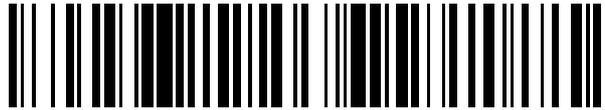


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 752 750**

21 Número de solicitud: 201800218

51 Int. Cl.:

B61B 13/04 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

04.10.2018

43 Fecha de publicación de la solicitud:

06.04.2020

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

11.12.2020

Fecha de concesión:

10.06.2021

45 Fecha de publicación de la concesión:

17.06.2021

73 Titular/es:

**UNIVERSIDAD DE ALCALÁ (100.0%)
Plaza de San Diego s/n
28801 Alcalá de Henares (Madrid) ES**

72 Inventor/es:

**DIÉZ JIMÉNEZ, Efrén;
FERNÁNDEZ MUÑOZ, Miguel y
OLIVA DOMÍNGUEZ, Rubén**

54 Título: **Sistema de transporte rápido de personas sobre un raíl compatible con dos flujos paralelos de tráfico en una única vía**

57 Resumen:

Sistema de transporte rápido de personas sobre un raíl compatible con dos flujos paralelos de tráfico en una única vía.

La presente invención hace referencia a un sistema de transporte ferroviario con estaciones basado en la pluralidad de vehículos autopropulsados, apoyados y estabilizados sobre un único raíl, con un sistema de estabilización lateral y protección frente a vuelcos. Dicho sistema cuenta con cuatro raíles, dos para cada sentido, siendo uno de ellos usado para aceleraciones y frenados, y para subida y baja de pasajeros en las estaciones, y el otro para permitir el tráfico ininterrumpido de vehículos entre las estaciones de partida y destino reduciendo varias veces los tiempos de desplazamiento. Además, es compatible con las actuales infraestructuras de metro minimizando en órdenes de magnitud el coste de su implantación.

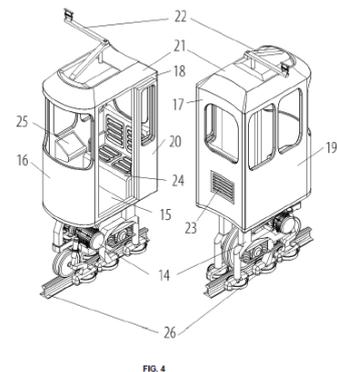


FIG. 4

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015. Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

ES 2 752 750 B2

DESCRIPCIÓN

SISTEMA DE TRANSPORTE RÁPIDO DE PERSONAS SOBRE UN RAÍL COMPATIBLE CON DOS FLUJOS PARALELOS DE TRÁFICO EN UNA ÚNICA VÍA

5

OBJETO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un sistema de transporte rápido de personas basado
10 en una pluralidad de vehículos autopropulsados, soportados y estabilizados
lateralmente sobre un único raíl. Este tiene capacidad para una o varias personas y su
diseño es compatible con la circulación de al menos dos flujos paralelos de vehículos
en la misma vía. Además, es compatible con las actuales infraestructuras de dos raíles
15 por vía, pudiendo duplicar la cantidad de vehículos que circulan simultáneamente por la
vía, y pudiéndose así adecuar los detenimientos de los vehículos en función del destino
del pasajero.

ESTADO DE LA TÉCNICA

20 Actualmente el transporte urbano se tiene que enfrentar a nuevos desafíos, en los que
la eficiencia de un sistema de transporte es medida a través de indicadores o criterios
como la disponibilidad inmediata, servicio de puerta a puerta, seguridad o comodidad
de los pasajeros. El transporte privado por carretera puede cumplir algunos de estos
criterios y a menudo es un medio eficaz para desplazarse en zonas urbanas, uniendo la
25 residencia del usuario con el lugar de trabajo, centros comerciales o actividades de ocio.
Desafortunadamente, el uso de vehículos privados por carretera implica problemas que
tienen un impacto negativo en la calidad de vida y el medio ambiente. El uso de
vehículos privados aumenta la congestión del tráfico, lo que implica un alto consumo de
energía, además de producir ruido y contaminación, todo lo cual degrada la calidad de
30 la vida urbana. Si bien el futuro del transporte rodado parece que va a pasar por la
conducción autónoma, lo que conllevaría una mejor ordenación del tráfico, el transporte
por carretera tiene unos índices de siniestralidad y por lo tanto incertidumbre sobre el
tiempo del transporte elevados con lo que para el desplazamiento dentro de las grandes
urbes puede no ser una solución definitiva.

35

En contraposición al transporte por carretera de infraestructura compartida por todo tipo
de usuarios, se encuentra el transporte colectivo urbano en infraestructura separada

como son los metros, monorrailes, trenes ligeros y trenes de media distancia. En este tipo de transporte, el tráfico puede ser regulado de una manera óptima asegurando al viajero unos tiempos de viajes exactos y conocidos. El número de incidencias y la siniestralidad son muy inferiores al del transporte rodado por carretera con lo que da
5 seguridad al viajero. Igualmente, el viajero es transportado y por lo tanto puede aprovechar el viaje para realizar otras tareas o relajarse.

