

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 376 877**

51 Int. Cl.:
B61B 13/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **04754257 .6**
96 Fecha de presentación: **04.06.2004**
97 Número de publicación de la solicitud: **1628867**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **01.03.2006**

54 Título: **Sistema de transporte ferroviario elevado mejorado**

30 Prioridad:
05.06.2003 US 476486 P

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
20.03.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
20.03.2012

73 Titular/es:
**FLIGHT RAIL CORPORATION
250 HENRY STATION ROAD
UKIAH, CA 95482, US**

72 Inventor/es:
SCHLIENGER, Max, P.

74 Agente/Representante:
de Elzaburu Márquez, Alberto

ES 2 376 877 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 transporte ferroviario elevado mejorado.

5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Los sistemas de transporte terrestre públicos rápidos ofrecen muchos beneficios sobre los medios de transporte no públicos tales como el uso de automóviles, particularmente en áreas metropolitanas que sufren serios problemas de congestión del tráfico y de contaminación. El transporte terrestre público también puede ser una alternativa deseable para los viajes aéreos de corta distancia así como de larga distancia. A pesar de que ha habido un reconocimiento general de la necesidad de un sistema de transporte fiable, seguro y rápido, la utilización de sistemas de transporte rápidos se ha dificultado por el alto coste de construcción y operación, así como por las dificultades técnicas para el desarrollo de un sistema ferroviario ligero, eficiente y versátil.

Los métodos convencionales no han producido un sistema de transporte ferroviario ligero que sea suficientemente versátil, eficiente y rentable como para ser un sustituto factible para las alternativas de transporte no público y viajes aéreos. Por ejemplo, algunos sistemas denominados ferroviarios ligeros tienen módulos de transporte más bien pesados debido al uso de carros inferiores pesados o de un sistema de impulsión pesado, altos requerimientos de tracción, altos requerimientos de combustible a bordo, o cuestiones similares. Los sistemas que se basan en motores de tracción tienden a tener dificultades con las pendientes pronunciadas. Por otra parte, los elementos externos tales como condiciones severas del clima y contaminación pueden plantear dificultades sustanciales en la operación y mantenimiento de los sistemas ferroviarios ligeros. Además, los mecanismos con motores de tracción que emplean ruedas tienden a producir mucho ruido, así como desgaste.

La patente norteamericana US 6.360.670 B1 del presente inventor, supera algunas de estas dificultades y desventajas mediante un sistema de transporte ferroviario ligero eficiente y rentable que utiliza un sistema de guía que no depende de la tracción para el movimiento. En una realización específica divulgada en esa patente, la unidad de cabezal está situada dentro de un tubo de guía, el exterior del cual preferentemente soporta y guía el vehículo a medida que ésta se mueve a lo largo del tubo. El movimiento se genera proporcionando una diferencia de presión dentro del tubo entre la región aguas arriba y la región aguas debajo de la unidad de cabezal. La diferencia de presión puede ser generada por un sistema de propulsión estacionario que produce un vacío sobre la región aguas abajo, o que somete a presión la región aguas arriba, o ambos. La velocidad de la unidad de cabezal es controlada modificando el valor del caudal de gas a través del cabezal, es decir, desde el lado aguas arriba hacia el lado aguas abajo del cabezal. La velocidad de la unidad de cabezal se aumenta reduciendo el valor del caudal de gas a través de la unidad de cabezal para aumentar, de este modo, el empuje sobre éste, y se reduce permitiendo que una mayor cantidad de gas circule a través de la unidad de cabezal, para disminuir el empuje.

Debido a que el empuje requerido para mover la unidad de cabezal es generado por sistemas de propulsión estacionarios, el vehículo no requiere motores pesados a bordo o unidades motrices. La unidad de cabezal y el tubo de guía son relativamente ligeros de peso y están bien adaptados para su uso en un sistema ferroviario ligero. El tubo de guía puede elevarse debido al peso general ligero del sistema, reduciendo los costos de derecho de vía. Cuando se eleva, los costos y requerimientos por las pendientes se reducen significativamente.

En esa patente anterior, se utiliza un aparato de acoplamiento magnético para acoplar la unidad de cabezal que está en el interior del tubo de guía, con el módulo de transporte que está fuera del tubo de guía. El uso de un aparato de acoplamiento magnético elimina la necesidad de conectar mecánicamente la unidad de cabezal y el módulo de transporte con un montante que, de otro modo, hubiera tenido que extenderse a través de una abertura longitudinal en la pared del tubo de guía. Esto permite que el interior del tubo de guía sea un sistema cerrado y evita la necesidad de un sistema de sello para mantener una diferencia de presión deseada en el tubo de guía a medida que el montante se mueve a través de la abertura longitudinal del tubo de guía, mejorando de este modo la integridad mecánica y la integridad de la presión del sistema. Más aún, el uso del aparato de acoplamiento magnético en vez de un dispositivo de acoplamiento mecánico hace más fácil la limpieza del exterior del tubo de guía y del aparato de acoplamiento, o despejar esas áreas de restos tales como los de la eliminación de hielo y nieve. El acoplamiento magnético también permite el desacoplamiento de la unidad de cabezal y del módulo de transporte sin ninguna unión o desacoplamiento mecánico. Debido a que el módulo de transporte es soportado por la superficie exterior del tubo de guía, el peso del módulo de transporte no es llevado por la unidad de cabezal.

Aunque los sistemas de transporte divulgados en la patente norteamericana US 6.360.670 B1, así como en las patentes norteamericanas US 6.279.485 y US 6.267.058 relacionadas, proporcionan importantes avances para la tecnología de transporte por railes elevados, las pruebas actuales y las evaluaciones teóricas han mostrado que algunos de los componentes del sistema que es la materia de esas patentes norteamericanas anteriores tienen ciertas desventajas tales como, por ejemplo, desgaste o fricción excesivo, problemas de mantenimiento, y otros problemas similares. La presente invención pretende superar esas desventajas mediante una unidad de propulsión con las características de la reivindicación 1 y proporciona las mejoras expuestas a continuación.

El documento US 6.178.892 B1 divulga una unidad de propulsión para mover un vehículo a lo largo de un tubo de accionamiento alargado que tiene un interior adaptado para ser sometido a presión selectivamente y un exterior a lo

largo del cual se desplaza un vehículo, comprendiendo la unidad de propulsión un carro de empuje, comprendiendo el carro de empuje un cuerpo principal, unas primera y segunda ruedas montadas de forma giratoria sobre un primer lado del cuerpo, por lo menos una tercera rueda montada de forma giratoria sobre el cuerpo sobre un segundo lado del cuerpo, y un acoplamiento para acoplar la unidad de empuje al vehículo.

5

BREVE SUMARIO DE LA INVENCION

Un primer aspecto de la invención mejora el guiado tubular y el carril de accionamiento, elevados, proporcionando raíles interiores para la unidad de empuje o propulsión principal, también algunas veces denominado unidad *otter*. Los raíles interiores preferentemente son barras de metal redondo, por ejemplo acero, dispuestas, sustancialmente, en alineación con una línea central horizontal del tubo de accionamiento que están acopladas a ruedas acanaladas de la unidad, dejando, de este modo, una parte inferior del tubo de accionamiento, libre de obstrucciones. Esto facilita la limpieza del interior del tubo de accionamiento, incluyendo, cuando es necesario, la eliminación intermitente de sustancias tales como el agua, lubricantes y / o restos que se pueden acumularse en la parte inferior del mismo. Esto además facilita la realización de las conexiones necesarias para el vacío y / o presión desde el exterior hacia el interior del tubo, montaje y mantenimiento de las válvulas de aislamiento, y demás. Más aún, montando la unidad de empuje sobre ruedas en el interior de tubo, el desgaste, como se encontró con los cabezales de empuje tubulares empleados en el sistema descrito en las patentes nombradas anteriormente, se reduce en gran medida, si no se elimina. Adicionalmente, los raíles interiores refuerzan el tubo de accionamiento y lo hacen más rígido, lo cual permite que los tubos se hagan más ligeros, ahorrando costos de este modo.

10

15

20

25

Sobre el exterior, el tubo de accionamiento lleva carriles de guía y soporte para un módulo de transporte, tal como una cabina de pasajeros o un vagón de carga, en forma de ángulos convencionales de metal a 90°, hechos de acero o materiales similares de alta resistencia, los cuales están montados directamente a la estructura de soporte con cimientos en el suelo, para el tubo de accionamiento. Como consecuencia, el tubo de accionamiento no necesita llevar el peso del módulo de transporte. Más aún, el carril en ángulo recto simplifica en gran medida el guiado del módulo a medida que éste se traslada a lo largo del tubo de accionamiento, como se describe con más detalle a continuación.

30

35

40

Otro aspecto de la presente invención se refiere a la configuración y funcionamiento de la unidad de propulsión. Ésta emplea un carro de empuje orientado, de forma general, horizontalmente, que está dispuesto en una porción de la mitad, horizontal, del tubo de accionamiento e incluye ruedas acanaladas en V, horizontales, que se acoplan y trasladan a lo largo de los raíles interiores del tubo de accionamiento para guiado y soporte del peso. En una realización preferida, el carro de empuje tiene dos ruedas que se acoplan a uno de los raíles interiores, y una rueda individual dispuesta intermedia entre las dos ruedas, que es llevada, mediante un muelle, al acoplamiento con el otro raíl interior del tubo de accionamiento. Aunque esta disposición es la preferida, si se desea, pueden proporcionarse igualmente las dos ruedas desviadas con muelle. Una válvula de empuje con forma general de ventilados definida por una multitud de aspas de empuje dispuestas de una forma similar a una sombrilla, también algunas veces denominada "válvula de cola de pavo" debido a su configuración en forma de ventilador, está unida al carro de la unidad de propulsión y se extiende desde ésta en la dirección de desplazamiento de la unidad. Dado que las válvulas de empuje en forma de ventilador son mucho más efectivas en una dirección que en la otra, como se describe con detalle a continuación, el carro interior preferentemente tiene dos válvulas como tal, una extendiéndose en cada dirección de desplazamiento desde el carro para proporcionar un empuje total a la unidad de propulsión en cualquiera de las dos direcciones.

45

50

El carro adicionalmente soporta un acoplamiento magnético para interactuar con un acoplamiento magnético correspondiente llevado por el módulo de transporte. Dado que los raíles interiores acoplados a las ruedas acanaladas de la unidad de carro proporcionan una guía muy exacta para el carro y, por lo tanto, lo mantienen en la posición deseada con respecto al tubo durante una parada, así como durante el desplazamiento, puede minimizarse el aislamiento o separación entre los componentes activos del acoplamiento magnético y el tubo de accionamiento. Esto, a su vez, mejora la eficiencia del acoplamiento magnético.

