

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 535 170**

51 Int. Cl.:

**H02M 7/48** (2007.01)

**H02J 3/26** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.06.2012 E 12170482 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.01.2015 EP 2670040**

54 Título: **Disposición de suministro de corriente con un inversor para la generación de corriente alterna monofásica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**06.05.2015**

73 Titular/es:

**AEG POWER SOLUTIONS GMBH (100.0%)  
Emil-Siepmann-Strasse 32  
59581 Warstein-Belecke, DE**

72 Inventor/es:

**AVERBERG, ANDREAS, DR. ING.**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 535 170 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**

Disposición de suministro de corriente con un inversor para la generación de corriente alterna monofásica

5 La presente invención se refiere a una disposición de suministro de corriente con un inversor para la generación de corriente alterna monofásica y con un transformador con un arrollamiento primario y con un primer arrollamiento secundario y con un segundo arrollamiento secundario, en la que los arrollamientos secundarios tienen los mismos números de espiras y están dispuestos de tal manera que pueden ser atravesados en el funcionamiento del transformador por el mismo flujo magnético, de manera que en los arrollamientos secundarios se pueden tomar en el funcionamiento del transformador las tensiones iguales, en la que, respectivamente, una conexión del primer arrollamiento secundario y una conexión del segundo arrollamiento secundario están conectadas entre sí en un primer punto, de tal manera que entre el primer punto, otra conexión del primer arrollamiento secundario y otra conexión del segundo arrollamiento secundario resulta un sistema de dos fases, cuyas fases están desplazadas alrededor de 180° entre sí.

15 Se conoce a partir del documento EP 2 346 150 A1 una disposición de suministro de corriente de este tipo (ver allí la figura 1 b). A partir del mismo documento se conoce emplear esta primera disposición de suministro de corriente para la alimentación de barras de silicio para la fabricación de polisilicio de acuerdo con el procedimiento Siemens. Las disposiciones de suministro de corriente representadas en el documento mencionado EP 2 346 150 A1, figura 1b tienen, respectivamente, dos salidas, en las que se proporcionan tensiones desplazadas 180° entre sí, es decir, de fase contraria. Estas tensiones impulsan corriente de frecuencia media con una frecuencia entre 1 y 1000 kHz en las barras de silicio. Las tensiones de fase contraria son fabricadas a través de dos transformadores, que presentan, respectivamente, un arrollamiento primario y dos arrollamientos secundarios.

20 Los arrollamientos secundarios están conectados entre sí en un primer nodo. Los primeros nodos están conectados, respectivamente, con una conexión de conductor neutro de las salidas de las disposiciones de suministro de corriente. Otras conexiones de los arrollamientos secundarios están conectadas con la conexión de conductor exterior en las salidas.

25 Además del suministro de corriente a través de las primeras disposiciones de suministro de corriente, las barras de silicio, como se describe en el documento EP 2 346 150 A1, pueden ser alimentadas al mismo tiempo para la alimentación con las primeras disposiciones de suministro de corriente desde una segunda disposición de suministro de corriente. En esta segunda disposición de suministro de corriente, las barras de silicio están conectadas en serie. Este suministro de la corriente se realiza con una corriente con una frecuencia de aproximadamente 50 Hz.

30 En el documento EP 2 346 150 A1 se publica que la primera disposición de suministro de corriente y la segunda disposición de suministro de corriente son desacopladas una de la otra a través de condensadores. A tal fin entre la conexión de conductor exterior de las salidas y las otras conexiones de los arrollamientos secundarios de los transformadores están insertados condensadores. Éstos forman junto con otros componentes unos pasos altos, que impiden que la corriente impulsada desde la segunda disposición de suministro de corriente fluya hasta el interior de las primeras disposiciones de suministro de corriente y las dañe o destruya. A la inversa, la segunda disposición de suministro de corriente está desacoplada de las primeras disposiciones de suministro de corriente por que la tensión en una salida de una primera disposición de suministro de corriente es anulada por la tensión de fase contraria en la otra salida de la misma primera disposición de suministro de corriente.