Dentro del transporte de masas en infraestructura separada, típicamente el transporte se realiza por medio de convoyes conducidos por una persona o autónomamente,
10 apoyados sobre dos raíles o uno único como en monorraíles. La utilización de convoyes tiene una serie de inconvenientes. Uno de los más importante estriba en las incomodidades asociadas con los horarios fijados hacia destinos predeterminados. Los sistemas de transporte colectivo aprovechables requieren un número considerable de gente que necesite ser transportada en un emplazamiento concreto, en un momento
15 determinado, que se desplacen hacia un mismo destino. Pueden alcanzarse otros destinos, pero solo con uno o más cambios por parte del pasajero de una ruta a otra. Dada la utilización masiva y el principio generalmente aplicado del “por orden de llegada”, la gente es posible que no pueda encontrar un asiento disponible, o un espacio personal para trabajar dentro de él o relajarse. Los sistemas de transporte colectivo, así
20 mismo, se necesita que funcionen fuera de las horas punta con una utilización mínima, muchas veces con movimientos en vacío, lo que los convierte en costosos en cuanto a su funcionamiento.

Igualmente, y a pesar de disfrutar de una infraestructura separada, el transporte por
25 convoyes no suele tener velocidades de trayecto efectivas muy altas. La necesidad de que el convoy pare en cada estación de la línea para la subida y bajada de pasajeros obliga a la pérdida de tiempos en aceleración, frenado y detención que en líneas con muchas estaciones y/o muy concurridas disminuye significativamente la velocidad real de transporte del pasajero individual. A nivel energético, esta cantidad de aceleraciones
30 y frenados, así como los desplazamientos en casi vacío en muchos tramos de la línea, disminuye mucho la eficiencia energética del transporte. Por último, cabe mencionar que, en el transporte por convoyes, sobre todo en horas punta, se suelen dar robos, el viaje puede ser molesto por malos olores corporales, puede dar lugar a transmisión de enfermedades e incluso se han dado casos de acoso sexual.

35

Para paliar los inconvenientes del transporte por convoyes, pero disfrutar de las ventajas del transporte en infraestructura separada, se han propuesto diferentes sistemas de

transporte denominados sistemas de transporte rápido de personas (Personal Rapid Transit - PRT) o sistemas de transporte bajo demanda. Estos sistemas se basan en vehículos autopropulsados de conducción generalmente autónoma con capacidad para 1 o varias personas, típicamente no más de 6. En estos sistemas el vehículo sincroniza su horario con las necesidades del usuario, así como el itinerario evitándose las paradas innecesarias.

Irving y Bernstein en 1978 en el libro "Fundamentals of personal rapid transit" introdujeron los fundamentos de PRT, basado en investigaciones realizadas en los EE. UU. Corporación Aeroespacial. Estos autores definen PRT como un transporte público de sistema de vehículos pequeños que viajan automáticamente en carriles exclusivos, separados de la calle y tráfico peatonal. Las siguientes especificaciones también se introducen por Carnegie y Voorhees en 2007 en el documento "Viability of personal rapid transit in New Jersey": A los viajeros y sus acompañantes se les asignaría un espacio privado vehículo, uno que no se comparte con extraños, para llevarlos a un viaje sin paradas y sin traslados desde su estación de partida a su estación de destino, en cualquier parte de una gran área urbana. La calidad del servicio sería comparable a la de un chofer de un automóvil y muy superior a la del transporte público convencional.

Entre los años 1960 y la década de 1990, muchos proyectos de investigación de PRT se llevaron a cabo en los Estados Unidos, Japón, Australia y Europa. Desde 2001, varios proyectos europeos (CityMobil, 2009; Cybercars, 2004; Cybercars2, 2006; Cybermove, 2004) han revisado el concepto de transporte bajo demanda, incluidos PRT. En términos de aplicaciones comerciales, las más desarrolladas los sistemas son SkyWeb Express (2009), ULTRA (2009), Vectus (2009) y Mister (2009), que son soluciones completas de PRT, RANA (2getthere, 2009), Skytran (2013), JPODS (2014) y Shweeb (2010) pero la mayoría de ellos se quedaron en la fase experimental, debido a dificultades técnicas o costo excesivo. Como casos de sistemas operacionales encontramos el de Morgantown, sistema PRT diseñado por la Universidad de West Virginia, y lo ha sido desde 1975. También y debido a sus buenos resultados, ULTRA fue seleccionado para el aeropuerto londinense de Heathrow para transportar pasajeros desde un control remoto área de estacionamiento a la terminal central. Este sistema PRT tiene estado en la fase de prueba desde el 7 de julio de 2009.

