

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 745 126**

51 Int. Cl.:

**H02M 7/217** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.02.2011 PCT/IB2011/050602**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.08.2011 WO11101779**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.02.2011 E 11710325 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.06.2019 EP 2537243**

54 Título: **Sistema de alimentación eléctrica con pérdidas de energía reducidas, un dispositivo electrónico y un controlador**

30 Prioridad:

**18.02.2010 EP 10153935**

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

**27.02.2020**

73 Titular/es:

**KONINKLIJKE PHILIPS N.V. (100.0%)  
High Tech Campus 52  
5656 AG Eindhoven, NL**

72 Inventor/es:

**ETTES, WILHELMUS;  
VAN LANGEVELDE, RONALD;  
VEENSTRA, HUGO y  
SCHOOF, FRANCISCUS, ADRIANUS,  
CORNELIS, MARIA**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 745 126 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**

Sistema de alimentación eléctrica con pérdidas de energía reducidas, un dispositivo electrónico y un controlador

5 CAMPO DE LA INVENCION

La invención se refiere al campo de los sistemas de alimentación eléctrica de acoplamiento capacitivo.

10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

10 Los electrodomésticos a menudo tienen un controlador que requiere una baja tensión de alimentación y una etapa de energía que se alimenta desde la tensión de la red. El controlador enciende y apaga la etapa de energía y controla el funcionamiento de la misma. La etapa de energía realiza la función principal del electrodoméstico. El controlador responde, por ejemplo, a un botón pulsador o una señal de un dispositivo de control remoto para encender y apagar la etapa de energía. Cuando el electrodoméstico está conectado a la tensión de red, el controlador solo monitorea las señales que pueden indicar que el electrodoméstico tiene que estar encendido. El modo en el que se apaga la etapa de energía se denomina modo de espera. En el modo de espera, solo se consume una pequeña cantidad de energía a baja tensión para mantener despierto el controlador y/o un sensor de control remoto opcional. Cuando se recibe una señal para encender el dispositivo, el controlador entra en el modo operativo. La etapa de energía se enciende y el controlador comienza a controlar la etapa de energía. Además, el controlador puede encender una interfaz de usuario para recibir información adicional del usuario y/o proporcionar comentarios al usuario. En general, la interfaz de usuario también funciona con una baja tensión de alimentación. En el modo operativo, los circuitos de baja tensión de alimentación consumen más energía que la energía de reserva.

25 Un ejemplo de este tipo de electrodomésticos es una cafetera que se puede encender y apagar mediante un botón pulsador. Cuando la cafetera se enciende presionando el botón de encendido/apagado, el controlador cambia la cafetera al modo operativo en el que, dependiendo de las diferentes etapas de la preparación del café, el funcionamiento del elemento calefactor y, por ejemplo, el funcionamiento de la bomba de agua está controlada. Cuando se presiona el botón de encendido/apagado una vez más, el controlador apaga el elemento calefactor y/o la bomba de agua y entra en el modo de espera durante el cual solo se monitorean las señales del botón.

35 La baja tensión de alimentación a menudo es suministrada por una alimentación eléctrica capacitiva. Una alimentación eléctrica capacitiva tiene un condensador que proporciona un acoplamiento capacitivo a una tensión de red de CA y actúa como una bomba de carga. Se usa un circuito rectificador para obtener una tensión de CC que a menudo está limitada a una tensión baja por un diodo zener. Dependiendo de la configuración específica del circuito rectificador, solo la mitad de la onda de tensión de red de CA se convierte en la tensión de alimentación de CC baja o, si se implementa la rectificación de onda completa, se convierte toda la onda de tensión de red de CA. A menudo, una resistencia de sobretensión está acoplada en serie con el condensador y, a menudo, una resistencia de purga está acoplada en paralelo al condensador. La resistencia de sobretensión protege la alimentación eléctrica frente a máximos de tensión de red y la resistencia de purga descarga el condensador cuando la alimentación eléctrica se desconecta de la tensión de red.

45 La alimentación eléctrica capacitiva es una alimentación eléctrica relativamente eficiente porque el condensador no disipa la energía. Sin embargo, la alimentación eléctrica capacitiva puede proporcionar una cantidad limitada de energía solamente, porque la corriente máxima que se puede suministrar está limitada por la impedancia del condensador a la frecuencia de tensión de la red. La alimentación eléctrica capacitiva está dimensionada para la cantidad máxima de energía que debe suministrarse en un modo operativo del electrodoméstico. Sin embargo, si el aparato consume menos energía, la alimentación eléctrica capacitiva disipa la energía excedente. Especialmente en el modo de espera, el diodo zener disipa demasiada energía, porque la energía que se suministró al aparato en el modo operativo se disipa por el diodo zener en el modo de espera. Además, la resistencia de sobretensión y la resistencia de purga disipan energía tanto en el modo operativo como en el modo de espera. La disipación de energía, especialmente, en el modo de espera es demasiado alta y, como tal, la eficiencia de la alimentación eléctrica capacitiva es demasiado baja en el modo de espera.

55 La disipación de energía en la resistencia de sobretensión, la resistencia de purga y el diodo zener tienen una relación lineal o cuadrática con la capacitancia del condensador. Un condensador más pequeño produce pérdidas de energía más pequeñas. La reducción de la capacitancia del condensador a menudo no es posible, porque la energía máxima suministrable también tiene una relación lineal con la capacitancia del condensador.

60 El documento DE 199 34 850 A1 describe una alimentación eléctrica capacitiva en la que se aplican dos modos de operación eligiendo dos valores diferentes de acoplamiento capacitivo utilizando dos capacitancias conectadas en serie. Al cortocircuitar una capacitancia, la salida se adapta según la necesidad de la carga.

65 RESUMEN DE LA INVENCION

Es un objeto de la invención proporcionar un sistema de alimentación eléctrica más eficiente.

Un primer aspecto de la invención proporciona un sistema de alimentación eléctrica según la reivindicación 1. Un segundo aspecto de la invención proporciona un dispositivo electrónico como se reivindica en la reivindicación 13. Un tercer aspecto de la invención proporciona un dispositivo electrónico como se reivindica en la reivindicación 14. Un cuarto aspecto de la invención proporciona un controlador como se reivindica en la reivindicación 15. Las realizaciones ventajosas se definen en las reivindicaciones dependientes.

Un sistema de alimentación eléctrica según el primer aspecto de la invención comprende una primera entrada para recibir una tensión de CA y una salida para suministrar energía a una carga. El sistema de alimentación eléctrica comprende además un convertidor CC-CC, un circuito rectificador y un limitador de tensión. El convertidor CC-CC suministra energía a la salida del sistema de alimentación eléctrica y comprende una segunda entrada que está acoplada capacitivamente a la primera entrada. El circuito rectificador está acoplado capacitivamente a la primera entrada y está dispuesto entre la primera entrada y la salida. El circuito rectificador suministra una tensión de salida rectificada a la salida. El limitador de tensión está acoplado a la salida y limita la tensión de salida rectificada a una tensión predefinida.

La energía que consume la carga se proporciona a través de dos partes del sistema de alimentación eléctrica. Una parte es el circuito rectificador que está acoplado capacitivamente a la tensión de red. El circuito rectificador proporciona una tensión rectificada a través de la salida a la carga. La tensión rectificada en la salida del sistema de alimentación eléctrica está limitada por el limitador de tensión a la tensión predefinida. La cantidad de energía que puede suministrarse a través del circuito rectificador está limitada por la capacitancia de un condensador que acopla el circuito rectificador a la primera entrada del sistema de alimentación eléctrica. Sin embargo, la tensión de salida tiende a aumentar si la carga no consume toda la energía que puede suministrarse a través del circuito rectificador. Si la tensión de salida aumenta demasiado, el limitador de tensión evita el aumento por encima de la tensión predefinida disipando una parte de la energía recibida del circuito rectificador.

Otra parte del sistema de alimentación eléctrica es el convertidor CC-CC. El convertidor CC-CC tiene una segunda entrada que está acoplada capacitivamente a la tensión de red. El convertidor CC-CC convierte una primera tensión recibida por la segunda entrada en una segunda tensión y proporciona energía a la salida del sistema de alimentación eléctrica.

En el modo de espera de un aparato que comprende el sistema de alimentación eléctrica, la carga no consume mucha energía. La energía de reserva se puede proporcionar a través del circuito rectificador. En el modo operativo, la carga consume más energía y el convertidor CC-CC puede proporcionar energía adicional. Por lo tanto, el circuito rectificador y el condensador que acopla capacitivamente el circuito rectificador a la primera entrada pueden dimensionarse sobre la base de los requisitos de energía del modo de espera solamente. Hacer coincidir la capacitancia del acoplamiento capacitivo del circuito rectificador con el uso de energía en el modo de espera evita la disipación de una gran cantidad de energía que se proporciona a través del circuito rectificador por el circuito de limitación de tensión en el modo de espera. Por lo tanto, el sistema de alimentación eléctrica opera de manera más eficiente en el modo de espera.

El convertidor CC-CC y el condensador que proporciona el acoplamiento capacitivo del convertidor CC-CC pueden dimensionarse para el uso de energía esperado de la carga en el modo operativo. Si la carga no consume mucha energía, el convertidor CC-CC no convierte ninguna, o solo una pequeña cantidad de energía. Se sabe que los convertidores CC-CC también disipan algo de energía, sin embargo, son relativamente eficientes. Por lo tanto, en el modo de espera, la posible pequeña disipación de energía en el convertidor CC-CC no supera la reducción relativamente grande de la disipación de energía en el limitador de tensión.

Además, un convertidor CC-CC a menudo requiere una circuitería de filtro de manera que el convertidor CC-CC sea compatible electromagnéticamente. Los inventores vieron que el convertidor CC-CC del sistema de alimentación eléctrica según el primer aspecto de la invención no requiere dicha circuitería de filtro para proporcionar un sistema de alimentación eléctrica que sea compatible electromagnéticamente.

La tensión de CA que recibe la entrada del sistema de alimentación eléctrica puede ser la tensión de la red, pero también puede ser otra tensión de CA. Cabe señalar que la tensión de CA no significa necesariamente que el nivel de tensión de la tensión de CA alterna entre una tensión positiva y una negativa. El nivel de tensión también puede alternar entre dos tensiones positivas diferentes o entre dos tensiones negativas diferentes. El acoplamiento capacitivo del circuito rectificador y el convertidor CC-CC a la tensión de CA puede ser proporcionado por un condensador compartido o por una pluralidad de condensadores de los cuales cada condensador específico es utilizado por el convertidor CC-CC o por el circuito rectificador. Debido al acoplamiento capacitivo, el circuito tiene un comportamiento de bomba de carga. El circuito rectificador puede ser un circuito rectificador de media onda que solo conduce una corriente ya sea cuando la tensión de CA aumenta o cuando la tensión de CA disminuye. El circuito rectificador puede ser un circuito rectificador de onda completa que conduce una corriente cuando la tensión de CA aumenta y cuando la tensión de CA disminuye. El convertidor CC-CC puede recibir la energía de la mitad de la onda de CA de la tensión de CA de entrada, por ejemplo, solo una parte de tensión creciente de la onda de CA, y el circuito rectificador solo rectifica la otra mitad de la onda de CA, por ejemplo, solo una parte de tensión decreciente de la onda de CA. Además, el convertidor CC-CC no está limitado a un tipo específico de convertidor CC-CC. El limitador de tensión puede ser un

diodo zener, o un circuito integrado, que limita o estabiliza la tensión de la salida.

5 Cabe señalar que el circuito rectificador proporciona una tensión rectificada que es una tensión que no alterna entre positiva y negativa, pero puede alternar entre un valor máximo y un valor mínimo, que puede ser un valor sustancialmente igual a cero. Los valores mínimo y máximo tienen el mismo signo, por ejemplo, ambos son positivos. En una realización práctica, la tensión rectificada se proporciona a un almacenamiento de energía, tal como un condensador de almacenamiento, para obtener una tensión rectificada más suave que es una tensión de CC sustancialmente estable.

10 En una realización, el sistema de alimentación eléctrica comprende además un circuito rectificador adicional y un limitador de tensión adicional. El circuito rectificador adicional está acoplado capacitivamente a la primera entrada y proporciona una tensión rectificada adicional a la segunda entrada. El limitador de tensión adicional está acoplado a la segunda entrada y limita la tensión rectificada adicional de la segunda entrada a una tensión predefinida adicional.

15 El condensador del acoplamiento capacitivo actúa como fuente de corriente. El dimensionamiento del condensador y la tensión predefinida adicional determinan la energía que puede recibir el convertidor CC-CC y que puede convertir el convertidor CC-CC. El dimensionamiento se puede realizar de manera que se encuentre un óptimo entre la disipación de energía en el limitador de tensión adicional, especialmente en un modo de espera, y la cantidad de energía que puede convertir el convertidor CC-CC. Por lo tanto, el sistema de alimentación eléctrica puede operar de  
20 manera más eficiente.

La tensión de CA en la entrada suele ser la tensión de red. Los componentes del sistema de alimentación eléctrica que reciben o pueden recibir una tensión tan alta tienen que dimensionarse para resistir la alta tensión. Especialmente en el convertidor CC-CC, varios componentes, como un interruptor controlable y posiblemente un controlador, deben  
25 fabricarse con un procedimiento de alta tensión que resulta en componentes mucho más costosos del convertidor CC-CC. Al limitar la tensión predefinida adicional a una tensión baja, los componentes del convertidor CC-CC pueden fabricarse a un precio más bajo.

Básicamente, el sistema de alimentación eléctrica de la realización puede ser un suministro capacitivo de onda  
30 completa con dos tensiones de salida de las cuales una de las tensiones de salida se convierte en la otra tensión de salida por el convertidor CC-CC. Las alimentaciones eléctricas de onda completa conocidas a menudo tienen una primera tensión de salida, un terminal de salida neutral y una segunda tensión de salida cuyo valor absoluto es el mismo que el valor absoluto de la primera tensión y el signo de la segunda tensión de salida difiere del signo de la primera tensión de salida. Sin embargo, si con una alimentación eléctrica de onda completa de este tipo solo se debe  
35 suministrar una tensión, la primera tensión y la segunda tensión deben reducirse de manera que se pueda obtener una tensión conectando la carga entre los terminales de salida con la primera y la segunda tensión de salida. Pero, reducir la tensión de salida da como resultado un aumento de la capacitancia del condensador o condensadores del acoplamiento capacitivo cuando la energía de salida total requerida debe permanecer igual. En consecuencia, se introduce una mayor pérdida de energía de reserva. Con el sistema de alimentación eléctrica según la realización, la  
40 tensión de salida no debe reducirse porque la primera tensión se convierte en la segunda tensión. Por lo tanto, la capacitancia del condensador o los condensadores del acoplamiento capacitivo no deben aumentarse y se evita un aumento de las pérdidas de energía en el modo de espera.

45 En una realización adicional, el valor absoluto de la tensión predefinida adicional es mayor que el valor absoluto de la tensión predefinida.

Varias pérdidas de energía en el sistema de alimentación eléctrica tienen una relación lineal o cuadrática con la capacitancia del condensador. Especialmente, la disipación de energía en el limitador de tensión o en el limitador de  
50 tensión adicional tiene una relación lineal con la capacitancia del condensador. Además, en una realización práctica del sistema de alimentación eléctrica, el acoplamiento capacitivo comprende una resistencia de purga y una resistencia de sobretensión que también disipan energía y su disipación tiene una relación cuadrática y lineal, respectivamente, con la capacitancia del condensador.

La tensión predefinida está determinada por los requisitos de la carga. La energía que consume la carga, por ejemplo,  
55 en el modo de espera, puede proporcionarse a través del circuito rectificador y depende de la corriente que puede proporcionarse a través del acoplamiento capacitivo del circuito rectificador. La capacitancia del condensador que proporciona el acoplamiento capacitivo al circuito rectificador puede minimizarse para el modo de espera. Como tal, las pérdidas de energía se minimizan en una primera rama del sistema de alimentación eléctrica que comprende el  
60 circuito rectificador.

Una segunda rama del sistema de alimentación eléctrica, que comprende el circuito rectificador adicional y el  
65 convertidor CC-CC, puede proporcionar una cantidad adicional de energía a la salida que está limitada por la capacitancia del condensador y el valor de la tensión predefinida adicional. La capacitancia del condensador determina la corriente máxima que puede proporcionarse a la segunda entrada del convertidor CC-CC. Al aumentar la tensión predefinida adicional a una misma corriente, la cantidad de energía que puede proporcionarse a través de la segunda rama aumenta sin aumentar la capacitancia del condensador que proporciona el acoplamiento capacitivo de la

segunda rama. Por lo tanto, una cantidad relativamente baja de energía puede ser disipada en el limitador de tensión adicional y/o puede ser disipada en la resistencia de purga y sobretensión del acoplamiento capacitivo de la segunda rama.

5 Por lo tanto, la disipación de energía en la primera rama y la segunda rama es limitada y, como tal, el sistema de alimentación eléctrica funciona de manera más eficiente.

10 El convertidor CC-CC opera de manera relativamente eficiente y disipa solo una pequeña cantidad de energía mientras convierte la tensión en la segunda entrada a la energía que se proporciona a la salida del sistema de alimentación eléctrica. Las pérdidas de energía en el convertidor CC-CC son mucho más pequeñas que la reducción de las pérdidas de energía en el limitador de tensión adicional y el acoplamiento capacitivo.

15 El acoplamiento capacitivo de la primera rama puede proporcionarse a través de otro condensador que el condensador de la segunda rama. Cabe señalar que también se puede usar un solo condensador para proporcionar el acoplamiento capacitivo de ambos circuitos rectificadores a la entrada del sistema de alimentación eléctrica. Especialmente cuando la primera rama solo usa la energía de media onda de la onda de entrada de CA y cuando la segunda rama usa la energía de la otra media onda de la onda de entrada de CA, solo se debe usar un condensador, lo cual es ventajoso con respecto a los costos del sistema de alimentación eléctrica. Da como resultado un sistema de alimentación eléctrica en el que durante la mitad de la onda de entrada de CA el condensador proporciona corriente a la primera rama, y durante la otra mitad de onda el condensador proporciona corriente a la segunda rama. La capacitancia del condensador determina el valor de la corriente. Al elegir una tensión predefinida específica y una tensión predefinida adicional específica, la cantidad de energía que puede suministrarse a través de la primera rama y la segunda rama puede dimensionarse, mientras que las pérdidas de energía se determinan principalmente por la capacitancia del condensador.

25 En una realización adicional, el sistema de alimentación eléctrica opera en un modo de espera o en un modo operativo. En el modo operativo, se proporciona energía operativa a la carga y en el modo de espera se proporciona energía de reserva en la salida del sistema de alimentación eléctrica. El sistema de alimentación eléctrica comprende además un interruptor controlable que está dispuesto en paralelo al limitador de tensión adicional. Al cerrar el interruptor controlable, el limitador de tensión adicional se cortocircuita. El sistema de alimentación eléctrica comprende además un controlador para cerrar el interruptor controlable en el modo de espera. O, el sistema de alimentación eléctrica comprende un interruptor controlable de cortocircuito adicional dispuesto entre un nodo compartido por el acoplamiento capacitivo y el circuito rectificador adicional y un nodo del sistema de alimentación eléctrica que tiene una tensión de neutro, y comprende el controlador para cerrar el interruptor controlable de cortocircuito en el modo de espera.

