

➤ Si el pulso de duración intermedia IntRec a aplicar en la etapa 1 rectificadora es más largo que el pulso de duración intermedia IntInv a aplicar en la etapa 2 ondulatora (E2):

- 50 • El frente FA de tensión ascendente del pulso de duración más larga MaxInv a aplicar en el módulo 2 ondulator se sincroniza con el frente FA de tensión ascendente del pulso de duración intermedia IntRec a aplicar en el módulo rectificador (E20),

- El frente FD de tensión descendente del pulso de duración intermedia IntRec a aplicar en el módulo rectificador se sincroniza con el frente FD de tensión descendente del pulso de duración intermedia IntInv a aplicar en el módulo 2 ondulator (E21),
 - 5 • El frente FA de tensión ascendente del pulso de duración intermedia IntInv a aplicar en el módulo 2 ondulator se sincroniza con el frente FA de tensión ascendente del pulso de duración más corta MinRec a aplicar en el módulo rectificador (E22),
 - El frente FD de tensión descendente del pulso de duración más corta MinRec a aplicar en el módulo rectificador se sincroniza con el frente FD de tensión descendente del pulso de duración más corta MinInv a aplicar en el módulo ondulator (E23),
 - 10 • El frente FA de tensión ascendente del pulso de duración más corta MinInv a aplicar en el módulo ondulator se sincroniza con el frente FA de tensión ascendente del pulso de duración más larga MaxRec a aplicar en el módulo rectificador (E24).
- Si el pulso de duración intermedia IntRec a aplicar en la etapa rectificadora es más corto que el pulso de duración intermedia IntInv a aplicar en la etapa ondulatora (E2):
- 15 • El frente FA de tensión ascendente del pulso de duración más larga MaxInv a aplicar en la etapa ondulatora se sincroniza con el frente FA de tensión ascendente del pulso de duración más corta MinRec a aplicar en el módulo rectificador (E200),
 - 20 • El frente FD de tensión descendente del pulso de duración más corta MinRec a aplicar en el módulo rectificador se sincroniza con el frente FD de tensión descendente del pulso de duración más corta MinInv a aplicar en el módulo ondulator (E201),
 - El frente FA de tensión ascendente del pulso de duración más corta MinInv a aplicar en el módulo ondulator se sincroniza con el frente FA de tensión ascendente del pulso de duración intermedia IntRec a aplicar en el módulo rectificador (E202),
 - 25 • El frente FD de tensión descendente del pulso de duración intermedia IntRec a aplicar en el módulo rectificador se sincroniza con el frente FD de tensión descendente del pulso de duración intermedia IntInv a aplicar en el módulo ondulator (E203),
 - El frente FA de tensión ascendente del pulso de duración intermedia IntInv a aplicar en el módulo 2 ondulator se sincroniza con el frente FA de tensión ascendente del pulso de duración más larga MaxRec a aplicar en la etapa rectificadora (E204).
- 30 Según la invención, la sincronización total tal como se ha descrito anteriormente en conexión con las figuras 3 y 4 entre la etapa 1 rectificadora y la etapa 2 ondulatora se realiza para cada periodo de recorte y funciona sistemáticamente, estando automáticamente sincronizados los dos últimos frentes de tensión ascendentes. Esto se explica principalmente por el hecho de que la suma de las anchuras de los pulsos aplicados en la etapa 1 rectificadora es igual a la suma de las anchuras de los pulsos aplicados a la etapa 2 ondulatora y por el hecho de
- 35 que en la parte rectificadora, las anchuras de pulso se añaden (recorrido dirigido hacia la derecha en la figura 3) mientras que las anchuras de pulso a la parte ondulatora se suprimen (recorrido dirigido hacia la izquierda en la figura 3).