En la literatura de patentes se pueden encontrar sistemas que sirven como punto de partida para la presente patente. En primer lugar podemos encontrar en las patentes BR0313585A, JP2005081936A, JPH11208459A, KR101421211B1, KR20100121940A,

KR20150030972A, KR20160033973A, US4061089A, US8950337B1 reivindicaciones de vehículos autopropulsados tipo PRT pero de 4 ruedas y por lo tanto para su movimiento necesitan bien dos raíles o carril especial propio, no habilitando nunca el doble flujo paralelo. En las patentes CN1676385A, CN101214818A, CN203681536U, 5 DE19546694A1, DE102006020338A1, ES405430A1, ES2370705T3, JP2014131905A, KR20110038964A, RU2158211C1, RU2180295C1, RU2188775C1, WO9118778A1, US3853068A, US5219395A y US5778796A, CN202593515U, DE4029571A1 se reivindican sistemas PRT apoyados sobre monorraíl y con posibilidades de flujos paralelos, pero no compatibles con las infraestructuras actuales necesitando de 10 infraestructura propia a medida.

Todos los sistemas de transportes rápidos de personas anteriormente descritos aportan una serie de ventajas asociadas. Sin embargo, tienen un inconveniente principal para su implantación y es que necesitan infraestructuras separadas y hechas a medida. Esto 15 requiere de una inversión muy alta y de una necesidad de espacio adicional ambas cosas difíciles de obtener en las actuales ciudades grandes. Mayoritariamente, ninguno de los anteriormente descritos se ha implementado más allá de un nivel experimental y ninguno es compatible con las infraestructuras ya disponibles como se reivindica en la presente patente.

20 De especial relevancia son las patentes US8720345 y KR 20130050813 en donde se reivindican sistemas de transporte tipo PRT de vehículos pequeños y apoyados en railes convencionales tipo Vignole. Sin embargo, estos dos sistemas requieren de un apoyo adicional exterior al apoyo principal en rail convencional. En la patente US8720345 el 25 apoyo adicional se consigue utilizando elementos auxiliares tipo brazo deslizante sobre la propia plataforma o suelo. La principal desventaja de este tipo de apoyo es que la infraestructura debe asegurar que el apoyo auxiliar contra el suelo puede darse de manera segura en toda la infraestructura ferroviaria de la red. Esto es complicado en sistemas de metro en los que la construcción se ha ido haciendo en diferentes periodos 30 con diferentes métodos de construcción (railes sobre traviesas en balasto, vía en placa de hormigón con solados irregulares, vía en traviesas metálicas, etc...). Además, es incompatible con un cambio de agujas porque los brazos de apoyo chocarían contra el rail principal durante el cambio. Por ello, en la patente US8720345 no se plantean cambios de agujas como tal, sino que se propone añadir un tercer carril externo para 35 subida y bajada de pasajeros. En la patente KR 20130050813 el apoyo se hace utilizando un carril construido a medida, con lo cual no sería directamente compatible con las infraestructuras de metro actuales como se plantea en la presente invención.

Del análisis de la literatura realizado podemos concluir que no existe ningún sistema de transporte rápido de personas que aúne las capacidades de transporte bajo demanda y que a su vez pueda ser utilizado en las infraestructuras ferroviarias existentes como el
5 objeto de esta invención apoyándose en un único rail convencional

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un sistema de transporte rápido de personas basado
10 en una pluralidad de vehículos autopropulsados, soportados y estabilizados lateralmente sobre un único raíl. Este tiene capacidad para una o varias personas y su diseño es compatible con la circulación de al menos dos flujos paralelos de vehículos en la misma vía. Además, es compatible con las actuales infraestructuras de dos raíles por vía, pudiendo duplicar la cantidad de vehículos que circulan simultáneamente por la
15 vía, y pudiéndose así adecuar los detenimientos de los vehículos en función del destino del pasajero.

Los vehículos que conforman este sistema de transporte se comprenden de una cabina de pasajeros estrecha, un sistema de pantógrafo para la conexión a la red eléctrica, un
20 sistema de estabilización lateral, un sistema de autopropulsión y un sistema de suspensión y soporte sobre un único raíl. Además, el vehículo puede disponer de un sistema de conducción autónoma, así como de los sensores necesarios para dicho sistema.

El vehículo tiene unas dimensiones tales que permite un sistema de transporte con al
25 menos dos flujos paralelos de vehículos en la misma vía compatible con las actuales infraestructuras de dos raíles por vía, típicamente anchura inferior a un metro. La ventaja de tener dos flujos paralelos de vehículos es que un raíl puede utilizarse como raíl de flujo continuo y el otro raíl puede utilizarse como raíl de aceleración y frenado de los
30 vehículos. Esto permite un tráfico continuo de los vehículos entre estación de origen y destino, sin necesidad de hacer paradas intermedias y, por lo tanto, multiplicando la velocidad real efectiva del transporte del pasajero, así como eliminando el gasto energético en las aceleraciones y frenados en cada estación. La presente invención puede ser utilizada en toda clase de infraestructuras con motores eléctrico o diésel,
35 exterior o interior, tipo de vía, de mayor o menor densidad de estaciones y de mayor o menor demanda de transporte.

