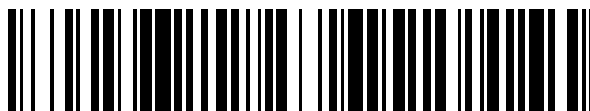


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 742 680**

51 Int. Cl.:

H02J 9/06 (2006.01)

H02J 3/38 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.10.2015 E 15190507 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2019 EP 3012943**

54 Título: **Procedimientos de protección y conmutadores en sistemas de alimentación ininterrumpida**

30 Prioridad:

23.10.2014 US 201462067705 P

14.05.2015 US 201562161393 P

11.08.2015 US 201514823233

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

17.02.2020

73 Titular/es:

ABB SCHWEIZ AG (100.0%)

Brown Boveri Strasse 6

5400 Baden, CH

72 Inventor/es:

COLOMBI, SILVIO;

MANNUCCINI, ANDREA;

HANDLIN, HARRY BYE y

GIUNTINI, LORENZO

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 742 680 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

Procedimientos de protección y conmutadores en sistemas de alimentación ininterrumpida

El campo de la invención se refiere, en general, a sistemas de alimentación ininterrumpida y, más en particular, a procedimientos de protección en sistemas de alimentación ininterrumpida.

- 5 Los sistemas de alimentación robustos permiten suministrar alimentación a una o más cargas. Dichos sistemas de alimentación pueden incluir combinaciones de generación, transporte, rectificación, inversión y conversión de alimentación para suministrar energía para aplicaciones y cargas electrónicas, ópticas, mecánicas y/o nucleares. Cuando se implementan sistemas y arquitecturas de alimentación, las consideraciones prácticas incluyen el coste, el tamaño, la fiabilidad y la facilidad de la implementación.
- 10 En al menos algunos sistemas de alimentación conocidos, uno o más sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS) facilitan el suministro de alimentación a una carga. Los UPS permiten garantizar que la alimentación se suministre de manera continua a una o más cargas críticas, incluso cuando fallan uno o más componentes de un sistema de alimentación. En consecuencia, los UPS proporcionan una fuente de alimentación redundante. Los UPS pueden utilizarse en una serie de aplicaciones (por ejemplo, subestaciones de suministro eléctrico, plantas industriales, sistemas marinos, sistemas de alta seguridad, hospitales, centros de comunicación de datos y telecomunicaciones, sitios de fabricación de semiconductores, plantas de energía nuclear, etc.). Además, los UPS pueden utilizarse en aplicaciones de alta, media o baja potencia. Por ejemplo, los UPS pueden usarse en sistemas de alimentación relativamente pequeños (por ejemplo, sistemas de entretenimiento o de consumo) o microsistemas (por ejemplo, un sistema basado en chips).
- 15
- 20 El documento JPH 08 289485 A describe un sistema de alimentación ininterrumpida (UPS) en el que un conmutador se conecta con el otro lado del UPS simultáneamente con el disparo de un conmutador de tiristores en espera en el otro lado del UPS tras la falla de un UPS, interrumpiendo de este modo la corriente de carga instantáneamente cuando el UPS está encendido y alimentando la corriente de carga a través del conmutador durante la operación normal del UPS.
- 25 El documento EP 1 276 202 A2 describe un sistema de alimentación ininterrumpida que conecta una carga al sistema de alimentación de suministro eléctrico a través de un conmutador de CA. Cuando un circuito de generación de tensión sinusoidal de referencia selecciona una tensión sinusoidal síncrona alta o una tensión sinusoidal síncrona baja, se aplica una polarización inversa a un tiristor conductor del conmutador de CA y se apaga. Después de apagar el tiristor portador de corriente, cuando el circuito de generación de tensión sinusoidal de referencia selecciona la tensión sinusoidal síncrona como la tensión sinusoidal de referencia, el conmutador de CA permanece apagado y un convertidor de alimentación inicia la operación de inversión.
- 30
- Al menos en algunos sistemas de alimentación conocidos, diferentes fuentes de alimentación, tales como UPS separados, pueden interferir entre sí. Si las fuentes de alimentación no están sincronizadas entre sí, pueden comenzar a anularse entre sí, provocando oscilaciones u otros efectos no deseados y afectando a la alimentación entregada a una o más cargas.
- 35

La invención se expone en las reivindicaciones adjuntas.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama de una arquitectura de bus en anillo a modo de ejemplo.

- 40 La figura 2 es un diagrama de la curva de la asociación de fabricantes de equipos de negocios y ordenadores (CBEMA) y del consejo de la industria de la tecnología de la información (ITI).

La figura 3 es una gráfica que compara la operación de un disyuntor de derivación y un conmutador estático de derivación.

La figura 4 es un diagrama de una parte de una arquitectura de bus en anillo que puede usarse con la arquitectura de bus en anillo mostrada en la figura 1.

- 45 La figura 5 es un diagrama de una parte de una arquitectura de bus en anillo que puede usarse con la arquitectura de bus en anillo mostrada en la figura 1.

La figura 6 es un diagrama lógico de un algoritmo de estimación de corriente sin sensor a modo de ejemplo.

Las figuras 7A y 7B son gráficas que demuestran los resultados del algoritmo de estimación de corriente sin sensor mostrado en la figura 6.

- 50 **Descripción detallada**

En el presente documento se describen realizaciones a modo de ejemplo de un sistema de alimentación

ininterrumpida. Una pluralidad de sistemas de alimentación ininterrumpida están dispuestos en una configuración de bus en anillo y configurados para suministrar alimentación a al menos una carga. Un dispositivo de control está acoplado comunicativamente a la pluralidad de sistemas de alimentación ininterrumpida. Cada uno de la pluralidad de sistemas de alimentación ininterrumpida está acoplado al bus en anillo a través de una bobina de choque respectiva. Al menos un conmutador rápido (por ejemplo, un conmutador que tiene un tiempo de apertura inferior a 10 milisegundos) está eléctricamente acoplado entre un sistema de alimentación ininterrumpida de la pluralidad de sistemas de alimentación ininterrumpida y el bus en anillo.

La figura 1 es un diagrama esquemático de una arquitectura 300 de bus en anillo de sistema de alimentación ininterrumpida (UPS) en modo paralelo aislado (IP) redundante a modo de ejemplo. En la realización a modo de ejemplo, la arquitectura 300 incluye una pluralidad de UPS 302 dispuestos en una arquitectura en anillo, o una arquitectura paralela, como se describe en el presente documento. Específicamente, la arquitectura 300 incluye cuatro UPS 302 en la realización a modo de ejemplo. Como alternativa, la arquitectura 300 puede incluir cualquier número de UPS 302 que permitan que la arquitectura 300 funcione como se describe en el presente documento. En la realización a modo de ejemplo, la arquitectura 300 es un sistema de tres cables. Como alternativa, la arquitectura 300 puede ser un sistema de cuatro cables (habitualmente para suministrar cargas que requieren un cable neutro).

En la realización a modo de ejemplo, los UPS 302 son UPS de doble conversión estática (es decir, sistemas en línea reales). Ambos UPS estáticos y rotatorios pueden requerir técnicas de control de caída tanto para la tensión como para la frecuencia. En algunos casos, el control de caída solo para la frecuencia puede ser suficiente. En algunas realizaciones, las técnicas de control de caída se modifican con el fin de manejar cargas no lineales.