55

60

65

La construcción de la válvula de cola de pavo mencionada anteriormente es un aspecto adicional de la presente invención. Esta tiene múltiples aspas de empuje o plumas alargadas, convergentes, en forma de ventilador, los extremos pequeños de las cuales están unidos a un cuerpo rígido en forma de copa de la válvula, que está conectado al carro de la unidad de propulsión, de forma tal que los extremos libres de las aspas se extienden más allá del extremo abierto de la copa. Unos actuadores lineales adecuados, tales como actuadores hidráulicos, magnéticos o mecánicos (por ejemplo, engranajes), extienden las aspas de empuje fuera de, o las retraen dentro de, el cuerpo en forma de copa. De esta manera, los extremos libres de las aspas pueden expandirse radialmente en, o fuera de, contacto con la superficie interior del tubo de accionamiento. Las aspas extendidas, cuando están extendidas y acopladas a la pared del tubo de accionamiento, forman una pared en forma de sombrilla (que define unas superficies de pared cóncava y convexa) a lo ancho del diámetro entero del tubo de accionamiento. Como consecuencia, cuando la presión de aire sobre el lado cóncavo de esta pared es mayor que sobre el lado convexo, se genera un empuje que es transmitido mediante el carro de empuje y el acoplamiento magnético al vehículo de transporte sobre la parte exterior del tubo de accionamiento.

- En una realización preferida de la invención, las aspas de empuje están hechas de un armazón metálico flexible elásticamente, por ejemplo alambre, al cual se aplica una lámina de plástico, por ejemplo neopreno. Cuando las aspas están extendidas hacia fuera desde el cuerpo de la válvula, los extremos libres de las aspas pueden llevarse al contacto con el interior del tubo de accionamiento, mientras que las aspas juntas forman una superficie de forma general cóncava, troncocónica, en la dirección de empuje de la válvula. Tales aspas son capaces de operar a una diferencia de presión de más hasta 2,068 bar y más, lo cual genera una gran fuerza para mover vehículos en una dirección hacia adelante a máxima potencia y / o velocidad. Aumentando o disminuyendo el diámetro del tubo de accionamiento y / o la presión de aire aplicada a un lado de la válvula de empuje, la potencia y / o velocidad general que puede alcanzarse puede ajustarse para las condiciones de operación previstas. Pueden modificarse la potencia y la velocidad energizando el actuador lineal de la válvula para retraer ligeramente las aspas de su contacto con el interior del tubo de accionamiento, para reducir la potencia y / o velocidad, permitiendo que el aire pase por la válvula a través del huelgo anular resultante entre el tubo de accionamiento y los extremos libres (y parcialmente extendidos) de las aspas de empuje, y / o cambiando la presión de aire aplicada al interior del tubo de accionamiento.
- Dado que las aspas de empuje de la válvula de cola de pavo no necesitan llevar ningún peso y, a su vez, éstas son guiadas a través del tubo de accionamiento por el carro que se desplaza a lo largo de los carriles interiores, se forma un sello de baja fricción entre las aspas de empuje y el tubo de accionamiento y se mantiene a medida que el vehículo se desplaza a lo largo del tubo. Esto reduce el desgaste de las aspas de empuje y del tubo de accionamiento. Además, la provisión de aspas de empuje individuales hace más fácil que las aspas se adapten y sigan las irregularidades dimensionales del tubo de accionamiento a la vez que se mantiene el sello deseado para maximizar la eficiencia de la transmisión de potencia resultante de la diferencia de presión entre el lado de propulsión y del lado aguas debajo de la válvula. La flexibilidad elástica de las aspas individuales permiten que éstas se adapten a los ligeros cambios dimensionales y / o de forma sobre la longitud del tubo de accionamiento a la vez que se mantiene el sello deseado entre las aspas de válvulas y el tubo.
- Todavía un aspecto más de la presente invención se refiere al soporte y guía del vehículo de transporte. En vez de soportarlo y guiarlo sobre el exterior del tubo de accionamiento como se sugería en el pasado, dos carriles paralelos, separados entre sí, hechos de ángulos a 90° de metal convencional, por ejemplo, acero, están unidos a, y llevados por, el soporte con cimientos en el suelo para el tubo de accionamiento. Como consecuencia, el peso del módulo de transporte no tiene que ser llevado por el tubo de accionamiento, y se evitan las deflexiones del tubo de accionamiento bajo el vehículo, lo cual podría afectar adversamente la generación de empuje por parte de la unidad de propulsión.
- El extremo superior de la pata vertical del carril en ángulo preferentemente tiene un raíl de mantenimiento, el cual se extiende hacia el lado del carril que está en contacto con las ruedas del vehículo. Éste actúa como un dispositivo de retención, que mantiene las ruedas inclinadas en el carril sin generar la fricción tal como se encontraba con las ruedas convencionales con rebordes (por ejemplo, de ferrocarril).
- Las ruedas del vehículo están inclinadas a un ángulo preferido de 45°. De esta manera, las ruedas son simétricas con respecto a los lados de los carriles en ángulo. Como consecuencia, las ruedas pueden ser lisas y no requieren los rebordes necesarios para los raíles convencionales. Esto, a su vez, elimina las velocidades diferenciales entre diferentes puntos de la rueda y del carril, reduciendo de este modo el desgaste así como el ruido del funcionamiento.
- BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**
- La figura 1 es una vista en alzado de una sección transversal, de un sistema de transporte sobre raíles elevados que emplea un tubo de accionamiento, construido de acuerdo con la presente invención y provisto de raíles de soporte interiores y carriles exteriores para el vehículo, construidos de acuerdo a la invención;
- La figura 1A es una vista fragmentaria ampliada, parcialmente en corte, que ilustra la disposición y construcción general del sistema de transporte sobre raíles elevados de la presente invención;
- La figura 2 es una vista en sección transversal fragmentaria ampliada que muestra el montaje de los raíles interiores al interior del tubo de accionamiento del sistema;
- La figura 3 es una vista en planta de una aspa de empuje en forma de ventilador empleado en la válvula de empuje de la presente invención;
- La figura 3A es una vista fragmentaria en corte del alzado de una porción de la válvula de empuje o de cola de pavo de la presente invención;
- Las figuras 4A y 4B muestran la válvula de empuje de la presente invención en sus posiciones totalmente extendida y retraída, respectivamente;
- La figura 5A es una vista en corte transversal de la planta a través del tubo de accionamiento que muestra la unidad de propulsión que es guiada a lo largo de los raíles interiores del tubo de potencia;
- La figura 5B es una vista en alzado lateral de la unidad de propulsión mostrada en la figura 5A;
- La figura 6 muestra, esquemáticamente, dos unidades de propulsión, operativas en direcciones de desplazamiento opuestas, conectadas a carros adicionales dispuestos en el interior del tubo de potencia, para utilizar con vehículos largos y / o de múltiples secciones que se desplazan a lo largo del tubo de potencia;
- La figura 7 es una vista fragmentaria en corte transversal que muestra el carril exterior para guiar el vehículo;
- La figura 8A es una vista en planta de un carro inferior para el vehículo que se acopla y desplaza a lo largo de los carriles exteriores mostrados en la Figura 7.

La figura 8B es una vista en alzado frontal fragmentaria de una porción superior de un tubo de accionamiento, y que muestra además la construcción del carro inferior para el vehículo y su soporte y guía mediante los carriles exteriores.

5 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Con referencia, en primer lugar, a la Figura 1A, un sistema de transporte ferroviario ligero construido de acuerdo con la presente invención incluye un tubo de accionamiento 2 alargado que está soportado adecuadamente por encima del suelo, como se describe con más detalle a continuación. Sobre sus caras laterales próximas a la parte superior del tubo hay un par de carriles 4 en ángulo, separados y paralelos, el ángulo incluido en los cuales está orientado hacia afuera con respecto al tubo de accionamiento en la realización preferida de la invención, y que reciben, soportan y guían unas ruedas (no mostradas de forma separada en la Fig.1A) llevadas por unos carros inferiores 6, 8 separados, por ejemplo delantero y trasero, los cuales a su vez soportan, llevan y guían un vehículo de transporte 10 tal como la cabina de pasajeros ilustrada o un vagón de carga (no mostrado).

15 En el interior del tubo de accionamiento, y preferentemente alineado con el eje horizontal del tubo, hay unos railes interiores 12 opuestos, en forma de barras redondas alargadas unidas al tubo de accionamiento, que se extienden sobre su longitud. Unas unidades de propulsión primera y segunda 15, 17 están dispuestas en el interior del tubo de accionamiento. Unas ruedas 38 y 40 (no mostradas en la Fig.1A) se acoplan a los railes interiores para soportar el carro en una posición suspendida, en aproximadamente el centro del tubo de accionamiento, y guiarlo a medida que éstas se mueven a lo largo del tubo.

Una válvula de empuje 18 está acoplada a cada carro y se proyecta hacia adelante y hacia atrás con respecto a la dirección de desplazamiento, desde unos carros de empuje 14, 16, respectivamente. Cuando la válvula de empuje está en su posición expandida (unidad de propulsión de la izquierda en la Fig.1A), ésta forma una pared de válvula 30 a través de todo el interior del tubo de accionamiento. Una diferencia de presión positiva entre el lado interior cóncavo (orientado hacia el carro de propulsión asociado) y el lado exterior convexo (orientado en la dirección de desplazamiento y alejándose del carro de propulsión) de pared 30 proporciona el empuje o fuerza que propulsa al carro de propulsión en dirección hacia delante. Durante este estadio, la segunda válvula de empuje 20 acoplada al carro de propulsión trasero 16 está retraída de forma tal que la válvula 20 no se resiste al movimiento del carro en dirección hacia delante.

El vehículo 10, ilustrado como una cabina de transporte de pasajeros, está acoplado con fuerza a los carros de empuje 14, 16 delantero y trasero con acoplamientos magnéticos 22 definidos por un elemento magnético interior 24 llevado por los respectivos carros y un elemento magnético exterior 26 asegurado a los respectivos carros inferiores 6, 8 de la cabina, y alineado con el elemento magnético interior. Se aplica de forma adecuada energía eléctrica al acoplamiento magnético de forma tal que la fuerza magnética generada entre los elementos magnéticos acoplan con fuerza los carros de propulsión a los carros inferiores de la cabina. Con este fin, una tira de ventana no magnética 28 forma parte de, y se extiende sobre, la longitud del tubo de accionamiento y define la porción superior del tubo.

