

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 637 231**

51 Int. Cl.:

B61D 11/00 (2006.01)

B61D 3/00 (2006.01)

B61D 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.05.2005 PCT/US2005/018247**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.01.2006 WO06007181**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.05.2005 E 05753287 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.05.2017 EP 1768882**

54 Título: **Sistema y método de transporte de mercancías**

30 Prioridad:

22.06.2004 US 875021

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

11.10.2017

73 Titular/es:

**THE TEXAS A&M UNIVERSITY SYSTEM (100.0%)
Technology Licensing Office 3369 - TAMU
College Station
Texas 77843, US**

72 Inventor/es:

**ROOP, STEPHEN, S.;
ROCO, CRAIG;
OLSON, LESLIE, E. y
MORGAN, CURTIS, A.**

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 637 231 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 y método de transporte de mercancías

5 **Campo técnico de la invención**

La presente invención se refiere en general a la industria del transporte y, más en particular, a un sistema y método de transporte de mercancías.

10 **Antecedentes de la invención**

El transporte combinado de contenedores es actualmente una tarea intermodal llevada a cabo con barcos, trenes, camiones y, en menor medida, con barcazas en vías fluviales interiores. Cada modo presenta ventajas y desventajas en el manejo de los contenedores.

15 Los trenes juegan un papel importante en el transporte de material en largas distancias. Se considera que el radio económico del transporte combinado de mercancías mediante trenes supera distancias de 805 kilómetros (500 millas). Se caracterizan por un bajo coste a lo largo de estas distancias extremas y tienen el beneficio añadido de un bajo impacto medioambiental en lo que respecta a sus emisiones en comparación con el transporte en camiones.

20 Las desventajas de los trenes incluyen la lentitud en el transporte de mercancías y su poca flexibilidad en comparación con el transporte en camiones. Por ejemplo, no ofrecen servicio a domicilio. Los trenes han perdido cuota de mercado con respecto a los camiones y están completamente devaluados en el mercado interurbano de corta distancia.

25 Los camiones dominan el transporte de mercancías, particularmente en trayectos interurbanos que cuentan con muchas autopistas interestatales. Los camiones han sido históricamente un medio rápido y flexible de transportar mercancías de un punto a otro. Sin embargo, los camiones están generando paulatinamente importantes desventajas, tales como problemas de seguridad en las autopistas, daños en la calzada, atascos en las autopistas y una peor calidad del aire.

30 Los ejemplos de sistemas de transporte de mercancías pueden encontrarse en el documento WO 96/14685, usando un motor de inducción lineal, en el documento US 3934183, usando un motor de reluctancia lineal, en el documento DE 2729874 usando un coche de motor lineal, y en el documento US4092554, usando un sistema lineal de generación de energía eléctrica.

35 **Sumario de la invención**

40 **Sumario de la invención**

De acuerdo con una realización de la invención, un sistema de transporte de mercancías de acuerdo con la reivindicación 1.

45 Las realizaciones de la invención proporcionan un número de ventajas técnicas. Las realizaciones de la invención pueden incluir todas, algunas, o ninguna de estas ventajas. Un sistema de transporte de mercancías, de acuerdo con una realización de la invención, es un concepto híbrido que incorpora algunos de los componentes de diseño de sistemas existentes y que tiene como objetivo ofrecer una alternativa fiable y de bajo coste al transporte de mercancías dentro de una ciudad y/o entre ciudades a través de medios más convencionales, tales como camiones. El sistema de transporte de mercancías puede estar diseñado para funcionar con derecho de paso dedicado a distinto nivel, reduciendo así la carga en las autopistas en lo que respecta a la seguridad, el desgaste y la capacidad.

50 Un sistema de transporte de mercancías, de acuerdo con una realización de la invención, ofrece mejoras en el transporte de mercancías por tren al permitir que contenedores individuales se envíen a medida que se reciben en un sistema de expedición "justo a tiempo" y al interactuar de manera eficaz con los modos existentes. Un sistema de transporte de mercancías puede diseñarse para minimizar o eliminar la mayoría de las trabas tecnológicas que los trenes deben superar. Por ejemplo, un sistema lineal de propulsión por inducción implica que prácticamente no hay partes móviles relacionadas con la fuerza motriz y la propulsión. Los principales elementos sujetos a fallos son los cojinetes de las ruedas que, con este sistema, pueden controlarse fácilmente mediante sensores térmicos o acústicos.

60 Además, el sistema de transporte de mercancías puede automatizarse y no ser tripulado, y puede estar a distinto nivel y libre de obstáculos con los que puede encontrarse al cruzar otra infraestructura a nivel. También puede diseñarse para funcionar con un motor de inducción lineal alimentado eléctricamente. Esta fuente de energía puede hacer que el sistema sea muy flexible en lo que respecta al combustible básico usado para generar potencia. Estas opciones de combustible pueden incluir carbón, gas natural, petróleo, energía nuclear, hidrógeno o energía solar.

