

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 545 682**

51 Int. Cl.:

H02M 3/156

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.06.2002 E 02425389 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.06.2015 EP 1376837**

54 Título: **Convertidor DC/DC con filtro para limitar la oscilación de la corriente de entrada y método asociado**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.09.2015

73 Titular/es:

**ABB TECHNOLOGY AG (100.0%)
Affolternstrasse 44
8050 Zürich, CH**

72 Inventor/es:

**CINCINELLI, LORENZO y
MACERINI, SAURO**

74 Agente/Representante:

TOMAS GIL, Tesifonte Enrique

ES 2 545 682 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

Convertidor DC/DC con filtro para limitar la oscilación de la corriente de entrada y método asociado.

- 5 [0001] La presente invención se refiere a un convertidor DC/DC que se puede conectar a una carga que absorbe una corriente de salida del convertidor que es variable en el tiempo, por ejemplo con una variación cíclica a una frecuencia de 100 o 120 Hz.
- 10 [0002] En muchas aplicaciones el convertidor DC/DC se usa como un componente para la emisión de un voltaje continuo a una carga que absorbe una corriente de manera periódica. La oscilación de la corriente absorbida por la carga, si no se toma ninguna medida especial, produce una correspondiente oscilación u onda que afecta a la corriente de acceso del convertidor DC/DC. En ciertos casos esta oscilación u onda no es aceptable o en cualquier caso debe ser limitada. Este requisito surge, por ejemplo, cuando la fuente de voltaje continua conectada a la entrada del convertidor DC/DC consiste en una o varias células de combustible que pueden sólo tolerar oscilaciones
- 15 pequeñas de la corriente suministrada o en aplicaciones en el sector de las telecomunicaciones, donde la absorción pulsada en el rango psfométrico supondría el trastorno de las transmisiones a lo largo de la línea telefónica.
- [0003] Actualmente se usan filtros pasivos del tipo LC para reducir la onda que afecta a la corriente de entrada de un convertidor DC/DC. Se requieren grandes inductancias para eliminar la oscilación de la corriente de entrada. Estas inductancias son costosas, aparatosas y pesadas y por lo tanto constituyen un problema con respecto a la formación de circuitos de tamaño pequeño y de bajo coste.
- 20 [0004] El documento US-A-6,181,120 divulga un convertidor de modo de corriente DC/DC que incluye un bucle de control de voltaje, que genera una señal de error de voltaje basada en una corriente de salida convertidora y un voltaje de referencia. La señal de error de voltaje se utiliza para generar una señal de accionamiento PWM para el accionamiento del interruptor del convertidor DC/DC. El bucle de control de voltaje mantiene una inflexión controlada en el voltaje de salida en respuesta a las cargas transitorias.
- 25 [0005] El objetivo de la presente invención es proporcionar un convertidor DC/DC del tipo anteriormente mencionado que evite los inconvenientes de los convertidores convencionales, eliminando los filtros pasivos LC usados actualmente y en cualquier caso reduciendo suficientemente la onda de la corriente absorbida por el convertidor.
- 30 [0006] Este objeto se consigue con un convertidor DC/DC según la reivindicación 1.
- [0007] El objetivo de la invención es también proporcionar un método para suavizar la corriente de entrada de un convertidor DC/DC sin usar filtros pasivos LC.
- 35 [0008] Este objeto se consigue con un método según la reivindicación 20.
- [0009] La reivindicación dependiente se refiere a características ventajosas adicionales del convertidor y método según algunas formas de realización de la invención.
- 40 [0010] Esencialmente, según un primer aspecto de la invención se provee un convertidor DC/DC, con una corriente de salida variable cíclicamente en el tiempo, que comprende una red de control que genera una señal de referencia variable para la corriente de entrada que es esencialmente suavizada y obtenida de la diferencia entre el voltaje de salida y un voltaje de referencia adicional, y en el cual dicha señal de referencia de corriente esencialmente suavizada causa una variación en el ciclo de funcionamiento del convertidor para compensar la variación en el voltaje de salida que resulta de una variación en la corriente de salida. Se entiende que una "señal de referencia esencialmente suavizada" significa una señal que no se ve afectada (o sólo en un grado muy pequeño) por las oscilaciones periódicas del voltaje de salida que resultan de la frecuencia de oscilación de la corriente absorbida por la carga. Al hacer eso, el ciclo de funcionamiento del convertidor se puede modificar sin que la señal de retroacción se vea afectada por la onda del voltaje de salida provocada por la absorción pulsada de corriente en la salida misma.
- 45 [0011] Según una forma de realización posible de la invención, la red de control comprende un nodo para la comparación de la corriente de entrada y dicha señal de referencia. La diferencia entre dichas dos señales, adecuadamente compensadas, causa una variación en el ciclo de funcionamiento del convertidor.
- 50 [0012] La red de control puede comprender en la práctica una primera fase para la estabilización del valor del voltaje de salida del convertidor y una segunda fase para controlar la corriente de entrada del convertidor. La segunda fase recibe, en su entrada, la señal de referencia, suministrada por la primera fase, y modifica el ciclo de funcionamiento del convertidor DC/DC para mantener la corriente de entrada del convertidor más o menos "suavizada".
- 55 [0013] En una forma de realización posible de la invención la red de control comprende en combinación:
- 60 - un primer nodo de comparación donde el voltaje de salida del convertidor se compara con el voltaje de referencia para generar una señal de error;
- 65

- y una primera red integradora proporcional que recibe en su entrada dicha señal de error y la salida de la cual forma la señal de referencia del bucle para la regulación de la corriente de entrada.