40 Durante el uso, la cabina 10 y los carros de empuje 14, 16 están alineados, y el acoplamiento magnético 22 es energizado para bloquear magnéticamente los carros y la cabina unos a otros, formando de este modo un módulo de transporte unitario capaz de trasladarse a lo largo de las secciones horizontales e inclinadas del tubo de accionamiento. Para iniciar el movimiento en dirección hacia delante (hacia la izquierda, según se ve en la Fig. 1A), se abre la válvula de empuje delantera 18 expandiendo unas aspas individuales 86 de la válvula de empuje (descrita con más detalle a continuación) de forma tal que éstas se extienden hacia afuera hasta que sus bordes libres exteriores se acoplan a la pared interior del tubo de accionamiento. Después de eso, el aire a presión procedente de una fuente 32, aplicado al interior del tubo de accionamiento, actúa sobre la superficie orientada hacia atrás de la pared 30 de la válvula de empuje delantera abierta. La diferencia de presión resultante entre los lados aguas arriba y aguas abajo de la válvula genera una fuerza que propulsa el módulo de transporte en una dirección hacia delante. Incrementando la presión aplicada al interior del tubo puede aumentarse la fuerza generada por la válvula de accionamiento, aumentando de este modo la velocidad con la cual el módulo de accionamiento se desplaza a lo largo del tubo de accionamiento y / o haciendo posible que éste se mueva por una sección inclinada del tubo de accionamiento.

55 La fuerza generada por la válvula de empuje puede aumentarse aplicando vacío al interior del tubo, delante de la válvula de accionamiento. En un caso como tal, se proporciona una conmutación apropiada, controlada de forma remota, para activar y desactivar secuencialmente la fuente de presión y la fuente de vacío a medida que la válvula se traslada a lo largo del tubo de accionamiento. La velocidad puede ser modificada adicionalmente retrayendo ligeramente la pared 30 de la válvula de accionamiento, lo cual permite que un poco de aire pase a través de la válvula de accionamiento y, de este modo, disminuya la fuerza que actúa hacia delante, generada por la válvula.

El movimiento del módulo de transporte puede ser invertido expandiendo la válvula de empuje trasera 20 y, correspondientemente, retrayendo la válvula de empuje delantera 18. La activación de la válvula de empuje trasera también puede utilizarse para ayudar a un frenado rápido del módulo para disminuir su velocidad y / o llevarlo a una parada mientras se mueve en dirección hacia adelante, lo cual puede incluir la inversión de las posiciones efectivas de las fuentes de presión y vacío y sus conexiones con el tubo de accionamiento.

5 Con referencia a las Figuras 1, 2, 5A y 5B, cada uno de los carros de empuje 14, 16 de las unidades de propulsión 15, 17 está formado por un par de placas planas 36 separadas que están aseguradas adecuadamente, por ejemplo, mediante pernos, entre sí y que están dimensionadas de forma tal que éstas abarcan una porción sustancial de la anchura horizontal del tubo de accionamiento, en su centro horizontal, pero permanecen separadas de las paredes del tubo de accionamiento. Un par de ruedas 38 separadas, orientadas horizontalmente y acanaladas en V, están montadas de forma giratoria sobre un lado y entre las placas 36. Una tercera rueda horizontal 40 acanalada en V está montada de forma giratoria en el lado de las placas 36 del carro opuesto a las ruedas 38 sobre una palanca 42, un extremo de la cual es pivotante sobre un pasador de pivote 44 y el otro extremo es desviado hacia fuera, hacia la pared interior del tubo de accionamiento, preferentemente mediante un muelle 46, aunque, si se desea, también se pueden utilizar otros dispositivos de desviación tales como dispositivos de presión activados neumática o magnéticamente.

15 El carro de accionamiento es instalado en el interior del tubo de accionamiento comprimiendo inicialmente el muelle 46 para retraer la rueda 40 acanalada en V. Las ruedas 38, 40 son alineadas horizontalmente con los raíles interiores 12 del tubo de accionamiento. Entonces, el muelle 46 es liberado, lo cual desvía hacia afuera a la rueda 40 llevada sobre la palanca pivotante 42, hacia la pared del tubo de accionamiento, hasta que las tres ruedas se acoplan a los raíles interiores 12. Una vez instaladas, las ruedas soportan el carro sobre los raíles interiores y éste se puede mover libremente a lo largo de los raíles interiores. Dado que la tercera rueda 40 está desviada mediante el muelle contra el raíl interior, las variaciones dimensionales o cambios leves en la separación entre los raíles interiores son corregidos fácilmente porque el muelle 46 y la palanca 42 presionan elásticamente la rueda hacia afuera, contra el raíl.

25 Como se ve mejor en las Figuras 1 y 2, el tubo de accionamiento 2 es llevado por encima del suelo mediante una estructura de soporte 48 en forma de armazones 50 generalmente en forma de U abierta hacia arriba, separados de forma intermitente, que están anclados al suelo de forma convencional, por ejemplo, mediante cimientos construidos en el suelo. El armazón tiene montantes 52 que terminan cerca de, es decir, por debajo de la parte superior del tubo de accionamiento, y por encima de unos soportes 51 en forma de tabiques que se extienden hasta, o ligeramente por encima de, la línea central horizontal del tubo de accionamiento y que aseguran y soportan una porción de la circunferencia del tubo de accionamiento 2.

30 Los raíles interiores pueden estar unidos directamente al interior del tubo, por ejemplo soldándolos a éste. Sin embargo, en una realización preferida, los raíles interiores están asegurados directamente a los montantes 52 del armazón de soporte con pernos 54 que se extienden desde el montante a lo largo de manguitos o separadores 56, y a través de orificios en el tubo de accionamiento, de forma tal que los pernos pueden ser atornillados directamente en orificios roscados 58 de los raíles interiores. Para facilitar el montaje de los raíles interiores y aumentar su estabilidad, los lados de los raíles orientados hacia la pared interior del tubo de accionamiento están aplanados o perfilados para adaptarse a la curvatura de la pared del tubo, como se muestra en la Figura 2. Para impedir la fuga de aire a través de los orificios en el tubo, se aplica, de forma adecuada, una arandela de estanqueidad, un compuesto de sello, o un elemento similar, a los orificios.

40 De este modo, en la realización preferida, los raíles interiores están firmemente asegurados a los montantes 52 de los armazones para proporcionar un raíl interior rígido que soporte y guíe las ruedas acanaladas 38, 40 de los carros de empuje 14, 16 cuando éstos se desplazan sobre la longitud del tubo.

45 Con referencia a las Figuras 1A, 4A, 4B y 5A, 5B, las válvulas de empuje 18, 20 están unidas a los respectivos carros de empuje 14, 16. Con este fin, un canal de montaje 60 está asegurado de forma adecuada al lado de abajo de la placa inferior 36 del carro de forma tal que éste se proyecta en la dirección hacia adelante del carro 14 (o la dirección hacia atrás del carro 16). Un actuador hidráulico 62 está asegurado al carro; por ejemplo, está atornillado al canal de montaje. El vástago del pistón 64 del actuador se extiende hacia adelante y tiene un extremo roscado 66 que se extiende a través de un orificio en una placa de base 68 de una copa cilíndrica 70 que tiene paredes que terminan en un borde cónico 72. La copa 70 está asegurada al vástago del pistón 64 con una tuerca 74. Las líneas hidráulicas de alimentación y retorno 76, 78, controladas de forma remota desde la cabina 10, proporcionan el fluido actuador hidráulico al actuador, de forma tal que el pistón puede extenderse hacia adelante (Figura 4A) o retraerse hacia atrás (Figura 4B). El cilindro hidráulico y la copa 70 son coaxiales con la línea central 80 del tubo de accionamiento, de forma tal que la válvula puede expandirse en contacto uniforme con la superficie interior del tubo de accionamiento.

55 Una placa de sujeción 82 circular es concéntrica con respecto al actuador hidráulico 62, y unos pernos 84 lo aseguran de forma adecuada al actuador, o a cualquier otro componente disponible del carro de empuje 14. La superficie periférica 83 de la placa de sujeción está inclinada angularmente con respecto a la línea central 80 y converge en dirección hacia adelante. Una pluralidad de aspas o plumas 86 en forma de ventilador están unidas a la superficie periférica de la placa de sujeción, preferentemente con pernos, aunque pueden utilizarse, si se desea, remaches, soldadura a la placa de sujeción, o cualquier otro dispositivo de sujeción adecuado, incluyendo, por ejemplo, pegamentos.

65 Como mejor se ve en las Figuras 3 y 3A, cada aspa 86 está definida por un armazón 88 de barra o alambre, por ejemplo de metal, elásticamente flexible, al cual está asegurada de forma adecuada una lámina 90 de un material

impermeable al aire, tal como plástico, neopreno u otro material que tenga un coeficiente de fricción relativamente bajo con respecto al metal, por ejemplo mediante pegamento, soldadura o grapado. El armazón 88 del aspa y, con éste, el aspa entera 86, diverge desde un extremo estrecho (delantero) 92 hacia el otro extremo libre (trasero) 94, que es sustancialmente más ancho que el extremo delantero. Para mejorar la formación de un sello entre las aspas y el tubo de accionamiento, los extremos libres 94 de las aspas pueden ser curvadas para adaptarse a la curvatura del tubo.

Una multitud de aspas 88 están aseguradas a la placa de sujeción 82, de forma tal que las aspas, juntas, definen la pared troncocónica 30 elástica divergente hacia fuera, que tiene un lado delantero convexo orientado en la dirección de desplazamiento de la unidad de propulsión y un correspondiente lado trasero convexo orientado en la dirección opuesta.

Cuando el actuador hidráulico 62 está en su posición retraída (Figura 4B), la pared cilíndrica 71 de la copa 70 comprime elásticamente las aspas radialmente hacia adentro (hacia la línea central 80 del tubo de accionamiento). Como consecuencia, se forma un canal de paso 97 entre la copa 70 y el tubo de accionamiento circundante 2 a través del cual puede pasar libremente el aire (o cualquier otro medio fluido) de forma tal que ninguna fuerza apreciable puede ser generada por la válvula.

Cuando se extiende el actuador hidráulico 62 (Figura 4A), se mueve la copa 70 hacia adelante (con respecto al carro de empuje 14 delantero). Como consecuencia, las aspas 86 son libres de expandirse hacia fuera como consecuencia de la elasticidad de los armazones 88 de las aspas, hasta que los extremos anchos, libres, 94, de las aspas se extienden suficientemente en un ángulo inclinado, radialmente hacia fuera, para que éstos se acoplen al interior del tubo de accionamiento 2. De este modo, se forma una pared troncocónica 96 y un poco elástica que se extiende sobre la sección transversal interior entera del tubo de accionamiento y separa el lado trasero de la pared troncocónica del lado delantero de la misma. Cuando hay una diferencia de presión positiva entre los lados trasero y delantero de la pared troncocónica, actúa una fuerza sobre la pared en una dirección hacia adelante (hacia la izquierda, según se ve en la Figura 4A), la cual es transmitida mediante la placa de sujeción 82 al carro de empuje 14 y proporciona el empuje hacia adelante deseado para mover el carro (y la cabina unida a éste) en dirección hacia adelante. La magnitud de la fuerza generada de este modo, y la velocidad resultante con la cual el carro se moverá hacia adelante, es función de la diferencia de presión entre los dos lados de la pared troncocónica y de la inclinación, si existe, del tubo de accionamiento. La diferencia de presión puede ser modificada para aumentar o disminuir la fuerza, según se necesite.