La arquitectura 300 facilita proporcionar alimentación a una o más cargas 304. En condiciones de funcionamiento normales, una o más instalaciones funcionan como una fuente 303 de tensión y proporcionan alimentación de corriente alterna (CA) a las cargas 304. Los generadores también pueden funcionar como fuentes 303 de tensión. En particular, las fuentes 303 de tensión no necesitan estar sincronizadas en la arquitectura 300. Esto es ventajoso, ya que cada UPS 302 puede alimentarse por un generador y/o una instalación individuales, y no es necesario añadir equipos adicionales para sincronizar las fuentes 303 de tensión.

En el caso de una falla de la fuente 303 de tensión o del rectificador UPS, el UPS 302 utiliza unos sistemas 358 de almacenamiento de energía (por ejemplo, baterías, volantes, etc., con su convertidor) conectados a los UPS 302 para mantener la alimentación fluyendo hacia las cargas 304, como se describe en el presente documento. Además, si falla un UPS 302 dado, las cargas 304 reciben alimentación a través de un bus 306 en anillo, como se describe en el presente documento. En la realización a modo de ejemplo, la arquitectura 300 incluye cuatro cargas 304. Como alternativa, la arquitectura 300 puede incluir cualquier número adecuado de cargas 304 que permitan que la arquitectura 300 funcione como se describe en el presente documento.

En la realización a modo de ejemplo, cada UPS 302 está acoplado eléctricamente a una carga 304 asociada, y acoplado al bus 306 en anillo a través de una bobina de choque 308 asociada (por ejemplo, un inductor). En la arquitectura 300, sin una sincronización adecuada, los UPS 302 no pueden funcionar correctamente debido a las corrientes de circulación no deseadas. En consecuencia, al menos un controlador 309 controla la operación de los UPS 302. En algunas realizaciones, la arquitectura 300 incluye un controlador 309 separado y especializado para cada UPS 302. Como alternativa, el sistema puede incluir un único controlador 309 que controla la operación de todos los UPS 302. Cada controlador 309 puede incluir su propio sistema de alimentación (no mostrado) tal como una fuente de energía especializada (por ejemplo, una batería). En algunas realizaciones, cada controlador 309 está acoplado a un controlador sustituto (no mostrado) que puede usarse en caso de que falle el controlador 309.

En la realización a modo de ejemplo, cada controlador 309 se implementa mediante un procesador 311 acoplado comunicativamente a un dispositivo 313 de memoria para ejecutar instrucciones. En algunas realizaciones, las instrucciones ejecutables se almacenan en el dispositivo 313 de memoria. Como alternativa, el controlador 309 puede implementarse usando cualquier circuitería que permita al controlador 309 controlar la operación de los UPS 302 como se describe en el presente documento. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el controlador 309 puede incluir una máquina de estados que aprende o se preprograma para determinar información pertinente sobre qué cargas 304 requieren alimentación.

En la realización a modo de ejemplo, el controlador 309 realiza una o más operaciones descritas en el presente documento mediante el procesador 311 de programación. Por ejemplo, el procesador 311 puede programarse codificando una operación como una o más instrucciones ejecutables y proporcionando las instrucciones ejecutables en el dispositivo 313 de memoria. El procesador 311 puede incluir una o más unidades de procesamiento (por ejemplo, en una configuración multinúcleo). Además, el procesador 311 puede implementarse usando uno o más sistemas de procesador heterogéneos en los que un procesador principal está presente con procesadores secundarios en un solo chip. Como otro ejemplo ilustrativo, el procesador 311 puede ser un sistema multiprocesador simétrico que contiene múltiples procesadores del mismo tipo. Además, el procesador 311 puede implementarse usando cualquier circuito programable adecuado, incluidos uno o más sistemas y microcontroladores, microprocesadores, circuitos de conjuntos de instrucciones reducidos (RISC), circuitos integrados de aplicación específica (ASIC), circuitos lógicos programables, matrices de puertas programables en campo (FPGA), y cualquier otro circuito capaz de ejecutar las funciones descritas en el presente documento. En la realización a modo de

ejemplo, el procesador 311 hace que el controlador 309 opere los UPS 302, como se describe en el presente documento.

En la realización a modo de ejemplo, el dispositivo 313 de memoria es uno o más dispositivos que permiten que se almacene y se recupere información, tal como instrucciones ejecutables y/u otros datos. El dispositivo 313 de memoria puede incluir uno o más medios legibles por ordenador, tales como, sin limitación, memoria dinámica de acceso aleatorio (DRAM), memoria estática de acceso aleatorio (SRAM), un disco de estado sólido y/o un disco duro. El dispositivo 313 de memoria puede configurarse para almacenar, sin limitación, el código fuente de la aplicación, el código objeto de la aplicación, partes de interés del código fuente, partes de interés del código objeto, datos de configuración, eventos de ejecución y/o cualquier otro tipo de datos.

En la realización a modo de ejemplo, como se describe en más detalle a continuación, uno o más controladores 309 y, más específicamente, el procesador 311, calcula una frecuencia de tensión de salida para cada UPS 302, y uno o más controladores 309 operan cada UPS 302 en la frecuencia calculada. Operar cada UPS 302 en sus frecuencias calculadas respectivas según lo determinado por los controles de caída hace posible lograr el reparto de la carga y la estabilidad en la arquitectura 300. Las frecuencias de operación en los diversos UPS 302 son diferentes en condiciones transitorias (por ejemplo, después de una variación de una o más cargas 304). Una vez que los controles de caída están en estado estable, todos los UPS 302 operan a la misma frecuencia pero con un cambio de fase a través de las bobinas de choque 308 que iguala la potencia activa proporcionada por cada UPS 302.

En la arquitectura 300, cada UPS 302 es capaz de suministrar alimentación a una carga 304 local asociada, así como de transferir potencia activa y reactiva a un bus 306 en anillo a través de una bobina de choque 308 asociada. En la realización a modo de ejemplo, la arquitectura 300 facilita un reparto equitativo de las cargas 304 locales entre los UPS 302 sin ninguna comunicación usando controles de caída, y, en particular, frecuencia frente a potencia activa y tensión frente a potencia reactiva. Esto elimina las limitaciones en el número de UPS 302 en la arquitectura 300.