La principal ventaja del sistema de transporte objeto de la presente invención es que, al no ser necesarias las paradas en estaciones intermedias a la de destino, se consigue una importante reducción del tiempo de viaje. Otra ventaja importante es que, al ser compatible con la gran mayoría de las infraestructuras urbanas y suburbanas de transporte ferroviario de masas existentes, la inversión necesaria para su implantación se estima muy inferior a la de cualquier otro sistema de transporte rápido de personas encontrado en el estado de la técnica, sin perder las ventajas inherentes a este tipo de sistemas de transporte. Asimismo, el impacto sobre el territorio de las ciudades sería mínimo ya que no requiere de espacio adicional, al contrario del resto de sistemas de transporte rápido de personas encontrados que precisan de una infraestructura propia y a medida. Puede ser igualmente compatible con el tráfico de convoyes, disponiendo del sistema de transporte aquí presentado sólo en determinadas franjas horarias que conviniese.

Otra serie de ventajas son que, al tratarse de un transporte individualizado es más seguro que el metro actual, porque tendrían lugar menos robos, menos acosos, etc. Resulta más higiénico y cómodo ya que los viajeros no comparten espacio con otras personas si no lo desean. También es más ecológico y eficiente, y más económico tanto durante la explotación como en inversión inicial (economía de escala en la fabricación de los vehículos).

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La figura 1 muestra una vista isométrica de una estación de metro con los vehículos [1] de la presente invención. Se observan cuatro raíles, siendo los centrales [2] los utilizados para el tráfico ininterrumpido de vehículos, y los externos [3] para aceleraciones y frenados, y para la subida y bajada de pasajeros en las estaciones. Los andenes se dividen en dos mitades, separadas por una valla [4] para distinguir entre las zonas de subida [5] y de bajada [6] de los vehículos. Se observan elementos comunes en una estación de metro, tales como bancos [7] o pantallas informativas [8]. Se muestran también los finales de los túneles por los que circula el metro entre estaciones [9] y los túneles de acceso a los andenes [10].

La figura 2 muestra una vista de la planta de una estación de metro actual con los vehículos de la presente invención. Se pueden observar las zonas de subida [5] y bajada [6] de pasajeros en los andenes. Se observan también los dos raíles próximos a la estación [3], sobre los que están los vehículos [1] para permitir la subida y bajada de

pasajeros, así como las aceleraciones y frenados, y los dos raíles interiores [2], que permiten el flujo ininterrumpido de vehículos a velocidad de crucero. Se muestran los cambios de aguja [11] que permiten el cambio de raíl, si bien estos estarían más alejados de la estación. Se observa una valla guía [12] que facilita la formación de colas de espera
5 en el andén.

La figura 3 muestra un ejemplo de línea de metro circular completa empleando el sistema de transporte de la presente invención. Contiene estaciones [13] como las mostradas en la figura 2. Mediante el sistema de la presente invención se podría viajar
10 a cualquier estación de la vía, en cualquiera de los sentidos, sin efectuar paradas entre las estaciones de partida y de destino, resultando en una disminución de los tiempos de viaje.

La figura 4 muestra el vehículo con un sistema de apoyo con ruedas laterales. Se observan el material rodante inferior [14], la cabina del vehículo compuesta por el suelo [15], el frontal [16], la parte trasera [17], los paneles laterales izquierdo [18] y derecho [19], las puertas deslizantes [20], y el techo [21]. Sobre el techo se muestra el pantógrafo [22].

20 En la parte trasera hay una rejilla de sistema de ventilación [23]. Dentro del vehículo aparecen un asiento [24] y una pantalla interactiva [25] para la selección de la estación de destino. El conjunto va apoyado sobre un raíl convencional tipo Vignole [26].

La figura 5 muestra el chasis [27] y los elementos mecánicos que posibilitan el movimiento del vehículo de la figura 4. Se observan el motor [28], las ruedas delantera [29] y trasera [30], las ruedas laterales de apoyo [31] (tres a cada lado del raíl), los sistemas de transmisión [32], cajas de grasa [33], y suspensión [34], el sistema de giro de la rueda delantera [35] y el raíl [26] sobre el que va el conjunto apoyado. Este conjunto puede estar protegido por un faldón que recubre el conjunto y mejora la aerodinámica.

30

DESCRIPCIÓN DE REALIZACIONES PREFERENTES

Se propone una primera realización preferente que se ilustra en las figuras 1, 2 y 3. Los raíles exteriores [3] para ambos sentidos se utilizan para permitir la subida y bajada de
35 los pasajeros en las estaciones. Estas se encuentran divididas por la mitad mediante una valla [4], para distinguir la zona de subida [5] y bajada [6] a los vehículos. En la zona

de subida puede incluirse también una valla guía [12] que facilite la formación de colas de espera en el andén.

5 Cuando un viajero se monta en el vehículo y selecciona su estación de destino, el vehículo arranca y acelera hasta alcanzar la velocidad de crucero. En este momento se incorpora al raíl interior [2]. Mantiene la velocidad de crucero hasta aproximarse a la estación de destino fijada por el pasajero. Entonces, se desvía al raíl exterior [3] y frena hasta detenerse en la estación [13]. Una vez el viajero se ha apeado, el vehículo circula por el raíl hasta la zona de subida de pasajeros, donde esperará hasta su próximo
10 usuario.

Respecto al vehículo, en el apartado del sistema de estabilización lateral, esta realización preferente se muestra en las figuras 4 y 5. En esta, el sistema de estabilización lateral se realiza mediante unas ruedas auxiliares [30] que se posicionan
15 en los laterales del raíl, e impiden el vuelco del vehículo.

