



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 336 585**

51 Int. Cl.:  
**H01F 27/26** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05802418 .3**

96 Fecha de presentación : **27.09.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **1929488**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **11.06.2008**

54

Título: **Estructura de yugo que es para el núcleo de laminación de una máquina eléctrica estática y está compuesta de miembros no soldados cortados a medida.**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**14.04.2010**

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**14.04.2010**

73

Titular/es: **Gianfranco Colombini**  
**Via Antonio Fogazzaro, 1**  
**21050 Bisuschio, IT**

72

Inventor/es: **Colombini, Gianfranco**

74

Agente: **Mir Plaja, Mireia**

ES 2 336 585 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).

# ES 2 336 585 T3

## DESCRIPCIÓN

Estructura de yugo que es para el núcleo de laminación de una máquina eléctrica estática y está compuesta de miembros no soldados cortados a medida.

5

La presente invención se refiere en general a las máquinas eléctricas estáticas que tienen un núcleo ferromagnético laminado compuesto de láminas empaquetadas de material de alta permeabilidad y devanados encapsulados en resina.

10

La arquitectura estructural de los inductores, transformadores, autotransformadores y similares máquinas eléctricas estáticas, para potencias nominales que van desde unas pocas decenas de kVA hasta aproximadamente 2000 kVA, incluye estructuras de yugo diseñadas con las dimensiones y propiedades mecánicas adecuadas para mantener unido a presión al núcleo magnético laminado y para soportar el peso de la máquina eléctrica.

15

Las estructuras de yugo son prácticamente estructuras de carga que típicamente usan pernos o tirantes roscados y cuya finalidad principal es la de comprimir el núcleo de laminación de la máquina, tras su recomposición final tras haber instalado el cuerpo o los cuerpos de resina que contiene(n) los devanados de la máquina, proporcionar unos medios para sostener e inmovilizar en posición las bobinas encapsuladas en resina, así como sostener con estabilidad toda la máquina y proporcionar un soporte para los terminales de conexión eléctrica, los ojetes de elevación, las fijaciones para la suspensión con cables, las hojas maestras y accesorios similares.

20

El documento US 5 267 393 da a conocer una estructura de yugo de este tipo que tiene las características del preámbulo de la reivindicación 1.

25

Típicamente, estas estructuras de yugo son productos de carpintería que se fabrican comúnmente en talleres especializados usando miembros de acero cortados a medida y unidos mediante soldadura según un plano de taller proporcionado por el proyectista de la máquina eléctrica.

30

Estas estructuras de carga de acero soldado deben ser provistas de orificios en sitios definidos con precisión a fin de permitir un correcto ensamblaje y montaje de los elementos funcionales de la máquina eléctrica, de los tirantes y de los accesorios.

35

Muy a menudo la construcción de estas estructuras de carga se encarga a proveedores externos, e incluso cuando las mismas son construidas dentro de la fábrica del fabricante de la maquinaria eléctrica, su construcción, transporte y montaje son operaciones pesadas debido al peso y al gran tamaño de estas estructuras, para máquinas de relativamente gran potencia. Dichas estructuras difícilmente pueden ser movidas a mano, es decir, sin ayuda de polipastos y/o sin la intervención de un adecuado número de obreros.

40

Además, la práctica predominante de encargar a proveedores externos la fabricación de estas estructuras de acero soldado implica problemas de suministro fuera de control e imprecisiones dimensionales que pueden comprometer la capacidad de cumplir con los plazos de entrega contractuales establecidos para la máquina eléctrica.

45

Estas estructuras soldadas relativamente pesadas provistas de una multitud de orificios situados con precisión para el paso de los tirantes y pernos para la unión mecánica de los componentes durante la fase de montaje final de la máquina deben ser pretratadas y recubiertas según las especificaciones del cliente a fin de impartirles resistencia a la corrosión. Incluso estos tratamientos superficiales de relativamente pesadas y gravosas estructuras metálicas de acero soldado pueden ser bastante laboriosos y onerosos tanto en cuanto a los tiempos de tratamiento como en cuanto a los costes.

50

Finalmente, aparte de ciertos recursos artesanales para simplificar la construcción cumpliendo al mismo tiempo con las tolerancias geométricas de diseño, estas estructuras son intrínsecamente difícilmente normalizables.

55

A la luz de lo expuesto anteriormente, es evidente la necesidad y/o utilidad de permitir una realización económicamente favorable de estas estructuras de yugo con apropiadas características mecánicas, incluso para máquinas de relativamente gran potencia, directamente por parte del fabricante de la máquina eléctrica, usando un número limitado de componentes fácilmente normalizados de un tamaño y un peso tales que siga siendo posible que una única persona los manipule manualmente, y que puedan ser unidos con operaciones sencillas sin que sea necesario efectuar soldaduras ni taladrar orificios situados con precisión y que finalmente puedan ser puestos en su sitio y apretados con facilidad para completar el montaje de la máquina, sin necesidad de aparatos elevadores ni de una intervención de una pluralidad de obreros.

60

Estos importantes objetivos, así como una notable simplificación del diseño y una notable reducción del peso de estas estructuras de carga de una máquina eléctrica estática, son alcanzados por una estructura de yugo de esta invención según las características distintivas de la reivindicación 1.

65

En la práctica, una estructura de yugo para presionar el núcleo de laminación y para sostener una máquina eléctrica estática se compone, según la presente invención, de miembros tubulares que tienen una sección transversal en general rectangular o cuadrada y están cortados a medida según las necesidades, y de una pluralidad de soportes de fijación

## ES 2 336 585 T3

desplazables especiales de estructura prácticamente idéntica que son desplazados por sobre al menos una pareja de miembros tubulares idénticos, manteniéndolos paralelos y espaciados entre sí.

El espacio intermedio de separación entre los dos miembros tubulares de sección transversal rectangular o cuadrada que atraviesan paralelamente las aberturas respectivamente alineadas que están presentes en dos alas laterales paralelas de cada soporte de fijación permite el paso a su través de tirantes roscados para presionar el núcleo magnético y de otros pernos de sujeción, mientras que las bases planares de origen de los soportes de fijación acoplados de manera desplazable a lo largo de la pareja de miembros tubulares paralelos constituyen mordazas de soporte y/o inmovilización de un cuerpo o de cuerpos de resina que encapsulan los devanados o bobinas de la máquina eléctrica.

Incluso la unión mecánica a la estructura de pies de apoyo de la máquina, opcionalmente equipados con ruedas fijas u orientables, puede establecerse convenientemente mediante parejas cooperantes de los mismos soportes de fijación desplazables normalizados, uno de los cuales puede fijarse a un pie de apoyo y el otro puede desplazarse por sobre los miembros tubulares de una traviesa inferior de la estructura de yugo que aprieta la parte o rama inferior del núcleo de laminación de la máquina, con sus respectivas alas laterales paralelas intercaladas a propósito.

