



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 340 191**

(51) Int. Cl.:

H02M 5/42 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **06115978 .6**

(96) Fecha de presentación : **23.06.2006**

(97) Número de publicación de la solicitud: **1870994**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **26.12.2007**

(54) Título: **Alimentación eléctrica para precipitador electrostático.**

(73) Titular/es: **Alstom Technology Ltd.**
Brown Boveri Strasse 7
5400 Baden, CH

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
31.05.2010

(72) Inventor/es: **Ranstad, Per Anders Gustav**

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
31.05.2010

(74) Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 340 191 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

Alimentación eléctrica para precipitador electrostático.

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a fuentes de alimentación, por ejemplo para aplicaciones de DC de alta tensión, como son los precipitadores electrostáticos. En concreto, se refiere a un convertidor que comprende una unidad para la conversión de corriente alterna (AC, alternating current) de entrada en corriente alterna (AC) de alta frecuencia, y por lo menos un transformador para adaptar la corriente alterna (AC) de alta frecuencia a las requisitos de la carga, en el que entre dicha unidad y dicho transformador se dispone un circuito resonante.

Antecedentes de la invención

15 En muchos contextos, en particular en la limpieza de gases de combustión, los precipitadores electrostáticos (ESP, electrostatic precipitators) son colectores de polvo sumamente apropiados. Su diseño es robusto y son muy fiables. Además son muy eficientes. No son infrecuentes grados de separación superiores al 99,9%. Puesto que en comparación con los filtros de tela, sus costes operativos son bajos y el riesgo de daños y de interrupciones debidos a irregularidades funcionales son considerablemente menores, son una elección lógica en muchos casos. En un precipitador 20 electrostático, el gas contaminado es conducido entre electrodos conectados a un rectificador de alta tensión. Usualmente, éste es un transformador de alta tensión con control por tiristor en el lado primario, y un puente rectificador en el lado secundario.

25 Esta disposición está conectada a la red eléctrica ordinaria de AC, y por lo tanto está alimentada a una frecuencia que es de 50 o 60 Hz.

El control de potencia se lleva a cabo variando el ángulo de activación de los tiristores. Cuanto menor es el ángulo de activación, es decir cuanto mayor es el periodo de conducción, mayor es la corriente suministrada al precipitador y mayor la tensión entre los electrodos del precipitador.

30 Las fuentes de alimentación modernas para estos ESP son los denominados convertidores resonantes cargados en serie (SLR, series loaded resonant) que permiten tener alta potencia (típicamente en el rango de 10-200 kW) y alta tensión (50-150 kV de DC), al mismo tiempo manteniendo al mínimo las pérdidas por conmutación. El objetivo de R&D es una potencia de salida superior.

35 La topología utilizada es un convertidor resonante cargado en serie, SLR, por ejemplo como el proporcionado en la figura 1. La red eléctrica trifásica con las tres fases 1-3 que pueden conmutarse individualmente mediante conmutadores 4, es rectificada por un rectificador 6 de seis pulsos, que comprende por ejemplo diodos 5. No obstante, este rectificador puede ser asimismo un rectificador conmutado activamente. La tensión rectificada es suavizada mediante 40 un condensador 13 del enlace de DC, en el enlace de DC 6. La tensión del enlace de DC es alimentada a un puente de transistores 8 (puente-H), que comprende cuatro transistores 14, 14', 15, 15'. La salida del puente 8 (tensión de AC de alta frecuencia) es conectada, a través de un circuito resonante 9, al primario de un transformador 10. El circuito resonante 45 9 comprende un inductor 16 y un condensador 17 en serie y, junto con el bobinado primario 18, estos elementos definen básicamente la frecuencia de resonancia del circuito resonante, el cual por lo tanto solamente puede manejarse razonablemente en torno a esta frecuencia resonante. El transformador 10, que consiste en el bobinado primario 18 y el bobinado secundario 19, adapta la tensión de entrada (red eléctrica) a la carga 12 (ESP, 50-150 kV). La tensión alterna secundaria del transformador 10 es rectificada por un rectificador 11 de alta tensión y alimentada a la carga 12. Normalmente, la tensión de salida es negativa.

50 El flujo de potencia en dicha topología puede controlarse variando la frecuencia del puente 8 o bien variando el régimen de trabajo de la fuente de tensión (salida del puente). Frecuencias de conmutación en la proximidad de la resonancia del circuito están dentro de un funcionamiento normal.