En la realización a modo de ejemplo, la arquitectura 300 incluye un número de dispositivos de conmutación. Específicamente, para cada UPS 302, un primer dispositivo 310 de conmutación está acoplado eléctricamente entre el UPS 302 y la bobina de choque 308, un segundo dispositivo 312 de conmutación está acoplado eléctricamente entre el primer dispositivo 310 de conmutación y la carga 304 local, un tercer dispositivo 314 de conmutación está acoplado eléctricamente entre el primer dispositivo 310 de conmutación y el bus 306 en anillo, y un cuarto dispositivo 316 de conmutación está acoplado entre la bobina de choque 308 y el bus 306 en anillo. Además, en el bus 306 en anillo, un dispositivo 320 de conmutación central, un dispositivo 322 de conmutación izquierdo y un dispositivo 324 de conmutación derecho se asocian con cada UPS 302, y facilitan el aislamiento del UPS 302 del bus 306 en anillo y/u otros UPS 302 en el bus 306 en anillo. Cada dispositivo 310, 312, 314, 316, 320, 322 y 324 de conmutación puede incluir una lógica y unos relés asociados (ninguno mostrado) para la operación. El esquema de protección proporcionado por los dispositivos 310, 312, 314, 316, 320, 322 y 324 de conmutación facilita la localización de fallas en la arquitectura 300 y el aislamiento de esas fallas abriendo los dispositivos adecuados. Además, los terceros dispositivos 314 de conmutación, también denominados disyuntores de derivación, facilitan el puenteo de la bobina de choque 308 cuando el UPS 302 asociado falla o está en mantenimiento. Esto facilita la mejora de la calidad de la tensión en la carga 304 local asociada a medida que se elimina la caída de tensión en la bobina de choque 308. En la realización a modo de ejemplo, al menos un controlador 309 detecta una condición de falla dentro de la arquitectura y controla uno o más dispositivos 310, 312, 314, 316, 320, 322 y 324 de conmutación para abordar la condición de falla. Tal como se usa en el presente documento, una "condición de falla" hace referencia a cualquier escenario en el que uno o más dispositivos 310, 312, 314, 316, 320, 322 y 324 de conmutación deben conmutarse (es decir, abrirse o cerrarse) para facilitar la operación de la arquitectura 300. En consecuencia, abordar una "condición de falla" incluye puentear la bobina de choque 308 cuando el UPS 302 asociado falla o está en mantenimiento.

Para aplicaciones de bus en anillo, las bobinas de choque 308 están dimensionadas para soportar una falla total en el bus 306 en anillo durante un tiempo lo suficientemente largo para garantizar el aislamiento de la falla a través de la activación de los disyuntores específicos en la arquitectura 300. Además, para situaciones donde un disyuntor falla al abrirse, debe incorporarse un tiempo adicional para determinar y ejecutar una estrategia alternativa de aislamiento de fallas. En consecuencia, para facilitar la maximización de un período de tiempo donde el inversor en un UPS 302 asociado puede sufrir una falla total en el bus 306 en anillo, las bobinas de choque 308 pueden dimensionarse para operar el inversor en modo lineal bajo un cortocircuito en el bus 306 en anillo. Los sistemas y procedimientos descritos en el presente documento permiten el uso de bobinas de choque 308 más pequeñas. Como resultado, puede transferirse más potencia a través de las bobinas de choque 308 en condiciones tanto estáticas como dinámicas. Además, como se muestra en la figura 1, cada UPS 302 incluye un inversor 330. Son posibles diferentes diseños para los inversores 330.

Los conmutadores rápidos tienen beneficios importantes para las funciones de protección, y también en escenarios donde es necesario puentear una bobina de choque 308 como resultado de una falla de UPS. Específicamente, el uso de conmutadores más rápidos permite bobinas de choque 308 más pequeñas y, en consecuencia, permite que se transfiera más potencia a través de las bobinas de choque 308. Puede usarse cualquier combinación de tecnología de conmutadores para facilitar las funciones de protección y las funciones de derivación de bobina de

choque. En algunas realizaciones, solo los dispositivos 314 de conmutación de derivación se implementan usando conmutadores rápidos, y los dispositivos de conmutación restantes se implementan usando los disyuntores de circuito habituales. La utilización de diferentes tecnologías de conmutación facilita la reducción de costes y aumenta la factibilidad y la viabilidad de los sistemas UPS estáticos, como los que se describen en el presente documento.

5 Para la arquitectura 300, un tiempo de aislamiento de fallas, T_{FI} , puede representarse como la suma de un tiempo de detección de fallas, T_{FD} , y un tiempo de apertura de conmutador de aislamiento, T_{OS} . Es decir, $T_{FI} = T_{FD} + T_{OS}$. El tiempo de detección T_{FD} depende de los algoritmos implementados en un relé asociado, y habitualmente es de 1/2 ciclo. El tiempo de apertura T_{OS} depende de la tecnología del conmutador. Para un disyuntor de circuito, el tiempo de apertura T_{OS} puede ser, por ejemplo, de 2 ciclos. Por el contrario, para un conmutador estático que usa tiristores, el tiempo de apertura T_{OS} puede ser de 1/3 de ciclo. En consecuencia, cuando el tiempo de aislamiento de fallas T_{FI} necesita ser relativamente bajo (por ejemplo, menos de 20 milisegundos (ms)), reemplazar los disyuntores de circuito con conmutadores estáticos que usan tiristores mejora significativamente el tiempo de aislamiento de fallas T_{FI} . De este modo, la circuitería adicional es, en general, innecesaria ya que, en general, los tiristores se abren solo cuando la corriente cruza por cero.

15 La figura 2 es un diagrama 400 que ilustra la curva 402 de la asociación de fabricantes de equipos de negocios y ordenadores (CBEMA) y del consejo de la industria de la tecnología de la información (ITI). La curva 402 muestra la entrada de tensión aceptable para un servidor de tecnología de la información (IT). Como lo demuestra la curva 402, puede aceptarse una pérdida completa de tensión de hasta 20 ms. Otros estándares de calidad de potencia toleran una pérdida completa de tensión de hasta 10 ms. Esto es relevante para los sistemas de bus en anillo que usan UPS estáticos, ya que, en general, estos tienen una corriente de falla mucho menor que los UPS rotatorios, lo que da como resultado valores más grandes de bobinas de choque de bus en anillo, como las bobinas de choque 308. Esto se debe al hecho de que las bobinas de choque 308 se dimensionan habitualmente para soportar una falla sólida en el bus 306 en anillo durante el tiempo suficiente para garantizar el aislamiento de la falla a través de la activación de los disyuntores/conmutadores específicos. Además, debe considerarse un tiempo adicional para situaciones donde un disyuntor/conmutador falla al abrirse, lo que requiere una estrategia alternativa de aislamiento de fallas. En consecuencia, usar conmutadores rápidos hace posible el uso de valores más pequeños para las bobinas de choque 308.

20 Pueden usarse técnicas específicas para acelerar la desconexión. Por ejemplo, cuando se ordena apagar los tiristores, en realidad solo se abren cuando la corriente que llevan cruza por cero. En consecuencia, es posible forzar la apertura de dichos tiristores con relativa rapidez forzando patrones específicos en las tensiones de salida de UPS. En particular, tan pronto como se detecta una falla en el bus 306 en anillo (por ejemplo, usando sensores de tensión en el propio bus 306 en anillo), puede ordenarse abrir los tiristores y puede ordenarse que la tensión de salida de UPS fuerce las corrientes a través de los tiristores para invertirlas (es decir, cambiar de signo).

25 Como se ha descrito anteriormente, los dispositivos 314 de conmutación de derivación se usan para puentear una bobina de choque 308 asociada cuando un UPS 302 dado ha fallado o está en mantenimiento. Como ejemplo, si falla un primer UPS, la carga 304 local asociada con ese UPS se alimentará por los UPS restantes a través de sus bobinas de choque 308, el bus 306 en anillo y la bobina de choque 308 del UPS que ha fallado. Una vez que se cierra el dispositivo 314 de conmutación de derivación, la carga 304 local se alimentará directamente por el bus 306 en anillo. En consecuencia, el tiempo de cierre del dispositivo 314 de conmutación de derivación es importante.

30 El dispositivo 314 de conmutación de derivación es un conmutador estático que incluye tiristores, el tiempo de cierre es sustancialmente instantáneo (por ejemplo, una fracción de un milisegundo) y la caída de tensión a través de la bobina de choque 308 no es un problema.

