

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 798 303**

51 Int. Cl.:

H01F 27/26 (2006.01)

H01F 27/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.10.2014** **E 14003442 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.04.2020** **EP 3007189**

54 Título: **Transformador para vehículo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.12.2020

73 Titular/es:

ABB POWER GRIDS SWITZERLAND AG (100.0%)
Bruggerstrasse 72
5400 Baden, CH

72 Inventor/es:

WEBER, BENJAMIN;
ZILLMANN, KARL-HEINZ y
MÖNIG, WOLFGANG

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 798 303 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 para vehículo

5 La invención se refiere a un transformador para vehículo, que comprende un núcleo de transformador con dos culatas opuestas y al menos dos columnas que se extienden entre ellas a lo largo de un eje de columna paralelo, en el que se ha previsto una estructura de soporte en cada una de las culatas para portar el transformador del vehículo con los ejes de las columnas en una orientación horizontal, y en el que un devanado cilíndrico hueco con al menos un arrollamiento eléctrico respectivo se ha dispuesto alrededor de al menos una de las columnas.

10 El documento DE 102 03 246 A1 muestra un transformador que tiene un núcleo compuesto por varias partes. El documento EP 2 592 635 A1 muestra un transformador que comprende columnas y dispositivos de sujeción para las columnas. El documento EP 2 549 495 A1 muestra dos devanados separados por un canal de refrigeración.

15 Se sabe que los vehículos eléctricos, especialmente las locomotoras ferroviarias, requieren un transformador eléctrico móvil para adaptar el nivel de voltaje suministrado por un sistema de suministro eléctrico a través de una línea aérea, por ejemplo, a las necesidades de los convertidores de frecuencia eléctricos o dispositivos similares que están instalados en el vehículo en sí. Una magnitud de voltaje típica de una línea de transmisión aérea se encuentra dentro del intervalo de, por ejemplo, 1 kV a 10 kV. Normalmente, los convertidores de frecuencia generan un voltaje con una frecuencia y una magnitud de voltaje controlables para alimentar, preferiblemente, los motores asíncronos que impulsan el vehículo. La potencia nominal de una locomotora ferroviaria, por ejemplo, puede ascender a varios MVA, de tal manera que la potencia nominal de una vía de tranvía eléctrico puede ascender a unos 100 kVA.

20 Un transformador es un componente conocido de las redes de distribución que normalmente no está sujeto a restricciones geométricas importantes. Un transformador típico de una red de distribución tiene un eje de columna orientado verticalmente y no está sujeto a ningún impacto de fuerza, como lo están los transformadores de vehículos, por ejemplo, cuando se conduce con una alta velocidad de más de 200 km/h en una curva.

25 Para aumentar el espacio utilizable en un vehículo, tal como un tren, los componentes necesarios para la tracción del tren -especialmente los transformadores y los convertidores de frecuencia- se disponen en un área situada debajo del piso y/o en el techo del vehículo ferroviario. Por lo tanto, un tren típico no comprende una locomotora dedicada para la tracción que tira de varios vagones, sino que los componentes para la tracción se distribuyen en varios vagones, todos los cuales ofrecen espacio útil para los pasajeros. Este espacio utilizable es normalmente la zona central de los vagones o, respectivamente, vehículos de ferrocarril.

30 De manera desventajosa dentro del estado de la técnica, los componentes eléctricos tienen que estar dispuestos debajo del espacio para los pasajeros, dentro de una zona situada debajo del piso y/o por encima del espacio para los pasajeros, en el techo del vagón o, respectivamente, del vehículo, en un espacio muy limitado. Debido al perfil de sección transversal máximo siempre limitado de un tren o vehículo, el espacio para disponer dichos componentes eléctricos es muy limitado, especialmente en lo que respecta a su altura. Además, el peso de un transformador para vehículo debe ser el menor posible para que, de esta forma, se reduzca el consumo de energía del vehículo en su funcionamiento.

35 Es un propósito de la invención proporcionar un transformador para vehículo ligero y compacto, con un diseño plano y que sea, por otro lado, robusto frente los impactos y las vibraciones que se producen mientras el vehículo está en movimiento.

40 Este problema se resuelve mediante un transformador para vehículo del tipo mencionado anteriormente. Este se caracteriza por que el devanado está rígidamente unido con la columna de modo que la resistencia a la flexión de la combinación rígida de ambos se ve con ello mejorada, en comparación con una combinación de ambos sin unión rígida.

45 La idea básica de la invención es disponer el núcleo del transformador con el eje de columna dispuesto horizontalmente con el fin de reducir la altura del espacio requerido. Aquí, se prevé una estructura de soporte en cada una de las culatas para portar el transformador del vehículo con todo su peso. No se requiere ningún soporte mecánico adicional del devanado, y todo el peso del transformador es portado por las estructuras de soporte de las zonas de las culatas.