65 Un sistema de transporte de mercancías de acuerdo con una realización de la invención ofrece mejoras con respecto al transporte de mercancías con camiones al proporcionar tasas positivas de rentabilidad en escenarios de costes de capital conservadores y diferentes niveles de utilización. De hecho, el sistema puede funcionar veinticuatro

horas al día y siete días a la semana y ser inmune en gran medida a los retardos provocados por las inclemencias meteorológicas, atascos o incidentes en la carretera. Esta característica puede ofrecer un mejor servicio y altos niveles de capacidad, lo que puede permitir un diseño de sistema con enlaces directos a terminales, mejorando el rendimiento y el flujo. Además, el sistema de transporte de mercancías puede permitir la introducción de vehículos de “remolque urbanos”, diseñados con capacidades de corta distancia y media distancia, y sistemas de propulsión poco nocivos que usan combustibles alternativos tales como propano o gas natural, reduciendo el uso de pesados camiones articulados diésel en áreas urbanas y sin deteriorar en exceso la calidad del aire.

Otras ventajas técnicas son fácilmente aparentes para un experto en la materia a partir de las siguientes figuras, descripciones y reivindicaciones. Además, aunque las ventajas específicas se han enumerado antes, diversas realizaciones pueden incluir todas, algunas o ninguna de las ventajas enumeradas.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una vista esquemática geográfica que ilustra rutas de un sistema de transporte de mercancías de acuerdo con una realización de la invención;
 las Figuras 2A y 2B son vistas esquemáticas que ilustran un trayecto que tiene una ruta asociada entre dos terminales de camiones de un sistema de transporte de mercancías de acuerdo con una realización de la invención;
 la Figura 3 es una vista esquemática que ilustra una terminal de camiones de acuerdo con una realización de la invención;
 las Figuras 4A y 4B son vistas en perspectiva y en alzado, respectivamente, de un vehículo de transporte de acuerdo con una realización de la invención;
 la Figura 4C es una vista en perspectiva que ilustra una pluralidad de vehículos de transporte que se desplazan entre autopistas de acuerdo con una realización de la invención;
 las Figuras 5A y 5B son vistas parciales en perspectiva que ilustran diversos diseños de vía para un sistema de transporte de mercancías, en el que la realización de acuerdo con la figura 5B no forma parte de la invención;
 la Figura 6 es una vista parcial en perspectiva que ilustra un diseño de un carril plano según una realización de la invención;
 la Figura 7 es una vista esquemática que ilustra un diseño de comandos, controles y comunicaciones de un sistema de transporte de mercancías de acuerdo con una realización de la invención; y
 la Figura 8 es un diagrama de flujo que ilustra un método de ejemplo para controlar un sistema de transporte de mercancías de acuerdo con una realización de la invención.

Descripción detallada de la invención

La Figura 1 es una vista esquemática geográfica de varias rutas 100 de un sistema de transporte de mercancías según una realización de la invención. En la realización ilustrada, las rutas 100 se muestran extendiéndose entre varias ciudades 102 de un estado 104; sin embargo, las rutas 100 pueden extenderse entre ubicaciones adecuadas cualesquiera.

Como se describe posteriormente en mayor detalle, algunas realizaciones de la presente invención se refieren a un sistema de transporte de mercancías que ofrece una alternativa fiable y de bajo coste al transporte interurbano de mercancías en comparación con sistemas más convencionales, tales como los camiones. La presente invención es particularmente adecuada para el transporte de mercancías en distancias de hasta 805 km (500 millas) debido a las ventajas con respecto al transporte en camiones, que normalmente domina el transporte interurbano de mercancías. Sin embargo, el sistema de transporte de mercancías descrito en el presente documento también es adecuado para distancias superiores a 805 km (500 millas), donde compite directamente con el transporte de mercancías en trenes. Algunas ventajas del sistema de transporte de mercancías descrito en el presente documento con respecto al transporte de mercancías en trenes es que pueden enviarse contenedores individuales a medida que se reciben en un sistema de expedición “justo a tiempo”, además de una mayor fiabilidad debido al tipo de sistemas de propulsión utilizados. En algunas realizaciones, las rutas 100 pueden asociarse individualmente a trayectos multiuso, tales como el trayecto 200 ilustrado a continuación con referencia a las Figuras 2A y 2B.

Las Figuras 2A y 2B son vistas esquemáticas que ilustran un trayecto 200 que tiene una ruta asociada 202 que se extiende entre una terminal de camiones 204a y una terminal de camiones 204b según una realización de la invención. Aunque el trayecto 200 se ilustra en la Figura 2B a nivel, la presente invención contempla que el trayecto 200 esté a distinto nivel (es decir, por debajo del nivel del suelo o por encima del nivel del suelo). El acceso a las terminales de camiones 204a, 204b, indicado mediante las líneas discontinuas 208 en la Figura 2A, también puede estar a nivel o a distinto nivel. Por ejemplo, con referencia a la Figura 2B, el acceso a la terminal de camiones 204a se ilustra por debajo del nivel del suelo.

Haciendo referencia a la Figura 2B, el trayecto 200 puede incluir una ruta 202 junto con una o más autopistas 208, uno o más carriles de pasajeros o de mercancías 210 y otros sistemas adecuados, tales como tuberías, fibras ópticas u otros sistemas adecuados que estén adaptados para largas distancias.