55 El documento "ANALYSIS AND DESIGN-OPTIMISATION OF LCC RESONANT INVERTER FOR HIGH-FREQUENCY AC DISTRIBUTED POWER SYSTEM" IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRIAL ELECTRONICS, IEEE SERVICE CENTER, Piscataway, NJ, EE.UU., volumen 42, número 1, 1 de febrero de 1995, muestra diferentes topologías de un convertidor con un circuito resonante acoplado entre un transformador para adaptar la corriente alterna de alta frecuencia a los requisitos de la carga, y una única unidad inversora. Asimismo, el convertidor resonante del documento WO-A-0249197 está dotado de una serie de unidades inversoras de conmutación suave, 60 acopladas al mismo circuito resonante.

Los convertidores de potencia resonantes contienen redes L-C resonantes cuyas formas de onda de tensión y corriente varían sinusoidalmente durante uno o más intervalos secundarios de cada periodo de conmutación.

65 Estas variaciones sinusoidales son de gran magnitud y no es de aplicación la aproximación de pequeña ondulación. La ventaja principal de los convertidores resonantes es la reducción de la pérdida por conmutación (conmutación a corriente cero, conmutación a tensión cero). Las transiciones de conexión o desconexión de los dispositivos semiconductores se pueden producir en los cruces por cero de las formas de onda de tensión o de corriente del circuito, por lo

tanto reduciendo o eliminando parte de los mecanismos de pérdida por conmutación. De ese modo, los convertidores resonantes pueden funcionar a frecuencias de conmutación superiores a los convertidores comparables de modulación de anchura de impulsos. La conmutación a tensión cero reduce asimismo los impulsos electromagnéticos generados por convertidor, y la conmutación a corriente cero puede ser utilizada para conmutar rectificadores controlados de silicio. En aplicaciones especializadas, las redes resonantes pueden ser inevitables, de manera que en los convertidores de alta tensión existe una fuga significativa del transformador, y la inductancia y la capacidad del bobinado conducen a una red resonante.

Sin embargo, también hay desventajas en los circuitos resonantes en serie o en paralelo. Por ejemplo, el rendimiento 10 puede ser optimizado en un punto de trabajo, pero no con un rango amplio de variaciones de la tensión de entrada y de la potencia de carga. Además, pueden circular corrientes significativas a través de los elementos del circuito, incluso cuando la carga está desconectada, conduciendo a una eficiencia pobre con carga reducida. Las formas de onda quasi-sinusoidales presentan valores extremos superiores a las formas de onda rectangulares equivalentes. Estas 15 consideraciones conducen a unas pérdidas por conducción incrementadas, que pueden contrarrestar la reducción en las pérdidas por conmutación. Los convertidores resonantes están controlados usualmente por variación de la frecuencia de conmutación. En algunos esquemas, el rango de frecuencias de conmutación puede ser muy grande.

Para incrementar la capacidad de tratamiento de la potencia y para establecer un diseño escalable, se utiliza la modularización. La cuestión fundamental al utilizar la modularización es controlar el reparto de carga, es decir asegurar 20 que los diferentes módulos toman partes iguales, o partes bien definidas, de la carga.

Resumen de la invención

25 Por lo tanto, uno de los objetivos de la presente invención es dar a conocer un convertidor mejorado AC-DC o AC-AC de alta tensión, que convierte corriente alterna en corriente directa de alta tensión o en corriente alterna de alta tensión, respectivamente, para proporcionar a una carga. En concreto, la mejora se refiere a un convertidor que comprende una unidad para la conversión de la corriente alterna de entrada en corriente alterna de alta frecuencia, y comprende por lo menos un transformador para adaptar la corriente alterna de alta frecuencia a los requisitos de la 30 carga, en el que entre dicha unidad y dicho transformador se dispone un circuito resonante.

Se puede conseguir el mantenimiento de un reparto equilibrado de la carga entre los circuitos cuando se modulariza el sistema, puesto que se dispone más de una, por lo tanto como mínimo dos, unidades para la conversión de corriente alterna de entrada (AC) en corriente alterna (AC) de alta frecuencia conectadas al mismo transformador. Estas unidades 35 son los denominados circuitos primarios que consisten normalmente en un rectificador de entrada, un filtro de enlace de DC y un puente de transistores.

El circuito resonante puede ser un circuito resonante cargado en serie o un circuito resonante en paralelo, prefiriéndose no obstante un circuito resonante cargado en serie.

40 En el caso de un circuito resonante cargado en serie, el circuito resonante comprende por lo menos un primer inductor y por lo menos un condensador en serie conectado a un primer polo del bobinado primario del transformador, en el que el condensador está situado entre el inductor y el bobinado primario del transformador.

