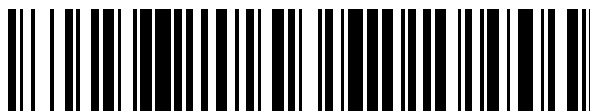


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 647 679**

51 Int. Cl.:

**H01F 27/34** (2006.01)

**H01F 27/38** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.06.2007 PCT/EP2007/055728**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.12.2008 WO08151661**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.06.2007 E 07730062 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.08.2017 EP 2156448**

54 Título: **Transformador eléctrico con compensación de flujo continuo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**26.12.2017**

73 Titular/es:  
**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)  
Werner-von-Siemens-Straße 1  
80333 München, DE**

72 Inventor/es:  
**HAMBERGER, PETER y  
LEIKERMOSER, ALBERT**

74 Agente/Representante:  
**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 647 679 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

Transformador eléctrico con compensación de flujo continuo

Área técnica

La presente invención hace referencia a un transformador eléctrico con compensación de flujo continuo.

### 5 Estado del arte

Es conocido el hecho de que en un transformador eléctrico que es operado en combinación con un convertidor, debido a imprecisiones durante la activación del conmutador semiconductor, puede producirse un componente de corriente que se superpone con la corriente de servicio del transformador. Dicho componente de corriente, el cual con respecto a la red puede considerarse como corriente continua, se denominará a continuación también como "parte de corriente continua" o "parte CC". La misma asciende usualmente sólo a algunos tantos por mil de la corriente nominal del transformador, pero en el núcleo del transformador provoca un flujo continuo magnético que se superpone a la corriente alterna primaria o secundaria, provocando una activación asimétrica de la curva característica BH del material de núcleo ferromagnético. Ya una parte reducida de flujo continuo, debido a la elevada permeabilidad del material de núcleo ferromagnético, puede causar una saturación del núcleo, donde como consecuencia se producen intensas distorsiones de la corriente de magnetización. También el campo magnético geostacionario puede contribuir a una parte de flujo continuo en el núcleo. Las consecuencias de esa activación asimétrica son pérdidas magnéticas aumentadas y, con ello, un calentamiento aumentado en el núcleo, así como picos de corriente de magnetización que causan una emisión aumentada de ruidos durante el funcionamiento.

Para hacer frente al efecto de saturación no deseado podría en principio agrandarse la sección transversal del circuito magnético, manteniendo reducida así la densidad magnética del flujo B, o en el circuito magnético podría insertarse un entrehierro (compensación), tal como se sugiere por ejemplo en la solicitud DE 198 54 902 A1. No obstante, lo primero conduce a un volumen de construcción aumentado del transformador y lo último a una corriente de magnetización más elevada; donde ambas situaciones se consideran desventajosas.

Para reducir la emisión de ruido de un transformador eléctrico, en las solicitudes US 5,726,617 y DE 699 01 596 T2 se sugieren respectivamente actuadores que excitan el aceite en una carcasa del transformador, de manera que se atenúan las ondas de presión del fluido que durante el funcionamiento del transformador parten desde el paquete de chapas del núcleo y desde los bobinados del transformador. Sin embargo, los actuadores mencionados consumen durante el funcionamiento una cantidad considerable de energía, donde además son propensos a fallos y costosos.

Por la solicitud JP 59 013313A se conoce un transformador eléctrico con compensación de flujo continuo según el preámbulo de la reivindicación 1, en donde se mide el campo magnético en el núcleo del transformador y en base a ello se deduce una corriente de compensación.

Descripción de la invención

Un objeto de la presente invención consiste en desarrollar aún más el estado del arte.

Dicho objeto se alcanzará a través de las características de la reivindicación 1. En las reivindicaciones dependientes se indican variantes ventajosas de la invención.

La invención no se basa en la idea de combatir los efectos no deseados de la magnetización previa, sino en eliminar su causa. El transformador de acuerdo con la invención se caracteriza del siguiente modo:

- El transformador presenta un núcleo magnéticamente blando sobre el cual, de manera adicional con respecto a una disposición primaria de bobinado y a una disposición secundaria de bobinado, se encuentra dispuesta una disposición de bobinado de compensación.

- La disposición de bobinado de compensación se encuentra conectada a un dispositivo de control de corriente que, según una variable de control, la cual proporciona un dispositivo de medición del campo magnético en base a una medición de un flujo magnético interconectado con una corriente en la disposición de bobinado primaria o secundaria, suministra a la disposición de bobinado de compensación una corriente de compensación, de manera que su efecto en el núcleo se orienta de forma opuesta a un flujo continuo magnético.

Gracias a ello se logra que una parte de flujo continuo magnético en el núcleo de un transformador pueda ser registrada de forma sencilla mediante la técnica de medición y pueda ser compensada a través de un proceso de ajuste. Si se elimina la parte de flujo continuo, entonces la activación de la curva característica BH es simétrica. El

material ferromagnético del núcleo ya no es operado con una saturación. Debido a ello, la magnetostricción del material es más reducida, por lo cual se reduce también la emisión de ruidos durante el funcionamiento. Los bobinados del transformador son cargados térmicamente en menor grado, ya que las pérdidas magnéticas y, con ello, la temperatura de funcionamiento en el núcleo, son más reducidas.

5 De acuerdo con la invención, la predeterminación de la corriente de compensación en el bobinado de compensación tiene lugar según una variable de medición del campo magnético, la cual es proporcionada por un dispositivo de medición del campo magnético. Para determinar la variable de medición del campo magnético son adecuados sensores conocidos del campo magnético que miden el campo en el núcleo del transformador o el campo magnético de dispersión que se cierra por fuera del núcleo mediante la vía aérea. El principio activo fundamental de los  
10 sensores mencionados puede ser por ejemplo la inducción en una bobina de medición, el efecto Hall o el efecto magnetorresistivo. La variable de medición del campo magnético puede determinarse también a través de la utilización de un magnetómetro (magnetómetro Fluxgate o una sonda aérea). En comparación con una medición exacta de la parte de corriente continua (la cual en particular en el caso de un transformador de gran tamaño es mucho menor que la corriente nominal y, por tanto, es más difícil de registrar), la inversión en cuanto a la técnica de medición es mucho más reducida para la determinación de la variable de medición del campo magnético. De  
15 acuerdo con la invención, el dispositivo de medición del campo magnético está formado por una unidad de procesamiento de señal que se encuentra conectada con al menos dos detectores del campo magnético de manera que conduce una señal. En el caso de un transformador trifásico con un tipo de construcción tradicional, puede bastar con determinar dos partes de flujo continuo, ya que el flujo total debe dar como resultado cero. De este modo,  
20 la unidad de procesamiento de la señal, respectivamente en base a una señal de medición proporcionada por el detector del campo magnético, se encuentra configurada para determinar armónicos y, en base a ello, formar una señal de control. Gracias a ello, con una inversión relativamente reducida en cuanto a la técnica de conmutación, puede obtenerse una variable de control adecuada para compensar la parte de flujo continuo. El análisis armónico puede tener lugar de forma electrónica o asistido por ordenador.