La invención supera los inconvenientes y el factor de coste anteriormente señalados, satisfaciendo las necesidades y/o la utilidad que se han comentado anteriormente.

La invención está definida en las reivindicaciones adjuntas.

La Figura 1 es una vista tridimensional de una estructura de yugo hecha según la presente invención.

La Figura 2 es una vista tridimensional en despiece de la estructura de yugo de la Figura 1.

Las Figuras 3, 4 y 5 son vistas en planta, en alzado y lateral de la estructura de yugo de las figuras precedentes.

Las Figuras 6 y 7 son dos vistas tridimensionales de un transformador que emplea una estructura de yugo del núcleo de laminación y de soporte de los cuerpos de resina en los cuales están encapsulados los devanados del transformador.

La Figura 8 es una vista en planta del transformador de las Figuras 6 y 7.

Una realización de muestra de una estructura de yugo de esta invención está representada en las Figuras 1 a 5, en las cuales se usan las mismas referencias numéricas para las mismas partes y los mismos detalles de la estructura.

Según esta realización, la estructura de yugo se compone de cuatro traviesas de carga 1, 2, 3 y 4, que pueden ser apretadas en parejas por tirantes roscados 5, 6, 7 y 8, respectivamente de uno al otro lado de la parte superior (la pareja de traviesas 1 y 2) y de uno al otro lado de la parte inferior (la pareja de traviesas 3 y 4) del núcleo de laminación del transformador que no se muestra en esta primera serie de figuras que ilustran exclusivamente los componentes de la estructura de yugo en su función coordinada. Esos otros elementos funcionales de la máquina eléctrica se muestran en una sucesiva serie de figuras.

Cada una de las cuatro traviesas de carga 1, 2, 3 y 4 se compone de dos miembros tubulares 9 que tienen una sección transversal rectangular o cuadrada y son paralelos y están espaciados entre sí, a los extremos cortados de cuyos miembros tubulares pueden aplicarse a presión tapones o capuchones 10 de plástico para tapar los cantos vivos generados al cortar a medida los miembros tubulares 9 a partir de unas existencias de tubos rectangulares o cuadrados de longitud comercial que pueden tenerse almacenados.

Los dos miembros tubulares 9 son unidos y mantenidos en una posición en la que quedan paralelos y espaciados entre sí por una pluralidad de soportes de fijación 11 que son estructuralmente idénticos y cuyo número es de seis en la realización de muestra ilustrada, teniendo cada uno de ellos una parte que constituye una base planar y dos alas laterales paralelas espaciadas entre sí, teniendo cada una de dichas alas laterales paralelas dos aberturas espaciadas de tamaño y forma adecuados para admitir de modo desplazable a su través a los dos miembros tubulares 9, que son introducidos a través de las respectivas aberturas alineadas de las dos alas laterales paralelas de los soportes de fijación 11.

Por consiguiente, los soportes de fijación 11 son libremente desplazables hasta un sitio apropiado a lo largo de la pareja de miembros tubulares por sobre los cuales son desplazados.

Los de la pareja central de soportes de fijación 11 y (para la realización de muestra que se ilustra de un transformador trifásico) los de las otras dos parejas de soportes de fijación 11 de cada traviesa de carga constituyen estructuras de mordazas en voladizo para soportar y/o inmovilizar el cuerpo de resina que contiene las bobinas encapsuladas en resina (los devanados primario y secundario de la fase de bobina), como mejor se describirá más adelante con referencia a la otra secuencia de Figuras 6, 7 y 8.

Los dos soportes de fijación 11 de los lados extremos de cada traviesa de carga acomodan entre sus respectivas alas laterales que están en acoplamiento con los miembros tubulares a arandelas de carga 12 para sendos tirantes roscados 5, 6, 7 y 8 que atraviesan el espacio intermedio de separación entre los dos miembros tubulares 9 que componen la

## ES 2 336 585 T3

traviesa de carga y son finalmente tensados apretando las respectivas tuercas 13, a fin de comprimir el núcleo laminado del transformador a lo largo de las partes superior e inferior del núcleo de laminación.

5 Los soportes de fijación 11 son prácticamente idénticos e intercambiables, y pueden ser usados para componer la pareja superior de traviesas de carga 1 y 2 y para componer la pareja inferior de traviesas 3 y 4.

10 Este aspecto, unido al hecho de que los soportes de fijación 11 pueden ser desplazados por deslizamiento hasta el sitio correcto a lo largo de los dos miembros tubulares 9 que constituyen la correspondiente traviesa de carga y de que dichos soportes de fijación pueden ser finalmente fijados en el sitio correcto mediante simples tornillos de fijación, permite un notable nivel de normalización.

15 En la práctica, con dos o pocos más tamaños de tubos 9 usados para componer las traviesas de carga y con dos o pocos más tamaños normalizados de soportes de fijación 11 desplazables tales que proporcionen las apropiadas características mecánicas y los apropiados tamaños de las aberturas alineadas practicadas a través de las alas laterales paralelas espaciadas para los distintos tamaños y las distintas características mecánicas de los distintos tubos 9 que pueden ser cortados a la longitud requerida según las necesidades de diseño de la máquina, es posible componer estructuras de yugo para una amplia gama de máquinas eléctricas proyectadas para potencias nominales que pueden ser en general de entre 50 y 2000 kVA, con lo cual se ve minimizado el inventario de componentes a gestionar.

20 La necesaria conexión mecánica entre las traviesas superiores de carga 1 y 2 y las traviesas inferiores de carga 3 y 4 también se realiza sin requerir soldaduras y usando en lugar de ello, incluso con esta finalidad, componentes que pueden ser fácilmente normalizados, sin que se requieran precisos taladrados de las traviesas de carga a unir.

25 En la realización de muestra que se ilustra, la conexión mecánica entre una traviesa superior de carga y la traviesa inferior de carga (en el mismo lado de la máquina) es establecida mediante tres columnas ascendentes de pletina de acero 14 cuya constitución puede observarse mejor en la vista en despiece de la Figura 2.

30 El orificio 15 en el extremo inferior de las columnas ascendentes 14 puede ser roscado para admitir el tornillo de sujeción 16 que pasa a través del espacio intermedio de separación entre los dos miembros tubulares que constituyen la traviesa inferior de carga 3 y 4, usando una arandela 17.

35 El orificio 18 en el extremo superior de la columna ascendente 14 admite a un perno 19 que la une al extremo de un ojete de elevación 20 o de un miembro de conexión 20' que puede ser preinstalado sobre la superficie interior de la traviesa superior de carga apretando el tornillo 21 que pasa a través del espacio intermedio de separación entre los dos miembros tubulares 9 que componen la traviesa superior de carga 1 y 2, con lo cual se aprieta el ojete de elevación 20 o el miembro de unión 20' contra la superficie interior de los dos miembros tubulares 9 que componen la traviesa de carga.

