

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 404 823**

51 Int. Cl.:

H01F 27/06 (2006.01)

H01F 27/30 (2006.01)

H01F 41/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.04.2009 E 09005285 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2013 EP 2239745**

54 Título: **Transformador de potencia con núcleo amorfo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
29.05.2013

73 Titular/es:

**ABB TECHNOLOGY AG (100.0%)
AFFOLTERNSTRASSE 44
8050 ZÜRICH, CH**

72 Inventor/es:

**LUCKEY, MICHAEL;
MÖNIG, WOLFGANG;
WEBER, BENJAMIN;
BILEK, KAREL;
CARLEN, MARTIN y
LIM, JONG-YUN**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 404 823 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 de potencia con núcleo amorfo

5 La invención se refiere a un transformador de potencia de tipo seco y a un procedimiento para la fabricación de un transformador de tipo seco.

10 Los transformadores sirven para la transmisión de potencia en el suministro de energía mediante adaptación de tensión de un primer nivel de tensión a un segundo. En lugar de transformadores de potencia usados anteriormente de manera extendida con relleno de aceite se usan cada vez más transformadores de potencia de tipo seco, los denominados transformadores secos.

15 A este respecto, la estructura de un transformador de potencia de tipo seco es muy similar a la del transformador de potencia con relleno de aceite en el sentido de que también en el transformador de potencia de tipo seco los respectivos cuerpos de bobina están colocados en núcleos compuestos de material ferromagnético que están conectados respectivamente en ambos extremos con culatas magnéticas y forman un circuito magnético.

20 Sin embargo, en los transformadores secos se evacúa, mediante convección de aire, el calor perdido que se absorbió por el aceite en transformadores de potencia con relleno de aceite y se emitió a través de superficies de refrigeración adecuadas o refrigeradores separados. La capacidad térmica específica más baja del aire en comparación con el aceite significa por antonomasia una limitación de potencia para transformadores secos.

25 En las bobinas de un transformador cargado se producen pérdidas resistivas mediante las corrientes de bobina y mediante corrientes parásitas en el material conductor. A estas pérdidas resistivas se les superponen pérdidas en vacío y eventualmente pérdidas por cortocircuito así como pérdidas por histéresis.

30 Las pérdidas en vacío están determinadas principalmente mediante la inducción y la configuración del núcleo y de manera aproximada son independientes de la temperatura de funcionamiento del transformador. Las pérdidas por cortocircuito dependen de la temperatura y aumentan con carga constante con la temperatura o la resistencia específica del material conductor. Para mantener las pérdidas por histéresis lo más pequeñas posibles se usan preferentemente materiales de núcleo con bucles de histéresis muy estrechos.

35 Para reducir las pérdidas térmicas originadas según esto de un transformador seco y mejorar así su capacidad de carga, se usa recientemente de manera preferente material de núcleo amorfo en lugar de materiales de núcleo de estructura orientada.

40 Sin embargo, el uso de materiales amorfos requiere nuevas construcciones y nuevos modos de procesamiento, dado que el material amorfo es en gran parte sensible a la presión, de modo que según esto pueden reforzarse las pérdidas de núcleo.

45 Partiendo de este estado de la técnica es objetivo de la invención crear un transformador de potencia del tipo mencionado anteriormente cuya estructura constructiva se selecciona de modo que las ventajas del material de núcleo amorfo surtan efecto completamente, sin que como consecuencia de la carga de presión aumenten las pérdidas de núcleo.

Este objetivo se soluciona de acuerdo con la invención mediante las características representativas de la reivindicación 1.

50 Según esto se prevé de acuerdo con la invención que el núcleo compuesto de material amorfo esté sujeto por el dispositivo de sujeción de manera suspendida, sirviendo el dispositivo de sujeción para la fijación de la al menos en cada caso una bobina primaria y bobina secundaria y solicitando para ello el al menos un cuerpo de bobina respectivamente en sus lados frontales.