50 Las columnas de un transformador estacionario convencional están, por lo común, orientadas verticalmente, de modo que el peso de los devanados dispuestos alrededor de las columnas y, respectivamente, el peso del propio núcleo del transformador son soportados fácilmente por el núcleo del transformador sin una carga de flexión importante. Por otro lado, la resistencia mecánica de un núcleo de transformador convencional, que normalmente está compuesto por varias capas de metal laminado, no es suficiente para soportar su propio peso y el peso de sus devanados en una posición horizontal.

55 Normalmente, un devanado que está dispuesto en la columna de un núcleo de transformador es un componente que no mejora el comportamiento mecánico del núcleo; antes bien es una carga que debe soportar el núcleo del transformador. De acuerdo con la invención, el devanado está rígidamente unido con la columna, de modo que el

propio devanado aumenta la resistencia a la flexión de la combinación rígida de ambos. La condición previa para esto es que el propio devanado también sea de estructura rígida.

De esta forma, el transformador para vehículo de acuerdo con la invención tiene una estructura robusta, por un lado, y es compacto en su diseño, por otro lado, ya que no se requieren componentes adicionales para su estabilización. Especialmente la altura requerida se reduce debido a la disposición horizontal de las columnas o, respectivamente, los devanados. Por esta razón, un transformador para vehículo de acuerdo con la invención puede ser diseñado de tal manera que se puede colocar en el espacio normalizado que, por lo común, está disponible debajo del piso o en el techo de un vehículo. Debido al peso reducido del transformador, un vehículo respectivo será también más respetuoso con el medio ambiente.

De acuerdo con una realización adicional de la invención, se prevé un material compuesto de fibra en la superficie de la columna con el fin de aumentar su resistencia mecánica. Por lo común, un núcleo de transformador consiste en láminas de metal estratificadas para reducir las corrientes parásitas. Un material compuesto de fibra, tal como un mechado de fibra de vidrio impregnada de resina, que se endurece en un proceso de curado después de aplicarlo o, respectivamente, enrollarlo en la columna, aumentará significativamente la estabilidad mecánica y la resistencia a la flexión de la columna.

De acuerdo con otra realización adicional de la invención, la columna y el devanado están unidos rígidamente, al menos en parte, por medio de pegamento. Durante la manipulación del material adhesivo, este se encuentra preferiblemente en estado líquido, de tal manera que se vuelve rígido después de endurecerse para poder ser tratado fácilmente. Esto permite, por ejemplo, que los conductores de un devanado eléctrico se enrollen directamente en la columna o, respectivamente, en un material de fibra de la columna sin tener que fabricar un devanado independiente por adelantado. La superficie del material de fibra proporciona un agarre mejorado para el material de pegamento, en comparación con las láminas de metal del propio núcleo. Una ventaja adicional de esta realización es que no se requiere bobina ni elementos similares, de modo que el espacio radial se usa de manera óptima. Ejemplos de pegamento adecuado son:

- Kōrapox-Zweikomponenten Harz 735A,
- Kōrapox-Zweikomponenten Harz 735B o
- Scotchcast Kleber Nr. 282.

De acuerdo con otra realización adicional de la invención, el devanado cilíndrico hueco comprende un material compuesto de fibra. El principio para aumentar la estabilidad mecánica y la resistencia a la flexión de una columna por medio de un material compuesto de fibra se puede aplicar también en un devanado. El material compuesto de fibra es, por lo común, un material aislante eléctrico que en cualquier caso se requiere entremedias de las diferentes capas de conductores eléctricos. Por lo tanto, no es necesario ningún espacio adicional para aumentar la resistencia a la flexión del devanado.

De acuerdo con la invención, el material de fibra está dispuesto preferiblemente de tal manera que la estabilidad mecánica del devanado se incrementa de manera eficiente. Una realización respectiva se caracteriza por que el devanado cilíndrico hueco comprende varias capas de un material compuesto de fibra arrollado en diferentes distancias radiales a lo largo de aproximadamente toda la extensión axial del devanado, de tal modo que tiene, por ejemplo, la resistencia mecánica de un bloque monolítico. La estabilidad puede mejorarse aplicando un material en forma de banda con un ancho que sea similar a la longitud axial del devanado con el fin de evitar un solapamiento axial. Un material compuesto adecuado es, por ejemplo, un material de fibra de vidrio impregnada de resina o Prepreg, que es un material en forma de banda y previamente impregnado, en el que la resina para impregnación está en el estado B. Ello significa que esta se encuentra en estado sólido, pero será fundida durante un proceso de curado y se endurecerá posteriormente.

