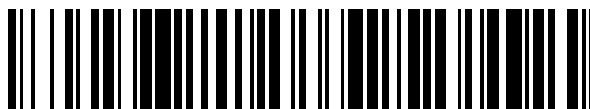


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 952 404**

51 Int. Cl.:

B61B 13/12 (2006.01)
B61L 25/02 (2006.01)
B61D 9/08 (2006.01)
B61L 25/04 (2006.01)
B61L 27/04 (2006.01)
B61D 9/14 (2006.01)
B61G 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.03.2015** **PCT/CA2015/050252**
87 Fecha y número de publicación internacional: **14.01.2016** **WO16004517**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.03.2015** **E 15819223 (7)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.06.2023** **EP 3167120**

54 Título: **Sistema de circuito de volcado de transporte ferroviario para transportar materiales a granel**

30 Prioridad:

08.07.2014 US 201462021905 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
31.10.2023

73 Titular/es:

RAIL-VEYOR TECHNOLOGIES GLOBAL INC.
(100.0%)
129 Fielding Road
Lively, Ontario P3Y 1L7, CA

72 Inventor/es:

FISK, JAMES EVERRETT;
FANTIN, PATRICK WALTER JOSEPH;
MCCALL, WILLIAM JOHN;
NIEMEYER, DAVID WILHELM;
REAY, CURTIS RON;
ZANETTI, ERIC BENJAMIN ALEXANDER y
HELLBERG, ESKO JOHANNES

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 952 404 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

Sistema de circuito de volcado de transporte ferroviario para transportar materiales a granel

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere, de forma general, a un sistema de transporte ferroviario sin accionamiento interno y, en particular, a un circuito de volcado y componentes del mismo, de un sistema de transporte ferroviario para transportar materiales a granel.

10 Antecedentes

Los métodos y disposiciones para trasladar materiales a granel en trenes convencionales, camiones, cintas transportadoras, teleféricos de carga, o como suspensión en una tubería, son bien conocidos y se utilizan de forma típica en diversas industrias debido a las necesidades específicas del sitio o a la experiencia. En las industrias de minerales y agregados, por ejemplo, los materiales a granel se trasladan de los sitios mineros o de extracción a una instalación de procesamiento, para su mejora o su dimensionamiento. Durante muchos años, los camiones han sido el medio preferido para el traslado de materiales a granel. Los camiones se hicieron más grandes para vehículos todoterreno debido a su eficiente transporte de materiales a granel y su mayor capacidad. Sin embargo, estos vehículos se limitan a aplicaciones específicas del sitio y se suministran con un alto coste de capital. Los principales camiones todoterreno que se han desarrollado requieren vías muy anchas para adelantarse entre sí, no son energéticamente eficientes por tonelada-milla de material transportado, tienen una capacidad limitada para subir pendientes, y son peligrosos debido al potencial de error del operario, además de ser vecinos desagradables desde el punto de vista medioambiental.

Los trenes se han utilizado durante muchos años para el transporte de material a granel en vagones tolva. Debido a su baja fricción, el uso de ruedas de hierro o acero de rodadura libre sobre vías de acero, son usuarios energéticamente muy eficientes, pero tiene una capacidad limitada en cuanto a los motores o locomotoras que requieren. Los trenes largos de gran tonelaje utilizan múltiples motores que son unidades pesadas, que determinan el peso del rail y los requisitos de balasto. Todas las vías férreas deben diseñarse para el peso de los motores o locomotoras, incluido el combustible, no para la suma de vagones más carga, que es significativamente menor. Los motores deben tener un peso suficiente para que la llanta motriz giratoria haga contacto con el rail estacionario, y deben tener suficiente fricción para producir un movimiento hacia adelante o hacia atrás de lo que incluirá vagones con cargas pesadas. La capacidad de inclinación de los sistemas ferroviarios convencionales se limita a la fricción entre las ruedas motrices ponderadas y la vía. Los vagones son unidades individuales que han de cargarse cada una en un proceso por lotes, un vagón a la vez. Los materiales a granel pueden descargarse de los vagones tolva abriendo los compartimentos inferiores de volcado, o pueden girarse individualmente para volcarse desde la parte superior. Posicionar los vagones para la carga y descarga requiere mucho tiempo y mucha mano de obra.

Aunque el traslado de un lugar a otro puede ser rentable, el coste añadido de las etapas de carga y descarga de lotes en transportes de distancia menores, reduce la rentabilidad del transporte ferroviario. Con los sistemas ferroviarios normales de doble vía única, solo puede utilizarse a la vez un tren en un sistema.

Las cintas transportadoras se han utilizado durante muchos años para mover materiales a granel. Hay una amplia variedad de sistemas de cinta transportadora que pueden mover prácticamente cualquier material a granel concebible. Los recorridos de cinta única de muy larga distancia son muy costosos en capital, y están expuestos a fallos catastróficos cuando una cinta se rasga o rompe, de forma típica paralizando todo el sistema y volcando la carga transportada, requiriendo su limpieza. Las cintas transportadoras son relativamente eficientes energéticamente, pero pueden requerir un elevado mantenimiento debido a un problema inherente de múltiples cojinetes deslizantes que requieren una comprobación y sustitución constantes. Las cintas transportadoras de corta distancia se utilizan comúnmente en el transporte en seco o húmedo de casi todos los tipos de materiales. Debido a que las cintas transportadoras son muy flexibles y de uso preferido sobre terreno bastante horizontal, no son eficientes para transportar una suspensión moderadamente alta de sólidos, donde el agua y los finos puedan acumularse en puntos bajos y derramarse por un lado, creando problemas de manipulación de suspensiones húmedas derramadas.

Algunos materiales a granel pueden transportarse en tuberías cuando se mezclan con agua, para formar una suspensión que se empuja o se succiona con una bomba impulsora accionada por motor en un entorno sin aire o inundado. El tamaño de las partículas individuales presentes en los materiales a granel dicta la velocidad de transporte necesaria para mantener el movimiento. Por ejemplo, si hay presentes partículas grandes, la velocidad debe ser lo suficientemente elevada como para mantener el movimiento por saltación o deslizamiento de las partículas más grandes de todas a lo largo de la parte inferior de la tubería. Debido a que las tuberías funcionan en un entorno dinámico, se produce fricción con la pared de la tubería estacionaria por el fluido y masa sólida en movimiento. Cuanto mayor es la velocidad de la masa en movimiento, mayor es la pérdida por fricción en la superficie de la pared, requiriéndose una mayor energía para compensar. Dependiendo de la aplicación, el material a granel debe diluirse inicialmente con agua para facilitar el transporte, y deshidratarse en el extremo de descarga.

Se conocen ferrocarriles ligeros de vía estrecha para transportar material a granel de minas y similares, como se describe a modo de ejemplo con referencia a la patente estadounidense US-3.332.535, concedida a Hubert y col., en donde un tren ligero compuesto por varios vagones se propulsa mediante combinaciones de ruedas motrices y motores eléctricos, volcando sobre un circuito exterior. A modo de ejemplo adicional, la patente estadounidense US-3.752.334, concedida a Robinson, Jr. y col., describe un ferrocarril de vía estrecha similar, en donde los vagones se impulsan mediante un motor eléctrico y ruedas motrices. La patente estadounidense US-3.039.402, concedida a Richardson, describe un método para desplazar vagones ferroviarios utilizando una llanta motriz de fricción estacionaria.

Si bien los sistemas y métodos de transporte descritos anteriormente tienen ventajas específicas sobre los sistemas convencionales, cada uno depende en gran medida de una aplicación específica. Se hace evidente que debido a los aumentos de costes de mano de obra, energía y materiales, más los problemas ambientales, es necesario aplicar métodos alternativos de transporte que sean eficientes en lo referente a energía y mano de obra, silenciosos, no contaminantes y discretos estéticamente. Las publicaciones de patente estadounidense US-2003/0226470, concedidas a Dibble y col., para "Rail Transport System for Bulk Materials", US-2006/0162608, concedida a Dibble, para "Light Rail Transport System for Bulk Materials", y la patente US-8.140.202, concedida a Dibble, describen un tren ligero que utiliza un tren de cuba abierta semicircular con estaciones de accionamiento. Dicho sistema de tren ligero ofrece una alternativa innovadora respecto a los sistemas de transporte de material mencionados anteriormente, y permite el transporte de materiales a granel utilizando una pluralidad de vagones conectados abiertos en cada extremo, excepto para el primer y último vagón, que tienen placas terminales. El tren forma una larga cuba abierta y tiene un faldón flexible unido a cada vagón y que solapa con el vagón de delante para evitar derrames durante el movimiento. El vagón de cabecera tiene cuatro ruedas y placas laterales de accionamiento estrechadas en la parte delantera del vagón para facilitar la entrada en las estaciones de accionamiento. Los vagones que siguen tienen dos ruedas con un enganche de horquilla que conecta la parte frontal a la parte trasera del vagón inmediatamente delante. El movimiento del tren se proporciona mediante una serie de estaciones de accionamiento situadas adecuadamente con motores de accionamiento a cada lado de la vía que son motores eléctricos de CA con medios de accionamiento, tales como llantas, para proporcionar contacto de fricción con las placas de accionamiento laterales. En cada estación de accionamiento cada motor de accionamiento está conectado a un inversor de CA y a un controlador para el control de accionamiento, con el voltaje y la frecuencia según sea necesario. Los motores eléctricos giran cada uno una llanta en un plano horizontal que contacta físicamente con dos placas de accionamiento laterales paralelas, externas a las ruedas de cada vagón. La presión de estas llantas motrices sobre las placas de accionamiento laterales convierte el movimiento giratorio de las llantas en empuje horizontal. Las ruedas en los vagones están separadas para permitir su funcionamiento en una posición invertida, mediante el uso de un doble conjunto de raíles para permitir que los vagones cuelguen boca abajo para su descarga. Girando este sistema de doble vía, el tren unitario puede volver a su condición normal de funcionamiento. Tal sistema es bien conocido y se denomina comercialmente como el sistema Rail-Veyor™ de manejo de materiales.

Las ruedas con brida pueden ser simétricas a las placas de accionamiento laterales, lo que permite el funcionamiento en una posición invertida que, cuando se utilizan cuatro raíles para encapsular la rueda exterior, es posible la descarga fuera del circuito del material a granel. Con el uso de raíles elevados, el tren puede funcionar en posición invertida tan fácilmente como en la forma convencional.

Además, se han desarrollado motores para dichos sistemas de tren ligero, como se describe en la patente estadounidense US-5.067.413, concedida a Kiuchi y col., que describe un dispositivo para transportar cuerpos desplazables que no están provistos de fuente de accionamiento, sobre una ruta fija. Una pluralidad de cuerpos desplazables se desplaza sobre la ruta fija, mientras se alinean sustancialmente en estrecho contacto entre sí. La potencia de desplazamiento se transmite a uno de una pluralidad de cuerpos desplazables que está situado en al menos un extremo de la alineación. La potencia de desplazamiento impulsa el cuerpo desplazable con fuerza de fricción mientras presiona una superficie lateral del cuerpo desplazable, y se transmite al cuerpo desplazable al tiempo que apoya la otra superficie lateral del cuerpo desplazable. Hay dispuesto un dispositivo para transmitir potencia de desplazamiento en solo una parte de la ruta fija.

Si bien los sistemas de trenes ligeros, tales como el sistema Rail-Veyor™ de manejo de materiales descrito anteriormente son generalmente aceptados, existe la necesidad de proporcionar un sistema de raíles que tenga un circuito de volcado y componentes del mismo que permita descargar los vagones del tren en un lugar predeterminado. Además, existe la necesidad de que varios componentes del circuito de volcado sean modularizados.

Resumen de la invención

La presente invención se refiere, de forma general, a un sistema de transporte ferroviario sin accionamiento interno y, en particular, a un sistema de transporte ferroviario mejorado para transportar materiales a granel. El sistema de transporte ferroviario incluye la funcionalidad, la capacidad de fabricación y/o la modularidad y, por lo tanto, puede dar lugar a una reducción de costes de componentes del sistema, de mano de obra y/o de aplicación. El sistema de transporte ferroviario incluye un circuito de volcado y componentes del mismo, para permitir la descarga de los vagones ferroviarios en un lugar predeterminado. Los componentes del mismo pueden diseñarse para que sean modulares para permitir facilitar la fabricación e instalación del circuito de volcado. Los componentes pueden prefabricarse para su uso posterior in situ.

En una realización, la presente invención proporciona una sección modular de raíl para un circuito de volcado en un sistema de tren, en donde la sección de raíl modular es una sección modular de circuito de volcado, comprendiendo la sección modular de raíl:

5 un conjunto de raíles paralelos para guiar a los vagones de un tren sobre el mismo, en donde el conjunto de raíles paralelos son raíles interiores paralelos, teniendo los raíles paralelos interiores una curva anular para formar al menos un circuito parcial;

10 un conjunto de raíles exteriores paralelos con una curva anular correspondiente para formar al menos un circuito parcial, estando el conjunto de raíles exteriores paralelos separado de los raíles interiores paralelos, para acomodar la rueda de los vagones del tren entre los mismos;

15 uno o más refuerzos que abarcan los raíles paralelos para reforzar, soportar o mantener la separación y/o forma de los raíles paralelos, estando el uno o más refuerzos conformados para acomodar los vagones del tren cuando se desplazan sobre los raíles, en una orientación vertical o invertida, y

20 en donde la sección modular de circuito de volcado tiene un ángulo de sección de circuito de volcado definido por la diferencia angular entre el ángulo de entrada a la sección de circuito de volcado y el ángulo de salida de la sección de circuito de volcado,

25 en donde la sección modular de circuito de volcado tiene un ángulo de sección de circuito de descarga suficiente para invertir, al menos parcialmente, un vagón que se desplace a través del mismo, para provocar la descarga del contenido del vagón, y

en donde el par de raíles interiores comprende una brida en sus respectivos extremos de acabado, para la conexión a un bastidor de soporte; y en donde los extremos de entrada de los raíles exteriores están estrechados.

30 Como se ha indicado anteriormente, los extremos de entrada de los raíles exteriores de la sección o secciones modulares de raíl están estrechados.

En otra realización de la sección o secciones modulares de raíl como se ha indicado anteriormente, el ángulo de sección de circuito de volcado es superior a 180° .

35 En otra realización de la sección o secciones modulares de raíl como se ha indicado anteriormente, el ángulo de sección de circuito de volcado es inferior a 180° .

40 En otra realización de la sección o secciones modulares de raíl como se ha indicado anteriormente, el ángulo de sección de circuito de volcado es de 180° a 130° .

En otra realización de la sección o secciones modulares de raíl como se ha indicado anteriormente, un ángulo de entrada a la sección modular de circuito de volcado es horizontal o sobre el nivel.

45 En otra realización de la sección o secciones modulares de raíl como se ha indicado anteriormente, un ángulo de entrada a la sección modular de circuito de volcado es 20 grados sobre el nivel.

En otra realización de la sección o secciones modulares de raíl como se ha indicado anteriormente, un ángulo de salida de la sección modular de circuito de volcado es horizontal o por debajo del nivel.

50 En otra realización de la sección o secciones modulares de raíl como se ha indicado anteriormente, un ángulo de salida de la sección modular de circuito de volcado es 150° .

55 En otra realización de la sección o secciones modulares de raíl como se ha indicado anteriormente, la sección modular de circuito de volcado comprende, además, un conjunto de extensiones de raíl exterior para la conexión al extremo de salida de los raíles exteriores paralelos, para extender los raíles exteriores paralelos y aumentar el ángulo de circuito de volcado.