40 Según la realización preferida que se muestra en las figuras, el apriete del núcleo de laminación de la máquina tiene lugar por medio de espaciadores elásticos 22 de distribución y transmisión de la carga que pueden estar hechos de chapa ondulada de acero. El perfil y la altura de las ondulaciones y las propiedades mecánicas y elásticas de estos espaciadores ondulados 22 se diseñan de forma tal que prácticamente se impida un contacto directo de las columnas ascendentes planas de conexión 14 y de la parte trasera de los soportes de fijación 11 con el núcleo de laminación.

45 Otro efecto positivo del uso de estos espaciadores elásticos ondulados 22 es el de determinar un espacio intermedio de separación entre la traviesa de carga y la superficie planar de la primera laminación del núcleo magnético. Esto favorece la disipación del calor al evitar obstaculizar o perturbar la circulación convectiva natural de aire ambiente a través del espacio intermedio de separación y a través de las ondulaciones de los espaciadores elásticos 22.

50 El peculiar diseño del soporte de fijación 11 facilita la realización de pies de apoyo 23 y 24, si se requieren. A pesar de que dichos pies de apoyo pueden componerse usando los mismos miembros tubulares de sección transversal rectangular que se usan para constituir las cuatro traviesas de carga de la estructura de yugo, pueden usarse otros perfiles de acero como en la realización de muestra que se ilustra en las figuras, donde los pies de apoyo se realizan empleando parejas de perfiles de acero en U, respectivamente 23' y 24'.

55 Los perfiles en U 23' y 24' de cada pareja se unen mecánicamente mediante una pluralidad de piezas en U de unión común 25 que tienen una serie de orificios pretaladrados o estampados 26.

60 Incluso en este caso, la unión mecánica de los dos pies 23 y 24 a la pareja inferior de traviesas de carga 3 y 4 de la estructura de yugo se realiza de manera notablemente sencilla, sin requerir soldadura alguna ni precisas operaciones de taladrado, empleando con esta finalidad cuatro soportes de fijación adicionales 11' introducidos al revés por sobre los miembros tubulares 9 de las traviesas inferiores 3 y 4 junto con los soportes de fijación más interiores de las dos parejas laterales de soportes de fijación, intercalando sus respectivas alas laterales, como puede observarse fácilmente en las figuras.

65 Los pies 23 y 24 son posicionados de forma tal que un orificio pretaladrado 26 de las piezas en U de unión 25 de los pies quede en alineación con uno de los orificios pretaladrados que están presentes a través de la base plana del soporte de fijación 11', que se instala a propósito al revés, permitiendo así la unión mecánica apretando el perno 27

## ES 2 336 585 T3

que pasa a través del orificio 26 de la pieza de unión tipo puente 25 y a través del orificio 28 de la base del soporte de fijación adicional 11' montado al revés.

Según la realización preferida que se ilustra, los soportes de fijación 11 y 11', y en particular el perfil de las dos alas laterales paralelas de los soportes de fijación, tienen (tiene) una forma trapezoidal. Esto facilita el acceso y las operaciones de montaje e inmovilización de los cuerpos de resina de los devanados y la necesaria recomposición de la rama superior del núcleo de laminación de la máquina, junto con la característica de que tanto el ojete de elevación 20 como los miembros de conexión 20' pueden girarse hacia abajo aflojando los pernos 19, a fin de eliminar "obstrucciones" durante la recomposición de la laminación del brazo superior del núcleo magnético.

Las Figuras 6 y 7 son vistas tridimensionales desde distintos puntos de observación y la Figura 8 es una vista en planta de un transformador trifásico completamente montado que tiene una estructura de yugo que puede ser compuesta y ensamblada con componentes singularmente livianos sin requerir soldaduras ni precisas operaciones de taladrado de orificios según la presente invención.

Como puede observarse en las figuras, los cuerpos de resina 29 de los devanados encapsulados en resina para las tres fases del transformador son sostenidos e inmovilizados de manera estable en posición usando para cada cuerpo de resina de los correspondientes devanados primario y secundario de una fase de la máquina cuatro juntas o cubiertas de forma radial de plástico 30 preinstaladas en las partes que constituyen las bases planares de los respectivos soportes de fijación 11.

Tras haber posicionado los cuerpos de resina 29 sobre los respectivos cuatro soportes de fijación 11 provistos de cubiertas de plástico 30 de forma adecuada, acoplados a lo largo de las traviesas inferiores 3 y 4 del yugo, los cuerpos de resina 29 son inmovilizados posicionando los cuatro soportes de fijación 11 de retención también provistos de las cubiertas de plástico de forma 30, y enroscando y apretando los tornillos de inmovilización 31.

Naturalmente, tras haber concluido la instalación de los cuerpos de resina 29 de los devanados del transformador trifásico, se recompone la rama superior del núcleo de laminación que constituye el núcleo magnético 32 de la máquina.

Finalmente puede también apretarse en último lugar la pareja de traviesas superiores de carga 1 y 2 de la estructura de yugo actuando en los respectivos tirantes 5 y 6.

Ninguno de los cuatro tirantes de apriete 5, 6, 7 y 8 cruza el núcleo de laminación magnético, evitando así los problemas de aislamiento eléctrico de las corrientes parásitas inducidas en el núcleo ferromagnético. Los tirantes actúan en los extremos de las traviesas de carga que quedan más allá del perfil del núcleo de laminación 32.

Se ha comprobado que el apriete, interponiendo los elementos elásticos 22 anteriormente descritos, que se efectúa apretando los dos tirantes en los respectivos extremos de las traviesas de carga compuestas, es significativamente más eficaz al ser llevado a cabo contra una fuerza de reacción elástica de los miembros de carga ligeramente curvados, que se determina precalandrando los miembros tubulares 9 cortados a medida. Mediante una campaña de ensayos mecánicos dedicados se ha verificado que impartiendo a los miembros tubulares 9 de sección transversal rectangular cortados a medida cierta curvatura para así determinar, en ausencia de carga, una flecha máxima en el punto central de la longitud del miembro comprendida, en términos de la relación flecha/longitud, entre 0,005 y 0,015 (entre un 0,5 y un 1,5%) y montando los miembros curvados con la superficie convexa encarada al núcleo de laminación a comprimir, el apriete es más eficaz y el tamaño de los miembros tubulares puede reducirse sin riesgo para minimizar su peso.

Todos los componentes de la estructura de yugo de la invención son preferiblemente de acero de buenas características mecánicas, y preferiblemente de un acero que tenga un relativamente alto límite elástico.

El notable nivel de normalización que se hace posible mediante la constitución de la estructura de yugo de la presente invención hace que resulte económico mantener adecuados inventarios de componentes prefabricados, ya tratados contra la corrosión, evitándose así las situaciones de retraso que a menudo se dan con la tradicional técnica de carpintería soldada del estado de la técnica para los tratamientos de recubrimiento final de las estructuras construidas *ad hoc*.