[0014] El efecto de esta red integradora proporcional, además de la compensación de la respuesta de bucle del voltaje de salida, es el de suavizar la señal de referencia de corriente, para eliminar o reducir esencialmente la onda, para ser capaz de usar esta señal en un nodo para la comparación con una señal de corriente de entrada y generar una retroacción que modifica el ciclo de funcionamiento del convertidor. Así es posible eliminar de la señal de error la influencia en ésta de la oscilación periódica en el voltaje en los terminales del condensador de salida del convertidor DC/DC debido a la absorción variable, en el tiempo, de la corriente por la carga.

[0015] En la práctica la red integradora proporcional tiene una frecuencia de corte esencialmente inferior a la frecuencia de la variación periódica en la corriente de salida del convertidor, es decir la corriente que suministra a la carga. De esta manera la señal de referencia generada por el circuito es una señal calculada según el promedio.

[0016] Esencialmente, la frecuencia de corte de la red integradora proporcional de la primera fase de la red de control puede ser al menos un orden de magnitud menor que la frecuencia de oscilación de la corriente de salida del convertidor. Por lo tanto, si el convertidor está asociado con una carga que absorbe una corriente que oscila a una frecuencia de 100 Hz, la frecuencia de corte de la red integradora proporcional de la primera fase puede encontrarse en el rango de 1-10 Hz.

[0017] Ventajosamente la segunda fase de la red de control comprende un circuito que genera una señal de error dependiendo de la diferencia entre la señal de referencia generada por la primera fase y una señal que es proporcional a la corriente de entrada del convertidor. En la práctica, la segunda fase comprende un segundo nodo de comparación donde la señal de referencia suministrada por la primera fase se compara con una señal de corriente proporcional a la corriente de entrada de dicho convertidor.

[0018] La señal de salida de este segundo nodo de comparación puede aplicarse ventajosamente a una segunda red integradora proporcional que posee una frecuencia de corte esencialmente superior a la frecuencia de corriente de salida, por ejemplo superior a este último en al menos un orden de magnitud o más. El paso de banda de la red integradora proporcional de la segunda fase es en cualquier caso de manera que su límite superior es varias veces menor (y preferiblemente un orden de magnitud menor) que la frecuencia de conmutación del convertidor. La salida de la segunda red integradora proporcional se utiliza para modificar el ciclo de funcionamiento del convertidor.

[0019] Un aislamiento galvánico se puede proporcionar entre la primera y la segunda fase de la red de control, por ejemplo en forma de un acoplador optoelectrónico.

[0020] Otras características ventajosas y formas de realización del convertidor según la invención se indican en las reivindicaciones dependientes anexas.

[0021] Según otro aspecto de la presente invención, se prevé un método para suavizar la corriente de entrada de un convertidor DC/DC, la salida del cual está conectada a una carga que absorbe la corriente de manera variable cíclicamente. Esencialmente, el método según la invención se caracteriza en que el ciclo de funcionamiento de dicho convertidor se modifica según la variación en la corriente absorbida por dicha carga para mantener el valor de la corriente de entrada del convertidor esencialmente suavizada.

[0022] A diferencia de los sistemas de filtración convencionales con filtros pasivos LC, por lo tanto, el dispositivo y el método según la presente invención desempeñan filtración activa, o modificación, mediante un bucle de control, del ciclo de funcionamiento del convertidor de modo que la corriente absorbida por él en su entrada sigue las lentas variaciones en la corriente de salida, dependiendo de la corriente absorbida por la carga, pero no se ve influida por la onda del voltaje de salida, es decir por la variación cíclica en la frecuencia de absorción de la carga.

[0023] En una forma de realización práctica, el método según la invención comprende los pasos de:

- a) generar una señal de referencia, que es una función de la diferencia entre el valor medio del voltaje de salida de dicho convertidor y un voltaje de referencia;
- b) generar una señal de retroacción, que es una función de dicha señal de referencia y la corriente de entrada de dicho convertidor;
- c) modificar el ciclo de funcionamiento de dicho convertidor dependiendo de la señal de retroacción, reduciendo o eliminando las oscilaciones en la corriente de entrada determinadas por las oscilaciones en la corriente absorbida por dicha carga.

[0024] En una forma de realización particular, el método puede comprender los pasos de:

- comparar una señal proporcional al voltaje de salida de dicho convertidor con un valor de referencia y generar una señal de error;
- aplicar la señal de error a una primera red integradora proporcional para generar la señal de referencia del bucle de

corriente;

- comparar dicha señal de referencia con la corriente de entrada de dicho convertidor para generar una señal de retroacción;
- utilizar dicha señal de retroacción para modificar el ciclo de funcionamiento del convertidor.

5 [0025] La invención se entenderá mejor con referencia a la descripción y el dibujo anexo, que muestra una forma de realización práctica no limitativa de la invención. En el dibujo:

Fig. 1 muestra un diagrama funcional del convertidor con su red de control;

10 Fig. 2 muestra un diagrama que ilustra la corriente de entrada y corriente de salida sin el efecto de filtración de la red de control;

Fig. 3 muestra la progresión de la corriente de entrada y de salida cuando la red de control está presente y operativa; y

15 Fig. 4 muestra un diagrama simplificado de una disposición de circuito del convertidor con la red de control respectiva mostrada esquemáticamente en la Fig. 1.

[0026] El principio que forma la base de la invención se describe con referencia inicial al diagrama mostrado en la Fig. 1. Aquí 1 denota generalmente un convertidor DC/DC con una entrada 3 conectada a una fuente de voltaje 5 donde V_{in} indica el voltaje de suministro continuo. I_{in} indica la corriente de entrada del convertidor DC/DC 1. Este último puede tener cualquier configuración y comprenderá de forma característica un puente o un semi-puente de interruptores controlados con un ciclo de funcionamiento, el valor del cual se modifica en base a la señal generada por la red de control que se describe a continuación. La salida 7 del convertidor DC/DC 1 se conecta a una carga generalmente marcada por Z. V_{out} e I_{out} indican el voltaje de salida y la corriente de salida, respectivamente. También se conecta un condensador suavizador 9 a la salida.