45 Para ajustar la frecuencia de resonancia y el comportamiento general del circuito resonante, es posible colocar un segundo inductor entre por lo menos una unidad y un segundo polo del bobinado primario del transformador.

Hay varias posibilidades diferentes para conectar dichas por lo menos dos unidades al transformador. Una posibilidad es tener un circuito individual totalmente resonante para cada unidad y conectar dos (o varias) de dichas unidades 50 con circuitos individuales totalmente resonantes, al bobinado primario del transformador. Sin embargo, esto puede conducir a problemas de corrientes de circulación debido al hecho de que existen dos circuitos resonantes individuales. Por lo tanto, una solución particularmente eficiente va por otro camino, y empalma por lo menos parcialmente los circuitos resonantes, de manera que no hay realmente dos circuitos resonantes individuales para cada unidad sino que dichas por lo menos dos unidades están acopladas en el mismo circuito resonante cargado en serie. Por ejemplo, 55 esto es posible mediante disponer una topología en la que hay por lo menos un componente electrónico (inductor o condensador) común a la conexión de por lo menos dos unidades al transformador, a parte del bobinado primario del transformador, que será común en cualquier caso. Este componente electrónico es eficaz puesto que determina las frecuencias resonantes del acoplamiento de ambas unidades en el transformador, y empalma los circuitos resonantes de las unidades evitando corrientes de circulación. Este componente común es por lo menos un condensador 60 preferentemente conectado directamente al bobinado primario del transformador.

La presente invención se refiere a un precipitador electrostático acorde con la reivindicación 1.

De acuerdo con otra realización preferida de la invención, las primeras salidas de dichas por lo menos dos unidades 65 están conectadas cada una a un primer inductor individual, estando dispuestos en paralelo dichos primeros inductores de las unidades, y en donde estos inductores en paralelo están conectados a un solo condensador o a un grupo de condensadores en serie o en paralelo, del circuito resonante cargado en serie. En lo que se refiere a los inductores, cada unidad es individual en su circuito resonante, pero puesto que hay un condensador (o un grupo de condensa-

dores) común empalmado, existe solamente un verdadero circuito resonante para las dos unidades. Típicamente, el condensador único o el grupo de condensadores en serie o en paralelo, está preferentemente conectado directamente a un primer polo del bobinado primario del transformador.

5 De acuerdo con otra realización preferida de la presente invención, las segundas salidas de por lo menos dos unidades están conectadas cada una a un segundo inductor individual, estando dispuestos dichos segundos inductores respectivamente en paralelo, y conectados ambos a un segundo polo del bobinado primario del transformador.

10 Normalmente, el circuito primario indicado como la unidad comprende por lo menos un rectificador (que puede ser un puente de diodos, pero puede asimismo ser un rectificador controlado activamente por silicio) que rectifica la corriente alterna de entrada, y comprende por lo menos un puente de transistores que convierte la corriente directa resultante en corriente alterna de alta frecuencia. Preferentemente, la corriente alterna trifásica de entrada es rectificada en el rectificador, en el que la corriente directa resultante es introducida al puente de transistores a través del enlace de DC con dos conductores, que comprende preferentemente un elemento de filtrado, estando constituido dicho 15 elemento de filtrado por ejemplo mediante por lo menos un condensador entre los dos conductores y/u opcionalmente por lo menos un inductor en por lo menos uno de los conductores (posible filtrado de orden superior), y en el que preferentemente el puente de transistores es un puente en H con por lo menos cuatro transistores commutables.

20 De acuerdo con otra realización preferida de la presente invención, dicho transformador transforma la corriente alterna de alta frecuencia, y donde el bobinado secundario del transformador está conectado por lo menos a un rectificador de alta tensión.

25 Típicamente, la potencia nominal de dicho convertidor está por encima de 20 kW, preferentemente en el rango de 20-200 kW y/o su tensión nominal de DC de salida está por encima de 50 kV, preferentemente en el rango de 50-115 kV.

En las reivindicaciones dependientes se esbozan otras realizaciones de la presente invención.

30 Breve descripción de los dibujos

Se muestran realizaciones preferidas de la invención en los dibujos anexos, en los cuales:

35 la figura 1 muestra un circuito esquemático de un convertidor resonante cargado en serie, acorde con el estado de la técnica;

40 la figura 2 a) muestra un circuito esquemático simplificado de un convertidor resonante cargado en serie, acorde con el estado de la técnica; y b) muestra un circuito esquemático de un convertidor resonante cargado en serie, modularizado, en una presentación esquemática simplificada acorde con la invención; y

45 la figura 3 muestra un circuito esquemático de un convertidor resonante cargado en serie, modularizado, en una presentación esquemática detallada acorde con la invención.