35 El cierre del interruptor controlable reduce la tensión a través del limitador de tensión adicional a cero, lo que evita la disipación de energía en el limitador de tensión adicional. Efectivamente, en el modo de espera, el condensador del acoplamiento capacitivo entre el circuito rectificador adicional y la entrada está conectado en paralelo a la tensión de CA de la entrada. Un condensador en paralelo a una tensión de CA no disipa energía. Además, el cierre del interruptor reduce la tensión de la segunda entrada a cero, lo que resulta en la desconexión del convertidor CC-CC. Por lo tanto, el convertidor CC-CC no puede disipar energía en el modo de espera. Por lo tanto, el cierre del interruptor da como resultado una alimentación eléctrica más eficiente en el modo de espera.

45 Cabe señalar que la cantidad de energía de reserva que puede proporcionar el sistema de alimentación eléctrica es menor que la cantidad de energía operativa. Además, debe tenerse en cuenta que tanto en el modo de espera como en el modo operativo, el sistema de alimentación eléctrica consume más energía de la tensión de CA en la primera entrada que la cantidad de energía que consume la carga debido a las pérdidas de energía en el sistema de alimentación eléctrica. Por ejemplo, en el modo de espera, el consumo de energía total del sistema de alimentación eléctrica es la suma de la disipación de energía del sistema de alimentación eléctrica en el modo de espera y el consumo de energía por la carga en el modo de espera.

50 En una realización, el valor absoluto de la tensión predefinida adicional está en un intervalo que tiene un límite inferior del valor absoluto de la tensión predefinida y que tiene un límite superior que es un valor 20 veces mayor que el valor absoluto de la tensión predefinida.

55 Como se analizó en otra realización, tan pronto como la tensión predefinida adicional sea mayor que la tensión predefinida, una rama del sistema de alimentación eléctrica que comprende el convertidor CC-CC y el circuito rectificador adicional puede proporcionar más energía. Por otro lado, si todavía tiene que suministrarse la misma cantidad de energía, la capacidad del condensador que proporciona el acoplamiento capacitivo de la rama puede reducirse y, como tal, las pérdidas de energía en la rama se reducen. El límite superior de la tensión predefinida adicional está limitado principalmente por los costes de producción de los componentes del convertidor CC-CC. Por ejemplo, cuando la tensión predefinida adicional es, por ejemplo, 2,5 voltios, el límite superior para la tensión predefinida adicional es 50 voltios, lo que todavía permite el uso de solo componentes de baja tensión en el convertidor CC-CC. En general, un componente de baja tensión no se fabrica para soportar una tensión superior a 100 voltios.

60 Por lo tanto, el límite superior para la tensión predefinida adicional puede ser de 100 voltios, sin embargo, un margen de seguridad de un factor 2 da como resultado un sistema de alimentación eléctrica más confiable.

## ES 2 745 126 T3

En otra realización, la tensión predefinida es -5 voltios y la tensión predefinida adicional está en un intervalo de 5 a 50 voltios.

5 Una tensión predefinida de -5 voltios es ventajosa para su uso en electrodomésticos si un triac en la circuitería de red del electrodoméstico tiene que ser cambiado por un controlador que recibe su energía de la salida del sistema de alimentación eléctrica. El triac consume menos energía de la señal de desplazamiento triac de baja tensión cuando la señal de desplazamiento triac es una tensión negativa.

10 En otra realización, la tensión predefinida es sustancialmente -3,3 voltios y la tensión predefinida adicional está en un intervalo de 3,3 a 33 voltios.

15 La tensión predefinida adicional es una tensión positiva, mientras que la tensión predefinida es una tensión negativa. Esto es ventajoso porque permite, por ejemplo, la generación de la tensión predefinida sobre la base de la parte de tensión decreciente de la onda de tensión de entrada de CA y permite la generación de la tensión predefinida adicional sobre la base de la parte de tensión creciente de la onda de entrada de CA y, como se analizó en otra realización, esto puede dar como resultado una capacitancia más baja del condensador o condensadores que proporcionan el acoplamiento capacitivo a la tensión de entrada de CA.

20 El intervalo de 5 a 50 voltios para la tensión predefinida adicional tiene un límite inferior que es el mismo valor absoluto que la tensión predefinida y tiene un límite superior que está dentro del intervalo de baja tensión, de manera que no es necesario que haya componentes de alta tensión utilizados en el convertidor CC-CC.

25 Cabe señalar que, si el limitador de tensión es un diodo zener, un valor práctico para la tensión predefinida es -4,7 voltios debido a la disponibilidad de diodos zener de una tensión específica. Si este es el caso, la tensión predefinida adicional puede tener un valor absoluto en el intervalo de 4,7 a 50 voltios.

30 En otra realización, el sistema de alimentación eléctrica está dispuesto para operar en un modo de espera para proporcionar energía de reserva a la carga o para operar en un modo operativo para proporcionar energía operativa a la carga. El convertidor CC-CC comprende un convertidor buck-boost que comprende un interruptor controlable. En el modo operativo, el interruptor controlable modula una corriente a través de una inductancia. El sistema de alimentación eléctrica comprende además un controlador para controlar el interruptor controlable. El interruptor está cerrado permanentemente en el modo de espera del sistema de alimentación eléctrica de manera que el limitador de tensión adicional se cortocircuita a través de la inductancia. El interruptor alterna entre un estado abierto y un estado cerrado en el modo operativo del sistema de alimentación eléctrica para controlar el almacenamiento de energía en la inductancia y para controlar la liberación de energía de la inductancia.

35 El convertidor buck-boost es un convertidor CC-CC relativamente económico con una topología relativamente simple y una pequeña cantidad de componentes. Los convertidores buck-boost tienen el interruptor controlable en serie con la inductancia. La disposición en serie del interruptor controlable y la inductancia se acoplan entre la segunda entrada y el nivel de tensión de neutro del convertidor buck-boost. Por lo tanto, al cerrar el interruptor permanentemente, la segunda entrada se conecta permanentemente al nivel de tensión de neutro y el limitador de tensión adicional se cortocircuita de manera efectiva. Como se analizó en otra realización, esto puede ser ventajoso en el modo de espera, porque reduce las pérdidas de energía de reserva en el limitador de tensión adicional. Promover, el cierre permanente del interruptor apaga el convertidor CC-CC porque la tensión de la segunda entrada se reduce a cero de manera efectiva. Si el interruptor controlable se controla para alternar entre el estado abierto y el estado cerrado, una inductancia puede almacenar energía eléctrica cuando el interruptor está cerrado, y puede liberar la energía cuando se abre el interruptor, proporcionando así una corriente a la salida del sistema de alimentación eléctrica. Por lo tanto, el controlador y el interruptor controlable, que están disponibles en todos los convertidores buck-boost, tienen la función adicional de cortocircuitar el limitador de tensión adicional en el modo de espera de manera que se eviten las pérdidas de energía en el limitador de tensión adicional. Por lo tanto, no se requieren componentes adicionales y se ahorra más energía.

40 En otra realización, el sistema de alimentación eléctrica está dispuesto para operar en un modo de espera para proporcionar energía de reserva a la carga o para operar en un modo operativo para proporcionar energía operativa a la carga. El sistema de alimentación eléctrica comprende un controlador para controlar un interruptor controlable para desconectar la segunda entrada del convertidor CC-CC del acoplamiento capacitivo a la entrada en el modo de espera.

45 La desconexión de la segunda entrada del acoplamiento capacitivo a la entrada resulta efectivamente en la desconexión del convertidor CC-CC. La desconexión del convertidor CC-CC evita pérdidas de energía en el convertidor CC-CC durante el modo de espera. Una rama del sistema de alimentación eléctrica que comprende el circuito rectificador y el limitador de tensión proporciona energía de reserva y puede dimensionarse de manera óptima para el modo en espera y en el modo operativo el convertidor CC-CC puede proporcionar energía adicional a la salida.

50 En una realización, la tensión de CA recibida por la primera entrada comprende una parte de tensión creciente de la onda de tensión de CA y comprende una parte de tensión decreciente de la onda de tensión de CA. El circuito

rectificador rectifica solo una parte de la parte de tensión creciente o la parte de tensión decreciente y el circuito rectificador adicional rectifica la otra parte de la parte de tensión creciente o parte de tensión decreciente.

5 La parte de tensión creciente es la parte de la onda de tensión de CA en la cual aumenta el nivel de tensión. La parte de tensión decreciente es la parte de la onda de tensión de CA en la cual disminuye el nivel de tensión. La realización permite el uso de un condensador para el acoplamiento capacitivo en el que el condensador proporciona una corriente al circuito rectificador cuando la tensión de CA está en la parte de tensión decreciente o en la parte de tensión creciente y el condensador proporciona la corriente al circuito rectificador adicional en la otra parte. Por lo tanto, se requiere una cantidad mínima de componentes para el acoplamiento capacitivo.

10 En una realización, el sistema de alimentación eléctrica comprende un acoplamiento capacitivo acoplado entre la primera entrada y el circuito rectificador y que está acoplado entre la primera entrada y el circuito rectificador adicional. El acoplamiento capacitivo comprende un condensador para proporcionar el acoplamiento capacitivo.

15 Tener un acoplamiento capacitivo permite el uso de un condensador. Por lo tanto, se requiere una cantidad mínima de componentes para el acoplamiento capacitivo.

20 En una realización, el limitador de tensión adicional comprende una protección de sobretensión y un interruptor controlable de limitación de tensión. Una primera entrada de la protección de sobretensión está acoplada a la segunda entrada y una segunda entrada de la protección de sobretensión está acoplada a una tensión de referencia predefinida. Una salida de la protección de sobretensión está acoplada al interruptor controlable de limitación de tensión para controlar que el interruptor controlable de limitación de tensión esté en un modo conductor o en un modo no conductor. El interruptor controlable de limitación de tensión está acoplado a un nodo compartido por el acoplamiento capacitivo y el circuito rectificador adicional y está acoplado a una tensión de neutro del sistema de alimentación eléctrica.

25 La protección de sobretensión es, en una realización práctica, un comparador con histéresis. Si la tensión de la segunda entrada es demasiado alta, la protección de sobretensión controla el interruptor controlable de limitación de tensión en un modo conductor, y no se suministra corriente a través del circuito rectificador adicional a la segunda entrada, y como tal el nivel de tensión de la segunda entrada puede disminuir. Si la tensión de la segunda entrada es demasiado baja, la protección de sobretensión controla el interruptor controlable de limitación de tensión en un modo no conductor, y se puede suministrar una corriente a través del circuito rectificador adicional a la segunda entrada, y como tal el nivel de tensión de la segunda entrada puede aumentar. Además, cuando el interruptor controlable de limitación de tensión está cerrado, el acoplamiento capacitivo se acopla en paralelo a la tensión de CA, y como tal no se disipa energía en el acoplamiento capacitivo, lo que reduce las pérdidas de energía del sistema de alimentación eléctrica.

30 En una realización adicional, el limitador de tensión comprende una protección de sobretensión para detectar que la tensión de salida rectificadora es demasiado alta y demasiado baja con respecto a la tensión predefinida. El limitador de tensión adicional comprende un interruptor controlable de limitación de tensión. El interruptor controlable de limitación de tensión está acoplado a un nodo compartido por el acoplamiento capacitivo y el circuito rectificador adicional y está acoplado a una tensión de neutro del sistema de alimentación eléctrica. El interruptor controlable de limitación de tensión está controlado por la protección de sobretensión para que esté en el estado conductor si el valor absoluto de la tensión de salida rectificadora es demasiado alto, y para que esté en el estado no conductor si el valor absoluto de la tensión de salida rectificadora es demasiado bajo.

35 La realización controla el nivel de tensión de la tensión de salida rectificadora adicional sobre la base de las desviaciones de la tensión de salida rectificadora de la tensión predefinida. Si el interruptor controlable de limitación de tensión se controla en el estado conductor, el nivel de tensión de la tensión de salida rectificadora adicional se reduce y la cantidad de energía suministrada por el convertidor CC-CC a la salida se reduce y, como tal, se reduce el nivel de tensión de la tensión de salida rectificadora. Si el interruptor controlable de limitación de tensión se controla en el estado no conductor, el nivel de tensión de la tensión de salida rectificadora adicional aumenta y la cantidad de energía suministrada por el convertidor CC-CC a la salida aumenta y, como tal, aumenta el nivel de tensión de la tensión de salida rectificadora. Por lo tanto, con una cantidad relativamente pequeña de componentes, el nivel de tensión de la tensión de salida rectificadora puede controlarse a la tensión predefinida sin reducir la cantidad de energía que puede suministrarse por el sistema de alimentación eléctrica.

40 En una realización, el sistema de alimentación eléctrica comprende un primer acoplamiento capacitivo y un segundo acoplamiento capacitivo. El primer acoplamiento capacitivo está acoplado entre la primera entrada y el circuito rectificador y el segundo acoplamiento capacitivo está acoplado entre la primera entrada y el circuito rectificador adicional. El primer acoplamiento capacitivo y el segundo acoplamiento capacitivo comprenden cada uno un condensador para proporcionar el acoplamiento capacitivo.

45 Tener acoplamientos capacitivos separados para el circuito rectificador y el circuito rectificador adicional permite la optimización de la capacitancia de los condensadores de cada uno de los medios de acoplamiento capacitivo para los requisitos de energía específicos de las ramas específicas de los sistemas de alimentación eléctrica. Como tal, proporciona una variable adicional que puede ajustarse para reducir las pérdidas de energía.

En una realización adicional, el acoplamiento capacitivo, el primer acoplamiento capacitivo y/o el segundo acoplamiento capacitivo comprenden (i) una resistencia de sobretensión acoplada en serie con el condensador y/o (ii) una resistencia de purga acoplada en paralelo al condensador.

5 La resistencia de sobretensión protege el sistema de alimentación eléctrica contra cambios repentinos en la tensión de CA y la resistencia de purga descarga el condensador cuando la tensión de CA está ausente.

10 En otra realización, el sistema de alimentación eléctrica comprende un circuito integrado que comprende al menos uno del grupo de: al menos una parte del convertidor CC-CC, el limitador de tensión, el limitador de tensión adicional, el interruptor controlable de cortocircuito, el controlador para controlar el interruptor controlable de cortocircuito, al menos una parte del convertidor buck-boost, el interruptor controlable del convertidor buck-boost, un diodo del convertidor buck-boost, un diodo adicional del convertidor buck-boost para proporcionar energía a un riel de alimentación adicional, el controlador para controlar el interruptor controlable del convertidor buck-boost, un circuito limitador de corriente para limitar la corriente a través del limitador de tensión y un circuito limitador de corriente adicional para limitar la corriente a través del limitador de tensión adicional.

15 La integración de una gran parte del sistema de alimentación eléctrica en el circuito integrado (CI) conduce, cuando el CI se fabrica en grandes cantidades, a un sistema de alimentación eléctrica relativamente barato. Además, es relativamente barato integrar un mecanismo de control más avanzado para el convertidor buck-boost en el CI sin aumentar mucho los costes. Una ventaja adicional del CI es que el CI tiene dimensiones físicas relativamente pequeñas.

20 En una realización adicional del sistema de alimentación eléctrica, el limitador de tensión comprende un regulador de derivación con un bucle de control formado por una disposición en serie de dos resistencias y/o el limitador de tensión adicional comprende un regulador de derivación adicional con un bucle de control formado por una disposición en serie adicional de dos resistencias.

25 La integración del regulador de derivación con el bucle de control y el regulador de derivación adicional con el bucle de control en el CI es relativamente fácil y relativamente barata. Por ejemplo, los diodos zener típicamente no están disponibles en la tecnología CI y un regulador de derivación con un bucle de control es, por lo tanto, una alternativa ventajosa para un diodo zener.

30 Según un segundo aspecto de la invención, se proporciona un dispositivo electrónico que comprende un sistema de alimentación eléctrica según el primer aspecto de la invención.

35 El dispositivo electrónico proporciona los mismos beneficios que el sistema de alimentación eléctrica según el primer aspecto de la invención y tiene realizaciones similares con efectos similares a las realizaciones correspondientes del sistema.

40 Según un tercer aspecto de la invención, se proporciona un dispositivo electrónico que comprende un controlador de dispositivo para controlar una operación del dispositivo electrónico para controlar que el dispositivo electrónico esté en un modo de espera o en un modo operativo. El dispositivo electrónico comprende además un sistema de alimentación eléctrica según el primer aspecto de la invención que está dispuesto para operar en un modo de espera para proporcionar energía de reserva a una carga de baja tensión o para operar en un modo operativo para proporcionar energía operativa a la baja carga de tensión. El convertidor CC-CC del sistema de alimentación eléctrica comprende un convertidor buck-boost que comprende un interruptor controlable. El interruptor controlable modula una corriente a través de una inductancia. El sistema de alimentación eléctrica comprende además un controlador de alimentación eléctrica para controlar el interruptor controlable. El controlador de alimentación eléctrica está dispuesto para controlar el interruptor controlable. El interruptor está permanentemente cerrado en el modo de espera del sistema de alimentación eléctrica, de manera que el limitador de tensión adicional se cortocircuita a través de la inductancia. El interruptor alterna entre un estado abierto y un estado cerrado en el modo operativo del sistema de alimentación eléctrica para controlar el almacenamiento de energía en la inductancia y para controlar la liberación de energía de la inductancia.

45 El controlador del dispositivo y el controlador de alimentación eléctrica del sistema de alimentación eléctrica están integrados en un controlador.

50 El dispositivo electrónico proporciona los mismos beneficios que el sistema de alimentación eléctrica según el primer aspecto de la invención y tiene realizaciones similares con efectos similares a las realizaciones correspondientes del sistema. Al combinar el controlador del dispositivo electrónico y el sistema de alimentación eléctrica, se obtiene una ventaja adicional del uso de menos componentes en el dispositivo electrónico, lo que reduce la complejidad y los costes.

55 Según un cuarto aspecto de la invención, se proporciona un controlador para su uso en el sistema de alimentación eléctrica según el primer aspecto de la invención o para usarse en un dispositivo electrónico según el tercer aspecto

de la invención.

Estos y otros aspectos de la invención son evidentes y se esclarecerán con referencia a las realizaciones que se describen en lo sucesivo.

5 Los expertos en la materia apreciarán que dos o más de las realizaciones, implementaciones y/o aspectos de la invención mencionados anteriormente se pueden combinar de cualquier manera que se considere útil.

