

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 926 224**

51 Int. Cl.:

**H02J 3/01** (2006.01)

**H02J 3/18** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.11.2018** **E 18204903 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.06.2022** **EP 3484005**

54 Título: **Desplazamiento ascendente de la modulación por ancho de pulso a carga parcial para mejorar el rendimiento de la cancelación armónica total para aplicaciones de enfriadoras**

30 Prioridad:

**08.11.2017 US 201762583213 P**

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

**24.10.2022**

73 Titular/es:

**CARRIER CORPORATION (100.0%)**  
**17900 Beeline Highway**  
**Jupiter, FL 33478, US**

72 Inventor/es:

**ZHANG, DA y**  
**AL-ANNOUF, BASSEL**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

**Observaciones:**

**Véase nota informativa (Remarks, Remarques o Bemerkungen) en el folleto original publicado por la Oficina Europea de Patentes**

**ES 2 926 224 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

Desplazamiento ascendente de la modulación por ancho de pulso a carga parcial para mejorar el rendimiento de la cancelación armónica total para aplicaciones de enfriadoras

5

### ANTECEDENTES

La materia objeto desvelada en el presente documento, en general, se refiere a enfriadores y, más particularmente, a un método y aparato para controlar los armónicos de los variadores de frecuencia de los enfriadores.

10

Un filtro de armónicos activo (AHF) es un dispositivo analógico o digital que se instala en un punto de acoplamiento a una línea en paralelo con un variador de frecuencia de tipo prerrectificador y está configurado para medir la calidad de la potencia en la red o en el lado del rectificador y para inyectar corriente desde el punto de acoplamiento a la red eléctrica en consecuencia. Es decir, el AHF inyecta la corriente en la línea con el fin de compensar las desviaciones no deseadas de la corriente estándar (es decir, el suministro de 50 o 60 Hz) que se encuentra en las mediciones. Estas desviaciones pueden mitigarse parcialmente o en su totalidad.

15

En algunos casos, como aquellos en los que la carga incluye un variador de frecuencia de tipo prerrectificador en aplicaciones de enfriadores de alto nivel, las desviaciones pueden estar presentes en forma de armónicos de corriente. En este caso, cuando se usa un filtro de armónicos activo (AHF) para reducir los armónicos de corriente en el lado de la red de CA conectado en paralelo con los variadores de frecuencia de tipo prerrectificador para aplicaciones de enfriadores de alto nivel, normalmente se logra el mejor rendimiento de cancelación armónica total (THD) en condiciones de plena carga. El nivel de THD aumentará en condiciones de carga parcial debido a una mayor relación de distorsión de corriente en condiciones de carga parcial

20

25

El documento WO 2011/124223 A2 divulga un método para suprimir una o más corrientes armónicas en una red de suministro de potencia, generándose dichas corrientes armónicas por una o más cargas conectadas operativamente a dicha red de suministro de potencia, comprendiendo el método las etapas de proporcionar un filtro de energía activo que comprende un inversor electrónico que comprende una serie de interruptores controlables, conectándose dicho inversor electrónico operativamente a un filtro LCL que forma parte de dicho filtro de potencia activo y proporcionando señales de control PWM a cada uno de dichos interruptores controlables en respuesta a una corriente armónica particular o a corrientes armónicas particulares a suprimir en la red de suministro de potencia, variando dichas señales de control PWM en respuesta a un valor de al menos un parámetro eléctrico medido. Además, la presente invención se refiere a un filtro de potencia activa adecuado para llevar a cabo el método mencionado anteriormente.

30

35

La presente invención se refiere a un filtro de armónicos activo y a un método de operación del mismo según las reivindicaciones adjuntas.

### BREVE SUMARIO

40

De acuerdo con la invención, se proporciona un sistema de filtro de armónicos activo (AHF) basado en modulación por ancho de pulso (PWM). El sistema AHF PWM incluye un controlador configurado para ajustar una carga en el sistema AHF basado en PWM de una primera carga a una segunda carga, siendo la primera carga mayor que la segunda carga, en donde el controlador está configurado para ajustar una frecuencia del sistema AHF basado en PWM de una primera frecuencia a una segunda frecuencia cuando la carga es igual a la segunda carga y en donde la segunda frecuencia es mayor que la primera frecuencia; un primer compensador de armónicos configurado para filtrar un primer orden de armónicos de una carga cuando la carga es igual a la segunda carga; y un segundo compensador de armónicos configurado para filtrar un segundo orden de armónicos de la carga en paralelo con el primer orden de armónicos cuando la carga es igual a la segunda carga y la frecuencia es igual a la segunda frecuencia, siendo el segundo orden de armónicos mayor que el primer orden de armónicos.