25 [0027] La carga Z es normalmente una carga que absorbe una corriente pulsada, por ejemplo con una frecuencia de 100 Hz. La Fig. 2 muestra la progresión de la corriente de salida I_{out} desde el convertidor 1, es decir la corriente absorbida por la carga Z. En ausencia de un filtro adecuado, la oscilación de la corriente de salida produce una oscilación intensa, a la misma frecuencia, de la corriente de entrada I_{in} . La progresión de la corriente de entrada I_{in} del convertidor en ausencia de un filtro se muestra también en la Fig. 2.

[0028] Para evitar o reducir drásticamente esta oscilación, se proporciona una red de control generalmente marcada como 11. La red 11 comprende, en el ejemplo mostrado, una primera fase 13 y una segunda fase 14 que están conectadas entre sí por ejemplo mediante un acoplador optoelectrónico, no mostrado en el diagrama simplificado según la Fig. 1.

[0029] La fase 13 comprende un nodo o sumador de comparación 15 que recibe en su entrada un voltaje de referencia V_{ref} y una señal de voltaje proporcional al voltaje de salida V_{out} . La diferencia entre estas dos señales, indicada por V_{err} forma la entrada de una red integradora proporcional 17, con una frecuencia de corte que es mucho menor, por ejemplo en un orden de magnitud, que la frecuencia de oscilación de la corriente de salida I_{out} . La señal de salida (Refl) de la red integradora proporcional 17 constituye por lo tanto una señal de referencia que es una función de la diferencia entre el valor medio del voltaje de salida V_{out} y el voltaje de referencia constante V_{ref} .

[0030] La señal de error Refl se envía a la segunda fase 14 a un nodo o sumador de comparación 19 donde se compara con una señal de corriente, que es una función de la corriente de entrada I_{in} . Esta segunda señal se puede detectar mediante una resistencia de lectura, un sensor Hall o cualquier otro sistema equivalente.

[0031] La señal de salida del nodo de comparación 19 se envía a una red integradora proporcional 21 que tiene un paso de banda que es suficientemente amplio para asegurar una ganancia alta en la frecuencia en la que oscila la corriente I_{out} , es decir normalmente 100 Hz en el ejemplo mostrado. La señal de salida de la red integradora proporcional 21 acciona un circuito PWM 23, la salida del cual controla el ciclo de funcionamiento del convertidor DC/DC 1. La red integradora proporcional 21 tiene la función de compensar la respuesta de frecuencia para garantizar un margen de fase para el sistema retroaccionado con corriente.

55 [0032] Esencialmente, la red de control descrita funciona de la siguiente manera. El parámetro principal que debe ser estabilizado por la red de control es el valor DC del voltaje de salida V_{out} . Este voltaje debe satisfacer, en cuanto a amplitud, los requisitos de la carga Z conectados al convertidor 1. El control del voltaje V_{out} es realizado por el nodo de comparación 15 que compara el voltaje de salida V_{out} con el valor de referencia V_{ref} , extrayendo una señal de error V_{err} aplicada a la red integradora proporcional 17. Esta última tiene la función de prevenir que la fase 13 reaccione a las variaciones en el voltaje de salida V_{out} que se deben a la onda de la corriente I_{out} . De esta manera la salida de la señal de referencia Refl por la red integradora proporcional 17 (que constituye la señal de referencia para la corriente de entrada) tendrá una forma de onda esencialmente suavizada, con una pequeña onda residual que será correspondientemente menor cuanto más baja sea la frecuencia de corte de la red integradora proporcional 17.

65 [0033] Básicamente la red integradora proporcional 17 realiza la integración de la onda que se induce en el voltaje

V_{out} debido a la carga pulsada aplicada.

[0034] La señal de referencia Refl se usa como referencia en el nodo de comparación 19 de la fase 14. Comparar, en el nodo de comparación 19, la señal de referencia Refl con la señal de corriente de entrada I_{in} asegura de hecho que la corriente de entrada sigue, en cuanto a valor y con forma de onda, el error del voltaje de salida. Dado que este último (como resultado de las operaciones de integración realizadas por la red integradora proporcional 17) tiene una forma continua y suavizada, la corriente de entrada I_{in} será continua y suavizada. Una reducción del valor promedio del voltaje de salida V_{out} producirá un aumento en la señal de referencia Refl salida por la fase 13. Consecuentemente la señal de salida del nodo de comparación 19 aumentará, con un consecuente aumento en la corriente de entrada I_{in} del convertidor, debido a la señal PWM generada por el bloque PWM 23. Esto supondrá un aumento en el valor del voltaje de salida, restaurándolo hasta alcanzar el conjunto de valor deseado por el valor de referencia V_{ref} .

[0035] La Fig. 3 muestra de nuevo la progresión de la corriente de salida V_{out} y la progresión de la corriente de entrada I_{in} en presencia de la red de control 11. Como se puede observar, cuando hay una corriente de salida pulsada I_{out} que es totalmente similar a aquella de la Fig. 2, la corriente de entrada I_{in} se suaviza y tiene una onda muy pequeña en la frecuencia que caracteriza la corriente de salida, dicha onda es completamente aceptable también para fuentes de corriente continua 5 que no pueden resistir variaciones intensas en la corriente suministrada.