En el apartado del sistema de propulsión, una realización preferente cuenta con un motor eléctrico y un pantógrafo [28 y 22] que conecta con la catenaria para su alimentación (se muestra en la figura 4. Otra realización preferente emplearía un motor
20 de combustión interna en lugar del eléctrico.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de transporte ferroviario urbano de estaciones caracterizado por disponer de cuatro raíles paralelos de perfiles convencionales, tipo Vignole, Phoenix, Burdach o de garganta, que deben estar separados entre sí por al menos un metro; disponer de una pluralidad de vehículos autopropulsados [1], apoyados y estabilizados únicamente sobre sólo uno de dichos raíles, con capacidad para una o varias personas y de anchura de vehículo inferior al ancho de separación entre dichos raíles; que el primero de los raíles [3] se utiliza para la aceleración y frenado de los vehículos y subida y bajada de pasajeros en las estaciones en trayecto de ida; que el segundo de los raíles [2] se utiliza para la circulación continua de vehículos en trayecto de ida; que el tercero de los raíles [2] se utiliza para la circulación continua de vehículos en trayecto de vuelta; que el cuarto de los raíles [3] se utiliza para la aceleración y frenado de los vehículos y subida y bajada de pasajeros en las estaciones en trayecto de vuelta; disponer de cambios de aguja [11] al menos entre raíles del mismo sentido para permitir que los vehículos pasen del raíl de circulación continua al raíl de aceleración y viceversa; disponer de un sistema de rodadura y apoyo compatible con los raíles paralelos de perfiles convencionales, tipo Vignole, Phoenix, Burdach o de garganta para circular apoyado únicamente en un único raíl; y, finalmente, incluir un sistema de estabilización lateral y de sistema de seguridad frente a vuelcos, realizado únicamente con al menos un par de ruedas laterales [31].
2. Un sistema de transporte ferroviario urbano de estaciones conforme a la reivindicación 1 cuyos vehículos se caracterizan por disponer de un sistema de autopropulsión impulsado por un motor eléctrico [28] alimentado a través de un pantógrafo conectado a una catenaria electrificada [22].
3. Un sistema de transporte ferroviario urbano de estaciones conforme a la reivindicación 1 cuyos vehículos se caracterizan por disponer de un sistema de autopropulsión basado en un motor [28] de combustión interna.

