

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 375 383**

51 Int. Cl.:
E04G 21/04 (2006.01)
G01M 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07012356 .7**
96 Fecha de presentación: **25.06.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **1873328**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.01.2008**

54 Título: **BANCO DE PRUEBAS PARA BRAZOS DE DISTRIBUCIÓN DE HORMIGÓN Y PROCEDIMIENTO DE PRUEBA PARA SOMETER A PRUEBA TALES BRAZOS DE DISTRIBUCIÓN.**

30 Prioridad:
28.06.2006 IT MI20061249

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
29.02.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
29.02.2012

73 Titular/es:
CIFA S.P.A.
VIA STATI UNITI D'AMERICA 26
20030 SENAGO, MILANO, IT

72 Inventor/es:
Cipolla, Davide;
Pirri, Nicola;
Cortellini, Mauro;
Resta, Ferruccio y
Tosi, Alessandro

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 375 383 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

Banco de pruebas para brazos de distribución de hormigón y procedimiento de prueba para someter a prueba tales brazos de distribución

5 La presente invención se refiere a un banco de pruebas para brazos de distribución de hormigón, del tipo que se usa, por ejemplo, en bombas móviles montadas en vehículo. La invención también se refiere a un procedimiento para llevar a cabo la prueba sobre un brazo de distribución para la distribución del hormigón.

En la técnica anterior se conoce desde hace algún tiempo la fabricación de brazos de distribución articulados para distribuir hormigón, que comprenden una pluralidad de partes en serie conectadas entre sí de una forma articulada. El brazo puede comprender, por ejemplo, cinco partes diferentes y alcanzar una longitud total de 30 a 40 m.

10 A lo largo de la totalidad de la extensión del mismo, el brazo porta una tubería en el interior de la cual fluye el hormigón que se bombeó para usarse durante el vertido.

La primera parte del brazo se conecta a una torreta que tiene por objeto fijarse al bastidor de un vehículo si el brazo de distribución se asocia con una grúa de vehículo móvil.

15 Durante el transcurso de la vida útil del brazo, que puede ser de alrededor de 10 años, el brazo funciona durante numerosos ciclos de distribución de hormigón. Los varios componentes del brazo se someten a una secuencia cíclica de esfuerzos mecánicos.

Durante el vertido, el brazo puede configurarse de varias formas, con unas posiciones diferentes que se extienden para ser capaces de adaptarse a las varias necesidades que pueden surgir en el sitio de trabajo. Con cada configuración de vertido una carga mecánica diferente sobre el brazo se corresponde.

20 En el caso de defectos de construcción, para algunas configuraciones de operación a continuación de un cierto número de ciclos de trabajo, pueden ocurrir fallos estructurales de la estructura de brazo, en particular en el nivel de las articulaciones, con unas consecuencias muy negativas tanto en términos de la productividad de máquina y de la seguridad del operario.

25 El objeto general de la presente invención es superar las desventajas que se mencionan anteriormente, proporcionando un banco de pruebas para brazos de distribución de hormigón que sea capaz de someter a pruebas el brazo de una forma tal que se garantiza un funcionamiento efectivo y fiable a través de la totalidad de la vida útil del mismo.

30 Un objeto adicional de la invención es la provisión de un procedimiento rápido y económico para someter a prueba un brazo de distribución que posibilita que se garantice un funcionamiento efectivo y fiable del mismo a través de la totalidad de la vida útil del mismo.

35 A la vista del presente objeto, se ha decidido diseñar, de acuerdo con la invención, un banco de pruebas para brazos de distribución de hormigón del tipo que comprende una pluralidad de partes en serie conectadas entre sí de una forma articulada, conectándose una parte de extremo del brazo de una forma articulada a una torreta del brazo, comprendiendo el banco de pruebas una estructura de soporte sobre la que puede fijarse la torreta del brazo durante la prueba y unos medios de forzado activo adecuados para la aplicación de al menos una fuerza transversal con respecto al brazo que se está sometiendo a prueba, para generar un momento de flexión previamente establecido en al menos una sección de referencia del brazo.

40 De acuerdo aún con la invención, se ha decidido proporcionar un procedimiento para someter a prueba un brazo de distribución de hormigón del tipo que comprende unas partes en serie conectadas entre sí de una forma articulada, conectándose una parte de extremo de una forma articulada a una torreta del brazo, comprendiendo el procedimiento las etapas de proporcionar un banco de pruebas que comprende una estructura de soporte, fijar dicha torreta a dicha estructura de soporte y aplicar al brazo de una forma cíclica al menos una fuerza que es transversal a la extensión del brazo extendido, con el fin de dar lugar a un momento de flexión previamente establecido en al menos una sección de referencia del brazo.

45 Con el fin de hacer la explicación de los principios innovadores de la presente invención y las ventajas de la misma más claras en comparación con la técnica anterior, con la ayuda de los dibujos adjuntos, se dará a conocer a continuación una realización posible a modo de ejemplo. En los dibujos:

- 50 - la figura 1 es una vista lateral de un banco de acuerdo con la invención durante la fase de forzado de la última articulación del brazo de distribución,
- la figura 2 es una vista lateral adicional del banco de pruebas de la figura precedente, configurado para forzar la penúltima articulación del brazo,
- la figura 3 es otra vista del banco de las anteriores figuras, configurado para forzar la articulación del brazo entre la primera parte y la torreta,
- 55 - la figura 4 muestra una vista lateral del banco de pruebas configurado para la aplicación de varias fuerzas

- activas sobre el brazos de forma simultánea,
- la figura 5 es una vista detallada de una articulación del brazo de distribución,
- la figura 6 es una vista en planta de una realización alternativa de un banco de pruebas de acuerdo con la invención.