[0036] La red de control descrita hasta ahora puede tener dos aspectos limitantes:

- una onda alta, en la frecuencia de la carga, en el voltaje de salida V_{out} ;
- una respuesta relativamente lenta de la red de control 11, con una consecuente fluctuación marcada en el voltaje de salida V_{out} cuando hay una variación repentina en la carga.

[0037] Estos dos aspectos negativos pueden superarse de manera satisfactoria de la siguiente forma. En cuanto al primer aspecto, la onda en el voltaje de salida V_{out} se puede reducir adoptando un valor de la capacidad del condensador de salida 9 que es aproximadamente el 20-50% superior a los valores normalmente usados para estos condensadores de salida de los convertidores DC/DC. Como resultado del sobredimensionamiento, por este orden de magnitud, de la capacidad de salida, es posible atenuar la onda en el voltaje de salida V_{out} hasta valores aceptables en el rango del 5-10% del valor DC. Por ejemplo, la capacidad del condensador de salida puede encontrarse en el rango de 1000 μF para voltajes de salida de aproximadamente 360 V_{AC} y una potencia máxima de aproximadamente 1500 W.

[0038] En cuanto al segundo aspecto limitante mencionado anteriormente, la velocidad de respuesta de la red de control puede aumentarse durante las pasajeras caracterizadas por intensas fluctuaciones en la carga mediante la introducción de una red que delinea el sistema en el caso de variaciones grandes de señal, haciéndolo muy rápido y veloz si la variación en el error excede un valor predefinido y restaurando la operación lenta de la red en la proximidad del valor operativo normal. Esto se puede conseguir por ejemplo digitalmente o utilizando una red simple compuesta por dos diodos en una disposición anti-paralela o por medio de otros métodos activos que no obstante no afectan al principio operativo general de la red de control.

[0039] La Fig. 4 muestra un diagrama de circuito simplificado que implementa el principio descrito con referencia a la Fig. 1. Los números idénticos indican partes que son idénticas o corresponden a las partes ilustradas en el diagrama funcional mostrado en la Fig. 1. La fase 13 de la red de control 11 comprende un amplificador operativo de inversión 31, a la entrada sin inversión del cual se aplica el voltaje de referencia V_{ref} y el terminal de inversión del cual se conecta mediante una red de delineaización 33 a un separador de voltaje 35. La red de delineaización 33 comprende dos diodos 33A y 33B en una disposición anti-paralela, para los fines descritos anteriormente. Una red RC que comprende una resistencia 37 y un condensador 39 se proporciona entre el terminal de inversión y la salida del amplificador operativo 31. La salida del amplificador operativo 31 se acopla mediante un acoplador optoelectrónico 41 a la entrada sin inversión de un segundo amplificador operativo 43 que forma parte de la fase 15. El terminal de inversión del amplificador de inversión 43 se conecta a un sensor Hall indicado esquemáticamente como 45, mediante una resistencia 47. Se provee una red RC que comprende una resistencia 49 y un condensador 51 entre el terminal de inversión y la salida del amplificador operativo 43.

[0040] La salida del amplificador operativo 43 se conecta al terminal sin inversión de otro amplificador operativo 53 que genera la señal de transmisión PWM para la conmutación de los interruptores controlada por el convertidor DC/DC 1.

[0041] Se entiende que el dibujo muestra un sólo ejemplo provisto para la demostración práctica de la invención, siendo posible variar las formas y disposiciones de la invención sin alejarse así del alcance de la idea subyacente la invención.

Cualquier presencia de números de referencia en las reivindicaciones acompañantes tiene el objetivo de facilitar la lectura de la misma a la luz de la descripción mencionada anteriormente y los dibujos anexos y no limita de ninguna manera el alcance de protección de la misma.