55 A este respecto se prevé que el núcleo amorfo esté fabricado respectivamente como núcleo de cinta enrollada de material de cinta compuesto de material amorfo.

60 Preferentemente, según esto, se mantienen en su forma las bobinas de chapa dispuestas para su uso como núcleos por medio de una cinta resistente al desgarre, atando la cinta resistente al desgarre repetidamente a distancia una a otra alrededor del apilamiento de chapa, de modo que las bobinas de chapa están sujetas juntas. Los núcleos de cinta enrollada formados de esta manera tienen preferentemente un corte horizontal rectangular, es decir, enmarcan respectivamente una superficie rectangular. Sin embargo también pertenecen al ámbito de aplicación de la invención configuraciones con corte horizontal ovalado o circular.

65 De manera correspondiente a una forma de realización preferente de la invención, el transformador de acuerdo con la invención está configurado como transformador trifásico y tiene tres núcleos dispuestos uno junto a otro que están comprendidos respectivamente por un cuerpo de bobina o arrollamiento.

Para ello están dispuestos al menos dos núcleos de cinta enrollada con sus lados longitudinales uno junto a otro y están envueltos para su unión mecánica por medio de material de cinta compuesto de material amorfo en el plano de bobinado, presentando todos los lados la misma sección transversal de bobinado, es decir el mismo espesor y la misma anchura.

5 Con otras palabras, en un perfeccionamiento ventajoso, están colocados al menos dos, preferentemente sin embargo mejor cuatro de los núcleos de cinta enrollada descritos anteriormente con sus lados longitudinales uno contra otro. Esta disposición así formada se envuelve así entonces por medio del material de cinta compuesto de material amorfo, de modo que como consecuencia de esta envoltura resultan en total cinco lados con igual sección transversal de bobinado.

15 De acuerdo con la presente invención, el dispositivo de sujeción está formado por al menos dos elementos tensores que se encuentran en contacto operativo entre sí y están dispuestos en cada lado frontal de un cuerpo de bobina. A este respecto se prevé que el dispositivo de sujeción esté realizado de modo que se introduzcan tensiones mecánicas que se producen con la fijación de los cuerpos de bobina, exclusivamente en la construcción de sujeción y en los cuerpos de bobina, de modo que si bien los núcleos comprendidos por los cuerpos de bobina están guiados en la construcción de sujeción sin embargo no están tensados, o sea expuestos a tensión mecánica.

20 De acuerdo con una configuración alternativa de la invención puede preverse que cada núcleo esté formado en forma de cilindro compuesto de material amorfo en forma de capa con al menos dos lados y una culata magnética conformada en sólo un extremo.

Ventajosamente, los elementos tensores de la construcción de sujeción están compuestos por material ferromagnético y sirven al mismo tiempo como culata magnética.

25 Según esto resulta ventajoso que cada núcleo esté unido de manera magnéticamente conductora con los elementos tensores del dispositivo de sujeción. Para ello se prevé que cada núcleo esté comprendido en el lado de extremo respectivamente en dos lados opuestos de los elementos tensores sin presión, manteniéndose los elementos tensores por medio de espaciadores unidos de manera fija con los elementos tensores exactamente a distancia con respecto al núcleo respectivo para evitar una carga por presión del núcleo como consecuencia de una sujeción del núcleo y la sollicitación mecánica condicionada mediante esto.

35 El respectivo núcleo se introduce según esto en el sitio previsto con un extremo en el espacio libre entre los elementos tensores y se sujeta por medio de una placa de soporte unida igualmente de manera fija con los elementos tensores, de modo que por ejemplo en un transformador de acuerdo con la invención realizado como transformador trifásico están dispuestos tres núcleos a modo de columna uno junto a otro en el dispositivo de sujeción inferior que sirve como culata magnética inferior, engranando eventualmente en el espacio intermedio limitado por los dos elementos tensores evitando tensiones mecánicas.