40 En la práctica, sin embargo, pueden plantearse también problemas cuando las cargas en las salidas de una primera disposición de suministro de corriente no son de la misma magnitud. Especialmente cuando la inductividad de una de las cargas es mayor que la inductividad de la otra carga, pueden resultar diferencias, en parte, muy considerables en los importes de las tensiones puestas a disposición en las salidas de las primeras disposiciones de suministro de corriente. Esto conduce a que esta suma de las tensiones a través de las salidas de la primera disposición de suministro de corriente no sea ya 0 V. En su lugar, se alcanzan importes de varios 100 V. La tensión, que se alcanza, puede depender en este caso de la frecuencia, con la que se acciona la primera disposición de suministro de corriente.

45 Esta carga irregular de la primera disposición de suministro de corriente y la tensión que resulta de ello a través de las salidas conectadas en serie de la primera disposición de suministro de corriente puede conducir a que la segunda disposición de suministro de corriente se dañe o se destruya.

50 Por lo tanto, la invención tiene el cometido de desarrollar una primera disposición de suministro de corriente, de tal manera que se evitan en la mayor medida posible las diferencias entre los importes de las tensiones en las salidas de una primera disposición de suministro de corriente mencionada al principio.

55 Este cometido se soluciona de acuerdo con la invención porque en serie con el primer arrollamiento del transformador o entre el primer nodo y la conexión de conductor neutro de una salida de la disposición de suministro de corriente está dispuesto un condensador.

El condensador que conecta el primer nodo con la conexión de conductor neutro o el condensador que está en serie con el arrollamiento primario están en el funcionamiento de la disposición de suministro de corriente directa o indirectamente, es decir, bajo la intercalación del transformador tanto en el circuito de corriente con el primer arrollamiento secundario como también en el circuito de corriente del segundo arrollamiento secundario de la disposición de suministro de corriente. De esta manera se puede proporcionar el condensador para una compensación de la diferencia de importe entre las tensiones en las salidas de la disposición de suministro de corriente. El condensador, especialmente cuando está dispuesto en el lado secundario, puede tener una capacidad de 2 a 10  $\mu\text{F}$ , en particular una capacidad de 4,5  $\mu\text{F}$ .

La equivalencia de la disposición del condensador en serie con el arrollamiento primario del transformador, por una parte, y entre el primer nodo y la conexión de conductor neutro, por otra parte, se muestra claramente cuando el transformador es sustituido de forma imaginaria por un circuito equivalente. Entonces está claro para un técnico que también el condensador dispuesto en el lado primario actúa en ambos circuitos de carga.

La otra conexión del primer arrollamiento primario está conectada con preferencia con una primera conexión de conductor exterior y la otra conexión del segundo arrollamiento secundario está conectada con una segunda conexión de conductor exterior. A través de la invención se proporciona que la tensión entre las conexiones de conductores exteriores se reduce considerablemente frente al estado conocido en el estado de la técnica.

Por ejemplo, es concebible que las conexiones de conductores exteriores estén conectadas directamente con las otras conexiones de los arrollamientos secundarios. Entonces es posible que también en el caso de carga desigual de las salidas de la disposición de suministro de corriente, en particular en el caso de carga inducida óhmica con porciones inductivas desiguales de la carga, la tensión entre las conexiones de conductores exteriores sea 0 V o aproximadamente 0 V.

Pero también es concebible que las conexiones de conductores exteriores estén conectadas a través de condensadores con las otras conexiones de los arrollamientos secundarios. También entonces se puede reducir la tensión entre los conductores exteriores en el caso de carga desigual de las salidas de la disposición de suministro de corriente. La reducción no es, sin embargo, entonces tan clara como en el caso de que se prescindiera de estos condensadores en las conexiones de conductores exteriores.

El cometido se puede solucionar de acuerdo con la invención de la misma manera por que la tensión se puede regular sobre al menos uno de los arrollamientos secundarios de manera discreta o continua. Se puede conseguir una capacidad de regulación discreta de la tensión por que al menos uno de los arrollamientos secundarios tiene varias tomas. Si la tensión es regulable sobre al menos uno de los arrollamientos secundarios, se puede modificar de tal forma que las tensiones sobre las cargas conectadas en la disposición de suministro de corriente de acuerdo con la invención son iguales en cuanto al importe.

Otra solución de acuerdo con la invención consiste en que entre las otras conexiones de los arrollamientos secundarios y las conexiones de conductores exteriores de la salida están previstos unos condensadores, al menos uno de los cuales tiene una capacidad regulable. También con un condensador regulable de este tipo se podría conseguir que las tensiones sobre las cargas conectadas en la disposición de suministro de corriente e acuerdo con la invención sean iguales en cuanto al importe.