Como mejor se ve en la Figura 4A, el borde cónico 72 en el extremo de la pared de la copa cilíndrica 71 proporciona soporte a las aspas de la válvula expandida e impide que éstos se doblen o se deformen de otra manera bajo las diferencias de presión. Para proporcionar un buen soporte, el diámetro de la pared de la copa 71 es de aproximadamente dos tercios del diámetro del tubo de accionamiento.

Las aspas individuales 86 se extienden hacia afuera desde el extremo interior 92 hacia el extremo exterior y tienen una forma tal que, cuando están en su posición expandida (Figura 4A), éstas se solapan unas a otras para evitar huecos entre ellas a través de los cuales podría escapar el aire.

Para evitar aun más la fuga de aire a través de las aspas 86 solapadas, cuando éstas están en su posición expandida, puede adaptarse y sujetarse adecuadamente una falda troncocónica 100 hecha de un material flexible tal como neopreno u otro plástico flexible, al interior cóncavo de las aspas, como se muestra en la Figura 3A, por ejemplo, sujetándola a por lo menos algunas de las aspas solapadas. A la inversa, cuando las aspas están completamente expandidas, la falda tiene suficiente material para permitir tal expansión de las aspas. Al mismo tiempo, la falda proporciona un sello adicional para impedir más eficazmente la fuga de aire entre las aspas solapadas.

Durante el uso, cuando se desea mover el carro de accionamiento en dirección hacia adelante (hacia la izquierda, según se ve en la Figura 4A), se extiende el vástago del pistón 64 hasta que los extremos libres 94 de las aspas 86 hacen contacto herméticamente con la pared interior del tubo de accionamiento 2. Entonces, se aplica aire a presión al lado de atrás de la pared troncocónica formada por las aspas para generar la fuerza que propulsa la válvula de empuje, el carro de empuje 14 unido a ésta y la cabina 10 acoplada a los carros, en dirección hacia adelante. El tubo de accionamiento tiene entradas de aire reguladas apropiadamente (una de tales entradas 98 se muestra en la Figura 1A) que están acopladas al interior del tubo de accionamiento 2 a intervalos regulares y que son adecuadamente controladas y reguladas de forma remota para aplicar aire atmosférico o sometido a presión al interior del tubo de accionamiento una vez que las aspas expandidas 86 de la válvula de empuje han pasado la entrada, para mantener la diferencia de presión a través de la pared troncocónica 96 de la válvula y continuar generando la fuerza que mueve el carro de empuje hacia adelante.

La válvula de empuje 20 unida al carro de empuje trasero 26 está construida de la misma manera que la válvula de empuje 18 unida al carro delantero, pero está orientada de forma opuesta a la válvula del carro delantero. Como consecuencia, el carro trasero, y la cabina y el carro delantero acoplados a éste, pueden moverse en la dirección opuesta (hacia la derecha según se ve en la Figura 4A) retrayendo el vástago del pistón del carro delantero y

extendiendo el vástago del pistón del actuador sobre el carro trasero, hasta que sus aspas se acoplan al interior del tubo de accionamiento.

5 Una ventaja particular que se consigue con la válvula de empuje de la presente invención, es que los extremos libres 94 de las aspas son elásticamente flexibles, de forma tal que éstas pueden adaptarse fácilmente a las irregularidades de la superficie y / o forma del interior del tubo de accionamiento, sin conducir a fugas apreciables a través de las aspas expandidas. Adicionalmente, durante el uso, pueden aplicarse recubrimientos superficiales de baja fricción, lubricantes y elementos similares, a las superficies interiores del tubo de accionamiento, para reducir el desgaste y la fricción entre el tubo y las aspas expandidas de la válvula, a la vez que se mantiene un buen sello para impedir las indeseadas fugas de aire a través de éstas.

10 Como se mencionó, los carros de empuje 14, 16 están acoplados a la cabina 10 con un acoplamiento magnético 22. Los elementos magnéticos 24 del acoplamiento unidos a los carros de empuje 14, 16, pueden ser llevados en una estrecha proximidad física a una tira de ventana no magnética 28 del tubo de accionamiento 2, porque los raíles interiores 12, acoplados a las ruedas acanaladas en V 38, 40 del carro de accionamiento, proporcionan una guía muy precisa y dimensionalmente estable para los carros de empuje, de forma tal que la separación o aislamiento entre la superficie superior del elemento magnético y el interior de la tira de ventana no magnética puede mantenerse pequeña. Esto, a su vez, mejora la eficiencia del acoplamiento magnético al elemento magnético 26 llevado por los carros inferiores 6, 8 de la cabina 10.

15 Con referencia a las Figuras 1, 7 y 8A, 8B, la cabina 10 es llevada por, y se traslada sobre, unos carros inferiores 6, 8 contruidos con material no magnético, tal como aluminio o titanio, por ejemplo, los cuales se muestran mejor en las Figuras 8A, 8B. Cada carro inferior tiene un armazón 102 definido por unas placas delantera y trasera 104, 118, las cuales están unidas entre sí con una pluralidad de barras de unión 108. Alineada con la línea central longitudinal del carro, hay una cavidad 110 construida de material no metálico en el cual se sitúa el elemento magnético 26 de la cabina para posicionarlo exactamente adyacente a la periferia exterior de la tira de ventana no magnética 28 del tubo de accionamiento 2.

20 Unos ejes 112 (véase la Figura 8B) sobresalen desde cada extremo lateral de las respectivas placas delantera y trasera 104, 106 a un ángulo de 45° y soportan de forma rotativa las ruedas 114 que llevan y guían la cabina. Las ruedas son rotativas alrededor de unos ejes inclinados 45° desde la horizontal, y sus periferias descansan y se acoplan al lado abierto de los carriles en ángulo 4. Una barra de mantenimiento 116, que puede estar unida a la pata vertical de los carriles en ángulo, o puede estar conformada de forma integral con éstos, mantiene las ruedas en su posición inclinada en los carriles e impide que estos se eleven en el carril. En otras palabras, las barras de mantenimiento aseguran que las ruedas permanezcan en todo momento posicionadas adecuadamente sobre los carriles en ángulo. Dado que las ruedas sólo soportan y guían la cabina, pero no son necesarias para propulsar la cabina a lo largo del tubo de accionamiento, éstas pueden ser construidas para minimizar la fricción. En una realización preferida, la periferia de las ruedas está redondeada, de forma tal que éstas se acoplan simultáneamente a una porción de la superficie de cada pata de los carriles en ángulo.

25 Esto tiene una serie de ventajas. A diferencia de las ruedas para vagones ferroviarios ordinarios, éstas no necesitan tener rebordes. Más aún, la velocidad relativa entre las porciones periféricas de la rueda en contacto con las respectivas patas de los carriles en ángulo es la misma, lo cual elimina toda fricción excepto la de rodadura. La fricción, el desgaste y el ruido generados por las ruedas, particularmente cuando circulan por curvas, son bajos, particularmente cuando se compara con el ruido, la fricción y el desgaste encontrados con las ruedas de vagones ferroviarios con rebordes convencionales. Además, las ruedas pueden ser construidas con una variedad de materiales, que incluyen metales, plásticos e incluso llantas de neumáticos. Más aún, las ruedas son igualmente efectivas cuando se desplazan a lo largo de secciones rectas del tubo de accionamiento o cuando circulan por curvas. Finalmente, si se desea, en vez de ruedas, el carro inferior puede ser soportado sobre zapatas deslizantes de baja fricción (no mostradas) que se acoplan de forma deslizante a los carriles.

30 En la realización preferida de la invención, uno de los juegos de ruedas 114, por ejemplo, el llevado por la placa de extremo 106, puede estar unido de forma pivotante a la placa ascendente 118 (véase la Figura 8A) con una conexión pivotante adecuada 120. La articulación resultante permite que todas las ruedas permanezcan en contacto con el carril durante cambios de planos de los raíles individuales (por ejemplo, cuando se entra a una sección inclinada de los raíles) u otras irregularidades dimensionales y / o de forma de los raíles.

35 Los carros inferiores 6, 8 están conectados adecuadamente, a su vez, a la cabina 10 de una manera que es bien conocida en la técnica y, por lo tanto, no se describe en este documento con más detalle. Es innecesario decir que la conexión entre los carros inferiores y la cabina es tal que es posible algo de movimiento pivotante relativo entre los carros inferiores y la cabina para afrontar las curvas, particularmente curvas cerradas con un radio relativamente pequeño.