40 Sin embargo, de manera correspondiente a una variante de realización de la invención es también posible que la construcción de sujeción esté compuesta por material no ferromagnético, en particular por plásticos reforzados con fibras. En este caso, si bien la construcción de sujeción no es parte del circuito de campo magnético, sin embargo toda la disposición presenta para ello un peso claramente reducido en comparación con una realización completamente de metal.

45 De acuerdo con otra mejora del transformador de acuerdo con la invención, cada núcleo está dotado en sus lados frontales de un soporte compuesto de material aislante. Este soporte sirve por un lado como aislamiento eléctrico y por otro lado como medio para el amortiguamiento frente a choques para el respectivo núcleo. Preferentemente, este soporte es de un material aislante, tal como por ejemplo plástico, en particular plástico reforzado con fibras de vidrio o caucho de silicona.

50 De acuerdo con otra variante de realización ventajosa del transformador de acuerdo con la invención, en los extremos en el lado frontal de cada culata magnética están previstos soportes que unen las culatas magnéticas, es decir la culata magnética inferior con la culata magnética superior, entre sí. Estos soportes están guiados preferentemente a lo largo de los lados longitudinales del núcleo o de los núcleos que se encuentran en el exterior y están comprendidos por el respectivo cuerpo de bobina correspondiente, es decir, los soportes están introducidos a través del interior del cuerpo de bobina de manera paralela al respectivo núcleo y están unidos con la culata magnética opuesta.

60 Adicionalmente pueden preverse anclas con tirante que presionan las culatas magnéticas formadas por los elementos tensores contra los cuerpos de bobina, no estando perjudicados los núcleos respectivamente.

65 En resumen puede anotarse que la invención prevé usar una construcción de compresión de bobina, en lugar de una construcción de compresión de núcleos habitual hasta el momento en la que se realiza la fijación de los cuerpos de arrollamiento o de bobina mediante apriete en el núcleo. Según esto se sujetan los cuerpos de bobina por medio de una construcción de sujeción independientemente del núcleo. El núcleo se monta o se suspende únicamente en

placas de la construcción de sujeción previstas para ello.

Además de la protección de la nueva configuración de un transformador con el denominado núcleo suspendido en una construcción de compresión de arrollamiento o de bobina es también objetivo de la presente invención indicar un procedimiento para la fabricación de este transformador novedoso, concretamente de un transformador con un núcleo que está compuesto por tiras estratificadas de material amorfo, que es sensible frente a sollicitaciones mecánicas, con al menos un cuerpo de bobina que rodea el núcleo, formado por al menos en cada caso una bobina primaria y bobina secundaria así como con al menos un dispositivo de sujeción.

De manera correspondiente a esto, el procedimiento de acuerdo con la invención para la fabricación de un transformador de este tipo está definido mediante las características de la reivindicación 10.

Según esto, los lados cortos de los anillos de bobinado forman respectivamente las culatas magnéticas. En lugar de la forma rectangular para la sección transversal de los anillos de bobinado individuales pueden usarse también secciones transversales ovaladas o circulares.

Como alternativa puede preverse que el núcleo del transformador esté formado por en total cuatro bobinas con lados longitudinales dispuestos uno junto a otro, que están unidos mecánicamente entre sí, de modo que de esta manera se fabrica un núcleo de 5 lados. También en este caso se provoca la unión mecánica, tal como se ha indicado ya anteriormente para el núcleo de tres lados, preferentemente debido a que los núcleos individuales en su plano de bobinado se envuelven con material de cinta y así se realiza la combinación de los núcleos individuales para obtener un núcleo de 5 lados.

De acuerdo con una variante de realización ventajosa es conveniente que para fines de amortiguación frente a choques y de aislamiento eléctrico se dispongan esteras de caucho de silicona en los lados frontales de cada núcleo.

Otras posibilidades de configuración ventajosas pueden deducirse de las otras reivindicaciones dependientes.