Esto se demuestra en una gráfica 500 de la figura 3, donde un valor máximo de la bobina de choque 308 se representa como una función de la potencia a transferir.

35 Puede usarse una técnica de conmutación forzada para abrir rápidamente el tiristor. Además, puede usarse un algoritmo de estimación de corriente sin sensor para facilitar la realización de la técnica de conmutación forzada. Cada una de estas características se expone con más detalle a continuación.

La figura 4 es un diagrama de una parte 600 de una arquitectura de bus en anillo, tal como la arquitectura 300 (mostrada en la figura 1).

40 La figura 5 es un diagrama de una parte 700 de una arquitectura de bus en anillo, tal como la arquitectura 300 (mostrada en la figura 1).

45 El dispositivo 602 de conmutación rápida es un conmutador de tiristores (es decir, un rectificador controlado de silicio), que es relativamente barato y robusto. El conmutador de tiristores es un conmutador bidireccional que incluye dos tiristores dispuestos en una configuración antiparalela. En particular, los tiristores no pueden apagarse (es decir, abrirse) instantáneamente, sino que solo se apagan cuando la corriente que conducen cruza por cero.

55 En consecuencia, al usar un conmutador de tiristores como dispositivo 316 de conmutación, se usa una técnica de conmutación forzada para apagar cualquier tiristor que esté conduciendo corriente en el estado de la técnica.

Específicamente, tan pronto como se detecta una falla en el bus 306 en anillo, se emite una orden (por ejemplo, desde el controlador 309) para abrir el tiristor adecuado. Al mismo tiempo, las tensiones de inversor del UPS 302 se modifican con el fin de invertir la polarización del tiristor. Esto obliga a las corrientes en el tiristor a invertirse (por ejemplo, reducir el valor absoluto y cambiar la polaridad), lo que hace que el tiristor se abra. Para sistemas trifásicos, esto se realiza para cada fase (es decir, cada fase incluye un conmutador de tiristores con dos tiristores antiparalelos, uno de los cuales se abre a la fuerza).

Con el fin de modificar adecuadamente las tensiones de inversor, en la invención, la polaridad de la corriente de bobina de choque (es decir, la corriente a través de la bobina de choque 308) debe determinarse en el momento en que se detecte la falla. Por ejemplo, considerando una falla de fase a tierra en el bus en anillo, si la corriente de bobina de choque es positiva para la fase fallada y se conoce la tensión de bus en anillo, es necesario modificar la tensión de UPS para esa fase para forzar la corriente de bobina de choque de positivo a negativo para forzar un cruce por cero.

La corriente de bobina de choque puede medirse mediante sensores especializados, pero esto puede ser relativamente caro, y también puede ser difícil medir con precisión la amplitud de la corriente. Por ejemplo, en condiciones normales cuando las cargas 304 de UPS están equilibradas, la corriente de bobina de choque está relativamente cerca de cero. Sin embargo, durante condiciones de falla, la corriente de bobina de choque se vuelve relativamente grande. En consecuencia, puede ser un desafío encontrar sensores de corriente con suficiente resolución e intervalo de medición.

Para hacer frente a los problemas de los sensores especializados, puede usarse un algoritmo de estimación de corriente de bobina de choque sin sensor. La figura 6 es un diagrama 800 lógico del algoritmo. El algoritmo determina la corriente de bobina de choque realizando una integración de bucle abierto de la tensión a través de la bobina de choque 308, determinado para cada fase por la diferencia entre la tensión de UPS y la tensión de bus en anillo. Esta medición por sí sola puede ser relativamente sensible a la corriente inicial (desconocida) y a cualquier desviación en las tensiones de UPS o de bus en anillo medidas. Para resolver estos problemas, como se muestra en la figura 6, se usa un primer filtro 802 paso alto a la entrada de la integración y se usa un segundo filtro 804 paso alto a la salida de la integración. La integración se logra mediante un amplificador 803 de ganancia y un integrador 805. Estos filtros 802 y 804 paso alto pueden realizarse usando unos filtros 806 y 808 paso bajo con constantes de tiempo de T_{f1} habitualmente iguales a 0,1 s y T_{f2} habitualmente iguales a 0,2 s, respectivamente. El algoritmo puede implementarse, por ejemplo, usando el controlador 309.

Las figuras 7A y 7B muestran los resultados del algoritmo de estimación de corriente de bobina de choque sin sensor. La figura 7B es una parte 904 ampliada de la gráfica 902 de la figura 7A, y la gráfica 902 y la parte 904 incluyen una traza 906 de corriente y una traza 908 de tensión. En las figuras 7A y 7B, el algoritmo se inicia en el tiempo $t = 0$ s, y el sistema tiene un error de desviación de 10 voltios (V). La figura 7A demuestra cómo los filtros paso alto eliminan el error de estimación de la corriente de bobina de choque. En el tiempo $t = 1,004$ s, se simula una falla en el bus 306 en anillo, y la corriente de falla alto se estima correctamente durante varios ciclos usando el algoritmo de estimación de corriente de bobina de choque sin sensor. Dependiendo del ángulo de fase de la falla, puede aparecer un componente de corriente continua. Este componente de corriente continua se eliminaría lentamente por los filtros paso alto, creando un error de estimación. Sin embargo, este error de estimación no es problemático, ya que el objetivo del algoritmo es obtener el valor de corriente de bobina de choque en el momento de la falla, con el fin de polarizar adecuadamente la bobina de choque 308 aplicando la tensión de UPS adecuada.

En particular, los sistemas y procedimientos descritos en el presente documento pueden aplicarse con independencia del nivel de tensión, y, más específicamente, pueden aplicarse tanto a aplicaciones de baja tensión (LV) (por ejemplo, 480 V fase-fase) como de media tensión (MV) (por ejemplo, 13,8 kV fase-fase).

Anteriormente, se han descrito en detalle realizaciones a modo de ejemplo de sistemas y procedimientos para sistemas de alimentación ininterrumpida. Al menos un efecto técnico de los sistemas y procedimientos descritos en el presente documento incluye (a) detectar una condición de falla en un sistema de bus en anillo; y (b) conmutar al menos un conmutador en el sistema de bus en anillo para abordar la condición de falla, en el que al menos un conmutador está eléctricamente acoplado entre un UPS de una pluralidad de UPS y un bus en anillo, y en el que el al menos un conmutador tiene un tiempo de apertura de menos de 10 milisegundos.

El orden de ejecución o realización de las operaciones en las realizaciones de la invención ilustradas y descritas en el presente documento no es esencial, a menos que se especifique lo contrario. Es decir, las operaciones pueden realizarse en cualquier orden, a menos que se especifique lo contrario, y las realizaciones de la invención pueden incluir operaciones adicionales o menos operaciones que las desveladas en el presente documento. Por ejemplo, se contempla que la ejecución o realización de una operación específica antes, simultáneamente o después de otra operación esté dentro del ámbito de los aspectos de la invención.