40 Volviendo ahora a la operación general del sistema ferroviario elevados mejorado de la presente invención, un módulo de transporte completo se monta uniendo al lado inferior de la cabina 10 los carros inferiores delantero y trasero 6, 8 de la manera descrita anteriormente. La cabina, incluyendo los carros inferiores, puede ser elevada y

- 5 situada en su posición operativa acoplando los carriles en ángulo 4 con las ruedas 114 de los carros inferiores de forma tal que las ruedas soportan el carro y permiten que éste se traslade a lo largo de los carriles en ángulo. Dado que los carriles en ángulo son llevados por la estructura de soporte 48 para el tubo de accionamiento, y no aplican una carga al tubo de accionamiento en sí, el tubo de accionamiento puede ser de construcción relativamente ligera, porque éste no tiene que llevar la carga útil. Más aún, el tubo de accionamiento no sufrirá deformación cuando la cabina pase sobre éste debido al peso de esta última. Como consecuencia, el tubo de accionamiento retendrá sustancialmente su forma y dimensión en sección transversal, de forma típica una forma redondeada circularmente, aunque pueden seleccionarse otras formas en sección transversal para el tubo, en caso de que se desee.
- 10 Por lo menos dos carros de empuje 14, 16 se insertarán a continuación en el interior del tubo de accionamiento, por ejemplo, a través de un tubo de instalación con un extremo abierto (no mostrado en las figuras), acoplado los raíles interiores 12 redondeados con las ruedas acanaladas en V 38, 40 de los carros de empuje 14, 16. Los carros de empuje son alineados con la cabina sobre el exterior del tubo de accionamiento, de forma tal que los elementos magnéticos 24, 26 respectivos sobre los carros de empuje y la cabina estén en alineación mutua. En la actualidad se prefiere utilizar imanes permanentes para los elementos magnéticos 24, 26 para lograr ahorros de peso y espacio debidos a la gran fuerza de los imanes. Sin embargo, si se desea, pueden utilizarse elementos electromagnéticos. En un caso como tal, los cables y controles eléctricos para suministrar corriente a los elementos magnéticos y para controlar el flujo de corriente, se instalan y conectan como es bien conocido para los expertos en la técnica. En cualquier caso, los carros de empuje 14, 16 se bloquean magnéticamente y se aseguran a los carros inferiores 6, 8 de la cabina 10.
- 15 A continuación, se ajusta la separación relativa entre los elementos magnéticos 24, 26 y la tira de ventana no magnética 28 del tubo de accionamiento 2, levantando y bajando, respectivamente, los elementos con dispositivos de ajuste adecuados (no mostrados) de forma tal que sus superficies orientadas hacia el tubo de accionamiento estén lo más cerca posible de la ventana no magnética, sin tocarla en realidad. Dado que el tubo de accionamiento no está sometido a deformación debido al peso de la cabina que pasa, y los carros de empuje 14, 16 son guiados con exactitud a lo largo de los carriles interiores 12 por las ruedas acanaladas en V de los carros de accionamiento, las variaciones anticipadas en la separación real entre los elementos magnéticos y la tira de ventana no magnética serán pequeñas. Como consecuencia, la ajustada separación entre las superficies magnéticas y la ventana no magnética del tubo de accionamiento puede mantenerse pequeña, de forma típica, en la proximidad de no más de unos pocos milímetros, para mejorar la eficiencia de los acoplamientos magnéticos.
- 20 Para mover el módulo de transporte hacia adelante (o hacia atrás), se introduce el aire a presión de la fuente 32 en el tubo de accionamiento mediante la entrada 98. Se expande la válvula de empuje ubicada sobre el carro orientado en la dirección deseada de movimiento, energizando el actuador hidráulico 62 asociado para abrir las aspas 86 hasta que sus extremos toquen la superficie interior del tubo de accionamiento. Como consecuencia, la presión aumenta sobre el lado cóncavo de la válvula de empuje abierta, lo cual genera un empuje en una dirección hacia adelante, haciendo que la válvula y, con ésta, el carro de empuje unida a la misma, se muevan en una dirección hacia adelante. Este movimiento hacia adelante del carro de empuje es transmitido a la cabina 10 mediante el acoplamiento magnético 22. Por consiguiente, el módulo de transporte entero comienza a moverse en una dirección hacia adelante.
- 25 El empuje y / o la velocidad máximos del carro de accionamiento se alcanzan cuando la válvula de empuje está completamente abierta y forma la pared 30, 96. Si se desea, puede aumentarse el empuje aumentando la presión del aire procedente de la fuente 32 mediante válvulas adecuadas y controles, que no son descritos separadamente en este documento. En una realización preferida, se genera un empuje mayor incrementando el vacío generado por la fuente 34 por delante de la válvula de empuje para incrementar la diferencia de presión entre los lados cóncavo y convexo de la válvula.
- 30 Para reducir la velocidad o el empuje generado por la válvula de accionamiento, puede reducirse la presión de aire procedente de la fuente 32. Preferentemente, sin embargo, se reduce el empuje mucho más rápidamente retrayendo parcialmente la válvula de empuje extendida, energizando correspondientemente el actuador hidráulico 62 para retraer parcialmente el vástago de pistón 64 y formar, de este modo, un canal de paso desobstruido 97 entre las aspas 86 de la válvula y la superficie interior del tubo de accionamiento 2, lo cual, a su vez, reduce el empuje generado por la válvula y la fuerza y velocidad con la cual se mueve hacia adelante el módulo de accionamiento.
- 35 Para una más rápida desaceleración o para detener el movimiento del módulo de transporte, puede abrirse la válvula de empuje delantera 10; es decir, pueden retraerse sus aspas 86 dentro de la copa 70 como se describió anteriormente para detener el empuje hacia adelante. Al mismo tiempo, puede expandirse la válvula de empuje 20 del carro de empuje trasero 16. Esto genera un empuje en una dirección opuesta a la dirección del movimiento del módulo de transporte, que aumentará la acción de frenado y que puede utilizarse para llevar el transporte a una detención completa y rápida.
- 40 Brevemente, con referencia a las Figuras 5A, 5B y 6, se prefiere que los carros de empuje estén acoplados uno al otro para mantener la separación constante entre ellos y con relación a los carros inferiores 6, 8 de la cabina 10. Esto puede conseguirse conectando en serie los carros de empuje con barras de unión 122. Con este fin, los carros están

provistos de placas de conexión 124, preferentemente unidas a las placas 36 de los carros de empuje de forma tal que éstos pueden pivotar alrededor de un eje horizontal, y provistos de orificios 126 que están conectados a las barras de unión.

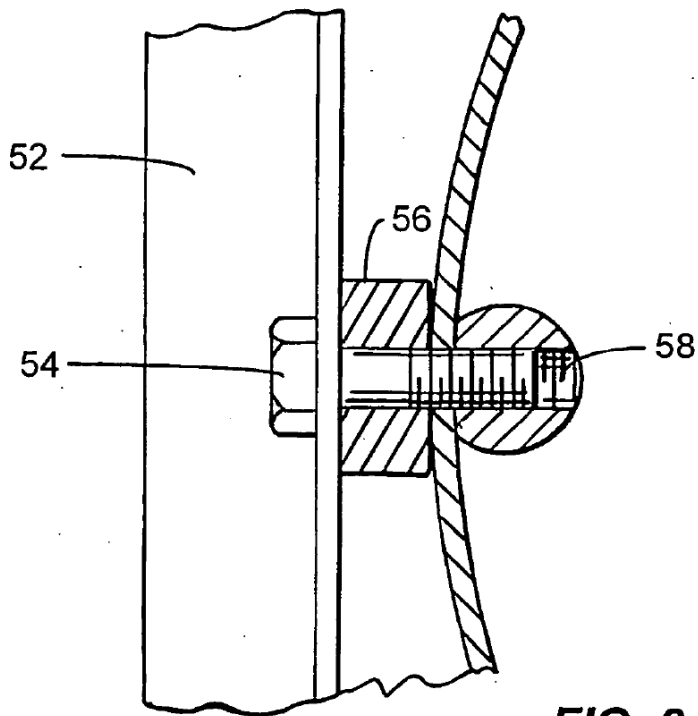
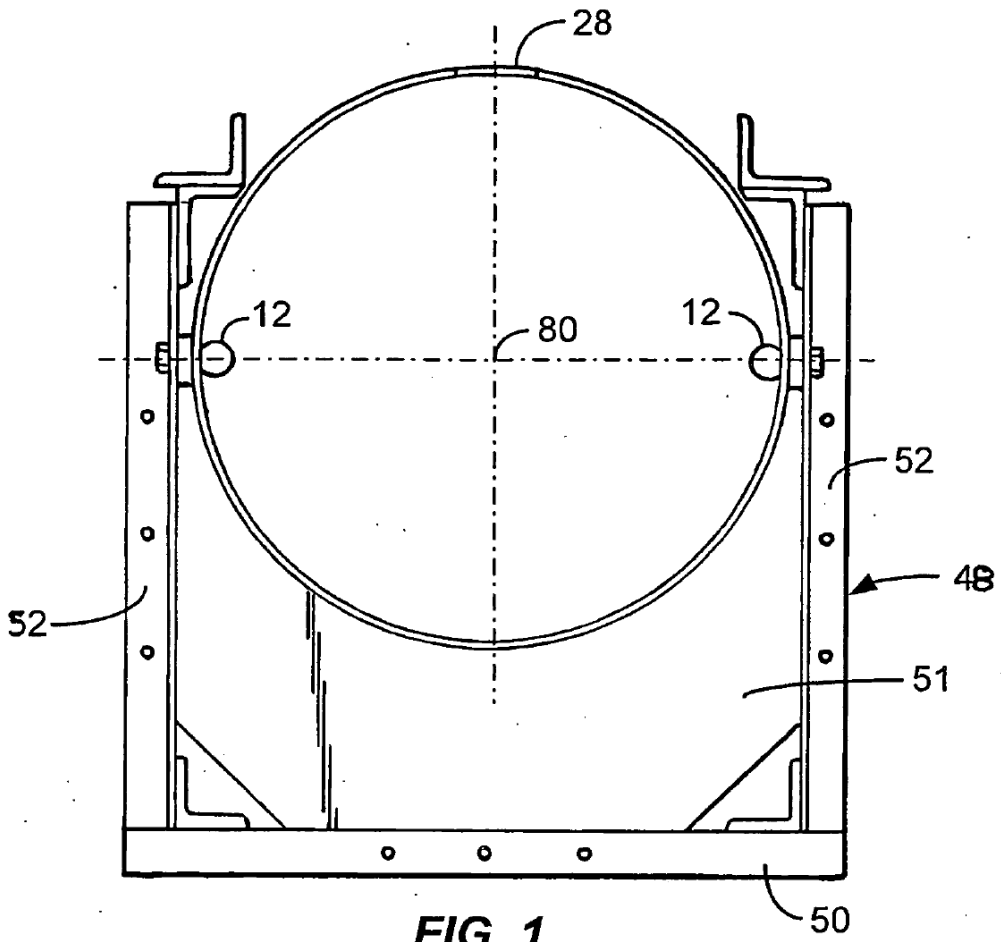
- 5 Además, pueden acoplarse múltiples vehículos 12 (cabinas de pasajeros y / o vagones de carga) a los vehículos delantero y trasero provistos de unidades de propulsión. En una disposición como tal, los vehículos entre los vehículos delantero y trasero no necesitan tener unidades de propulsión y pueden comprender vehículos con sólo los carros inferiores descritos anteriormente para soportarlos y guiarlos, y carros de acoplamiento en el interior del tubo de accionamiento para unir las barras de unión, los cuales, a su vez, están acoplados magnéticamente a sus
- 10 vehículos asociados de la manera descrita anteriormente.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Una unidad de propulsión para mover un vehículo (10) a lo largo de un tubo de accionamiento (2) alargado que tiene un interior adaptado para ser sometido a presión selectivamente y un exterior a lo largo del cual se desplaza el vehículo, un carro de empuje (14, 16) y un acoplamiento (22) para acoplar el carro de empuje (14, 16) al vehículo (10), **caracterizado porque** la unidad de propulsión comprende unos raíles interiores (12) primero y segundo, diametralmente opuestos, unidos al interior del tubo de accionamiento (2), y el carro de empuje (14, 16) comprende un cuerpo principal (36) dispuesto entre el primero y el segundo raíles, unas primera y segunda ruedas (38) montadas de forma giratoria a un primer lado del cuerpo (36) próximo al primer raíl (12), por lo menos una tercera rueda (40) montada de forma giratoria al cuerpo (36) sobre un segundo lado del cuerpo (36) próximo al segundo raíl (12), un dispositivo (46) para desviar elásticamente la tercera rueda (46) hacia el segundo raíl (12), teniendo las ruedas (38, 40) una periferia acanalada conformada de manera tal que el primer raíl (12) se extiende en la periferia acanalada de la primera y segunda ruedas (38) y el segundo raíl (12) se extiende en la periferia acanalada de la tercera rueda (40) como consecuencia de la fuerza de desviación generada por el dispositivo (46).
- 15 2. Una unidad de propulsión según la reivindicación 1, en la cual por lo menos una porción de los raíles interiores (12) primero y segundo que se extienden en las periferias acanaladas de las ruedas (38, 40), tiene sustancialmente una sección transversal redondeada circularmente.
- 20 3. Una unidad de propulsión según la reivindicación 1, en la cual los raíles interiores (12) primero y segundo están dispuestos en un plano central horizontal del tubo de accionamiento (2).
- 25 4. Una unidad de propulsión según la reivindicación 1, en la cual las ruedas (38) primera y segunda están ubicadas próximas a los extremos longitudinales del cuerpo (36) y la tercera rueda (40) está dispuesta aproximadamente intermedia entre la primera y la segunda ruedas (38) en una dirección longitudinal del cuerpo (36).
- 30 5. Una unidad de propulsión según la reivindicación 1, en la cual el dispositivo (46) comprende un muelle.
- 35 6. Una unidad de propulsión según la reivindicación 1, en la cual la tercera rueda (40) está montada sobre una palanca (42) que tiene un primer extremo unido de forma pivotante al cuerpo (36) y un segundo extremo acoplado al dispositivo (46) de forma tal que el dispositivo (46) impulsa la palanca (42) hacia la pared del tubo de accionamiento (2) y la tercera rueda (40) hacia el acoplamiento con el segundo raíl (12).
- 40 7. Una unidad de propulsión según la reivindicación 1, que incluye una válvula de empuje (18, 20) plegable unida a un extremo longitudinal del cuerpo (36), teniendo la válvula de empuje (18, 20) unas aspas de válvula (86) que están inclinadas angularmente con respecto a la longitud del tubo de accionamiento (2) y que son expansibles de forma tal que los extremos libres de las aspas (86) se acoplan a una superficie interior del tubo de accionamiento (2) y una diferencia de presión entre los lados delantero y trasero de las aspas (86) genera una fuerza que mueve la válvula (18, 20) y el carro de empuje (14, 16) unida a la misma, a lo largo de los raíles interiores (12) en una dirección longitudinal del tubo de accionamiento (2).
- 45 8. Una unidad de propulsión según la reivindicación 1, que incluye un armazón de soporte (50) que soporta el tubo de accionamiento (2) sobre el suelo y que incluye montantes (52) separados entre sí, dispuestos próximos al exterior del tubo de accionamiento (2), y sujeciones (54) que aseguran los raíles (12) primero y segundo a los montantes (52) del armazón de soporte (50).
- 50 9. Una unidad de propulsión según la reivindicación 1, que incluye una válvula de empuje (18, 20) plegable para utilizar con el carro de empuje (14, 16) para un vehículo (10) adaptado para desplazarse a lo largo del tubo de accionamiento (2) alargado sometido a diferencias de presión que generan el empuje a lo largo de su longitud, estando soportado el carro (14, 16) sobre el interior del tubo de accionamiento (2) y acoplado a los raíles interiores (12) para mover el carro de empuje (14, 16) a lo largo del interior del tubo de accionamiento (2), estando adaptada la válvula de empuje (18, 20) para estar asegurada al carro de empuje (14, 16) y comprendiendo una pared (30) plegable, de forma troncocónica, formada por una multitud de aspas (86) inclinadas angularmente, solapadas, conformadas para estar dispuestas concéntricamente en el tubo de accionamiento (2), y un actuador (62) acoplado de forma operativa a las aspas (86) para aumentar selectivamente un ángulo de las aspas (86) hasta que los extremos libres de las mismas hagan contacto con una superficie interior del tubo de accionamiento (2), para impedir, de este modo, que el flujo de aire a través del tubo pase por la pared y para retraer las aspas (86) de forma tal que los extremos libres de las mismas estén separadas de la superficie interior del tubo de accionamiento (2), generando la válvula (18, 20) una fuerza que actúa en la dirección longitudinal del tubo de accionamiento (2) cuando los extremos libres de las aspas de la válvula (86) se acoplan a la superficie interior, y generando sustancialmente una fuerza reducida y ninguna fuerza cuando las aspas de la válvula (86) están separadas de la pared interior.
- 55 60 10. Una unidad de propulsión según la reivindicación 9, en la cual cada aspa (86) comprende un armazón (88) elástico y una cubierta (90) impermeable al aire unida a, y que se extiende sobre, una porción importante del armazón (88).
- 65