REIVINDICACIONES

1. Convertidor DC/DC (1) con una corriente de salida (I_{out}) que es variable periódicamente en el tiempo en una frecuencia de oscilación, que comprende una red de control (11), que genera una señal de referencia variable (Ref1) para la corriente de acceso (I_{in}), dicha señal de referencia (Ref1) se obtiene de la diferencia entre el voltaje de salida (V_{out}) de dicho convertidor y un voltaje de referencia (V_{ref}), donde dicha señal de referencia (Ref1) causa una variación en el ciclo de funcionamiento del convertidor para compensar la variación en el voltaje de salida (V_{out}) que resulta de una variación en la corriente de salida (I_{out}); **caracterizado por el hecho de que** dicha señal de referencia (Ref1) se suaviza esencialmente eliminando de ella o reduciendo sustancialmente una onda en dicha frecuencia de oscilación tal como para mantener el valor de la corriente de acceso (I_{in}) del convertidor esencialmente suavizado, independientemente de la variación cíclica en la corriente absorbida por la carga en dicha frecuencia de oscilación.
2. Convertidor según la reivindicación 1, en el que dicha red de control (11) comprende un nodo (19) para la comparación de la corriente de entrada (I_{in}) y dicha señal de referencia (Ref1), la diferencia entre dichas dos señales, adecuadamente compensadas, es usada para variar el ciclo de funcionamiento del convertidor.
3. Convertidor según la reivindicación 1 o 2, con una primera fase (13) para la estabilización del valor del voltaje de salida (V_{out}) de dicho convertidor, y una segunda fase (14) para controlar la corriente de entrada (I_{in}) de dicho convertidor, la segunda fase recibe, en su entrada, dicha señal de referencia (Ref1) suministrada por la primera fase y modifica el ciclo de funcionamiento del convertidor DC/DC para mantener la corriente de entrada de dicho convertidor esencialmente constante.
4. Convertidor según la reivindicación 1 o 2 o 3, donde dicha red de control (11) comprende:
- un primer nodo de comparación (15) en el que el voltaje de salida (V_{out}) del convertidor se compara con el voltaje de referencia (V_{ref}) para generar una señal de error (V_{err});
 - y una primera red integradora proporcional (17) que recibe en su entrada dicha señal de error (V_{err}) y la salida de la cual está formada por dicha señal de referencia (Ref1).
5. Convertidor según las reivindicaciones 3 y 4, donde dicho primer nodo de comparación y dicha primera red integradora proporcional (17) están dispuestos en dicha primera fase (13).
6. Convertidor según la reivindicación 4 o 5, donde dicha primera red integradora proporcional (17) tiene una frecuencia de corte esencialmente menor que la frecuencia de la corriente de salida (I_{out}) del convertidor.
7. Convertidor según la reivindicación 4 o 5 o 6, donde la frecuencia de corte de dicha primera red integradora proporcional (17) tiene una frecuencia de corte al menos un orden de magnitud menor que la frecuencia de la corriente de salida (I_{out}) del convertidor.
8. Convertidor según al menos la reivindicación 3, donde dicha segunda fase (14) de la red de control (11) comprende un circuito que genera una señal de retroacción dependiendo de la diferencia entre la señal de referencia (Ref1) generada por la primera fase (13) y una señal que es proporcional a la corriente de entrada (I_{in}) del convertidor.
9. Convertidor según la reivindicación 8, donde dicha segunda fase (14) comprende un segundo nodo de comparación (19) donde la señal de referencia (Ref1) suministrada por la primera fase se compara con dicha señal de corriente proporcional a la corriente de entrada (I_{in}) de dicho convertidor.
10. Convertidor según la reivindicación 8 o 9, en el que dicha segunda fase (14) también comprende una segunda red integradora proporcional (21) con una frecuencia de corte esencialmente superior a la frecuencia de la corriente de salida y en el que dicha segunda red integradora proporcional recibe en su entrada una señal de salida desde dicho segundo nodo de comparación (19) y emite una señal para controlar el ciclo de funcionamiento del convertidor.
11. Convertidor según la reivindicación 10, donde la frecuencia de corte inferior de la red integradora proporcional (21) de dicha segunda fase (14) es al menos un orden de magnitud superior a la frecuencia de la corriente de salida.
12. Convertidor según una o más de las reivindicaciones anteriores, en el que se prevé un aislamiento galvánico (41) entre la primera y la segunda fase de la red de control (11).
13. Convertidor según la reivindicación 12, en el que dicho aislamiento galvánico se encuentra en forma de un acoplador optoelectrónico.
14. Convertidor según una o más de las reivindicaciones anteriores, que comprende una red de delinealización (33A, 33B) para delinealizar la red de control en caso de grandes variaciones en la corriente de salida.
15. Convertidor según la reivindicación 14, en el que dicha red de delinealización comprende dos diodos en una

disposición anti-paralela.

5 16. Convertidor según la reivindicación 3, en el que dicha primera fase comprende un primer amplificador operativo de inversión (31), a la entrada sin inversión del cual se aplica dicho voltaje de referencia (V_{ref}) y a la entrada de inversión del cual se aplica una señal proporcional al voltaje de salida (V_{out}) del convertidor, y que comprende una red de reacción RC (37, 39).

10 17. Convertidor según al menos la reivindicación 3, en el que dicha segunda fase (14) comprende un segundo amplificador operativo de inversión (43) a la entrada sin inversión del cual se aplica la señal de salida (Refl) de dicha primera fase (13) y a la entrada de inversión del cual se aplica una señal proporcional a la corriente de entrada (I_{in}) de dicho convertidor.

15 18. Convertidor según una o más de las reivindicaciones anteriores, que incluye un condensador de salida (9) que está dimensionado para suavizar el voltaje de salida (V_{out}), eliminando o reduciendo la onda en la frecuencia de variación de la corriente de salida (I_{out}).

20 19. Convertidor según al menos la reivindicación 10, en el que la salida de dicha segunda red integradora proporcional (21) se aplica a un circuito PWM (23), la salida del cual controla el ciclo de funcionamiento del convertidor.

25 20. Método para suavizar la corriente de entrada (I_{in}) de un convertidor DC/DC, la salida del cual está conectada a una carga (Z) que absorbe una corriente (I_{out}) en cierto modo variable cíclicamente en una frecuencia de oscilación, donde se genera una señal de referencia variable (Refl) para la corriente de entrada (I_{in}) en base al voltaje de salida (V_{out}) de dicho convertidor y un voltaje de referencia (V_{ref}), y donde el ciclo de funcionamiento de dicho convertidor se modifica según la variación en la corriente (I_{out}) absorbida por dicha carga (Z) para compensar la variación en el voltaje de salida (V_{out}) como resultado de una variación en la corriente de salida (I_{out}); **caracterizado por el hecho de que** dicha señal de referencia (Refl) es esencialmente suavizada eliminando de ella o reduciendo esencialmente una onda en dicha frecuencia de oscilación, para mantener el valor de la corriente de entrada (I_{in}) del convertidor suavizado esencialmente, independientemente de la variación cíclica en dicha frecuencia de oscilación de la corriente (I_{out}) absorbida por la carga (Z).

30

21. Método según la reivindicación 20, que comprende las etapas de:

35 a) generar una señal de referencia (Refl), que es una función de la diferencia entre el valor medio del voltaje de salida (V_{out}) de dicho convertidor y un voltaje de referencia (V_{ref}), dicha señal forma una referencia para un bucle de corriente;

b) generar una señal de retroacción, que es una función de dicha señal de referencia y la corriente de entrada (I_{in}) de dicho convertidor;

40 c) modificar el ciclo de funcionamiento de dicho convertidor dependiendo de la señal de retroacción, reduciendo o eliminando las oscilaciones en la corriente de entrada determinadas por las oscilaciones en la corriente absorbida por dicha carga.