El ámbito patentable de la invención se define por las reivindicaciones, y puede incluir otros ejemplos que se les ocurran a los expertos en la materia. Se pretende que dichos otros ejemplos estén dentro del ámbito de las reivindicaciones si tienen elementos estructurales que no difieren del lenguaje literal de las reivindicaciones, o si incluyen elementos estructurales equivalentes con diferencias insustanciales con respecto al lenguaje literal de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (300) que comprende:

una pluralidad de sistemas (302) de alimentación ininterrumpida (UPS);
un bus (306) en anillo;

5 una pluralidad de bobinas de choque (308), acoplado eléctricamente cada bobina de choque (308) de dicha pluralidad de bobinas de choque (308) un UPS asociado de dicha pluralidad de UPS a dicho bus (306) en anillo; al menos un conmutador de tiristores que comprende dos tiristores antiparalelos acoplados eléctricamente entre una bobina de choque (308) de dicha pluralidad de bobinas de choque (308) y dicho bus (306) en anillo; al menos un controlador (309) configurado para:

10 detectar una falla en dicho bus (306) en anillo; **caracterizado porque** el controlador (309) está configurado además para

determinar una polaridad de una corriente a través de dicho conmutador de tiristores;

modificar una tensión de al menos un UPS (302) de dicha pluralidad de UPS para invertir la polaridad de la corriente a través de dicho conmutador de tiristores;

15 en el que para determinar la polaridad de una corriente a través de dicho conmutador de tiristores, dicho al menos un controlador (309) está configurado para realizar una integración de bucle abierto de una tensión a través de dicha una bobina de choque (308).

2. Un sistema (300) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que para realizar una integración de bucle abierto de una tensión a través de dicha una bobina de choque (308), dicho al menos un controlador (309) está configurado para realizar un filtrado de paso alto antes y después de la integración.

20 3. Un procedimiento de control de un sistema (300) de alimentación de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende detectar, usando el al menos un controlador (309), una condición de falla en el sistema (300) de alimentación, conmutar el al menos un conmutador de tiristores, y **caracterizado porque** conmutar dicho conmutador de tiristores comprende:

25 determinar una polaridad de una corriente a través de dicho conmutador (310) de tiristores; y

modificar una tensión de al menos un UPS (302) para invertir la polaridad de la corriente a través de dicho conmutador de tiristores, en el que

determinar una polaridad de una corriente a través de dicho conmutador (310) de tiristores comprende realizar una integración de bucle abierto de una tensión a través de la una bobina de choque (308).