La realización de muestra que se muestra en las Figuras 6, 7 y 8 corresponde a un transformador trifásico para distribución de energía eléctrica que tiene capacidad para manejar una potencia nominal máxima de 630 kVA, con un aislamiento de 20.000 V.

El perfil del núcleo de laminación 32 tenía una altura de 1.235 mm y una anchura de 1.170 mm, y el núcleo tenía un diámetro de 210 mm.

Los miembros tubulares 9 de sección transversal cuadrada eran de acero F 360, con unas dimensiones de 30 mm x 30 mm y un espesor de pared de 3 mm. Dichos miembros tubulares fueron precalandrados para así producir en el centro una flecha máxima de 15 mm, que corresponde una relación de flecha/longitud de los miembros tubulares de 0,01 (1%).

## ES 2 336 585 T3

Los soportes de fijación 11, 11' estaban hechos de chapa de acero que tenía un espesor de 3 mm, la altura de las alas laterales era de 105 mm, y la distancia de separación entre las dos alas laterales era de 60 mm.

Los tirantes roscados 5, 6, 7 y 8 quedaban a 20 mm de distancia del núcleo de laminación.

5

Las arandelas de carga 12 estaban hechas por soldadura con pletina de acero soldada que tenía una anchura de 75 mm y un espesor de 8 mm.

### 10 **Referencias citadas en la descripción**

*Esta lista de referencias que cita el solicitante se aporta solamente en calidad de información para el lector y no forma parte del documento de patente europea. A pesar de que se ha procedido con gran esmero al compilar las referencias, no puede excluirse la posibilidad de que se hayan producido errores u omisiones, y la OEP se exime de toda responsabilidad a este respecto.*

15

### **Documentos de patente citados en la descripción**

- US 5267393 A [0004]

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

# ES 2 336 585 T3

## REIVINDICACIONES

1. Estructura de yugo que es para soportar y comprimir el yugo magnético de laminación (32) de una máquina eléctrica estática y comprende al menos cuatro traviesas de carga (1-2, 3-4) que son apretadas en parejas mediante tirantes roscados (5, 6, 7, 8), respectivamente de uno al otro lado de la rama superior y de uno al otro lado de la rama inferior de un paquete de laminación que constituye dicho núcleo magnético (32), y al menos cuatro soportes de fijación de sostenimiento e inmovilización de al menos un cuerpo de resina que contiene devanados de la máquina eléctrica, sobresaliendo dichos soportes de fijación en voladizo de la pareja de traviesas de carga apretadas de uno al otro lado de dicha rama inferior del núcleo de laminación y de la pareja de traviesas de carga apretadas de uno al otro lado de la rama superior del núcleo;

**caracterizada** por el hecho de que

cada una de dichas traviesas de carga (1, 2, 3, 4) se compone de al menos dos miembros tubulares (9) de sección transversal rectangular o cuadrada que son paralelos y están espaciados entre sí y quedan unidos por una pluralidad de soportes de fijación (11) que tienen al menos dos alas laterales paralelas que tienen cada una al menos dos aberturas espaciadas y de una forma adecuada para admitir de manera desplazable a su través a dichos miembros tubulares (9) que son introducidos paralelamente a través de las aberturas alineadas de las alas laterales paralelas de los soportes de fijación (11) que son posicionables de manera desplazable a lo largo de la longitud de dichos miembros tubulares (9);

constituyendo al menos dos parejas de dichos soportes de fijación (11) acoplados de manera desplazable por sobre dichos miembros tubulares espaciados y paralelos de cada una de dichas parejas de traviesas de carga (1-2, 3-4) dichos soportes de fijación de soporte e inmovilización de dicho cuerpo de resina (29);

admitiendo los dos soportes de fijación (11) más exteriores de cada una de dichas traviesas de carga (1, 2, 3, 4) entre dichas alas laterales paralelas acopladas por sobre dichos miembros tubulares (9) a arandelas de carga (12) para sendos tirantes (5, 6, 7, 8) que pasan a través del espacio intermedio de separación entre los dos miembros tubulares paralelos (9) de dos traviesas de carga enfrentadas (1-2, 3-4), siendo dichos tirantes tensados para comprimir el núcleo de laminación a lo largo de dichas ramas superior e inferior del paquete de laminación magnético (32).

2. Estructura de yugo según la reivindicación 1, **caracterizada** por el hecho de que los extremos de dichas traviesas de carga (1-2, 3-4) que llevan dichos soportes de fijación (11) que son los más exteriores sobresalen hasta más allá del perfil de dicho núcleo de laminación (32) y dichos tirantes roscados (5, 6, 7, 8) quedan situados externamente con respecto a dicho núcleo magnético (32).

3. Estructura de yugo según la reivindicación 1, **caracterizada** por el hecho de que dichos miembros tubulares (9) paralelos y distanciados entre sí que constituyen dichas traviesas de carga (1, 2, 3, 4) son curvados para así tener en el centro una flecha máxima comprendida entre un 0,5% y un 1,5% de su longitud.

4. Estructura de yugo según la reivindicación 1, **caracterizada** por el hecho de que cada traviesa de carga (1, 2, 3, 4) que se compone de dichos miembros tubulares (9) espaciados y paralelos comprende al menos seis de dichos soportes de fijación (11) con aberturas de las alas laterales alineadas que se introducen por desplazamiento por sobre los miembros tubulares (9);

siendo al menos dos de dichos soportes de fijación (11) de las traviesas de carga (3, 4) que son apretadas de uno al otro lado de la rama inferior del núcleo de laminación (32) fijados en un sitio determinado mediante un tornillo de fijación o un elemento de fijación equivalente y respectivamente unidos a uno y al otro de dos pies (23, 24) de la estructura de yugo.

5. Estructura de yugo según la reivindicación 4, **caracterizada** por el hecho de que cada uno de dichos pies (23, 24) se compone de una pareja de miembros en U (23', 24') paralelos y espaciados que quedan unidos mediante una pluralidad de piezas en U de unión (25), siendo las de la pareja más interior de piezas en U de unión (25') mecánicamente unidas a dichos dos soportes de fijación (11) de dichas traviesas (3, 4) apretadas de uno al otro lado del brazo inferior del núcleo de laminación (32).

6. Estructura de yugo según la reivindicación 1, **caracterizada** por el hecho de que dichas alas laterales de dichos soportes de fijación (11) tienen un perfil trapezoidal con la anchura máxima en correspondencia con el borde de doblamiento a ángulo recto de dichas alas con respecto a la parte que constituye la base plana de los soportes de fijación, y dichos soportes de fijación (11) son introducidos por sobre los respectivos miembros tubulares con la parte que constituye la base plana encarada al plano medio de la altura del núcleo magnético (32).

7. Estructura de yugo según la reivindicación 5, **caracterizada** por el hecho de que dichas uniones mecánicas son establecidas mediante cuatro adicionales soportes de fijación (11') que se introducen por deslizamiento en parejas y al revés a lo largo de los miembros tubulares (9) de una (3) y la otra (4) traviesa de carga, respectivamente, e intercalando sus alas laterales paralelas con las alas laterales de dichos dos soportes de fijación (11) fijados en posición.