De acuerdo con otra realización de la invención, se han previsto unos listones preferiblemente orientados axialmente en un espacio radial entre la columna y el devanado, de tal modo que se constituyen canales axiales y huecos dispuestos en configuración cilíndrica. Los listones están hechos, preferiblemente, de un material rígido y se pegan en la superficie de la columna o, respectivamente, en la superficie de un material compuesto de fibra que la rodea. De manera comparable, los listones se pegan adicionalmente en la superficie interna radial del devanado. Por lo tanto, los listones están completamente integrados en la estructura rígida de la columna y el devanado. De una manera ventajosa, se constituyen con ello unos canales de refrigeración para que el transformador del vehículo se pueda refrigerar durante su funcionamiento de una manera eficiente. También se pueden haber previsto canales de refrigeración axiales entre capas radiales adyacentes de los conductores del devanado.

De acuerdo con otra realización de la invención, el devanado se extiende a lo largo de aproximadamente toda la longitud axial de la columna. Por lo tanto, el espacio destinado al transformador se utiliza de la manera más eficiente, por un lado, y la estabilidad mecánica de la columna se mejora a lo largo de toda su longitud de manera ventajosa, por otro.

De acuerdo con otra realización de la invención, se dispone un devanado cilíndrico hueco respectivo alrededor de cada una de las columnas. También aquí el espacio disponible se usa de la manera más eficiente y el peso del transformador no se incrementa innecesariamente con ello. Puesto que la alimentación eléctrica de vehículos como los trenes normalmente se realiza con un solo conductor aéreo y una conexión a tierra, un transformador para vehículo típico tiene una sola fase, por lo que se prevé un único arrollamiento primario y un único secundario. Opcionalmente, puede preverse un tercer arrollamiento, por ejemplo, para alimentar un radiador de calor para el habitáculo de pasajeros de un vehículo. Un arrollamiento puede estar dividido en dos o más partes que están conectadas eléctricamente en serie. Por lo tanto, una realización preferida de la invención es un transformador de dos columnas con dos devanados, en el que los arrollamientos eléctricos se distribuyen de esa manera en los dos devanados, de modo que tengan al menos aproximadamente el mismo tamaño.

De acuerdo con una realización adicional de la invención, la estructura de soporte comprende una estructura de viga hecha de una tira de metal con la forma aproximada de una onda en cada culata, de tal manera que los picos y valles de la estructura de viga se extienden a lo largo de líneas paralelas.

Una zona bajo el piso de un vehículo, tal como un vagón de ferrocarril, está, por lo común, preparada para acomodar un cierto número de cajas o, respectivamente, módulos con un tamaño estandarizado. Con el fin de hacer que las cajas se puedan montar e intercambiar de manera fácil, al menos para la variante bajo el suelo, se ha previsto una viga transversal estandarizada en la parte inferior de cada caja, en sus dos extremos axiales. Para aumentar la altura disponible en cada caja, se reduce la altura de las vigas transversales y, en lugar de ello, estas tienen un ancho aumentado. Por lo tanto, debe preverse una estructura de soporte en cada una de las culatas para portar el transformador del vehículo a una cierta distancia vertical de las vigas transversales. La estructura de soporte debe satisfacer criterios relativos a un peso mínimo, por un lado, y a un grado de rigidez requerido, por el otro lado, de modo que el transformador del vehículo se monte de forma segura en las vigas transversales, incluso en caso de impactos horizontales desde un lado causados, por ejemplo, por un accidente.

De acuerdo con otra realización de la invención, la estructura de viga está dispuesta por debajo de cada una de las culatas del núcleo del transformador, con el eje de columna orientado horizontalmente y unido a las mismas mediante al menos dos uniones de tornillo o perno para cada culata, que se extienden a través de los picos de la estructura de viga y a través de todo el grosor de las culatas. Los pernos o tornillos que se extienden a través de todo el grosor de las culatas proporcionan una unión segura y fácilmente montable, de tal manera que la estabilidad del núcleo del transformador se incrementa de manera ventajosa con ellos.

De acuerdo con otra realización de la invención, una viga transversal en forma de perfil en C está dispuesta por debajo de la estructura de viga y unida a la misma por al menos dos uniones de tornillo o perno, a través de los valles de la estructura de viga. La forma de perfil en C de la viga transversal proporciona una reducción adicional de peso con un alto grado de estabilidad mecánica.

De acuerdo con una realización adicional de la invención, la estructura de viga está diseñada de tal manera, que soporta impactos horizontales desde el lado. Debido a razones de seguridad, existen regulaciones respectivas en los diferentes países, que deben cumplirse. El diseño de la estructura de viga se puede modificar adaptando la anchura axial de la tira en forma de onda, adaptando el número de ondas o adaptando el grosor del material, por ejemplo. Se puede utilizar una simulación mediante el uso de un programa de elementos finitos para verificar la idoneidad de un determinado diseño. Un diseño adecuado comprende, por ejemplo, 4 ondas con una distancia vertical de, por ejemplo, 40 cm entre picos y valles, de manera que el ancho de la tira en forma de onda asciende, por ejemplo, a 30 cm.