30

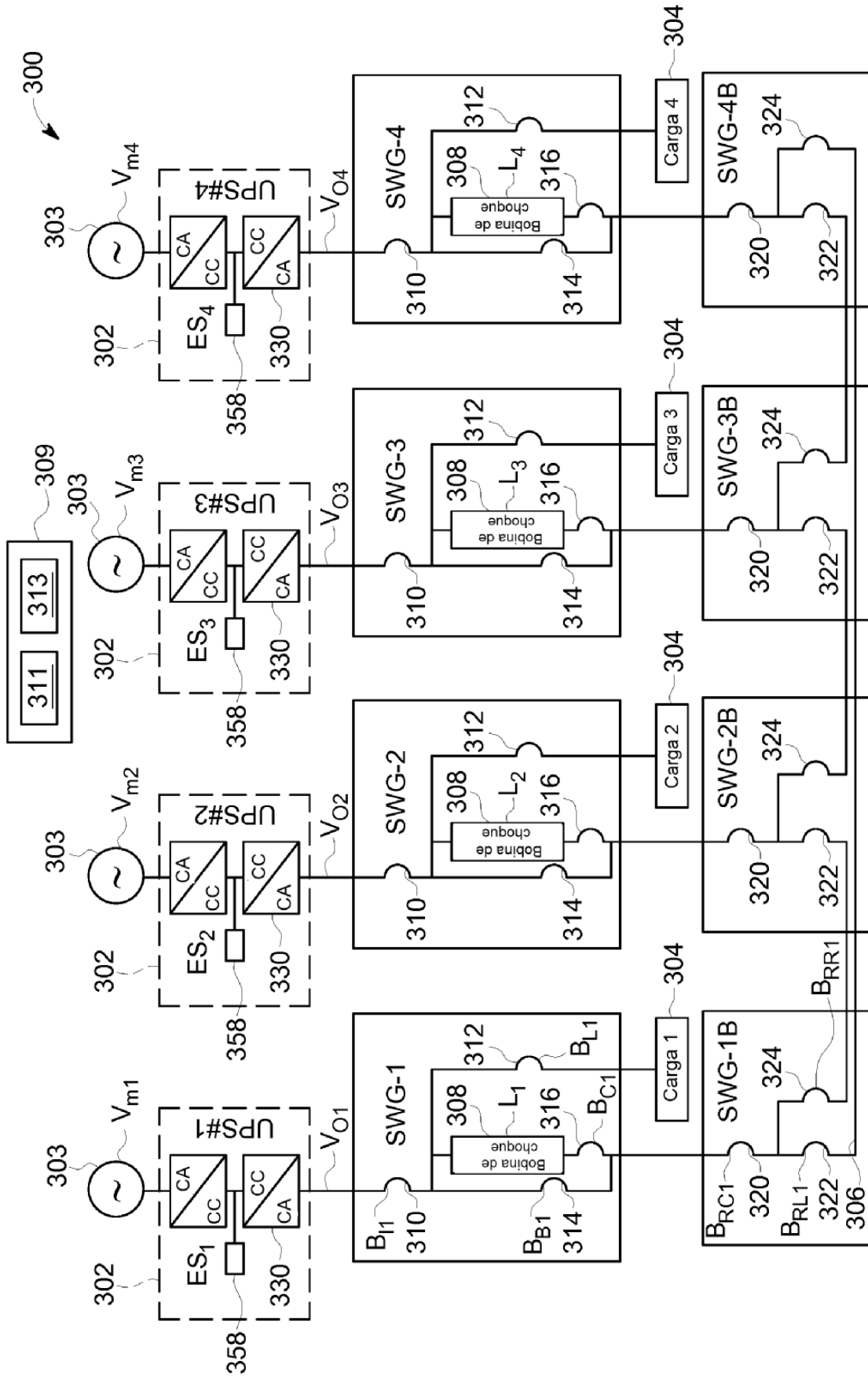


FIG. 1

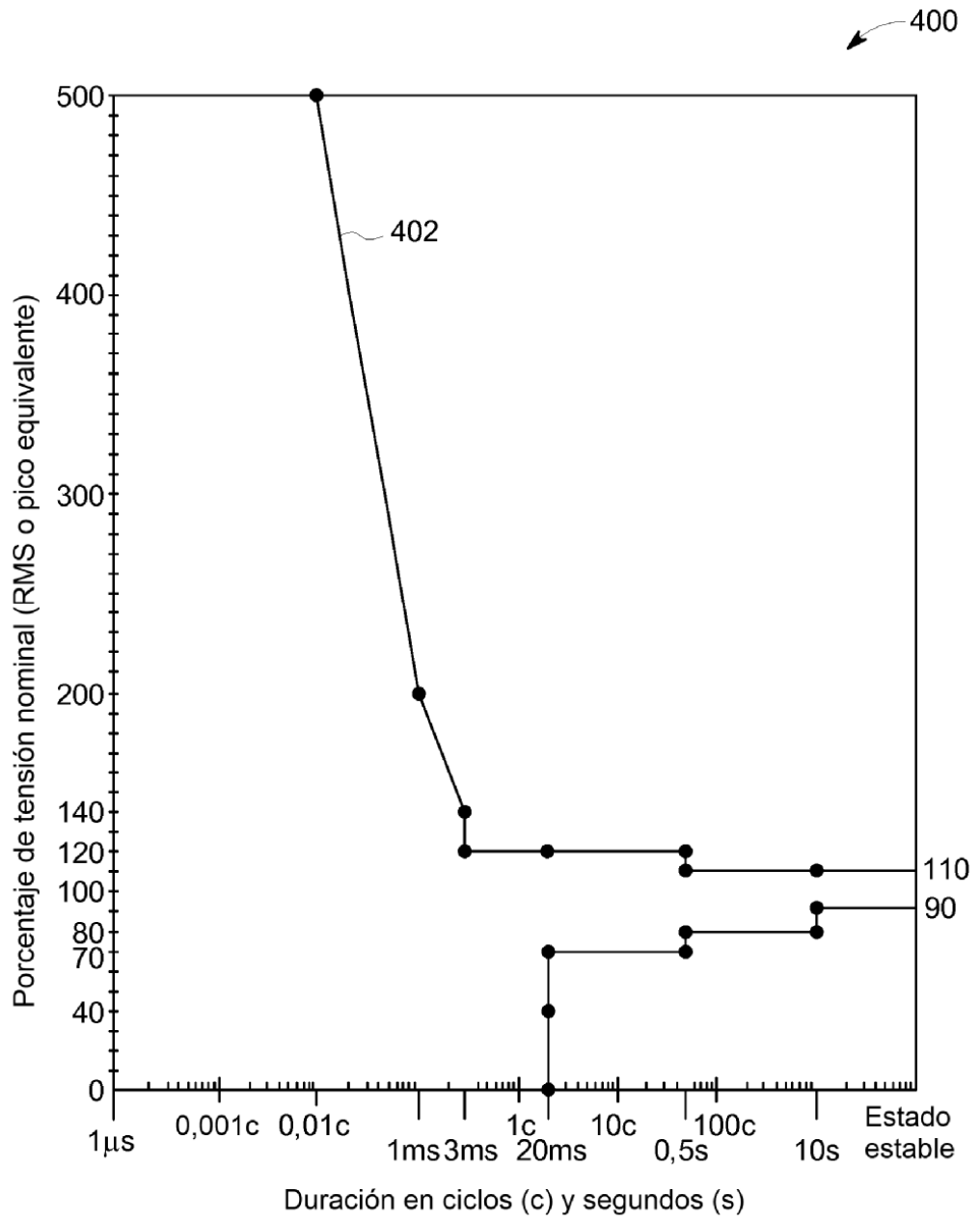


FIG. 2

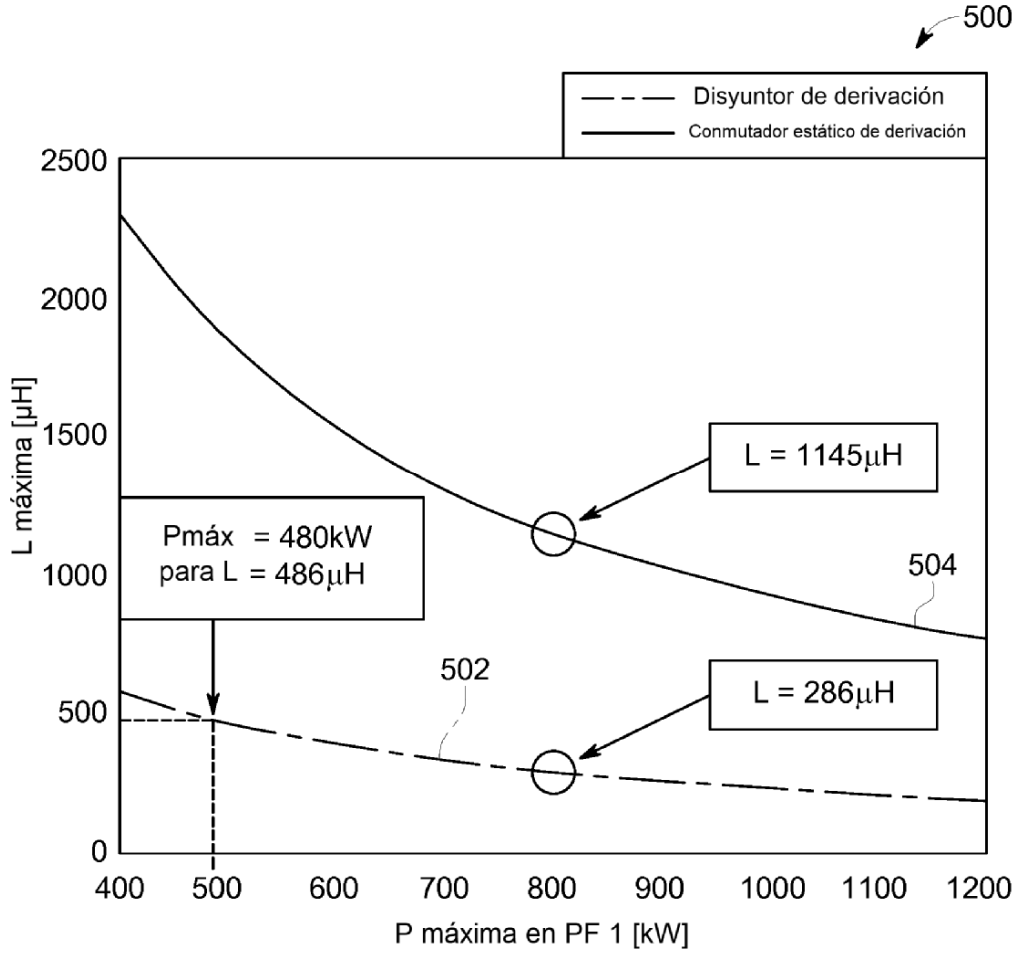