La ruta 202 incluye un tramo de salida 205 y un tramo de entrada 206 que conectan con la terminal de camiones 204a, de modo que un vehículo de transporte 400 puede transportar cargamento 302 hacia y desde la terminal de camiones 204a, como se ilustra a continuación en mayor detalle junto con la Figura 3.

5 Haciendo referencia a la Figura 3, un vehículo de transporte 400 se ilustra estacionado en una terminal de camiones 300 según una realización de la invención. El vehículo de transporte 400 llega a la terminal de camiones 300 a través del tramo de salida 205 y sale de la terminal de camiones 300 a través del tramo de entrada 206 después de cargar y/o descargar el cargamento 302. El vehículo de transporte 400, que es un componente importante del sistema de transporte de mercancías de la presente invención, se ilustra posteriormente en mayor detalle junto con las Figuras 4A y 4B.

15 La terminal de camiones 300 se ilustra en la Figura 3 ubicada en un área urbana 301; sin embargo, la terminal de camiones 300 puede estar ubicada en cualquier ubicación adecuada. Además, como se ha descrito anteriormente, la terminal de camiones 300 puede estar a nivel o a distinto nivel. La terminal de camiones 300 incluye un camión 304 configurado para transportar cargamento 302 hacia y desde clientes 310. Aunque la Figura 1 ilustra el camión 304 como un camión de remolque, la presente invención también contempla otros vehículos adecuados.

20 Un vehículo de remolque urbano es ventajoso como un vehículo de combustible alternativo que reduce las emisiones producidas por el transporte y que tiene un efecto positivo en la calidad del aire de las áreas urbanas. Además, se estima que el reparto local de contenedores, tales como un contenedor 306 ilustrado en la Figura 3, necesitará motores con una potencia en caballos de vapor sustancialmente menor que los utilizados normalmente por camiones de larga distancia. La producción puede dar como resultado motores que tienen entre 160 y 180 caballos de vapor, a diferencia de los motores diésel que funcionan habitualmente con 240 caballos de vapor. Con combustibles alternativos, tales como el gas natural, los vehículos de remolque urbanos podrían reducir las emisiones hasta en un 50 por ciento en comparación con las emisiones de camiones diésel mejorados.

25 En la realización ilustrada, el camión 304 se muestra transportando un contenedor para transporte combinado 306 cargado desde el vehículo de transporte 400; sin embargo, como se describe posteriormente en mayor detalle, el camión 304 puede transportar cualquier cargamento adecuado que esté almacenado de cualquier manera adecuada, tales como embalajes de un fabricante, por ejemplo cajas, embalajes agregados, por ejemplo palés, contenedores y remolques. La terminal de camiones 300 incluye además una fuente de combustible alternativo 308 para el camión 304 u otro vehículo adecuado.

30 Aunque no se ilustra en la Figura 3, cualquier mecanismo elevador adecuado, tal como una grúa suspendida, una grúa portátil o una grúa combinada puede usarse para transferir cargamento 302 entre el vehículo de transporte 400 y el camión 304. Estos mecanismos elevadores, así como otros sistemas y/o componentes asociados a la terminal de camiones 300 pueden, o no, automatizarse. La presente invención contempla que la terminal de camiones 300 tenga más, menos o componentes diferentes a los ilustrados en la Figura 3.

35 Las Figuras 4A y 4B son vistas en perspectiva y en alzado, respectivamente, de un vehículo de transporte 400 según una realización de la invención. Aunque solo se ilustra un vehículo de transporte 400 en las Figuras 4A y 4B, la presente invención contempla cualquier número adecuado de vehículos de transporte 400 acoplados entre sí de cualquier manera adecuada. Cada vehículo de transporte 400 se pone en marcha mediante un sistema de propulsión 408 y circula a lo largo de una vía 404 a través de uno o más sistemas de suspensión 406. El vehículo de transporte 400 transporta cargamento 401 a través de uno o más contenedores de mercancías para transporte combinado 402 asociados a un compartimento de contenedores universales para transporte combinado 403. El vehículo de transporte 400 puede incluir además un par de cubiertas con forma aerodinámica 410 en cada uno de sus extremos. Una ventaja de la presente invención es que el vehículo de transporte 400 puede automatizarse y controlarse, o manejarse de otro modo, por un sistema o sistemas de control. Tal sistema de control se describe posteriormente en mayor detalle junto con la Figura 7.

40 Los contenedores de mercancías para transporte combinado 402 pueden ser cualquier componente estructural adecuado configurado para guardar cargamento 401 durante el transporte. En una realización, los contenedores para transporte combinado 402 se asemejan a los contenedores para transporte combinado usados en el comercio internacional. En una realización, tienen aproximadamente una longitud de 12,2 metros (40 pies) por 2,9 metros (9,5 pies) cuadrados; sin embargo, los contenedores para transporte combinado 402 pueden tener cualquier tamaño y forma adecuados. Por ejemplo, en algunas realizaciones de la invención, la longitud del contenedor para transporte combinado 402 oscila entre 12,2 metros (40 pies) y 16,5 metros (54 pies) aproximadamente.