Estas y otras configuraciones y mejoras ventajosas de la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes.

Por medio de un ejemplo de realización de la invención representado en el dibujo adjunto se explicarán en más detalle y se describirán la invención, configuraciones y mejoras ventajosas de la invención así como ventajas especiales de la invención.

Muestran:

- la figura 1 una vista lateral de un transformador de acuerdo con la invención con conexión completamente eléctrica,
- la figura 2 una vista en corte a lo largo de la línea de corte A-A en la figura 1,
- la figura 3 una vista lateral de una disposición de apoyo para la fijación de un cuerpo de bobina y
- la figura 4 una vista lateral de un soporte de núcleo

En la figura 1 se muestra una vista lateral de un transformador 10 de acuerdo con la invención con conexión externa completamente eléctrica, que presenta como transformador trifásico en cada caso un núcleo 11 en tres cuerpos de bobina 12, cuyas conexiones eléctricas superiores 14, 16, 18 están caracterizadas en el ejemplo mostrado con **U**, **V**, **W** y están unidas de manera conductora entre sí por medio de conductores de unión 20.

Los tres cuerpos de bobina 12 están dispuestos en línea uno junto a otro a distancia compacta uno con respecto a otro y están sujetos entre una culata magnética inferior 22 y una culata magnética superior 24.

Cada culata magnética 22, 24 está compuesta por en cada caso dos elementos tensores 25 que están configurados respectivamente como perfil en C, es decir por una parte de alma 26 con bridas 28 conformadas con sus lados longitudinales de manera rectangular que se dirigen al mismo lado. Los elementos tensores 24 están dispuestos de manera paralela uno con respecto a otro, de modo que las bridas 28 están dirigidas hacia fuera, mientras que sus lados traseros sin bridas están dirigidos uno sobre otro.

En el ejemplo mostrado, las bridas tienen una anchura distinta y concretamente de manera que las bridas 28 que se encuentra en lados de los cuerpos de bobina 12 son más estrechas que las que se encuentran en el lado opuesto a los cuerpos de bobina 12, que tienen aproximadamente el doble de anchura. En particular para los elementos tensores 25 de la culata magnética inferior 22, esta configuración resulta ventajosa dado que con las bridas 28 más anchas se garantiza una superficie de contacto correspondientemente mayor y con ello una estabilidad superior.

Las bridas 28 de los elementos tensores 25 dirigidas respectivamente a los cuerpos de bobina 12 sirven para la fijación de los cuerpos de bobina 12 y con ello para la transmisión de fuerzas con el tensado de las culatas magnéticas 22, 24. Además, en la brida inferior 28 de la culata magnética inferior 20 están colocados travesaños 30 en cuyos extremos exteriores están fijados rodillos 32 sobre los que puede moverse el transformador 10 completo, tal como puede distinguirse también a partir de la vista en la figura 2.

Para el apoyo de los cuerpos de bobina 12 sobre la culata magnética inferior 20 sirven soportes transversales 34 que están compuestos de material eléctricamente no conductor y se usan preferentemente como placas reforzadas con fibras de vidrio 36 y barras 38. Estos soportes transversales 34 están unidos por un lado con la brida superior 28 de la culata magnética inferior 20 y por otro lado con los cuerpos de bobina 12 colocados respectivamente sobre ésta.

De manera correspondiente se repite este modo de fijación en el lado superior del transformador 10. También en este caso para fines de anclaje de los cuerpos de bobina 12 están dispuestos correspondientemente soportes transversales 34 formados por placas 36 y barras 38, estando compuestos ambos respectivamente por material eléctricamente no conductor, que están previstos para la unión fija de los cuerpos de bobina 12 con la brida inferior 28 de la culata magnética superior 22.

En la figura 2, que reproduce una sección transversal a través del transformador 10 de acuerdo con la figura 1 a lo largo de la línea de corte A-A dibujada allí, se muestra el transformador 10 de acuerdo con la invención con vista sobre un cuerpo de bobina 12 desde el lado.