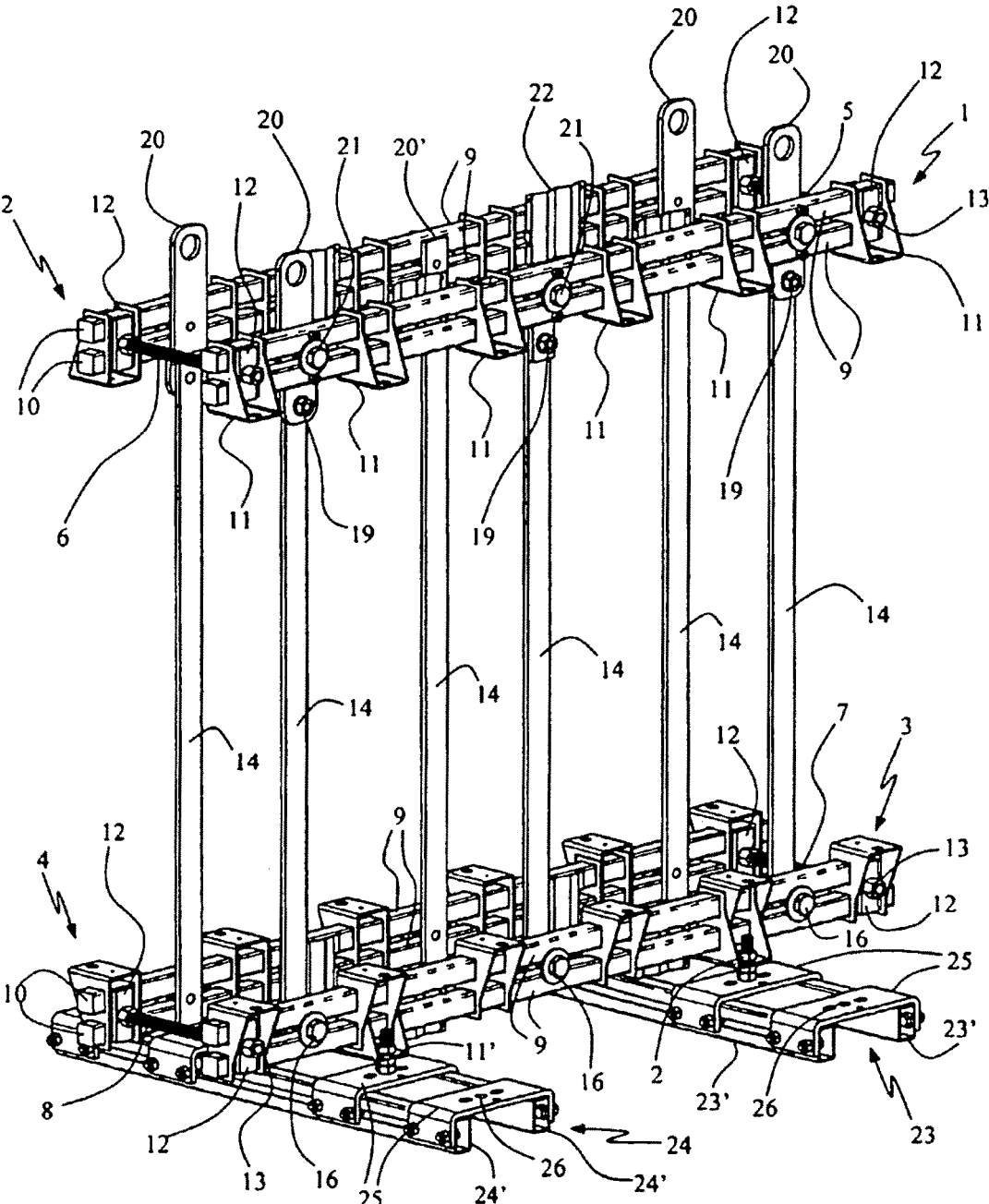


FIG. 1

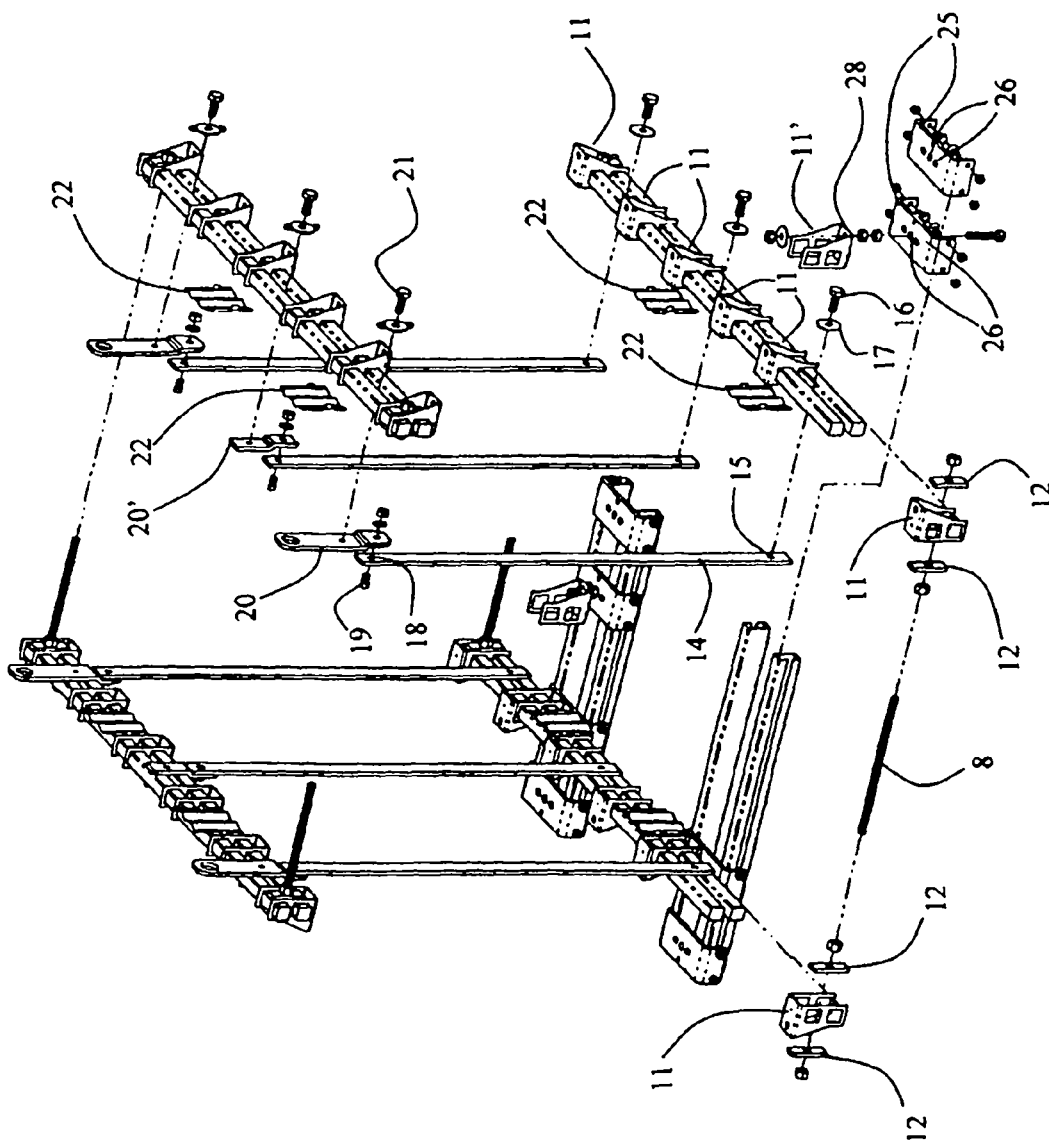