11. Una unidad de propulsión según la reivindicación 10, en la cual el armazón (88) es un armazón de alambre de metal elástico y la cubierta (90) es una lámina de plástico.
- 5 12. Una unidad de propulsión según la reivindicación 1, que incluye un carril para llevar y guiar el vehículo (10), que comprende el tubo de accionamiento alargado (2) para generar de forma neumática una fuerza para mover el vehículo (10) a lo largo del tubo de accionamiento (2), una estructura de soporte exterior (48) para soportar el tubo de accionamiento (2) sobre el suelo, y unos raíles (4) primero y segundo que forman dicho carril, dispuestos sustancialmente paralelos al tubo y asegurados a la estructura de soporte (48).
- 10 13. Una unidad de propulsión según la reivindicación 12, en la cual los raíles (4) primero y segundo tienen una sección transversal sustancialmente en ángulo recto formada por unas patas primera y segunda, sustancialmente perpendiculares, y en la cual por lo menos una de las patas de cada raíl (4) incluye un raíl de mantenimiento (116) que se proyecta desde una superficie de una pata para impedir que las ruedas (114) del vehículo (10) se desacoplen de los carriles.
- 15 14. Una unidad de propulsión según la reivindicación 13, en la cual los ángulos rectos incluidos entre las patas de los raíles (4) están orientados en direcciones opuestas alejándose del tubo de accionamiento (2).
- 20 15. Aparato para propulsar un vehículo (10) a lo largo de un tubo de accionamiento (2) neumático, que comprende una estructura de soporte (48) exterior para soportar el tubo de accionamiento (2) sobre el suelo, unos ángulos primero y segundo que definen los carriles (4) de soporte y guía para el vehículo (10), que se extienden paralelos al tubo de accionamiento (2) y soportados por la estructura de soporte (48), unos carros inferiores (6, 8) asegurados al vehículo (10), que incluyen un soporte de vehículo y unas ruedas de guía (114) que son giratorias alrededor de ejes inclinados con respecto a las patas de los carriles en ángulo y que tienen una periferia que se acopla a las patas de los carriles en ángulo, de forma tal que el peso del vehículo (10) es soportado por los carriles en ángulo y por la estructura de soporte solamente, y los carriles en ángulo guían al vehículo (10) paralelo al tubo de accionamiento (2), una unidad de propulsión neumática según la reivindicación 1 dispuesta de forma movible dentro del tubo de accionamiento (2) y guiada de forma tal que ésta se desplaza a lo largo del tubo de accionamiento (2), y un acoplamiento magnético (22) que tiene unos elementos magnéticos (22, 26) primero y segundo cooperantes unidos al vehículo (10) y a la unidad de propulsión, respectivamente, en alineación operativa uno con otro, y en el cual una porción (28) del tubo de accionamiento (2) ubicada entre los elementos magnéticos (22, 26) está construida de un material no magnético y se extiende sobre la longitud del tubo de accionamiento (2).
- 25 16. Aparato según la reivindicación 15, en el cual una de las patas está dispuesta verticalmente, un ángulo inclinado entre las patas de los carriles es de 90° y está orientado en direcciones opuestas alejándose del tubo de accionamiento (2), y en el cual las ruedas (114) giran alrededor de un eje inclinado 45° con respecto a las patas de los carriles (4).
- 30 17. Aparato según la reivindicación 15, en el cual las ruedas (114) tienen una periferia de forma general redondeada que se acopla a las patas de los carriles (4).
- 35 18. Aparato según la reivindicación 17 que incluye una protuberancia (116) sobre las patas verticales, conformada y dispuesta para impedir que las ruedas (114) se levanten hacia arriba con respecto a la pata vertical.
- 40 19. Aparato para propulsar un vehículo (10) a lo largo de un tubo de accionamiento (2) neumático, que comprende una estructura de soporte (48) exterior para soportar el tubo de accionamiento (2) sobre el suelo, unos ángulos primero y segundo que definen los carriles (4) de soporte y guía para el vehículo (10), que se extienden paralelos al tubo de accionamiento (2) y soportados por la estructura de soporte (48), unos carros inferiores (6, 8) asegurados al vehículo (10), que incluyen un soporte de vehículo y unas ruedas de guía (114) que son giratorias alrededor de ejes inclinados con respecto a las patas de los carriles en ángulo y que tienen una periferia que se acopla a las patas de los carriles en ángulo, de forma tal que el peso del vehículo (10) es soportado por los carriles en ángulo y por la estructura de soporte (48) solamente, y los carriles en ángulo guían al vehículo (10) paralelo al tubo de accionamiento (2), una unidad de propulsión neumática según la reivindicación 1 dispuesta de forma movible dentro del tubo de accionamiento (2) y guiada de forma tal que ésta se desplaza a lo largo del tubo de accionamiento (2), y un acoplamiento magnético (22) que tiene unos elementos magnéticos (22, 26) primero y segundo cooperantes unidos al vehículo (10) y a la unidad de propulsión, respectivamente, en alineación operativa uno con otro, y en el cual una porción (28) del tubo de accionamiento (2) ubicada entre los elementos magnéticos (22, 26) está construida de un material no magnético y se extiende sobre la longitud del tubo de accionamiento (2). La unidad de propulsión incluyendo además una válvula de empuje (18, 20) plegable acoplada al carro de empuje (14, 16) que comprende una pared (30) con forma troncocónica formada por una multiplicidad de aspas angularmente inclinadas, solapadas formadas para estar concéntricamente dispuestas en el tubo de accionamiento (2) y un actuador (62) operativamente acoplado a las aspas (86) para incrementar selectivamente el ángulo de las aspas (86) hasta que los extremos libres de las mismas contacten con una superficie interior del tubo de accionamiento (2) así evitando que el flujo de aire atravesase el tubo más allá de la pared y para retraer las aspas (86) de manera que los extremos libres de las mismas se aparten de la superficie interior del tubo de accionamiento (2), la válvula (18, 20) generando una fuerza que actúa en la dirección longitudinal del tubo de accionamiento (2) cuando los extremos libres de las aspas (86) de la válvula
- 45 50 55 60 65

contactan con la superficie interior y generando sustancialmente una fuerza reducida o nula cuando las aspas (86) de la válvula se alejan de la pared interior.