45

50

La carga incluye un variador de frecuencia de tipo prerrectificador en un enfriador de alto nivel.

De acuerdo con la invención, se proporciona un método para operar un sistema de filtro de armónicos activo (AHF) basado en modulación por ancho de pulso (PWM). El método incluye: ajustar una carga en un sistema AHF basado en PWM de una primera carga a una segunda carga, siendo la primera carga mayor que la segunda carga; filtrar un primer orden de armónicos de una carga cuando la carga es igual a la segunda carga; ajustar una frecuencia del sistema AHF basado en PWM de una primera frecuencia a una segunda frecuencia cuando la carga es igual a la segunda carga, en donde la segunda frecuencia es mayor que la primera frecuencia; y filtrar un segundo orden de armónicos de la carga en paralelo con el primer orden de armónicos cuando la frecuencia es igual a la segunda frecuencia, siendo el segundo orden de armónicos mayor que el primer orden de armónicos.

55

60

La carga incluye un variador de frecuencia de tipo prerrectificador en un enfriador de alto nivel.

De acuerdo con la invención, se proporciona un sistema de filtro de armónicos activo (AHF) basado en modulación por ancho de pulso (PWM). El sistema AHF PWM incluye una línea de entrada por la que se transporta una corriente ascendente desde una red; una línea de salida por la que se transporta una corriente descendente hacia una carga; un controlador configurado para ajustar una carga en el sistema AHF basado en PWM de una primera carga a una segunda carga, siendo la primera carga mayor que la segunda carga, en donde el controlador está configurado para ajustar una frecuencia del sistema AHF basado en PWM de una primera frecuencia a una segunda frecuencia cuando la carga es igual a la segunda carga y en donde la segunda frecuencia mayor que la primera frecuencia; un primer compensador de armónicos configurado para filtrar un primer orden de armónicos de una carga cuando la carga es igual a la segunda carga; y un segundo compensador de armónicos configurado para filtrar un segundo orden de armónicos de la carga en paralelo con el primer orden de armónicos cuando la carga es igual a la segunda carga y la frecuencia es igual a la segunda frecuencia, siendo el segundo orden de armónicos mayor que el primer orden de armónicos.

La red incluye una red eléctrica y la carga comprende un variador de frecuencia de tipo prerrectificador en un enfriador de alto nivel.

Los efectos técnicos de las realizaciones de la presente divulgación incluyen lograr una reducción de los armónicos más altos utilizando compensadores de armónicos y aumentando la frecuencia de la modulación por ancho de pulso mientras se reduce la carga.

Las características y elementos anteriores pueden combinarse en diversas combinaciones sin exclusividad, salvo que se indique expresamente lo contrario. Estas características y elementos, así como su operación, se harán más evidentes a la luz de la siguiente descripción y de los dibujos adjuntos.

## 25 BREVE DESCRIPCIÓN

Haciendo referencia a los dibujos adjuntos, elementos similares se numeran de la misma manera:

30 la figura 1 ilustra esquemáticamente una vista isométrica de un enfriador según una realización de la divulgación;

35 la figura 2 ilustra esquemáticamente una ilustración esquemática de un sistema de filtro de armónicos activo (AHF) basado en modulación por ancho de pulso (PWM) según una realización de la divulgación;

la figura 3 ilustra esquemáticamente una ilustración esquemática de software de unos filtros de armónicos activos (AHF) mostrados con la adición de uno o más compensadores de armónicos según una realización de la divulgación; y

40 la figura 4 ilustra un diagrama de flujo que ilustra un método para operar un sistema de filtro de armónicos activo (AHF) basado en PWM según una realización de la presente divulgación.

## DESCRIPCIÓN DETALLADA

45 A modo de ejemplo y sin limitación, en el presente documento se presenta una descripción detallada de una o más realizaciones del aparato y método divulgados, haciendo referencia a las figuras.