5 Con referencia a las figuras, en la figura 1 se muestra un banco 11 de pruebas en una fase de pruebas de un brazo 12 de distribución para la distribución del hormigón.

El brazo 12 comprende cinco partes 14 – 18, que se conectan en serie de una forma articulada por medio de unas articulaciones 20 - 23. En particular, la articulación 20 conecta la primera parte 14 a la segunda parte 15, la articulación 21 conecta la segunda parte 15 a la tercera parte 16, y así sucesivamente hasta la articulación 23, que conecta la cuarta parte 17 a la última parte 18.

La primera parte 14 se conecta a una torreta 13 por medio de una articulación 19.

El brazo 12, que se fabrica de por sí de acuerdo con la técnica anterior, soporta una tubería de distribución para la distribución del hormigón a lo largo de la totalidad de la extensión del mismo (que no se muestra en la figura) y que puede tener una longitud de unas pocas docenas de metros (de hasta 30 a 40 m).

15 La figura 5 muestra un alargamiento de la articulación 22, como un ejemplo de una articulación conocida que se usa para la conexión de unas partes adyacentes del brazo.

La articulación 22 comprende una articulación 38 entre la parte 16 y la parte 17, transversal a la extensión del brazo. Una varilla 36 de conexión se conecta en un lado a la parte 16 y en el otro lado al elemento 37, que está articulado sobre la parte 17 y sobre el pistón del cilindro 35 de accionamiento de la forma que se muestra en la figura. El cilindro 35 se conecta entre el elemento 37 y la parte 16 para hacer que la parte 17 gire con respecto a la parte 16 alrededor de la articulación 38.

Las varias articulaciones del brazo posibilitan que las rotaciones recíprocas de las partes alrededor de los ejes apunten en la misma dirección, de acuerdo con unas técnicas conocidas.

25 El banco 11 de pruebas comprende una estructura 24, 40 de soporte a la que se conectan la torreta 13 del brazo y también otros medios 25 de forzado activo, que son adecuados para la aplicación de una fuerza que es transversal al brazo 12. La fuerza activa se aplica de una forma tal que se genera a lo largo del brazo un momento de flexión con el eje en paralelo al eje de rotación de las articulaciones.

Los medios de forzado activo comprende al menos un accionador 27 que se conecta de forma mecánica durante la prueba entre la estructura de soporte y el brazo que va a someterse a prueba.

30 La estructura de soporte comprende un riel 24 recto a un extremo del que se conecta la torreta 13, que se extiende en paralelo al brazo 12.

De acuerdo con una realización de la invención, el brazo 12, durante la fase de pruebas, se mantiene en horizontal.

El riel 24 se ancla preferentemente a una base 40 fabricada de un vertido de hormigón armado y se dimensiona con el fin de soportar el esfuerzo que se extiende desde el brazo hasta el riel 24 durante la prueba.

35 El accionador 27 se conecta de forma mecánica entre una sección previamente establecida del brazo 12 y la estructura de soporte del banco de pruebas (en particular el riel 24).

El accionador 27 puede fabricarse de acuerdo con cualquier técnica conocida, por ejemplo, con un cilindro hidráulico o con un accionador electromecánico. Puede usarse también un motor giratorio fijado al riel 24, que es adecuado para tensar un tirante anclado sobre el brazo.

40 De forma ventajosa, el accionador 27 aplica al brazo una fuerza dirigida en vertical hacia arriba. Tal como se observa, esta solución posibilita que el esfuerzo de tracción se limite en el acoplamiento de la torreta 13 a la estructura de soporte 24 - 40 para algunas configuraciones de prueba, como la que se muestra en la figura 1. Esto posibilita que se limite el coste, que está vinculado a las dimensiones de la estructura de soporte del banco 11 de prueba.

45 El brazo de distribución de hormigón ha de tener una vida útil de varios años, habitualmente de aproximadamente diez años.

A lo largo de la vida útil del brazo, éste afronta una secuencia de ciclos de funcionamiento. Durante cada ciclo de funcionamiento, dependiendo de los requisitos de funcionamiento del sitio de trabajo, el brazo se extiende y se configura de una forma diferente y por lo tanto experimenta unos esfuerzos mecánicos diferentes, debido tanto al peso del mismo como al peso del hormigón que se bombea en la canalización de distribución.

En un brazo articulado del tipo que se usa en el campo en cuestión, la mayor parte de los puntos mecánicamente

críticos son las articulaciones. Cada articulación puede estar sometida a esfuerzos al usarse en ambas direcciones, es decir, con unos momentos de flexión en unas direcciones diferentes.

5 Se ha encontrado, por lo tanto, que es particularmente ventajoso realizar la prueba de brazo dando lugar a un momento de flexión previamente establecido de forma cíclica en una sección de referencia del brazo cerca de las articulaciones, de una forma tal que se hace que el esfuerzo de flexión varíe de forma cíclica entre un valor positivo (que tiende a cerrar la articulación en la dirección de flexión del brazo) y un valor negativo (que tiende a abrir la articulación).

Por ejemplo, la sección de referencia en la que se desea obtener un esfuerzo cíclico previamente establecido puede ser la sección 18a de la parte 18 para la articulación 23 en la figura 1.