45 Descripción detallada de las realizaciones preferidas

De acuerdo con la presente invención, dos (o más) circuitos primarios 22 (unidades 22) están conectados al bobinado primario 18 del transformador 10, manteniendo un reparto equilibrado de la carga entre los circuitos. Los circuitos primarios 22 que consisten en el rectificador de entrada 6, el filtro 7 del enlace de DC y el puente de transistores 8 están conectados a un circuito resonante.

Posibles realizaciones son:

- 55 (1) conexión a la salida de los puentes de transistores, o
- (2) conexión al primario del transformador, para tener un circuito resonante para cada unidad, y además
- (3) conexión a la salida del rectificador de alta tensión, por lo tanto completamente en el lado de la carga.

60 El reparto de la carga en (1) está gobernado por parámetros en los transistores, que no pueden ser controlados por el usuario. Estos son la tensión activada, la velocidad de conmutación y la inductancia, y también el comportamiento térmico que afectará a la distribución de corrientes. Un diseño semejante carece de flexibilidad.

65 El reparto de la carga en (2) está gobernado por el inductor del circuito de resonancia. Este equilibrará la carga cuando se trabaja a frecuencias alejadas de la resonancia. El funcionamiento próximo a la resonancia hará el equilibrio extremadamente sensible, y a menudo de manera casi incontrolable, a los valores de los componentes en el circuito. Otro inconveniente de (2) es que en el caso de un fallo (cortocircuito) en el transistor, ambos puentes son bloqueados.

La realización (3) acusa el mismo problema que (2), aunque éste puede resolverse parcialmente en (3) mediante el control individual de los convertidores en paralelo. (3) incorpora además transformadores diferentes para los convertidores en paralelo.

5 Para ilustrar el principio básico, en la figura 2a) se proporcionará primero una ilustración simplificada del circuito acorde con la figura 1. En esta representación simplificada, el circuito primario que comprende normalmente un rectificador 6, el enlace de DC 7 y un puente 8 de transistores, está ilustrado mediante una sola unidad 22. Esta unidad está conectada al circuito resonante en serie 9, que a su vez está conectado al transformador 10. La tensión alterna del transformador es rectificada de nuevo mediante un rectificador 11 de alta tensión.

10 A continuación se consigue la modularización por cuanto que las unidades 22 están fundamentalmente duplicadas (o triplicadas, incluso es posible un gran número de unidades 22) mientras que el circuito resonante está compartido por lo menos parcialmente, como lo está el transformador. Esto se indica esquemáticamente en la figura 2b. Se lleva a cabo la utilización compartida del circuito resonante 23 de tal modo que evite corrientes de circulación, tal como
15 teniendo por lo menos un elemento clave común para las propiedades resonantes del circuito resonante 23. En este caso específico, el circuito resonante está conectado mediante un único condensador C', que es efectivo para ambas unidades 22, mientras que las conexiones a cada una de las unidades 22 tienen inductores L1 y L2 individuales. En este caso específico, no solo existe un inductor como el proporcionado en la figura 1 sino que existe un inductor L1
20 en el conductor, que está conectado al primer polo del bobinado primario del transformador a través del condensador C', y existe un inductor adicional L2 para cada unidad 22 en la conexión entre cada unidad 22 y el segundo polo del bobinado primario 18 del transformador 10. Despreciando el inductor del bobinado primario 18 del transformador, el inductor relevante del circuito resonante 23 está dado por la suma L1 + L2, y el condensador relevante del circuito resonante 23 está dado por C'. En general, los valores de los dos (o los múltiples, en el caso de múltiples unidades 22) inductores L1 se eligen de manera que sean idénticos y asimismo los valores de los dos (o los múltiples, en el
25 caso de múltiples unidades 22) inductores L2 se eligen de manera que sean idénticos, pudiendo L1 y L2 ser iguales o distintos, en función de las necesidades. En lo que se refiere a tener frecuencias de resonancia iguales para ambas unidades, la suma de L1 + L2 se elige de manera que sea idéntica para ambas conexiones. Sin embargo, para ciertas aplicaciones puede asimismo ser deseable tener frecuencias de resonancia ligeramente diferentes para las unidades 22, y por lo tanto tener valores diferentes para (L1 + L2) para las dos unidades y por consiguiente frecuencias de
30 resonancia diferentes.