El inversor puede ser un puente-H con transistores de potencia.

La instalación de suministro de corriente puede comprender un convertidor de frecuencia y el inversor puede formar parte del convertidor de frecuencia. Además del inversor, el convertidor de frecuencia puede comprender un rectificador y un circuito intermedio de tensión continua.

El convertidor de frecuencia puede ser de manera alternativa también un convertidor directo. El inversor en el sentido de esta solicitud es componente integral del inversor directo.

La disposición de suministro de corriente de acuerdo con la invención puede ser parte de un reactor para la fabricación de polisilicio de acuerdo con el procedimiento Siemens. La disposición de suministro de corriente de acuerdo con la invención puede ser una primera disposición de suministro de corriente para la alimentación de barras de silicio o de barras finas de silicio con corriente alterna para el calentamiento inductivo. Las barras de silicio o barras finas de silicio se pueden disponer en un depósito reactor. En el depósito reactor están previstos soportes de fijación, con los que se retienen las barras de silicio o barras finas de silicio. Los soportes de fijación son al mismo tiempo conexiones eléctricas, con las que se incorporan las barras de silicio o barras finas de silicio en el circuito de carga.

El reactor puede presentar una segunda disposición de suministro de corriente para la alimentación de las barras de silicio o barras finas de silicio con corriente alterna para el calentamiento inductivo. La segunda disposición de suministro de corriente puede presentar un transformador con varias tomas en el lado secundario y reguladores de

potencia conectados en ellas, que son accionados en control sucesivo de la tensión y se conectan con una conexión de conductor exterior de la segunda disposición de suministro de corriente, como se publica, por ejemplo, también en el documento EP 2 346 150 A1. Una frecuencia de la corriente alterna generable por la primera disposición de suministro de corriente está entre 1 y 1000 kHz y una frecuencia de la corriente alterna generable por la segunda disposición de suministro de corriente está entre 10 y 100 Hz.

Otras características de la invención se explican con la ayuda de la descripción siguiente de ejemplos de realización preferidos con referencia a las figura adjuntas. En ellas:

La figura 1 muestra un diagrama de una disposición de suministro de corriente de acuerdo con el estado de la técnica.

La figura 2 muestra un diagrama de una primera disposición de suministro de corriente de acuerdo con la invención, y

La figura 3 muestra un diagrama de una segunda disposición de suministro de corriente de acuerdo con la invención.

La disposición de suministro de corriente representada en la figura 1 de acuerdo con el estado de la técnica comprende un convertidor de frecuencia con un rectificador 1, un circuito intermedio de corriente continua 2 y un inversor 3.

El rectificador 1 está conectado en un conductor exterior L1' y en un conductor neutro N' de una red de suministro. En la salida del rectificador está conectado un condensador, que forma el circuito intermedio de tensión continua 2. En el circuito intermedio de tensión continua 2 está conectado el inversor 2.

En el inversor 3 se trata de un puente-H de IGBTs 31, como está muy difundido en inversores. En lugar de IGBTs se pueden utilizar también otros conmutadores controlables. En la derivación transversal del puente-H está conectado un arrollamiento primario 41 de un transformador 4. En el lado secundario, el transformador 4 presenta dos arrollamientos 421, 422. Los dos arrollamientos secundarios están dispuestos sobre un núcleo y son atravesados por el mismo flujo magnético. Los arrollamientos secundarios 421, 422 tienen el mismo número de espiras, pero están arrolladas en sentido contrario.

Respectivamente, una conexión de uno de los arrollamientos secundarios como el otro arrollamiento secundario está reunida en un punto K1. A partir de este nodo se establece una conexión eléctrica con una conexión de conductor neutro N sobre un lado de salida de la disposición de suministro de corriente.

Otra conexión de cada uno de los arrollamientos secundarios 421, 422 está conectada a través de un condensador C1, C2 con una conexión de conductor exterior L1, L2 sobre el lado de salida de la disposición de suministro de corriente.

La disposición de suministro de corriente proporciona en sus salidas L1, N y L2, N dos tensiones de fases opuestas, que tienen en la marcha en vacío y en el caso de carga simétrica de las salidas L1, N, L2, N un mismo importe. La tensión entre las conexiones de conductores exteriores L1, L2 es entonces 0 V.