10 La fuerza que se impone mediante los medios 25 de forzado activo es tal que se hace que el momento de flexión en la sección de referencia cerca de la articulación (o las articulaciones) oscile entre dos valores previamente establecidos, unos valores mutuamente opuestos de forma ventajosa. La frecuencia de oscilación del esfuerzo puede estar comprendida entre 0,01 Hz y 10 Hz, preferentemente entre 0,05 y 2 Hz, dependiendo de la configuración de prueba que se desea poner en práctica.

15 La prueba se lleva a cabo en seco, es decir, en ausencia de hormigón en las tuberías de distribución.

Los valores máximos del momento de flexión total en las dos direcciones opuestas sobre las varias articulaciones durante la prueba pueden estar comprendidos entre aproximadamente un 70 % y un 120 % del valor máximo que la articulación puede tener que soportar en la práctica en la configuración de máximo esfuerzo mecánico (es decir, con el brazo extendido en horizontal).

20 En el ejemplo de la fase de pruebas que se muestra en la figura 1, la articulación 23 se somete a prueba colocando un único accionador 27 a la altura de la quinta parte 18 (cerca del centro de gravedad del mismo) y un elemento 26 de conexión (una varilla) a la altura de la parte adyacente precedente en la dirección de la torreta 13.

El accionador 27 se fija al riel 24 a través de unos medios 28 de fijación ajustables y al brazo a través de unos medios 29 de fijación.

25 De forma similar, la varilla 26 se fija al riel 24 y a la parte 17 con unos medios 30, 31 de fijación similares.

Los extremos del cilindro 27 y de la varilla 26 se conectan al riel y al brazo a través de una articulación con un eje que es transversal a la extensión del brazo. En el caso de deformación del brazo durante la prueba, posiblemente de esta forma la inclinación del cilindro 27 y de la varilla 26 puede variar ligeramente.

30 El accionador 27 aplica una fuerza F_5 en vertical orientada hacia arriba a la parte 18, con el fin de generar sobre la sección 18a de referencia un momento de flexión M_5 orientado en la dirección que se muestra en la figura, es decir, en una dirección negativa que tiende a abrir la articulación.

Con el fin de obtener el momento global sobre la sección de referencia, ha de añadirse al momento M_5 generado por la fuerza activa el momento de flexión siempre presente sobre la sección 18a debido al peso del brazo en una posición horizontal.

35 La fuerza activa aplicada por los medios de forzado activo varía entre un valor máximo y un valor de cero durante un ciclo de pruebas.

En ausencia de la fuerza F_5 en la sección 18a, se obtiene exclusivamente el momento de flexión positivo M_{5P} (que no se muestra) que se debe al peso de la parte 18 en la dirección opuesta M_5 , que se aplica por la fuerza activa.

40 Por lo tanto, durante la prueba, el momento con el que la articulación 23 se somete a esfuerzos varía de forma cíclica entre M_{5P} y $(M_{5P} - M_5)$. El valor M_5 puede ser mayor que M_{5P} , de una forma tal que se simula un esfuerzo opuesto que la articulación puede soportar en unas condiciones de funcionamiento determinadas del brazo.

De forma ventajosa, la prueba puede implicar más de 50.000 ciclos de forzado, por ejemplo, 100.000. En cada ciclo, la fuerza previamente establecida aplicada por los medios de forzado activo adopta la forma de una curva sinusoidal.

45 La frecuencia de prueba para la única articulación sometida a prueba como en la figura 1 puede ser igual a 0,5 Hz, con un tiempo de prueba total de aproximadamente 3 días. Ha de observarse que la gran frecuencia de prueba que es posible se debe a la baja deformación que experimenta el brazo con la configuración de prueba de la figura 1, que posibilita que se alcance una condición de estabilidad en un corto tiempo a partir del momento en el que se aplica la fuerza activa.

50 La presencia del elemento 26 de conexión posibilita que la propagación del esfuerzo de flexión sobre las partes aguas arriba de la articulación se limite durante la fase de pruebas (en el caso de la figura 1, la articulación 23). La deformación total del brazo se reduce particularmente y también la carrera del accionador 27 se reduce con la misma.