60 En otra realización de la sección o secciones modulares de raíl como se ha indicado anteriormente, el refuerzo comprende un refuerzo central, un refuerzo en C y/o un refuerzo con radios, que refuerza, soporta o mantiene la separación y/o forma de la curva anular y/o la separación de los raíles interior y exterior.

65 En otra realización de la sección o secciones modulares de raíl como se ha indicado anteriormente, la sección de raíl es una rampa modular de salida para guiar a los vagones de un tren por la misma en una orientación invertida, en donde el refuerzo es un refuerzo de raíl invertido que abarca el conjunto paralelo de raíles y tiene sustancialmente forma de U, para acomodar los vagones del tren en una orientación invertida, sin impedir el desplazamiento de los

vagones, y en donde un extremo de la rampa modular de salida se adapta para la conexión a los raíles exteriores de una sección de circuito de volcado.

5 En otra realización de la sección o secciones modulares de raíl como se ha indicado anteriormente, la sección de raíl es una sección invertida modular para guiar los vagones de un tren por la misma en una orientación invertida, en donde el refuerzo es un refuerzo de raíl invertido que abarca el conjunto paralelo de raíles y tiene sustancialmente forma de U, para acomodar los vagones del tren en una orientación invertida, sin impedir el desplazamiento de los vagones.

10 En otra realización de la sección o secciones modulares de raíl como se ha indicado anteriormente, los raíles paralelos son sustancialmente rectos y no contienen una curva anular.

En otra realización de la sección o secciones modulares de raíl como se ha indicado anteriormente, los raíles paralelos contienen una curva anular.

15 En otra realización de la sección o secciones modulares de raíl como se ha indicado anteriormente, la sección de raíl es una rampa modular de volcado para guiar a los vagones de un tren por la misma en una orientación sustancialmente vertical, en donde los raíles paralelos tienen una longitud predeterminada fija, y en donde un extremo de salida de los raíles paralelos se adapta para la conexión a los raíles interiores de una sección de circuito de volcado.

20 En una realización adicional, la presente invención proporciona un sistema de raíles que comprende un circuito modular de volcado compuesto por una cualquiera de las secciones modulares como se ha indicado anteriormente.

25 En otra realización adicional, la presente invención proporciona un sistema de raíles que comprende un circuito subterráneo de volcado para descargar vagones de un tren que se desplaza por el sistema de raíles, en donde el sistema de raíles comprende:

un conjunto de raíles paralelos entrantes para guiar un tren en una posición vertical;

30 un conjunto de raíles paralelos salientes para guiar un tren en una posición vertical;

una sección subterránea de circuito de volcado para invertir los vagones del tren, para descargar de ese modo el contenido de los vagones, comprendiendo la sección subterránea de circuito de volcado: un conjunto de raíles interiores paralelos para guiar los vagones de un tren sobre el mismo, teniendo los raíles interiores paralelos una curva anular para formar al menos un circuito parcial;

35 un conjunto de raíles exteriores paralelos con una curva anular correspondiente para formar al menos un circuito parcial, estando el conjunto de raíles exteriores paralelos separados de los raíles interiores paralelos, para acomodar la rueda de los vagones del tren entre ellos,

40 uno o más refuerzos que abarcan los raíles interiores y exteriores paralelos para reforzar, soportar o mantener la separación y/o la forma de los raíles paralelos, estando el uno o más refuerzos conformados para acomodar los vagones del tren cuando se desplace sobre los raíles, en una orientación vertical o invertida, el refuerzo comprende un refuerzo central, un refuerzo en C y/o un refuerzo radial, reforzando, soportando o manteniendo la separación y/o la forma de la curva anular y/o la separación de los raíles interior y exterior,

45 en donde la sección modular de circuito de volcado tiene un ángulo de sección de circuito de volcado definido por la diferencia angular entre el ángulo de entrada a la sección modular del circuito de volcado y el ángulo de salida de la sección modular del circuito de volcado;

50 en donde el par de raíles interiores comprende una brida en sus respectivos extremos de acabado, para la conexión a un bastidor de soporte

55 en donde el ángulo de sección de circuito de volcado es suficiente para invertir, al menos parcialmente, un vagón que se desplaza a través del mismo, para provocar la descarga del contenido del vagón; y

un conducto subterráneo de recogida situado debajo de la sección de circuito de volcado, para recoger contenidos descargados de los vagones del tren.

60 En otra realización del sistema de raíles como se ha indicado anteriormente, la sección de circuito de volcado está compuesta por una sección modular de circuito de volcado como se ha indicado anteriormente.

Breve descripción de los dibujos

65 La Fig. 1 es una ilustración en forma de diagrama de una realización de un sistema de transporte ferroviario para transportar materiales a granel;

la Fig. 2 es una vista lateral de una realización de un tren, que comprende vagones ferroviarios, que funciona con el sistema de transporte ferroviario de la Fig. 1;

5 la Fig. 3 es una vista en planta superior de una realización de un tren, que comprende vagones ferroviarios, que funciona con el sistema de transporte ferroviario de la Fig. 1 (es visible un ejemplo de una estación de accionamiento);

la Fig. 4 es una ilustración en forma de diagrama de otra realización de un sistema de transporte ferroviario para transportar materiales a granel;

10 la Fig. 5 es una vista lateral en forma de diagrama de un ejemplo de un circuito de volcado para un sistema de tren para descargar contenido de los vagones de un tren según una realización de la invención;

15 las Figs. 6A-6C son ilustraciones esquemáticas de un ejemplo de un circuito subterráneo de volcado según una realización de la invención;

la Fig. 7 es una vista lateral esquemática de un ejemplo de un circuito de volcado para un sistema de tren para descargar el contenido de los vagones de un tren según una realización de la invención, en donde el circuito es un circuito de 3,66 metros (12 pies) y se utilizan vagones de 1,52 metros (5 pies) sobre el mismo;

20 la Fig. 8 es una vista lateral esquemática de un ejemplo de un circuito de volcado para un sistema de tren para descargar el contenido de los vagones de un tren según una realización de la invención, en donde el circuito es un circuito de 3,66 metros (12 pies) y se utilizan vagones de 1,83 metros (6 pies) sobre el mismo;

25 la Fig. 9 es una vista isométrica esquemática de un ejemplo de una realización de un circuito modular de volcado que comprende realizaciones de una rampa de volcado, una sección de circuito de volcado, una rampa de salida y una sección curvada invertida;

30 las Figs. 10A-C son vistas laterales, posteriores e isométricas de una realización de una sección modular de circuito de volcado;

la Fig. 11 es una vista isométrica de la sección modular de circuito de volcado de la Fig. 10 en comunicación con una realización de una rampa de volcado y una realización de una rampa de salida;

35 la Fig. 12 es una vista isométrica de otra realización de un circuito modular de volcado que comprende realizaciones de una rampa de volcado, una sección de circuito de volcado, una rampa de salida y una sección curvada invertida;

la Fig. 13 es una vista isométrica de otra realización de un circuito modular de volcado que comprende realizaciones de una rampa de volcado, una sección de circuito de volcado y una rampa de salida;

40 la Fig. 14A y la Fig. 14B son vistas traseras isométricas y frontales isométricas, de una realización adicional de una sección modular de circuito de volcado que comprende componentes modulares;

45 la Fig. 15 es una vista lateral de la sección modular de circuito de volcado que comprende componentes modulares de las Figs. 14A y 14B;

la Fig. 16 es una vista isométrica de una realización de una rampa modular de salida;

50 la Fig. 17 es una vista isométrica de una realización de una rampa modular de volcado;

la Fig. 18 es una vista isométrica de una realización de una sección recta invertida modular; y

la Fig. 19 es una vista isométrica de una realización de una sección curvada invertida modular.

55 Descripción detallada

La presente invención se describirá ahora más completamente a continuación en la memoria con referencia a los dibujos adjuntos, en los que se muestran realizaciones ilustrativas de la invención. Sin embargo, esta invención puede realizarse de muchas formas diferentes, y no debe interpretarse como limitada a las realizaciones y ejemplos establecidos en la presente memoria, ni debe limitarse a las dimensiones establecidas en la presente memoria. Más bien, las realizaciones presentadas en la presente memoria se proporcionan de modo que esta descripción sea minuciosa y completa, y transmita completamente el ámbito de la invención, que se define mediante las reivindicaciones adjuntas, a los expertos en la técnica, por medio de estas realizaciones y ejemplos ilustrativos y no limitativos. El experto en la técnica entenderá que pueden ser posibles muchas distintas formas y variaciones de las realizaciones, ejemplos e ilustraciones proporcionados en la presente memoria, y las diversas realizaciones, ejemplos

e ilustraciones proporcionados en la presente memoria deben interpretarse como realizaciones, ejemplos e ilustraciones no limitativos.

Con referencia inicialmente a las Figs. 1-3, un tren y un sistema 10 de transporte ferroviario, en la línea de los principios de la presente invención, comprende una vía 12 que tiene raíles paralelos 12a, 12b. Un tren 14 incluye un vagón 16 primero, delantero o de cabecera, que tiene pares 18, 20 de ruedas, tanto delanteras como traseras, que funcionan en la vía 12 para proporcionar un movimiento de rueda libre al vagón de cabecera. Para la realización descrita en la presente memoria a modo de ejemplo, el tren incluye vagones adicionales descritos como un vagón 22 segundo o trasero, y un vagón 24 intermedio o medio, o múltiples vagones intermedios o medios, transportados entre los vagones de cabecera y trasero. Los vagones traseros 22 e intermedios 24 incluyen un conjunto 26 de conexión giratoria o acoplamiento delantero para conectar de forma giratoria los vagones intermedios y trasero a los vagones delanteros adyacentes. Los vagones traseros 22 e intermedios 24 tienen solo un par 20 de ruedas traseras que funcionan en la vía 12, para proporcionar un movimiento de rueda libre a los mismos. La vía 12 puede incluir una sección de circuito de volcado para descargar los vagones del tren 14 en un lugar predeterminado. La sección de circuito de volcado y sus componentes se analizarán con más detalle a continuación con referencia a las Figs. 5-19.

Con referencia continuada a la Fig. 2, cada uno de los vagones tiene una placa lateral 28 fijada a los mismos. Con referencia a las Figs. 1 y 3-4, cada una de las múltiples estaciones 30 de accionamiento tiene un accionamiento de frecuencia variable (VFD) que incluye una llanta motriz 32 para contactar por fricción con la placa lateral 28 y transmitir un momento de impulso a cada vagón y, por lo tanto, al tren 14. Como se ilustra con referencia continua a la Fig. 3, la realización descrita en la presente memoria incluye cada vagón con placas 28a, 28b laterales opuestas y ruedas 32a, 32b motrices opuestas. Específicamente, cada vagón puede tener una placa lateral fija en cada lado, que se extienda sustancialmente a lo largo del vagón y separada por fuera de las ruedas y las vías. Estas placas laterales pueden estar situadas simétricamente con las ruedas y paralelas a los raíles ligeros. En otra disposición, las placas laterales pueden situarse asimétricas con las ruedas. Sin embargo, en esta disposición, las ruedas forman parte de las placas laterales, de modo que la disposición de la placa lateral-rueda permita que el tren se traslade ya sea corriente abajo o corriente arriba. Las ruedas pueden situarse para permitir que el tren funcione bien en posición vertical o bien en posición invertida. Cada estación 30 de accionamiento incluye inversores de CA y un controlador conectado a cada conjunto de motores de accionamiento, de modo que los motores puedan sincronizarse a la misma a través de una modificación de al menos uno de voltaje y frecuencia. El movimiento hacia delante o hacia atrás del tren es el resultado de la rotación horizontal de las llantas en lados opuestos del tren, girando en direcciones opuestas con una presión adecuada de dicha rotación, lo que proporciona un deslizamiento reducido entre la superficie de la llanta y las placas laterales. En otras palabras, las dos llantas opuestas son ambas impulsadas hacia el centro de la vía. Para detener el tren, las ruedas motrices 32 están adaptadas adicionalmente para acoplarse y aplicar presión a la placa lateral 28 del vagón.

Como se ilustra en la presente memoria, el vagón 16 de cabecera tiene una artesa 54 y placas 28a, 28b laterales opuestas con una distancia reducida entre ellas para una entrada suave en las llantas 32a, 32b motrices opuestas de la estación de accionamiento. El vagón trasero 22 tiene una artesa y placas 28a, 28b laterales opuestas que pueden estar a una distancia reducida entre sí, para reducir el impacto cuando el tren 14 salga de las llantas 32a, 32b motrices opuestas de la estación 30 de accionamiento. Los vagones intermedios 24 acoplados al vagón 16 de cabecera y al vagón trasero 22 mediante el acoplamiento de tipo de horquilla, tienen su artesa alineada para producir una artesa abierta general con espacios 56 entre los vagones. Un faldón flexible 58 se extiende sobre el espacio 56 entre los vagones 16, 24, 22. Cada uno de los vagones comprende una artesa abierta semicircular, y cuando se unen o acoplan entre sí, representan una artesa rígida abierta y continua para toda la longitud del tren. Un faldón de sellado flexible unido a una parte cercana de la parte frontal del vagón trasero se superpone, pero sin unirse, a la parte trasera de la artesa del vagón de cabecera. Una artesa semicircular se sella mucho mejor con el faldón flexible que otros diseños, tales como los que se muestran en la patente estadounidense US-3.752.334 mencionada anteriormente. Esto permite que el tren siga el terreno y las curvas, sin perder su integridad sellada, como una artesa continua. El material a transportar en el tren es soportado y sellado de manera efectiva mediante este faldón, ya que el peso del material se distribuye igualmente, manteniendo el sello contra la artesa metálica del vagón del vagón delantero. La artesa continua larga puede proporcionar una carga simplificada, ya que el tren puede cargarse y descargarse mientras se desplaza, de forma similar a una cinta transportadora. Esto puede considerarse una ventaja sobre los requisitos del equipo de carga por lotes de un vagón ferroviario convencional, ya sea de tolva o de volcado giratorio.

Como se ha mencionado anteriormente, la vía 12 puede incluir una sección de circuito de volcado para descargar el contenido de los vagones del tren 14 en un área o lugar predeterminados. Existen varios estilos distintos de descarga de los vagones, que incluyen, por ejemplo, un volcado inferior, un volcado lateral y un volcado por inversión.

En la vista esquemática lateral de la Fig. 5 se muestra un ejemplo de una configuración de volcado por inversión para descargar un vagón. Los vagones 120 del tren se desplazan a lo largo de la vía 123 en una posición vertical. Los circuitos de la vía 123 invierten de este modo el tren y el contenido de los vagones 120 se descarga o se vuelca. La parte 128 de circuito de la vía incluye una vía interior 124 en comunicación con la vía 123, también denominada rampa de volcado cuando está en conexión con el circuito de volcado. El tren se desplaza sobre la vía interior 124 antes de invertirse, y la gravedad guía al tren sobre la vía exterior 126 del circuito 128. Una rampa 129 de salida en comunicación con la vía exterior 126 permite al tren salir del circuito 128. Una vez que el tren se haya transferido a la vía exterior

126 o a la rampa 129 de salida, y ya no se desplace sobre la vía interior 124, la vía interior 124 puede terminar. La rampa o la entrada de volcado y la rampa 129 de salida son tangentes a la parte 128 de circuito.

5 La rampa de volcado tangencial y la rampa 129 de salida se comunican con la parte 128 de circuito con ángulos de entrada y de salida que varían para adaptarse a la geometría particular de la solución utilizada en una aplicación de circuito de volcado dada de la vía.