Por lo tanto el método propuesto, que se ilustra en la figura 2b, divide el inductor resonante en dos partes iguales, L1 y L2, que se conectan a las patas del puente. El acoplamiento en paralelo se realiza a la salida de estos inductores; haciendo esto se consigue el reparto controlado de la carga para todas las frecuencias de trabajo. Además se produce redundancia en el sistema, puesto que al estar diseñado adecuadamente, el convertidor puede seguir funcionando a potencia reducida con un transistor averiado.

La figura 2 muestra dos unidades 22, a modo de ejemplo, y la invención puede comprender cualquier número de convertidores. Son realizaciones posibles tanto el semipuente como el puente completo.

40 Se proporciona una topología más detallada en la figura 3. En este caso se proporciona un puente rectificador trifásico 6 mediante un elemento controlado activamente, a cuya unidad de control se hace referencia con el número de referencia 27. Además en esta topología, en el enlace de DC 28 está situado un filtro de orden superior proporcionado por dos condensadores 29 y dos inductores 30. El puente 8 de transistores es sustancialmente idéntico al que se ilustra en la figura 1, si bien en este caso se disponen condensadores de retención 32 y 34 adicionales en el lado negativo. La unidad de control 31 para el puente 8 de transistores también se indica específicamente. Además, se indica la posibilidad de un detector de corriente 33 cuya salida puede utilizarse para el control. En este caso, la parte electrónica está acoplada al transformador mediante dos pasantes 35. De acuerdo con la figura 3, el lado derecho del dibujo se continua con el bobinado primario del transformador.

50 Lista de números de referencia

- | | |
|-----|--|
| 1-3 | tres fases de la red eléctrica de DC |
| 55 | 4 conmutadores |
| 5 | diodos |
| 60 | 6 puente rectificador trifásico |
| 7 | 7 enlace de DC |
| 8 | 8 puente de transistores, puente en H |
| 65 | 9 circuito resonante en serie |
| 10 | 10 transformador |

ES 2 340 191 T3

11	rectificador de alta tensión
12	carga, precipitador
5	13 condensador en 7
10	14, 15 transistores de 8
15	16 inductor de 9
20	17 condensador de 9
25	18 bobinado primario simple de 10
30	19 bobinado secundario simple de 10
35	20, 21 conductores (AC) entre 8 y 9
40	22 unidad que comprende 6, 7 y 8
45	23 circuito resonante en paralelo
50	24 conductor de 23 que comprende L1
55	25 conductor de 23 que comprende L2
	26 conductor entre 11 y 12
	27 control de 6
	28 enlace de DC filtrado de orden superior
	29 condensadores del filtro de orden superior en 28
	30 inductores en el filtro de orden superior en 28
	31 control de 8
	32 condensador de retención
	33 detector de corriente
	34 condensador de retención
	35 pasantes a la unidad de alta tensión
	L inductor de 9
	C condensador de 9
	L1 primer inductor 23
	L2 segundo inductor de 23
	C' condensador de 23

Referencias citadas en la descripción

60 *La lista de referencias citadas por el solicitante es solo para comodidad del lector. No forma parte del documento de Patente Europea. Aunque se ha tomado especial cuidado en recopilar las referencias, no puede descartarse errores u omisiones y la EPO rechaza toda responsabilidad a este respecto.*

Documentos de patentes citados en la descripción

65 • WO 0 249 197 A [0002]

Bibliografía no de patentes citada en la descripción

- ANALYSIS AND DESIGN-OPTIMISATION OF LCC RESONANT INVERTER FOR HIGH-FREQUENCY AC DISTRIBUTED POWER SYSTEM. *IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRIAL ELECTRONICS*, 1 de febrero de 1995, vol. 42, (1 [0002]

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Precipitador electrostático que comprende un convertidor AC-DC o AC- AC de alta tensión para convertir corriente alterna de entrada (AC, 1-3) en corriente directa (DC) o alterna (AC) de alta tensión a proporcionar a una carga (12) de dicho precipitador electrostático, comprendiendo dicho convertidor una unidad (22) para la conversión de la corriente alterna (AC) de entrada en corriente alterna (AC) de alta frecuencia, por lo menos un transformador (10) para adaptar la corriente alterna (AC) de alta frecuencia a los requisitos de la carga (12), en el que entre dicha unidad (22) y dicho transformador (10) está dispuesto un circuito resonante,

10 en el que

15 hay al menos dos unidades (22) para la conversión de la corriente alterna (AC) de entrada en corriente alterna (AC) de alta frecuencia, conectadas al mismo transformador (10), dichas por lo menos dos unidades (22) están acopladas al mismo circuito resonante (23) cargado en serie, y hay por lo menos un componente común a la conexión de dichas por lo menos dos unidades (22) al transformador (10), aparte del bobinado primario (18) del transformador (10), que determina la frecuencia de resonancia del acoplamiento de ambas unidades (22) al transformador, y en el que este componente común es por lo menos un condensador (C') conectado al bobinado primario (18) del transformador (10).