ES 2 375 383 T3

- Una vez que se ha llevado a cabo la prueba sobre la articulación 23, aplicando una fuerza oscilante durante tres días consecutivos, la posiciones del accionador 27 y del elemento 26 de conexión se registran de una forma tal que se obtiene la configuración que se muestra en la figura 2, en la que el banco 11 de pruebas está configurado para someter a prueba la articulación 22. El accionador 27 se aplica en el centro de gravedad de la parte 17 y la varilla 26 de conexión al centro de gravedad de la tercera parte 16.
- El accionador aplicará una fuerza de orientación hacia arriba F_4 para generar un momento de flexión M_4 en la sección 17a del brazo inmediatamente aguas abajo de la articulación 22. La fuerza F_4 tiene una fuerza mayor que la fuerza F_5 . De hecho, el momento de flexión M_{4P} debido al peso de las partes aguas abajo de la sección 17a es mayor que M_{5P} , de tal modo que, con el fin de generar un momento de flexión invertido (o negativo) sobre la articulación, es necesaria una fuerza más intensa.
- Exclusivamente a modo de ejemplo, con el fin de dar un orden de magnitud, la fuerza F_5 puede ser la misma que 10 kN, mientras que F_4 puede ser la misma que 25 kN, para un brazo con cinco partes que tiene una longitud de aproximadamente 30 a 35 metros, como el que se muestra en la figura.
- También en este caso, la frecuencia del ciclo de aplicación de la fuerza puede ser de 0,5 Hz para 100.000 ciclos y 3 días de pruebas.
- De forma similar, en primer lugar la articulación 21 y a continuación la articulación 20 se someten a prueba, naturalmente con una fuerza de mayor intensidad con el fin de compensar el mayor momento de flexión inducido por el peso de las partes aguas abajo de las articulaciones que se están sometiendo a prueba.
- Como una última fase de la prueba, se somete a prueba la articulación 19 entre la torreta 13 y la primera parte del brazo 14 (la figura 3).
- En este caso, no es necesario aplicar el elemento 26 de conexión, sino que es suficiente con disponer el accionador 27 en el centro de gravedad de la primera parte 14, tal como se muestra en la figura 3.
- Este procedimiento de prueba posibilita que las varias articulaciones se sometan a prueba por separado, lo que evita un fallo de una de las mismas comprometa las pruebas de las articulaciones restantes. La duración total de la prueba es de aproximadamente 15 días, 3 días para cada articulación del brazo.
- Alternativamente, es posible proporcionar varias configuraciones de los medios de forzado activo, por ejemplo, la que se muestra en la figura 4.
- En este caso, los medios de forzado comprenden cinco accionadores 127, cada uno similar al accionador 27 que se da a conocer previamente.
- La estructura de soporte del banco 111 comprende un riel 124 que es similar al riel 24 del banco 11 de pruebas y una base 140 de hormigón armado sobre la que se ancla el riel 124.
- Las cinco fuerzas activas se eligen de una forma tal que se da lugar a unos momentos de flexión a las secciones de referencia inmediatamente por debajo de las cinco articulaciones 19 - 23 que aligeran la carga sobre las articulaciones debido al peso del brazo, hasta que los momentos de flexión se invierten con una intensidad previamente establecida.
- Cuando las fuerzas han cesado, las articulaciones se someten sólo al esfuerzo debido al peso del brazo.
- La deformación que sufre el brazo 12 es en este caso mayor en la misma medida en la que ha de reducirse de forma adecuada la frecuencia de prueba (por ejemplo, de hasta 0,1 Hz). Por lo tanto, se requieren aproximadamente 12 días para ejecutar 100.000 ciclos. No obstante, no se necesita realizar varias puestas a punto, y no se necesita ajustar la posición de los accionadores y de las conexiones, tal como ocurre con el procedimiento de prueba que se da a conocer con referencia a las figuras 1 a 3.
- Las cinco fuerzas se aplican de forma similar y todas las cinco articulaciones se someten a prueba en una única fase de pruebas.
- La frecuencia y la intensidad de las fuerzas activas aplicadas por los accionadores se controla de forma ventajosa a través de unos medios 60 de control electrónico, fabricados de acuerdo con unos procedimientos conocidos de por sí y que se muestran de forma esquemática en la figura 2.
- Los medios de control pueden disponerse para almacenar varios perfiles de esfuerzo, dependiendo del tipo de prueba que se desee llevar a cabo, y en particular en función de la ubicación de las fuerzas activas y el número de las mismas. El perfil de aplicación de la fuerza durante cada ciclo de pruebas puede configurarse de varias formas, como una etapa o también con otros patrones.
- Para cada uno de los accionadores de banco de pruebas, el sistema 60 de control puede recibir unas señales de carga y de carrera que detectan unos sensores adecuados del accionador. Con este sistema de control, es también

posible, alternativamente, dar al accionador una carrera (o movimiento) o una ley de cargas (o de fuerzas). Es posible establecer unas leyes de control sinusoidal con una anchura constante, o unas leyes generales a lo largo del tiempo.

5 Se entiende completamente que el "riel rectilíneo" (que se indica previamente como 24) se entiende en el presente documento que es cualquier estructura rectilínea que sea adecuada para anclarse al suelo y posibilitar la conexión de los accionadores.

10 En el ejemplo en la figura 6, se muestra una vista desde arriba de una realización alternativa de un banco 211 de pruebas. En este caso, el riel 224 de la estructura de soporte del banco se fabrica de unas placas ancladas al suelo y se dispone en una doble fila en paralelo al brazo 12. Al riel 224 se conecta una estructura 271 de conexión a la que se fija el accionador 227, de forma similar a los accionadores que ya se han dado a conocer previamente. La estructura 271 de conexión comprende unas guías que son transversales al brazo que se está sometiendo a prueba, para posibilitar que la posición del accionador se ajuste de forma transversal. Una estructura 270 de conexión similar se dispone entre el elemento 226 de conexión y el riel 224.

15 En este punto es evidente cómo se han logrado los objetos de la presente invención. En particular, se ha previsto un banco de pruebas que es capaz de llevar a cabo unas pruebas sobre unos brazos de distribución de hormigón de una forma rápida, simple y económica, garantizando la plena fiabilidad del brazo, a partir de un punto de vista mecánico, para la totalidad de la duración de la vida útil del mismo.

Se ha previsto adicionalmente un procedimiento de prueba rápido y económico, que posibilita que la gran fiabilidad del brazo se garantice para la totalidad de la duración de la vida útil del mismo.

20 Naturalmente, la descripción de una realización que se realiza anteriormente, que aplica los principios innovadores de la presente invención, se da sólo a modo de ejemplo de tales principios innovadores y, por lo tanto, no ha de interpretarse que limita lo que se reivindica en el presente documento.

25 Por ejemplo, el banco de pruebas puede usarse también para someter a prueba unos brazos con un número de partes menor. Alternativamente, pueden usarse de forma simultánea dos fuerzas activas, en lugar de una o cinco, tal como se da a conocer previamente. Las fuerzas se eligen de una forma tal que se produce un diagrama de momentos de flexión deseado a lo largo de la extensión del brazo, de una forma tal que se imparte el esfuerzo cíclico previamente establecido a las secciones críticas cerca de las articulaciones.