45 22. Método según la reivindicación 20 o 21, que comprende las etapas de:
comparar una señal proporcional al voltaje de salida (V_{out}) de dicho convertidor con un valor de referencia (V_{ref}) y generar una señal de error (V_{err});

50 - aplicar la señal de error (V_{err}) a una primera red integradora proporcional (17) para generar dicha señal de referencia (Refl);
- comparar dicha señal de referencia (Refl) con la corriente de entrada (I_{in}) de dicho convertidor para generar una señal de retroacción;
- utilizar dicha señal de retroacción para modificar el ciclo de funcionamiento del convertidor.

55 23. Método según la reivindicación 22, donde dicha primera red integradora proporcional tiene una frecuencia de corte que es al menos un orden de magnitud menor que la frecuencia de la corriente de salida (I_{out}) del convertidor.

60 24. Método según la reivindicación 22 o 23, donde la comparación entre la señal de referencia (Refl) y la corriente de entrada (I_{in}) genera una señal de error que se aplica a una segunda red integradora proporcional (21), que posee una frecuencia de corte inferior que es al menos un orden de magnitud superior que la frecuencia del corriente (I_{out}) absorbida por la carga, la señal de salida de dicha segunda red integradora proporcional es usada para modificar el ciclo de funcionamiento del convertidor.

25. Método según la reivindicación 24, donde la salida de la segunda red integradora proporcional acciona un circuito PWM (23), la salida del cual controla el ciclo de funcionamiento del convertidor.