Se diferencia especialmente esta vista de la vista mostrada en la figura 1 por la vista sobre el núcleo 11 compuesto de material amorfo sujeto o suspendido en la culata magnética inferior 22 y la culata magnética superior.

Tal como se ha realizado ya en otro punto, en caso de materiales amorfos que están previstos para la fabricación de núcleos de transformador ha de prestarse atención a que el material de núcleo no esté expuesto a sollicitación mecánica de ningún tipo, por ejemplo mediante presión, dado que mediante esto se origina un aumento de las pérdidas de núcleo.

Por este motivo, las bridas inferiores 28 de los elementos tensores 25 que forman la culata magnética inferior 22 están dotadas de una placa de apoyo 40 sobre la cual reposa el respectivo núcleo 11. Adicionalmente están previstos respectivamente anclas con tirante 42 que atraviesan los elementos tensores 25 de la culata magnética inferior 22 y de la culata magnética superior 24 y el núcleo 11 y así proporcionan una sujeción en arrastre de forma del núcleo 11.

En una brida superior 28 de un elemento tensor 25, en el ejemplo mostrado del elemento tensor derecho 25, de la culata magnética superior 24 está colocado un aislador que sirve para la sujeción del conducto de unión 20. En el lado opuesto, en el ejemplo mostrado izquierdo de la culata magnética superior 24 se muestran igualmente conductores de unión que están unidos con al menos uno de los cuerpos de bobina 12.

En la figura 3 está representada una vista lateral de una disposición de soporte formada por un soporte transversal 34 para la fijación de un cuerpo de bobina 12 que según si está dispuesto de manera que se encuentra fuera o de manera que se encuentra dentro de acuerdo con la figura 1, está fabricado de manera estrecha como la barra 38 o de manera ancha como la placa 36 respectivamente de plástico reforzado con fibras de vidrio.

En el ejemplo mostrado en la figura 3 se trata de un soporte transversal 34 que está previsto de manera que se encuentra fuera para el apoyo de un cuerpo de bobina 12. Su estructura es tal como sigue. En cada extremo de la barra 38 que forma el soporte transversal 34 está colocado un vástago roscado 46 que penetra la barra 38 y una placa que se encuentra por debajo de la misma de la placa 48 y respectivamente está anclado en otra barra 54 de plástico reforzado con fibras de vidrio dispuesta de manera ortogonal con respecto a la barra 38.

Por debajo de estas barras 38 que discurren en ambos lados del transformador 10 está prevista respectivamente una placa 50 de silicona a la que está conectada otra barra 52 de plástico reforzado con fibras de vidrio.

La figura 4 muestra finalmente una vista lateral de un soporte para un núcleo 11 compuesto de material amorfo. Este soporte está constituido por una placa superior 56 compuesta de silicona que se apoya por la placa de soporte 42 compuesta de plástico reforzado con fibras de vidrio. La placa de soporte 42 compuesta de plástico reforzado con fibras de vidrio está penetrada por su parte por anclas con tirante 42 que cooperan con los elementos tensores 25 no representados en este caso de la culata magnética superior 22 y se apoyan en los mismos.

Lista de números de referencia

10	transformador
12	cuerpo de bobina
14	conexión eléctrica U

ES 2 404 823 T3

	16	conexión eléctrica V
	18	conexión eléctrica W
	20	conductor de unión
	22	culata magnética inferior
5	24	culata magnética superior
	25	elemento tensor
	26	alma
	28	brida
	30	travesaño
10	32	rodillo
	34	soporte transversal
	36	placa compuesta de plástico reforzado con fibra de vidrio
	38	barra compuesta de plástico reforzado con fibra de vidrio
	40	placa de soporte
15	42	ancla con tirante
	44	aislador
	46	vástago roscado
	48	placa compuesta de plástico reforzado con fibra de vidrio
	50	placa compuesta de silicona
20	52	placa compuesta de plástico reforzado con fibra de vidrio
	54	placa compuesta de plástico reforzado con fibra de vidrio
	56	placa compuesta de silicona