Naturalmente, el brazo de distribución que va a someterse a prueba puede fabricarse también de una forma diferente de la forma que se da a conocer anteriormente.

30

REIVINDICACIONES

- 5 1. Banco de pruebas para brazos de distribución de hormigón del tipo que comprende una pluralidad de partes (14 - 18) en serie conectadas entre sí de una forma articulada conectándose una parte de extremo del brazo de una forma articulada a una torreta (13) del brazo, comprendiendo el banco (11) de pruebas una estructura (24, 40) de soporte a la que puede fijarse la torreta del brazo durante la prueba y unos medios (25) de forzado activo adecuados para la aplicación de al menos una fuerza transversal ($F_1 - F_5$) con respecto al brazo que se está sometiendo a prueba para generar un momento ($M_1 - M_5$) de flexión previamente establecido en al menos una sección (14a - 18a) de referencia del brazo.
- 10 2. Banco de pruebas de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** dichos medios (25) de forzado comprenden al menos un accionador (27) adecuado para su conexión de forma mecánica entre dicho brazo y dicha estructura de soporte durante la prueba.
- 15 3. Banco de pruebas de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado porque** dicha estructura de soporte comprende un riel (24) rectilíneo, estando dicho accionador (27) conectado durante la prueba entre dicho riel (24) y el brazo que va a someterse a prueba.
- 20 4. Banco de pruebas de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado porque** dicha torreta del brazo (13) se conecta a un extremo de dicho riel (24) durante la prueba.
- 25 5. Banco de pruebas de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado porque** dicho riel (24) se dispone en horizontal.
- 30 6. Banco de pruebas de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado porque** dicho accionador (27) se fija al riel (24) de una forma ajustable.
- 35 7. Banco de pruebas de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado porque** la estructura de soporte es adecuada para soportar, durante la prueba, el brazo extendido casi en paralelo a dicho riel (24).
- 40 8. Banco de pruebas de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado porque** dicho riel (224) consiste en una pluralidad de placas adyacentes ancladas al suelo.
- 45 9. Banco de pruebas de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado porque** dichos accionadores se conectan a una estructura (271) de conexión anclada sobre el riel (224), teniendo la conexión entre el accionador y la estructura (271) de conexión una posición que puede ajustarse de forma transversal a la extensión del brazo.
- 50 10. Banco de pruebas de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la estructura de soporte es adecuada para soportar, durante la prueba, el brazo extendido de una forma rectilínea con una extensión casi en horizontal.
11. Banco de pruebas de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado porque** los medios (25) de forzado son adecuados para la producción de una fuerza ($F_1 - F_5$) de una intensidad tal que se produce una inversión del momento de flexión previamente establecido en dicha sección (14a - 18a) de referencia con respecto al momento de flexión previamente establecido ($M_{1P} - M_{5P}$) debido al peso del brazo con el brazo en horizontal.
12. Banco de pruebas de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado porque** dichos medios (27) de forzado son adecuados para la aplicación al brazo de una fuerza de orientación hacia arriba.
13. Banco de pruebas de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** dichos medios (27) de forzado son adecuados para la aplicación de una fuerza cíclica al brazo, con una frecuencia comprendida entre 0,01 y 10 Hz.
14. Banco de pruebas de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** éste comprende unos medios de conexión (26) entre el brazo y la estructura (24) de soporte adecuados para realizar una conexión que es transversal al brazo en un punto del brazo que se encuentra lejos con respecto a un punto de aplicación de una fuerza activa.
15. Banco de pruebas de acuerdo con las reivindicaciones 3 y 14, **caracterizado porque** dichos medios de conexión comprenden una varilla (26) y unos medios de fijación que fijan los extremos de la varilla respectivamente opuestos al riel y al brazo, pudiendo ajustarse la posición de la varilla a lo largo del riel (24) y el brazo.
16. Banco de pruebas de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado porque** dichos accionadores (26) comprenden un accionador hidráulico o un accionador electromecánico.
17. Banco de pruebas de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado porque** dicho accionador (26) se conecta respectivamente al brazo y al riel a través de una articulación que tiene un eje que es transversal al riel (24).
18. Banco de pruebas de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado porque** dicha estructura (40) de soporte comprende una base de hormigón armado sobre la que se ancla dicho riel (24).