10 Las modificaciones y variaciones del sistema y/o del dispositivo que corresponden a las modificaciones y variaciones descritas del sistema pueden ser realizadas por un experto en la materia sobre la base de la presente descripción.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

En los dibujos:

15 La figura 1 muestra esquemáticamente una alimentación capacitiva de onda completa,

la figura 2 muestra esquemáticamente una realización del sistema de alimentación eléctrica según el primer aspecto de la invención,

20 la figura 3 muestra esquemáticamente otra realización del sistema de alimentación eléctrica según la invención,

la figura 4 muestra esquemáticamente una realización del sistema de alimentación eléctrica que comprende un convertidor buck-boost,

25 la figura 5 presenta un gráfico de las pérdidas de reserva en función de la tensión predefinida adicional,

la figura 6a muestra esquemáticamente una realización específica del sistema de alimentación eléctrica según la invención,

30 la figura 6b muestra esquemáticamente en un gráfico algunas de las señales de la realización específica de la figura 6a,

35 la figura 7 muestra esquemáticamente otra realización específica del sistema de alimentación eléctrica según la invención,

la figura 8 muestra esquemáticamente un dispositivo electrónico que comprende el sistema de alimentación eléctrica de la invención,

40 la figura 9a muestra esquemáticamente una realización del sistema de alimentación eléctrica que comprende un CI,

la figura 9b muestra esquemáticamente una realización de un regulador de derivación,

45 la figura 10 muestra esquemáticamente una realización del sistema de alimentación eléctrica que comprende un CI que comprende un circuito limitador de corriente,

la figura 11 muestra esquemáticamente una realización del sistema de alimentación eléctrica que comprende un CI que comprende un interruptor controlable de limitación de tensión,

50 la figura 12 muestra esquemáticamente una realización del sistema de alimentación eléctrica que comprende un CI,

la figura 13 muestra esquemáticamente una realización del sistema de alimentación eléctrica que comprende un CI que comprende un mecanismo de control de tonelada fija para el convertidor buck-boost,

55 la figura 14 muestra esquemáticamente una realización del sistema de alimentación eléctrica que comprende un CI que comprende otro mecanismo de control para el convertidor buck-boost,

60 la figura 15 muestra esquemáticamente una realización del sistema de alimentación eléctrica que comprende un CI que comprende un control del nivel de tensión rectificadora adicional en función del nivel de tensión de la tensión de salida rectificadora,

la figura 16 muestra esquemáticamente una realización del sistema de alimentación eléctrica que comprende un CI que tiene un transistor MOS en lugar de un diodo del convertidor buck-boost, y

65 la figura 17 muestra esquemáticamente una realización del sistema de alimentación eléctrica que comprende un CI que proporciona energía a un riel de alimentación adicional.

Cabe destacar que los elementos indicados por los mismos números de referencia en diferentes figuras tienen las mismas características estructurales y las mismas funciones, o son las mismas señales. Cuando se ha explicado la función y/o estructura de dicho elemento, no hay necesidad de una explicación repetida del mismo en la descripción detallada.

Los valores de los componentes electrónicos mostrados en las figuras son solo ejemplos de las realizaciones presentadas. Si el circuito mostrado tiene que operar de manera diferente, los valores pueden modificarse en consecuencia.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA

La figura 1 muestra una alimentación eléctrica capacitiva de onda completa 100 conocida. La entrada 102 recibe una tensión de red de CA de 230 voltios. La resistencia  $R_{sobretensión}$  se usa para hacer que el circuito sea menos sensible a las perturbaciones de tensión de red como sobretensiones y caídas de presión. El condensador  $C_{cap}$  proporciona un acoplamiento capacitivo entre la tensión de red y la alimentación eléctrica. La resistencia  $R_{purga}$  se usa para descargar el  $C_{cap}$  cuando la alimentación eléctrica capacitiva de onda completa 100 se desconecta de la tensión de red, y como tal, la constante de tiempo  $R_{purga}C_{cap}$  se limita a un valor máximo y generalmente se mantiene constante. El diodo D2 conduce

una corriente cuando el nivel de tensión de la onda CA de entrada aumenta y carga el condensador C2b. La tensión a través del condensador C2b se proporciona a través de una resistencia de sobretensión adicional R5b a una primera salida 106. El diodo Zener D3b limita la tensión de salida de la primera salida 106. El diodo D1 conduce una corriente cuando el nivel de tensión de la onda de CA de entrada disminuye y carga el condensador C2a. La tensión a través del condensador C2a se proporciona a través de otra resistencia de sobretensión adicional R5a a la segunda salida 108 y el diodo zener D3a limita la tensión de salida de la segunda salida 108. La tensión de salida de la primera salida 106 es sustancialmente igual a +5 voltios, y la tensión de salida de la segunda salida 108 es sustancialmente igual a -5 voltios.

La alimentación eléctrica capacitiva de onda completa 100 conocida se usa a menudo en un dispositivo electrónico cuya operación primaria está controlada por un controlador 104. El controlador 104, por ejemplo, controla un triac que conecta o desconecta la circuitería de tensión de red del dispositivo electrónico a o de la tensión de red. El triac requiere menos corriente de compuerta si el controlador 104 funciona con una tensión negativa como se muestra en la figura. El controlador 104 puede usarse además para cambiar el modo del dispositivo electrónico entre un modo de espera y un modo operativo. En el modo de espera, el controlador 104 solo se usa para detectar una llamada señal de encendido que puede recibirse desde un botón o un control remoto. Si el controlador 104 recibe dicha señal, el controlador 104 cambia otras partes del dispositivo electrónico a un modo operativo.

La corriente que se puede suministrar a través de la primera salida 106 es:

$$I_{salida} = \bar{I} = \frac{|I_{red}|}{\pi} = 2 \cdot f_{red} \cdot U_{red} \cdot C_{cap} \quad (1)$$

y la energía de salida que se puede suministrar a través de la primera salida 106 es:

$$P_{salida1} = \bar{I} \cdot U_{salida} = 2 \cdot f_{red} \cdot U_{red} \cdot U_{zener} \cdot C_{cap} \quad (2)$$

La energía que se puede suministrar a través de la segunda salida 108 también es sustancialmente igual a (2). En el modo de espera, no se conecta carga a la primera salida 106 y el controlador 104 extrae solo una corriente muy pequeña de la segunda salida 108. Sin embargo, la alimentación eléctrica de onda completa 100 consume más energía que el consumo de energía del controlador. La energía de reserva de la alimentación eléctrica capacitiva de onda completa 100 es sustancialmente igual a (descuidando así la disipación de energía en los diodos D<sub>1</sub> y D<sub>2</sub> y las resistencias de sobretensión R5a y R5b):

$$P_{reserva} \approx P_{R_{sobretensión}} + P_{R_{purga}} + P_{zener1} + P_{zener2} \quad (3)$$

en la que:

$$P_{R_{sobretensión}} = \frac{1}{2} \cdot |I_{red}|^2 \cdot R_{sobretensión} = 2 \cdot (\pi \cdot f_{red} \cdot U_{red} \cdot C_{cap})^2 \cdot R_{sobretensión} \quad (4)$$

$$P_{R_{purga}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{|U_{red}|^2}{R_{purga}} \propto \frac{1}{2} \cdot |U_{red}|^2 \cdot C_{cap} \quad (5)$$

$$P_{zener1} = P_{zener2} = \bar{I} \cdot U_{salida} = P_{salida} = 2 \cdot f_{red} \cdot U_{red} \cdot U_{zener} \cdot C_{cap} \quad (6)$$

5

10

Se ha de señalar que, en el modo de espera, la energía de salida máxima  $P_{salida1} + P_{salida2}$  simplemente se disipa en los diodos zener  $D_{3a}$ ,  $D_{3b}$ . Además, cabe señalar que la disipación de energía en la resistencia de sobretensión  $R_{sobretensión}$  y la disposición en serie de las resistencias de purga  $R_{purga}$  tienen una relación cuadrática y lineal, respectivamente, con la capacitancia del condensador  $C_{cap}$ .

15

Cabe señalar que el controlador 104 de la figura 1 extrae energía de la segunda salida 108. Otros componentes del dispositivo electrónico pueden extraer energía de la primera salida 106 y/o la segunda salida 108. En los casos en que solo se requiere una salida con una diferencia de tensión de, por ejemplo, 5 voltios, la tensión de salida de la primera salida 106 y la tensión de salida de la segunda tensión pueden reducirse a 2,5 y -2,5 voltios, respectivamente, y el controlador 104 y la carga del dispositivo electrónico deben conectarse entre los dos terminales de salida con estas tensiones respectivas.

20

Sin embargo, esto requiere un aumento de la capacitancia del condensador  $C_{cap}$  porque debe suministrarse una corriente más alta cuando la cantidad total de energía suministrable debe permanecer igual. Como tal, esto conduce a mayores pérdidas de energía de reserva.

25

La figura 2 muestra una realización según el primer aspecto de la invención. Se muestra un sistema de alimentación eléctrica 200. El sistema de alimentación eléctrica 200 comprende una primera entrada 206 que recibe una tensión de CA y comprende una salida 218 que proporciona una tensión de salida a una carga 216. El sistema de alimentación eléctrica 200 comprende además un convertidor de CC-CC 204, que comprende una segunda entrada 203, un circuito rectificador 212 y un limitador de tensión 214. El circuito rectificador 212 está acoplado capacitivamente a la primera entrada y proporciona una tensión rectificadora a la salida 218. El limitador de tensión 214 está acoplado a la salida 218 y limita la tensión de salida a una tensión predefinida. La segunda entrada 203 del convertidor CC-CC está acoplada capacitivamente a la primera entrada 206 y proporciona energía a la salida 218. El acoplamiento capacitivo se proporciona mediante medios de acoplamiento capacitivos separados 202 y 210, o mediante un medio de acoplamiento capacitivo compartido 208.

35

Como se analizó en la figura 1, si solo se debe proporcionar una tensión de salida a la salida de la alimentación eléctrica capacitiva de onda completa 100 conocida con la misma energía de salida, se debe aumentar la capacitancia del condensador. Esto no es necesario con el sistema de alimentación eléctrica de la figura 2. Si, por ejemplo, la tensión predefinida es de -5 voltios y en la segunda entrada 203 se recibe otra tensión, el convertidor CC-CC puede convertir la energía disponible en su segunda entrada 203 a una energía que coincida con los requisitos de la salida 218. Como tal, no es necesario aumentar la capacitancia de los condensadores del acoplamiento capacitivo. Por lo tanto, las pérdidas de energía de reserva no tienen que incrementarse. Por lo tanto, el sistema de alimentación eléctrica 200 opera eficientemente, especialmente en el modo de espera.

45

En una realización práctica del sistema de la figura 2, un depósito de energía 213 está acoplado a la salida. El circuito rectificador 212 proporciona energía al depósito de energía de manera que se obtiene una tensión de CC sustancialmente estable en la salida. En una realización práctica adicional de la figura 2 un depósito de energía adicional 222 está acoplado a la segunda entrada 203 y un circuito rectificador adicional 220 está acoplado entre el acoplamiento capacitivo 202 o 208 y la primera entrada para proporcionar una tensión rectificadora adicional a la segunda entrada 203.

50

La figura 3 muestra otra realización según el primer aspecto de la invención. Se muestra un sistema de alimentación eléctrica 300 que comprende además de los elementos del sistema de alimentación eléctrica 200, un circuito rectificador adicional 302, un limitador de tensión adicional 304, un interruptor controlable opcional 306 y un interruptor controlable adicional opcional 307. El circuito rectificador adicional 302 está acoplado capacitivamente a la tensión de CA que recibe la entrada 206 y proporciona una tensión rectificadora a la segunda entrada 203. Un limitador de tensión adicional 304 también está acoplado a la segunda entrada 203 y limita la tensión de la segunda entrada 203 a una tensión predefinida adicional. El interruptor controlable 306 está acoplado a la segunda entrada 203 y está dispuesto paralelo al limitador de tensión adicional 304 para circuitar el limitador de tensión adicional 304 en un modo de espera del sistema de alimentación eléctrica 300. En un modo de espera, el sistema de alimentación eléctrica 300 proporciona energía de reserva a la carga 216 a través de la salida 218. En un modo operativo, el sistema de alimentación eléctrica 300 proporciona energía operativa a la carga 216.

55

60

Si el interruptor controlable 306 está abierto, la tensión en la segunda entrada 203 del convertidor CC-CC 204 está limitada por el limitador de tensión adicional 304. La energía que puede suministrarse a través del convertidor CC-CC a la salida 218 es sustancialmente igual

$$P_{out} = \bar{I} \cdot U_{2nd\ input} = 2 \cdot f_{AC} \cdot U_{AC} \cdot U_{further\ predefined\ voltage} \cdot C_{cap} \quad (7)$$

5 en la que  $C_{cap.}$  representa la capacitancia del condensador que proporciona el acoplamiento capacitivo del circuito rectificador adicional 302 a la entrada 206. Como puede verse en la fórmula (7), la capacitancia del condensador puede reducirse cuando se incrementa la tensión predefinida adicional. Como se analizó en la figura 1, todas las pérdidas de energía de reserva tienen una relación cuadrática o lineal con la capacitancia del condensador. Por lo tanto, al aumentar la tensión predefinida adicional, el condensador del condensador del acoplamiento capacitivo puede disminuirse y, como tal, se reducen las pérdidas de energía de reserva.

10 Puede obtenerse una reducción adicional de las pérdidas de reserva haciendo un cortocircuito en el limitador de tensión adicional con el interruptor controlable 306. Efectivamente esto resulta en el acoplamiento del condensador del acoplamiento capacitivo en paralelo a la tensión de CA de entrada. Un condensador en paralelo a una tensión de CA no disipa ninguna energía. Además, el limitador de tensión adicional 304 no puede disipar energía, porque ambos terminales del limitador de tensión adicional 304 reciben la misma tensión. Por lo tanto, como se puede ver en la fórmula (3), la energía de reserva se reduce con la cantidad de energía que se disiparía en el limitador de tensión adicional 304. Además, al cerrar el interruptor controlable 306, la tensión de la segunda entrada 203 se reduce efectivamente a cero. Por lo tanto, el convertidor CC-CC 204 se apaga efectivamente y no puede disipar ninguna energía.

20 En otra realización, la segunda entrada 203 del convertidor CC-CC 204 puede desconectarse del circuito rectificador adicional 302 por medio del interruptor controlable adicional 307. La desconexión de la segunda entrada 203 del convertidor CC-CC 204 da como resultado la desconexión del convertidor de CC-CC 204 que reduce las posibles pérdidas de energía en el convertidor de CC-CC 204. Especialmente en el modo de espera del sistema de alimentación eléctrica 300, el interruptor controlable adicional 307 tiene que estar abierto. En una realización alternativa, el convertidor de CC-CC 204 comprende un medio para desconectar el convertidor de CC-CC 204. Los convertidores de CC-CC disponibles en el mercado a menudo tienen dicho medio.

30 En una realización práctica del sistema de la figura 3, un depósito de energía 213 está acoplado a la salida que tiene la misma función que el depósito de energía 213 de la figura 2, y un depósito de energía adicional 303 está acoplado a un nodo al que el circuito rectificador adicional proporciona la tensión rectificadora, de manera que el depósito de energía adicional puede almacenar energía para obtener una tensión de CC sustancialmente estable.

35 En otra realización del sistema de la figura 3 se proporciona un interruptor controlable 301 que está acoplado entre la tensión de neutro y un nodo entre el acoplamiento capacitivo y el circuito rectificador adicional 302. La energía de reserva también puede reducirse cerrando el interruptor controlable 301 en el modo en espera porque da como resultado la conexión del condensador del acoplamiento capacitivo paralelo a la tensión de CA.

40 En la figura 4 otra realización del sistema de alimentación eléctrica 400 según el primer aspecto de la invención. El sistema de alimentación eléctrica 400 comprende una entrada 206 para recibir una tensión de red y comprende una salida 218 para proporcionar una tensión de salida  $V_{salida}$  CC a una circuitería de baja tensión de, por ejemplo, un dispositivo electrónico. El sistema de alimentación eléctrica 400 comprende un medio de acoplamiento capacitivo 402 que comprende un condensador  $C_{cap.}$ , una resistencia de sobretensión  $R_{sobretensión}$  dispuesta en serie con el condensador  $C_{cap.}$  y una resistencia de purga  $R_{purga}$  dispuesta en paralelo al condensador  $C_{cap.}$ . El diodo  $D_2$  conduce una corriente cuando el nivel de tensión de la onda de tensión de entrada de red aumenta y almacena energía eléctrica en el condensador  $C_1$ . Un diodo zener  $D_{zener1}$  está conectado en paralelo al condensador  $C_1$ , y limita la tensión a través del condensador  $C_1$  a la tensión predefinida  $V_1$ . La tensión limitada se proporciona a una segunda entrada 203 que es una entrada de un convertidor CC-CC 404. El convertidor CC-CC 404 del sistema de alimentación eléctrica 400 es un convertidor buck-boost que comprende un interruptor controlable  $S_1$ , una inductancia  $L_1$ , un diodo de rueda libre  $D_3$  y un controlador 406. El sistema de alimentación eléctrica 400 comprende además un diodo  $D_1$  que conduce una corriente cuando el nivel de tensión de la onda de tensión de entrada de red disminuye y almacena energía eléctrica en el condensador  $C_2$ . El condensador  $C_2$  proporciona una tensión de salida  $V_{salida}$  a la salida 218. La tensión de salida está limitada a la tensión de salida predefinida  $V_{salida}$  por un diodo zener  $D_{zener2}$  que está acoplado en paralelo al condensador  $C_2$ .

55 El convertidor buck-boost 404 convierte la tensión  $V_1$  en la tensión  $V_{salida}$ . El interruptor controlable  $S_1$  puede ser controlado en un estado abierto y un estado cerrado. El controlador 406 controla el interruptor controlable  $S_1$  para alternar entre el estado abierto y el cerrado. A una frecuencia específica y con un coeficiente de utilización específico, la tensión  $V_1$  se convierte en tensión  $V_{salida}$ . Cuando se cierra el interruptor  $S_1$  una corriente a través de la inductancia  $L_1$  aumenta gradualmente. El interruptor  $S_1$  se abre cuando se almacena suficiente energía en la inductancia. Cuando se abre el interruptor  $S_1$ , la energía almacenada en la inductancia  $L_1$  provoca una corriente a través del diodo  $D_3$  que disminuye gradualmente. Por ejemplo, cuando la corriente a través del diodo  $D_3$  es sustancialmente igual a cero, el interruptor  $S_1$  puede cerrarse y se repite el ciclo de apertura y cierre del interruptor.

El controlador 406 puede usarse adicionalmente para controlar el sistema de alimentación eléctrica 400 para operar en un modo de espera o en un modo operativo. En el modo de espera, el interruptor controlable  $S_1$  está cerrado permanentemente, y en el modo operativo, el interruptor controlable  $S_1$  se controla para alternar entre el estado abierto y el estado cerrado. El interruptor  $S_1$  del convertidor buck-boost 404 se usa para cortocircuitar el diodo zener  $D_{zener1}$  en el modo de espera. Si el interruptor  $S_1$  está cerrado permanentemente, el diodo zener  $D_{zener1}$  se cortocircuita a través de la inductancia  $L_1$ . Como se analizó anteriormente, el cortocircuito del diodo zener  $D_{zener1}$  evita las pérdidas de energía en el diodo zener  $D_{zener1}$  en el modo de espera. En una realización adicional, el controlador 406 puede ser un controlador programable de propósito general que también puede controlar un dispositivo electrónico que comprende el sistema de alimentación eléctrica 400, por ejemplo, para controlar el funcionamiento primario del dispositivo electrónico.