REIVINDICACIONES

1. Transformador (10) de tipo seco con un núcleo configurado como núcleo de cinta enrollada compuesto de material de cinta amorfo que es sensible frente a solicitaciones mecánicas, con al menos un cuerpo de bobina (12) que rodea el núcleo, formado por al menos en cada caso una bobina primaria y bobina secundaria así como con al menos un dispositivo de sujeción,
caracterizado por que
 el dispositivo de sujeción sirve para la fijación de la al menos en cada caso una bobina primaria y bobina secundaria y está formado por al menos dos elementos tensores (25) que se encuentran en contacto operativo entre sí y solicitan el al menos un cuerpo de bobina en cada uno de sus lados frontales y **por que** el núcleo compuesto de material amorfo está sujeto por el dispositivo de sujeción de manera suspendida; estando sujeto el al menos un cuerpo de bobina independientemente del núcleo.
2. Transformador de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el transformador es un transformador trifásico y comprende tres cuerpos de bobina con núcleo.
3. Transformador de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el núcleo está configurado en forma de anillo con corte horizontal rectangular o ovalado o redondo.
4. Transformador de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado por que** al menos dos núcleos de cinta enrollada de este tipo están dispuestos con sus lados longitudinales uno junto a otro y están envueltos para su unión mecánica por medio del material de cinta compuesto de material amorfo en el plano de bobinado, presentando todos los lados la misma sección transversal de bobinado.
5. Transformador de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** los elementos tensores están compuestos de material ferromagnético y sirven al mismo tiempo como culata magnética, estando unido cada núcleo de manera magnéticamente conductora con los elementos tensores del dispositivo de sujeción.
6. Transformador de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** cada núcleo está dotado en sus lados frontales de un soporte compuesto de material aislante.
7. Transformador de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** en los extremos en el lado frontal de cada culata magnética están dispuestos soportes que unen las culatas magnéticas entre sí.
8. Transformador de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado por que** los soportes están guiados a lo largo de los lados longitudinales del núcleo o de los núcleos que se encuentran en el exterior y están comprendidos por el correspondiente cuerpo de bobina.
9. Procedimiento para la fabricación de un transformador (10) de tipo seco con un núcleo de cinta enrollada compuesto de material amorfo que es sensible frente a solicitaciones mecánicas, con al menos un cuerpo de bobina (12) que rodea el núcleo, formado por al menos en cada caso una bobina primaria y bobina secundaria, con al menos un dispositivo de sujeción para la fijación del cuerpo de bobina formado, estando formado el dispositivo de sujeción por al menos dos elementos tensores (25) que se encuentran en contacto operativo entre sí y solicitan el al menos un cuerpo de bobina en cada uno de sus lados frontales, estando sujeto el núcleo compuesto de material amorfo por el dispositivo de sujeción de manera suspendida, estando sujeto el al menos un cuerpo de bobina independientemente del núcleo, con las siguientes etapas:
- a) se proporciona material de cinta compuesto de material amorfo;
 - b) a partir del material de cinta amorfo se fabrican mediante bobinado dos núcleos individuales en forma de anillo con respectivamente igual sección transversal, preferentemente rectangular;
 - c) los dos núcleos individuales se colocan con sus lados longitudinales uno contra otro y se envuelven en el plano de bobinado de los núcleos individuales con material de cinta, de modo que el núcleo presenta tres lados longitudinales con igual sección transversal;
 - d) tensar el al menos un cuerpo de bobina con el dispositivo de sujeción,
 - e) los lados externos del núcleo de transformador fabricado de esta manera se dotan respectivamente de la bobina primaria eléctrica o de la bobina secundaria eléctrica;
 - f) a continuación se realiza la conexión de las bobinas eléctricas.
10. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, donde para fines de amortiguación frente a choques y de aislamiento eléctrico se disponen al menos en el lado frontal inferior de cada núcleo esteras compuestas de caucho de silicona.
11. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, donde para fines de amortiguación frente a choques y de aislamiento eléctrico se disponen en ambos lados de cada núcleo esteras compuestas de caucho de silicona.