10 El circuito 128 puede incluir un ángulo de entrada en el que la vía 123 se encuentre tangencialmente con la vía interior 124 del circuito 128, y puede incluir un ángulo de salida en el que la vía exterior 126 se encuentre tangencialmente con la rampa 129 de salida. De forma típica, el ángulo de entrada puede variar de estar a nivel a estar a más de 20°. El ángulo de salida puede variar desde estar a nivel a estar a más de 150°. Se apreciará que los ángulos pueden cambiar basándose en la configuración, situación y topografía de la región en la que se sitúe el circuito de volcado, así como por la potencia de las estaciones de accionamiento. El circuito 128 puede formar un circuito completo reverbando así el tren a una posición vertical, antes de salir del circuito. De forma alternativa, el tren puede mantenerse en un estado de desplazamiento invertido durante una distancia extendida, antes de volver a invertirse para la carga. Pueden utilizarse extensiones de pata para elevar las secciones invertidas de vía por encima del suelo, para acomodar los vagones invertidos para que no impacten con el suelo o con la topografía.

20 Una realización de un circuito completo se muestra con referencia a las Figs. 6A a 6C, en donde se muestra un circuito subterráneo de volcado para descargar el contenido de los vagones del tren. El circuito 148 subterráneo de volcado incluye una vía 140, también denominada sección de rampa de volcado, conectada con una sección 142 de circuito, para invertir los vagones, descargando o volcando, de este modo, el contenido de los vagones a un conducto 146 de recogida o a cualquier otra área o zona de recogida adecuada. La salida de la sección 142 de circuito está en comunicación con una rampa 144 de salida que permite la salida del tren desde el área de volcado.

25 El diámetro del circuito puede ajustarse según sea necesario basándose en la situación, por ejemplo, la topografía de la región y/o la longitud del vagón seleccionado. En algunos casos, puede ser más eficaz o eficiente cambiar la longitud del vagón para adaptarse al diámetro del circuito, en vez de ajustar el diámetro del circuito. La longitud elegida del vagón puede variarse para optimizar los costes generales del sistema o para adaptarse a la necesidad de curvas estrechas. El circuito puede tener un diámetro de 3,66 metros (12 pies), por ejemplo, como se ilustra en las Figs. 7 y 8, y puede acomodar vagones de diferentes longitudes, por ejemplo, un vagón que tenga una longitud de 1,52 metros (5 pies), como se muestra en la Fig. 7, o un vagón que tenga una longitud de 1,83 metros (6 pies), como se muestra en la Fig. 8. Se apreciará que los diámetros y longitudes de los vagones ilustrados pueden modificarse, y estas dimensiones son meramente ilustrativas de las diversas posibilidades, y no pretenden ser limitativos. Como se describirá con más detalle a continuación con referencia a las Figs. 9 a 19, pueden diseñarse y prefabricarse vías modulares que den lugar a un diámetro predeterminado para un sistema de circuito completo, de semibucle o de medio circuito.

40 En general, cada configuración del sistema de trenes es una configuración personalizada que incluye raíles y circuitos de volcado que se diseñan específicamente para la topografía de la localización y la configuración de la mina. De forma típica, cada sistema se construye fuera del sitio y se transporta al sitio de uso final, donde se completa la fabricación. Cuando se determine que son necesarios ajustes, generalmente el sistema se envía de vuelta fuera del sitio, se ajusta, y se trae de vuelta para la fabricación y acabado finales, hasta que se cumplan las especificaciones de ingeniería y del pedido. Esto requiere una ingeniería, fabricación, mano de obra y horas de trabajo intensivas, para diseñar, fabricar y ajustar correctamente cada sistema. La ingeniería personalizada de los componentes y secciones de circuito de volcado para cada instalación añade al proyecto costes de ingeniería y fabricación, y tiempo. El diseño de componentes modulares permite simplificar estas tareas. Para superar este inconveniente, y en un esfuerzo por reducir el tiempo y los costes necesarios de ingeniería, fabricación y establecimiento de un sistema de raíles o secciones del mismo, por ejemplo, la sección de circuito de volcado de un sistema de raíles se ha diseñado por ingeniería un circuito modular de volcado y sus componentes asociados. El diseño de componentes modulares permite simplificar estas tareas.

55 En las Figs. 9 y 10 se muestra esquemáticamente un ejemplo de una realización de un circuito modular de volcado. El circuito modular de volcado se muestra de forma general en 200, y puede utilizarse junto con un sistema de forma típica de tren, tal como los descritos en la presente memoria, y también puede readaptarse a un sistema de tren existente, tal como los descritos en la presente memoria. Como se ha indicado anteriormente, el circuito 200 de volcado se utiliza para invertir los vagones del tren, descargando de este modo su contenido en el lugar predeterminado en el sistema de trenes junto con la vía del sistema. El circuito 200 modular de volcado incluye una sección 202 de circuito de volcado en conexión con una sección 204 de rampa de volcado, para dirigir un vagón vertical a la sección 202 de circuito de volcado. A la salida de la sección 202 de circuito de volcado hay una rampa 206 de salida para guiar el tren en una posición invertida desde la sección 202 de circuito de volcado. En el ejemplo mostrado en la Fig. 9, el tren continúa en una posición invertida a lo largo de una distancia extendida y, por lo tanto, se establece una serie de vías 210 invertidas modulares conectadas de forma secuencial a la rampa 206 de salida. Para permitir que el tren invertido pase por encima del suelo sin contactar con el suelo o con objetos en el suelo, las vías invertidas 210 deben estar elevadas por encima del suelo o por encima de una zanja que acomode los vagones de tren invertidos. Para ello, las

extensiones 208 de pata situadas debajo de la vía invertida 210 pueden utilizarse para elevar la vía invertida 210, permitiendo de este modo un paso del tren invertido, sin obstáculos, por encima del suelo.

En las Figs. 10A-10C se muestra una vista detallada de la sección modular de circuito de volcado de la Fig. 9, en donde la Fig. 10A proporciona una vista lateral, la Fig. 10B una vista posterior, y la Fig. 10C una vista isométrica.

En un esfuerzo por reducir el tiempo de construcción, los costes y la mano de obra necesarios para establecer un circuito de volcado para un sistema de tren, se ha proporcionado una sección modular de circuito de volcado, tal como, por ejemplo, la sección modular de circuito de volcado de las Figs. 9 y 10, como se muestra en general en 202. La sección 202 de circuito de volcado incluye un conjunto de raíles 214 interiores paralelos para guiar un tren cuando esté en posición vertical o no invertida alrededor del circuito. Opuestos a los raíles interiores 214 hay un conjunto de raíles 212 exteriores paralelos para acoplar y guiar el tren una vez que el tren se haya invertido sustancialmente, y la gravedad fuerce a las ruedas del tren a ser guiadas por los raíles exteriores 212. De forma ideal, los raíles interior y exterior están separados por la distancia (o una separación ligeramente mayor que la distancia) del diámetro de acople de vía de las ruedas del tren, permitiendo de este modo poco o ningún espacio en las ruedas mientras son guiadas por los raíles interior 214 y exterior y 212, respectivamente.

Como se muestra en las Figs. 10A-C, en una realización, la sección 202 modular de circuito de volcado, que puede prefabricarse y enviarse al sitio de uso final, comprende un conjunto de raíles 214 interiores paralelos sobre los que se guían las ruedas del tren cuando entran primero a la sección 202 de circuito de volcado. Los raíles interiores 214 tienen una curva anular en un circuito o un semicircuito, para invertir los vagones del tren. Un conjunto de raíles 212 exteriores paralelos se acopla y guía las ruedas de los vagones mientras los vagones se invierten. Los raíles exteriores 212 también tienen una curva anular en un circuito o un semicircuito, y se colocan frente a los raíles interiores 214 para permitir que los raíles exteriores reciban las ruedas de los vagones mientras los vagones se invierten y dejan los raíles interiores 214. Los raíles exteriores tienen un extremo 228 delantero estrechado que permite la entrada suave o sin obstáculos de las ruedas de los vagones a la sección 202 de circuito.

Puede utilizarse una pluralidad de refuerzos para reforzar, soportar y mantener la separación y la forma de los raíles interior y exterior. Se apreciará que puede aplicarse cualquier número y orientación de refuerzos, para reforzar, soportar y mantener los raíles interior y exterior según sea necesario basándose en la velocidad y peso previstos del tren, y en el peso de la carga que se prevé transportar. En la realización mostrada en las Figs. 10A-C, se utiliza un refuerzo central 218 entre los raíles interiores. Se utiliza un refuerzo 216 en C para soportar los raíles interior y exterior, y para mantener la distancia entre los raíles interiores y los raíles exteriores. Pueden utilizarse un refuerzo radial 220 transversal a los raíles interior y exterior, y dos localizaciones separadas a lo largo del circuito y que se encuentran dentro del circuito, para soportar el circuito mismo, y mantener el ángulo del circuito y la separación de los raíles interior y exterior.

Los extremos de los raíles 214 interiores paralelos terminan en un borde 222, permitiendo un punto de conexión con el extremo de los raíles de la rampa 204 de volcado. De forma similar, los raíles 212 exteriores paralelos pueden terminar en una superficie o en un borde 224 sustancialmente planos, permitiendo un punto de conexión con el extremo de los raíles de la rampa 206 de salida. Los raíles interiores 214 tienen un borde en sus extremos de acabado, lo que permite la conexión a un bastidor de soporte o similar, para soportar la sección 202 de circuito.

En la realización mostrada en las Figs. 9 y 10, la sección 202 de circuito es sustancialmente un circuito de 180° o medio circuito diseñado para la entrada horizontal en -y la salida horizontal fuera de- la sección 202 de circuito de volcado. En otras palabras, la sección 204 de rampa de volcado entra en un ángulo horizontal, y la rampa 206 de salida también está conectada en un ángulo horizontal. Se apreciará, y también se ilustra adicionalmente en las Figs. 11-13, que pueden diseñarse diversos otros ángulos de aproximación o de entrada al circuito 202 de volcado y de salida del mismo. Por ejemplo, la sección 302 de circuito de volcado de la Fig. 11 tiene una sección 304 de rampa de volcado de 20° de inclinación, y una sección 306 de rampa de salida de 150°, con una sección de circuito de volcado correspondiente que gira aproximadamente 130°. Para los propósitos de esta descripción, el tamaño del circuito con respecto al ángulo cubierto, se denominará ángulo de circuito de volcado. Debido a la naturaleza modular de las secciones de circuito de volcado, puede seleccionarse una sección de circuito de volcado del ángulo de circuito deseado según sea necesario o se desee, para una situación o demanda in situ dada. Esto también permite utilizar rampas modulares de volcado y rampas modulares de salida que simplemente están conectadas a la sección de circuito de volcado del ángulo de circuito deseado al que la rampa de volcado y la rampa de salida pueden ser el mismo componente modular, para su uso en cualquiera de las secciones de circuito de volcado con ángulos distintos.

La sección 402 de circuito de volcado de la Fig. 12 tiene una sección 404 de rampa de volcado de 20° de inclinación y una sección 406 de rampa de salida horizontal con una sección 402 de circuito de volcado correspondiente que gira aproximadamente 160°.

La sección 502 de circuito de volcado de la Fig. 13 tiene una sección 504 de rampa de volcado horizontal y una sección 506 de rampa de salida de 150° con una sección 502 de circuito de volcado correspondiente que gira aproximadamente 150°.

Se apreciará que aunque se han ilustrado secciones de circuito de volcado de 180°, 160°, 150° y 130°, las secciones modulares de circuitos de volcado de otros ángulos están dentro del concepto de la invención, y son contempladas por los inventores.

Una realización adicional de una sección modular de circuito de volcado se muestra de forma general en 600, en las Figs. 14A y 14B, y en la Fig. 15. La sección 600 modular de circuito de volcado está compuesta por componentes modulares que pueden utilizarse para formar secciones de circuito de volcado de diversos ángulos. Se utiliza un raíl 602 interior modular que puede acomodar tanto una salida horizontal como una salida de ángulo reducido, al desviarse del raíl exterior 604 después de que se haya alcanzado un punto de transición, en el momento en que las ruedas de un vagón habrían pasado al raíl exterior 604 habiendo pasado el punto de inversión. Esto se adapta a la situación donde se desea la salida horizontal, la rueda del vagón se guía una distancia adicional y un ángulo mayor que el necesario para una salida de ángulo reducido desde la sección 600 del circuito de volcado.

Además, el raíl exterior 604 está diseñado para una salida de ángulo reducido, por ejemplo, una salida de 150° a la rampa de salida, pudiendo añadirse una extensión 620 modular de raíl exterior al raíl exterior para extender el raíl exterior, por ejemplo, a una posición horizontal para la salida horizontal desde la sección 600 de circuito de volcado a la rampa de salida. De este modo, los componentes modulares pueden prefabricarse, y simplemente unirse y ajustarse según sea necesario para adaptarse a una topografía dada en el sitio de uso final.

La sección 600 de circuito de volcado puede incluir los componentes 608, 610, 612 y 614 de refuerzo como se ha descrito anteriormente, para reforzar, soportar y mantener la separación y la forma de los raíles interior y exterior, y para montar la sección 600 en un elemento estructural, por ejemplo, un bastidor en A. Como se ha indicado anteriormente, los raíles exteriores 604 también incluyen un extremo estrechado 606, y el refuerzo y los raíles incluyen bordes o secciones planas que permiten la conexión a otros raíles, tales como la rampa de salida y la rampa de volcado, o bastidores o estructuras de soporte.

La Fig. 16 muestra una realización de una rampa 700 modular de salida para la conexión a los raíles exteriores de una sección de circuito de volcado, tal como las que se describen, por ejemplo, en la presente memoria. La rampa 700 de salida incluye raíles paralelos 702 adaptados para guiar un tren en una orientación invertida. Los raíles 702 incluyen un refuerzo 704 de raíl invertido que generalmente tiene forma de U para acomodar el paso de un vagón ferroviario invertido que se desplaza por los raíles 702 de la rampa 700 de salida. Como se ha descrito anteriormente, el refuerzo 704 puede utilizarse para reforzar, soportar y mantener la separación y la forma de los raíles. Al tener refuerzos en forma de U abarcando los raíles 702, estos no impiden que un vagón ferroviario invertido se desplace a lo largo de los raíles, sino que pueden acomodar un vagón ferroviario en una orientación invertida que se extienda por debajo de los raíles 702. Los conectores o soportes 706 de raíl pueden situarse en lugares adecuados en el raíl para fijar el raíl a las patas, extensiones de pata o raíles adyacentes o secciones de circuito de volcado, según sea necesario.

La rampa 700 modular de salida se muestra como generalmente plana, pero puede curvarse en el caso de que se desee o se requiera una rampa de salida curvada basada en la topología del sitio.

En la Fig. 17 se muestra una realización de rampa 800 modular de volcado para la conexión a los raíles interiores de una sección de circuito de volcado, para guiar un tren a la sección de circuito de volcado para su inversión. La rampa 800 modular de volcado puede conectarse, de forma alternativa, a una sección de raíl adicional para guiar el tren a lo largo de una ruta deseada. La rampa 800 de volcado está compuesta por raíles paralelos 802 adaptados para guiar un tren en una posición vertical. Como se ha descrito anteriormente, el refuerzo central 804 puede utilizarse para reforzar, soportar y mantener la separación y la forma de los raíles. Los conectores o soportes 806 de raíl pueden situarse en lugares adecuados sobre el raíl para fijar el raíl a las patas, extensiones de patas o raíles adyacentes o secciones de circuito de volcado, según sea necesario.