La figura 1 representa un sistema de enfriador 10 en una realización ilustrativa. El sistema de enfriador 10 es un enfriador de tornillo, pero las realizaciones de la invención son apropiadas para su uso con otros conjuntos de enfriador de compresión, tales como, por ejemplo, un enfriador centrífugo. Como se muestra en la figura 1, el sistema de enfriador 10 incluye un compresor 12, un variador de frecuencia 14, un condensador 16 y un refrigerador 18.

En operación, el refrigerante gaseoso se induce en el compresor 12 y se comprime. El compresor 12 se acciona por un motor bajo el control del variador de frecuencia 14. El variador de frecuencia 14 controla la frecuencia de la corriente alterna (CA) suministrada al motor, controlando de este modo la velocidad del motor y la salida del compresor 12. Después de comprimir el refrigerante, el gas refrigerante de alta temperatura y alta presión se suministra al condensador 16. En el condensador 16, el refrigerante gaseoso se condensa en líquido a medida que cede calor. El refrigerante líquido condensado fluye a continuación hacia el refrigerador 18, que hace circular agua enfriada. El entorno de baja presión en el refrigerador 18 hace que el refrigerante cambie a estado gaseoso y, al hacerlo, absorbe el calor de vaporización requerido del agua enfriada, reduciendo de este modo la temperatura del agua. A continuación, el vapor a baja presión se introduce en la entrada del compresor 12 y el ciclo se repite continuamente. El agua enfriada circula a través de un sistema de distribución a serpentines de refrigeración para, por ejemplo, aire acondicionado de confort para refrigerar una localización interior separada de una localización exterior.

65 Algunas partes del sistema de enfriador 10 (p. ej., el refrigerador 18) pueden operar a baja presión (p. ej., por debajo de la presión atmosférica), lo que puede causar que los no condensables (p. ej., el aire ambiental) se introduzcan en el

sistema de enfriador 10. Los no condensables en el flujo de refrigerante del sistema de enfriador 10 degradan el rendimiento del enfriador.

5 Como se describirá a continuación, se proporciona un sistema que aumenta la frecuencia de conmutación de modulación por ancho de pulso (PWM) a carga parcial y también añade un regulador armónico de orden superior con la frecuencia de conmutación de PWM más alta. A plena carga, debido a la limitación térmica, los filtros de armónicos activos (AHF) solo pueden funcionar a una frecuencia de conmutación PWM más baja. Una frecuencia de conmutación más baja tampoco tendrá suficiente ancho de banda de control para cancelar los elementos armónicos de orden superior. Ventajosamente, a carga parcial, la corriente total del AHF también se reduce con la carga reducida, permitiendo de esta modo que un controlador aumente la frecuencia de conmutación sin problemas térmicos y también añada el regulador de armónicos de orden superior que puede cancelar más elementos armónicos de orden superior y mejorar el rendimiento de cancelación armónica total (THD) general.

15 Haciendo referencia a la figura 2, se muestra un variador de frecuencia 14. Se proporciona un sistema de filtro de armónicos activo (AHF) basado en modulaciones por ancho de pulso (PWM) 110 e incluye una línea de entrada 111, una línea de salida 112, un filtro de armónicos activo (AHF) 113, un controlador 115, una red eléctrica 120, una carga 130, tal como un variador de frecuencia de tipo prerrectificador 301 en un enfriador 10 de alto nivel (véase la figura 1). La corriente ascendente se transporta desde la red eléctrica 120 a lo largo de la línea de entrada 111 al AHF 113 y a la carga 130 como corriente descendente a lo largo de la línea de salida 112.

20 El AHF 113 puede configurarse, aunque no es necesario, para medir una característica de la corriente ascendente transportada por, y a lo largo de, la línea de entrada III, tal como una desviación de una frecuencia estándar, y para ejecutar la PWM basándose en los resultados de esa medida para influir de este modo en la característica de la corriente descendente en la línea de salida 112. Al hacerlo, el AHF 113 puede tender a generar y desarrollar efectos de ondulación en la corriente ascendente que pueden propagarse indeseablemente hacia la red eléctrica 120. Como tal, el controlador 115 está acoplado operativamente al AHF 113 y está configurado para controlar la PWM del AHF 113.