19. Banco de pruebas de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** éste comprende unos medios de control electrónico adecuados para dirigir los medios de forzado activo imponiendo una ley de movimiento de un punto de aplicación de la fuerza sobre el brazo que se está sometiendo a prueba.
- 5 20. Banco de pruebas de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** éste comprende unos medios de control electrónico adecuados para dirigir los medios de forzado activo imponiendo una ley de variación que hace que varíe la intensidad de la fuerza sobre el brazo que se está sometiendo a prueba.
- 10 21. Procedimiento para someter a prueba un brazo de distribución de hormigón del tipo que comprende unas partes (14 - 18) en serie conectadas entre sí de una forma articulada conectándose una parte de extremo de una forma articulada a una torreta (13) del brazo, comprendiendo el procedimiento las etapas de proporcionar un banco (11) de pruebas que comprende una estructura (24, 40) de soporte, fijar dicha torreta (13) a dicha estructura de soporte y aplicar al brazo de una forma cíclica al menos una fuerza ($F_1 - F_5$) que es transversal a la extensión del brazo con el fin de dar lugar a un momento ($M_1 - M_5$) de flexión previamente establecido en al menos una sección de referencia del brazo.
- 15 22. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 21, **caracterizado porque** la fuerza cíclica ($F_1 - F_5$) tiene una frecuencia de aplicación comprendida entre 0,01 Hz y 10 Hz.
23. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 21, **caracterizado porque** éste aplica la fuerza ($F_1 - F_5$) a una parte del brazo y una conexión (26) transversal al brazo en la parte precedente más cerca de la torreta del brazo.
- 20 24. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 23, **caracterizado porque** después de la aplicación de la fuerza cíclica y la conexión que es transversal a los cabezales de una articulación (19 - 23) entre dos partes, el procedimiento se repite de forma secuencial aplicando una fuerza y una conexión a los cabezales de la totalidad de las otras articulaciones (19 - 23) del brazo.
- 25 25. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 21, **caracterizado porque** la fuerza ($F_1 - F_5$) produce en al menos la sección de referencia del brazo (14a - 18a) un momento ($M_1 - M_5$) de flexión previamente establecido para dar al momento de flexión previamente establecido global en esa sección (14a - 18a) unos valores opuestos durante el transcurso de un ciclo de pruebas.
26. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 21, **caracterizado porque** dicha fuerza se aplica al brazo que va a someterse a prueba durante más de 50.000 ciclos, preferentemente durante aproximadamente 100.000 ciclos.
27. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 21, **caracterizado porque** el brazo durante la prueba se extiende en una posición rectilínea sustancialmente horizontal.
- 30 28. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 27, **caracterizado porque** las fuerzas activas ($F_1 - F_5$) se encaran en vertical hacia arriba.
29. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 21, **caracterizado porque** la fuerza activa ($F_1 - F_5$) se aplica en el centro de gravedad de una parte (14 - 18) del brazo.
- 35 30. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 21, **caracterizado porque** la fuerza activa ($F_1 - F_5$) oscila de forma cíclica entre un valor máximo y un valor nulo.
31. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 21, **caracterizado porque** la fuerza activa se aplica al brazo de una forma tal que se generan a lo largo del brazo unos momentos de flexión con un eje en paralelo a un eje de rotación de las articulaciones de brazo.