En la Fig. 18 se muestra una realización de una sección 900 modular recta invertida para guiar un tren en una orientación invertida. La sección 900 recta invertida puede estar conectada a una sección recta invertida adicional o a una rampa de salida, para permitir un desplazamiento adicional del tren en una orientación invertida. La sección 900 recta invertida incluye raíles paralelos 902 adaptados para guiar el tren en una orientación invertida. Los refuerzos 904 en U abarcan los raíles 902 para reforzar, soportar y mantener la separación y la forma de los raíles. Tener refuerzos en forma de U que abarcan los raíles 902, no impide que un vagón ferroviario invertido se desplace a lo largo de los raíles, sino que puede acomodarse un vagón ferroviario en una orientación invertida que se extienda por debajo de los raíles 902. Los conectores o soportes 906 y 908 de raíl pueden estar situados en lugares adecuados sobre el raíl para asegurar el raíl a las patas, patas de extensión o raíles adyacentes o secciones de circuito de volcado, según sea necesario.

De modo similar a la sección 900 recta invertida descrita anteriormente con referencia a la Fig. 18, la invención también proporciona una sección 1000 modular curvada invertida como se describe con referencia a la Fig. 19. La sección 1000 curvada invertida puede conectarse a una sección curvada invertida adicional, a una sección recta invertida o a una rampa de salida, para permitir un desplazamiento adicional del tren en una orientación invertida. La sección 1000 curvada invertida incluye raíles 1002 curvados paralelos adaptados para guiar el tren en una orientación invertida en una curva gradual de medio bucle. Los refuerzos 1006 en U abarcan los raíles 1002 para reforzar, soportar y mantener

la separación y la forma de los raíles. Tener refuerzos en forma de U que abarcan los raíles 1002, no impide que un vagón ferroviario invertido se desplace a lo largo de los raíles, sino que puede acomodarse un vagón ferroviario en una orientación invertida que se extienda por debajo de los raíles 1002. Los conectores o soportes 1004 de raíl pueden colocarse en ubicaciones adecuadas sobre el raíl para asegurar el raíl a las patas, patas de extensión o raíles adyacentes o secciones de circuito de volcado, según sea necesario.

Se apreciará que los componentes de refuerzo, los conectores o los soportes, como se describe en la presente memoria, son meramente ilustrativos de ejemplos de componentes de refuerzo, conectores o soportes que pueden incorporarse a las secciones modulares de raíl para permitir reforzar, soportar y mantener la separación y la forma de los raíles, la conexión de las secciones de raíl entre sí, o para las patas o las extensiones de pata. La situación y el número de refuerzos, conectores o soportes pueden alterarse, aumentarse o reorientarse, sin apartarse del ámbito de las reivindicaciones.

En la presente memoria se describen diversos circuitos de volcado y componentes para los mismos, que pueden formar parte de un sistema de transporte ferroviario. Se apreciará que las realizaciones, ilustraciones y ejemplos se proporcionan con fines ilustrativos destinados a los expertos en la técnica, y no pretenden ser limitativos en modo alguno. Pueden realizarse diversas modificaciones, enmiendas, revisiones, sustituciones y cambios a los circuitos de volcado y a los componentes de los mismos que estén dentro del ámbito de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Una sección modular de raíl para un circuito (200) de volcado en un sistema de tren, en donde la sección modular de raíl es una sección (202) modular de circuito de volcado, comprendiendo la sección modular de raíl:
 - un conjunto de raíles paralelos (12a, 12b) para guiar los vagones (16, 22, 24) de un tren (14) sobre los mismos, en donde el conjunto de raíles paralelos son raíles (214) interiores paralelos, teniendo los raíles (214) interiores paralelos una curva anular para formar al menos un circuito parcial;
 - un conjunto de raíles (212) exteriores paralelos con una curva anular correspondiente para formar al menos un circuito parcial, estando el conjunto de raíles (212) exteriores paralelos separados de los raíles (214) interiores paralelos para acomodar la rueda de los vagones del tren entre los mismos;
 - uno o más refuerzos (218, 216, 220) que abarcan los raíles paralelos para reforzar, soportar o mantener la separación y/o la forma de los raíles paralelos, estando el uno o más refuerzos conformados para acomodar los vagones del tren cuando se desplacen sobre los raíles en una orientación vertical o invertida; y
 - en donde la sección (202) modular de circuito de volcado tiene un ángulo de sección de circuito de volcado definido por la diferencia angular entre el ángulo de entrada a la sección (202) de circuito de volcado y el ángulo de salida desde la sección (202) de circuito de volcado;
 - en donde la sección (202) modular de circuito de volcado tiene un ángulo de sección de circuito de volcado suficiente para invertir, al menos parcialmente, un vagón que se desplace a través del mismo, para provocar la descarga del contenido del vagón;
 - en donde el par de raíles interiores (214) comprenden un borde (226) en sus respectivos extremos de acabado, para la conexión a un bastidor de soporte; y
 - en donde los extremos de entrada de los raíles exteriores son estrechados (228).
2. La sección modular de raíl de la reivindicación 1, en donde el ángulo de sección de circuito de volcado es superior a 180°.
3. La sección modular de raíl de la reivindicación 1, en donde el ángulo de sección de circuito de volcado es inferior a 180°.
4. La sección modular de raíl de la reivindicación 1, en donde el ángulo de sección de circuito de volcado es de 180° a 130°.
5. La sección modular de raíl de la reivindicación 1, en donde un ángulo de entrada a la sección modular de circuito de volcado es horizontal o superior al nivel, preferiblemente 20° superior al nivel.
6. La sección modular de raíl de la reivindicación 5, en donde un ángulo de salida desde la sección modular de circuito de volcado es horizontal o superior al nivel, preferentemente 150° inferior al nivel.
7. La sección modular de raíl de la reivindicación 3, en donde la sección modular de circuito de volcado comprende además un conjunto de extensiones de raíl exterior para la conexión al extremo de salida de los raíles exteriores paralelos para extender los raíles exteriores paralelos y aumentar el ángulo de circuito de volcado.
8. La sección modular de raíl de la reivindicación 1, en donde el refuerzo comprende un refuerzo central, un refuerzo en C y/o un refuerzo radial, que refuerza, soporta o mantiene la separación y/o la forma de la curva anular y/o la separación de los raíles interior y exterior.
9. Un sistema (10) de transporte ferroviario que comprende la sección modular de raíl de la reivindicación 1.
10. El sistema de transporte ferroviario de la reivindicación 9, que comprende además una rampa modular de salida para guiar los vagones de un tren por la misma en una orientación invertida, en donde el refuerzo es un refuerzo de raíl invertido que abarca el conjunto paralelo de raíles y tiene sustancialmente forma de U, para acomodar los vagones del tren en una orientación invertida sin impedir el desplazamiento de los vagones y en donde un extremo de la rampa modular de salida se adapta para la conexión a raíles exteriores de una sección de circuito de volcado.
11. El sistema de transporte ferroviario de la reivindicación 9, que comprende además una sección modular invertida para guiar los vagones de un tren por la misma en una orientación invertida, en donde el refuerzo es un refuerzo de raíl invertido que abarca el conjunto paralelo de raíles y tiene sustancialmente forma de U, para acomodar los vagones del tren en una orientación invertida, sin impedir el desplazamiento de los vagones.

- 5
- 10
12. El sistema de transporte ferroviario de la reivindicación 9, que comprende además una rampa modular de volcado para guiar los vagones de un tren por la misma en una orientación sustancialmente vertical, en donde los raíles paralelos tienen una longitud predeterminada fija y en donde un extremo de salida de los raíles paralelos se adapta para la conexión a raíles interiores de una sección de circuito de volcado.
 13. La sección modular de raíl de la reivindicación 1, en donde el conjunto de raíles interiores paralelos comprende un raíl interno paralelo que se desvía del conjunto de raíles exteriores paralelos después de un punto de transición en el que las ruedas de un vagón que se desplaza a través del mismo pasan al conjunto de raíles exteriores paralelos.
 14. El sistema modular de raíl de la reivindicación 1, en donde los extremos del conjunto de raíles exteriores paralelos terminan en una superficie sustancialmente plana que permite un punto de conexión con el extremo de los raíles de una rampa de volcado, una rampa de salida o un bastidor de soporte.

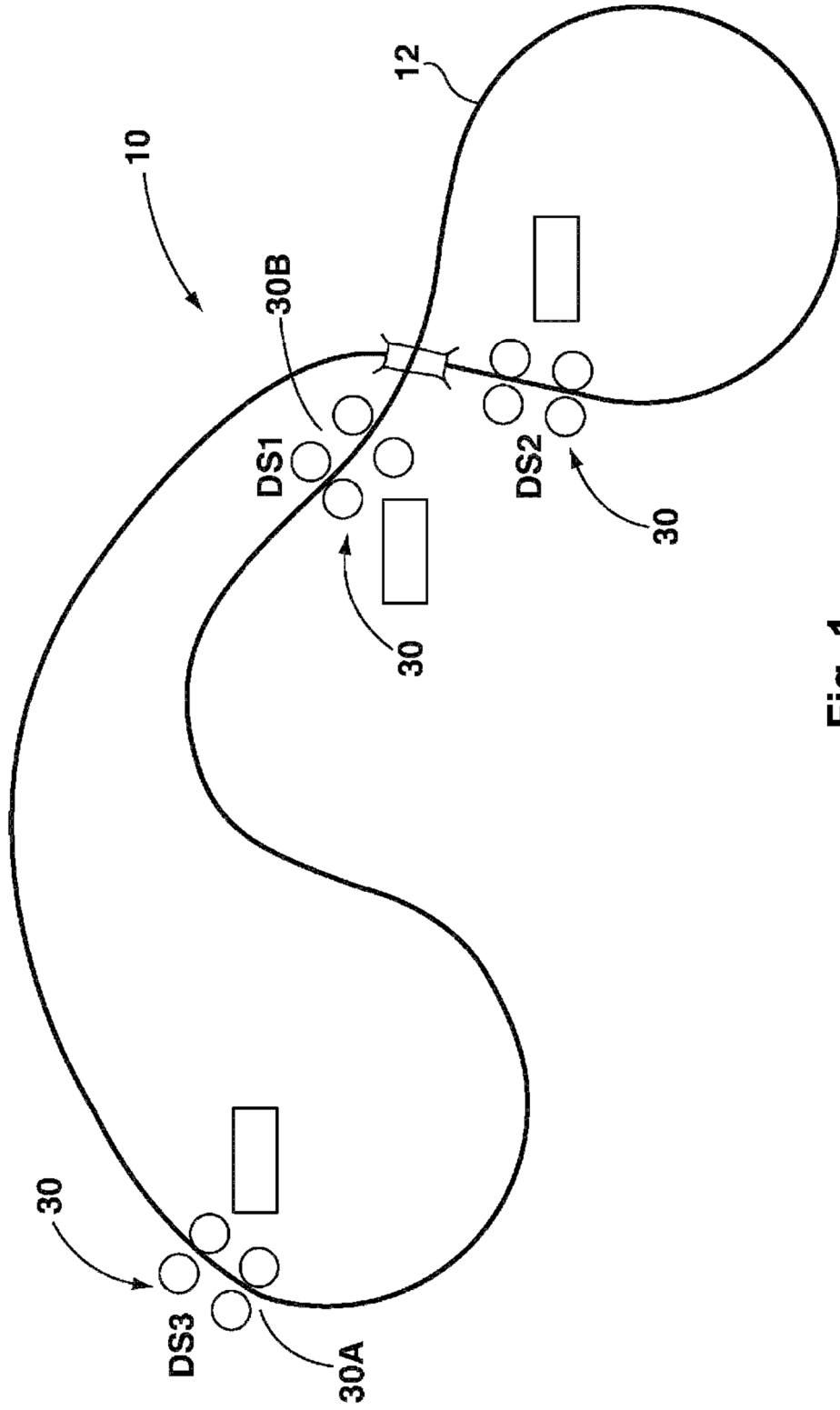
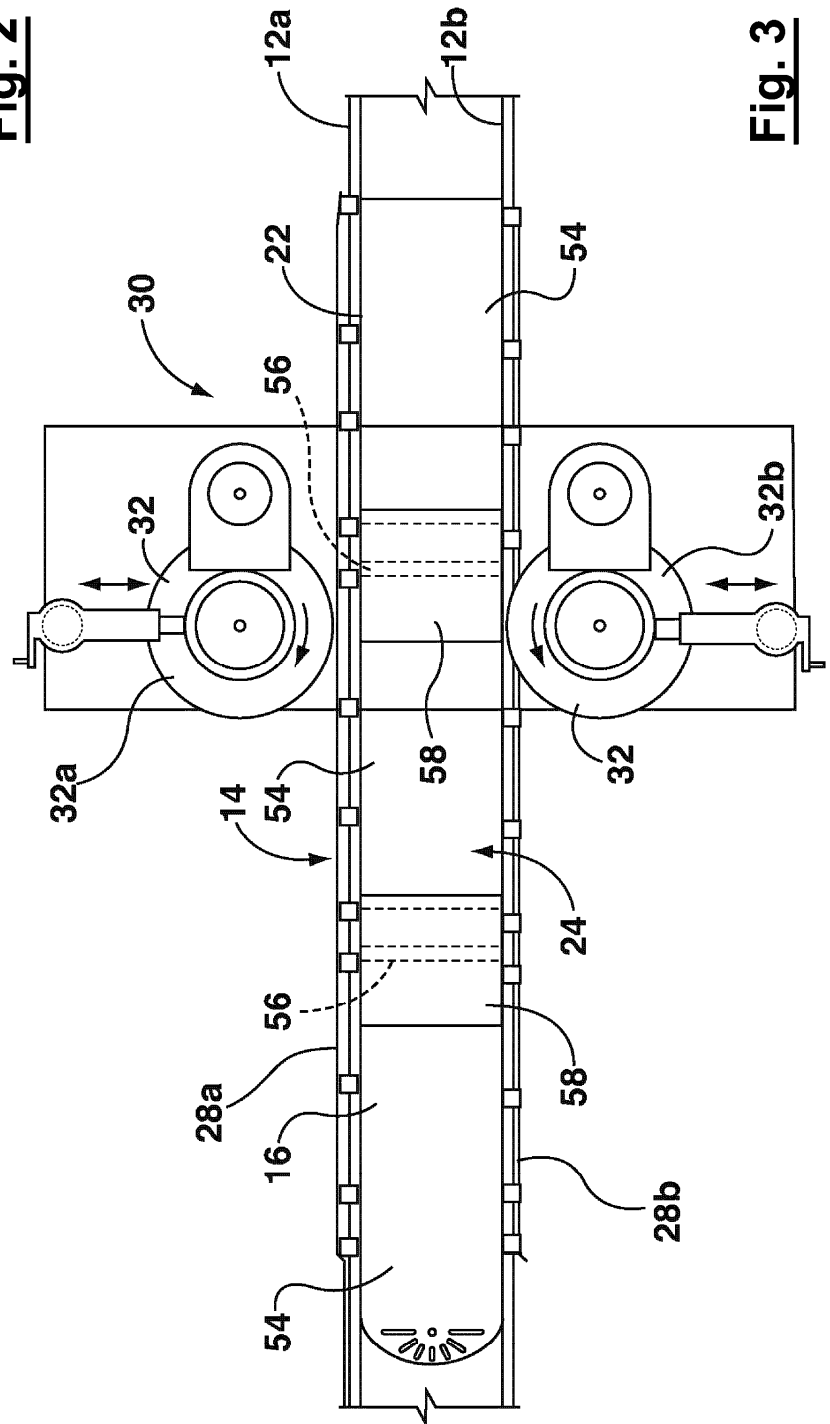
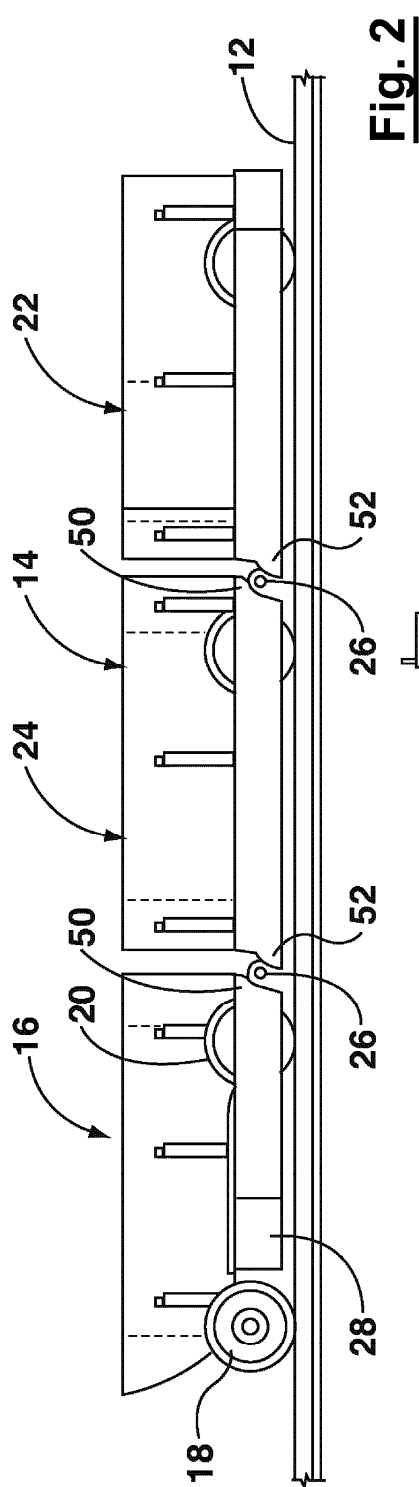