30 Haciendo referencia a la figura 3, con referencia continua a las figuras 1 y 2, se muestra un esquema de software del AHF 113 con la adición de uno o más compensadores de armónicos 210, 220. Los compensadores de armónicos 210, 220 pueden incluir un primer compensador de armónicos 210 y un compensador de armónicos de segundo orden 220. El compensador de armónicos de segundo orden 220 puede utilizarse además del compensador de armónicos de primer orden 210 a carga parcial. Cuando tanto el primer compensador de armónicos 210 como el compensador de armónicos de segundo orden 220 están en operación, un orden de armónicos original se compensará por el primer compensador de armónicos 210, mientras que el compensador de armónicos de segundo orden 220 puede compensar, en paralelo, un armónico adicional de un orden más alto que el armónico original. El controlador 115 está configurado para ajustar una carga en el sistema AHF 110 basado en PWM de una primera carga a una segunda carga basándose en la temperatura interior de una localización interior, la temperatura exterior de una localización exterior separada de la localización interior y las solicitudes de refrigeración de los termostatos. Las solicitudes de refrigeración pueden indicar al controlador 115 que refrigere la localización interior con respecto a la localización exterior, de tal manera que la temperatura interior sea menor que la temperatura exterior. La primera carga es mayor que la segunda carga. En una realización, la segunda carga es una carga parcial. El controlador 115 está configurado para ajustar una frecuencia del sistema AHF 110 basado en PWM de una primera frecuencia a una segunda frecuencia cuando la carga es igual a la segunda carga. La segunda frecuencia es mayor que la primera frecuencia. El primer compensador de armónicos 210 está configurado para filtrar un primer orden de armónicos de una carga cuando la carga es igual a la segunda carga. El segundo compensador de armónicos 220 está configurado para filtrar un segundo orden de armónicos de la carga en paralelo cuando la carga es igual a la segunda carga y la frecuencia es igual a la segunda frecuencia. El segundo orden de armónicos es mayor que el primer orden de armónicos en frecuencia. Ventajosamente, el controlador 115, al reducir la carga de la primera carga a la segunda carga y aumentar la frecuencia de la primera frecuencia a la segunda frecuencia, permite filtrar armónicos adicionales mediante el segundo compensador de armónicos 220.

50 Ahora se hace referencia a la figura 4, con referencia continua a las figuras 1-3. La figura 4 muestra un diagrama de flujo del método 400 para operar un sistema de filtro de armónicos activo (AHF) 110 basado en PWM, según una realización de la presente descripción. En el bloque 402, una carga en un sistema AHF 110 basado en PWM se ajusta de una primera carga a una segunda carga. La primera carga es mayor que la segunda carga. En el bloque 404, se filtra un primer orden de armónicos de una carga cuando la carga es igual a la segunda carga. En el bloque 406, una frecuencia del sistema AHF 110 basado en PWM se ajusta de una primera frecuencia a una segunda frecuencia cuando la carga es igual a la segunda carga. La segunda frecuencia es mayor que la primera frecuencia. En el bloque 408, se filtra un segundo orden de armónicos de la carga cuando la frecuencia es igual a la segunda frecuencia. El segundo orden de armónicos es mayor que el primer orden de armónicos.

60 Aunque la descripción anterior ha descrito el proceso de flujo de la figura 4 en un orden particular, debería apreciarse que, a menos que se requiera específicamente lo contrario en las reivindicaciones adjuntas, el orden de las etapas puede variar.

65 Como se ha descrito anteriormente, las realizaciones pueden adoptar la forma de procesos y dispositivos implementados por un procesador para practicar esos procesos, tal como un procesador. Las realizaciones también

5 pueden adoptar la forma de código de programa informático que contiene instrucciones incorporadas en medios tangibles, tales como almacenamiento en la nube en red, tarjetas SD, unidades flash, disquetes, CD ROM, discos duros o cualquier otro medio de almacenamiento legible por ordenador, en donde, cuando se carga y ejecuta el código de programa informático en un ordenador, el ordenador se convierte en un dispositivo para poner en práctica las realizaciones. Las realizaciones también pueden adoptar la forma de código de programa informático, por ejemplo, almacenado en un medio de almacenamiento, cargado en y/o ejecutado por un ordenador, o transmitido por medio de algún medio de transmisión, cargado en y/o ejecutado por un ordenador, o transmitido a través de algún medio de transmisión, tal como cableado o por la instalación eléctrica, fibra óptica o radiación electromagnética, en donde, cuando el código del programa de informático se carga y ejecuta en un ordenador, el ordenador se convierte en un dispositivo para poner en práctica las realizaciones. Cuando se implementan en un microprocesador de propósito general, los segmentos de código de programa informático configuran el microprocesador para crear circuitos lógicos específicos.