20 2. Precipitador electrostático acorde con la reivindicación 1, en el que el circuito resonante comprende por lo menos un primer inductor (L1) y dicho por lo menos un condensador (C') en serie conectado a un primer polo del bobinado primario (18) del transformador (10), y en el que el condensador (C') está situado entre el inductor (L1) y el bobinado primario (18) del transformador (10).

25 3. Precipitador electrostático acorde con la reivindicación 2, en el que un segundo inductor (L2) está situado entre por lo menos una unidad (22) y un segundo polo del bobinado primario (18) del transformador (10).

30 4. Precipitador electrostático acorde con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que cada una de las primeras salidas de dichas por lo menos dos unidades (22) está conectada a un primer inductor individual (L1), estando dichos primeros inductores (L1) de las unidades (22) dispuestos en paralelo, y en el que estos inductores en paralelo (L1) están conectados a un único condensador (C'), o a un grupo de condensadores en serie o en paralelo, del circuito resonante cargado en serie.

35 5. Precipitador electrostático acorde con la reivindicación 4, en el que el único condensador (C'), o el grupo de condensadores en serie o en paralelo, está conectado al primer polo del bobinado primario (18) del transformador (10).

40 6. Precipitador electrostático acorde con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que cada una de las segundas salidas de dichas por lo menos dos unidades (22) está conectada a un segundo inductor individual (L2), estando dichos segundos inductores (L2) dispuestos respectivamente en paralelo y ambos conectados al segundo polo del bobinado primario (18) del transformador (10).

45 7. Precipitador electrostático acorde con la reivindicación 6, en el que una de dichas por lo menos dos unidades (22) comprende por lo menos un rectificador (6) que rectifica corriente alterna de entrada, y comprende por lo menos un puente (8) de transistores que convierte la corriente directa resultante en corriente alterna de alta frecuencia, en el que los inductores primero y segundo (L1, L2) están conectados a las patas de los transistores (14, 15) del puente de transistores (8).

50 8. Precipitador electrostático acorde con la reivindicación 7, en el que una corriente alterna trifásica de entrada (1-3) es rectificada en el rectificador (6), en el que la corriente directa resultante es introducida al puente (8) de transistores a través de un enlace de DC (7) con dos conductores, que comprende un elemento de filtrado (13), estando constituido dicho elemento de filtrado preferentemente mediante por lo menos un condensador (13) entre los dos conductores y opcionalmente mediante por lo menos un inductor en por lo menos uno de los conductores, y en el que el puente (8) de transistores es un puente de H con por lo menos cuatro transistores comutables (14, 14', 15, 15').

55 9. Precipitador electrostático acorde con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicho transformador (10) transforma la corriente alterna de alta frecuencia, y en el que el bobinado secundario (19) del transformador (10) está conectado a por lo menos un rectificador de alta tensión (11).

60 10. Precipitador electrostático acorde con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la potencia nominal está por encima de 20 kW, preferentemente en el rango de 20-200 kW y/o en el que la tensión nominal de DC de salida está por encima de 50 kV, preferentemente en el rango de 50-115 kV.

65 11. Precipitador electrostático acorde con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que no hay más de dos unidades (22) conectadas a un circuito resonante común (23).