De acuerdo con otra realización adicional de la invención, el transformador del vehículo está montado en una zona bajo el piso de un vehículo ferroviario. Así, las ventajas de un diseño pequeño, ligero y robusto del transformador para vehículo se implementan en un vehículo. De acuerdo con una realización adicional de la invención, el transformador del vehículo está dispuesto dentro de una carcasa con un ventilador para su refrigeración. La carcasa está hecha de láminas de acero, por ejemplo. Como todo el peso del transformador del vehículo es portado por las culatas, la carcasa no tiene una función estructural; antes bien, su propósito es proteger el transformador del vehículo frente a condiciones ambientales como el polvo o el agua. Un ventilador, que comprende preferiblemente una unidad de filtro de aire, permite una refrigeración con aire forzada del transformador. La forma de la carcasa corresponde, preferiblemente, a un tamaño modular estandarizado para vagones de ferrocarril.

De acuerdo con otra realización de la invención, la sección transversal de las culatas o, respectivamente, de las columnas es aproximadamente rectangular. De esta forma, el volumen requerido del transformador del vehículo se reduce una vez más de manera ventajosa.

Otras realizaciones ventajosas adicionales de la invención se mencionan en las reivindicaciones dependientes.

La invención se explicará ahora adicionalmente mediante un ejemplo de realización y con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 muestra un primer transformador para vehículo proporcionado a modo de ejemplo,

La Figura 2 muestra un primer devanado proporcionado a modo de ejemplo, rígidamente unido con una columna,

La Figura 3 muestra un segundo devanado proporcionado a modo de ejemplo rígidamente unido con una columna,

La Figura 4 muestra un transformador para vehículo sobre una estructura de viga y

La Figura 5 muestra un ejemplo de vehículo con un transformador para vehículo.

5 La Figura 1 muestra un primer transformador 10 para vehículo proporcionado a modo de ejemplo, desde una vista superior. Un núcleo 12 de transformador en forma de anillo rectangular comprende dos culatas 18, 20 y dos columnas 22, 24, las cuales se extienden paralelas a un eje de 26 de columna, entremedias de las culatas 18, 20. Un devanado cilíndrico hueco 14, 16 respectivo está dispuesto alrededor de cada una de las columnas 22, 24, a lo largo de prácticamente toda su extensión axial. El eje 26 de columna del transformador del vehículo está orientado horizontalmente, de tal modo que el espacio vertical requerido se reduce con ello. Las columnas 22, 24 y los devanados 10 14, 16 están unidos rígidamente por medio de pegamento, de modo que la resistencia a la flexión de la combinación de ambos se mejora con ello de manera ventajosa.

La Figura 2 muestra un primer devanado 46 proporcionado a modo de ejemplo, rígidamente unido con una columna 34 en una representación esquemática 30. La columna 34 consta de varias capas de láminas de metal apiladas que tienen una sección transversal común aproximadamente redonda que se extiende alrededor de un eje 32 de columna. 15 En el lado radialmente exterior de la columna 34 se ha previsto una capa enrollada de un material compuesto de fibra 36 con el fin de dar a la columna 34 una resistencia mecánica mejorada. En la superficie radialmente exterior de la capa de material compuesto de fibra 36, varios listones orientados axialmente 38, 40 se han pegado a distancias tangenciales iguales entre sí. En el lado radialmente exterior de los listones 38, 40 se ha pegado un devanado cilíndrico hueco 46 con un arrollamiento eléctrico no mostrado. El devanado cilíndrico hueco 46 está reforzado por varias capas no mostradas de un material compuesto de fibra para que su consistencia sea rígida. En el espacio radial que hay 20 entremedias de la columna 34 y el devanado 46 se han previsto unos canales axiales en disposición cilíndrica y huecos 42, 44, como canales de refrigeración. Dado que la columna 34 y el devanado 46 están unidos rígidamente entre sí por medio de pegamento, la combinación de ambos tiene la resistencia mecánica de un bloque monolítico con una alta resistencia a la flexión.

25 La Figura 3 muestra una sección de un segundo devanado 74 proporcionado a modo de ejemplo, rígidamente unido con una columna 54 en una representación esquemática 50. La columna 54 consta de varias capas de láminas de metal apiladas 56 con una sección transversal circular que se extiende alrededor de un eje 52 de columna, mientras que solo una parte de la sección transversal se muestra en esta representación esquemática. Una capa de material compuesto de fibra 58 sobre la superficie radialmente exterior de la columna 54 aumenta su resistencia mecánica y su resistencia a la flexión. El devanado cilíndrico hueco 74 comprende varias capas alternas de material compuesto de fibra 64, 68, 72 y arrollamientos eléctricos 66, 70. Debido al material compuesto de fibra 64, 68, 72, que también está presente entre las espiras conductoras de los arrollamientos 66, 70, el devanado 74 tiene una consistencia rígida y una alta resistencia mecánica. La columna 54 y el devanado 74 están rígidamente unidos con unos listones 60 30 dispuestos axialmente, los cuales están pegados 62 dentro de un espacio radial existente entre ambos.