10 El término "aproximadamente" pretende incluir el grado de error asociado con la medición de la cantidad particular basándose en el equipamiento disponible en el momento de presentar la solicitud. Por ejemplo, "aproximadamente" puede incluir un intervalo de  $\pm 8\%$ ,  $5\%$  o  $2\%$  de un valor dado.

15 La terminología usada en el presente documento solo tiene el fin de describir las realizaciones particulares y no pretende ser una limitación de la presente divulgación. Como se usan en el presente documento, se pretende que las formas singulares "un", "una", "el" y "la" incluyan también las formas plurales, a menos que el contexto indique claramente lo contrario. Se comprenderá además que los términos "comprende" y/o "que comprende", cuando se usan en la presente memoria descriptiva, especifican la presencia de las características, los enteros, las etapas, las operaciones, los elementos y/o los componentes que se indican, pero no excluyen la presencia o incorporación de una o más características, enteros, etapas, operaciones, elementos, componentes y/o grupos adicionales de estos.

20 Si bien la presente divulgación se ha descrito haciendo referencia a una realización o realizaciones ilustrativas, los expertos en la materia entenderán que pueden realizarse diversos cambios y que los elementos de estas pueden sustituirse por equivalentes sin apartarse del alcance de las presentes reivindicaciones. Además, pueden realizarse muchas modificaciones para adaptar una situación o material particular a las enseñanzas de la presente divulgación sin apartarse del alcance esencial de la misma. Por lo tanto, se pretende que la presente divulgación no se limite a la realización particular desvelada como el mejor modo contemplado para realizar esta presente divulgación, sino que la realización particular desvelada como el mejor modo contemplado para realizar esta presente divulgación, sino que la presente divulgación incluirá todas las realizaciones que caen dentro del alcance de las reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Un sistema de filtro de armónicos activo (AHF) (110) basado en modulación por ancho de pulso (PWM) que comprende:
- una línea de entrada (111) por la que se transporta corriente ascendente desde una red eléctrica (120);
- 10 una línea de salida (112) por la que se transporta corriente descendente hacia una carga (130), en donde la carga (130) comprende un variador de frecuencia (14) de tipo prerrectificador en un enfriador (10) de alto nivel;
- caracterizado por**
- 15 un controlador (115) configurado para ajustar la carga (130) en el sistema AHF (110) basado en PWM de una primera carga a una segunda carga, siendo la primera carga mayor que la segunda carga, estando el controlador (115) configurado para ajustar una frecuencia del sistema AHF (110) basado en PWM de una primera frecuencia a una segunda frecuencia cuando la carga (130) es igual a la segunda carga y en donde la segunda frecuencia es mayor que la primera frecuencia;
- 20 un primer compensador de armónicos (210) configurado para filtrar un primer orden de armónicos de frecuencia de la carga (130) cuando la carga (130) es igual a la segunda carga; y
- 25 un segundo compensador de armónicos (220) configurado para filtrar un segundo orden de armónicos de frecuencia de la carga además del primer orden de armónicos de frecuencia cuando la carga (130) es igual a la segunda carga y la frecuencia es igual a la segunda frecuencia, siendo el segundo orden de armónicos de frecuencia mayor que el primer orden de armónicos de frecuencia.
- 30 2. Un método para operar un sistema de filtro de armónicos activo (AHF) (110) basado en modulación por ancho de pulso (PWM), comprendiendo el método:
- ajustar una carga (130) en un sistema AHF (110) basado en PWM de una primera carga a una segunda carga, en donde la primera carga es mayor que la segunda carga, en donde la carga (130) comprende un variador de frecuencia (14) de tipo prerrectificador en un enfriador (10) de alto nivel;
- 35 filtrar un primer orden de armónicos de frecuencia de la carga (130) cuando la carga (130) es igual a la segunda carga;
- ajustar una frecuencia del sistema AHF (110) basado en PWM de una primera frecuencia a una segunda frecuencia cuando la carga (130) es igual a la segunda carga, en donde la segunda frecuencia es mayor que la primera frecuencia; y
- 40 filtrar un segundo orden de armónicos de frecuencia de la carga (130) además de un primer orden de armónicos de frecuencia cuando la frecuencia es igual a la segunda frecuencia, siendo el segundo orden de armónicos de frecuencia mayor que el primer orden de armónicos de frecuencia.
- 45