En una realización del sistema de alimentación eléctrica 400, la tensión predefinida  $V_1$  es más alta que la tensión de salida predefinida  $V_{salida}$ . Si  $V_1$  es más alta, las pérdidas de reserva pueden evitarse debido a la posibilidad de usar un condensador  $C_{cap}$  con una capacitancia más pequeña para el acoplamiento capacitivo. Esto da como resultado la reducción de pérdidas en la resistencia de sobretensión  $R_{sobretensión}$ , la resistencia de purga  $R_{purga}$  y, dependiendo del estado del interruptor controlable  $S_1$ , en el diodo zener  $D_{zener1}$ . En la figura 5 se presenta un gráfico en el que la relación entre la tensión predefinida  $V_1$  y la disipación de energía de reserva si el sistema de alimentación eléctrica 400 está dimensionado para una cantidad máxima fija específica de energía de salida. Como puede verse, las pérdidas de reserva disminuyen considerablemente en un intervalo, indicado con el número de referencia 502, de 0 a aproximadamente 50 voltios. En otro intervalo, indicado con el número de referencia 504, por encima de 50 voltios, las pérdidas pueden disminuir aún más, sin embargo, si el convertidor buck-boost 404 recibe una tensión en la segunda entrada 203 que es superior a 50 voltios, al menos el interruptor controlable  $S_1$  debe fabricarse con un procedimiento de alta tensión de manera que el interruptor controlable  $S_1$  pueda soportar las tensiones más altas. Otros componentes, como la inductancia  $L_1$ , pueden ser más costosos también. Por lo tanto, la tensión predefinida  $V_1$  en el intervalo 502 hasta 50 voltios proporciona beneficios. Un límite inferior para la tensión predefinida  $V_1$  es la tensión de salida  $V_{salida}$  que se define por la tensión del diodo zener  $D_{zener2}$ .

La figura 6a muestra una realización específica del sistema de alimentación eléctrica según el primer aspecto de la invención. El sistema de alimentación eléctrica 600 mostrado está dimensionado para proporcionar una tensión de salida de -4,7 voltios a una corriente de salida máxima de -27,5 mA, por lo tanto, una energía de salida máxima es  $P_{salida}=129$  mW. La función de  $R_{sobretensión}$ ,  $R_{purga}$ ,  $C_{cap}$ ,  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $C_{2a}$ ,  $C_{2b}$ ,  $D_{3a}$ ,  $D_{3b}$ ,  $L_1$  y  $D_5$  se ha analizado anteriormente en el contexto de la realización de la figura 4. El diodo zener  $D_{3a}$  limita la tensión de salida a -4,7 voltios, y el diodo zener  $D_{3b}$  limita la tensión que se proporciona al convertidor buck-boost a 35 voltios. Se añaden resistencias de sobretensión adicionales  $R_{5b}$  y  $R_{5a}$  para proteger los diodos zener  $D_{3a}$  y  $D_{3b}$  de cambios repentinos en las tensiones a través de los condensadores  $C_{2a}$  y  $C_{2b}$ , respectivamente. En el sistema de alimentación eléctrica 600, el convertidor buck-boost tiene un controlador diferente 602 y una topología diferente alrededor del interruptor controlable  $M_1$  en comparación con la realización de la figura 4.

El interruptor controlable  $M_1$ , que se realiza con un transistor P-MOS, modula la corriente a través de la inductancia  $L_1$ . Además, el interruptor controlable  $M_1$ , se usa para cortocircuitar el diodo zener  $D_{3b}$  a través de la inductancia  $L_1$  en el modo de espera. El interruptor controlable  $M_1$ , es controlado por el controlador 602.

El controlador tiene dos nodos de salida, a saber, SB y HF. En el modo de espera, las señales de los nodos de salida SB y HF son altas. La alta señal SB cambia el interruptor controlable  $M_2$ , que se realiza con un transistor N-MOS, a un estado conductor, y en consecuencia también cambia el interruptor controlable  $M_1$  al estado conductor.  $M_1$  conduce porque la compuerta del  $M_1$  está conectada a -5 voltios, que es al menos 5 voltios más baja que la tensión fuente de  $M_1$ . El diodo zener  $D_4$  se asegura de que, si la diferencia de tensión entre la tensión fuente de  $M_1$  y la compuerta de  $M_1$  es mayor a 4,7 voltios, y si  $M_2$  está en el estado conductor, una corriente a través del diodo zener  $D_4$  descarga el condensador  $C_{2b}$  hasta que la tensión fuente de  $M_1$  es de 4,7 voltios más alta que la tensión de compuerta de  $M_1$ . En el modo operativo del sistema de alimentación eléctrica 600, la señal SB es baja, y la señal HF alterna entre baja y alta. Por lo tanto, en el modo de operación, el interruptor controlable  $M_2$  está en el estado no conductor. Para cambiar el interruptor controlable  $M_1$  al estado no conductor en el modo de operación, la tensión en la compuerta de  $M_1$  debe ser igual o mayor a la tensión de la fuente de  $M_1$ . Inicialmente, justo después de cambiar  $M_2$  al estado no conductor, la resistencia  $R_6$  hace que la diferencia de tensión entre la fuente y la compuerta de  $M_1$  sea menor, de manera que  $M_1$  cambia al estado no conductor.

Para cambiar el interruptor controlable  $M_1$  al estado conductor en el modo operativo, la tensión en la compuerta de  $M_1$  debe ser menor que la tensión de la fuente de  $M_1$ . El controlador solo puede suministrar una tensión entre -5 y 0 voltios en su nodo de salida HF, y como tal, la compuerta de  $M_1$  no puede ser accionada directamente desde el controlador 602, porque un enlace directo entre el nodo de salida HF y la compuerta del interruptor controlable  $M_1$  da como resultado un interruptor controlable permanentemente cerrado  $M_1$ . Para accionar el interruptor controlable  $M_1$ , se añade una circuitería de bomba de carga con condensador  $C_3$  y diodo zener  $D_4$ . La circuitería se basa en el hecho de que la tensión a través del condensador  $C_3$  no puede cambiar en poco tiempo. Para encender el interruptor controlable  $M_1$ , el nodo de salida HF del controlador 602 se hace bajo y como consecuencia la tensión en la compuerta de  $M_1$  se hace más baja que la tensión fuente. Cuando el nodo de salida HF del controlador 602 se hace alto, la tensión de la compuerta de  $M_1$  aumenta hasta, o hasta un nivel superior a, la tensión en la fuente de  $M_1$ . En otras palabras, el

condensador  $C_3$  se usa para compensar las diferencias de tensión entre la tensión de entrada del convertidor buck-boost (entre 0 y 35 voltios) y la tensión que puede suministrar el controlador 602 (entre -5 y 0 voltios). Cabe señalar que la constante de tiempo definida por la resistencia  $R_6$  y  $C_3$  debe ser lo suficientemente grande como para evitar el cambio prematuro de  $M_1$  al estado no conductor como resultado de la corriente a través de  $R_6$  que reduce la diferencia de tensión entre la compuerta y la fuente de  $M_1$ .

En la figura 6, las señales de SB y HF se dibujan en función del tiempo. El intervalo de tiempo indicado con el número de referencia 604 representa el modo de espera del sistema de alimentación eléctrica 600. El intervalo de tiempo indicado con el número de referencia 606 representa el modo operativo. Además, el gráfico muestra la tensión a través del condensador  $C_{2b}$  y la corriente a través de la inductancia  $L_1$  en función del tiempo. En el modo de espera, las señales SB y HF son altas y, en consecuencia, los interruptores controlables  $M_1$  y  $M_2$  están en el modo conductor. Por lo tanto, el condensador  $C_{2b}$  se descarga completamente a través de la inductancia  $L_1$  lo que resulta en una tensión a través de  $C_{2b}$  que es sustancialmente igual a cero. Cuando el sistema de alimentación eléctrica 600 entra en el modo operativo, la señal SB se vuelve baja. En consecuencia, el interruptor controlable  $M_2$  se abre y como resultado de la corriente a través de  $R_6$ , el interruptor controlable  $M_1$  también se abre. Por lo tanto, la tensión a través de  $C_{2b}$  comienza a aumentar. Cuando, posteriormente, la señal HF se reduce a la tensión más baja, el interruptor controlable  $M_1$  cambia al estado conductor y como tal, una corriente creciente comienza a fluir a través de  $L_1$  y la energía se almacena en la inductancia  $L_1$ . Tan pronto como la señal HF se vuelve alta, el interruptor controlable  $M_1$  se cambia al estado no conductor, y la energía almacenada en la inductancia extrae una corriente a través de  $D_3$ . En consecuencia, la energía almacenada en la inductancia  $L_1$  se reduce, y como tal, la corriente a través de la inductancia  $L_1$  se reduce. Durante los primeros ciclos de apertura y cierre del interruptor controlable  $M_1$  la tensión a través del condensador  $C_{2b}$  no alcanza su nivel máximo. Como tal, la corriente a través de la inductancia  $L_1$  no alcanza su máximo. Sin embargo, desde el momento en que la tensión a través del condensador  $C_{2b}$  alcanza un nivel estable, como resultado del efecto de limitación de tensión del diodo zener  $D_{3b}$ , el convertidor buck-boost alcanza un funcionamiento estable en el que la tensión de entrada del convertidor buck-boost se convierte en la tensión de salida.

La figura 7 presenta otra realización del sistema de alimentación eléctrica según el primer aspecto de la invención. El sistema de alimentación eléctrica 700 es similar al sistema de alimentación eléctrica 600, sin embargo, el control del interruptor controlable  $M_1$  por el controlador 702 es diferente. El controlador 702 tiene solo un nodo de salida que proporciona una señal HF. En lugar del interruptor controlable  $M_2$  del sistema de alimentación eléctrica 600, se proporciona la resistencia  $R_6$ . Una corriente a través de  $R_6$  reduce la diferencia de tensión entre la compuerta de  $M_1$  y la salida de -5 voltios de manera que la tensión de compuerta del interruptor controlable  $M_1$  es menor que su tensión fuente. Si la señal de salida HF es estable durante algún tiempo, la tensión de la compuerta del interruptor controlable  $M_1$  es menor que la tensión fuente de  $M_1$  y, como tal, el interruptor controlable  $M_1$  entra en el estado conductor después de un tiempo. Por lo tanto, en el modo de espera, la señal HF es estable durante algún tiempo. En el modo operativo, la señal HF tiene que aumentar de manera que la tensión en la compuerta de  $M_1$  también aumente y el interruptor controlable  $M_1$  entre en el estado no conductor. Posteriormente,  $R_6$  aumenta gradualmente la diferencia de tensión entre la compuerta de  $M_1$  y su fuente y, en consecuencia,  $M_1$  puede cambiar al estado conductor automáticamente después de un período de tiempo que depende de una constante de tiempo definida por  $R_6$  y  $C_3$ , o debido a la señal HF que disminuye a un valor más bajo, de manera que la tensión en la compuerta  $M_1$  disminuye en el instante en que cae la señal HF.

La figura 8 muestra un dispositivo electrónico 800 según el segundo y/o el tercer aspecto de la invención. El dispositivo electrónico 800 tiene una entrada 810 para recibir la tensión de red. Una parte del dispositivo electrónico opera con la tensión de red, que se denomina circuitería de tensión de red 808. La circuitería de tensión de red 808 está conectada y desconectada de la entrada 810 por un triac 802. La tensión de red también es recibida por un sistema de alimentación eléctrica 812 según el primer aspecto de la invención. El sistema de alimentación eléctrica 812 proporciona energía a una baja tensión 815 a un controlador de dispositivo electrónico 818 y opcional a una circuitería de baja tensión 824, que proporciona, por ejemplo, una interfaz de usuario para el usuario del dispositivo electrónico 800. El sistema de alimentación eléctrica 812 puede comprender un controlador de alimentación eléctrica 814 o puede controlarse mediante una señal de control 816 recibida desde el controlador de dispositivo 818. El controlador de dispositivo 818 está conectado además a un dispositivo de encendido/apagado 820 que detecta si el usuario proporciona un comando de encendido o un comando de apagado. El comando del usuario puede recibirse mediante un botón, un detector de control remoto u otro medio para recibir la entrada del usuario. En respuesta al comando de encendido detectado o en respuesta al comando de apagado detectado, el triac 802 se controla con una señal de control del triac 804 al estado conductor o no conductor, respectivamente, la circuitería de baja energía se controla con una señal de control de circuitería de baja energía 822 para estar en el estado encendido o apagado, respectivamente, y el sistema de alimentación eléctrica 812 se controla para estar en el modo de espera o en el modo operativo por la señal de control 816. Además, cuando el dispositivo electrónico 800 está encendido, el controlador 818 controla la operación primario de la circuitería de tensión de red 808 mediante una señal de control de circuitería de alta tensión 806. Cabe destacar que en lugar de un triac 802, pueden utilizarse otros medios de desplazamiento de tensión de red en lugar del triac 802, un ejemplo es un relé.

Otra realización del sistema de alimentación eléctrica según el primer aspecto de la invención se presenta en la figura 9a. El sistema de alimentación eléctrica 900 es similar al sistema de alimentación eléctrica 700 de la figura 7. La función y funcionamiento del microcontrolador 908 es similar a la función y funcionamiento del controlador 702 de la

figura 7. El microcontrolador 908 puede usarse además para controlar la operación (primaria) del dispositivo en el que se emplea el sistema de alimentación eléctrica 900. El sistema de alimentación eléctrica 900 comprende un circuito integrado (CI) 902 en el que se implementa una parte del sistema de alimentación eléctrica 700. Los diodos zener  $D_{3b}$  y  $D_{3a}$  no están comprendidos en el CI 902 porque la disponibilidad de diodos zener en un CI es limitada. En lugar del diodo zener  $D_{3b}$ , se implementa un regulador de derivación 904 con un bucle de control que comprende las resistencias  $R_9$  y  $R_{10}$  en el CI 902. En lugar del diodo zener  $R_{3a}$ , se implementa un regulador de derivación adicional 906 con un bucle de control adicional que comprende las resistencias  $R_{11}$  y  $R_{12}$  en el CI 902. La configuración del regulador de derivación 904 que incluye el bucle de control que comprende las resistencias  $R_9$  y  $R_{10}$  se presenta en la figura 9b. El regulador de derivación 904 comprende una fuente de tensión PTAT para crear una tensión de referencia que se proporciona a la entrada negativa de un amplificador operacional (ampop)  $U_1$ . Las resistencias  $R_9$  y  $R_{10}$  forman un circuito de división de tensión que proporciona una tensión dividida a la entrada positiva de ampop  $U_1$ . La salida del ampop  $U_1$  se proporciona a través de una resistencia  $R_1$  a la base de un transistor paralelo  $Q_1$  que está acoplado entre los dos terminales del regulador de derivación 904. Si la tensión dividida es mayor que la tensión de referencia, el transistor comienza a conducir, lo que causa una menor diferencia de tensión entre los dos terminales del regulador de derivación. El circuito de división de tensión en combinación con la tensión provista de la fuente de tensión PTAT determina a qué tensión la tensión está limitada por el regulador de derivación.

Otra realización del sistema de alimentación eléctrica según el primer aspecto de la invención se presenta en la figura 10. El sistema de alimentación eléctrica 1000 es similar al sistema de alimentación eléctrica 900 de la figura 9a, sin embargo, la resistencia de sobretensión  $R_{5b}$  se reemplaza por un circuito limitador de corriente activa 1004 que se implementa en el CI 1002 y se dispone en serie con el regulador de derivación 904.

Una realización adicional del sistema de alimentación eléctrica según el primer aspecto de la invención se presenta en la figura 11. La realización mostrada es similar al sistema de alimentación eléctrica 900 de la figura 9a y comprende un interruptor controlable 1108 que es similar al interruptor controlable 301 de la figura 3. El CI 1102 no comprende el regulador de derivación 904 con un bucle de control como se analizó en el contexto del sistema de alimentación eléctrica 900 de la figura 9a. Sin embargo, el CI 1102 comprende el interruptor controlable 1108 y un bucle de control que comprende una protección de sobretensión (OVP) 1106 para controlar la tensión a través del condensador  $C_{2b}$ . Además, un circuito limitador de corriente, como se analizó en el contexto de la figura 10, está dispuesto en serie con el interruptor controlable 1108. El CI 1102 comprende la OVP 1106 que compara la tensión a través del condensador  $C_{2b}$  con una tensión de referencia  $V_{ref}$ . En una realización práctica, la OVP 1106 es un comparador con histéresis. La salida de la OVP 1106 se proporciona al interruptor controlable para cerrar el interruptor cuando la tensión a través del condensador  $C_{2b}$  es demasiado alta. Como se analizó anteriormente, se puede generar una tensión de referencia  $V_{ref}$  con una implementación de CI de una fuente de tensión PTAT. Cuando el interruptor controlable 1108 es un interruptor bidireccional, se requiere un circuito denominado cero-x 1110 para controlar cuándo el interruptor controlable 1108 puede estar cerrado durante un período de tiempo tal que el condensador  $C_{2b}$  no se cargue más. El interruptor controlable 1108 solo puede cerrarse cuando la corriente de CA de entrada es positiva, lo que significa que la tensión de entrada de CA está aumentando. El circuito cero-x 1110 tiene que medir la corriente CA y comprende una red diferenciadora que es relativamente compleja. En lugar de un interruptor controlable bidireccional 1108 y el circuito cero-x 1110, se puede usar una disposición en serie 1112 de un transistor N-MOS  $S_2$  y un diodo  $D_5$ .

La figura 12 muestra otra realización de un sistema de alimentación eléctrica 1200. El sistema de alimentación eléctrica 1200 es similar al sistema de alimentación eléctrica 1100 de la figura 11. El sistema de alimentación eléctrica 1200 comprende un CI 1202 que comprende, en lugar de la combinación del diodo  $D_4$ , la resistencia  $R_6$  y el condensador  $C_3$  de la figura 11, un circuito de desplazamiento de nivel 1204 que transforma una tensión en el dominio de tensión que alimenta el microcontrolador 908 al dominio de tensión en el que el interruptor controlable  $S_1$  opera. Las implementaciones de CI de circuitos de desplazamiento de nivel son bien conocidas en la técnica. Aunque se debe usar una cantidad relativamente grande de componentes en el CI 1202 para implementar el circuito de desplazamiento de nivel 1204, esto todavía se puede hacer de manera relativamente eficiente en comparación con el uso de un condensador externo adicional  $C_3$ .

En la realización analizada anteriormente, el microcontrolador 908 controla cuando el interruptor controlable  $S_1$  del convertidor buck-boost está cerrado. Para realizar esta función, el microcontrolador 908 debe tener un temporizador, que a menudo no está disponible en microcontroladores relativamente baratos. El uso de un convertidor buck-boost auto-oscilante es una solución para no requerir un temporizador en el microcontrolador 908. Esto se muestra en la figura 13.