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de control destinado a reducir la corriente en modo común en un convertidor de potencia que incluye:

- 5 - una etapa (1, 1') rectificadora conectada a varias fases (R, S, T) de entrada y una etapa (2, 2') onduladora conectada a varias fases (U, V, W) de salida,
- un bus de continua de alimentación que conecta la etapa (1, 1') rectificadora a la etapa (2, 2') onduladora y que incluye una primera línea de alimentación y una segunda línea de alimentación en cada una de las que se aplica un potencial eléctrico,
- 10 - la etapa (1, 1') rectificadora y la etapa (2, 2') onduladora incluyen cada una al menos dos ramas (10a, 10b, 10c, 20a, 20b, 20c) de conmutación conectadas a la primera línea de alimentación y a la segunda línea de alimentación,
- unos primeros medios (3) de control de la etapa (1, 1') rectificadora para conectar selectivamente durante una duración de conmutación cada fase (R, S, T) de entrada a la primera línea de alimentación o a la segunda línea de alimentación,
- 15 - unos segundos medios (4) de control de la etapa (2, 2') onduladora para conectar selectivamente durante una duración de conmutación una fase (U, V, W) de salida a la primera línea de alimentación o a la segunda línea de alimentación,
- **caracterizado porque**, en cada periodo de recorte, la etapa (1, 1') rectificadora y la etapa (2, 2') onduladora se controlan de manera sincronizada de tal manera que a cada variación de potencial aplicada en una fase (R, S, T) de entrada corresponde siempre una variación de potencial del mismo signo aplicada en una fase (U, V, W) de salida.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque**, en un periodo de recorte, la generación de un frente (FA) de tensión ascendente de un pulso realizado por una primera rama de conmutación de la etapa (2) onduladora coincide con la generación de un frente (FA) de tensión ascendente de un pulso realizado por una primera rama de conmutación de la etapa rectificadora y la generación del frente (FD) de tensión descendente para el pulso realizado por la primera rama de conmutación de la etapa (2) onduladora coincide con la generación de un frente (FD) de tensión descendente del pulso realizado por una segunda rama de conmutación de la etapa (1) rectificadora.

3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** la etapa (1, 1') rectificadora y la etapa (2, 2') onduladora se controlan de manera sincronizada mediante la acción sobre la modulación por ancho de pulsos aplicada a la etapa (1, 1') rectificadora y a la etapa (2, 2') onduladora.

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** la etapa (1, 1') rectificadora y la etapa (2, 2') onduladora se controlan de manera sincronizada según unas reglas de determinación, teniendo en cuenta cada regla de determinación la duración de conmutación de cada rama de conmutación de la etapa onduladora y de la etapa rectificadora.

5. Sistema de control destinado a reducir la corriente en modo común en un convertidor de potencia que incluye:

- 40 - una etapa (1, 1') rectificadora conectada a varias fases (R, S, T) de entrada y una etapa (2, 2') onduladora conectada a varias fases (U, V, W) de salida,
- un bus de continua de alimentación que une la etapa (1, 1') rectificadora a la etapa (2, 2') onduladora y que incluye una primera línea de alimentación y una segunda línea de alimentación en cada una de las que se aplica un potencial eléctrico,
- la etapa (1, 1') rectificadora y la etapa (2, 2') onduladora incluyen cada una al menos dos ramas (10a, 10b, 10c, 20a, 20b, 20c) de conmutación conectadas a la primera línea de alimentación y a la segunda línea de alimentación,
- 45 - unos primeros medios (3) de control de la etapa (1, 1') rectificadora que emplean una modulación por ancho de pulsos para conectar selectivamente cada fase (R, S, T) de entrada a la primera línea de alimentación o a la segunda línea de alimentación,
- unos segundos medios (4) de control de la etapa (2, 2') onduladora que emplean una modulación por ancho de pulsos para conectar selectivamente una fase (U, V, W) de salida a la primera de la línea de alimentación o a la segunda línea de alimentación,
- 50 - **caracterizado porque** los primeros medios (3) de control de la etapa (1, 1') rectificadora y los segundos medios (4) de control de la etapa (2, 2') onduladora se sincronizan de tal manera que una variación de potencial aplicada en una fase (R, S, T) de entrada corresponde siempre a una variación de potencial del mismo signo aplicada a una fase (U, V, W) de salida.