A través de la carga asimétrica de las salidas puede resultar que los importes en las dos salidas L1, N, L2, N sean de diferente magnitud. La tensión entre las conexiones de conductores exteriores L1, L2 no es entonces 0 V. La desviación de acuerdo con la frecuencia de las tensiones alternas en las salidas y de acuerdo con el tipo de la carga puede estar en un orden de magnitud, que es problemático para la incorporación de la instalación de suministro de corriente en una instalación más grande. Especialmente en el caso de carga inductiva diferente, en el funcionamiento de la disposición de suministro de corriente se pueden separar las tensiones alternas. Especialmente en el caso del funcionamiento de la disposición de suministro de corriente para la preparación de tensiones alternas con frecuencias, que están cerca de la frecuencia de resonancia de los circuitos de corriente de salida que comprenden la bobina secundaria 421, el condensador C1, la carga RL1, LL1 o bien la bobina secundaria 422, el condensador C2, la carga RL2, LL2, se pueden producir tensiones demasiado altas entre las conexiones de conductores exteriores L1 y L2.

Estas tensiones se pueden reducir considerablemente cuando, como en la primera disposición de suministro de corriente de acuerdo con la invención según la figura 2, que corresponde, por lo demás, a la disposición de suministro de corriente según la figura 1, en la conexión entre el punto K1 y la conexión de conductor neutro N está insertado un condensador CN.

A través del condensador CN tiene lugar un acoplamiento de los circuitos de corriente de salida, lo que conduce a una reducción de la tensión entre las conexiones de conductores exteriores L1, L2. Las tensiones en las salidas L1, N, L2, N son igualadas frente a los casos de carga asimétrica descritos con la ayuda de la figura 1. Las tensiones se

pueden reducir hasta el 80 %.

5 Se puede conseguir una reducción de hasta el 100 % de la tensión entre los conductores exteriores en el caso de una carga inductiva óhmica asimétrica de las salidas L1, N, L2, N, cuando los condensadores C1 y C2 en las conexiones entre las otras conexiones de los arrollamientos secundarios 421, 422 del transformador 4 y las conexiones de conductores exteriores L1, L2 son sustituidas por conexiones conductoras y solamente el condensador CN está previsto entre el primer punto K1 y la conexión de conductor neutro, como se representa en la figura 3 para la segunda disposición de circuito de acuerdo con la invención, que corresponde, por lo demás, a la primera disposición de circuito de acuerdo con la invención según la figura 2.

10

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Disposición de suministro de corriente con un inversor (3) para la generación de corriente alterna monofásica y con un transformador (4) con un arrollamiento primario (41) y con un primer arrollamiento secundario (421) y con un segundo arrollamiento secundario (422), en la que los arrollamientos secundarios (421, 422) tienen los mismos números de espiras y están dispuestos de tal manera que pueden ser atravesados en el funcionamiento del transformador (4) por el mismo flujo magnético, de manera que en los arrollamientos secundarios (421, 422) se pueden tomar en el funcionamiento del transformador (4) tensiones iguales, en la que, respectivamente, una conexión del primer arrollamiento secundario (421) y una conexión del segundo arrollamiento secundario (422) están conectadas entre sí en un primer punto (K1), de tal manera que entre el primer punto (K1), otra conexión del primer arrollamiento secundario (421) y otra conexión del segundo arrollamiento secundario (422) resulta un sistema de dos fases, cuyas fases están desplazadas alrededor de 180° entre sí, caracterizada
- por que el primer punto (K1) está conectado con una conexión de conductor neutro (N) de una salida de la disposición de suministro de corriente a través de un condensador,
  - por que un condensador está dispuesto en serie con el arrollamiento primario del transformador,
  - por que la tensión se puede regular a través de al menos uno de los arrollamientos secundarios de manera discreta o continua y/o
  - por que entre las otras conexiones de los arrollamientos secundarios y las conexiones de conductores exteriores de la salida están previstos condensadores, al menos uno de los cuales tiene una capacidad regulable.
- 2.- Disposición de suministro de corriente de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada por que la otra conexión del primer arrollamiento secundario (421) está conectada con una primera conexión de conductores exteriores (L1) y la otra conexión del segundo arrollamiento secundario (422) está conectada con una segunda conexión de conductores exteriores (L2).
- 3.- Disposición de suministro de corriente de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizada por que entre la otra conexión del primer arrollamiento secundario (421) y la primera conexión de conductores exteriores (L1) está conectado un condensador (C1) y por que entre la otra conexión del segundo arrollamiento secundario (422) y la segunda conexión de conductores exteriores (L2) está conectado un condensador (C2).
- 4.- Disposición de suministro de corriente de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada por que el inversor (3) es un puente-H con transistores de potencia (31).
- 5.- Disposición de suministro de corriente de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizada por que la instalación de suministro de corriente comprende un convertidor de frecuencia (1, 2, 3) y por que el inversor (3) forma parte del convertidor de frecuencia (1, 2, 3).
- 6.- Reactor para la fabricación de polisilicio de acuerdo con el procedimiento Siemens con una primera disposición de suministro de corriente para el suministro de barras de silicio o barras finas de silicio, que se pueden disponer en un depósito reactor, con corriente alterna para el calentamiento inductivo, caracterizado por que la primera disposición de suministro de corriente es una disposición de suministro de corriente de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5.
- 7.- Reactor de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado por que el reactor presenta una segunda disposición de suministro de corriente para el suministro de las barras de silicio o barras finas de silicio con corriente alterna para el calentamiento inductivo, en el que una frecuencia de la corriente alterna generable por la primera disposición de suministro de corriente es de 10 a 1000 kHz y una frecuencia de la corriente alterna generable por la segunda disposición de suministro de corriente es de 10 a 100 Hz.