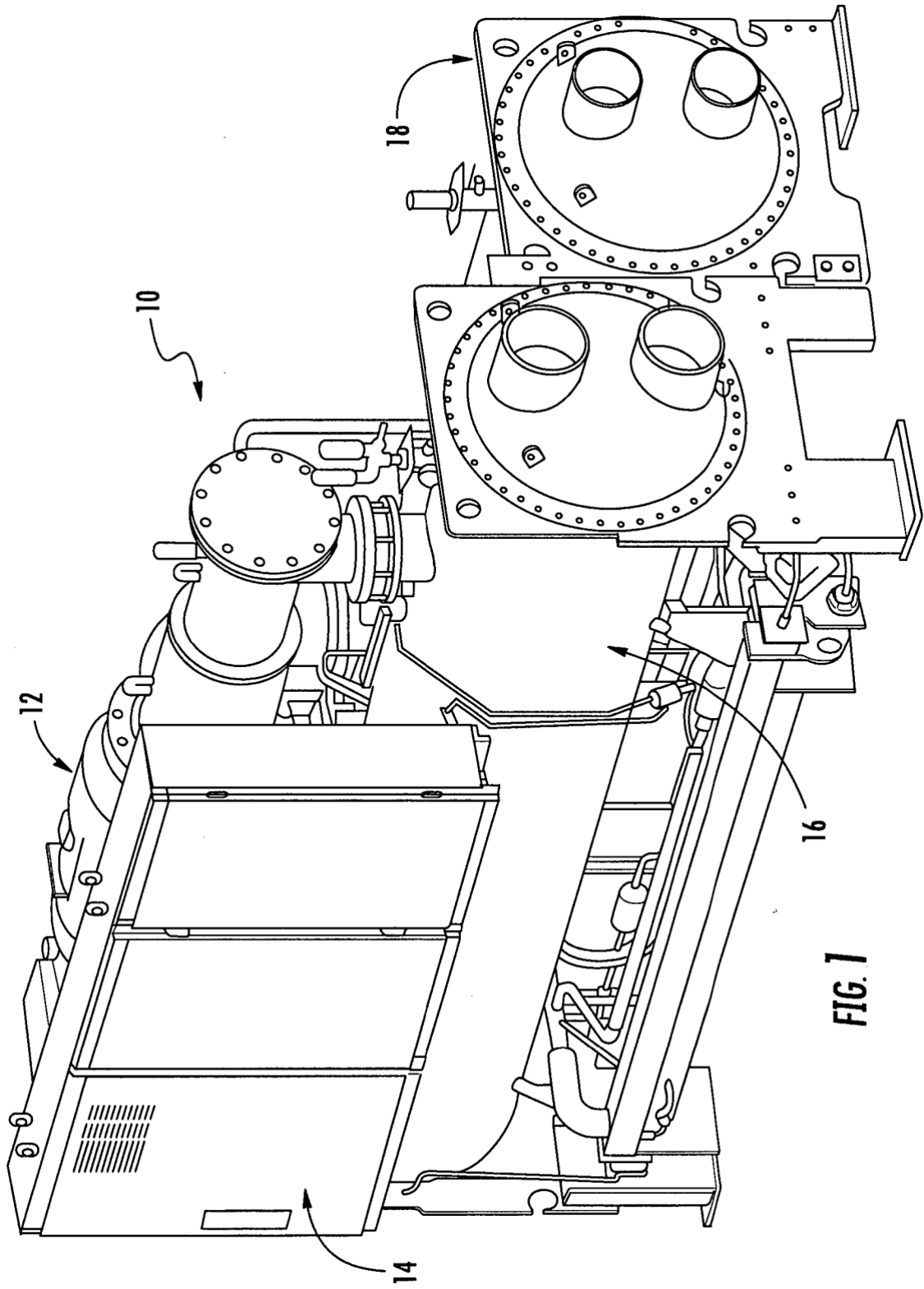


FIG. 7