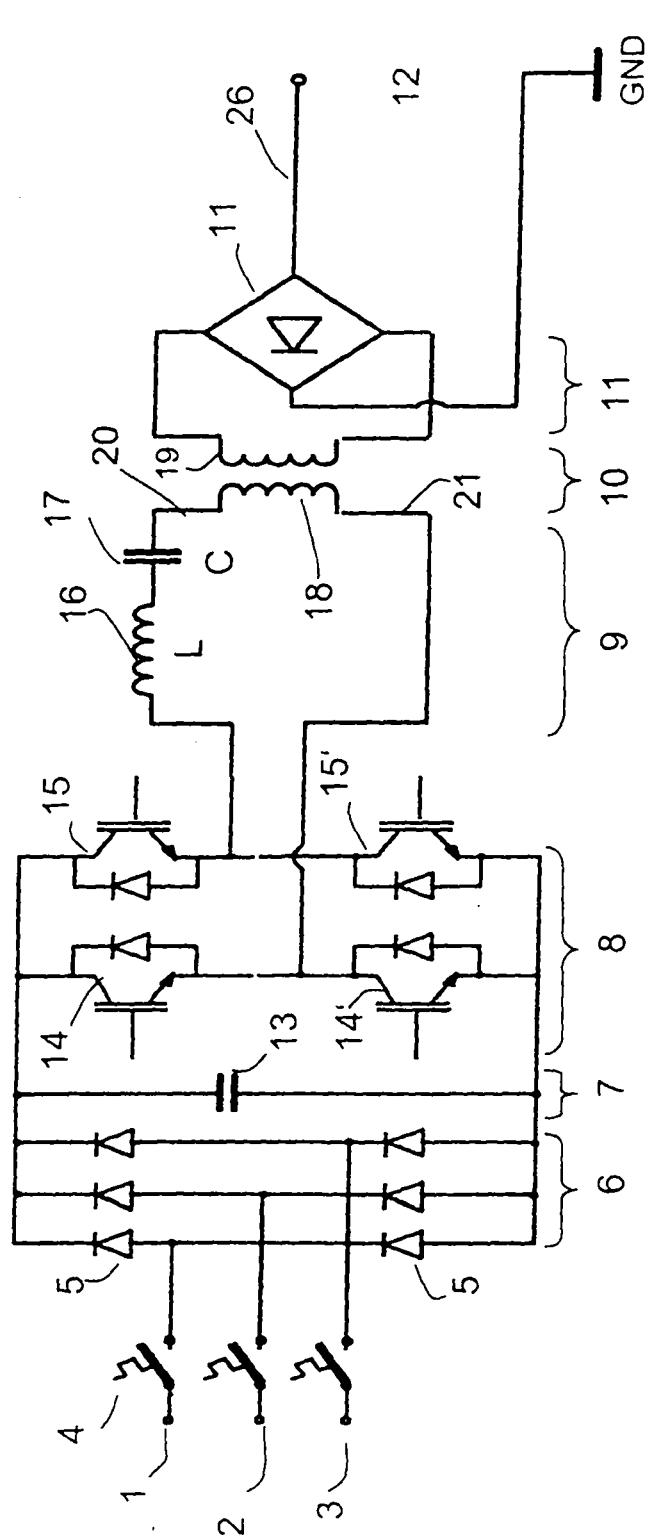


Fig. 1

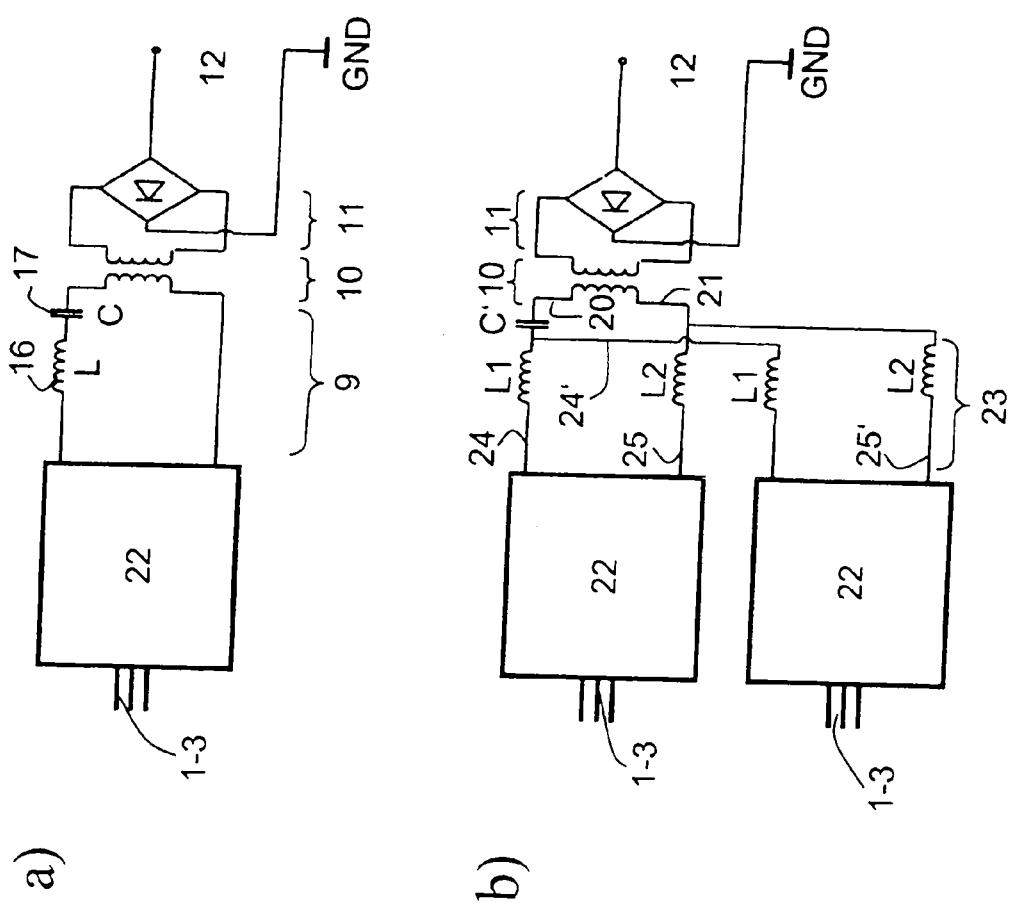