6. Sistema según la reivindicación 5, **caracterizado porque**, en un periodo de recorte, los primeros medios de control y los segundos medios de control se disponen para que la generación de un frente (FA) de tensión ascendente de un pulso realizado por una primera rama de conmutación de la etapa (2) onduladora coincida con la generación de un frente (FA) de tensión ascendente de un pulso realizado por una primera rama de conmutación de la etapa rectificadora y la generación del frente (FD) de tensión descendente para el pulso realizado por la primera

rama de conmutación de la etapa (2) onduladora coincida con la generación de un frente (FD) de tensión descendente del pulso realizado por una segunda rama de conmutación de la etapa (1) rectificadora.

5 7. Sistema según una de las reivindicaciones 5 o 6, **caracterizado porque** la etapa (1, 1') rectificadora y la etapa (2, 2') onduladora incluyen cada una tres ramas (10a, 10b, 10c, 20a, 20b, 20c) de conmutación de dos transistores (100) de potencia en cada rama de conmutación.

8. Sistema según una de las reivindicaciones 5 a 7, **caracterizado porque** la etapa (1, 1') rectificadora y la etapa (2, 2') onduladora se configuran de manera que puedan generar un mismo número de niveles de potencial eléctrico.

9. Sistema según una de las reivindicaciones 5 a 8, **caracterizado porque** la etapa (2, 2') onduladora es de tipo NPC.

10

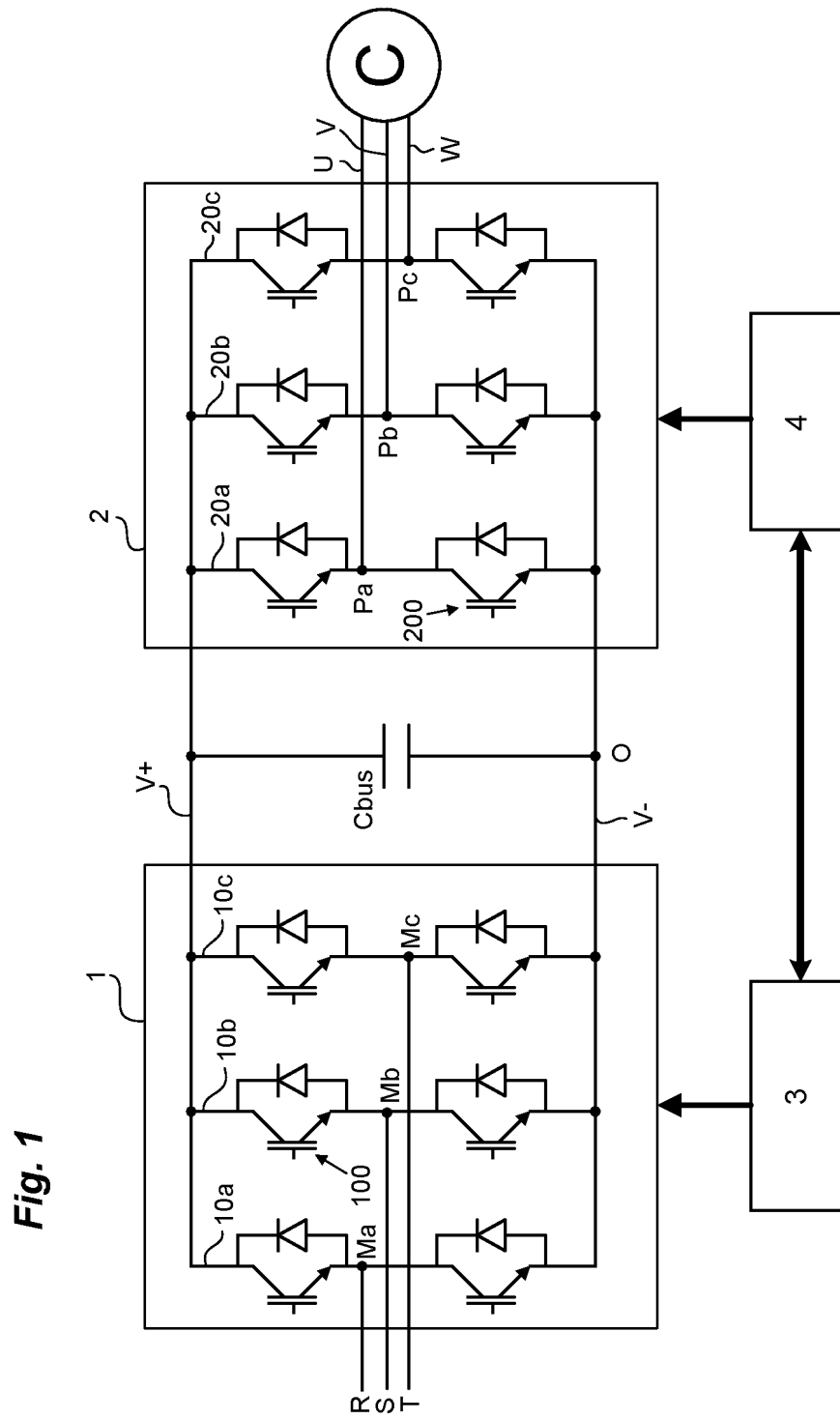


Fig. 1

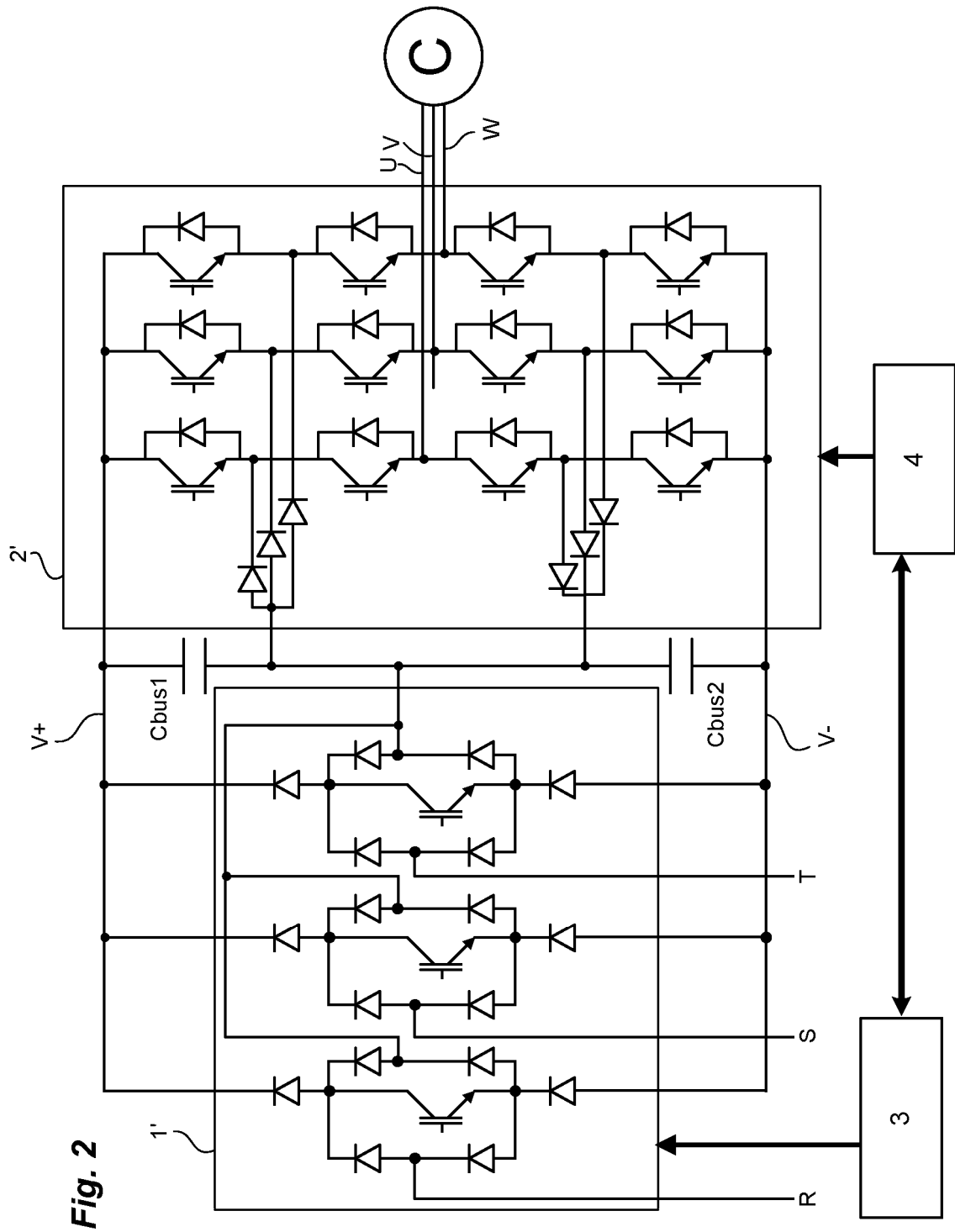
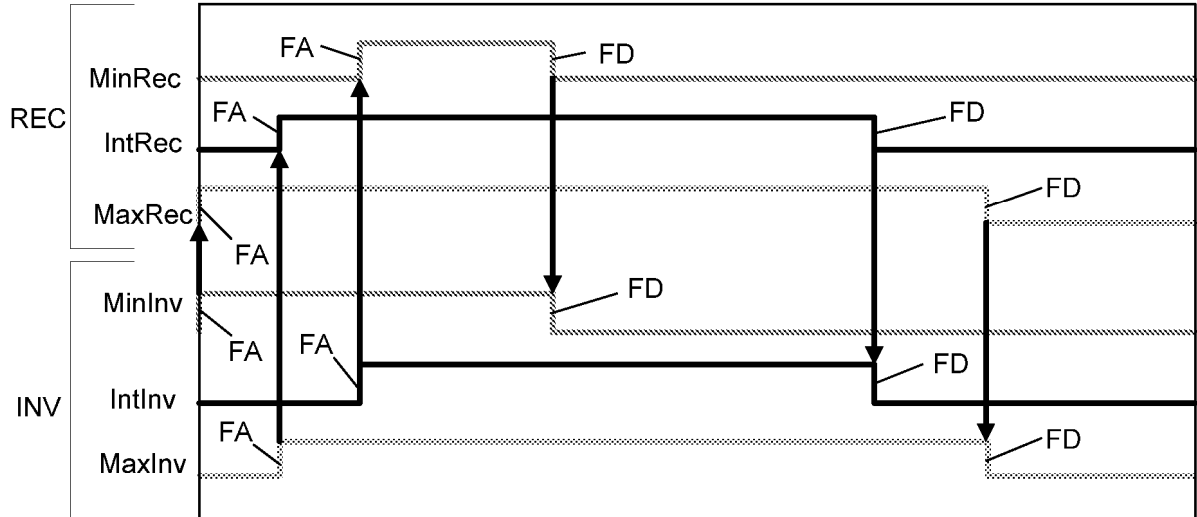