45 Una ventaja de usar contenedores para transporte combinado es que el sistema de transporte de mercancías se convertirá en un enlace en el sistema de transporte combinado ya establecido, que incluye líneas navieras, ferrocarril, transporte en camión e incluso barcas, por medio del cual los contenedores para transporte combinado son transferidos entre modos rápidamente. En otras realizaciones, los contenedores para transporte combinado 402 son remolques para autopistas, de modo que pueden transferirse fácilmente a un camión adecuado después de llegar a su destino.

Una ventaja de la presente invención es que diferentes tipos de contenedores de mercancías que manipulan diferentes tipos de cargamento pueden utilizarse con el vehículo de transporte 400 dependiendo del modo de transporte contemplado en las terminales de camiones en el destino particular. Los contenedores para transporte combinado 402 pueden ser soportados de cualquier manera adecuada. Por ejemplo, puede utilizarse una viga central acoplada a sistemas de suspensión 406 similar a las vigas centrales utilizadas en la industria ferroviaria. El soporte también puede parecerse a un soporte con forma de caja sobre el cual los contenedores para transporte combinado 402 se depositan y enclavan por motivos de seguridad a través de cualquier método adecuado.

En una realización, el almacén estructural del vehículo de transporte 400 debe tener la capacidad de resistir todas las fuerzas estáticas y dinámicas durante su vida útil. En función de cargas de diseño anticipadas para esta realización, puede necesitarse una estructura de acero con un peso que duplique aproximadamente la cantidad requerida para soportar el volumen con el fin de minimizar las deformaciones, las vibraciones y la fatiga. Las cargas de diseño de esta estructura, que se prevé que tengan una longitud de 9,15 metros (30 pies) aproximadamente, son las siguientes. Una carga variable distribuida de 744 kg/m (500 libras/pies), un peso de almacén de 453,6 kg (1000 libras), y un peso de sistema de propulsión y control de 907,2 kg (2000 libras). Usando estas condiciones de carga, puede requerirse que el almacén de un vehículo de transporte completamente cargado resista un momento de flexión máximo de 81,3 kNm (60 kilolibras/pie). Sin embargo, el momento de diseño debería ser aproximadamente de 162,7 kNm (120 kilolibras/pie) (dos veces el momento de flexión máximo) con el fin de proporcionar la resistencia necesaria para limitar las deformaciones, las vibraciones y la fatiga.

Los sistemas de suspensión 406 pueden ser cualquier sistema de suspensión adecuado que tenga cualquier número de ruedas 407 para circular a lo largo de la vía 404. Por ejemplo, los sistemas de suspensión 406 pueden ser sistemas de suspensión de un bogie de cuatro ruedas o sistemas de un solo eje y dos ruedas. En una realización, los sistemas de suspensión 406 tienen ruedas de acero acopladas a carriles 504 respectivos (Figura 5A) y que giran de manera independiente entre sí con el fin de eliminar cualquier problema asociado al trazado radial debido a las diferentes velocidades de la superficie de rodadura de las ruedas en las curvas. En una realización, las ruedas 407 tienen un perfil plano (como se ilustra mejor en la Figura 5A) para minimizar la componente de fricción en comparación con la superficie de rodadura del patín de los carriles presente en operaciones ferroviarias tradicionales. En esta realización, las ruedas de acero 407 no presentan rebordes y no sirven para guiar el vehículo de transporte 400. Esto se describe posteriormente en mayor detalle junto con la realización de la Figura 5A.

Los sistemas de suspensión 406 pueden tener otros sistemas o componentes adecuados asociados a los mismos, tales como un sistema de frenos neumático, hidráulico o eléctrico opcional, un sistema de amortiguación u otro sistema adecuado. Los sistemas de suspensión 406 pueden estar acoplados al soporte principal del vehículo de transporte 400 de cualquier manera adecuada. La presente invención contempla otros sistemas de suspensión adecuados, tales como un sistema de levitación magnética, un sistema de neumáticos u otros sistemas adecuados.

La vía 404 puede ser cualquier sistema de vía adecuado que puede hacerse funcionar para soportar el vehículo de transporte 400 y guiar el vehículo de transporte 400 a lo largo de una ruta particular. Varios diseños de vía 404 se ilustran posteriormente junto con las Figuras 5A y 5B; sin embargo, la presente invención contempla cualquier sistema de vía adecuado.

El sistema de propulsión 408 proporciona la fuerza motriz para el vehículo de transporte 400. En la realización ilustrada, el sistema de propulsión 408 incluye una pluralidad de motores de inducción lineales orientados verticalmente con respecto a una placa de reacción de motor lineal 506 (ilustrada mejor en la Figura 5A). Sin embargo, la presente invención contempla otros sistemas de propulsión adecuados, tales como motores de inducción lineales orientados horizontalmente, un diseño de motor más convencional usado, por ejemplo, en trenes habituales, un sistema de propulsión basado en hidrógeno, motores eléctricos alimentados con gas natural y motores de tracción eléctricos giratorios. En una realización particular de la invención, el sistema de propulsión 408 incluye dos conjuntos de motores opuestos de veinte caballos de vapor.