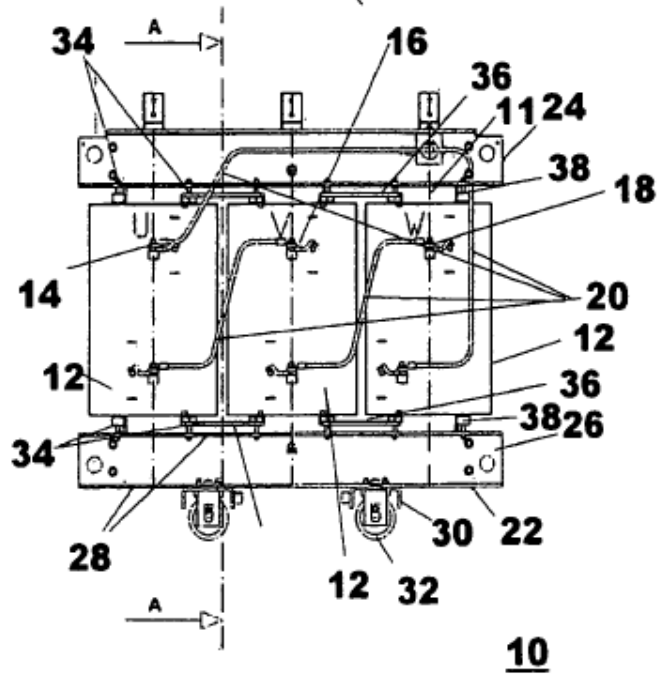


Fig. 1

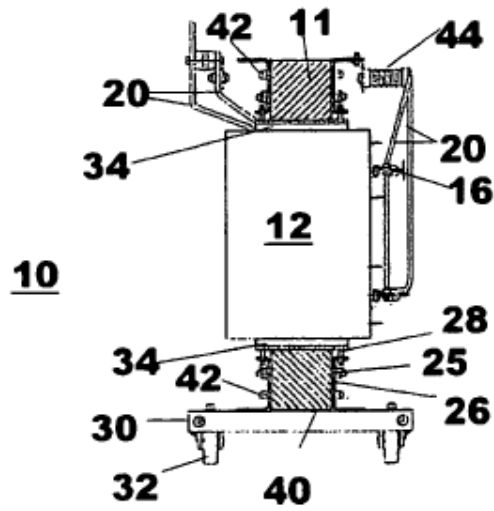


Fig. 2

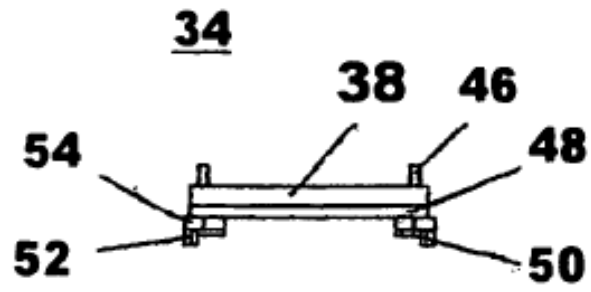


Fig. 3

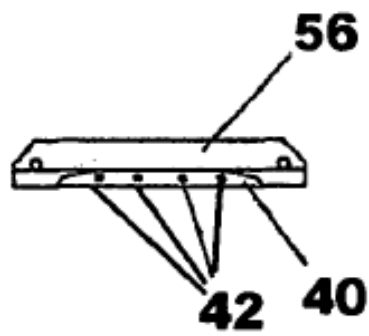


Fig. 4