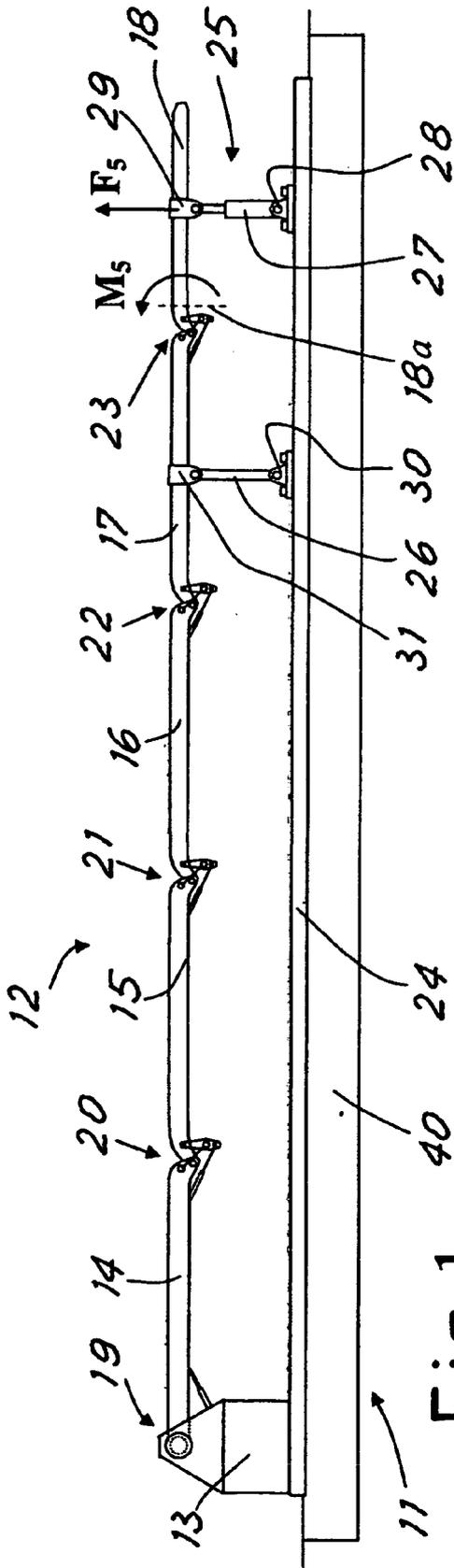


Fig. 1

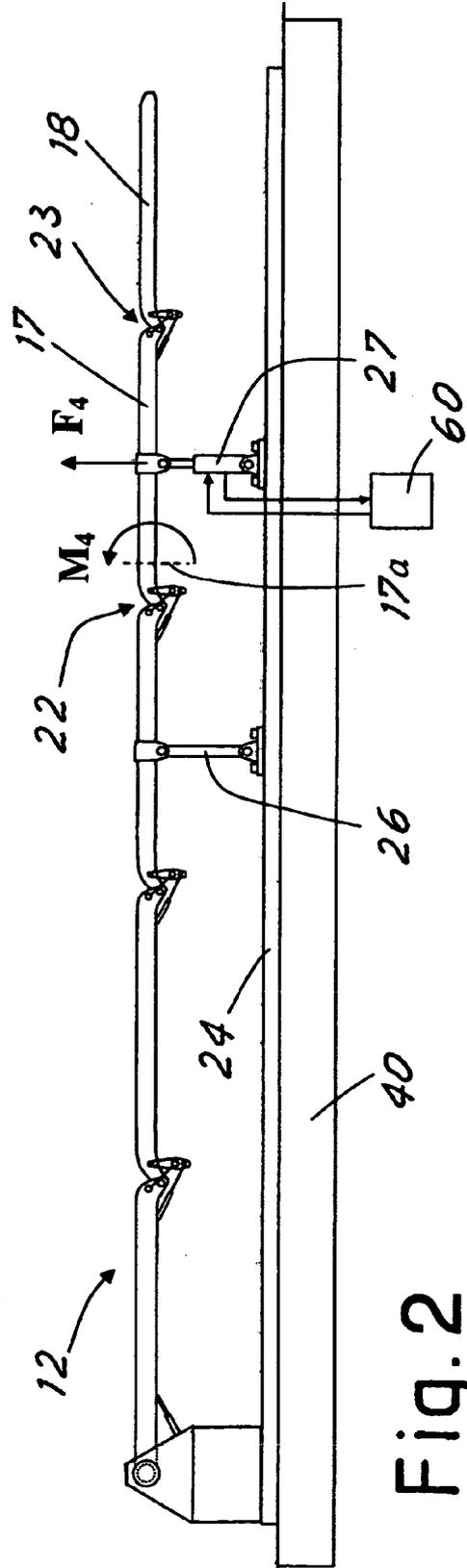


Fig. 2

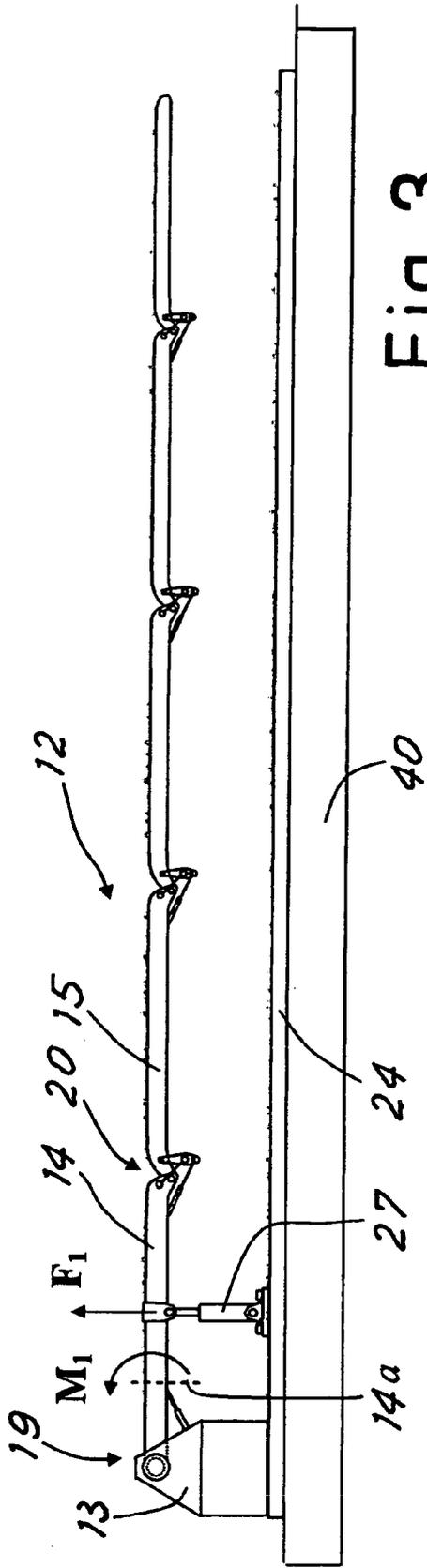


Fig. 3