FIG. 3

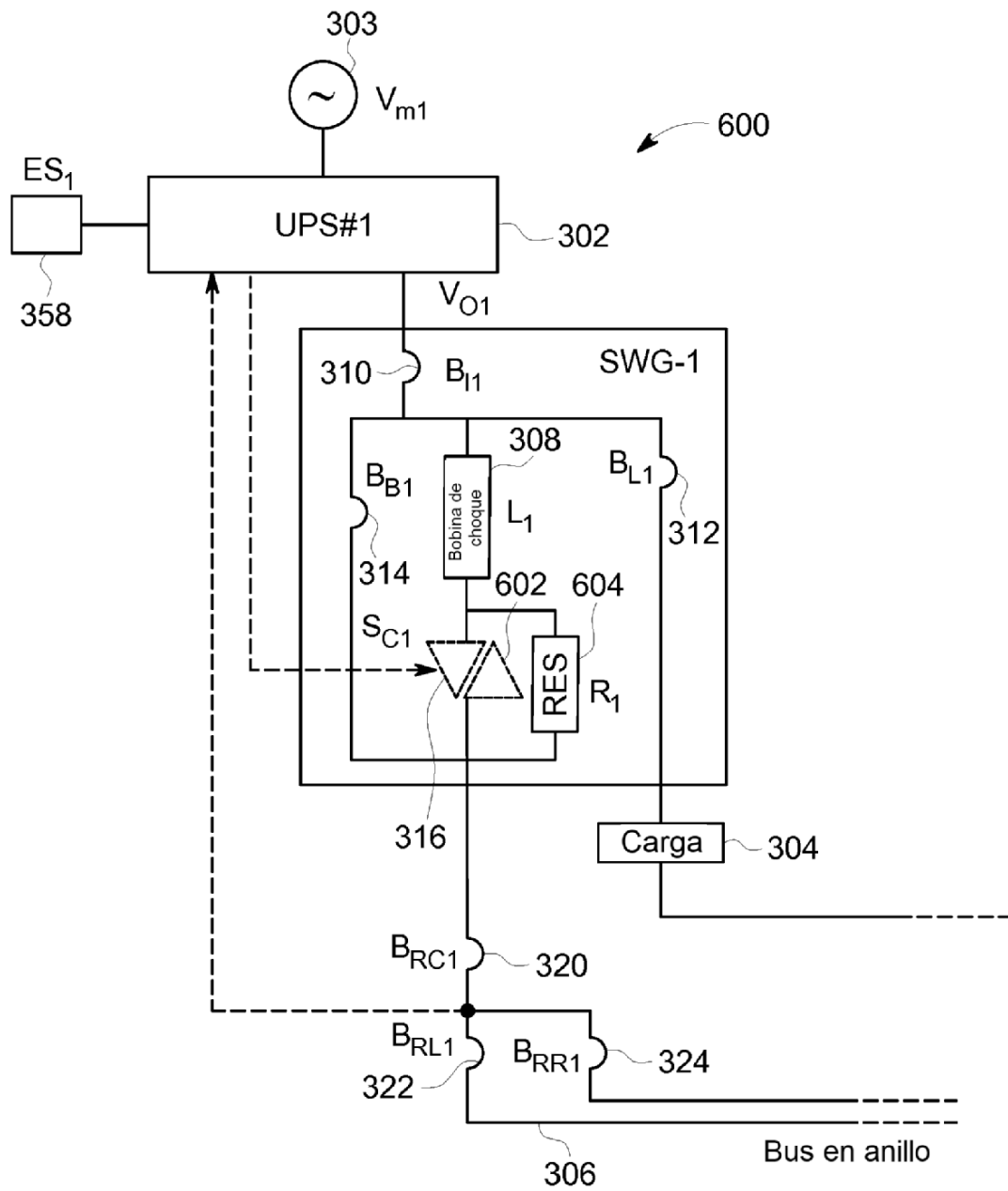


FIG. 4

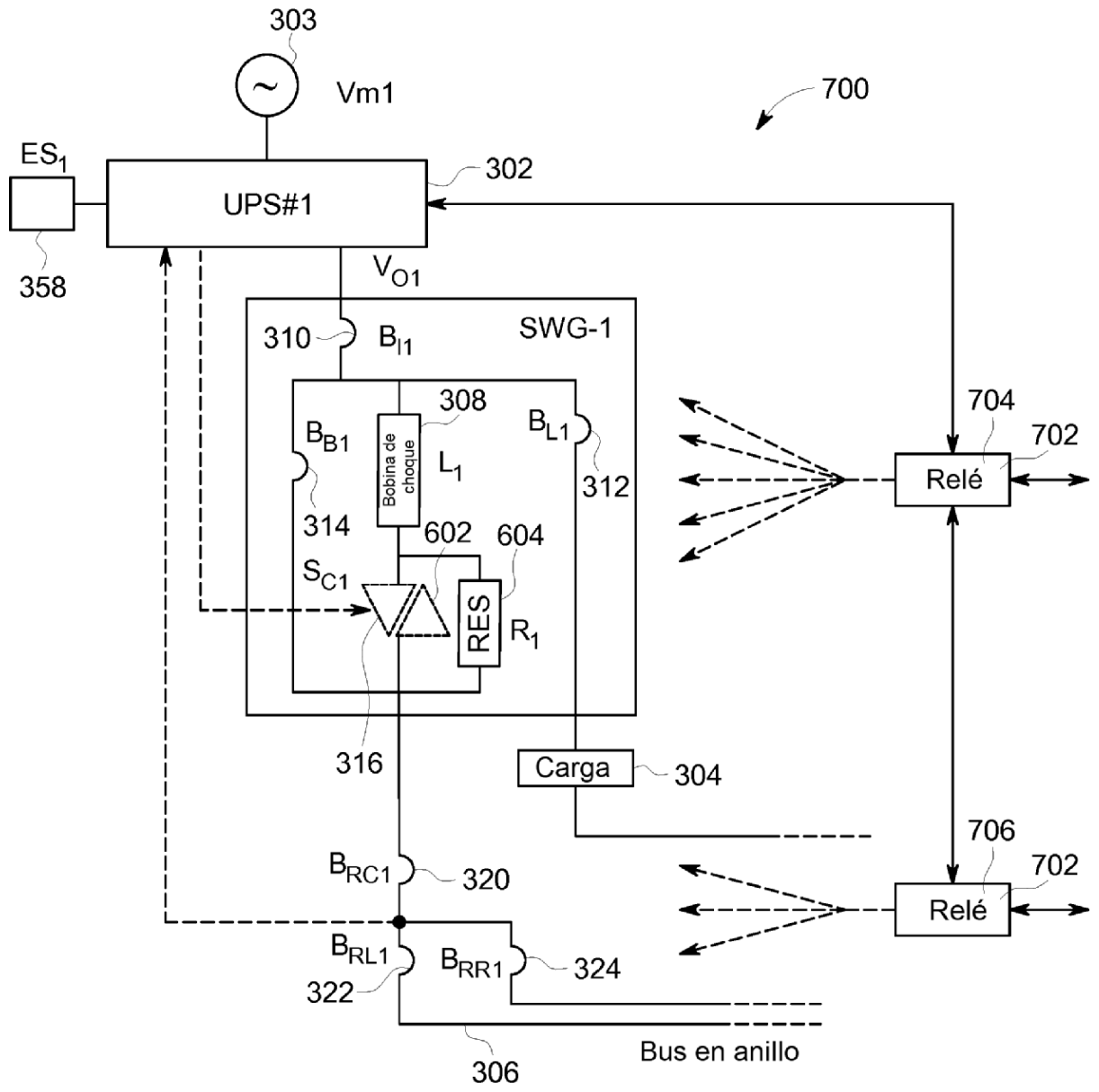


FIG. 5