35 La Figura 4 muestra un transformador para vehículo sobre una estructura de viga 92, en una representación esquemática 80. El transformador para vehículo comprende un núcleo de transformador con dos culatas opuestas 82, y columnas orientadas horizontalmente con bobinas respectivas 84, 86 dispuestas alrededor de ellas. Las culatas 82 del núcleo del transformador están soportadas por una estructura de viga 92 respectiva en forma de onda que está unida a las culatas por medio de unos pernos 88, 90, situados en sus picos 96. Los pernos 88, 90 se extienden a través de todo el grosor de las culatas 82, de modo que se obtiene con ello una mayor estabilidad mecánica del núcleo del transformador. El lado inferior de la estructura de viga 92 está soportado por una viga transversal en forma de perfil en C 98 que está unida con los valles 94 de la estructura de viga 92 por medio de otros pernos adicionales. A ambos 40 lados de la viga en forma de perfil en C 98, se han previsto unas ménsulas respectivas 100, 102 con el fin de unir toda la estructura con la zona situada bajo el piso de un vehículo. La forma compuesta por la viga de perfil en C 98 y las ménsulas 100, 102 corresponde al límite exterior de un ejemplo de perfil que se permite para la zona situada bajo el 45 piso de un vagón de ferrocarril.

La Figura 5 muestra un ejemplo de vehículo 112 con transformador para vehículo, en una representación esquemática 110. El vehículo 112 es una locomotora ferroviaria que proporciona espacio para tres módulos estandarizados para colocar bajo el piso y dos módulos de techo. En uno de los módulos bajo el piso está dispuesto un transformador 114 para vehículo, en el que el eje horizontal 116 de las columnas está orientado según la dirección de la marcha. En uno de los módulos de techo se ha dispuesto un transformador 118 para vehículo adicional.

Lista de signos de referencia

- 10 primer ejemplo de transformador para vehículo
- 12 núcleo del transformador
- 55 14 primer devanado cilíndrico hueco del primer transformador para vehículo
- 16 segundo devanado cilíndrico hueco del primer transformador para vehículo

ES 2 798 303 T3

	18	primera culata del núcleo del transformador
	20	segunda culata del núcleo del transformador
	22	primera columna del núcleo del transformador
	24	segunda columna del núcleo del transformador
5	26	eje de columna
	30	primer ejemplo de devanado unido rígidamente con columna
	32	eje de columna
	34	columna
	36	capa de material compuesto de fibra
10	38	primer listón orientado axialmente
	40	segundo listón orientado axialmente
	42	primer canal axial
	44	segundo canal axial
	46	devanado
15	50	segundo ejemplo de devanado unido rígidamente con columna
	52	eje de columna
	54	columna
	56	láminas de metal de columna
	58	capa de material compuesto de fibra
20	60	listón
	62	pegamento
	64	primera capa enrollada de material compuesto de fibra
	66	primer arrollamiento eléctrico
	68	segunda capa enrollada de material compuesto de fibra
25	70	segundo arrollamiento eléctrico
	72	tercera capa enrollada de material compuesto de fibra
	74	devanado
	80	transformador para vehículo sobre estructura de viga
	82	culata del núcleo del transformador
30	84	primer devanado del transformador para vehículo
	86	segundo devanado del transformador para vehículo
	88	primer perno
	90	segundo perno
	92	estructura de viga proporcionada a modo de ejemplo
35	94	valle de la estructura de viga
	96	pico de la estructura de viga
	98	viga en forma de perfil en C

ES 2 798 303 T3

- 100 primera ménsula
- 102 segunda ménsula
- 110 ejemplo de vehículo con transformador para vehículo
- 112 vehículo
- 5 114 transformador para vehículo montado en una zona situada bajo el piso
- 116 transformador para vehículo montado en una zona de techo