25 Se consideran especialmente adecuados los armónicos de número par, de acuerdo con la invención el primer armónico (segundo armónico), cuya amplitud se relaciona funcionalmente con el flujo continuo magnético que busca compensarse. De acuerdo con la invención, dos detectores del campo magnético están dispuestos por fuera del núcleo, de manera que los mismos detectan un flujo disperso del transformador. El flujo disperso aumenta con mucha intensidad en el caso de la saturación magnética del núcleo, lo cual es conveniente para determinar la señal  
30 de control.

El detector del campo magnético se encuentra realizado simplemente como una sonda de inducción que registra la modificación del flujo disperso y la convierte en una señal eléctrica de medición, a partir de la cual pueden filtrarse los armónicos pares, de acuerdo con la invención el segundo armónico. Según la invención la sonda de inducción  
35 está realizada como una bobina de aire. En comparación con un convertidor de medición en base a semiconductores, la señal eléctrica de medición de esa bobina de aire no depende de la deriva a largo plazo y de la deriva de temperatura, y además es más conveniente en cuanto a los costes.

Para mantener lo más reducidos posible los efectos de la red en cuanto al bobinado de compensación puede ser conveniente que en la ruta de corriente hacia el dispositivo de control de corriente se encuentre conectado un  
40 circuito de bloqueo (de acuerdo con la invención un bipolo de reactancia). Gracias a ello puede mantenerse reducida la carga de tensión de la fuente de corriente controlada que suministra la corriente de compensación hacia el bobinado de compensación. Para ello se considera adecuada por ejemplo una red de dos polos, formada por ejemplo en base a un circuito paralelo L-C que bloquea la frecuencia de la red con respecto a la corriente continua de compensación, pero que apenas representa una resistencia.

Una disposición espacial conveniente del detector del campo magnético tiene lugar del modo más sencillo a través  
45 de un ensayo o de una simulación de campo numérica. Se considera especialmente conveniente un lugar de medición en el cual puedan compensarse ampliamente los campos magnéticos causados por las corrientes de carga primarias y secundarias. De acuerdo con la invención se considera una disposición en donde una bobina de aire se encuentra dispuesta en una abertura, formada por una superficie circunferencial externa de un ramal del transformador y el bobinado o bobinado secundario circundante de forma concéntrica, por ejemplo  
50 aproximadamente a la mitad de la altura del ramal.

Una disposición preferente del bobinado de compensación, en el caso de un transformador de tres ramales, puede ser la culata, o en el caso de un transformador de cinco ramales, el ramal de retorno; gracias a ello un bobinado de compensación puede ser readaptado de forma sencilla en un transformador existente.

Breve descripción de los dibujos

55 Para continuar explicando la invención, en la siguiente parte de la descripción se toman como referencia dibujos en los cuales se observan otras variantes ventajosas, particularidades y perfeccionamientos de la invención.

Las figuras muestran:

- Figura 1: un transformador de corriente trifásica de acuerdo con la invención (transformador de tres ramales) con compensación de flujo continuo, en donde la disposición de bobinado de compensación está dispuesta en el ramal principal;
- 5            Figura 2: un transformador de corriente trifásica de acuerdo con la invención (transformador de tres ramales) con compensación de flujo continuo, en donde la disposición de bobinado de compensación está dispuesta en la culata;
- Figura 3: un transformador de corriente trifásica de acuerdo con la invención con compensación de flujo continuo, en donde la disposición de bobinado de compensación está dispuesta en una culata de retorno;
- 10           Figura 4: un transformador de corriente trifásica de acuerdo con la invención (transformador de cinco ramales) con compensación de flujo continuo, en donde la disposición de bobinado de compensación está dispuesta en el ramal principal;
- Figura 5: un diagrama de bloques del procesamiento de señal de acuerdo con la invención para ajustar el componente de flujo continuo;
- 15           Figura 6: un diagrama de bloques de un ensayo de medición, para medir la parte de flujo continuo en un transformador de potencia 4- MVA, donde el procesamiento de señal se utiliza según la figura 5;
- Figura 7: un diagrama que muestra el resultado del ensayo de medición según la figura 6, la relación lineal entre la parte CC y el segundo armónico en el caso de una tensión primaria de 6 kV;
- 20           Figura 8: un diagrama que muestra el resultado del ensayo de medición según la figura 6, la relación lineal entre la parte CC y el segundo armónico en el caso de una tensión primaria de 30 kV.

Ejecución de la invención

En la figura 1 puede observarse un transformador eléctrico 20 con una carcasa 7, el cual presenta un núcleo del transformador 4. La forma de construcción del núcleo 4 corresponde a la forma de construcción conocida de tres ramales, con tres ramales 21, 22, 23 y una culata 32 situada de forma transversal. Sobre cada ramal 21, 22, 23 se encuentran del modo habitual un bobinado primario 1 y un bobinado secundario 2.

De acuerdo con la invención, de manera adicional, en los ramales externos 21 y 23 se proporciona un bobinado de compensación 3. En el dibujo de la figura 1, en el área del primer ramal 21, con una flecha 5, se indica un "flujo continuo" magnético. Con respecto al "flujo continuo" 5 magnético mencionado se supone que el mismo es causado por una "parte de corriente continua" (parte CC) que circula del lado primario o del lado secundario. No obstante, el "flujo continuo" puede ser dispersado también desde el campo magnético terrestre. Como "flujo continuo" o "corriente continua" se entiende aquí una variable física que, temporalmente en comparación con variables alternas de 50 Hz, sólo fluctúa muy lentamente - en caso de que esto suceda. Ese flujo continuo 5 magnético que se superpone al flujo alterno en el ramal 21 provoca una magnetización previa que causa una activación asimétrica del material magnético y, con ello, una emisión de ruidos aumentada. Para la compensación de acuerdo con la invención de esa parte de flujo continuo, en la figura 1 se proporcionan dos fuentes de corriente controladas 12 y 13. Esas fuentes de corriente 12, 13; respectivamente en el sentido de un ajuste, suministran una corriente de compensación 16, así como 17; hacia un bobinado de compensación 3 asociado; cuya magnitud y dirección se dimensionan de manera que el flujo continuo magnético 5 en el núcleo se encuentra compensado. (En la figura 1 lo mencionado se indica a través de una flecha 6 del mismo tamaño, orientada de forma opuesta con respecto a la flecha 5). El ajuste mencionado tiene lugar mediante las señales de control 14, 15; las cuales son suministradas como variables de ajuste a las fuentes de corriente 12, así como 13, mediante las líneas 9, 10.