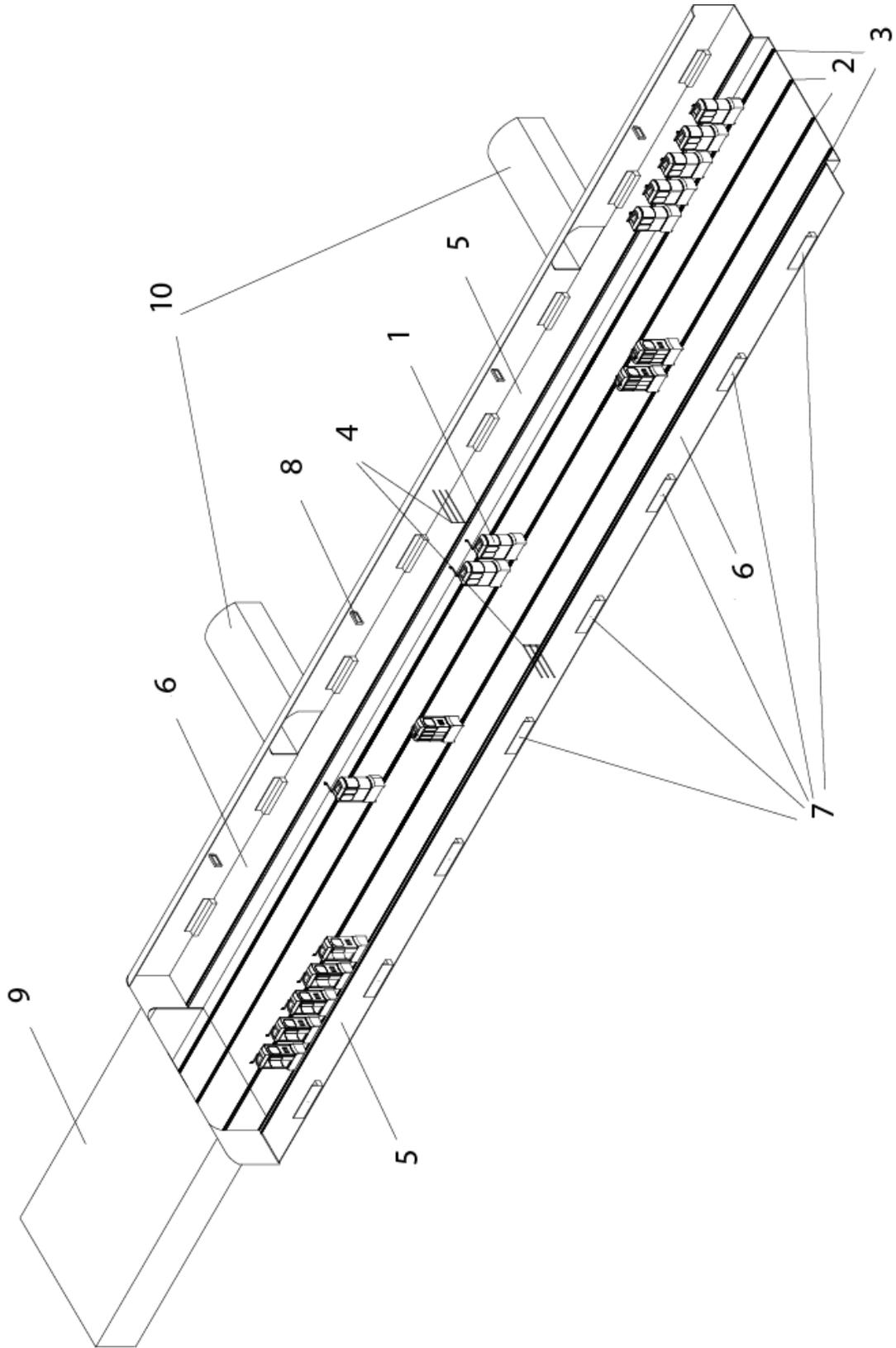


FIG. 1

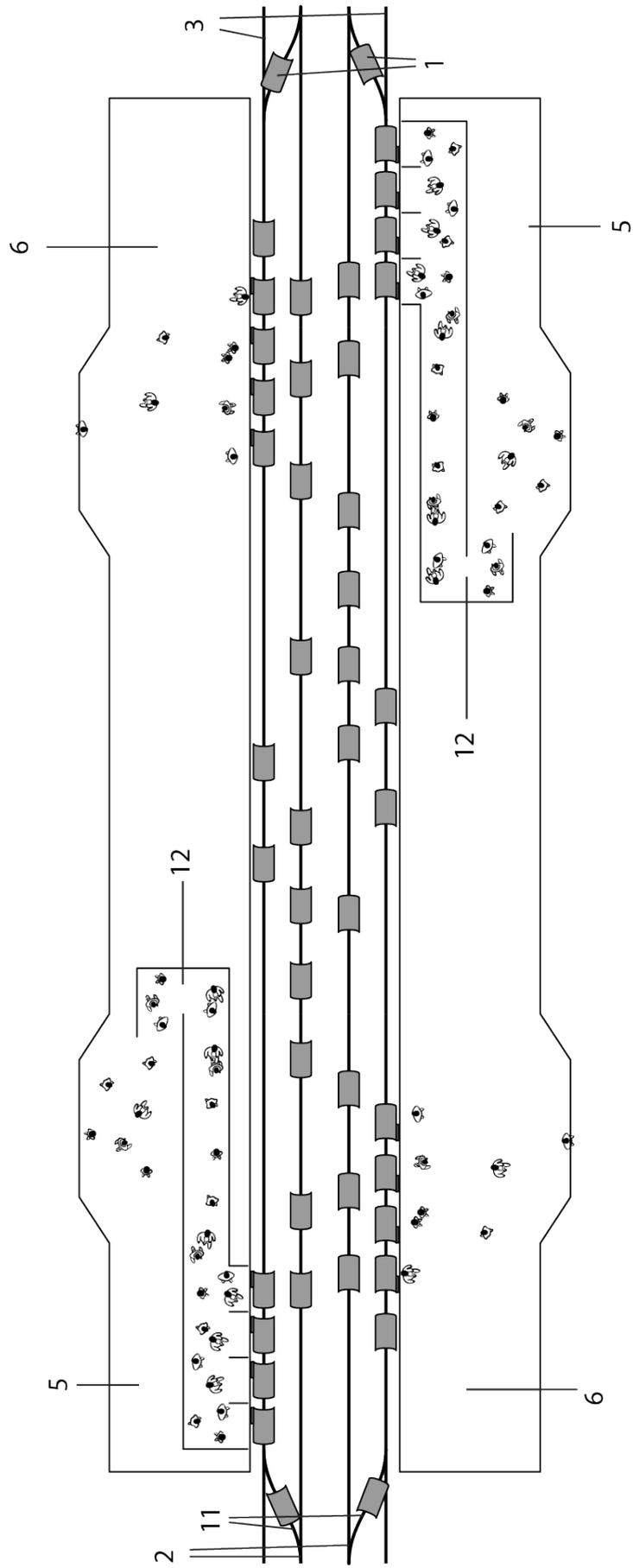