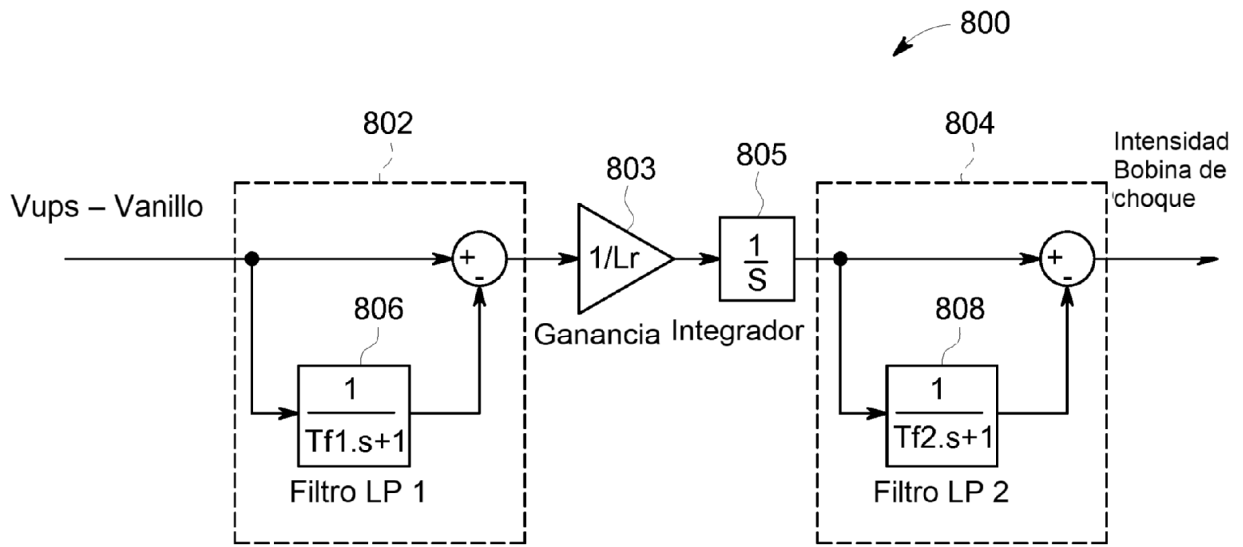


FIG. 6

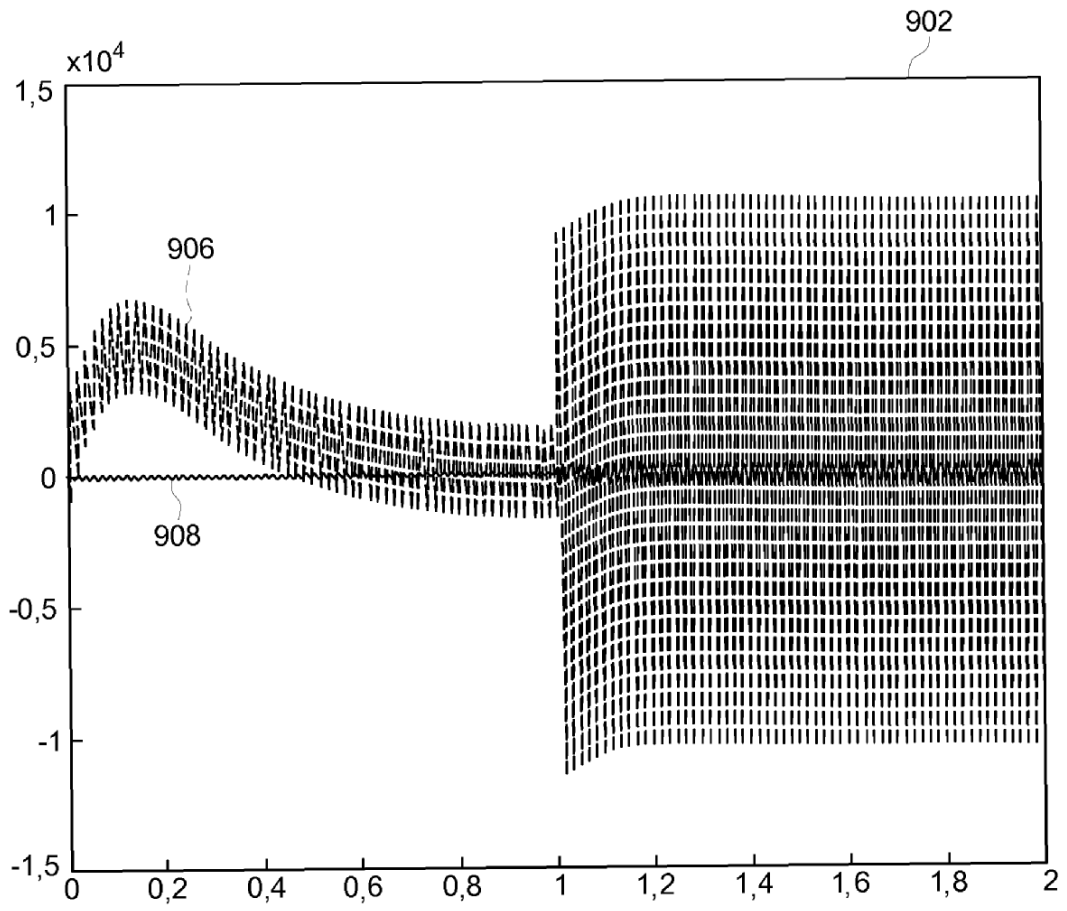


FIG. 7A

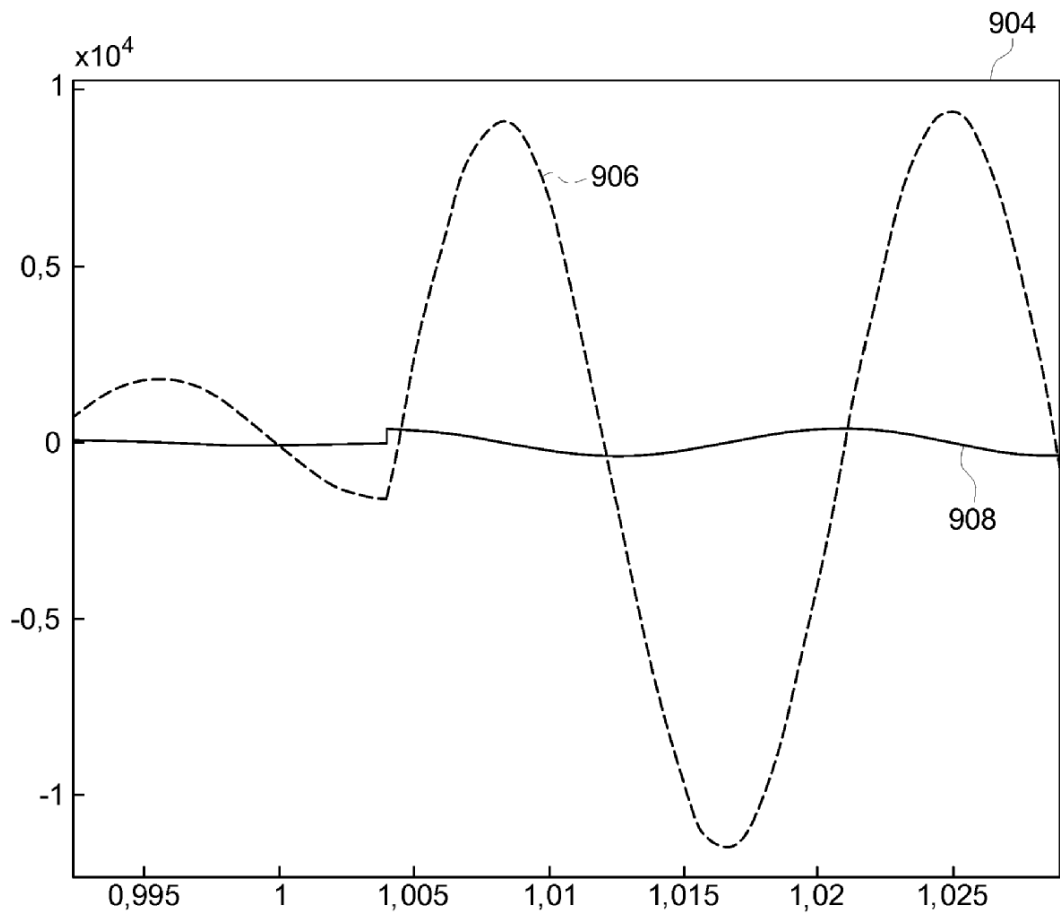


FIG. 7B