Fig. 1



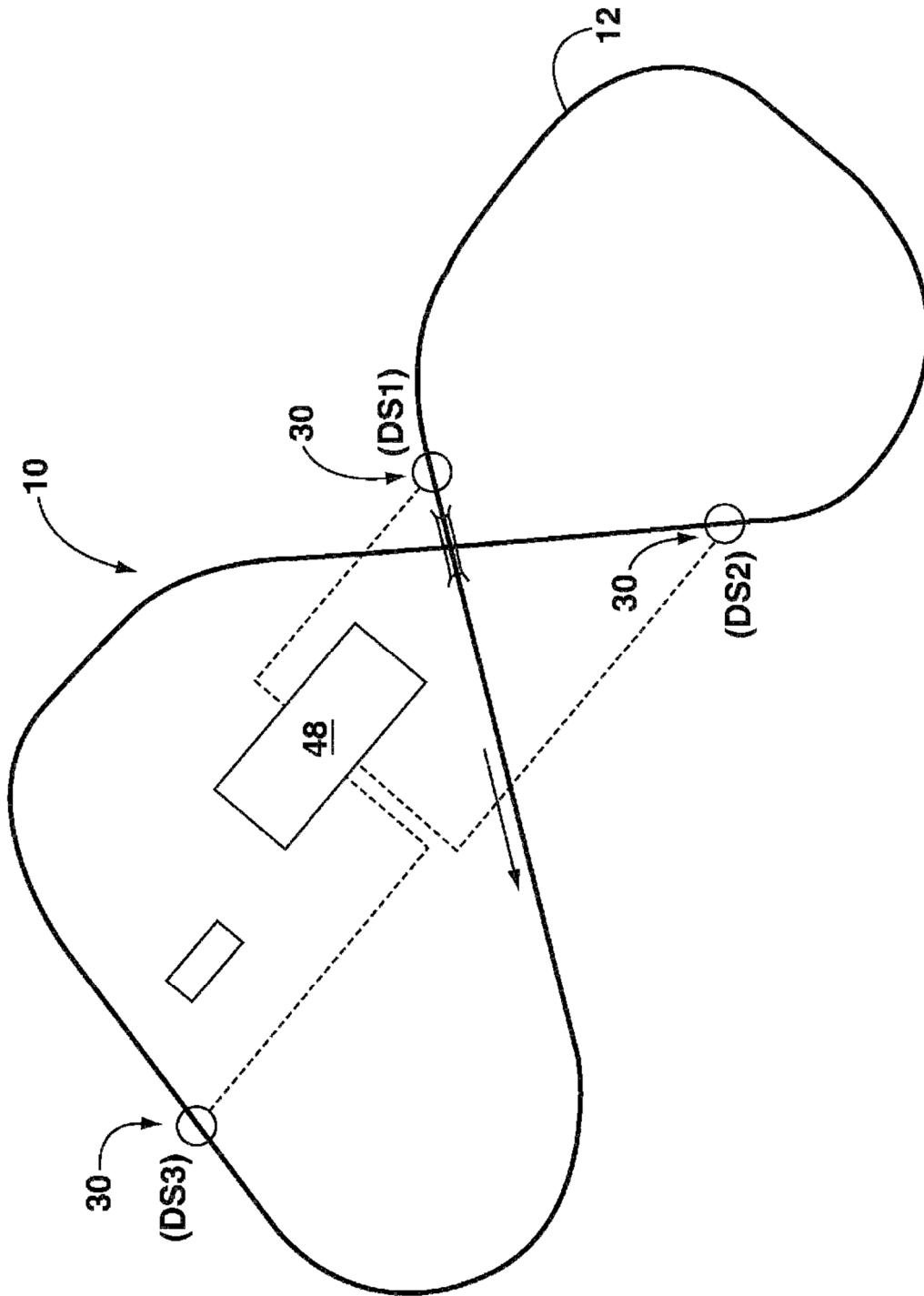
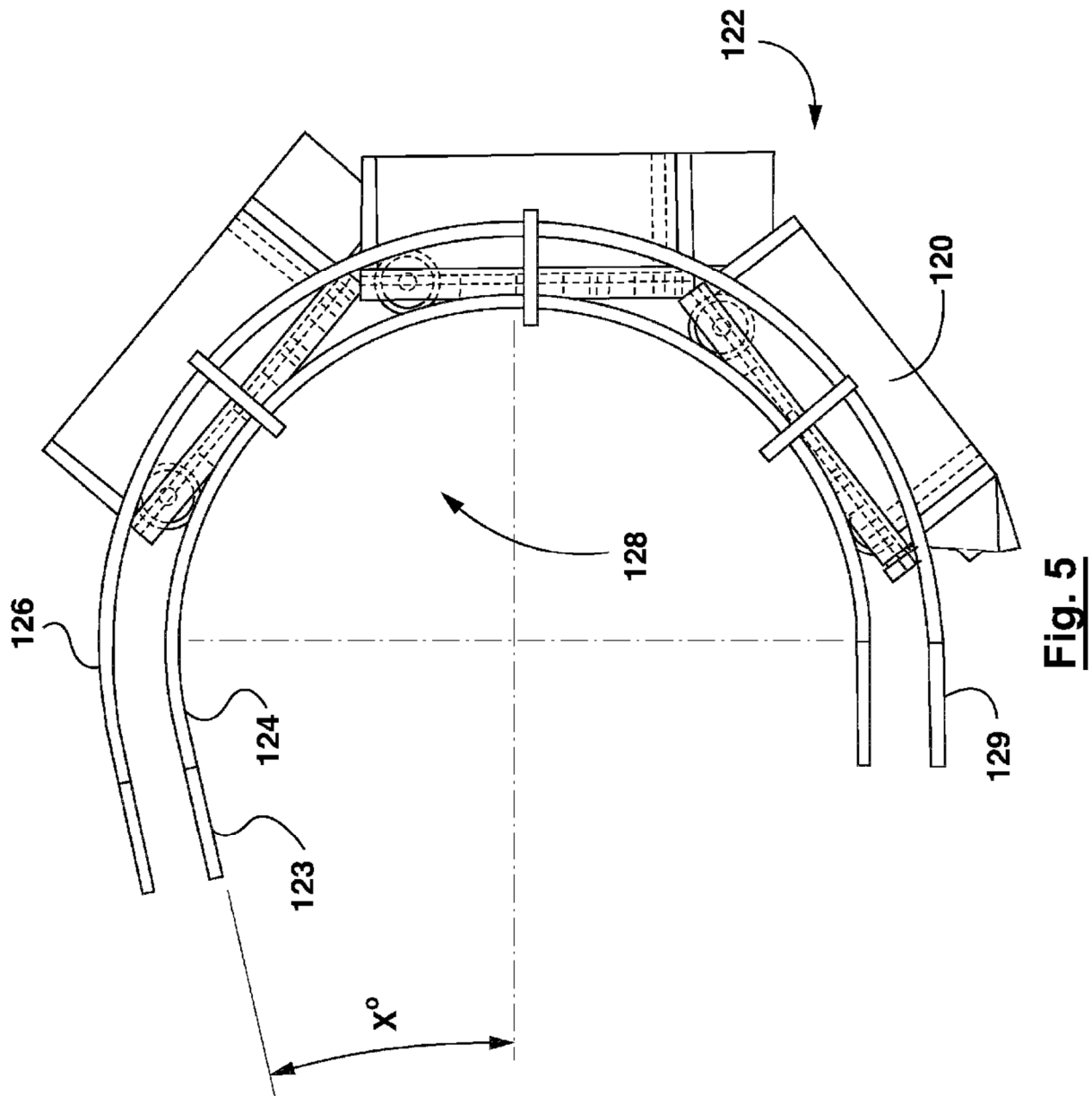