Las variables de control 14, 15 son proporcionadas por una unidad de procesamiento de señal 11 que se explicará en detalle más adelante.

Tal como puede observarse en la figura 1, entre el bobinado de compensación 3 y un ramal externo 21, así como 23, del núcleo 4, se encuentra dispuesto respectivamente un detector del campo magnético 8, aproximadamente en el centro. Cada uno de esos detectores del campo magnético 8 se encuentra por fuera del circuito magnético y mide un campo de dispersión del transformador 20. En el campo de dispersión se destaca significativamente en particular aquella semionda de la corriente de magnetización que es controlada en la saturación, de manera que la parte de flujo continuo puede determinarse de forma adecuada en el núcleo. La señal de medición de los detectores 8, mediante las líneas 9, 10; es conducida hacia la unidad de procesamiento de señal 11.

En el presente ejemplo de ejecución, los dos detectores del campo magnético 8 se componen respectivamente de una bobina de medición (varios cientos de espiras, diámetro aproximadamente 25 mm). Tal como se muestra en este ejemplo de un transformador de tres ramales, ya dos detectores 8 pueden ser suficientes, ya que la suma de las partes de flujo continuo sobre todos los ramales debe dar cero como resultado.

5 Tal como ya se mencionó anteriormente, para la medición del campo magnético se considera inicialmente una pluralidad de principios de sensores. Sólo se considera determinante que se mida una curva característica del campo magnético del transformador, en base a la cual pueda determinarse la parte CC, así como la parte de flujo continuo mediante técnica de señales, donde a continuación dicho flujo pueda ser ajustado.

10 La figura 2 sólo se diferencia de la figura 1 en el hecho de que aquí la disposición de bobinado de compensación 3 no se encuentra dispuesta en un ramal principal 21, 22, 23; sino en la culata 32 del núcleo 4. En cada ramal principal 21, 22, 23, nuevamente entre una abertura entre el núcleo 4 y el bobinado secundario 2, se encuentra dispuesto un detector del campo magnético 8 (en este caso por motivos de redundancia en total tres).

15 La figura 3 muestra un transformador de cinco ramales, en donde en cada ramal de retorno 31 se encuentra dispuesto respectivamente un bobinado de compensación 3. En el caso de esta estructura, el flujo del núcleo en la entrada hacia la culata no se divide a la mitad hacia dos lados; debido a la ley de continuidad la parte de flujo continuo que retorna respectivamente desde el ramal de retorno 31 debe corresponder al flujo continuo en los ramales principales 21, 22, 23; de manera que cada ramal de retorno 31 conduce a 1, 5 veces la parte de flujo continuo. A cada ramal 21, 22, 23 se encuentra asociado nuevamente de forma respectiva un detector del campo magnético 8 dispuesto por fuera del núcleo 4. Cada señal de medición de esos tres detectores del campo magnético 8 se conducida nuevamente hacia la unidad de procesamiento de señal 11, la cual del lado de salida proporciona las variables de control 14, 15 para las fuentes de corriente controladas 12 y 13, de manera que la corriente de compensación 16, así como 17; puede compensar la parte de flujo continuo en los ramales de retorno 31.

25 En la figura 4 se representa una variante del ejemplo de ejecución según la figura 3. En ese caso, los bobinados de compensación 3 se encuentran sobre los ramales principales 21, 22 y 23. A cada uno de los bobinados de compensación 3 mencionados se encuentra asociado nuevamente uno de tres dispositivos de control de corriente. La predeterminación de la corriente de compensación tiene lugar del modo antes indicado, a través de la unidad de procesamiento de señal 11.

30 La figura 5, en una representación en bloques esquemática, muestra una posible forma de ejecución de la unidad de procesamiento de señal 11 que actúa como regulador de compensación CC. Del modo antes representado, la unidad de procesamiento de señal 11, en base al espectro de los armónicos, determina el segundo armónico que es una representación directa de la parte de flujo continuo (componente CC).

35 A continuación, lo mencionado se describirá en detalle mediante los bloques de funcionamiento representados. Una bobina de sensor 8 registra un flujo disperso del transformador 20. La señal de medición de la bobina de sensor 8 es suministrada a un amplificador diferencial 19. En la ruta de señal representada a continuación, la señal de salida del amplificador diferencial 19 alcanza un filtro de muesca (filtro de ranura) 24 que filtra el armónico (componente Hz 50). Mediante un filtro de paso bajo 25 y una banda de paso 26, la señal de medición alcanza un integrador 27. A través de la integración se produce una señal de tensión proporcional a la modificación magnética de flujo en la bobina de medición 8, la cual es suministrada a un filtro de banda de paso 26 muy selectivo, para filtrar el segundo armónico que representa la parte de flujo continuo. La señal de tensión mencionada, después de un circuito de retención de muestreo 28 y un filtro de paso bajo 25, mediante la línea 16, alcanza la fuente de corriente 12 controlada con dispositivo de regulación integrado. La fuente de corriente 12 y el dispositivo de regulación, en un circuito eléctrico 33 cerrado, se encuentra conectada a un bobinado de compensación 3. En el bobinado de compensación 3, la misma predetermina una corriente continua que contrarresta la parte de flujo continuo en el núcleo 4. Puesto que la dirección de la parte CC que debe ser compensada no es conocida previamente se utiliza un regulador de corriente bipolar, en este experimento con transistores IGBT en un puente completo. Un integrador 27, con respecto al segundo armónico, provoca un retardo de la fase en 99 grados. El bipolo de reactancia 18, compuesto por un circuito oscilante paralelo, bloquea la repercusión de la red, de las partes frecuentes de la red.