Algunas ventajas de usar motores de inducción lineales son que dichos motores son más ecológicos que algunos de los otros sistemas que utilizan combustible, que prácticamente no hay partes móviles relacionadas con el modo de potencia y propulsión, y la variación en la generación de potencia en un motor que falla con respecto al resto de motores. Su uso puede proporcionar además más velocidad que los sistemas convencionales y reducir la aparición de fallos eléctricos en comparación con los motores giratorios convencionales. Los motores de inducción lineales necesitan electricidad, y esta puede suministrarse a los motores de inducción lineales de cualquier manera adecuada, por ejemplo usando un tercer carril, lo que es ampliamente conocido en el campo del transporte. Para impedir que los motores de inducción lineales toquen la placa de reacción de motor lineal 506, en el diseño se incorpora una distancia entre cada motor de inducción lineal y la placa de reacción de motor lineal 506. Esta distancia puede ser cualquier distancia adecuada, tal como media pulgada o más.

En una realización de la invención, el requisito de potencia para un único vehículo de transporte es de cuarenta (40) caballos de vapor para acelerar el vehículo de transporte 400 de 0 km/h (cero mph) a 96,56064 km/h (sesenta mph) en sesenta segundos. Esto supone una masa total de treinta y seis toneladas (nueve toneladas para la masa del vehículo de transporte y 27 toneladas para la masa máxima de los contenedores). Suponiendo además una

resistencia por fricción de 0,48 kwh/km (0,77 kwh/milla), una resistencia a la rodadura de 0,00223 kwh/tonelada métrica-km (0,0036 kwh/tonelada-milla), una pérdida por choque despreciable y una pérdida de eficiencia debida al motor de inducción lineal de 2,0, entonces el trabajo total requerido es de 1,119 kwh/km (1,8 kwh/milla). El requisito de aceleración inicial se supone que es de 0,448 kwh/tonelada métrica-km (0,7204 kwh/tonelada-milla). Esta
 5 aceleración inicial se multiplica por la masa de treinta y seis toneladas para llegar a un requisito de energía de 25,9 kwh. Los caballos de vapor equivalentes son treinta y cinco caballos de vapor aproximadamente. Para incluir una determinada pérdida de eficiencia para un deslizamiento magnético en una inclinación del 12 % aproximadamente, se añaden cinco caballos de vapor a los treinta y cinco para obtener el requisito de potencia de cuarenta caballos de vapor indicado anteriormente. Vuelve a señalarse que esto es simplemente un ejemplo de un requisito de potencia
 10 del vehículo de transporte 400; la presente invención contempla otros requisitos de potencia adecuados.

Un análisis para desarrollar los requisitos de potencia/energía para un sistema de transporte de mercancías según una realización en la que el vehículo de transporte está asociado a un sistema de transporte de mercancías bajo tierra (es decir, por debajo del nivel del suelo) muestra de manera conservadora que 130 kW de máxima capacidad
 15 de carga eléctrica sería lo máximo requerido para un camión equivalente de mercancías en un vehículo de transporte completamente cargado, donde 30 palés ascienden a 45 359,24 toneladas métricas (100 000 libras) incluyendo la tara del vehículo de transporte. Suponiendo un perfil de carga anticipado de 2000 camiones al día a lo largo de un trayecto particular, el tránsito máximo se produce entre las nueve de la mañana y las cuatro de la tarde. El número total de vehículos de transporte durante la hora punta de las cuatro de la tarde es de 1891 unidades.

Suponiendo que la carga máxima del vehículo de transporte durante la aceleración es de 37 kW, entonces la carga es aproximadamente dos veces este valor o 74 kW, ya que se supone que hay dos muelles de carga de vehículos de transporte en cada terminal. La carga adicional en el trayecto puede ascender a 80,5 km (50 millas) para cualquier bloque de corriente eléctrica en el sistema. Suponiendo que las necesidades de potencia máxima del trayecto coinciden con el tránsito máximo durante la hora punta para la carga de 80,5 km (50 millas) de longitud de
 20 trayecto, entonces, si cuatro vehículos de transporte por minuto entran en el trayecto desde cada terminal, puede haber simultáneamente un máximo de 400 vehículos de transporte en 80,5 km (50 millas) del trayecto. El análisis supone que siempre que haya una pendiente positiva en un sentido, habrá una pendiente idéntica pero negativa en el sentido contrario. Además, se supone que ninguna pendiente es continua, sino que los aspectos físicos predominantes de una pendiente son que una elevación global desde un punto inicial hasta un punto final se equipara con el descenso en el sentido opuesto.

La recuperación de energía a partir de la regeneración de energía eléctrica se produce cuando un vehículo de transporte usa un sistema de control de potencia para reducir la velocidad del vehículo de transporte cuando se considera que bajar de nivel supone la mitad de las pérdidas de eficiencia debido al uso de una unidad de motor lineal. Los cálculos de energía incluyen la pérdida de eficiencia del consumo de potencia. Sin embargo, suponiendo que la pérdida por deslizamiento eléctrico del motor lineal es un 50 % menor que la de un motor de tracción giratorio, entonces las pérdidas de regeneración supondrán el 50 % de la capacidad de recuperación o solamente el 25 % de la entrada de energía necesaria para mantener la velocidad en una pendiente positiva para el vehículo de transporte,
 35 usando regeneración eléctrica cuando se desciende por la pendiente. Por lo tanto, para cada 130 kW requeridos para ascender por una pendiente, solo se recuperan 32 kW cuando se desciende por la pendiente. El equilibrio final es un coste de 100 kW en lugar de un coste de 130 kW para cada uno de los vehículos de transporte, más o menos.