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un transformador (10) para vehículo, que comprende un núcleo (12) de transformador con dos culatas opuestas (18, 20, 82) y al menos dos columnas (22, 24, 34, 54) que se extienden entre ellas a lo largo de un eje de columna paralelo (26, 32, 52), en el que se ha dispuesto una estructura de soporte en cada una de las culatas (18, 20, 82) para portar el transformador para vehículo con el eje (26, 32, 52) de columna orientado horizontalmente, de tal manera que un devanado cilíndrico hueco (14, 16, 46, 74, 84, 86) con al menos un arrollamiento eléctrico respectivo (66, 70) está dispuesto alrededor de al menos una de las columnas (22, 24, 34, 54),
- caracterizado por que
- 10 el devanado (14, 16, 46, 84, 86) está rígidamente unido con la columna (22, 24, 34, 54), alrededor del cual se ha dispuesto, de modo que
- la resistencia a la flexión de la combinación rígida de ambos se ve con ello mejorada, en comparación con una combinación de ambos sin unión rígida.
- 15 2. Un transformador para vehículo de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que se ha dispuesto un material compuesto de fibra (36, 58, 64, 68, 72) sobre la superficie de la columna (22, 24, 34, 54) para aumentar su resistencia mecánica.
3. Un transformador para vehículo de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, caracterizado por que la columna (22, 24, 34, 54) y el devanado (14, 16, 46, 74, 84, 86) están rígidamente unidos, al menos en parte, por medio de pegamento (62).
- 20 4. Un transformador para vehículo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el devanado cilíndrico hueco (14, 16, 46, 74, 84, 86) comprende un material compuesto de fibra (36, 58, 64, 68, 72).
5. Un transformador para vehículo de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado por que el devanado cilíndrico hueco (14, 16, 46, 84, 86) comprende varias capas de un material compuesto de fibra enrollada (36, 58, 64, 68, 72) en diferentes distancias radiales a lo largo de aproximadamente toda la extensión axial del devanado (14, 16, 46, 74, 84, 86), de tal modo que tiene, por ejemplo, la resistencia mecánica de un bloque monolítico.
- 25 6. Un transformador para vehículo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que, preferiblemente, se han dispuesto unos listones orientados axialmente (26, 32, 52) (38, 40, 60) dentro de un espacio radial existente entre la columna (22, 24, 34, 54) y el devanado (14, 16, 46, 74, 84, 86), de modo que se constituyen canales (42, 44) axiales cilíndricos huecos (26, 32, 52).
- 30 7. Un transformador para vehículo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el devanado (14, 16, 46, 74, 84, 86) se extiende a lo largo de aproximadamente toda la longitud axial (26, 32, 52) de la columna (22, 24, 34, 54).
8. Un transformador para vehículo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que un devanado cilíndrico hueco (14, 16, 46, 74, 84, 86) respectivo está dispuesto alrededor de cada una de las columnas (22, 24, 34, 54).
- 35 9. Un transformador para vehículo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la estructura de soporte comprende una estructura de viga (92) hecha de una tira de metal con la forma aproximada de una onda en cada culata (18, 20, 82), de tal manera que los picos (96) y los valles (94) de la estructura de viga (92) se extienden a lo largo de líneas paralelas.
- 40 10. Un transformador para vehículo de acuerdo con la reivindicación 9, caracterizado por que la estructura de viga (92) está dispuesta debajo de cada una de las culatas (18, 20, 82) del núcleo (12) del transformador, con eje de columna orientado horizontalmente (26, 32, 52), y está unida a la misma por medio de al menos dos uniones de tornillo o perno (88, 90) para cada culata (18, 20, 82), que se extienden a través de los picos (96) de la estructura de viga (92) y a través de todo el grosor de las culatas (18, 20, 82).
- 45 11. Un transformador para vehículo de acuerdo con la reivindicación 10, caracterizado por que una viga en forma de perfil en C (98) está dispuesta debajo de la estructura de viga (92) y está unida a la misma por al menos dos uniones de tornillo o perno adicionales, a través de los valles (94) de la estructura de viga (92).
12. Un transformador para vehículo de acuerdo con las reivindicaciones 9 a 11, caracterizado por que la estructura de viga (92) está diseñada de tal manera, que soporta impactos horizontales desde el lado.
- 50 13. Un transformador para vehículo de acuerdo con las reivindicaciones 9 a 12, caracterizado por que está montado en una zona situada bajo del piso de un vehículo ferroviario.
14. Un transformador para vehículo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que está dispuesto dentro de una carcasa con un ventilador para su refrigeración.

15. Un transformador para vehículo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la sección transversal de las culatas o, respectivamente, de las columnas es aproximadamente rectangular.