45 En la figura 5 puede observarse aun un bobinado auxiliar 29, cuya señal, mediante filtros y en la misma dirección, es conducida hacia el circuito de retención de muestreo 28. En el circuito representado, el mismo se utiliza para acondicionar la señal de muestreo, de manera que es posible un muestreo, referido a las fases, del segundo armónico de la señal de medición. En este punto cabe señalar que ese circuito de retención de muestreo finalmente sólo sirve para el muestreo referido a las fases de la señal de medición proporcionada por la sonda de inducción (segundo armónico 100 Hz).

55 El procesamiento de la señal representado en la figura 5 muestra sólo a modo de ejemplo un posible método de medición del segundo armónico. El experto conocedor dispone para ello de una serie de módulos de funcionamiento analógicos, así como digitales. De este modo, la variable de control de corriente 14, 15 podría ser obtenida también

a través de un procedimiento de cálculo digital adecuado en un micro-ordenador o en un módulo lógico libremente programable (FPGA), el cual determina el segundo armónico (100 Hz) en base a las transformadas de Fourier.

5 En la figura 6 se muestra una disposición de ensayo, en donde la unidad de procesamiento de señal 11 representada en la figura 5 y explicada anteriormente, en el caso de un transformador de potencia 4-MVA , fue utilizada para determinar mediante la técnica de medición la relación entre la parte de flujo continuo y el primer armónico (segundo armónico), bajo condiciones reales. En este experimento, el transformador de potencia 4-MVA se encontraba en ralentí, en el caso de una tensión primaria de 6 KV, así como de 30 KV. En los puntos de la estrella de la disposición de bobinado primaria, así como secundaria (figura 6), mediante una fuente de corriente, fue suministrada una parte CC de entre 0,2 y 2 A. Como detector del campo magnético 8 se utilizó una bobina del sensor con 200 espiras, la cual estaba dispuesta exteriormente en el centro del transformador, registrando el flujo disperso.

15 En la figura 7 y en la figura 8, respectivamente en un diagrama, se representa el resultado de medición de la disposición de ensayo según la figura 6. En los diagramas de las figuras 7 y 8 se marca sobre las ordenadas la parte de corriente continua (IDC) suministrada en el punto de la estrella; sobre las abscisas se marca el valor efectivo del primer armónico (U100Hz). El diagrama en la figura 7 muestra la relación en el caso de una tensión primaria de 6 KV; el diagrama en la figura 8 en el caso de una tensión primaria de 30 KV de forma efectiva. Los dos diagramas en las figuras 7 y 8 muestran la relación entre la parte de corriente continua (IDC), y la distorsión vinculada a ello (segundo armónico U100Hz) puede ser considerada de forma lineal con una precisión suficiente.

20 Como resultado, esto significa que la curva característica determinada a partir de la medición del campo magnético de un transformador de potencia es muy adecuada para formar una variable de control, para registrar la parte de flujo continuo mediante la técnica de medición - sin perjudicar su causa, es decir aun cuando el campo magnético terrestre se encuentra involucrado - y para compensarla, de manera que los ruidos durante el funcionamiento y el calentamiento del transformador pueden mantenerse reducidos.

Lista de los símbolos de referencia utilizados

- 25 1 bobinado primario
- 2 bobinado secundario
- 3 bobinado de compensación
- 4 núcleo magnéticamente blando
- 5 flujo continuo magnético
- 30 6 flujo de compensación magnético
- 7 carcasa del transformador
- 8 detector del campo magnético
- 9 línea de medición, señal de medición
- 10 línea de medición, señal de medición
- 35 11 unidad de procesamiento de señal
- 12 dispositivo de control de corriente
- 13 dispositivo de control de corriente
- 14 señal de control
- 15 señal de control
- 40 16 corriente de compensación
- 17 corriente de compensación

- 18 bipolo de reactancia
- 19 amplificador diferencial
- 20 transformador
- 21 primer ramal del transformador
- 5 22 segundo ramal del transformador
- 23 tercer ramal del transformador
- 24 filtro de muesca
- 25 filtro de paso bajo
- 26 banda de paso
- 10 27 integrador
- 28 circuito de retención de muestreo
- 29 bobinado auxiliar
- 30 dispositivo de medición del campo magnético
- 31 ramal de retorno
- 15 32 culata
- 33 ruta de corriente

**REIVINDICACIONES**

1. Transformador eléctrico con compensación de flujo continuo, con las siguientes características:

- 5 a) el transformador (20) presenta un núcleo (4) magnéticamente blando sobre el cual, de manera adicional con respecto a una disposición de bobinado primaria y a una disposición de bobinado secundaria (1, 2), se encuentra dispuesta una disposición de bobinado de compensación (3),
- b) un dispositivo de medición del campo magnético (30) mide un flujo interconectado con una corriente en la disposición de bobinado primaria o secundaria, y proporciona una señal de control (14, 15),
- c) la señal de control (14, 15) es suministrada a un dispositivo de control de corriente (12, 13),
- 10 d) el dispositivo de control de corriente (12, 13), mediante una ruta de corriente (33) que contiene un bipolo de reactancia (18), se encuentra conectado a la disposición de bobinado de compensación (3) y, de acuerdo con la señal de control (14, 15), suministra a la misma una corriente de compensación (16, 17), de manera que su efecto en el núcleo (4) se orienta de forma opuesta a un flujo continuo magnético (5),
- 15 e) el dispositivo de medición del campo magnético (30) está formado por una unidad de procesamiento de señal (11) que se encuentra conectado con al menos dos detectores del campo magnético (8) de manera que conduce una señal,
- f) la unidad de procesamiento de señal (11) está configurada para determinar armónicos desde respectivamente una señal de medición proporcionada por el detector del campo magnético (8), para en base a ello determinar la señal de control (14, 15) para un ajuste del flujo continuo (5),
- 20 g) la señal de control (14, 15) está formada en base al primer armónico (segundo armónico),
- h) el núcleo (4) presenta tres ramales (21, 22, 23), de los cuales en particular al menos dos ramales (21, 23) están provistos de un bobinado de compensación (3),
- caracterizado porque,
- i) el dispositivo de medición del campo magnético (30), para proporcionar la señal de control, mide el campo magnético de dispersión que se cierra por fuera del núcleo (4), mediante la vía aérea,
- 25 j) cada uno de al menos dos detectores del campo magnético (8) está dispuesto por fuera del núcleo (4), para registrar un flujo disperso del transformador (20),
- k) cada uno de los detectores del campo magnético (8) está realizado como una sonda de inducción,
- l) cada sonda de inducción (8) es una bobina de aire,
- 30 m) cada bobina de aire (8) se encuentra dispuesta respectivamente en una abertura formada por una superficie circunferencial externa de un ramal y un bobinado de compensación (3) circundante o de un bobinado (2), aproximadamente a la mitad de la altura del ramal.