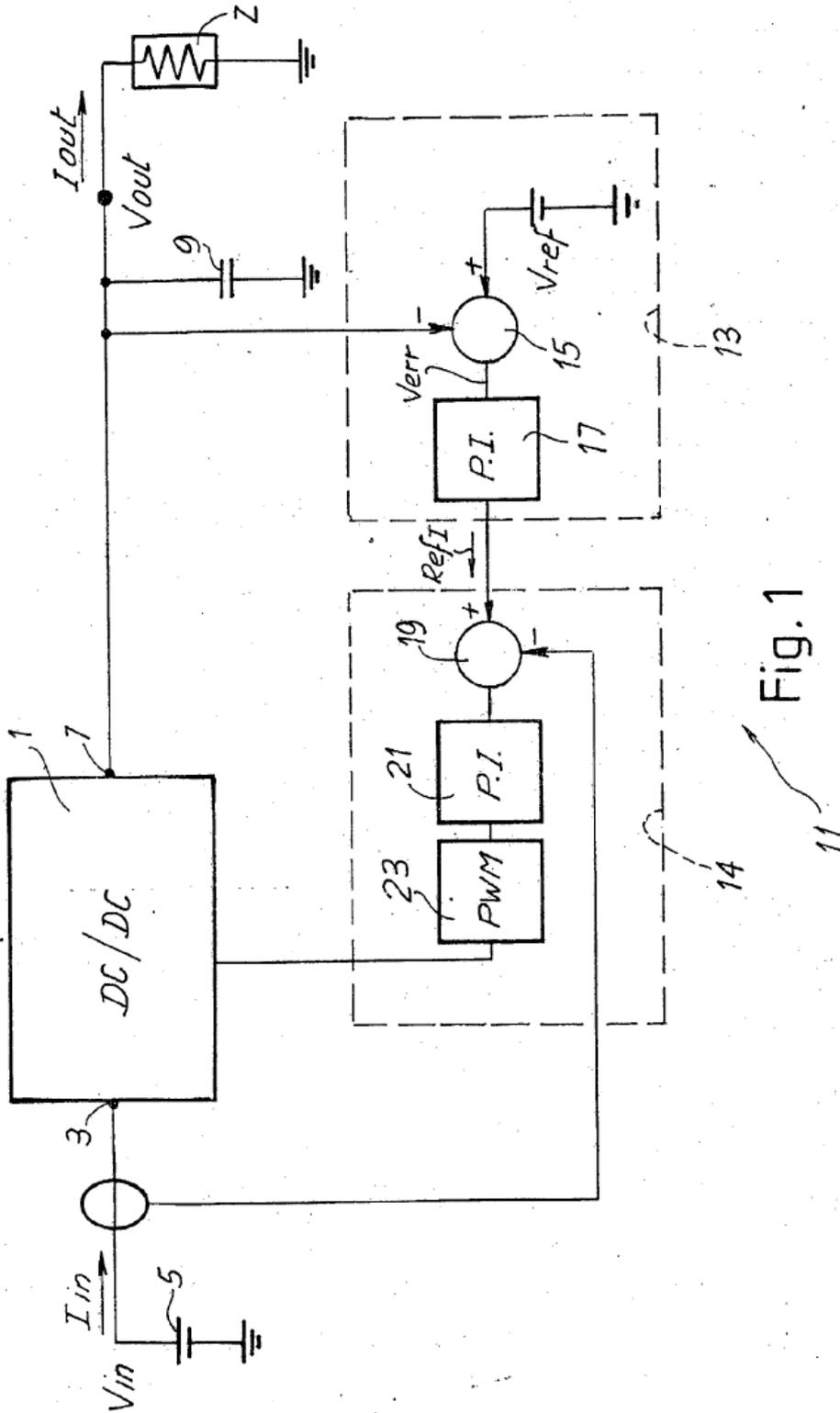


Fig. 1

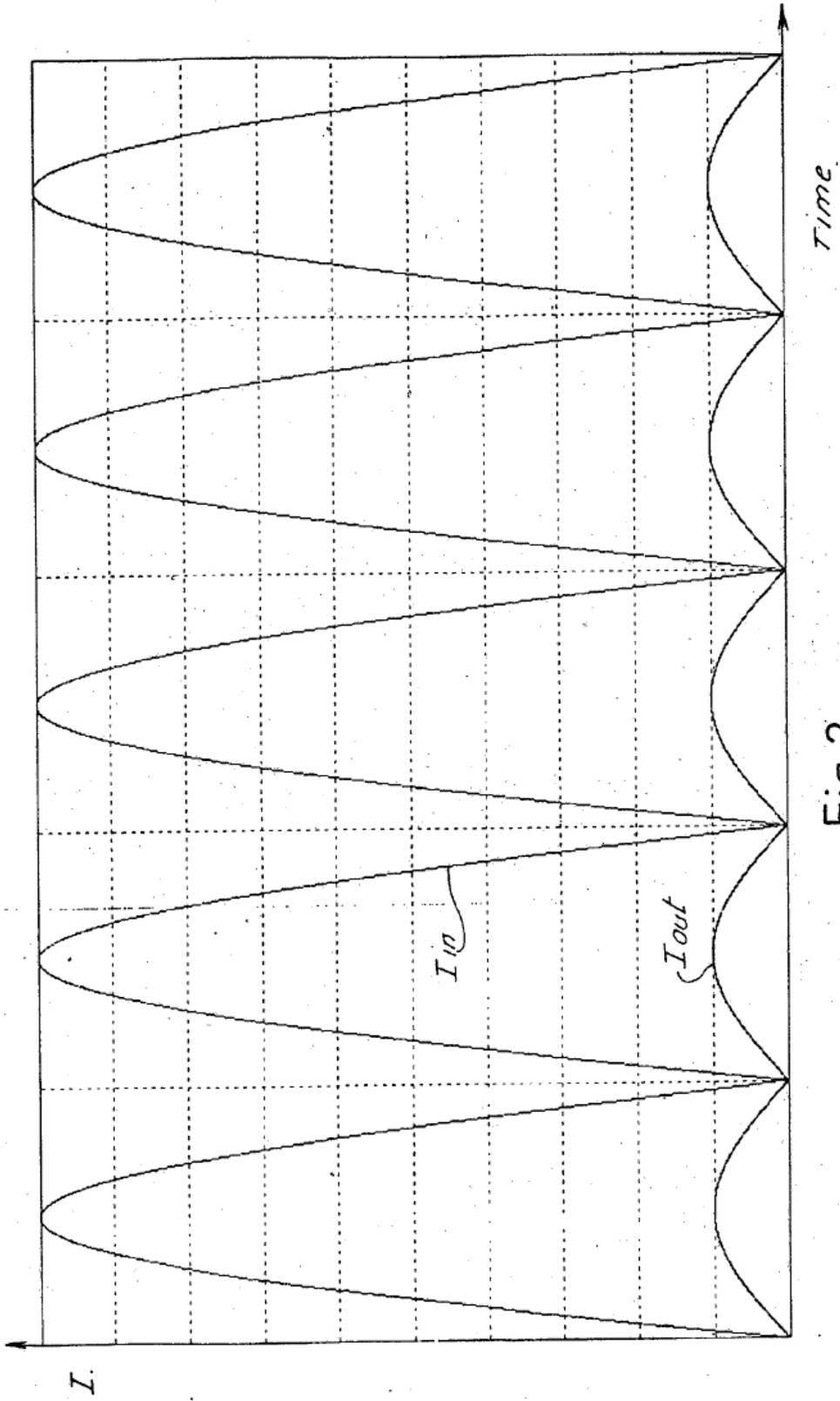


Fig. 2