Un sistema de alimentación eléctrica 1300 comprende un circuito integrado 1302 que es similar al CI 1202 de la figura 12. El sistema de alimentación eléctrica 1300 comprende además un microcontrolador 1310 que es comparable al microcontrolador 908 de realizaciones anteriores, sin embargo, la señal de habilitación EN del microcontrolador 908 que se proporciona al circuito integrado 1302 solo indica si el convertidor CC-CC debe operar. En el sistema de alimentación eléctrica 1300, el convertidor CC-CC es un convertidor buck-boost formado por un interruptor controlable  $S_1$ , un diodo  $D_3$ , un inductor  $L_1$  y un controlador buck-boost 1306. En la realización, el controlador buck-boost 1306 es un denominado controlador PWM SOPS, lo que significa un controlador de alimentación eléctrica auto-oscilante de modulación de ancho de pulso. Dichos controladores son conocidos en la técnica. El controlador buck-boost 1306 genera una señal de control que se usa para controlar el estado conductor y no conductor del interruptor controlable

- 5 S<sub>1</sub>. La señal de control se proporciona a un circuito de desplazamiento de nivel 1304 para generar el nivel de tensión correcta que se requiere para accionar el interruptor controlable S<sub>1</sub>. El controlador buck-boost 1306 está alimentado por la tensión de alimentación neutra N y la tensión de alimentación negativa V<sub>ne9</sub>. El controlador buck-boost 1306 recibe además la señal de habilitación EN del microcontrolador 1310 que indica si el convertidor buck-boost debe operar. Básicamente, son posibles soluciones diferentes para operar el convertidor auto-oscilante buck-boost. En la figura 13, el controlador buck-boost 1306 está conectado a un denominado circuito de tonelada fija 1308 y tiene una conexión con el nodo compartido entre el interruptor controlable S<sub>1</sub>, el inductor L<sub>1</sub> y el diodo D<sub>3</sub>. La conexión al nodo compartido se usa para monitorear la corriente a través del diodo D<sub>3</sub>. El circuito de tonelada fija 1308 y el controlador buck-boost 1306 proporcionan un denominado control de tonelada fija del convertidor buck-boost. Esto significa que el interruptor controlable S<sub>1</sub> se controla en un estado conductor durante un período fijo de tiempo. Después de controlar el interruptor controlable S<sub>1</sub> en un estado no conductor y cuando la corriente a través del diodo D<sub>3</sub> es sustancialmente igual a cero, el interruptor controlable S<sub>1</sub> se controla en el estado conductor durante el período de tiempo fijo. Una ventaja de un control de tonelada fija de un convertidor buck-boost es que la frecuencia a la que opera el convertidor buck-boost es sustancialmente constante. Una desventaja es que la energía máxima del convertidor buck-boost depende de la distribución del valor de L<sub>1</sub>. Además, si V<sub>pos</sub> se vuelve, por ejemplo, temporalmente más baja que el nivel de tensión al que el interruptor controlable 1108 y la protección de sobretensión 1106 intentan regular V<sub>pos</sub>, la corriente de entrada disminuye y la energía máxima del convertidor buck-boost también disminuye. Esto puede evitarse con el mecanismo de control que se analiza junto con la figura 14.
- 10
- 15
- 20 La figura 14 presenta una realización de un sistema de alimentación eléctrica 1400. Una resistencia R<sub>det.</sub> está dispuesta en serie con el inductor L<sub>1</sub> para medir la corriente a través del inductor L<sub>1</sub>. La tensión del nodo compartido por la resistencia R<sub>det.</sub> y el inductor L<sub>1</sub>, se proporciona a un CI 1402 que es similar al CI 1302 de la figura 13, sin embargo, el CI 1402 comprende el controlador buck-boost 1406 que no controla el interruptor controlable S<sub>1</sub> sobre la base de un mecanismo de control de tonelada fija, sino sobre la base de medir la cantidad de energía almacenada en el inductor L<sub>1</sub>. Cuando el interruptor controlable S<sub>1</sub> se controla en el estado conductor, la corriente a través de L<sub>1</sub> aumenta, y el controlador buck-boost detecta el valor de la corriente a través del puerto de entrada R<sub>s</sub> del circuito integrado 1402. Cuando se ha alcanzado una corriente máxima I<sub>máx</sub> a través de L<sub>1</sub>, determinada por el valor de la resistencia R<sub>det.</sub>, el interruptor controlable S<sub>1</sub> se controla en el estado no conductor hasta que la corriente a través del diodo D<sub>3</sub> se vuelve sustancialmente igual a cero. Cuando la corriente a través del diodo D<sub>3</sub> es sustancialmente igual a cero, el interruptor controlable se controla en el estado conductor. Una ventaja de este mecanismo de control es que la distribución del valor del inductor L<sub>1</sub> se puede neutralizar. Una desventaja es que, cuando la corriente máxima I<sub>máx</sub> es demasiado alta, se solicita más energía de la que se puede suministrar a través de la alimentación eléctrica positiva y, como tal, el nivel de tensión V<sub>pos</sub> disminuye.
- 25
- 30
- 35 La figura 15 presenta otra realización de un sistema de alimentación eléctrica. El sistema de alimentación eléctrica 1500 es similar al sistema de alimentación eléctrica 1300 de la figura 13, y comprende, por ejemplo, para el convertidor buck-boost controlar un mecanismo de control de tonelada fija por medio del controlador buck-boost 1306 y el circuito de tonelada fija 1308. En un CI 1502 de la figura 15, el nivel de tensión negativa V<sub>ne9</sub> se controla controlando proporcionalmente el nivel de tensión positiva V<sub>pos</sub>. La tensión a través del condensador C<sub>2b</sub> ya no se mantiene constante, pero la tensión a través del condensador C<sub>2b</sub> se controla en función del consumo de energía de la carga que es alimentada por la tensión negativa V<sub>ne9</sub>. A través de la protección de sobretensión (OVP) 1504, la tensión negativa se compara con una tensión de referencia V<sub>ref</sub>. En una realización práctica, la OVP 1504 es un comparador con histéresis. Si el valor absoluto del nivel de tensión negativa V<sub>ne9</sub> es demasiado bajo, el interruptor controlable 1108 se controla para permitir un aumento de la tensión a través del condensador C<sub>2b</sub>, y si el valor absoluto del nivel de tensión negativa V<sub>ne9</sub> es demasiado alto, el interruptor controlable 1108 se controla para permitir una disminución de la tensión a través del condensador C<sub>2b</sub>. El resultado del control es que se proporciona exactamente la cantidad correcta de energía al convertidor buck-boost. Este tipo de control, siendo el control del nivel de tensión positiva V<sub>pos</sub> en función del nivel de tensión negativa V<sub>ne9</sub>, coopera bien con el control de tonelada fija del convertidor buck-boost. Además, en una realización, el microcontrolador 1310 no tiene la señal de salida habilitadora EN, y por lo tanto, el CI 1502 no tiene un pin de entrada para recibir la señal habilitadora EN: si la cantidad de energía consumida es baja, el interruptor controlable 1108 es cerrado continuamente y, como se analizó en la realización anterior (por ejemplo, en el contexto de la figura 3), las pérdidas de reserva se mantienen bajas manteniendo la tensión en el condensador C<sub>2b</sub> sustancialmente igual a cero, y, por lo tanto, regulando el convertidor buck-boost en un estado no operativo.
- 40
- 45
- 50
- 55 Cabe señalar que el interruptor controlable 1108 tiene que ser un interruptor bidireccional. El control del nivel de tensión negativa V<sub>ne9</sub> con el circuito de la figura 15 solo funciona bien cuando la corriente a través del interruptor controlable puede ser negativa o positiva. El interruptor controlable 1108 no puede ser reemplazado por la disposición en serie 1112 de la figura 11. Además, el interruptor controlable S<sub>1</sub> se dibuja como un transistor P-MOS. El interruptor controlable S<sub>1</sub> también puede implementarse como un transistor PNP, NPN o N-MOS. Sin embargo, es ventajoso usar un transistor P-MOS en sistemas de alimentación eléctrica como el sistema 1500 porque la cantidad de energía convertida es relativamente baja.
- 60
- 65 En la figura 16, se proporciona una realización adicional de un sistema de alimentación eléctrica según el primer aspecto de la invención. El sistema de alimentación eléctrica 1600 comprende un circuito integrado (CI) 1602 que es similar al CI 1302 de la figura 13, sin embargo, el diodo D<sub>3</sub> se reemplaza por un interruptor controlable S<sub>3</sub>, que se dibuja en la figura 16 como un transistor NMOS. El controlador buck-boost 1606 controla el interruptor controlable S<sub>3</sub>

para obtener una funcionalidad de rectificador síncrono con el interruptor controlable  $S_3$ . Un reemplazo del diodo  $D_3$  por un transistor NMOS y un circuito de control para el transistor NMOS se puede obtener fácilmente en una implementación de CI, pero no cuando el convertidor buck-boost se implementa en componentes separados.

5 En la figura 17 se presenta otra realización de un sistema de alimentación eléctrica. El sistema de alimentación eléctrica 1700 comprende un circuito integrado (CI) 1702 que es similar al CI 1302 de la realización de la figura 13. Además del diodo  $D_3$ , se usa un diodo  $D_4$  para proporcionar energía a un riel de alimentación adicional  $V_{aux}$ . El riel de alimentación  $V_{aux}$  tiene un condensador C4 para almacenar energía temporalmente, y el riel de alimentación  $V_{aux}$  se usa para proporcionar energía a, por ejemplo, todos los LED del dispositivo en el que se utiliza el sistema de alimentación eléctrica. Una ventaja de la configuración con un riel de alimentación adicional  $V_{aux}$  es que, a pesar de las medidas de seguridad, el riel de alimentación  $V_{aux}$  está en cortocircuito, el sistema de alimentación eléctrica 1700 todavía proporciona energía al microcontrolador 1310 a través del riel de tensión negativa  $V_{ne9}$ . Por lo tanto, el funcionamiento del microcontrolador 1310 no se ve interrumpido por problemas en los circuitos alimentados a través del riel de alimentación  $V_{aux}$ .

15 Cabe destacar que las realizaciones mencionadas anteriormente ilustran en lugar de limitar la invención, y que los expertos en la materia podrán diseñar muchas realizaciones alternativas sin apartarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

20 En las reivindicaciones, los signos de referencia colocados entre paréntesis no se interpretarán como limitativos de la reivindicación. El uso del verbo "comprender" y sus conjugaciones no excluye la presencia de elementos o etapas distintos de los establecidos en una reivindicación. El artículo "un" o "una" que precede a un elemento no excluye la presencia de una pluralidad de dichos elementos. La invención puede implementarse por medio de hardware que comprende varios elementos distintos, y por medio de una computadora adecuadamente programada. En la reivindicación del dispositivo que enumera varios medios, varios de estos medios pueden estar incorporados por el mismo elemento de hardware. El mero hecho de que determinadas medidas se mencionen en las reivindicaciones dependientes mutuamente diferentes no indica que una combinación de estas medidas no se pueda aprovechar.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de alimentación eléctrica (200, 300, 400, 600, 700, 812, 900, 1000, 1100, 1200, 1300, 1400, 1500, 1600, 1700) que comprende
- 5
- una primera entrada (206) para recibir una tensión de CA,
  - una salida (218) para suministrar energía a una carga (216, RL),
- 10
- un convertidor CC-CC (204, 404) que comprende una segunda entrada (203) que está acoplada capacitivamente a la primera entrada (206), y que está dispuesta para suministrar energía a la salida (218),
  - un circuito rectificador (212, D1) que está acoplado capacitivamente a la primera entrada (206) y que está dispuesto entre la primera entrada (206) y la salida (218) para suministrar una tensión de salida rectificadora a la salida (218),
- 15
- un limitador de tensión (214, Dzener2, D3a) que está acoplado a la salida (218) para limitar la tensión de salida rectificadora a una tensión predefinida, y
  - un circuito rectificador adicional (302, D2) acoplado capacitivamente a la primera entrada (206) para proporcionar una tensión rectificadora adicional a la segunda entrada (203).
- 20
2. Un sistema de alimentación eléctrica (200, 300, 400, 600, 700, 812) según la reivindicación 1 que comprende:
- 25
- un limitador de tensión adicional (304, Dzener1, D3b) acoplado a la segunda entrada (203) y dispuesto para limitar la tensión rectificadora adicional de la segunda entrada (203) a una tensión predefinida adicional.
3. Un sistema de alimentación eléctrica (200, 300, 400, 600, 700, 812) según la reivindicación 2, en el que el valor absoluto de la tensión predefinida adicional es mayor que el valor absoluto de la tensión predefinida.
- 30
4. Un sistema de alimentación eléctrica (200, 300, 400, 600, 700, 812) según la reivindicación 2, que está configurado para operar en un modo de espera para proporcionar energía de reserva a la carga (216, RL) o en un modo operativo para proporcionar energía operativa a la carga (216, RL), el sistema de alimentación eléctrica (200, 300, 400, 600, 700, 812) comprende un interruptor controlable de cortocircuito (306) dispuesto en paralelo al limitador de tensión adicional (304, Dzener1, D3b) para cortocircuitar el limitador de tensión adicional (304, Dzener1, D3b), y un controlador (406, 602, 702, 814) para cerrar el interruptor controlable de cortocircuito (306) en el modo de espera, o el sistema de alimentación eléctrica (200, 300, 400, 600, 700, 812, 900, 1000, 1100, 1200, 1300, 1400, 1500, 1600, 1700) comprende un interruptor controlable de cortocircuito adicional (301) dispuesto entre un nodo compartido por un acoplamiento capacitivo (208, Ccap) y el circuito rectificador adicional (302, D2) y un nodo del sistema de alimentación eléctrica (200, 300, 400, 600, 700, 812, 900, 1000, 1100, 1200, 1300, 1400, 1500, 1600, 1700) que tiene una tensión de neutro (N), y comprende el controlador (406, 602, 702, 814) para cerrar el interruptor controlable de cortocircuito adicional (301) en el modo de espera.
- 35
- 40
- 45
5. Un sistema de alimentación eléctrica (200, 300, 400, 600, 700, 812) según la reivindicación 2, que está configurado para operar en un modo de espera para proporcionar energía de reserva a la carga (216, RL) o en un modo operativo para proporcionar energía operativa a la carga (216, RL), en el que el convertidor CC-CC (204, 404) comprende un convertidor buck-boost que comprende un interruptor controlable (S1, M1) para modular una corriente a través de una inductancia (L1),
- 50
- en el que el sistema de alimentación eléctrica (200, 300, 400, 600, 700, 812) comprende un controlador (406, 602, 702, 814) para controlar el interruptor controlable (S1, M1),
- en el que el controlador (406, 602, 702, 814) está dispuesto para (i) controlar que el interruptor controlable (S1, M1) esté permanentemente en un estado cerrado en el modo de espera del sistema de alimentación eléctrica para cortocircuitar el limitador de tensión adicional (304, Dzener1, D3b) a través de la inductancia (L1), y (ii) controlar que el interruptor controlable (S1, M1) alterne entre un estado abierto y el estado cerrado en el modo operativo del sistema de alimentación eléctrica (200, 300, 400, 600, 700, 812) para controlar el almacenamiento y liberación de energía en y por la inductancia (L1).
- 55
- 60
6. Un sistema de alimentación eléctrica (200, 300, 400, 600, 700, 812) según la reivindicación 1, que está configurado para operar en un modo de espera para proporcionar energía de reserva a la carga (216, RL) o en un modo operativo para proporcionar energía operativa a la carga (216, RL), y que comprende un controlador para controlar un interruptor controlable de desconexión (307) para desconectar la segunda entrada del convertidor CC-CC desde el acoplamiento capacitivo a la entrada en el modo de espera.
- 65
7. Un sistema de alimentación eléctrica (200, 300, 400, 600, 700, 812) según la reivindicación 1 o 2, en el que

la tensión de CA recibida por la primera entrada (206) comprende una parte de tensión creciente de la onda de tensión de CA y comprende una parte de tensión decreciente de la onda de tensión de CA, en el que el circuito rectificador (212, D1) está dispuesto para rectificar solo una parte de la parte de tensión creciente o la parte de tensión decreciente, y el circuito rectificador adicional (302, D2) está dispuesto para rectificar la otra parte de la parte de tensión creciente o la parte de tensión decreciente.

8. Un sistema de alimentación eléctrica (200, 300, 400, 600, 700, 812) según la reivindicación 1 o 2, en el que

- cuando se hace referencia a la reivindicación 1, el sistema de alimentación eléctrica (200, 300, 400, 600, 700, 812) comprende un único acoplamiento capacitivo (208, Ccap) que comprende al menos un condensador, o

- cuando se hace referencia a la reivindicación 2, el sistema de alimentación eléctrica (200, 300, 400, 600, 700, 812) comprende un único acoplamiento capacitivo (208, Ccap) que está acoplado entre la primera entrada (206) y el circuito rectificador (212, D1) y que está acoplado entre la primera entrada (206) y el circuito rectificador adicional (302, D2), en el que el acoplamiento capacitivo único (208, Ccap) comprende un condensador para proporcionar el acoplamiento capacitivo, o

- cuando se hace referencia a la reivindicación 2, el sistema de alimentación eléctrica (200, 300, 400, 600, 700, 812) comprende un primer acoplamiento capacitivo (202) que está acoplado entre la primera entrada (206) y el circuito rectificador (212, D1) y comprende un segundo acoplamiento capacitivo (210) que está acoplado entre la primera entrada (206) y el circuito rectificador adicional (302, D2), en el que el primer acoplamiento capacitivo (202) y el segundo acoplamiento capacitivo (210) comprende cada uno un condensador para proporcionar el acoplamiento capacitivo.

9. Un sistema de alimentación eléctrica (200, 300, 400, 600, 700, 812, 900, 1000, 1100, 1200, 1300, 1400, 1500, 1600, 1700) según la reivindicación 8, en el que el limitador de tensión adicional comprende una protección de sobretensión (1106) y un interruptor controlable de limitación de tensión (1108), en el que una primera entrada de la protección de sobretensión (1106) está acoplada a la segunda entrada y una segunda entrada de la protección de sobretensión (1106) está acoplada a una tensión de referencia predefinida, una salida de la protección de sobretensión (1106) está acoplada al interruptor controlable de limitación de tensión (1108) para controlar el interruptor controlable de limitación de tensión (1108) para que esté en un modo conductor o en un modo no conductor, y en el que el interruptor controlable de limitación de tensión (1108) está acoplado a un nodo compartido por el acoplamiento capacitivo (208, Ccap) y el circuito rectificador adicional (302, D2) y está acoplado a una tensión de neutro (N) del sistema de alimentación eléctrica (200, 300, 400, 600, 700, 812, 900, 1000, 1100, 1200, 1300, 1400, 1500, 1600, 1700).

10. Un sistema de alimentación eléctrica (200, 300, 400, 600, 700, 812, 900, 1000, 1100, 1200, 1300, 1400, 1500, 1600, 1700) según la reivindicación 8, en el que

- el limitador de tensión (214, Dzener2, D3a) comprende una protección de sobretensión (1504) para detectar que la tensión de salida rectificadora es demasiado alta y demasiado baja con respecto a la tensión predefinida,

- el limitador de tensión adicional (304, Dzener1, D3b) comprende un interruptor controlable de limitación de tensión (1108) que está acoplado a un nodo compartido por el acoplamiento capacitivo (208, Ccap) y el circuito rectificador adicional (302, D2) y está acoplado a una tensión de neutro (N) del sistema de alimentación eléctrica (200, 300, 400, 600, 700, 812, 900, 1000, 1100, 1200, 1300, 1400, 1500, 1600, 1700), controlándose el interruptor controlable de limitación de tensión (1108) por la protección de sobretensión (1504) para que esté en el estado conductor si el valor absoluto de la tensión de salida rectificadora es demasiado alto, y para que esté en el estado no conductor si el valor absoluto de la tensión de salida rectificadora es demasiado bajo.