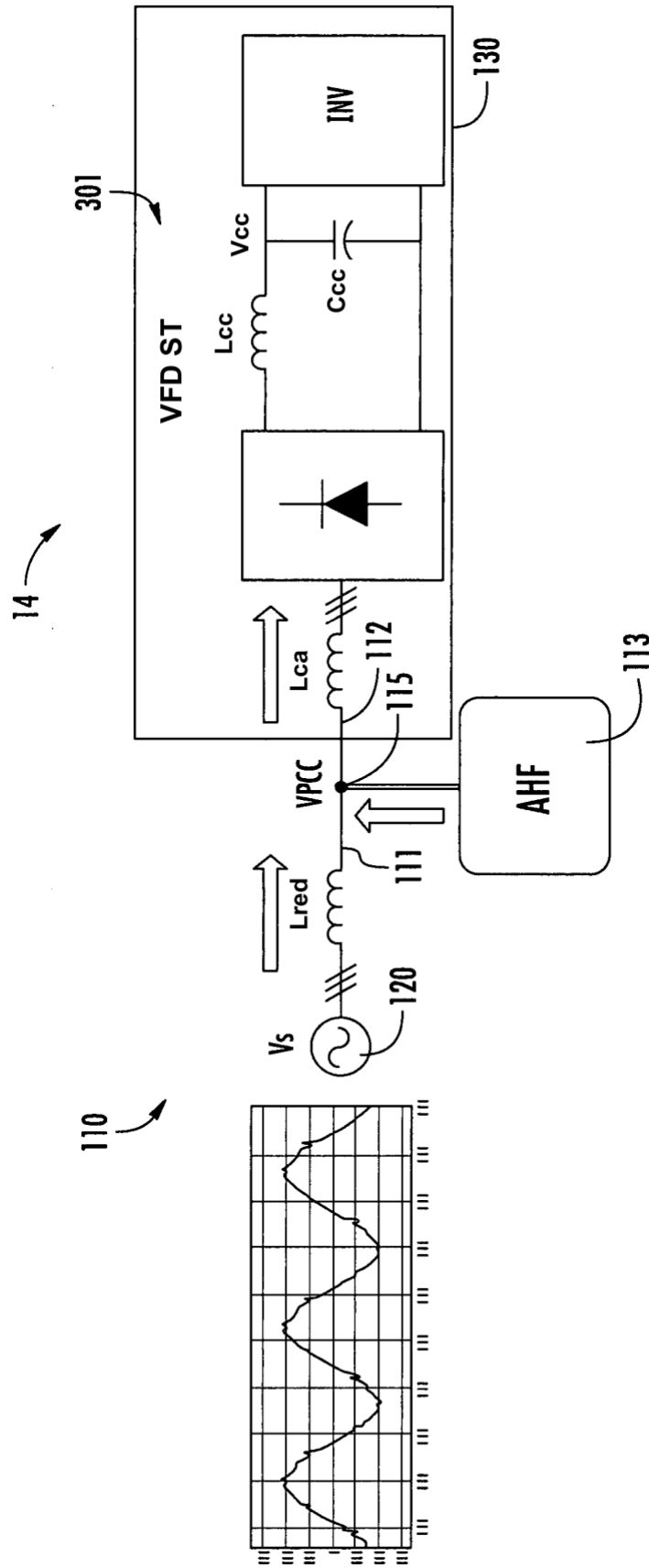


FIG. 2

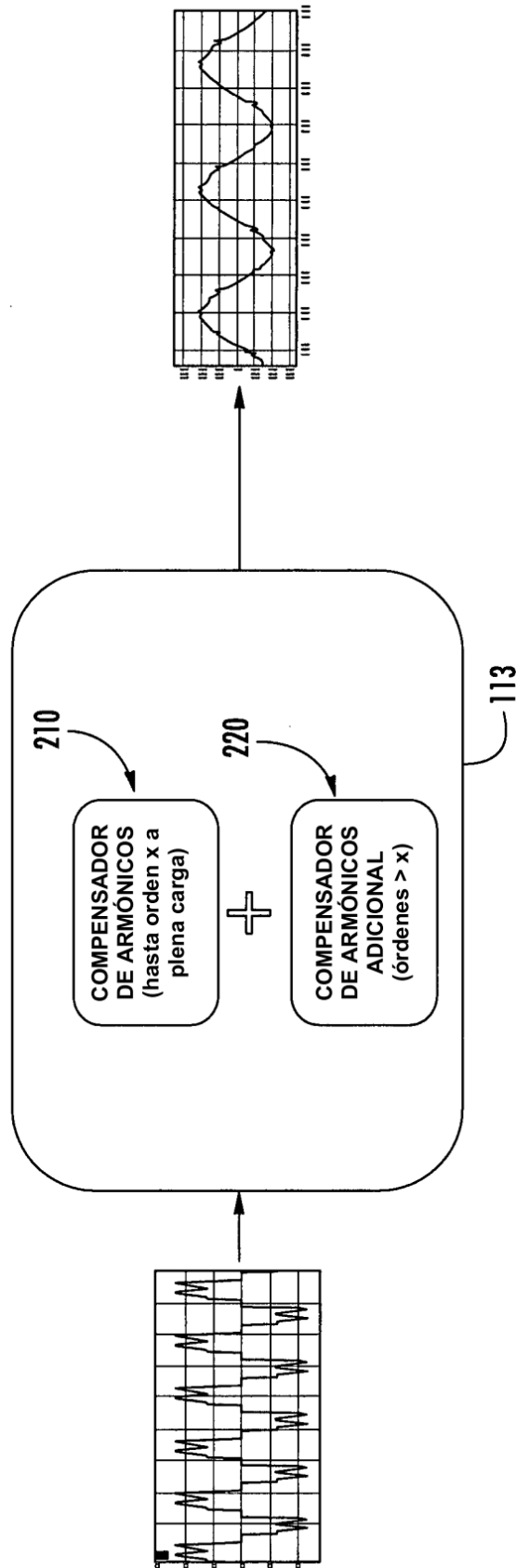