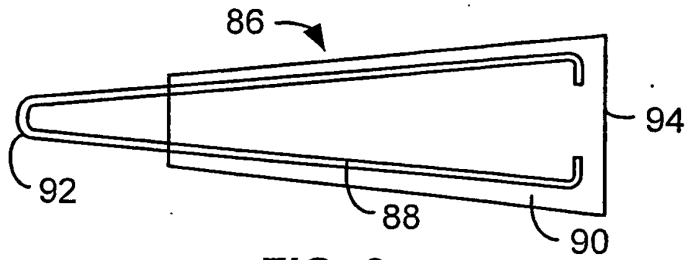


FIG. 3

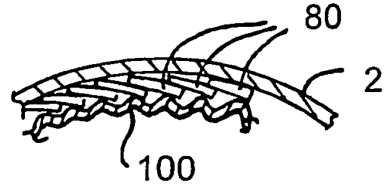


FIG. 3A

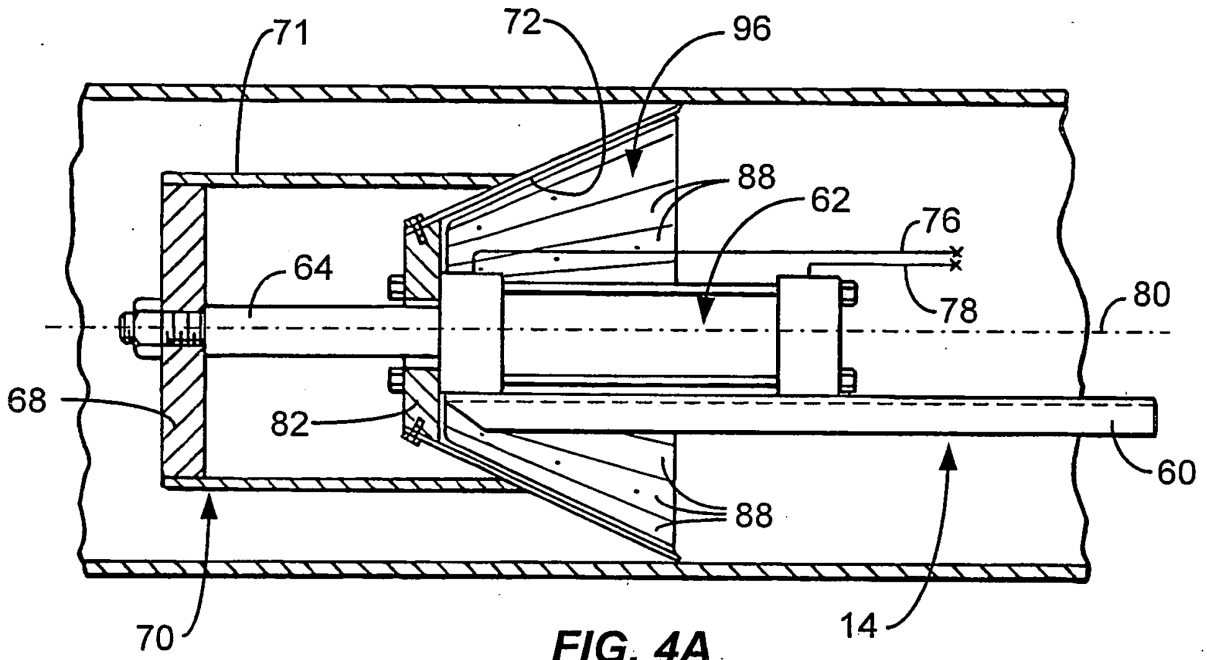


FIG. 4A

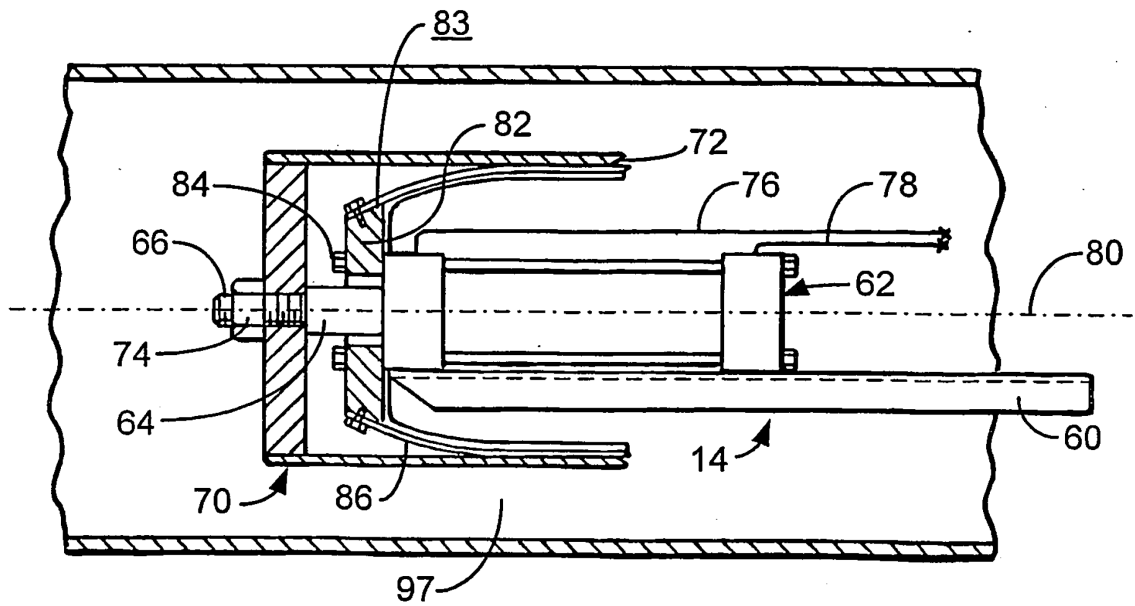


FIG. 4B

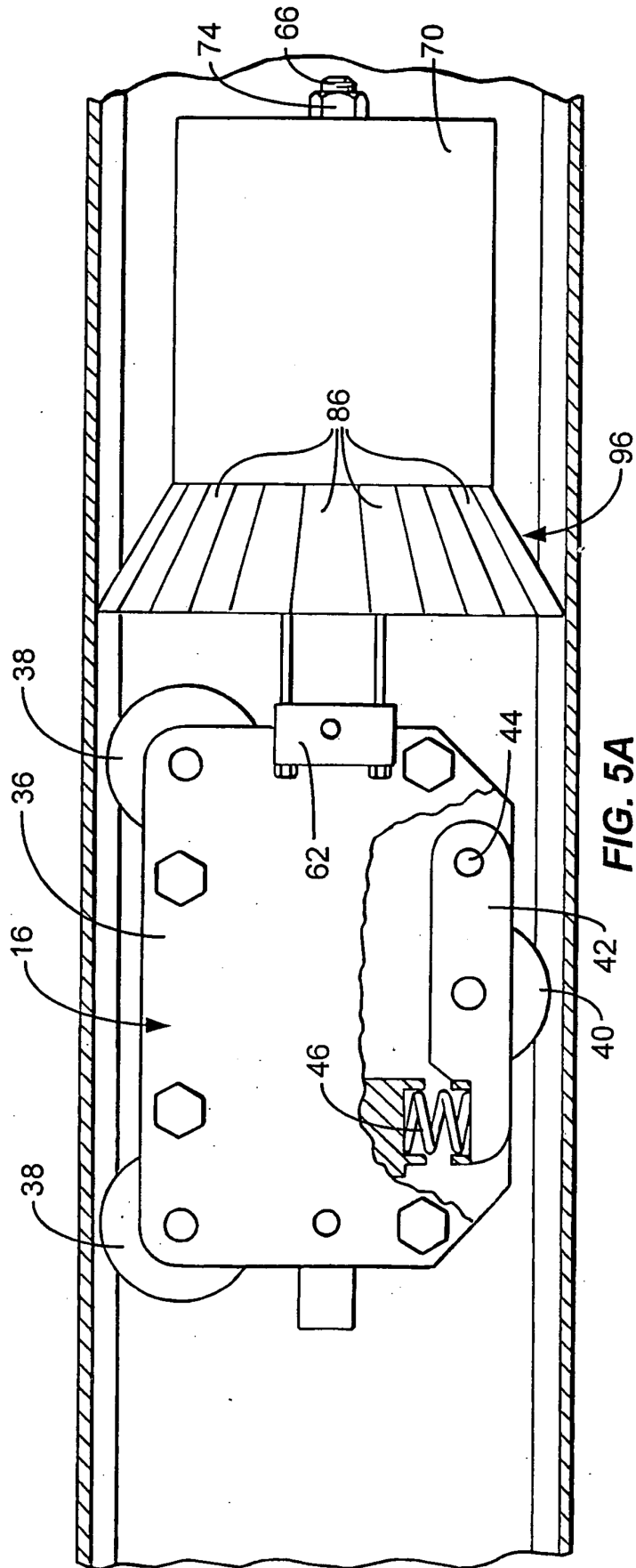


FIG. 5A