11. Un sistema de alimentación eléctrica (200, 300, 400, 600, 700, 812, 900, 1000, 1100, 1200, 1300, 1400, 1500, 1600, 1700) según una de las reivindicaciones 1, 2, 4 o 5, en el que el sistema de alimentación eléctrica (200, 300, 400, 600, 700, 812, 900, 1000, 1100, 1200, 1300, 1400, 1500, 1600, 1700) comprende un circuito integrado (902, 1002, 1102, 1202, 1302, 1402, 1502, 1602, 1702) que comprende al menos uno del grupo de: al menos una parte del convertidor CC-CC (204, 404), el limitador de tensión 214, Dzener2, D3a), el limitador de tensión adicional (304, Dzener1, D3b), el interruptor controlable de cortocircuito (306), el controlador (406, 602, 702, 814) para controlar el interruptor controlable de cortocircuito (306), al menos una parte del convertidor buck-boost, el interruptor controlable (M1, S1) del convertidor buck-boost, un diodo (D3) del convertidor buck-boost, un diodo adicional (D4) del convertidor buck-boost para proporcionar energía a un riel de alimentación adicional ( $V_{aux}$ ), el controlador (702, 1204, 1306, 1406) para controlar el interruptor controlable (M1, S1) del convertidor buck-boost, un circuito limitador de corriente (1004) para limitar la corriente a través del limitador de tensión (214, Dzener2, D3a).

12. Un sistema de alimentación eléctrica (200, 300, 400, 600, 700, 812, 900, 1000, 1100, 1200, 1300, 1400, 1500, 1600, 1700) según la reivindicación 11, en el que

- el limitador de tensión (214, Dzener2, D3a) comprende un regulador de derivación (904, 910) con un bucle de

control formado por una disposición en serie de dos resistencias (R9, R10), o

- el limitador de tensión adicional (304, Dzener2, D3b) comprende un regulador de derivación adicional (906) con un bucle de control formado por una disposición en serie adicional de dos resistencias (R11, R12), o

- el limitador de tensión (214, Dzener2, D3a) comprende un regulador de derivación (904, 910) con un bucle de control formado por una disposición en serie de dos resistencias (R9, R10), y el limitador de tensión adicional (304, Dzener2, D3b) comprende un regulador de derivación adicional (906) con un bucle de control formado por una disposición en serie adicional de dos resistencias (R11, R12).

13. Un dispositivo electrónico (800) que comprende un sistema de alimentación eléctrica (200, 300, 400, 600, 700, 812) según la reivindicación 1.

14. Un dispositivo electrónico (800) que comprende

- un controlador de dispositivo (406, 602, 702, 814) para controlar una operación del dispositivo electrónico (800) para controlar que el dispositivo electrónico (800) esté en un modo de espera o en un modo operativo,

- un sistema de alimentación eléctrica (200, 300, 400, 600, 700, 812) según la reivindicación 7, en el que el controlador (406, 602, 702, 814) del sistema de alimentación eléctrica (200, 300, 400, 600, 700, 812) está integrado con el controlador de dispositivo (406, 602, 702, 814).

15. Un controlador (406, 602, 702, 814) para su uso en el sistema de alimentación eléctrica (200, 300, 400, 600, 700, 812) según la reivindicación 7 para su uso en el dispositivo electrónico (800) según la reivindicación 14.