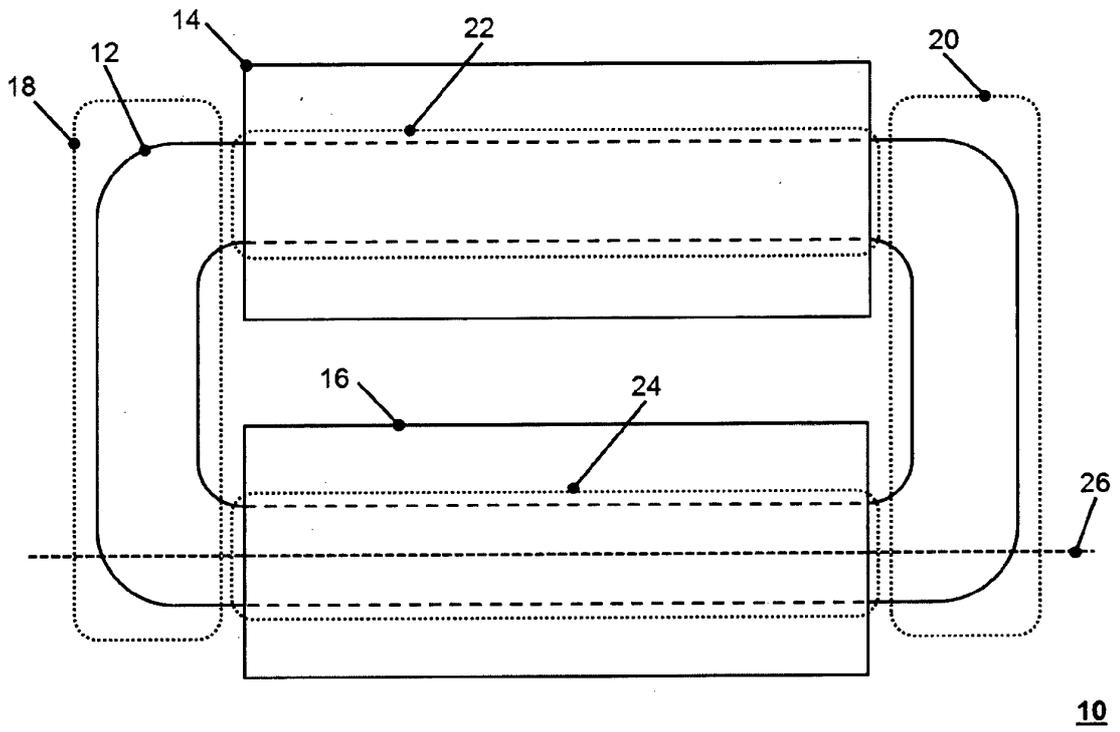


Fig. 1

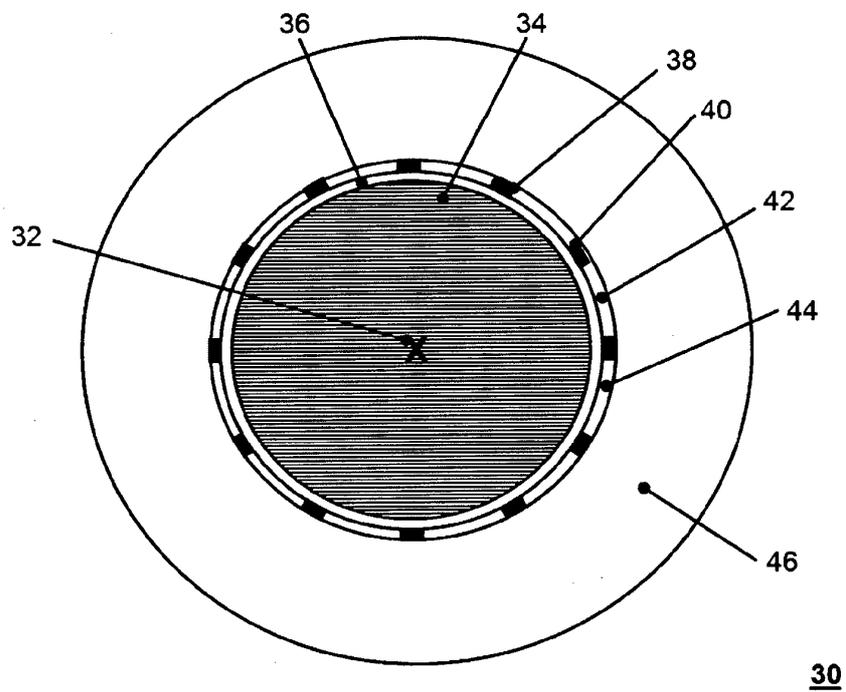


Fig. 2

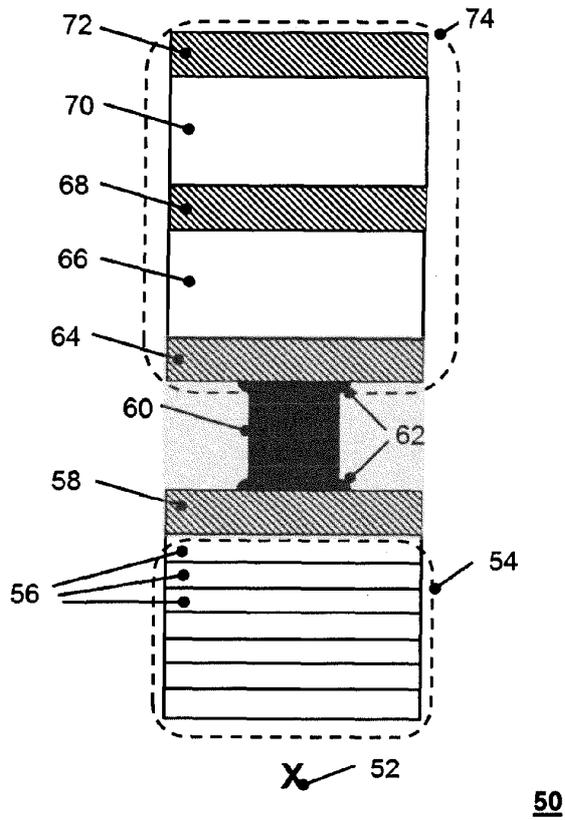