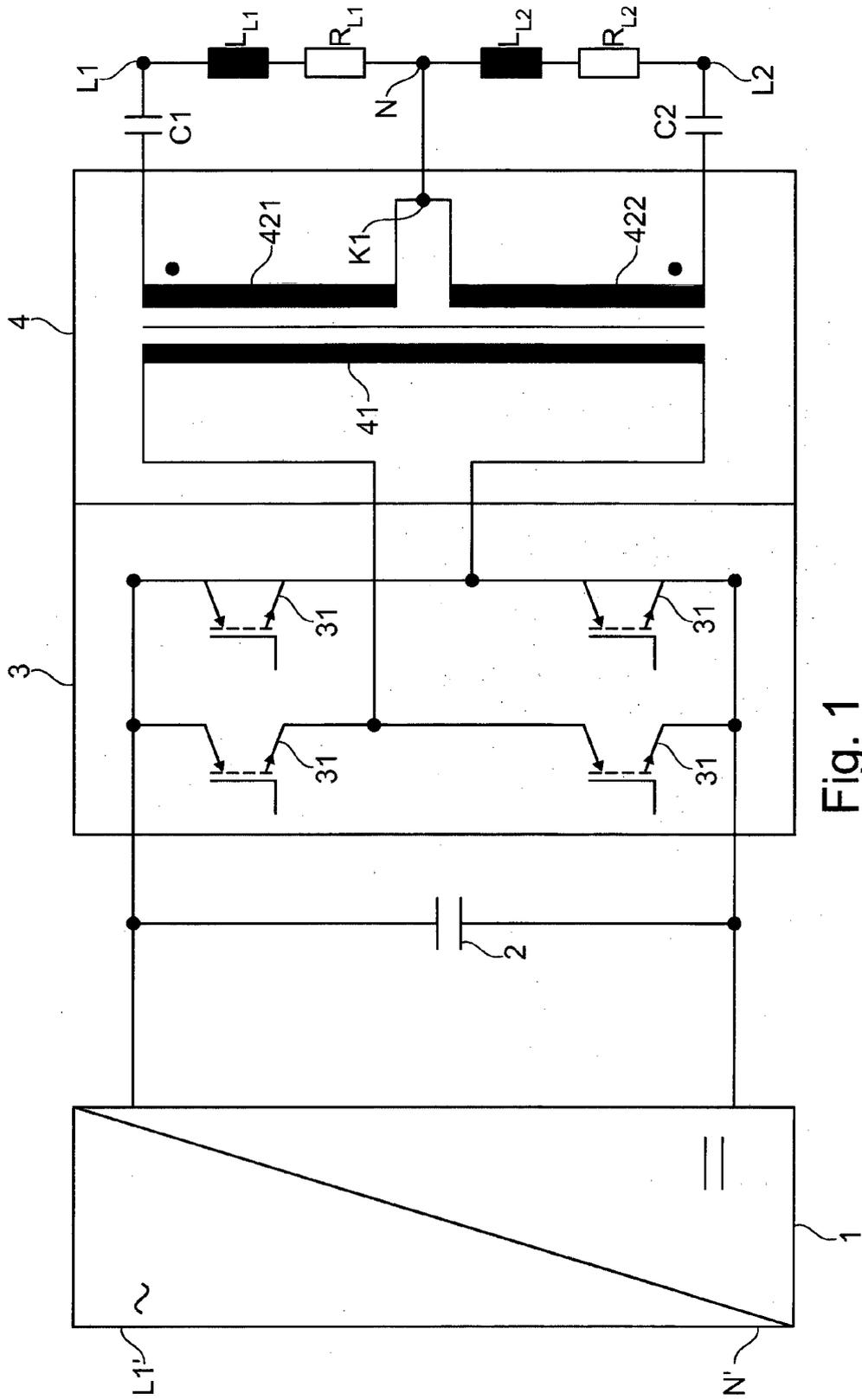


Fig. 1