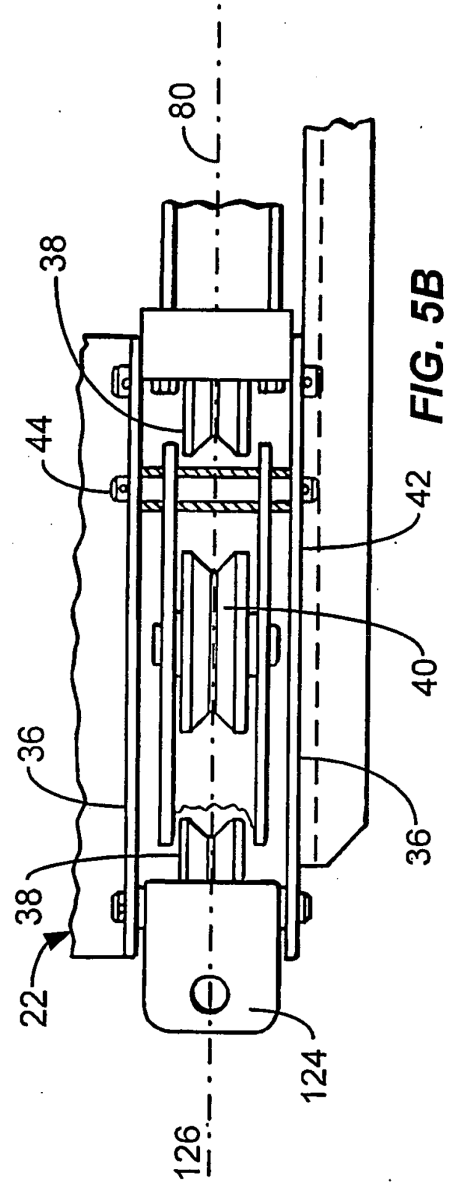


FIG. 5B

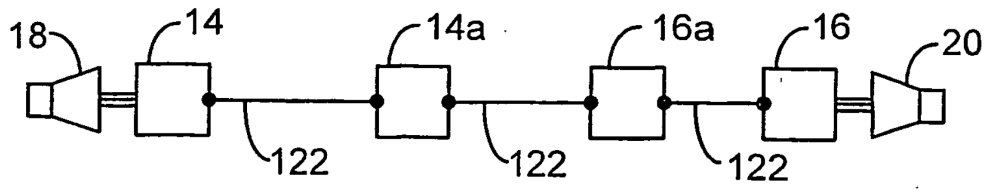


FIG. 6

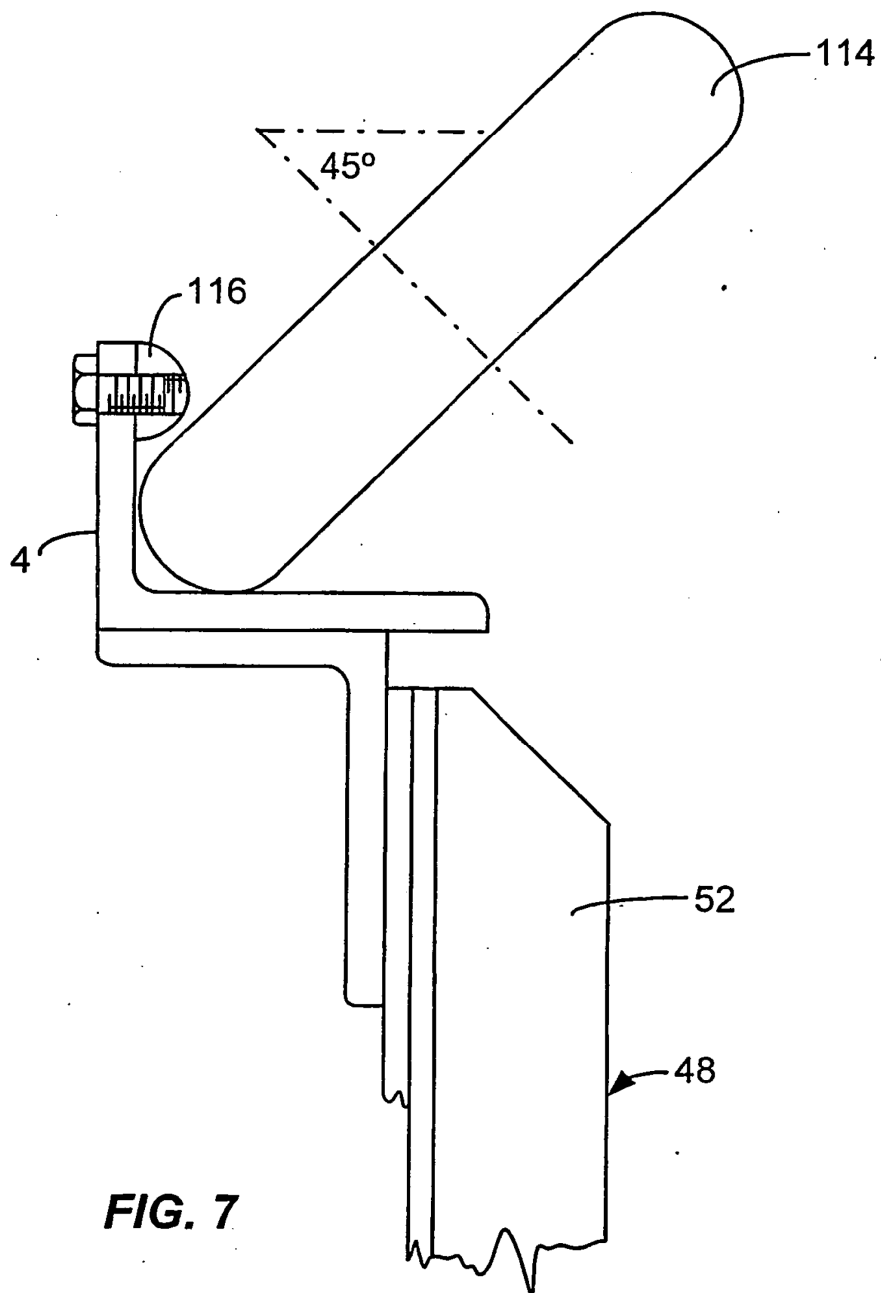


FIG. 7

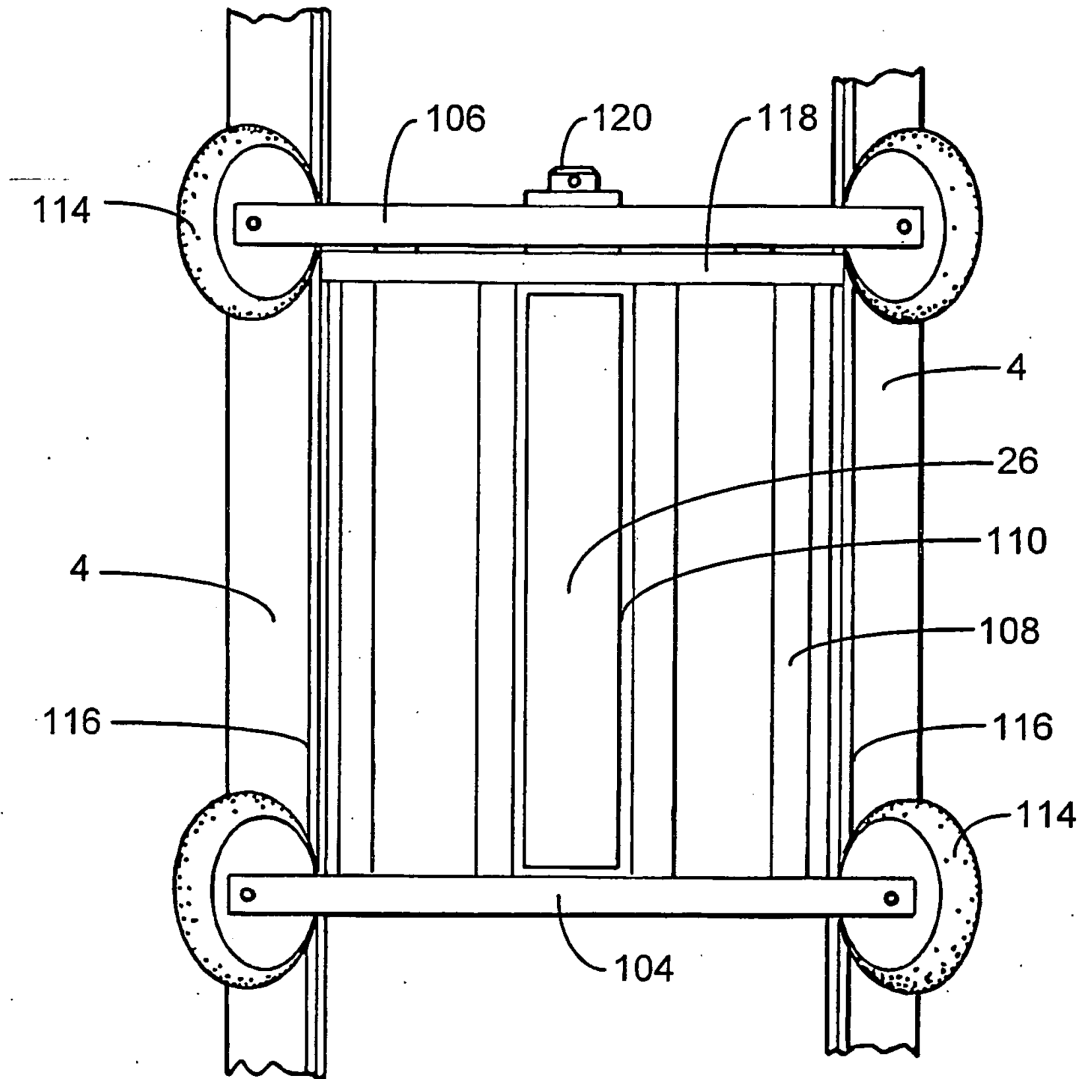


FIG. 8A

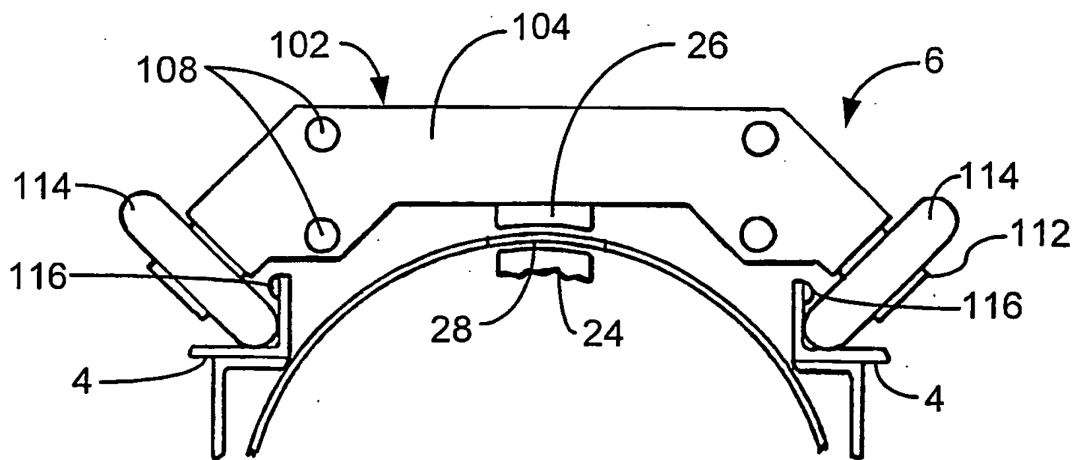


FIG. 8B