Fig. 3

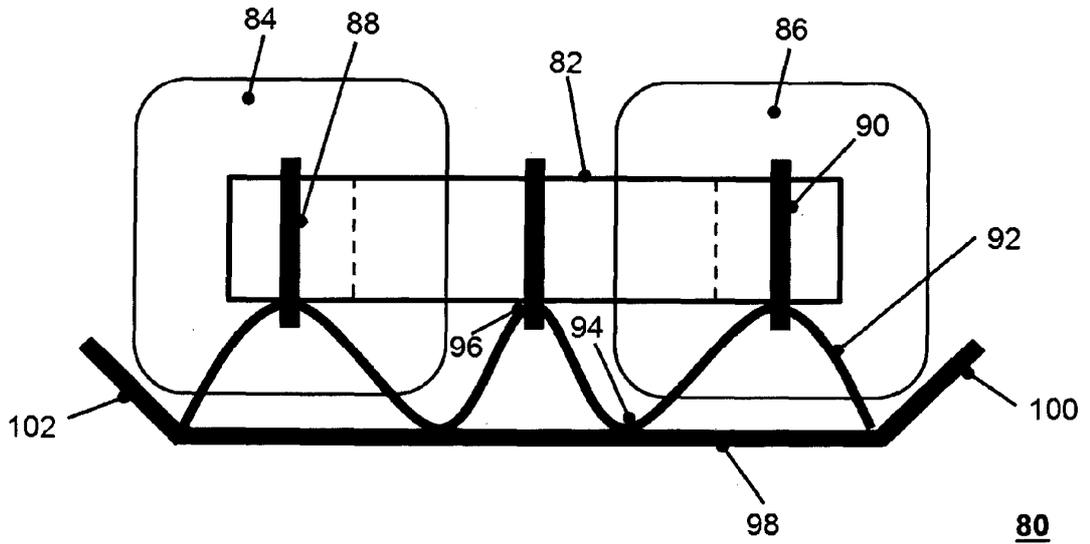


Fig. 4

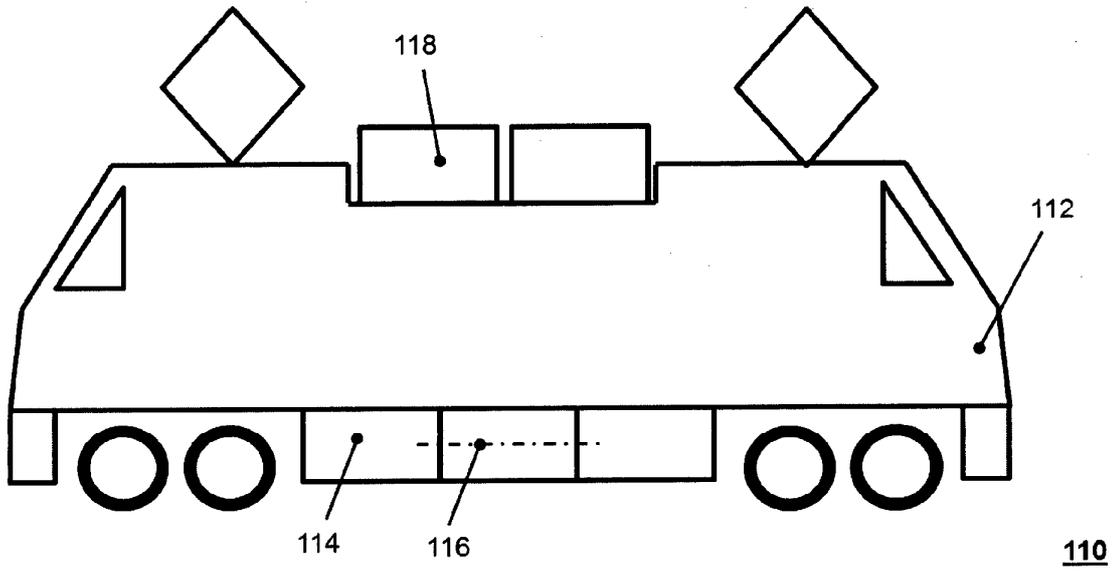


Fig. 5