Fig. 2

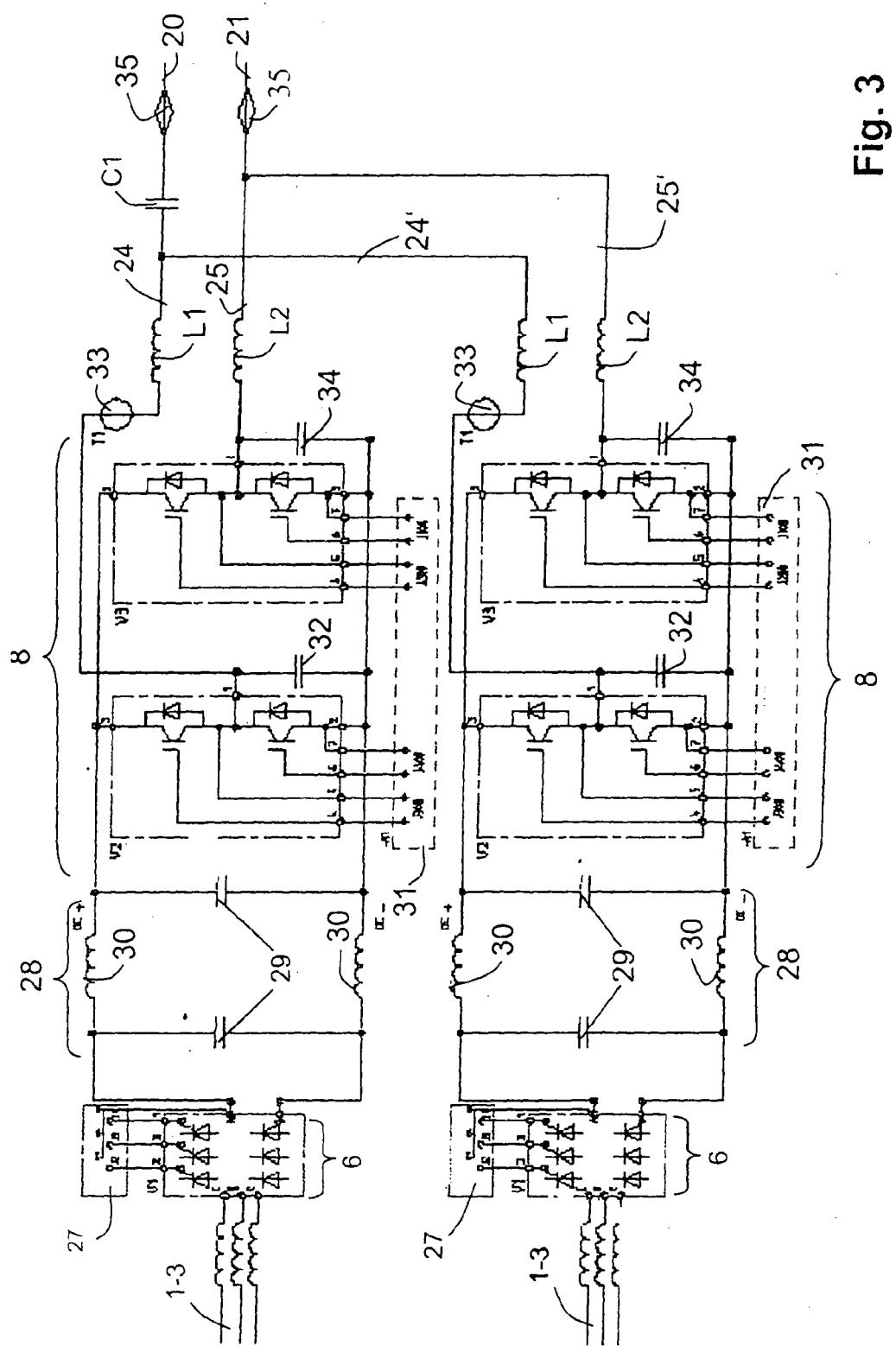


Fig. 3