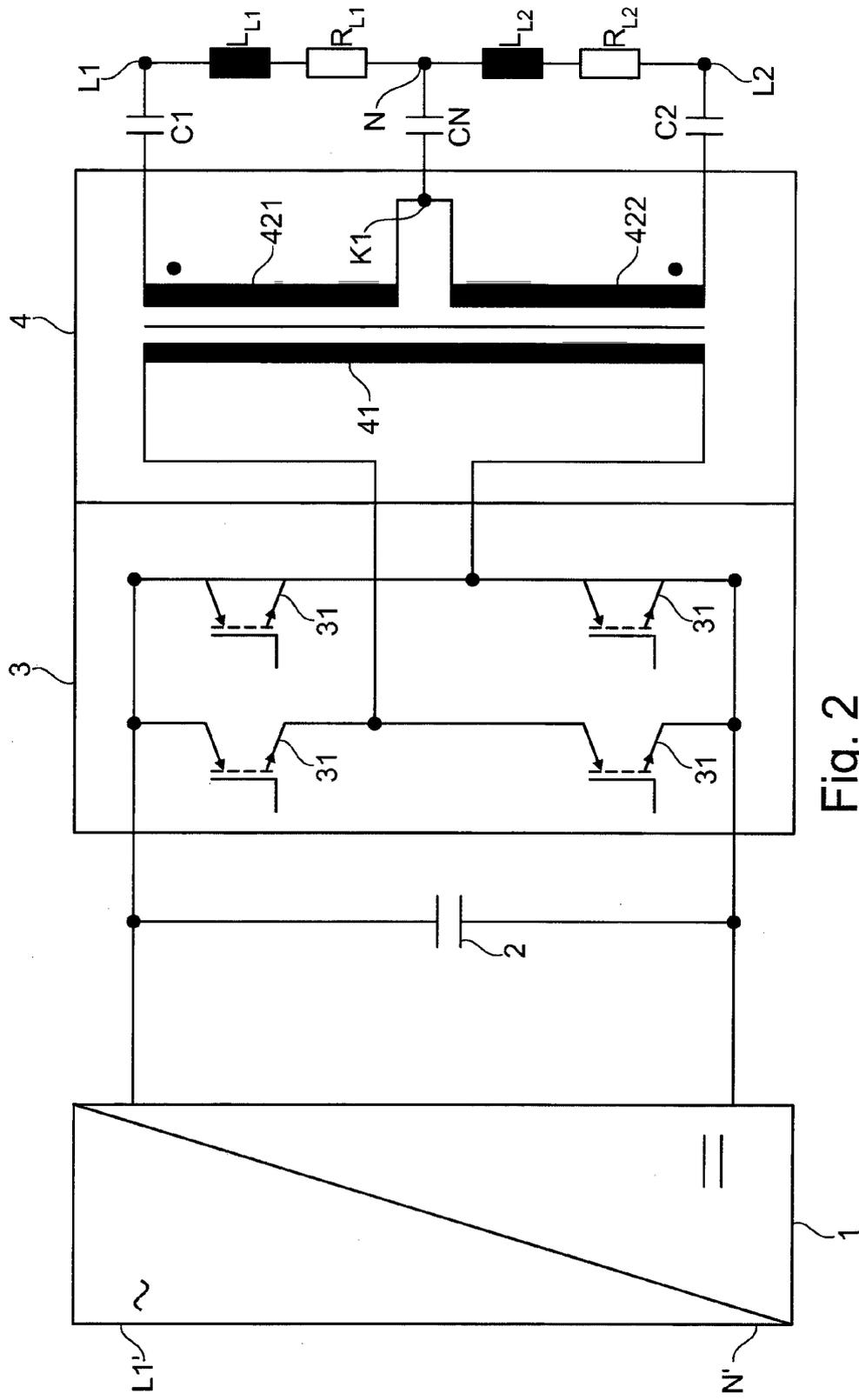


Fig. 2