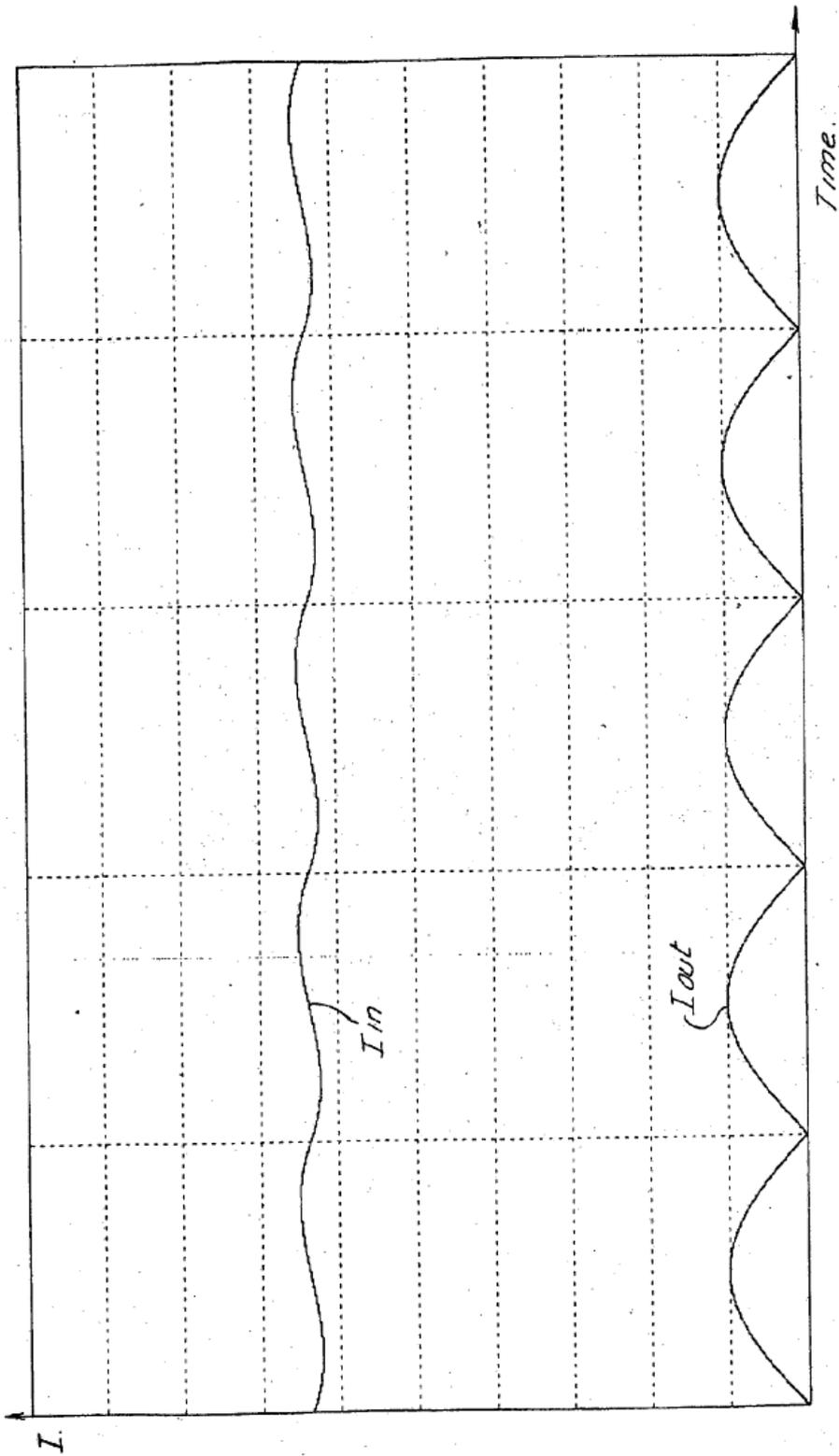


Fig. 3

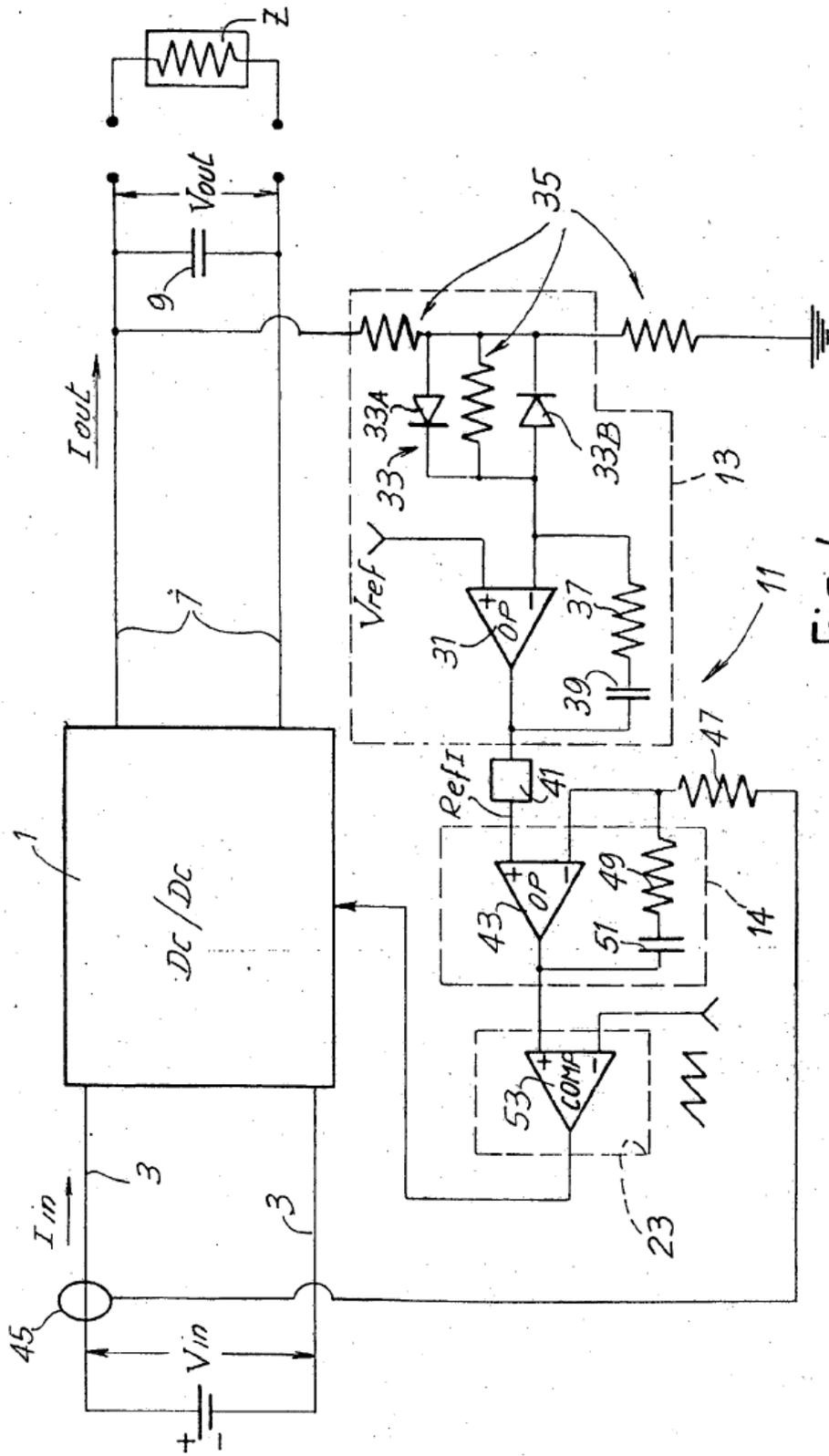


Fig. 4