Fig. 4



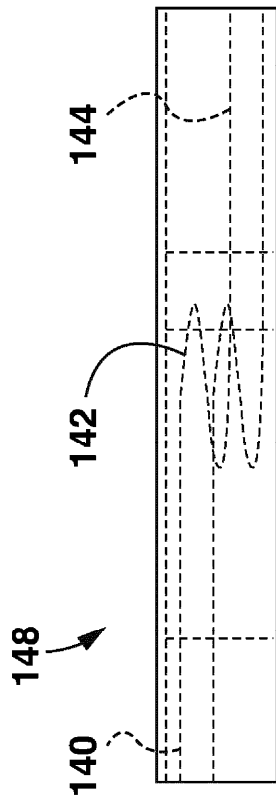


Fig. 6A

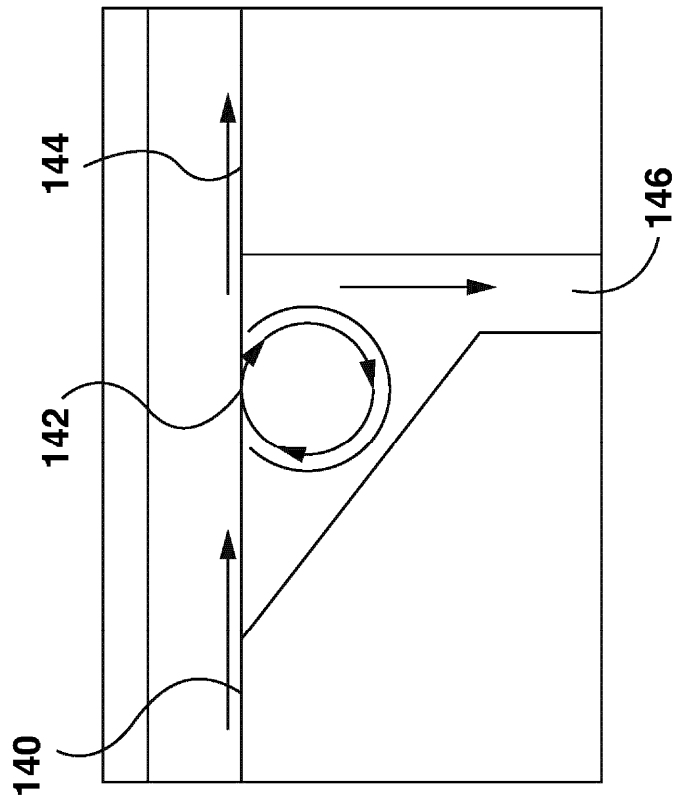


Fig. 6B

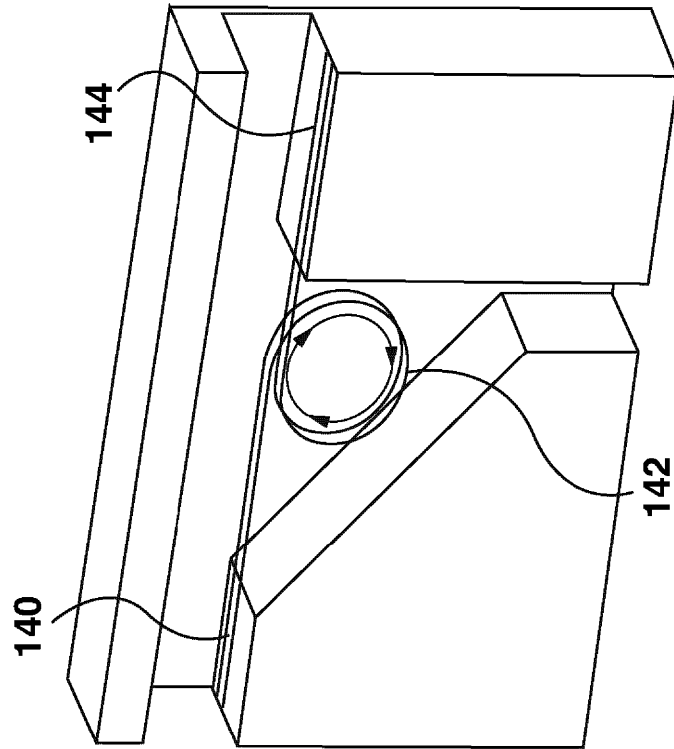


Fig. 6C

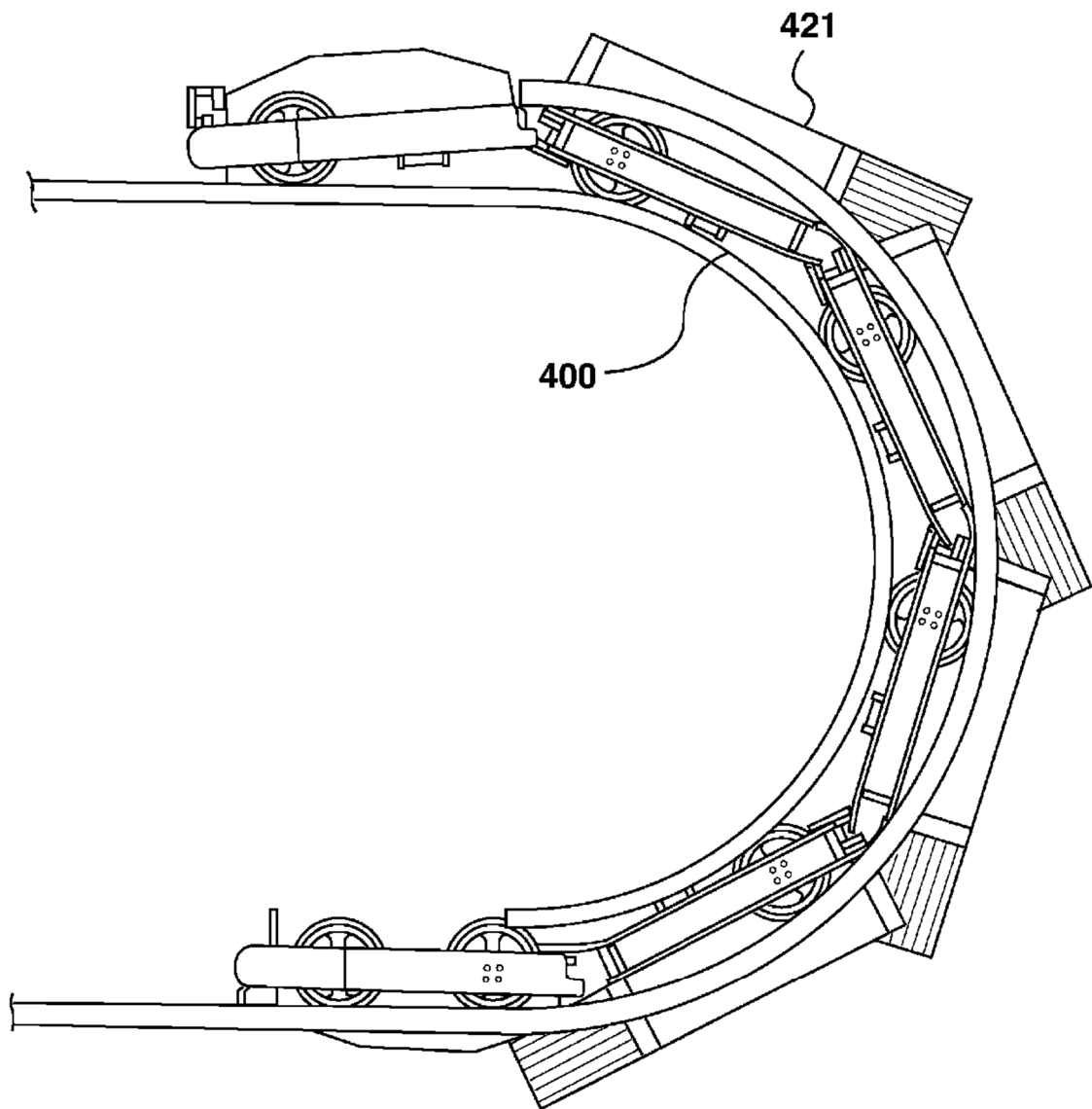


Fig. 7A

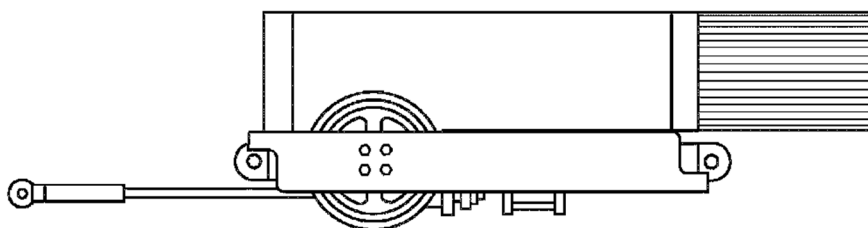


Fig. 7B

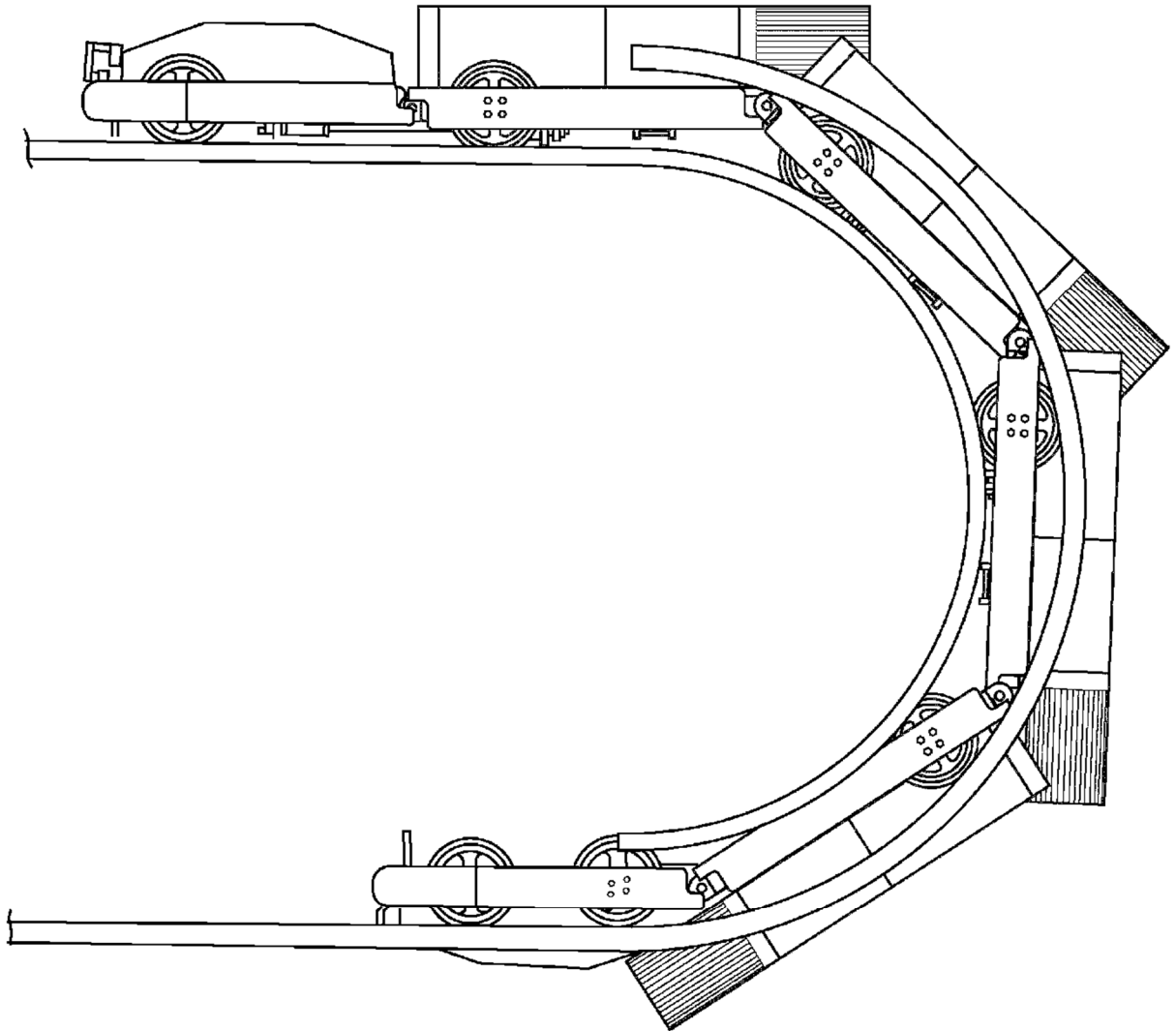


Fig. 8A

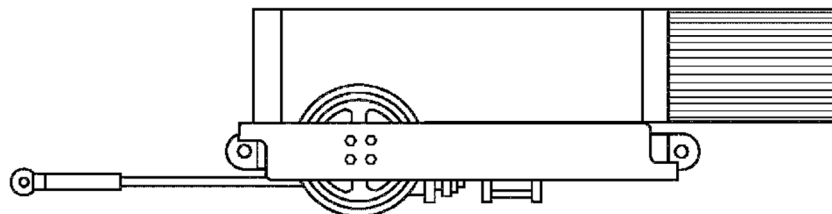