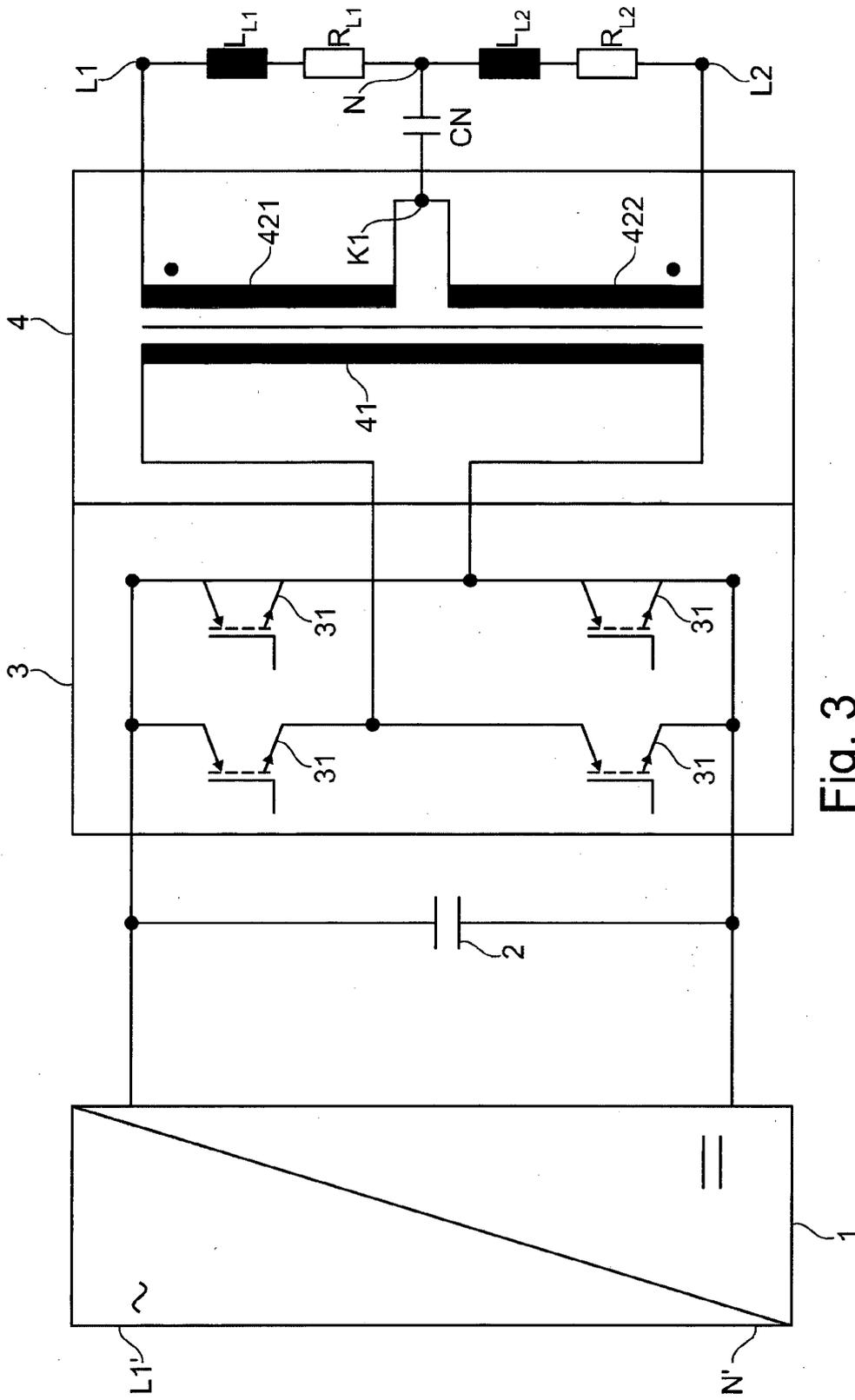


Fig. 3