FIG. 2

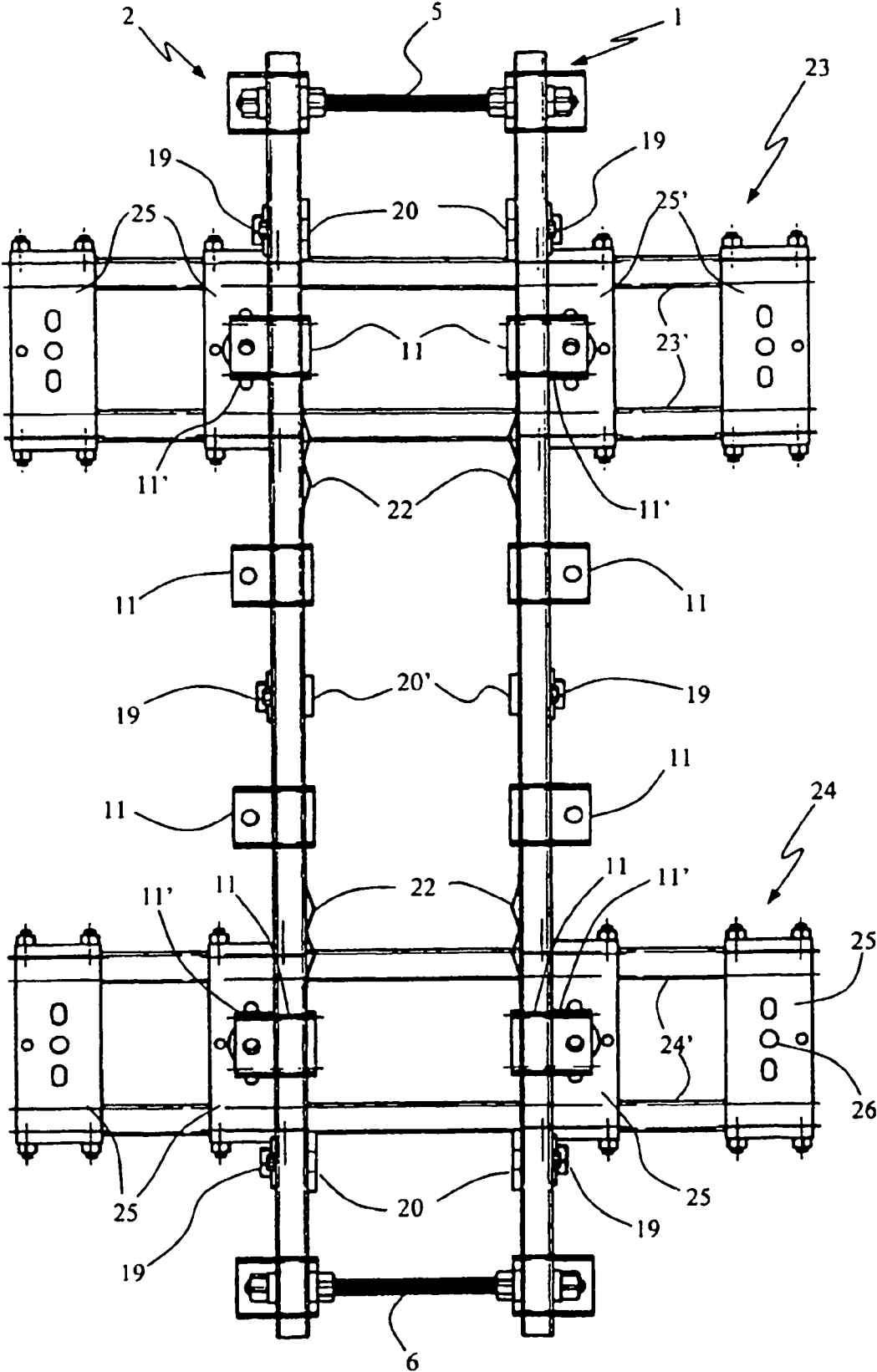


FIG. 3



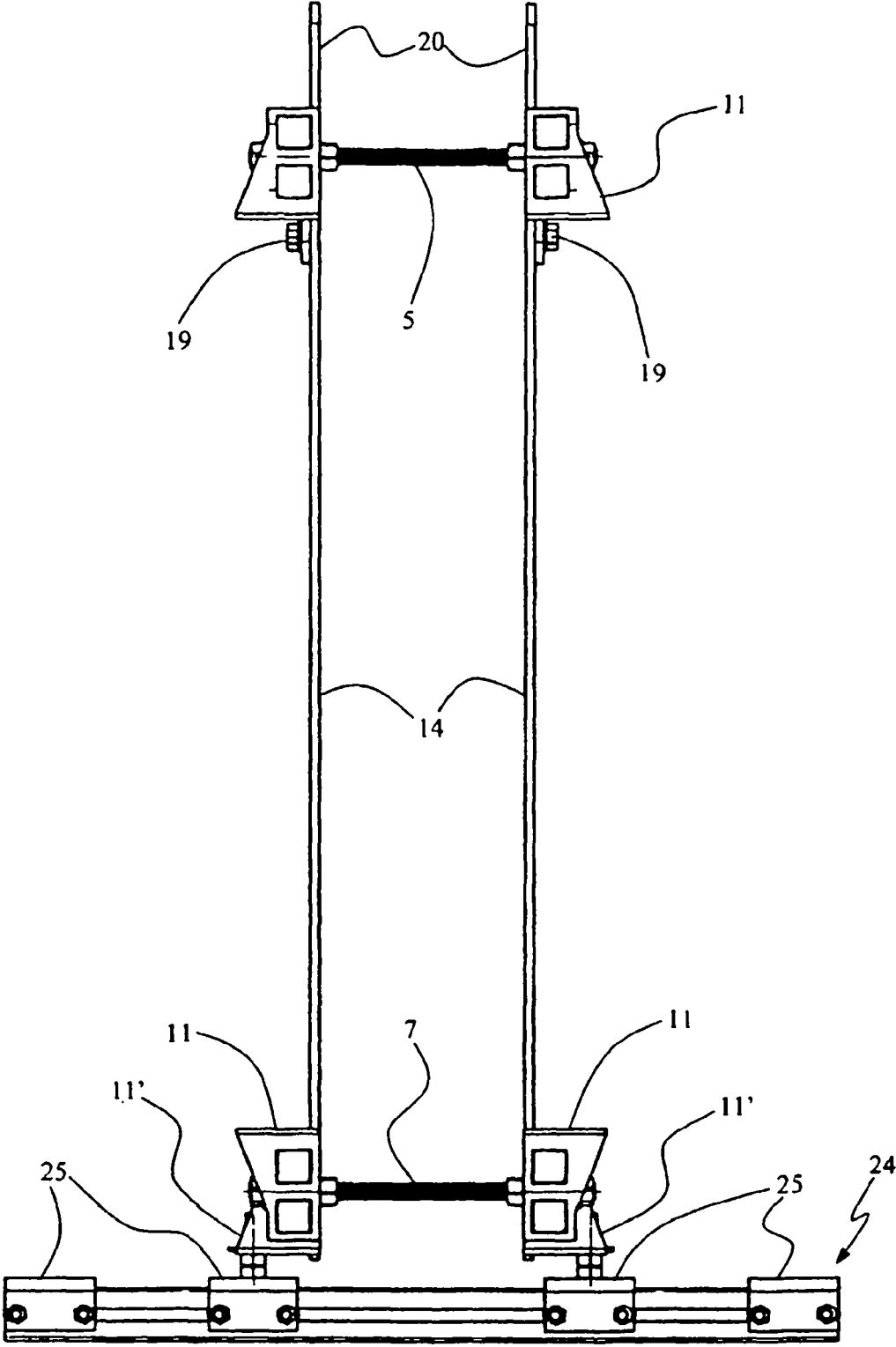