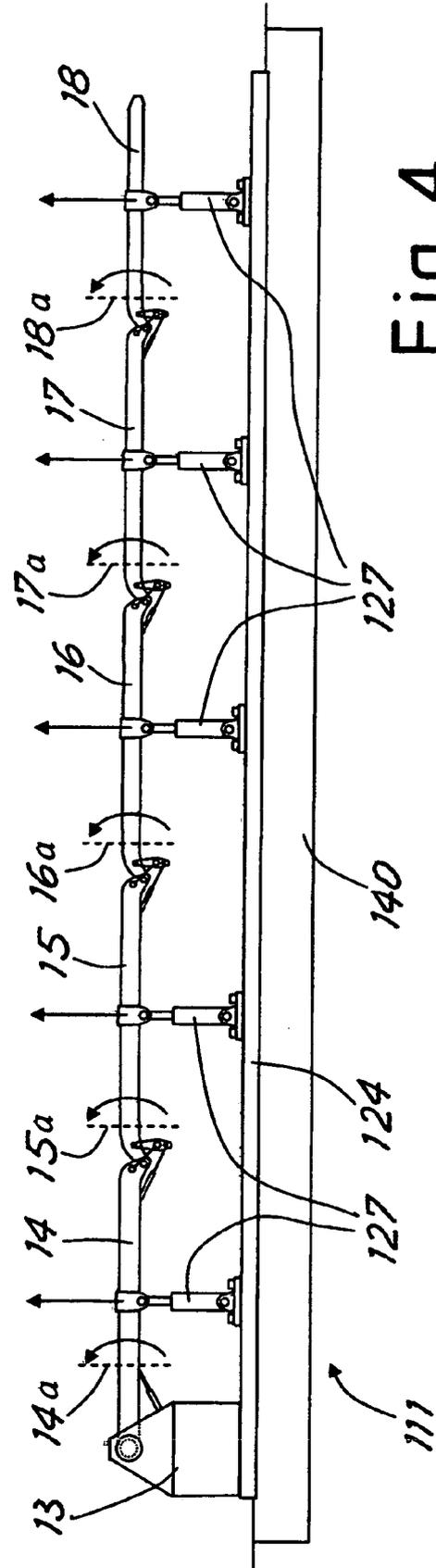


Fig. 4

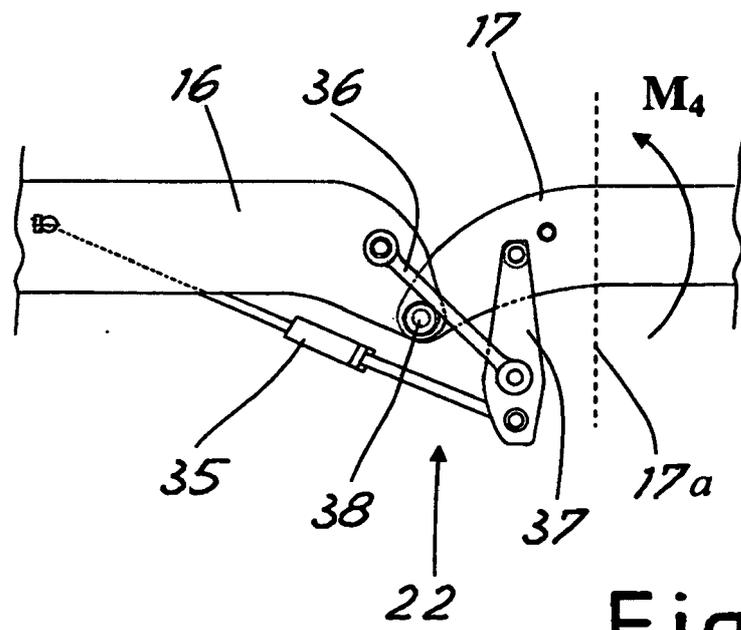


Fig. 5

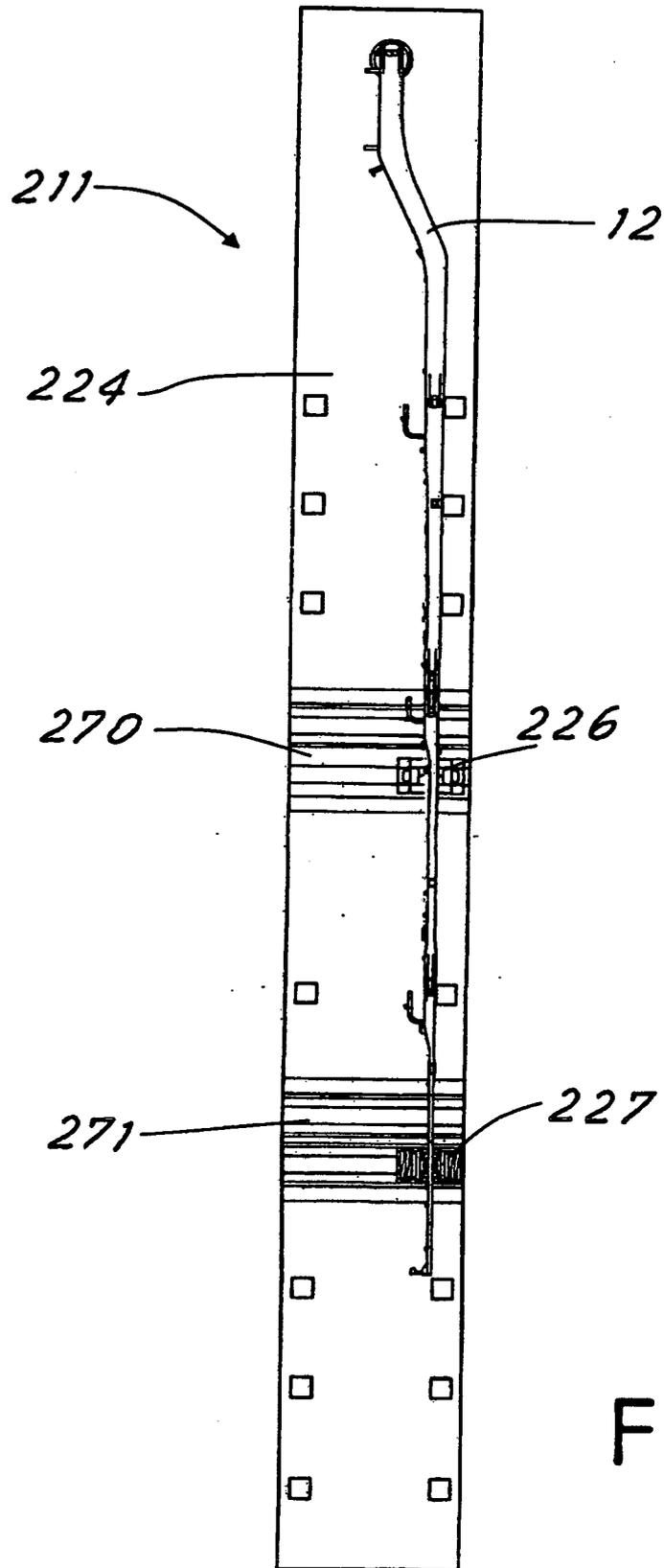


Fig. 6