Se consideró el potencial para las pendientes de una ruta y se supuso que las pendientes no ocuparán más del 10 % de la longitud total. También se supuso que las pendientes están ubicadas principalmente en una mitad del sistema y que están distribuidas de manera uniforme. Por lo tanto, habrá aproximadamente 0,32 km (0,2 millas) de pendiente cada 1,609344 km (una milla) en esa mitad del sistema. En los 80,5 km (50 millas) del sistema que se considera que tienen el tránsito máximo, resulta evidente que el tráfico estará en el área con pendientes. Puede suponerse que habrá un total de 16,1 km (10 millas) de pendiente en 80,5 km (50 millas) cualesquiera en esa mitad particular. Dado que la distribución de vehículos de transporte será de cuatro unidades por 1,609344 km (una milla) (máximo índice de salidas desde cada terminal) en cualquier sentido, habrá 400 vehículos de transporte en la longitud de 80,5 km (50 millas) en cuestión. Puesto que se requiere una capacidad neta de 100 kW por dos vehículos de transporte que ocupan un nivel (uno en cada sentido), habrá 80 vehículos de transporte circulando por las pendientes en la longitud de 80,5 km (50 millas) que está evaluándose y, por tanto, una capacidad de carga máxima de 8000 kW. Se supone que el resto de vehículos de transporte circulan por una superficie llana. En la superficie llana, el vehículo de transporte requiere 2 kW para mantener su velocidad adquirida de 96,56064 km (60 millas) por hora. Por tanto, los vehículos de transporte restantes requieren una capacidad de carga del sistema de suministro eléctrico de 640 kW.

El requisito de máxima capacidad de carga eléctrica con la longitud de 80,5 km (50 millas) de mayor tránsito del sistema de transporte de mercancías se estima de manera conservadora como 9000 kW de capacidad, y la capacidad global de este sistema de transporte de mercancías se estima en 50 MW como mucho. Conforme a requisitos de 57 000 MW de carga máxima de corriente con ERCOT y la capacidad de generación, 70 700 MW, el requisito de capacidad global del trayecto representa menos de la mitad de un porcentaje de reserva de ERCOT. Este análisis preliminar sugiere que se necesitan 200 kW de energía eléctrica para transportar cada camión de mercancías (30 palés) equivalente.

Unas cubiertas con forma aerodinámica 410 pueden tener cualquier tamaño y forma adecuados y funcionan para reducir la resistencia aerodinámica en el vehículo de transporte 400. Las cubiertas con forma aerodinámica 410 pueden ser también componentes estructurales del armazón del vehículo de transporte 400. Las cubiertas con forma aerodinámica 410 también pueden servir para proteger el cargamento 401 y/o para alojar cualquier componente o sistema adecuado, tal como un sistema de control para controlar el vehículo de transporte 400. Un sistema de control de este tipo se describe posteriormente en mayor detalle junto con las Figuras 7 y 8.

Se ha llevado a cabo un estudio para minimizar la resistencia aerodinámica en los vehículos de transporte durante el transporte a lo largo de un trayecto con el fin de minimizar los gastos energéticos. El estudio muestra que la minimización de la resistencia aerodinámica está asociada principalmente a la reducción de la fricción superficial y de la resistencia de presión. Por consiguiente, se usaron herramientas informáticas para llevar a cabo un análisis aerodinámico de las configuraciones del vehículo de transporte que minimizan estos parámetros. Este análisis propuso las siguientes recomendaciones para minimizar la resistencia aerodinámica. Usar una configuración continua de vehículo de transporte con la superficie de los distintos vehículos de transporte mezclados. Usar un vehículo de transporte de sección transversal rectangular con curvatura y perfil. Un perfil adecuado de baja resistencia aerodinámica se forma a partir de dos brazos circulares unidos por una sección plana. Las relaciones de bloqueo (β) deberían mantenerse por debajo de 0,3. La separación entre la superficie superior del vehículo de transporte y el techo de un túnel (suponiendo una implementación por debajo del nivel del suelo) debería ser mayor que 91,44 cm (3 pies) y la separación entre la pared lateral y el vehículo de transporte también debería ser mayor que 91,44 cm (3 pies).

Las Figuras 5A y 5B son vistas parciales en perspectiva que ilustran dos diseños diferentes para la vía 404 según algunas realizaciones de la presente invención. Haciendo referencia en primer lugar a la Figura 5A, se ilustra una vía 500 que tiene un sustrato 502, un par de carriles 504 y una placa de reacción de motor lineal 506.