Fig. 8B

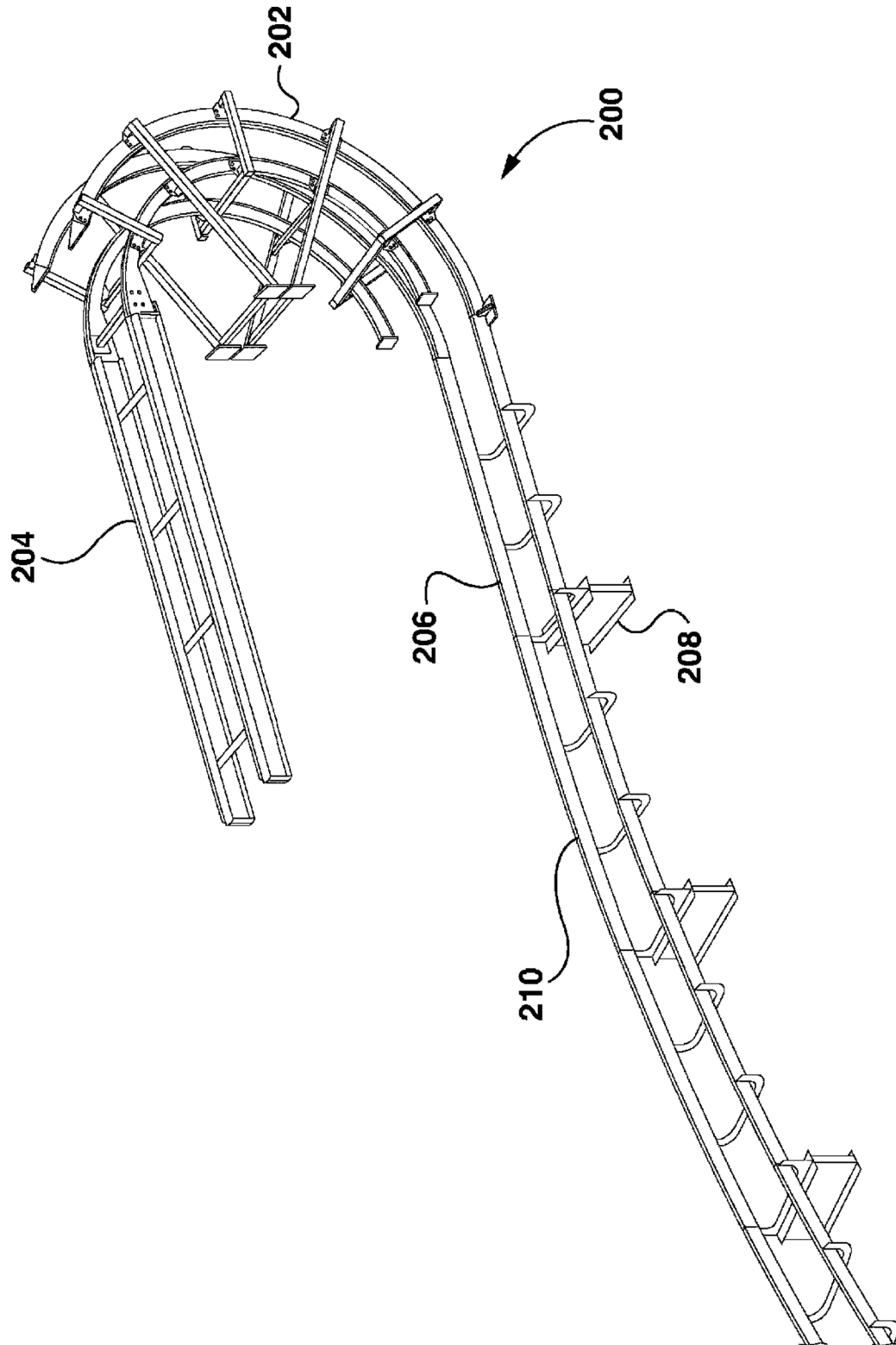


Fig. 9

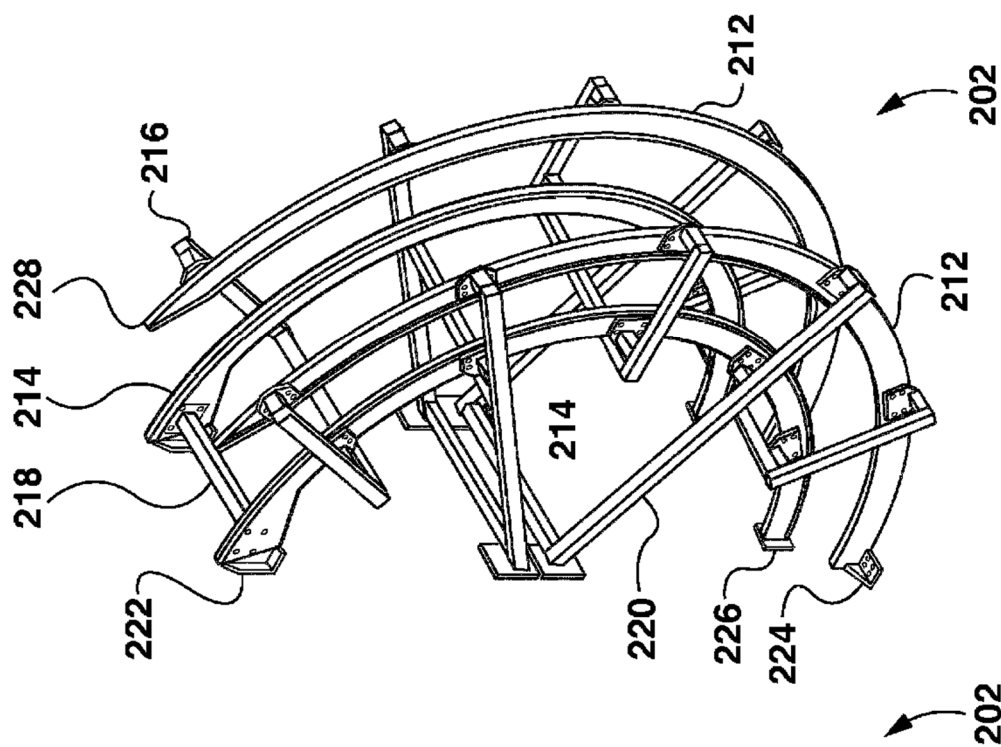


Fig. 10A

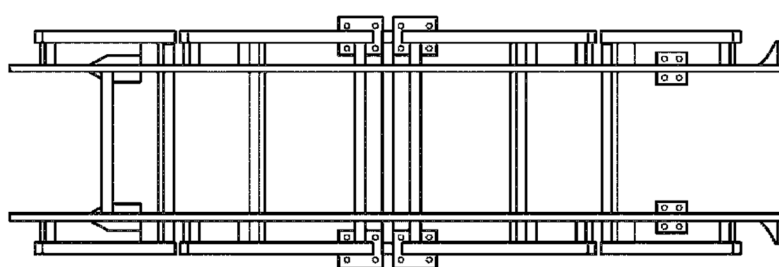


Fig. 10B

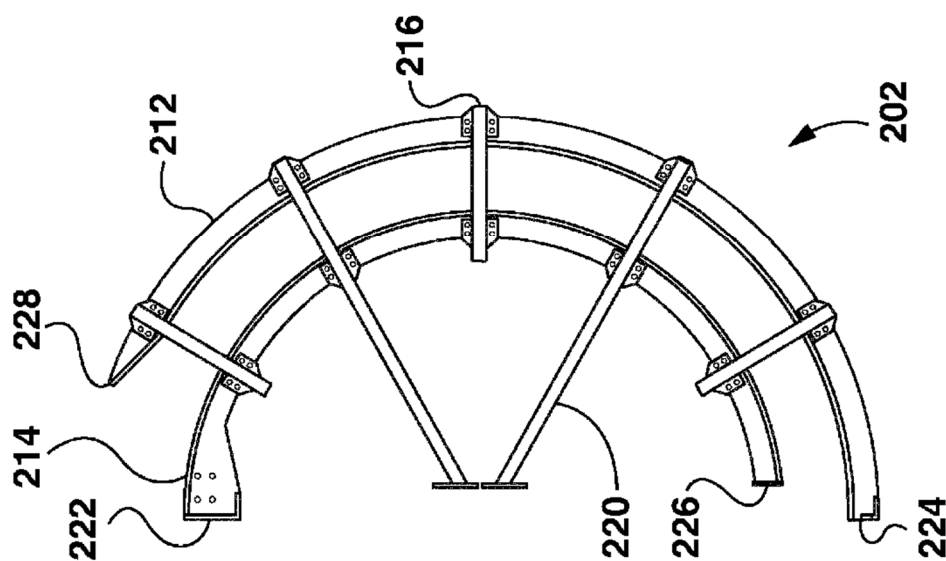


Fig. 10C

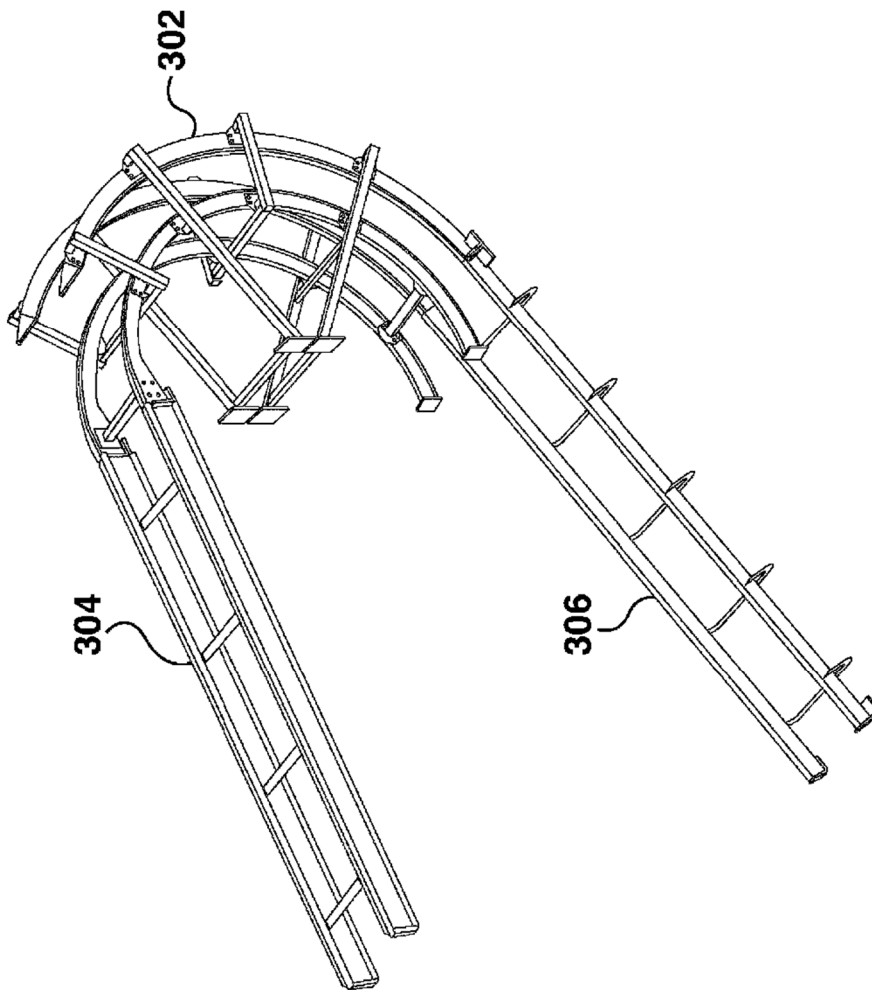


Fig. 11

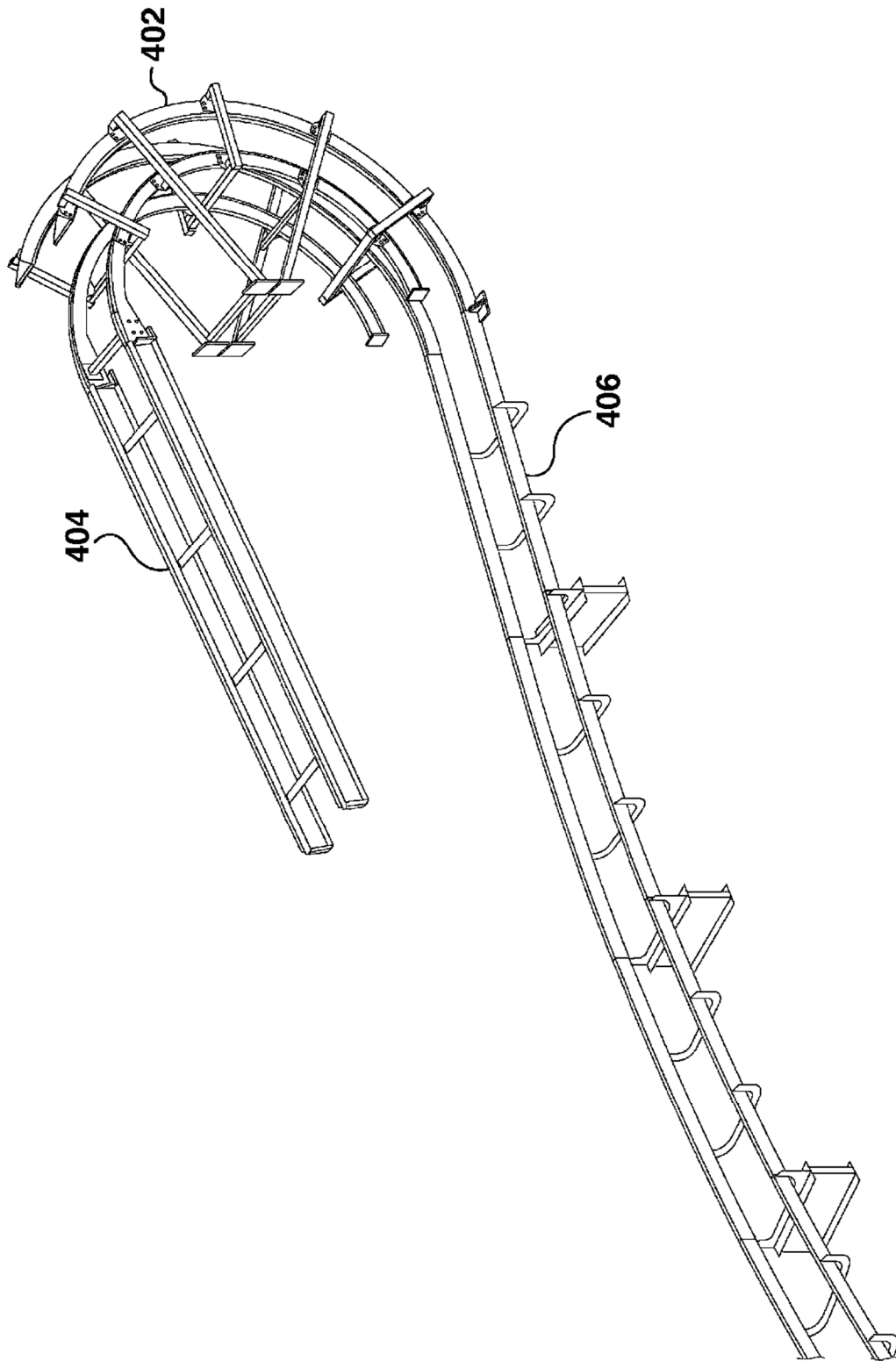


Fig. 12

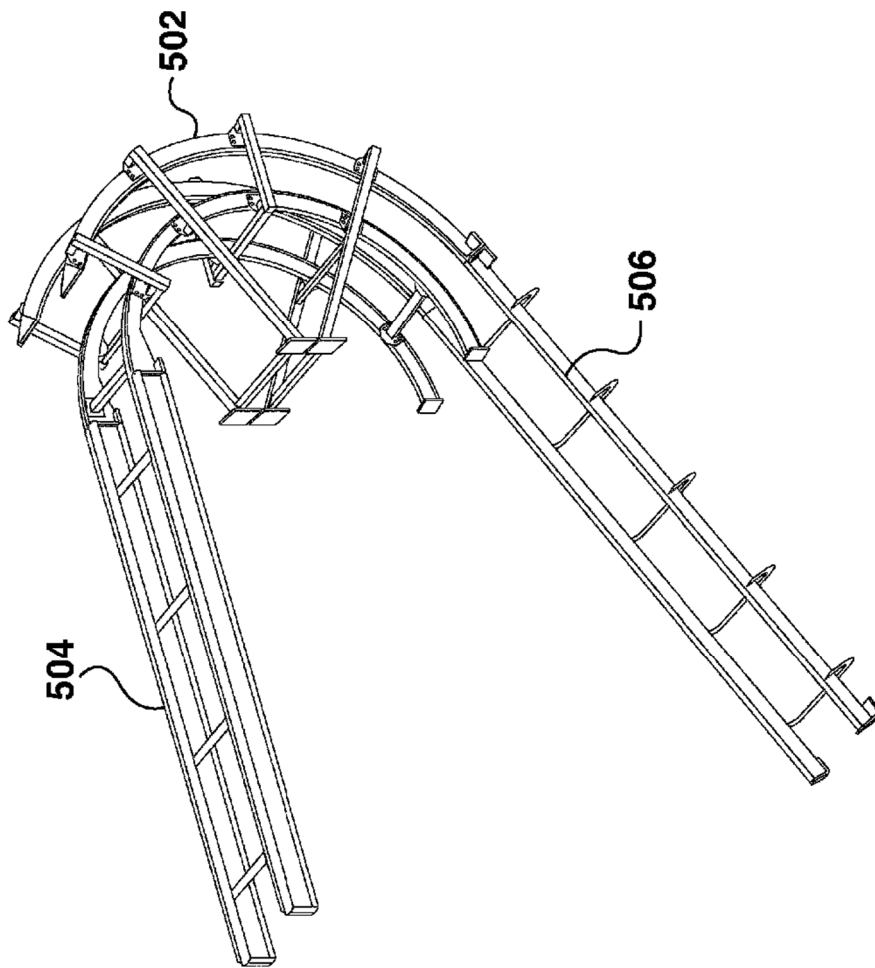


Fig. 13