2. Transformador según la reivindicación 1, caracterizado porque el núcleo (4) presenta tres ramales (21, 22, 23) y dos ramales de retorno (31), sobre los cuales se encuentra dispuesto respectivamente un bobinado de compensación (3).

35 3. Transformador según la reivindicación 1, caracterizado porque la disposición de bobinado de compensación (3) está dispuesta en la culata (32) del transformador.



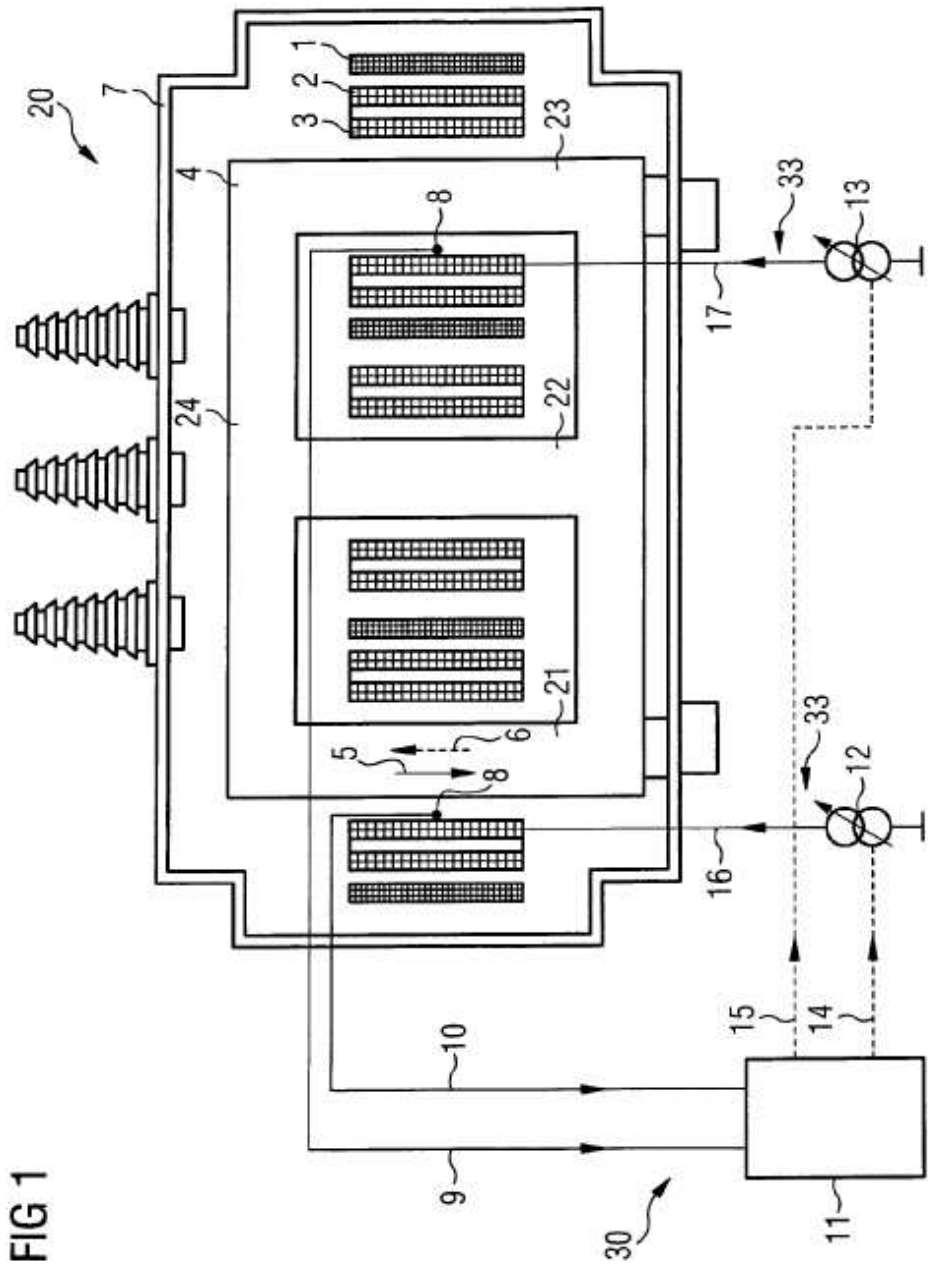
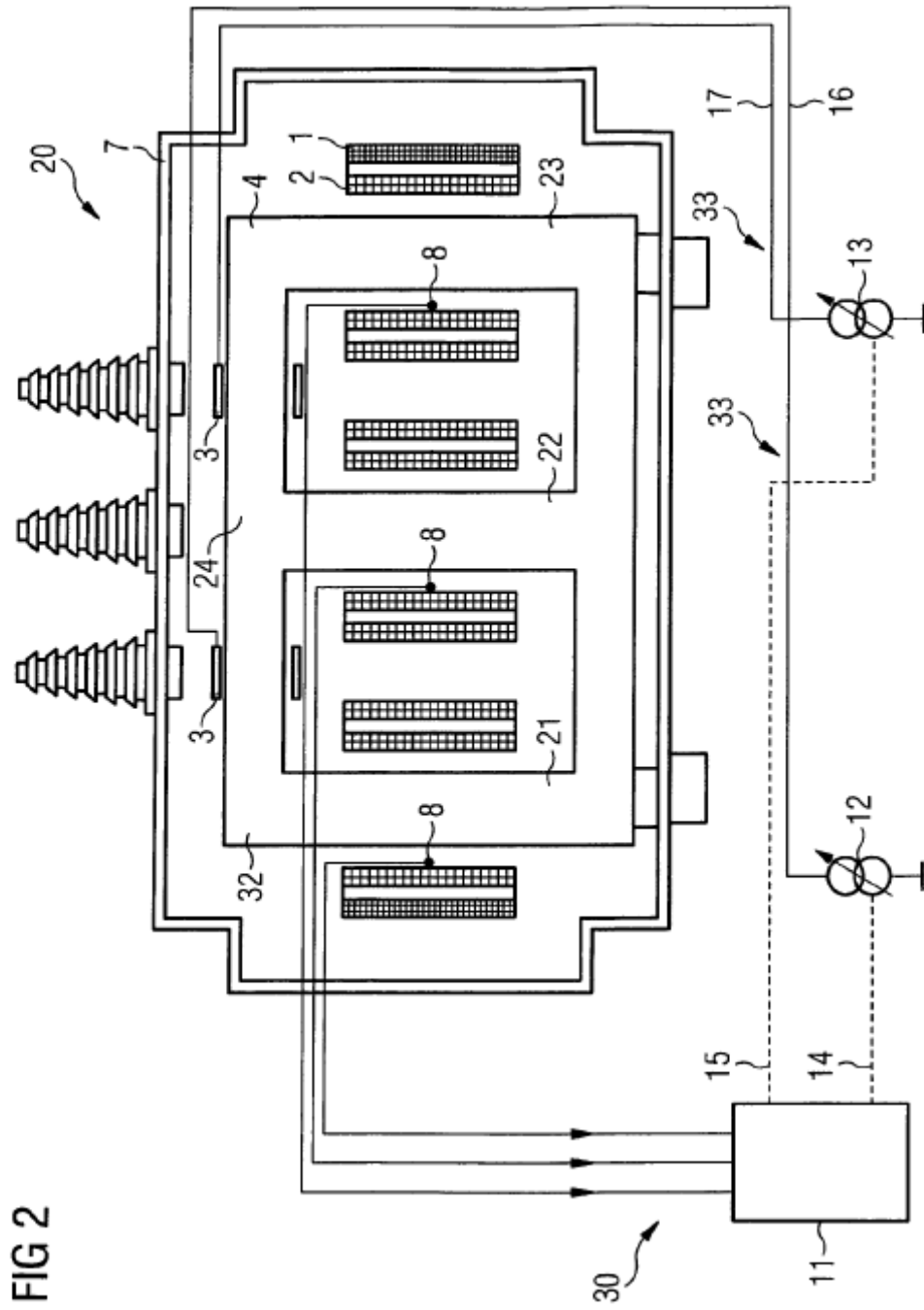
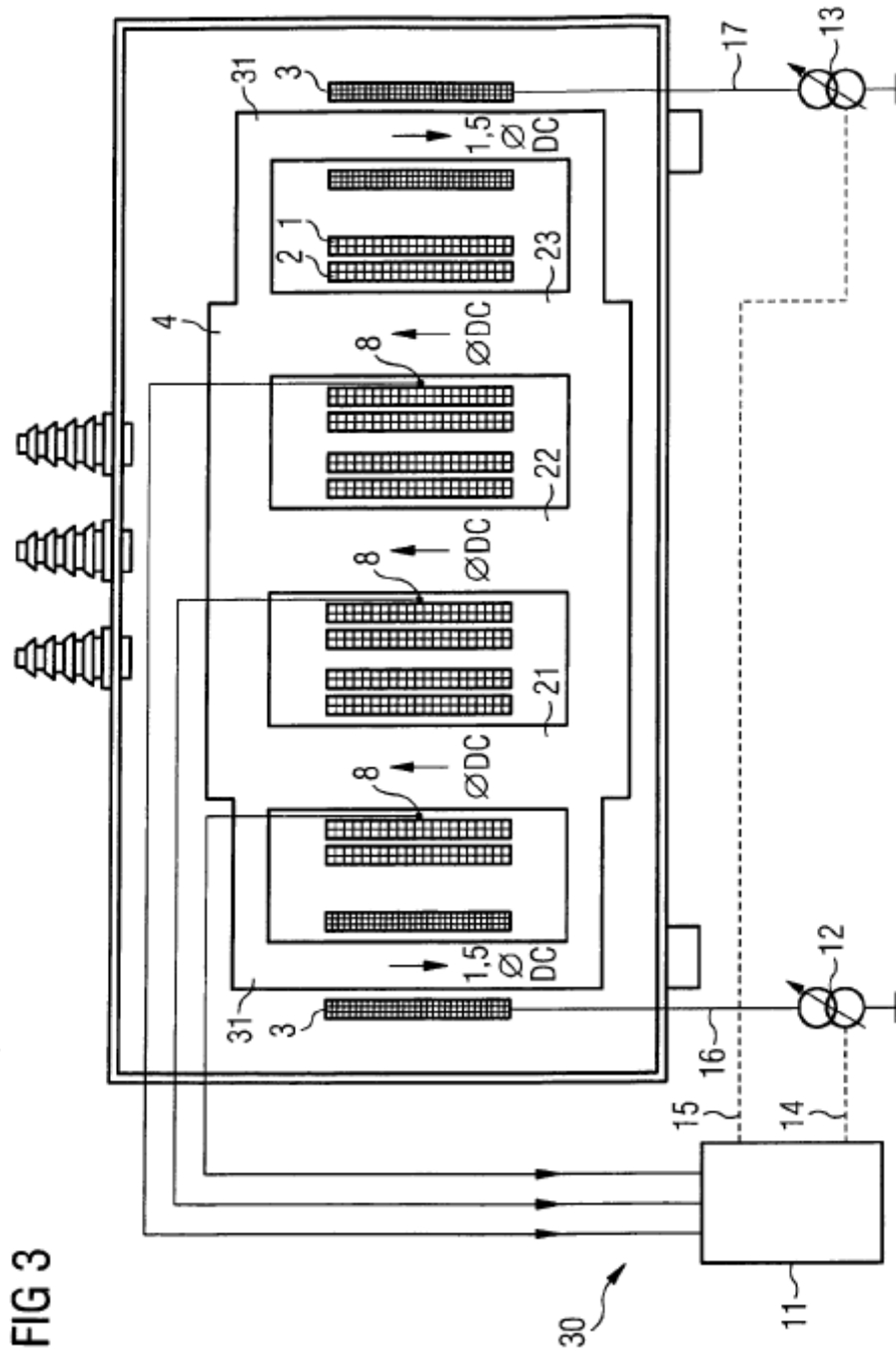
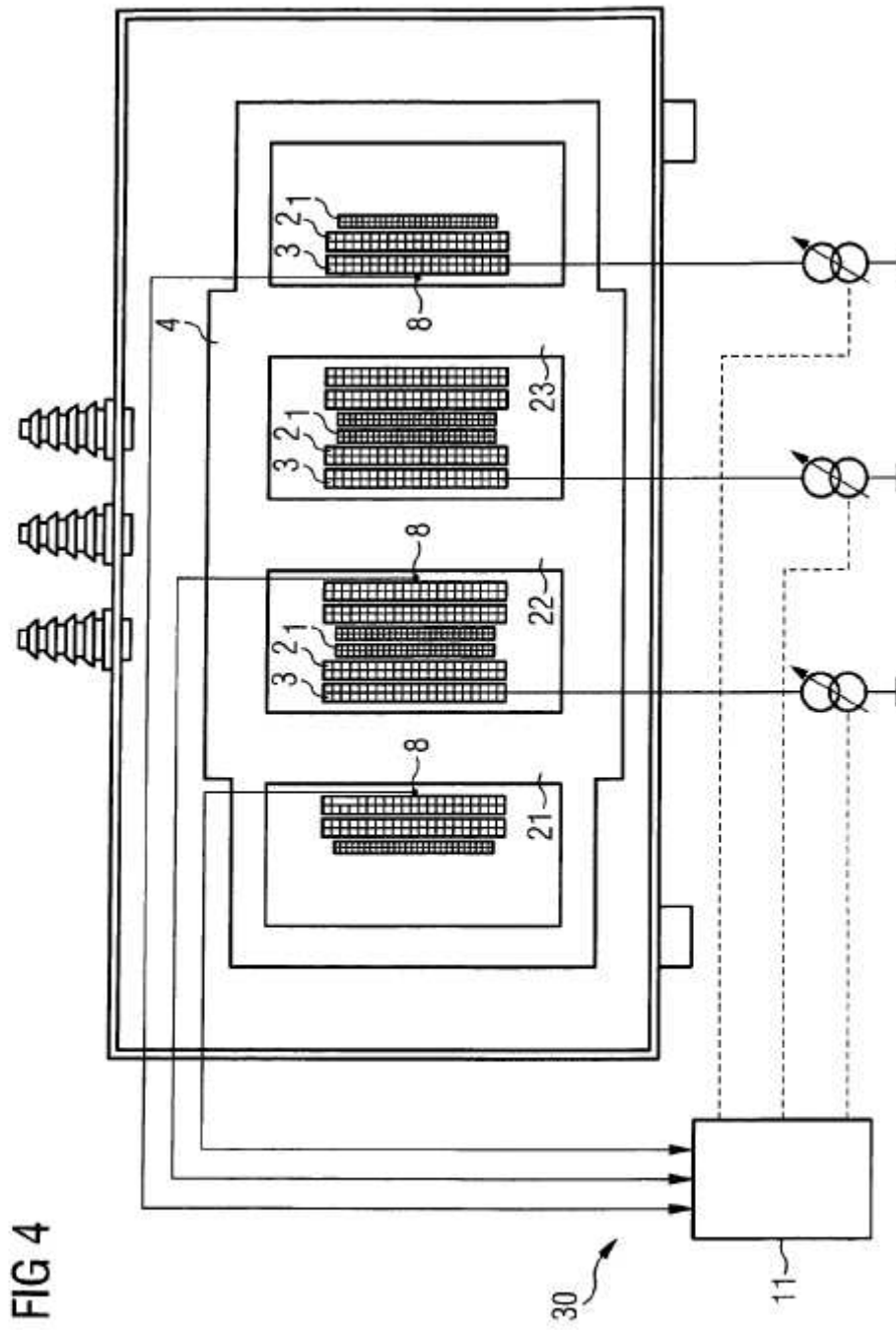
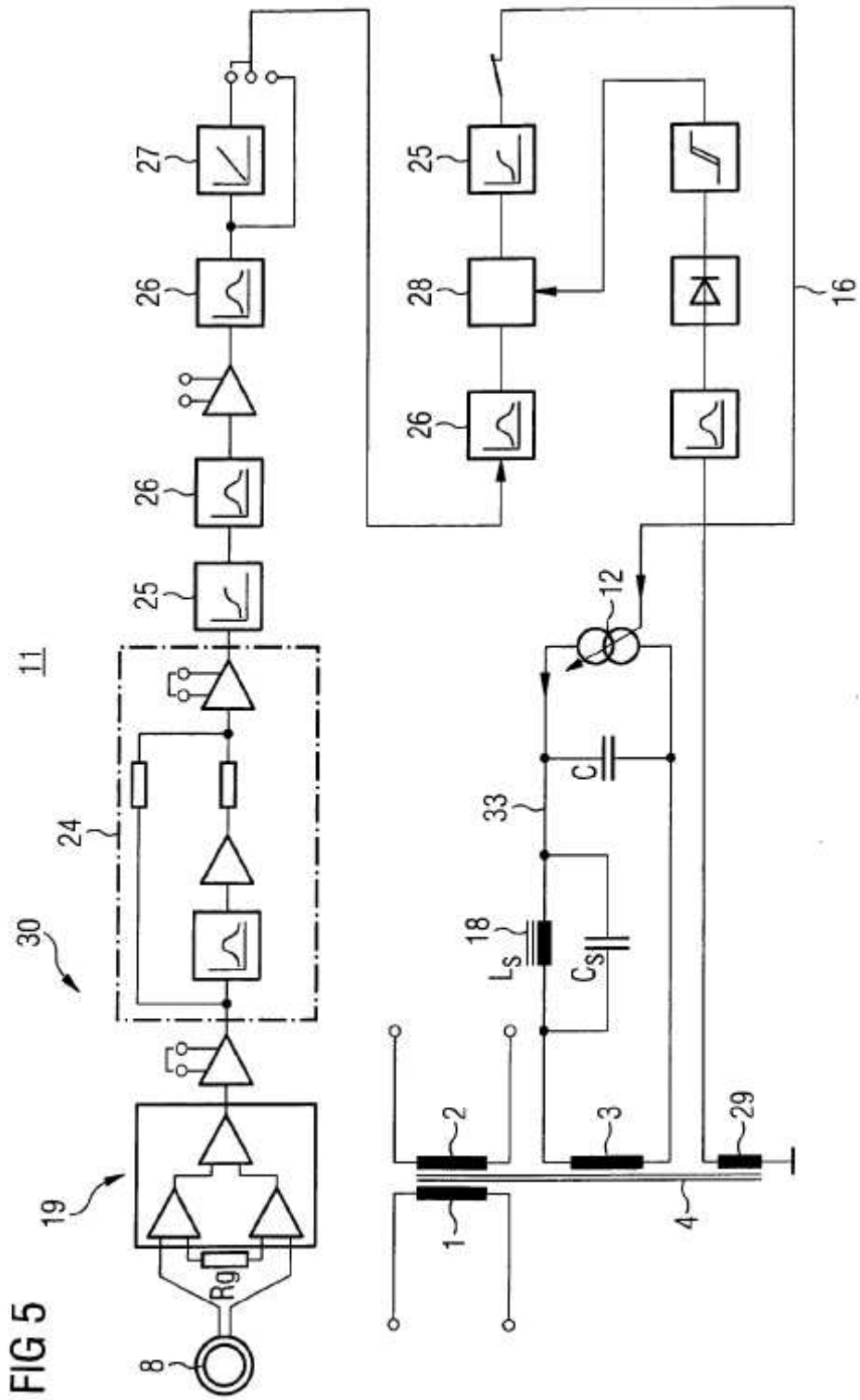