FIG. 2

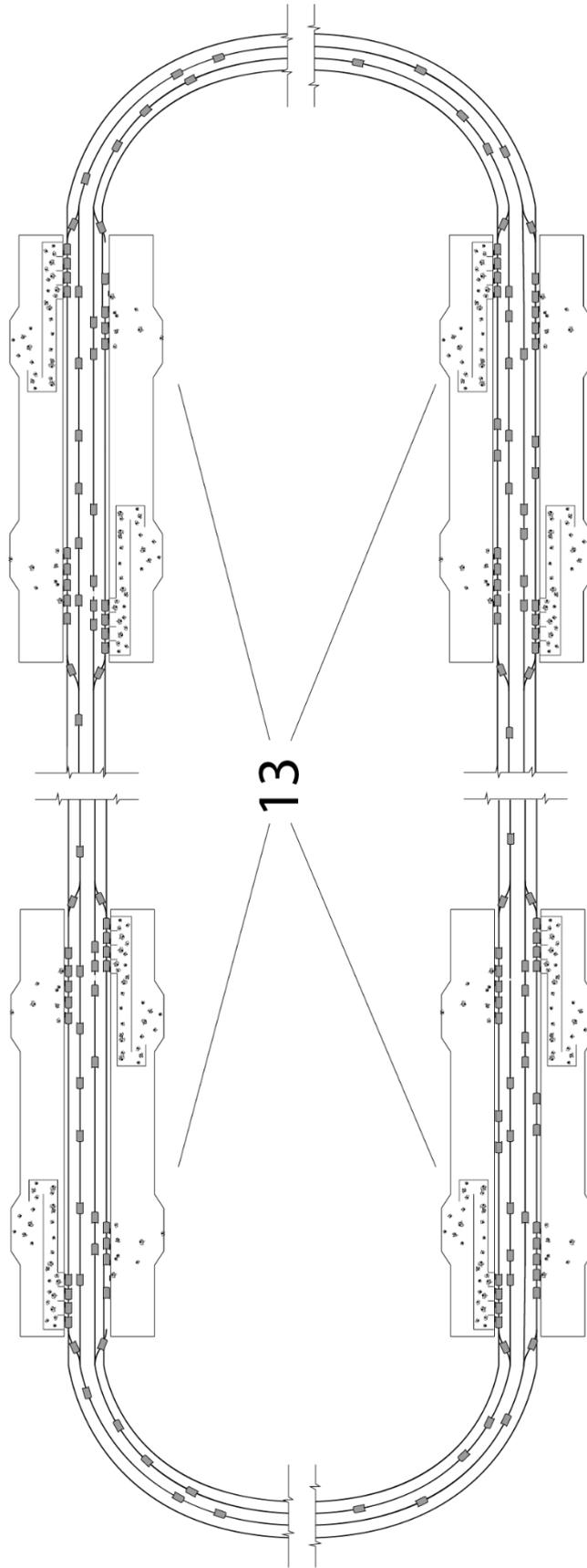


FIG. 3