FIG. 5

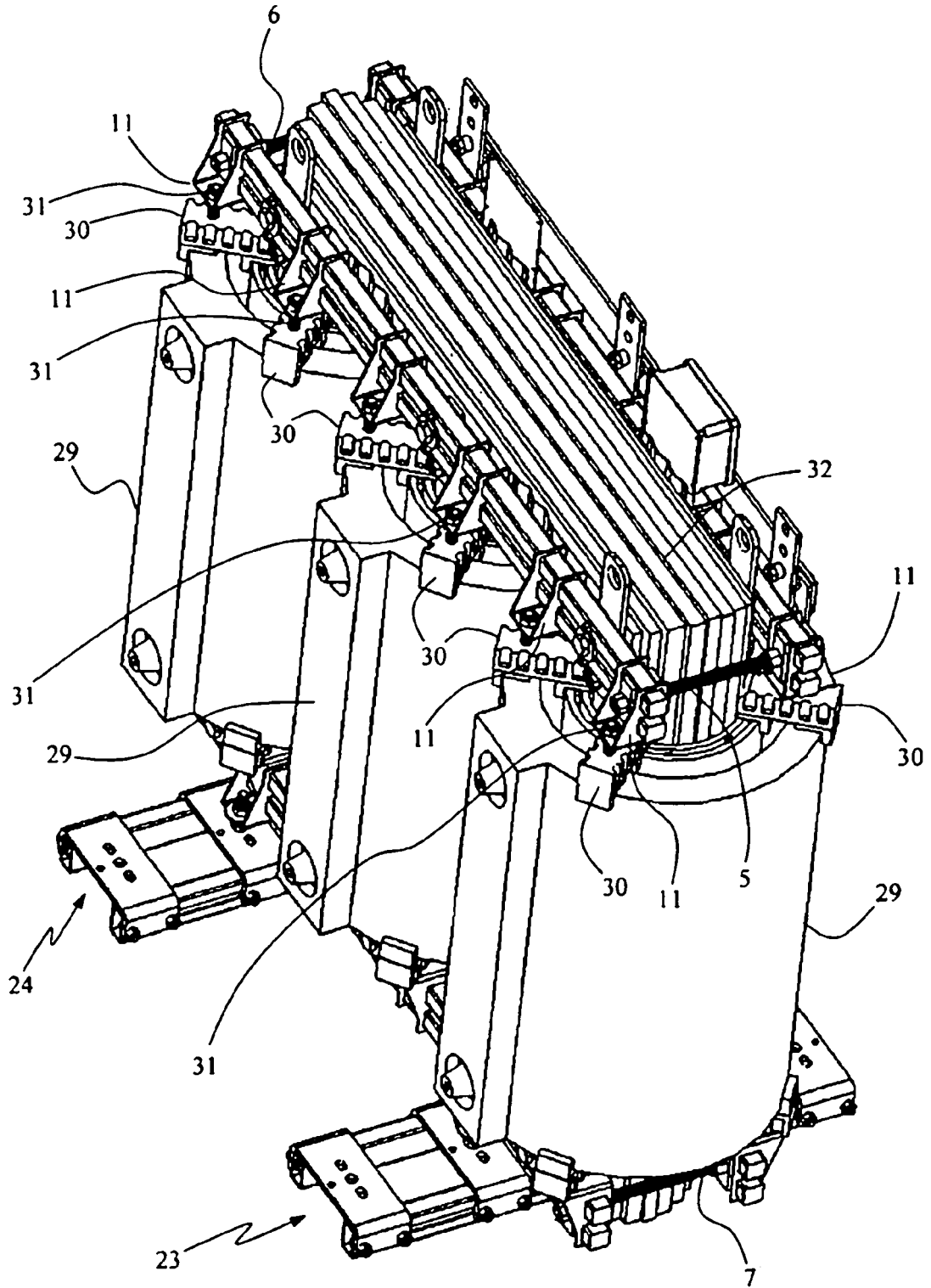


FIG. 6