El sustrato 502 puede estar hecho de cualquier material adecuado, tal como hormigón reforzado, y puede tener cualquier grosor adecuado. Los carriles 504 están acoplados a, incrustados en o unidos de otro modo al sustrato 502 y están hechos de cualquier material adecuado, tal como acero. Los carriles 504 funcionan para soportar el peso del vehículo de transporte 400 y proporcionan una superficie de rodadura para las ruedas 407. En la realización ilustrada, los carriles 504 incluyen superficies superiores planas 505 que, junto con las ruedas planas 407, generan menos fricción por rodadura que los sistemas de carriles convencionales. Los carriles 504 también pueden incluir superficies biseladas 507 opcionales. Los detalles adicionales de los carriles 504 se describen posteriormente junto con la Figura 6.

La placa de reacción de motor lineal 506 junto con el sistema de propulsión 408 funciona para guiar el vehículo de transporte 400 durante el funcionamiento. La placa de reacción de motor lineal 506 puede tener cualquier tamaño y forma adecuados y puede estar hecha de cualquier material adecuado. En una realización, la altura de la placa de reacción de motor lineal 506 es de al menos 45,72 cm (dieciocho pulgadas).

En la realización ilustrada, la placa de reacción de motor lineal 506 está formada con placas de aluminio internas 508 que están enfrentadas a placas de hierro fundido 510. Las placas de aluminio 508 y las placas de hierro fundido 510 pueden estar acopladas entre sí de cualquier manera adecuada. Las placas de aluminio 508 y las placas de hierro fundido 510 pueden estar hechas cada una de una pluralidad de distintas placas unidas mediante medios mecánicos, tales como pernos u otros elementos de fijación adecuados. En una realización particular de la invención, las placas de aluminio 508 se colocan juntas de manera escalonada y se mantienen unidas mediante medios mecánicos, y las placas de hierro fundido 510 están acopladas a las caras externas de las placas de aluminio 508 mediante medios mecánicos adecuados, formando así una estratificación continua con un núcleo de aluminio cubierto con hierro fundido. Hay una separación adecuada entre las placas de aluminio adyacentes 508.

Las placas de aluminio 508 y las placas de hierro fundido 510 pueden tener cualquier longitud adecuada que permita la expansión y la contracción de los distintos metales y que permita compensar el movimiento del sustrato 502. La presente invención también contempla que la placa de reacción de motor lineal 506 esté hecha de una sola pieza de material que sea compatible con el sistema de propulsión 408. Un motivo por el cual las placas de aluminio 508 están dispuestas entre las placas de hierro fundido 510 es conseguir la máxima ventaja de la corriente de Foucault y del complemento de flujo magnético de la técnica conocida durante la exposición a un campo magnético en movimiento proporcionado por el sistema de propulsión 408 de la presente invención.

La Figura 5B ilustra una vía 550 que se parece a un sistema de vía más convencional usado en ferrocarriles convencionales. La vía 550 incluye un sustrato 552 y un par de carriles 554. El sustrato 552 puede ser similar al sustrato 502 de la Figura 5A o puede ser una pluralidad de traviesas convencionales. Los carriles 554 incluyen carriles convencionales presentes en sistemas ferroviarios convencionales y están hechos de cualquier material adecuado, tal como acero. En la realización ilustrada en la Figura 5B, los carriles 554 sirven tanto como la vía de conducción y como una estructura de soporte de carga para el vehículo de transporte 400. De esta manera, las ruedas 407 incluyen rebordes 555 similares a los presentes en ruedas de trenes convencionales.

En la realización ilustrada en la Figura 5B, una orientación horizontal de los motores de inducción lineales de

propulsión 408 puede ser una opción. En esta realización, las placas de reacción de motor lineal están situadas en una posición plana sobre el sustrato 552 entre los carriles 554 (no ilustrados) e interactúan con motores de inducción lineales orientados horizontalmente acoplados en el lado inferior del vehículo de transporte 400. Esta configuración obviará la necesidad de proporcionar una ranura o espacio vertical en la parte central inferior del vehículo de transporte 400 para montar un componente de motor de placa central vertical, tal como la placa de reacción de motor lineal 506.

La Figura 6 es una vista parcial en perspectiva que ilustra un diseño de un carril plano 600 según una realización de la invención. El carril 600 es particularmente adecuado para la realización de la vía 500 ilustrada en la Figura 5A. Para tener en cuenta la expansión y la contracción térmicas, el carril 600 incluye una pluralidad de secciones de carril planas 602a, 602b que están acopladas a, incrustadas en y/o unidas a un sustrato adecuado (no ilustrado). Las secciones de carril 602a, 602b están dispuestas de manera adyacente y cada sección de carril 602a, 602b tiene uno o más salientes 604 acoplados en un primer extremo 608 y uno o más rebajes 606 formados en un segundo extremo 610. Los salientes 604 están dispuestos dentro de rebajes 606 respectivos de una sección de carril adyacente de modo que hay una separación 612 entre el extremo libre de los salientes 604 en una parte inferior de los rebajes 606 para permitir que las secciones de carril 602a, 602b se expandan y/o se contraigan a medida que cambia la temperatura de las secciones de carril 602a, 602b, manteniendo de ese modo una superficie lisa y continua para el carril 600. En una realización particular, la separación 612 es de aproximadamente 0,635 cm (la cuarta parte de una pulgada).