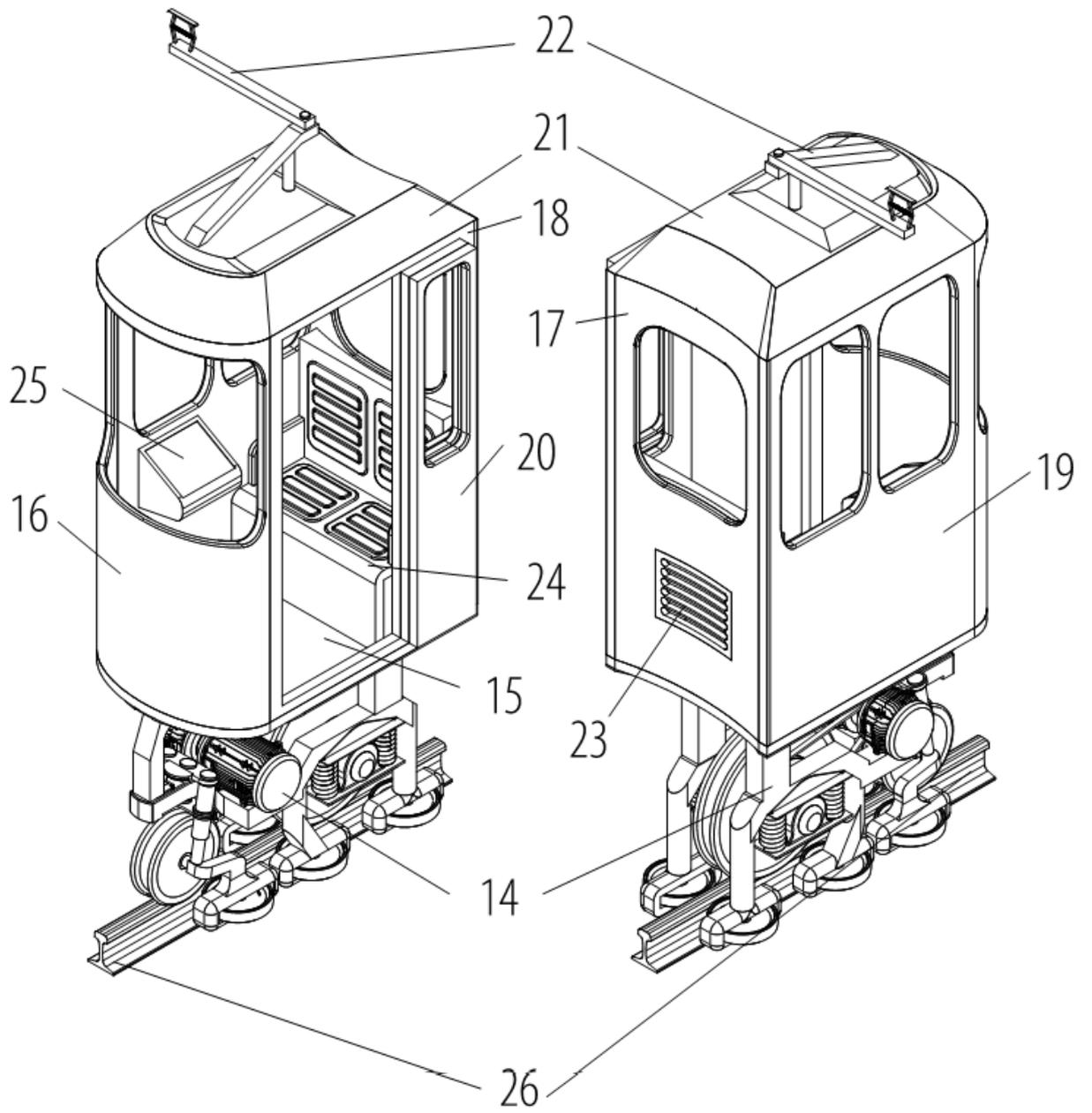


FIG. 4

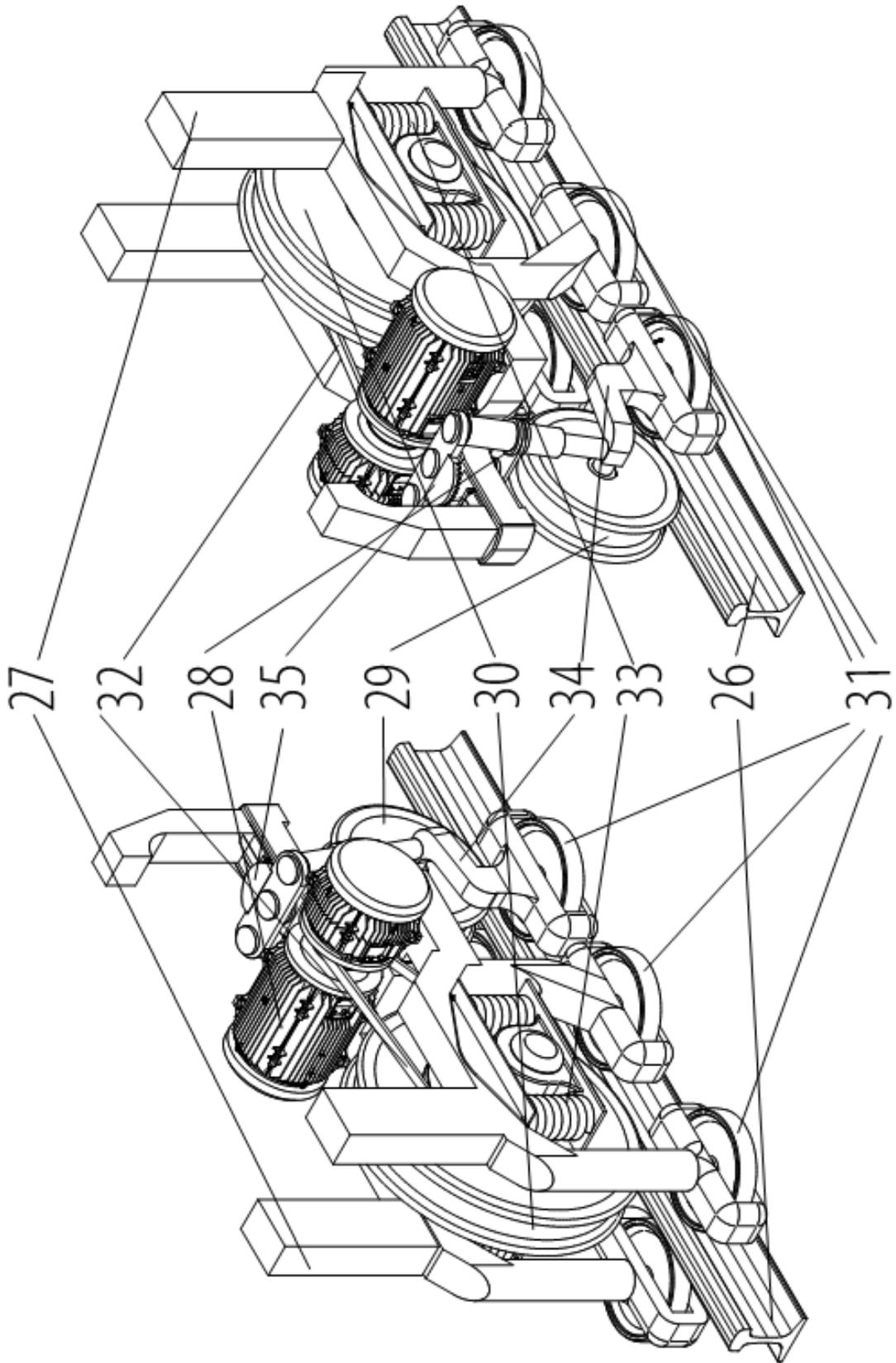


FIG. 5