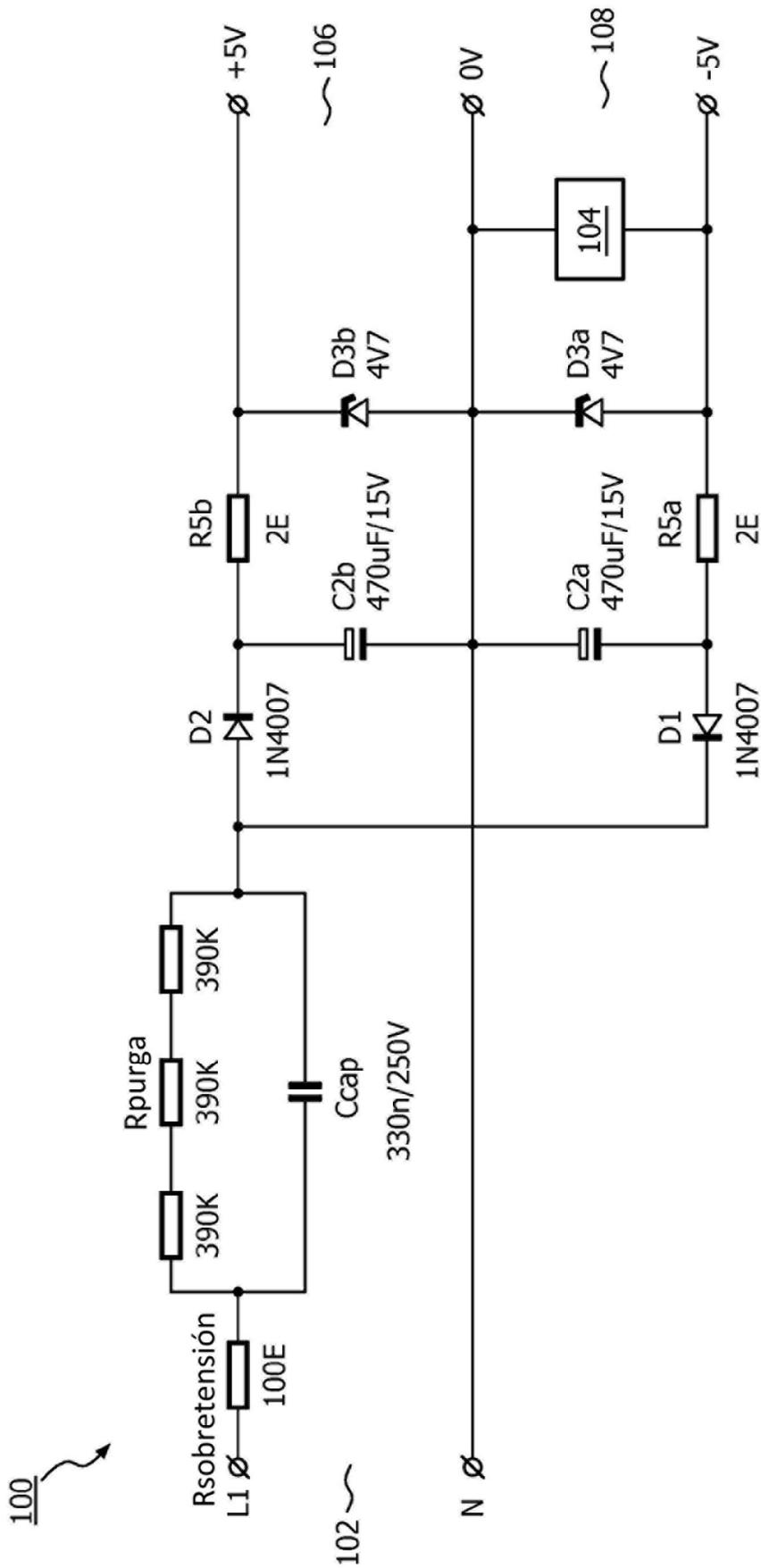


FIG. 1

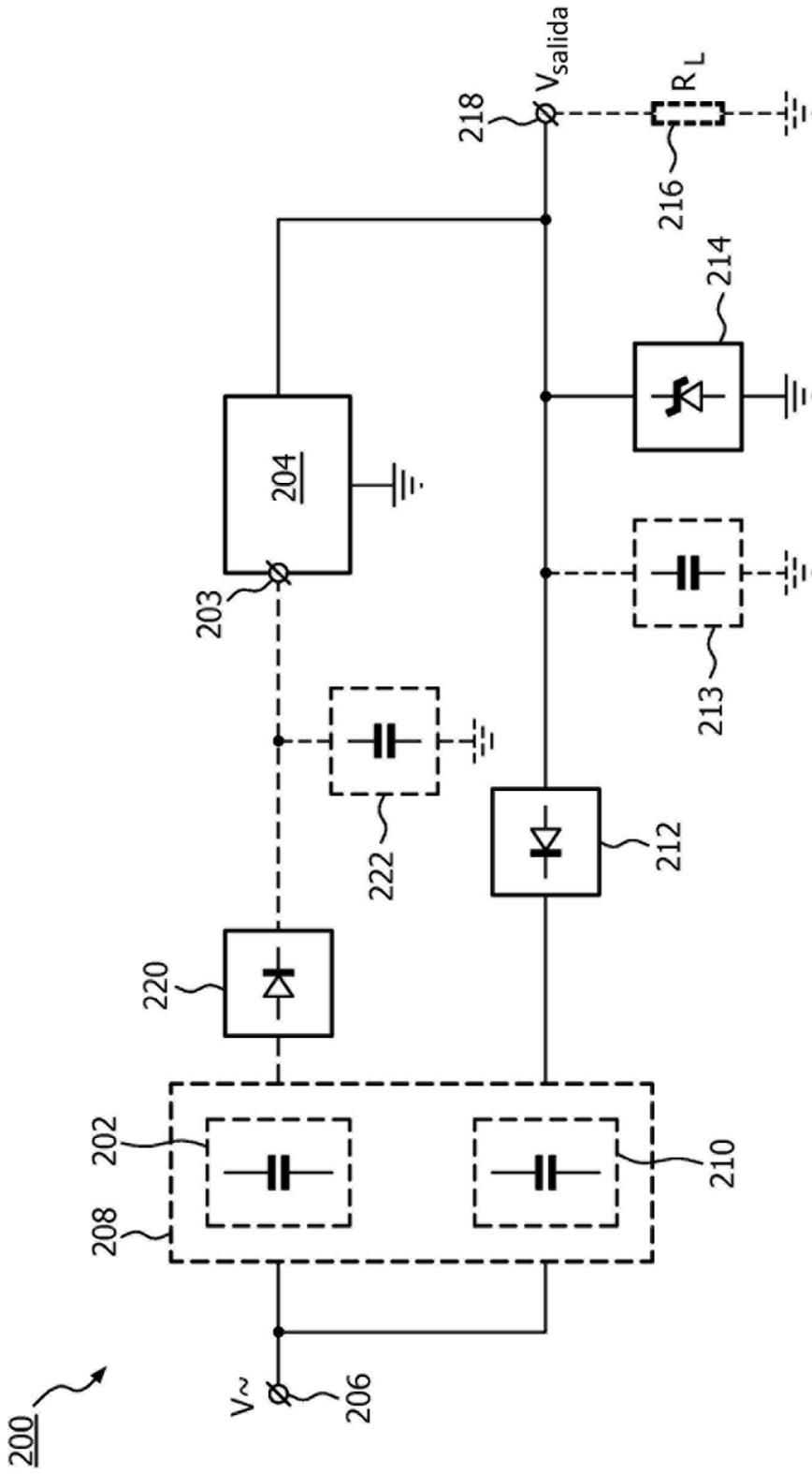


FIG. 2

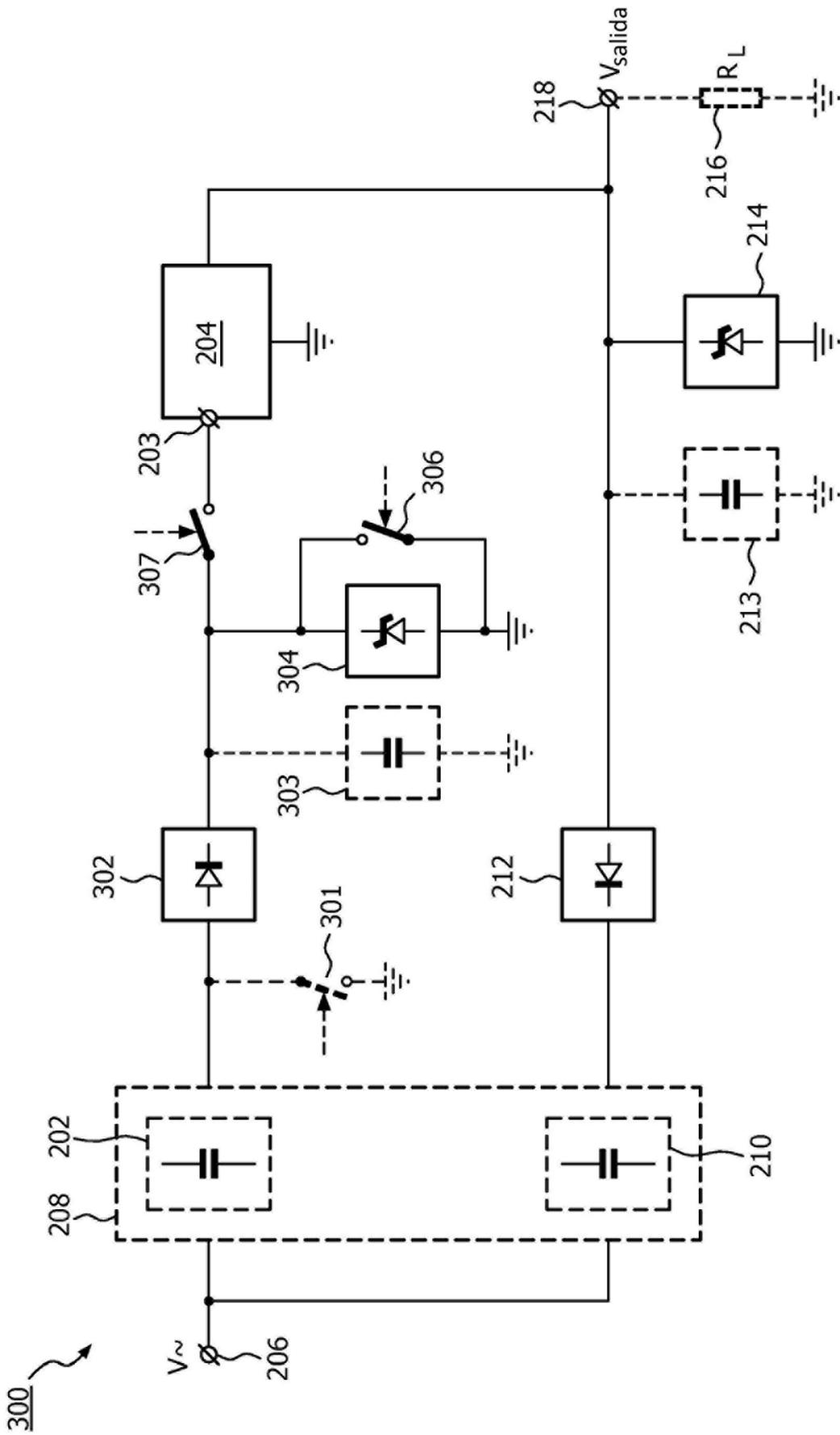


FIG. 3

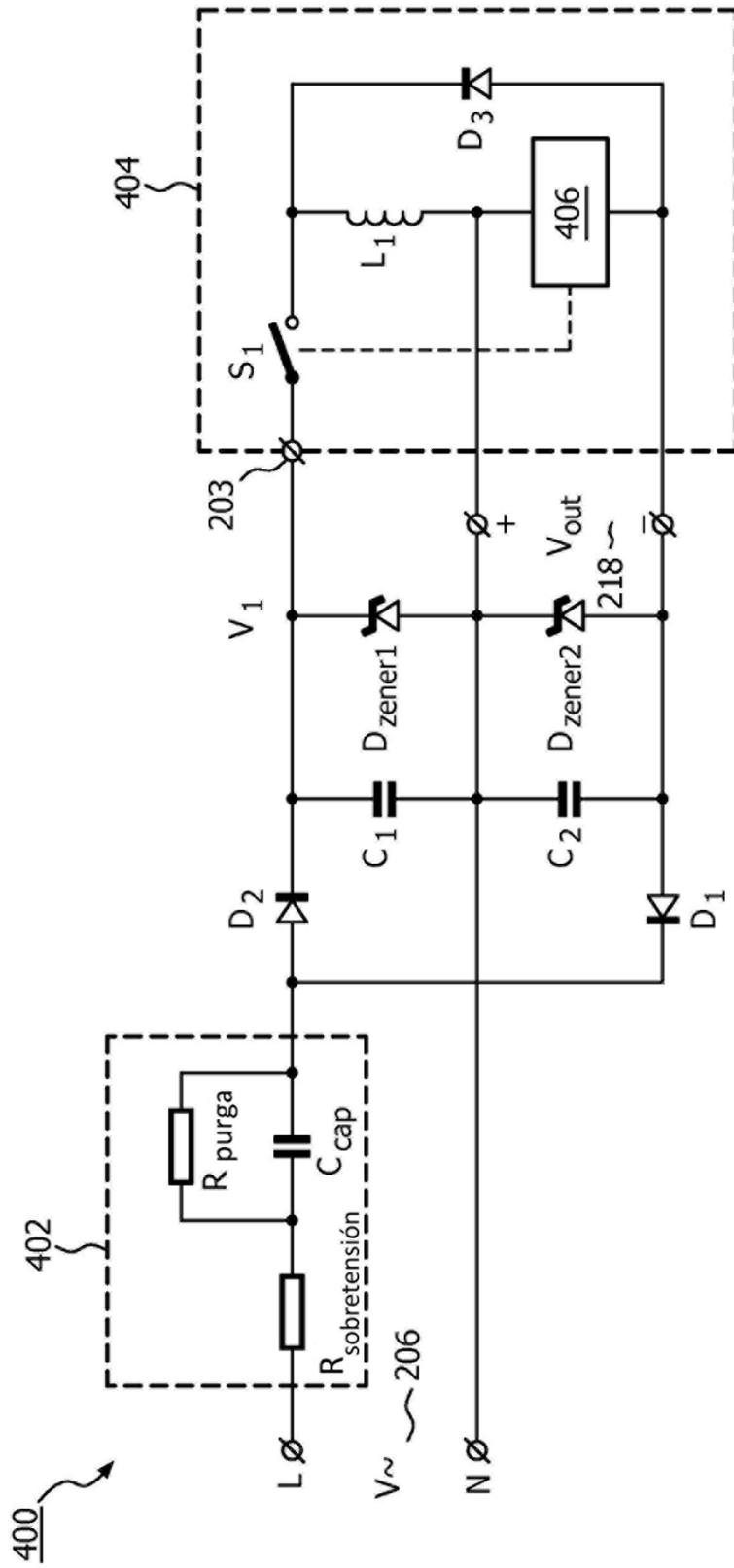


FIG. 4

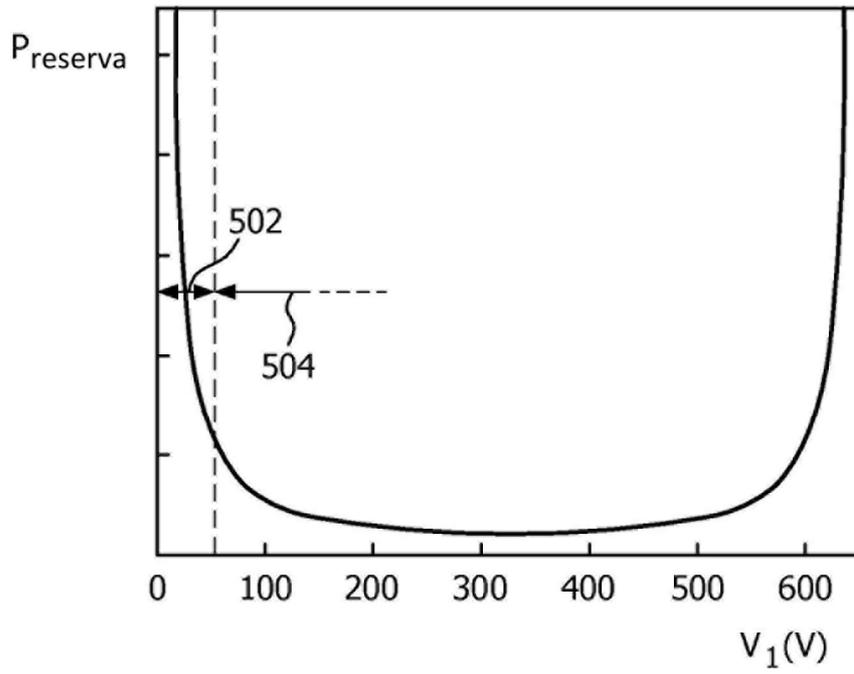


FIG. 5

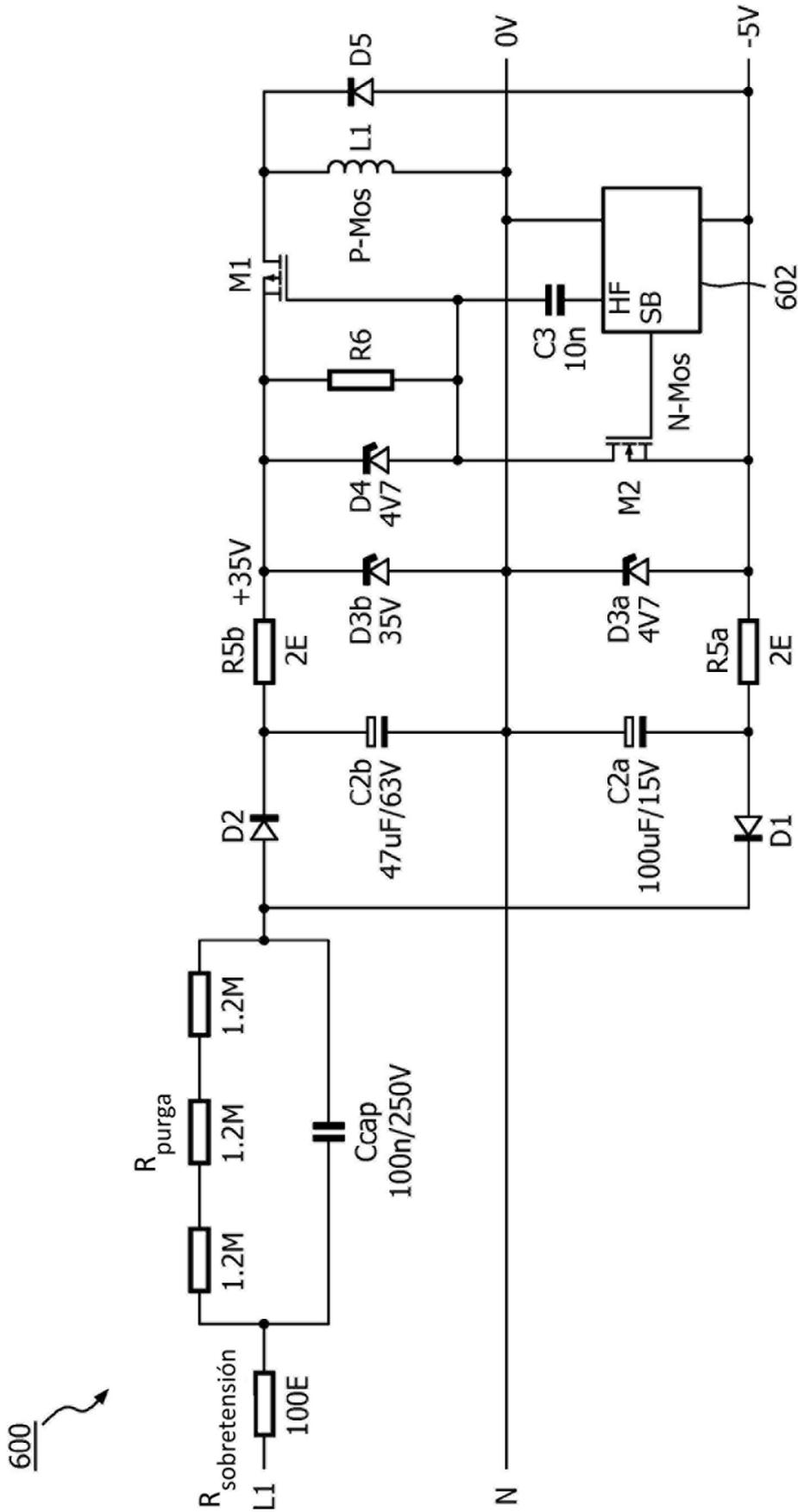


FIG. 6a

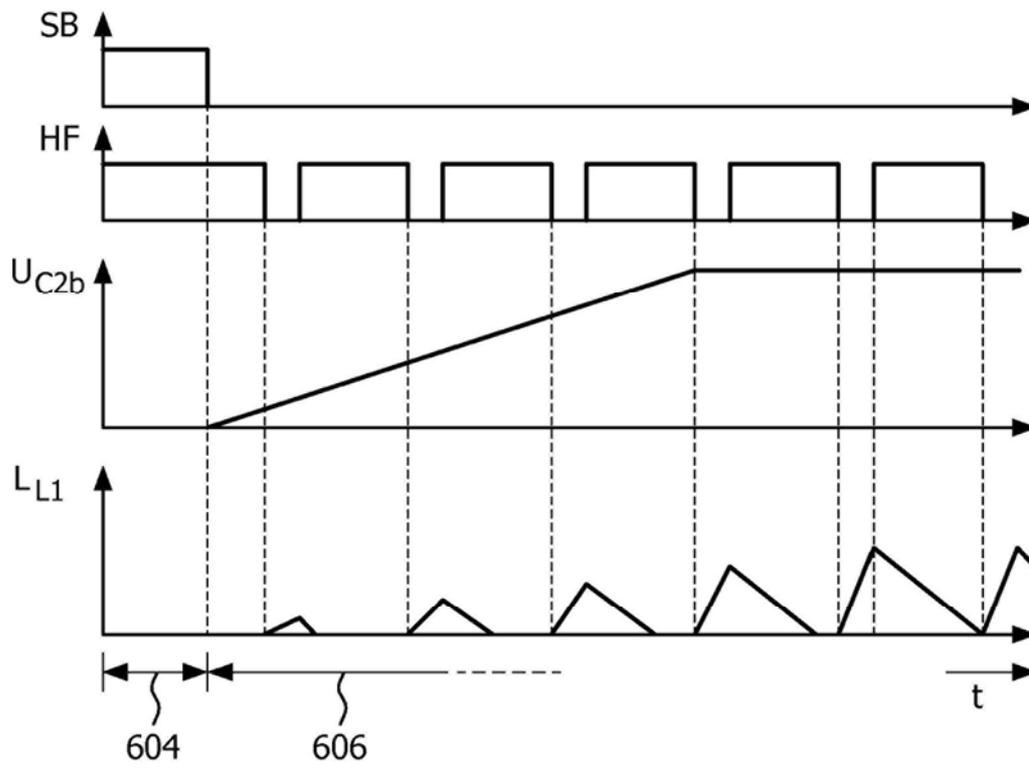


FIG. 6b

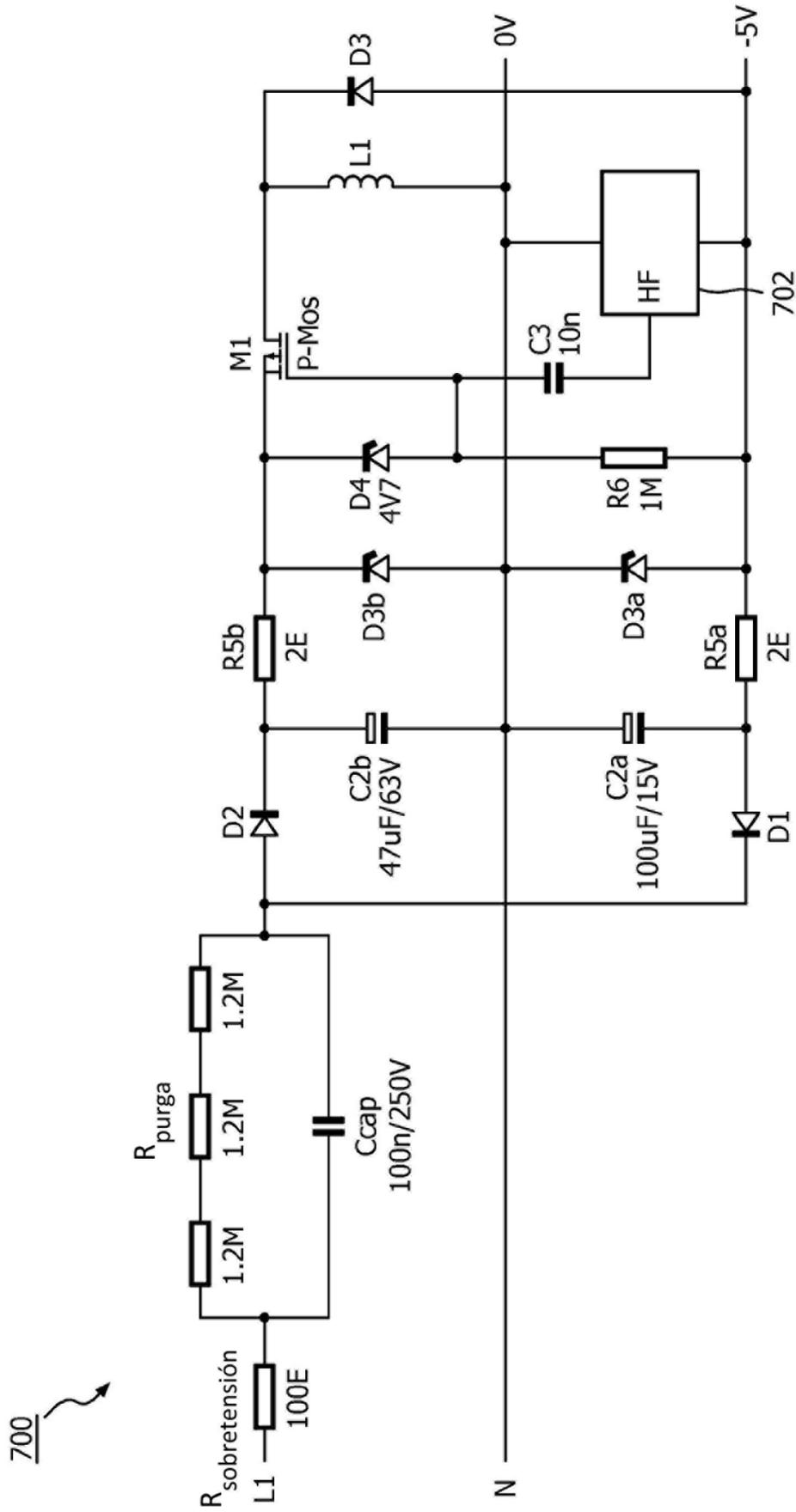


FIG. 7