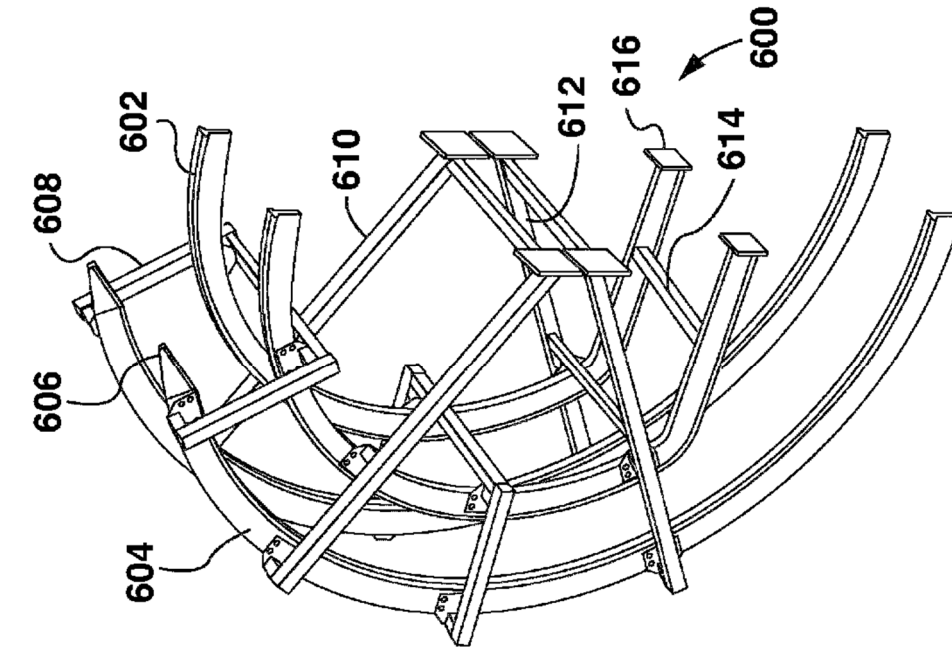


Fig. 14B

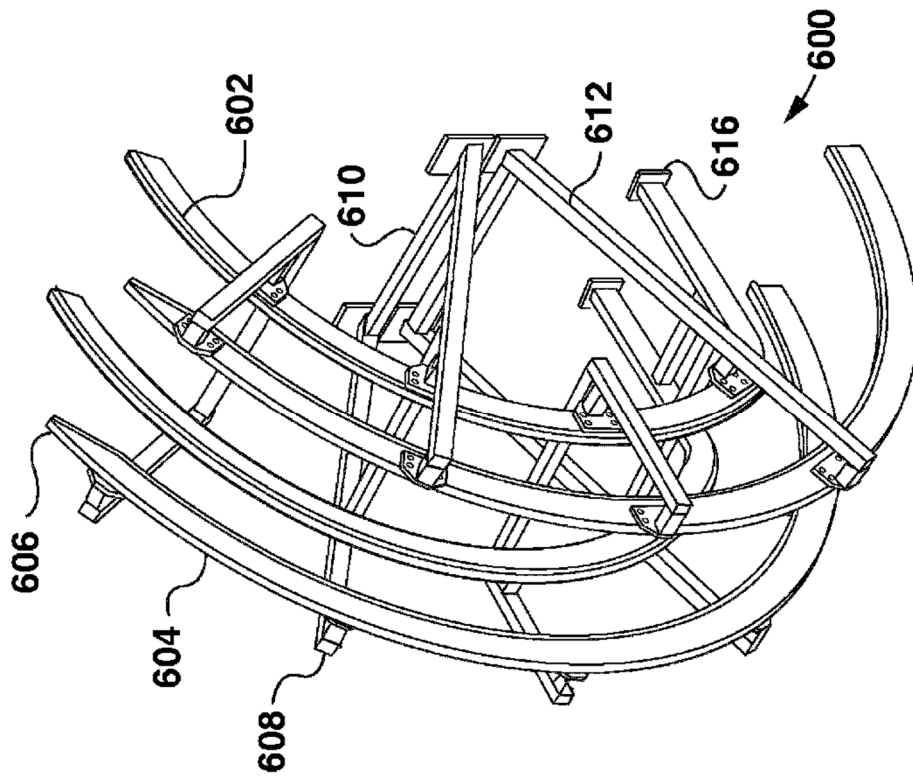


Fig. 14A

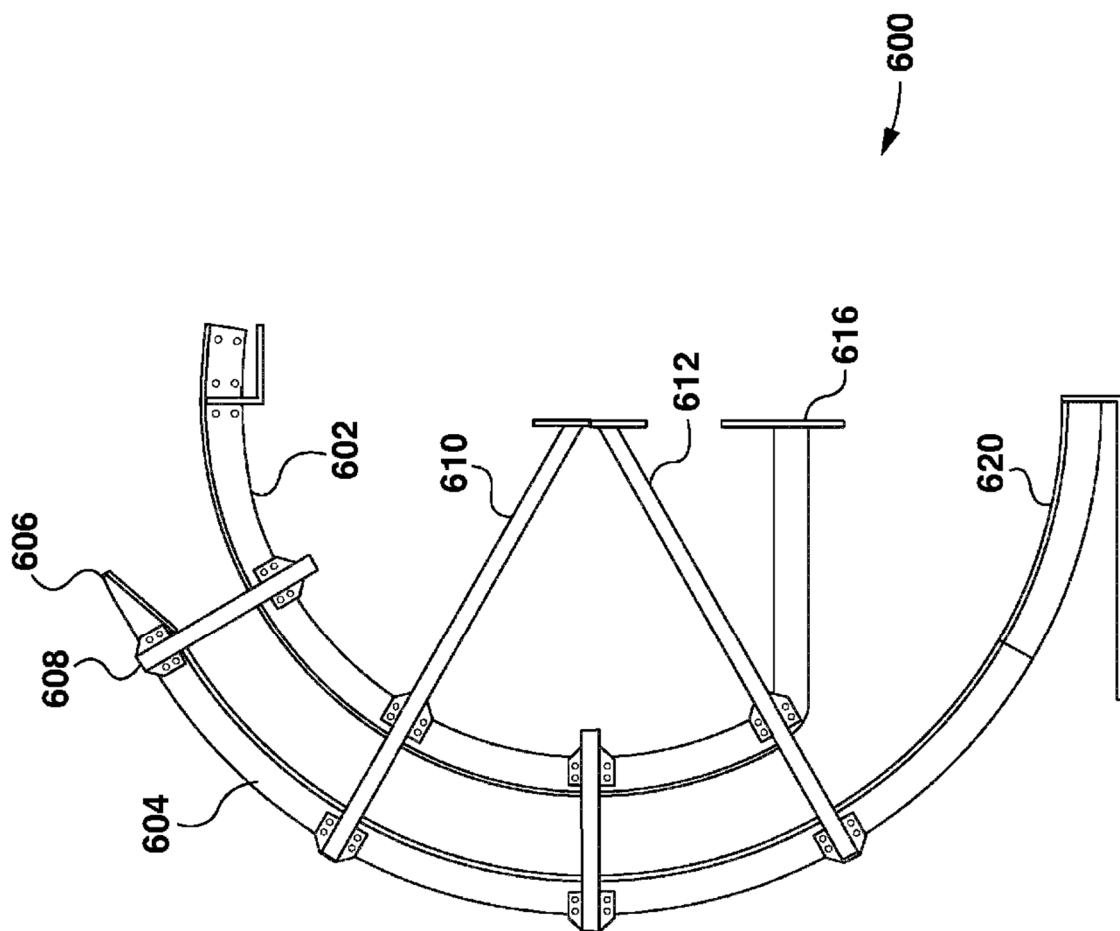


Fig. 15

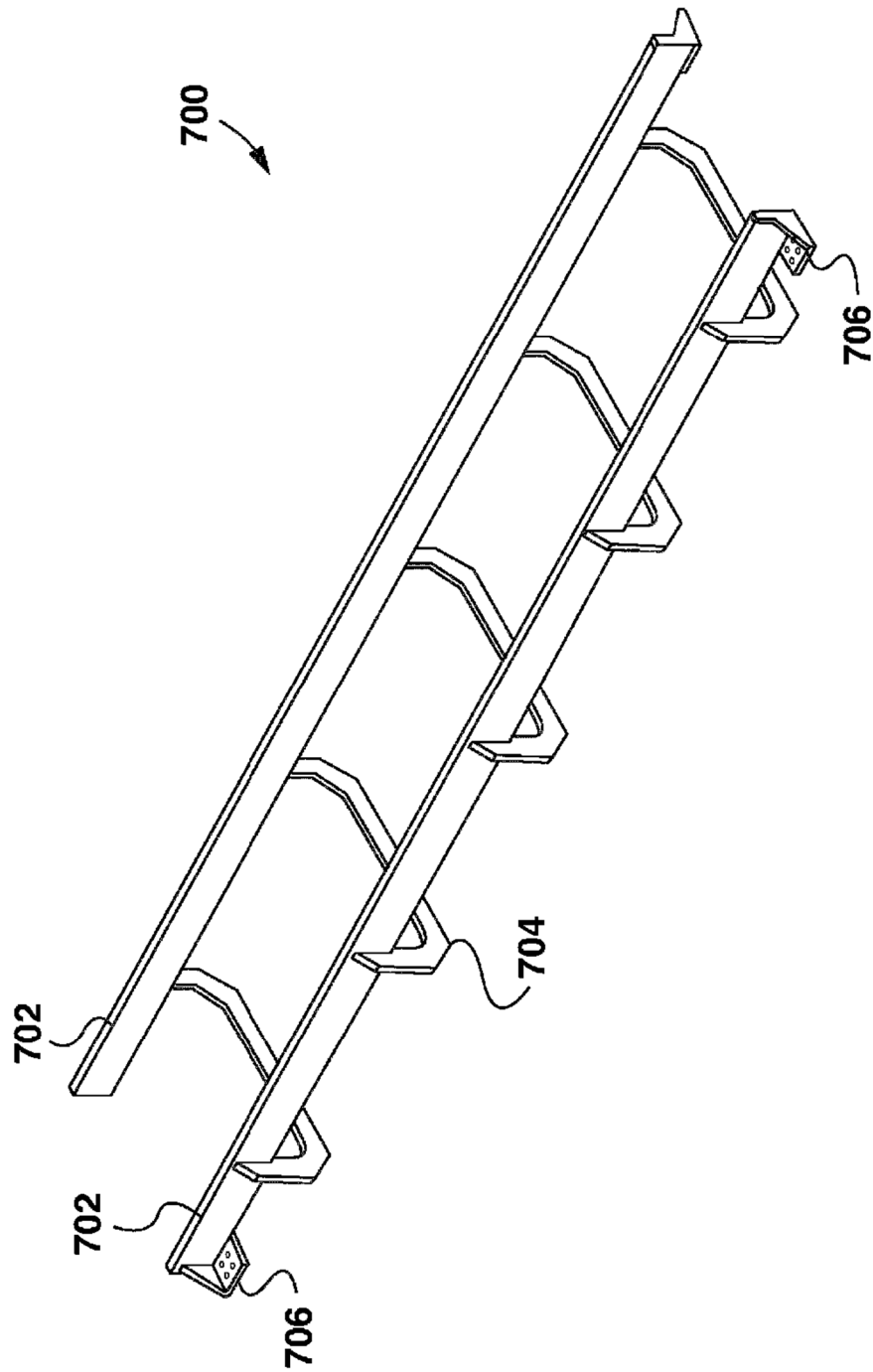


Fig. 16

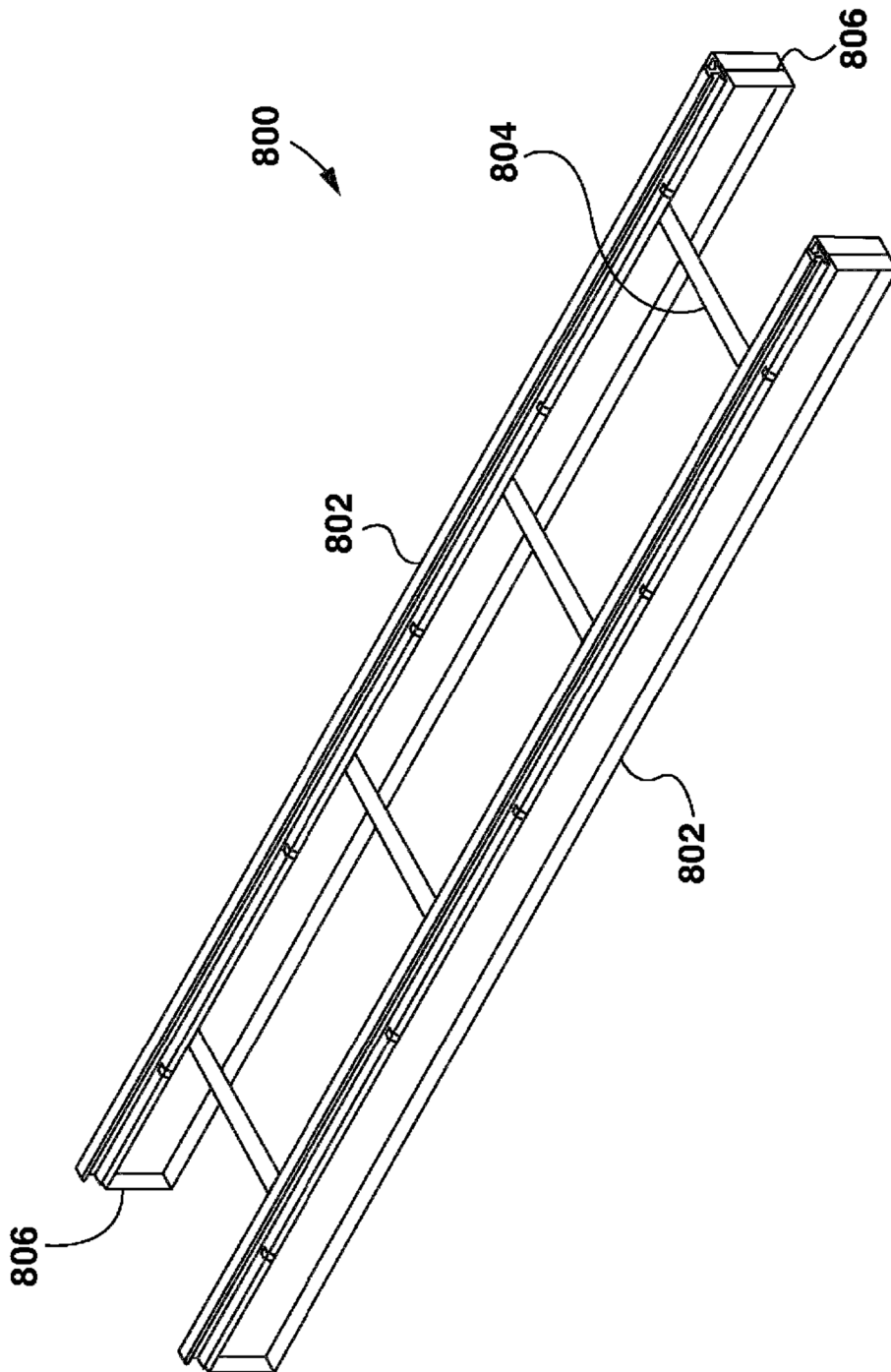


Fig. 17

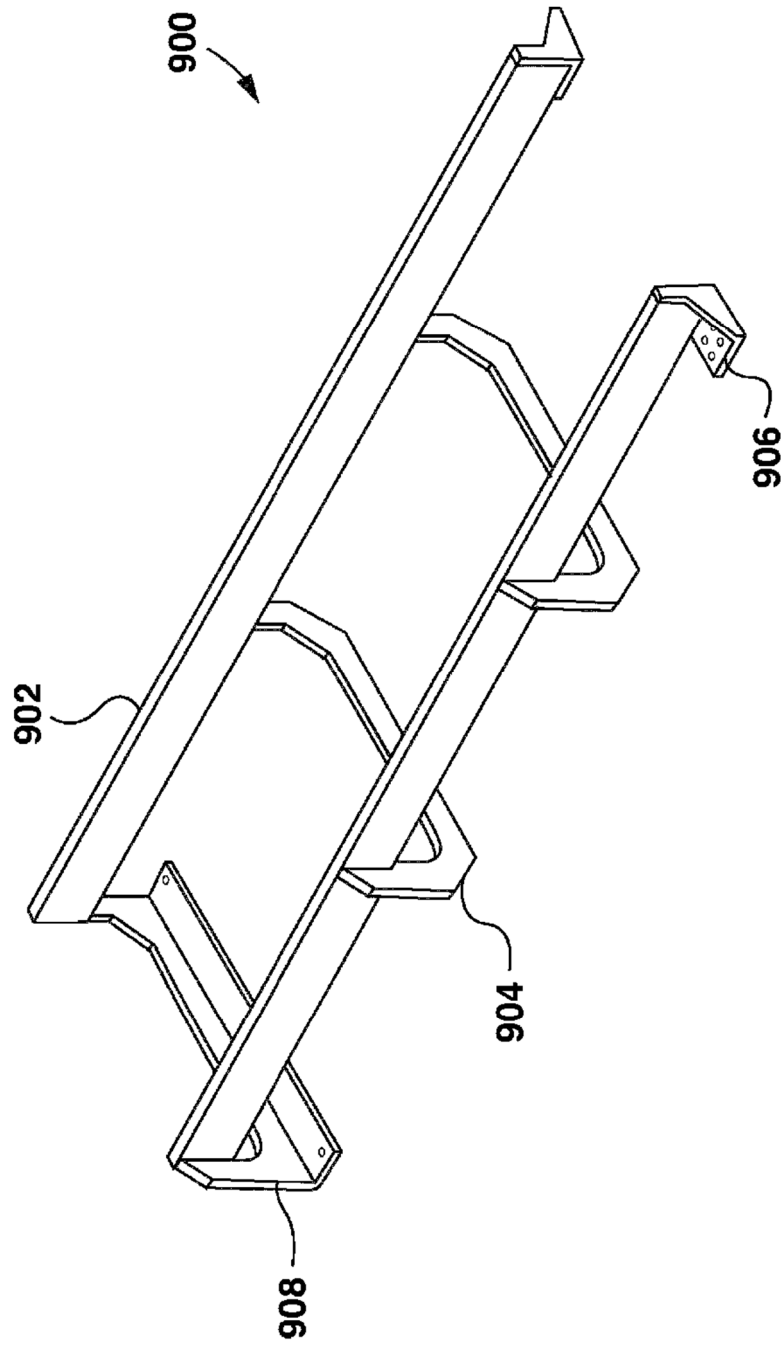


Fig. 18

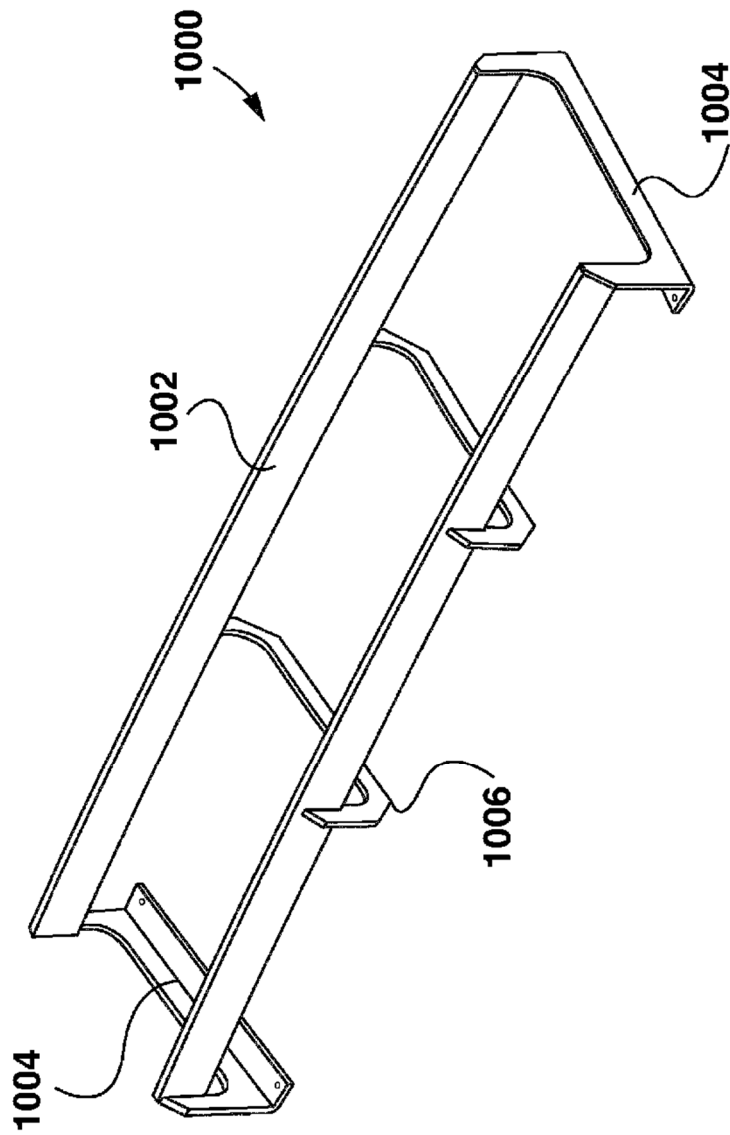


Fig. 19