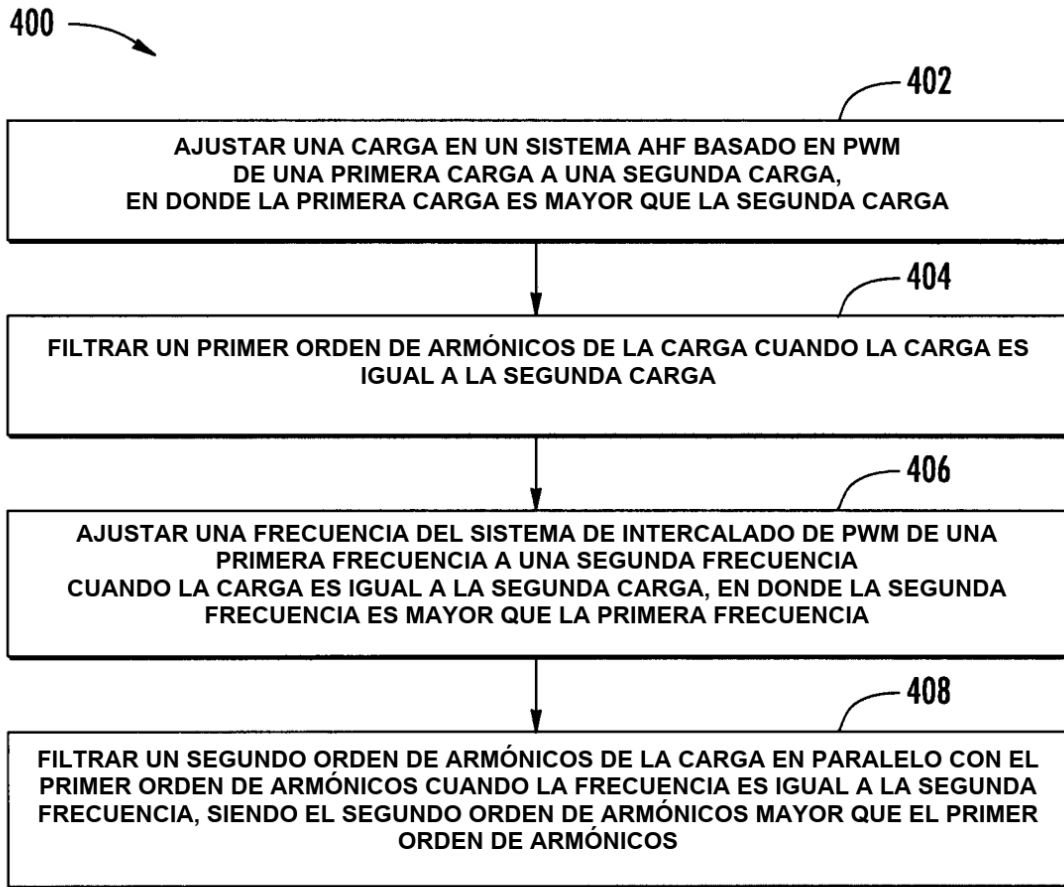


FIG. 3



**FIG. 4**