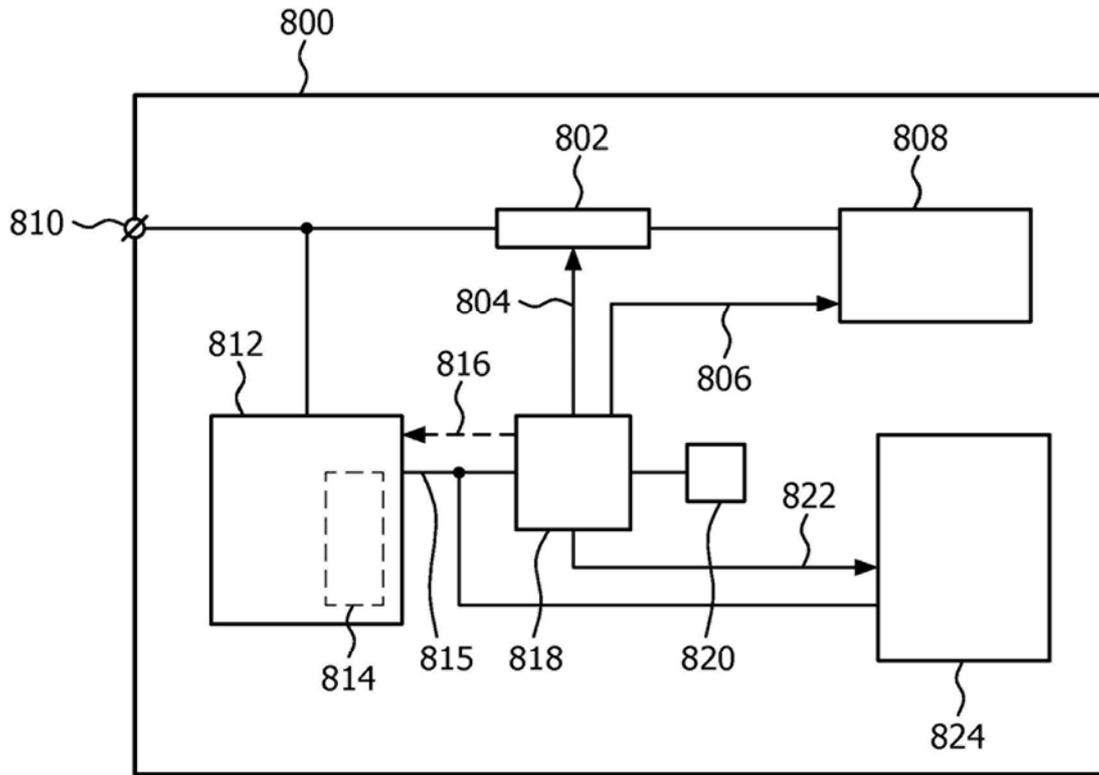


FIG. 8



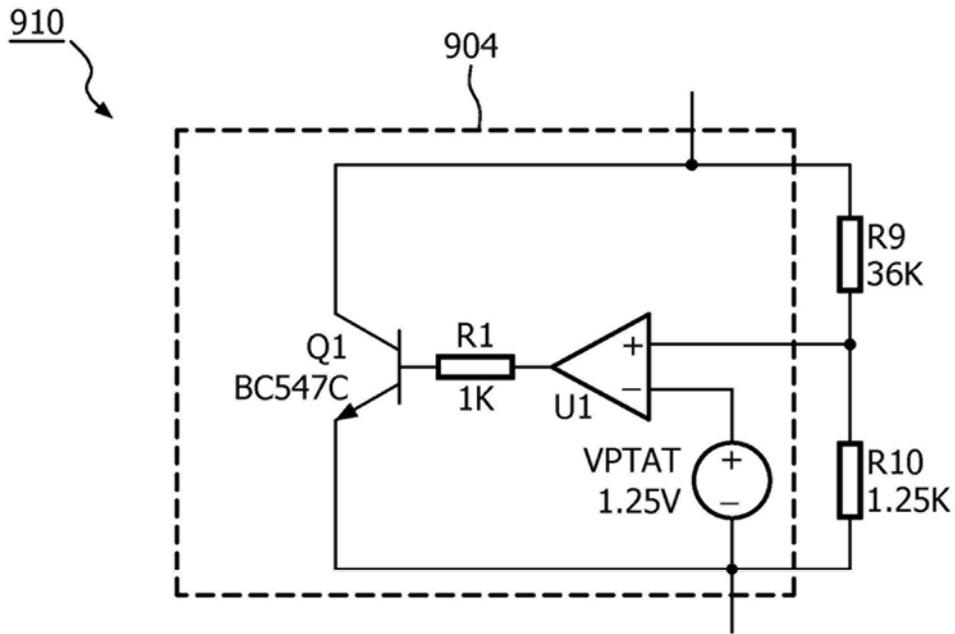


FIG. 9b

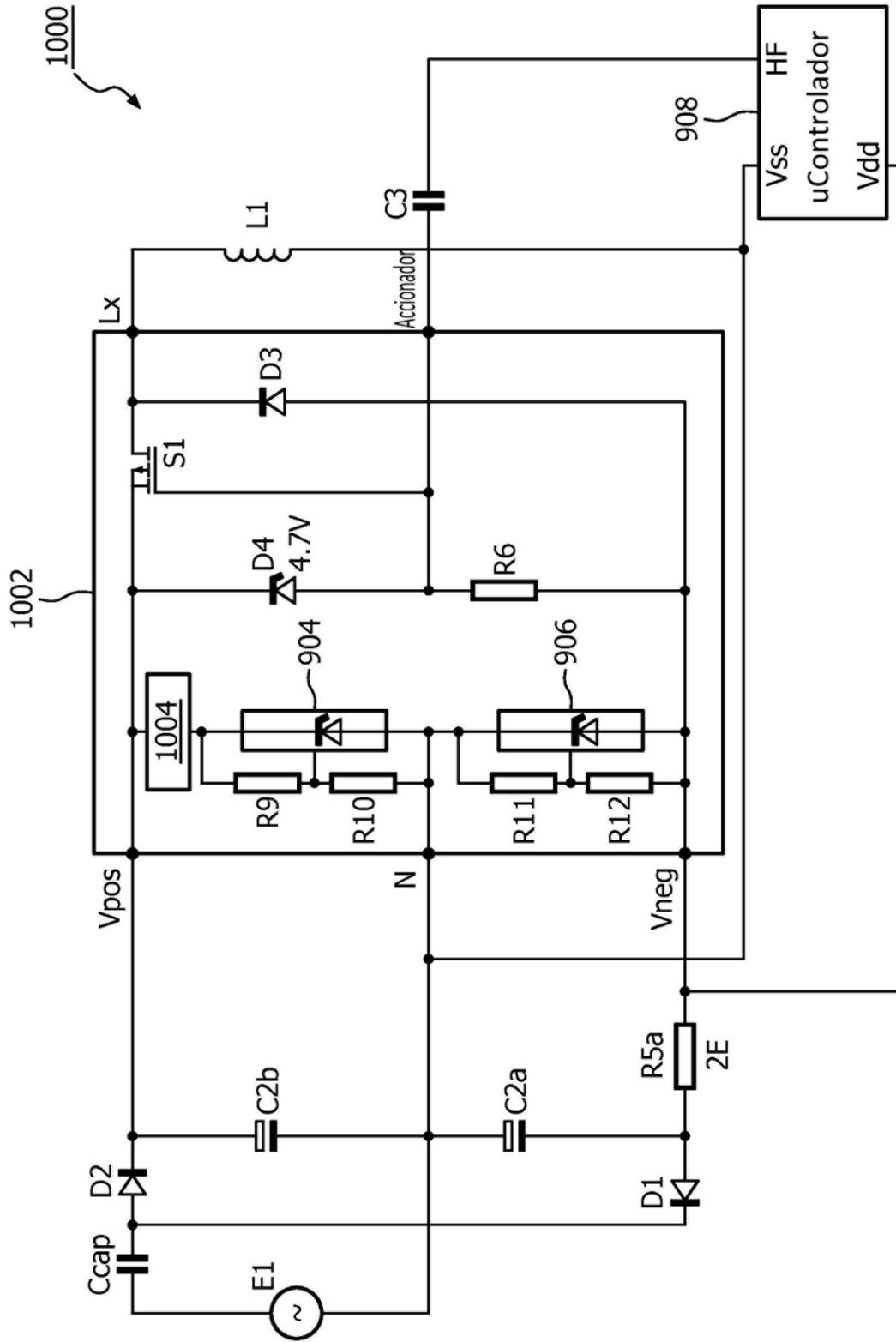


FIG. 10



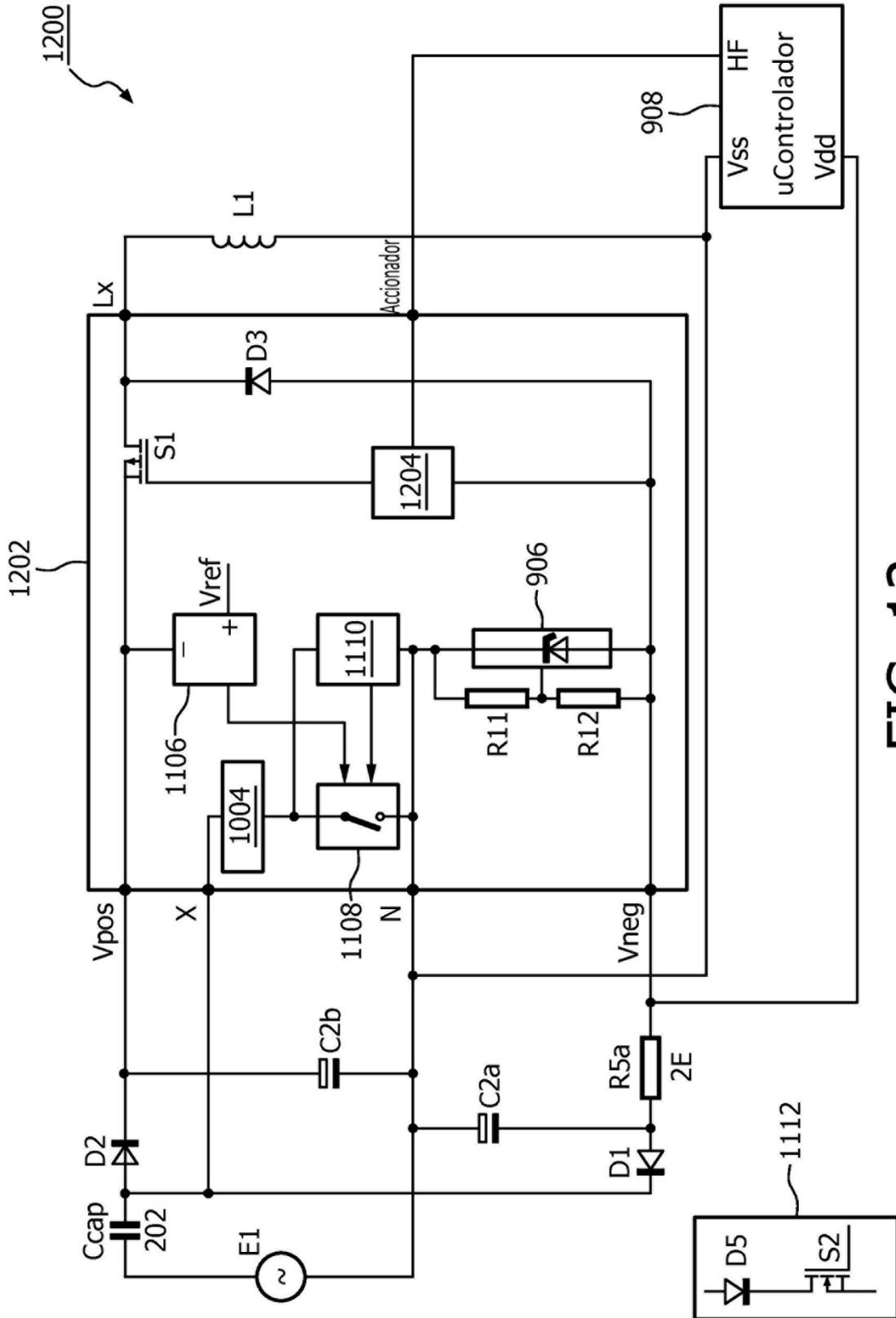


FIG. 12

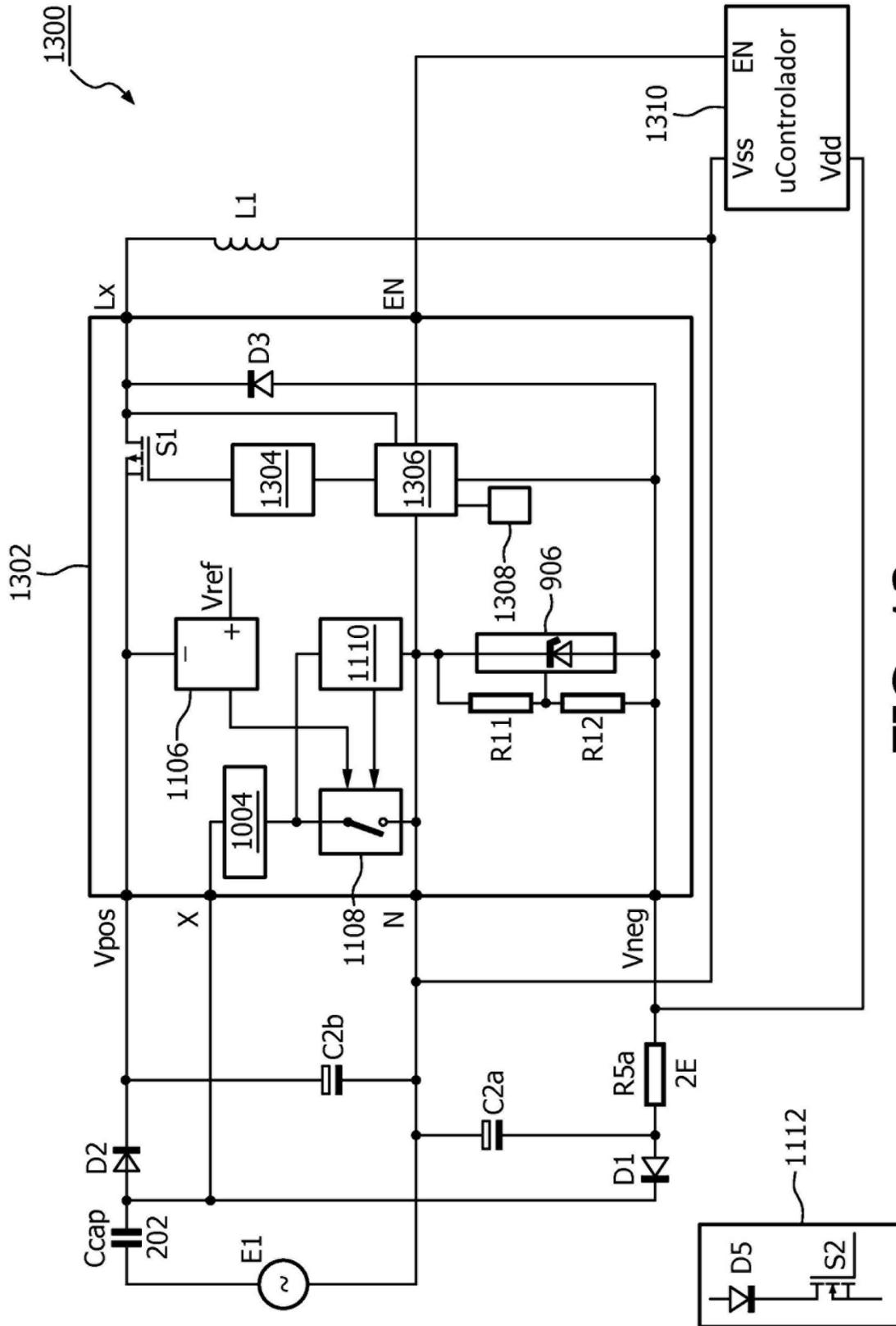


FIG. 13

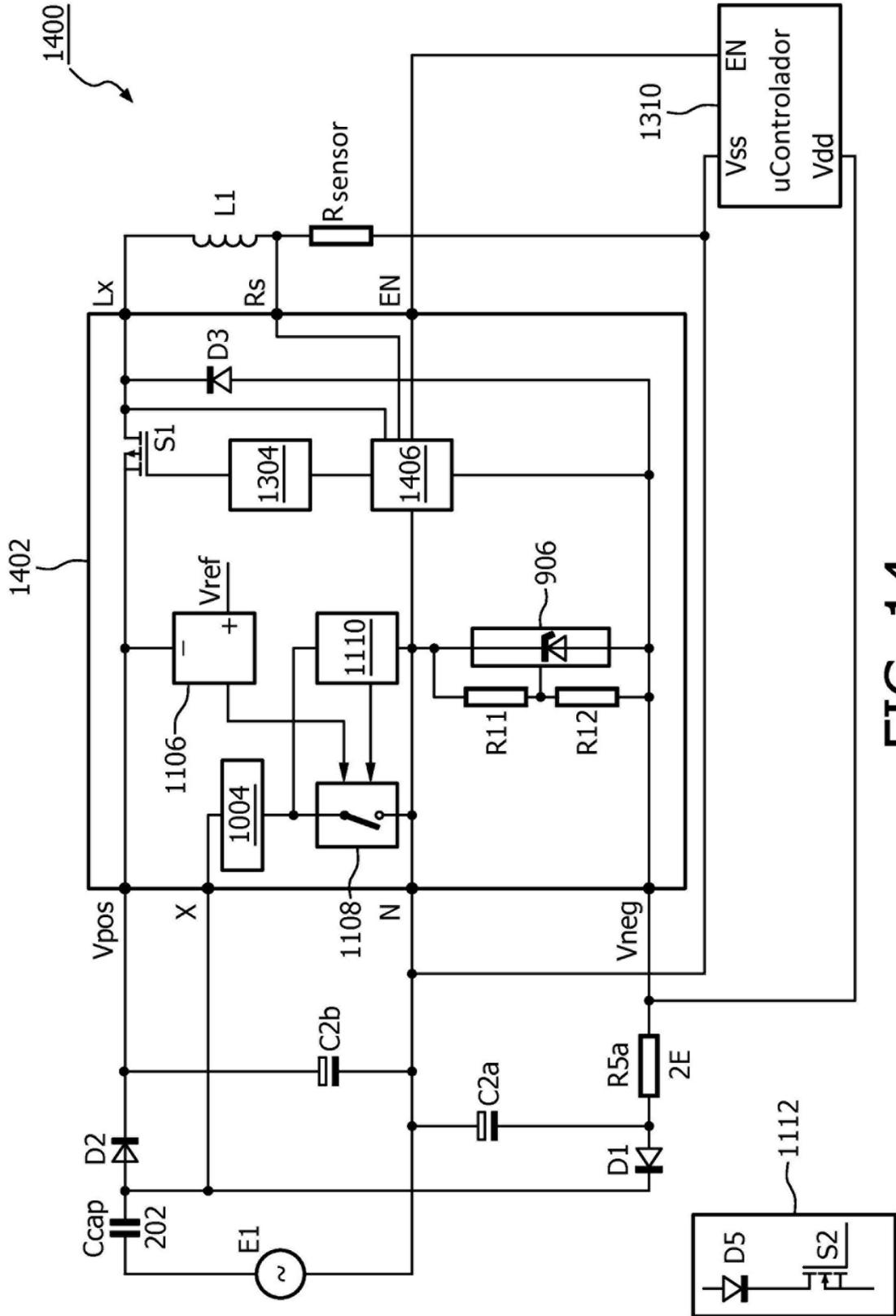


FIG. 14

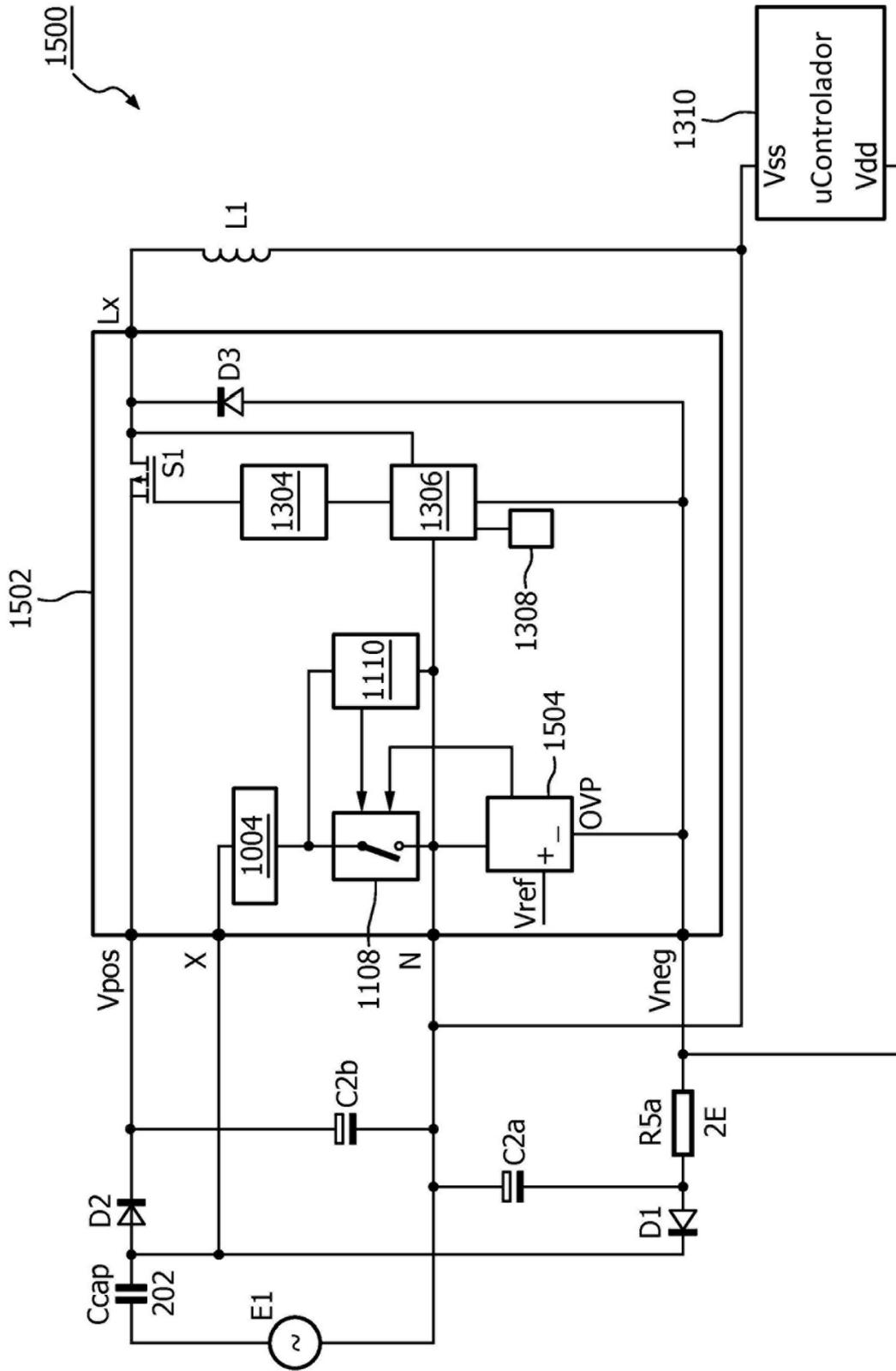


FIG. 15

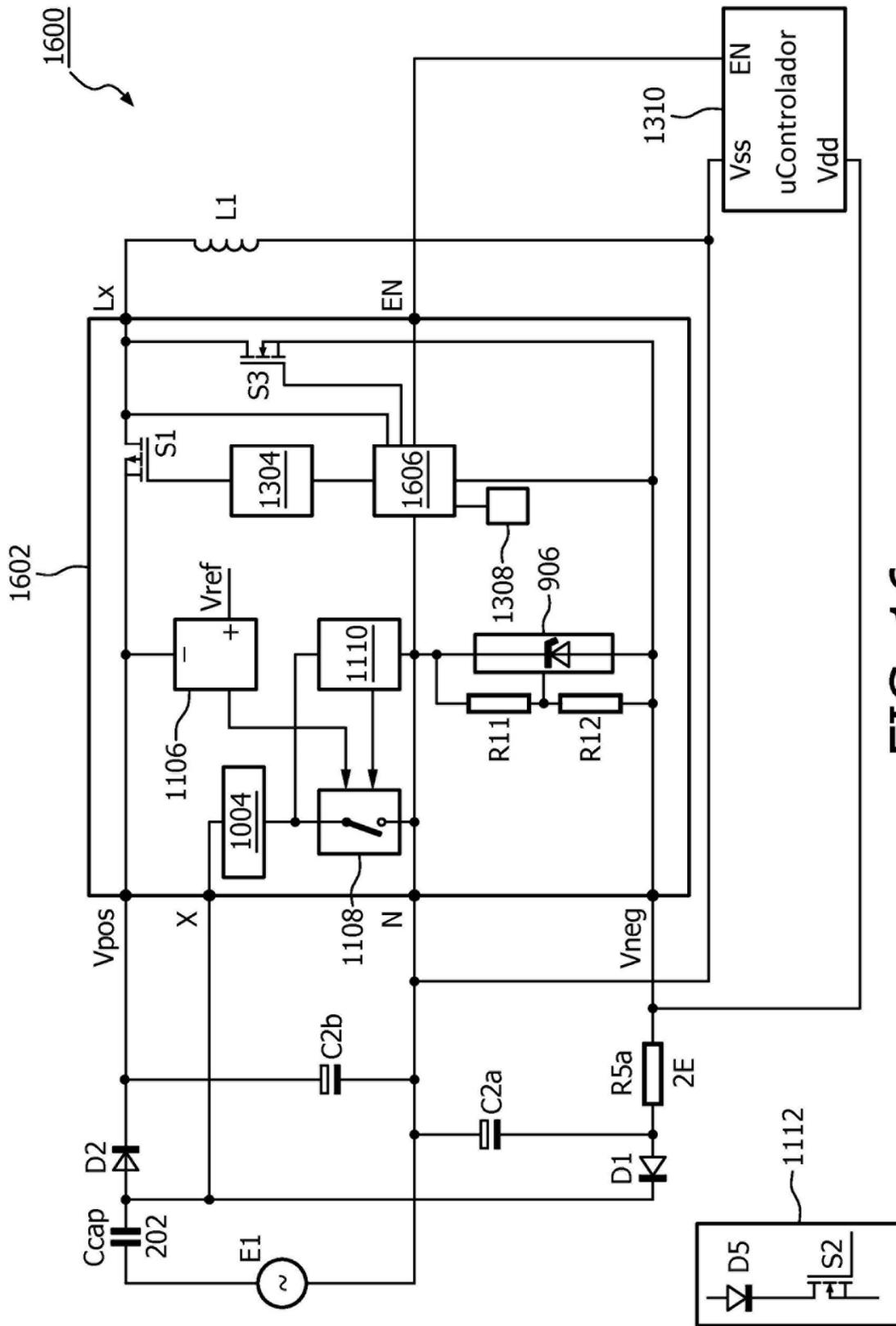


FIG. 16