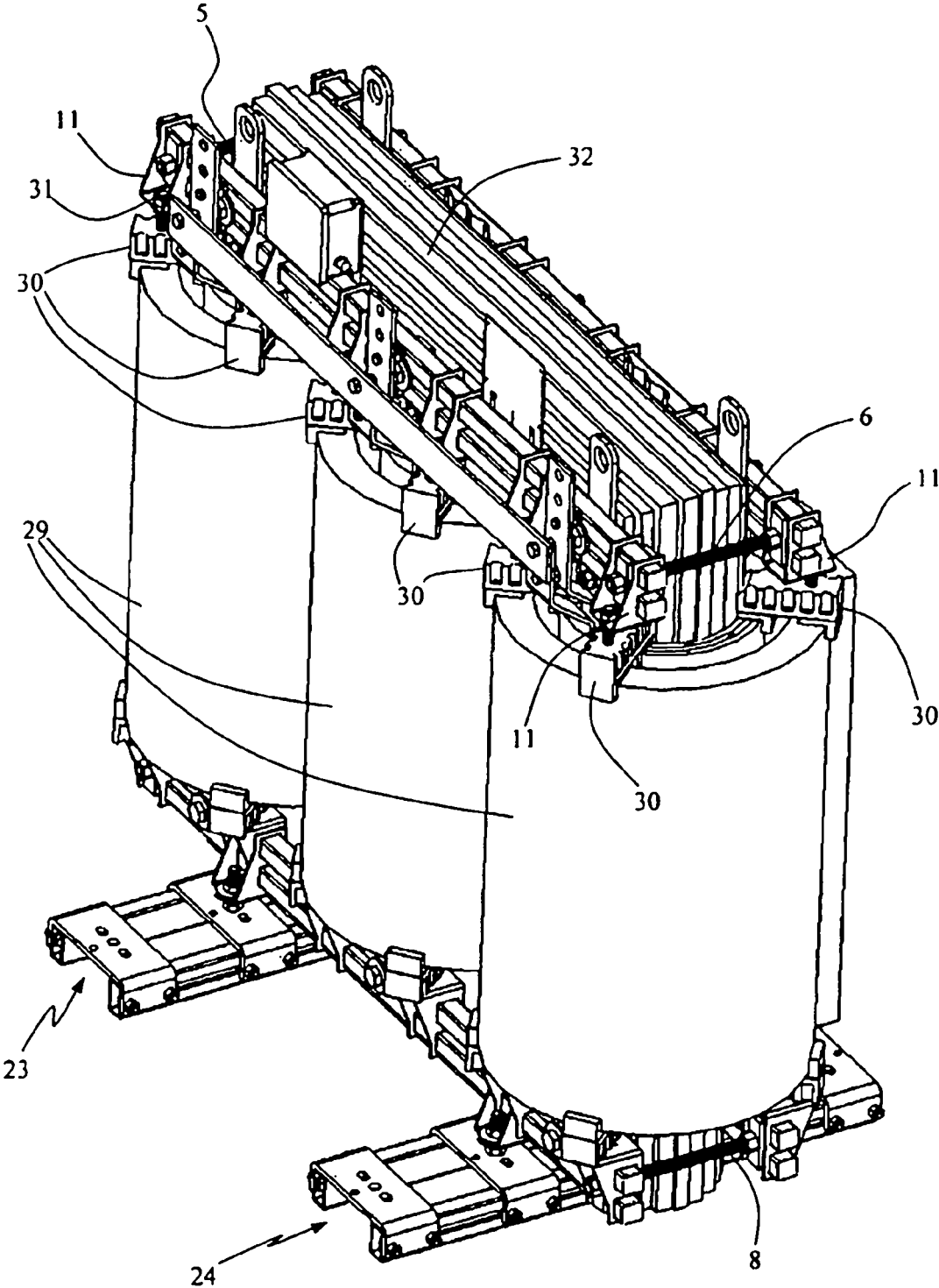


FIG. 7

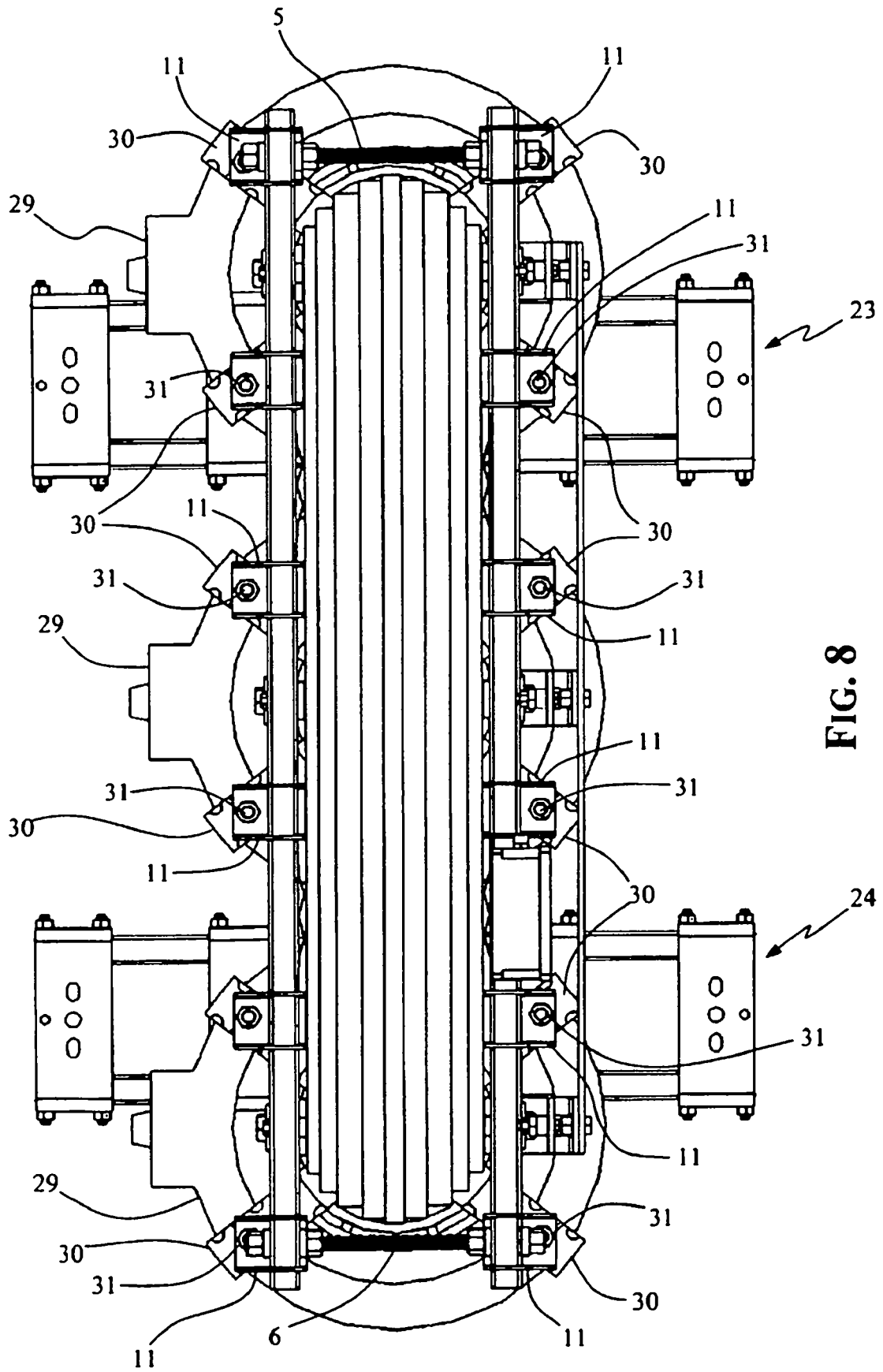


FIG. 8