Fig. 2

Fig. 3



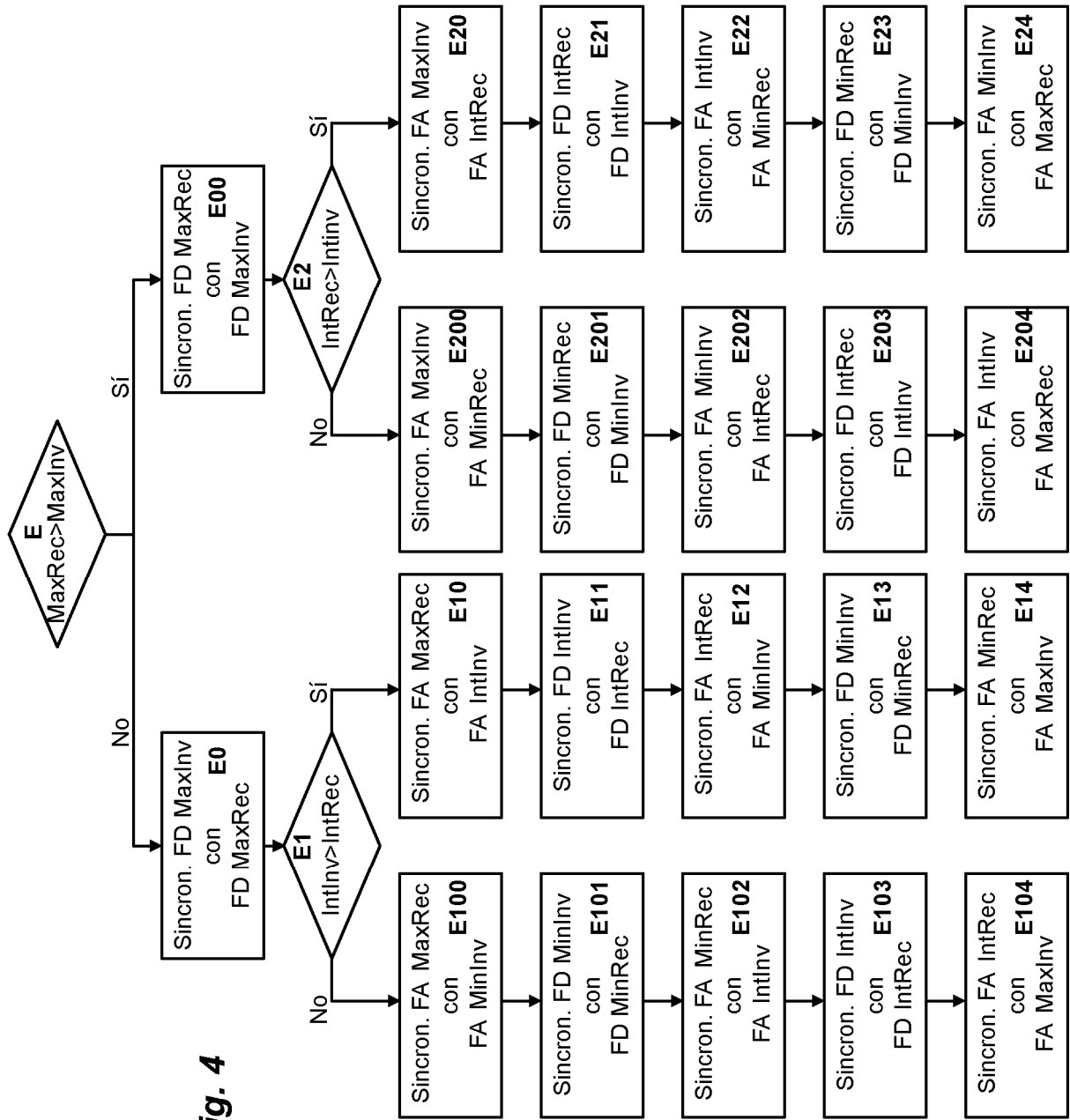


Fig. 4