FIG 1









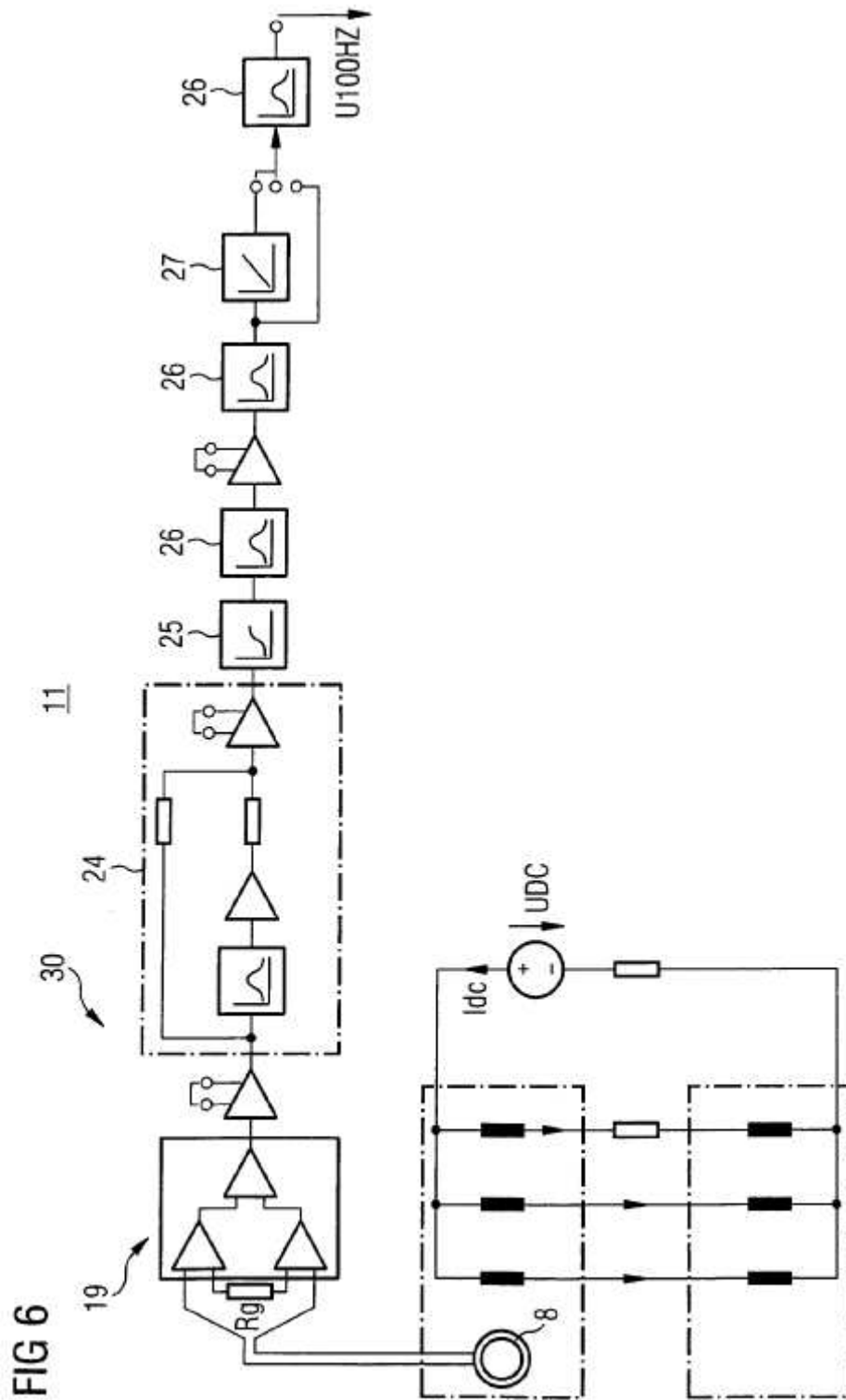


FIG 6

FIG 7

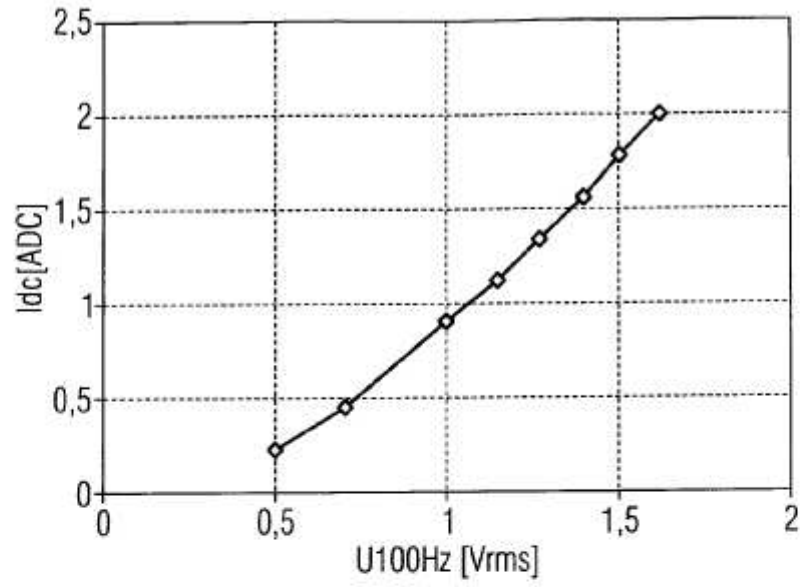


FIG 8