En una realización, los extremos de las secciones de carril pueden estar biselados en cualquier ángulo adecuado, como se indica mediante el número de referencia 614. La presente invención contempla otras disposiciones adecuadas para acoplar las secciones de carril 602a, 602b. Una ventaja del diseño ilustrado en la Figura 6 es la reducción sustancial o la eliminación de descarrilamientos provocados por tensiones longitudinales que se originan en los carriles convencionales.

La Figura 7 es una representación esquemática que ilustra un sistema de comandos, control y comunicaciones 700 para un sistema de transporte de mercancías según una realización de la invención. En la realización ilustrada, el sistema 700 incluye un sistema de control central 702 acoplado a una pluralidad de sistemas de control regionales 704 que funcionan para controlar regiones particulares 706 a lo largo de una ruta particular 708. En este sistema de control "jerárquico", el sistema de control 704a de la región A transferirá el control de un vehículo de transporte 710 al sistema de control 704b de la región B, de manera muy parecida a una red de telefonía celular que transfiere una llamada desde una célula a la siguiente. En otras realizaciones, el sistema de control central 702 controla directamente cada región 706 de la ruta 708.

El sistema de control 700 funciona para gestionar y controlar varios parámetros del vehículo de transporte 710, tales como la velocidad, la posición, la posición relativa y otros parámetros adecuados. Además, el sistema de control 700 puede supervisar el funcionamiento de los vehículos de transporte 710 para anticipar cualquier problema mecánico de los vehículos de transporte y reducir los tiempos de inactividad. Esta supervisión del funcionamiento puede facilitarse usando uno o más sensores 711 acoplados a los vehículos de transporte 400 en cualquier ubicación adecuada. Estos sensores 711 pueden estar acoplados a un sistema de control a bordo 713 asociado a un vehículo de transporte 400 particular. El sistema de control a bordo 713 puede estar alojado dentro de una cubierta aerodinámica 410 (Figuras 4A y 4B) o en otra ubicación adecuada. Cualquier red de comunicación cableada o inalámbrica adecuada, tal como la designada mediante los números de referencia 715a y 715b, puede utilizarse para las comunicaciones entre el sistema de control central 702, los sistemas de control regionales 704 y los sistemas de control a bordo 713.

El sistema de control central 702, que puede basarse en cualquier ubicación adecuada, puede funcionar para supervisar los eventos de entrada y salida de los vehículos de transporte 400 en las terminales de camiones 300, mantener la autoridad de supervisión con respecto a los sistemas de control regionales 704 y realizar predicciones de flujo de tráfico para caracterizaciones de funcionamiento de un sistema de transporte de mercancías para comparar las actualizaciones de funcionamiento reales con un plan de funcionamiento. La presente invención también contempla otras funciones adecuadas.

Como se ilustra en la Figura 7, el sistema de control central 702 incluye una aplicación de control de vehículo de transporte 717 almacenada en cualquier ordenador o sistema informático adecuado. La aplicación de control de vehículo de transporte 717 es un programa informático o conjunto de programas informáticos que pueden escribirse en cualquier lenguaje de programación adecuado. Según las enseñanzas de una realización de la invención, la aplicación de control de vehículo de transporte 802 controla automáticamente el movimiento de los vehículos de transporte asociados a los sistemas de transporte de mercancías de la presente invención. La aplicación de control de vehículo de transporte 717 también puede funcionar junto con otras aplicaciones para gestionar el transporte de cargamento usando vehículos de transporte. Una función de ejemplo de la aplicación de control de vehículo de transporte 717 se describe posteriormente junto con la Figura 8.

Los sistemas de control regionales 704, en una realización, funcionan para supervisar el control mediante el uso excesivo o limitado de elementos de control dentro de su esfera de autoridad. Por ejemplo, los sistemas de control

regionales 704 pueden controlar un sobrecalentamiento localizado del sistema de distribución de potencia del cual un vehículo de transporte particular obtiene energía, lo que indicaría un fallo del motor o una fricción rueda/eje sustancialmente mayor, u otras condiciones adecuadas del vehículo de transporte. Los sistemas de control regionales 704 también pueden mantener el cómputo, la velocidad y condiciones de potencia locales correctos del vehículo de transporte. La presente invención también contempla otras funciones adecuadas.

Los sistemas de control a bordo 713, en una realización, incluyen sistemas informáticos a bordo y sistemas de control de potencia que supervisan sensores vehiculares, tales como los sensores 711, para establecer la velocidad, la distancia hasta el vehículo de transporte justo delante del mismo y otros parámetros adecuados. El sistema de control a bordo 713 proporciona información a su sistema de control regional 704 respectivo o al sistema de control central 702 directamente.

La Figura 8 es un diagrama de flujo que ilustra un método de ejemplo para controlar un vehículo de transporte según una realización de la invención. El método de ejemplo comienza en la etapa 800, donde se recibe información desde un vehículo de transporte particular. Esta información puede incluir datos relacionados con la velocidad, la posición o el estado de un vehículo de transporte particular. En la etapa 802, esta información es analizada y comparada con planes de funcionamiento o planes de transporte particulares para controlar el vehículo de transporte. En la etapa 804, se determinan varios parámetros del vehículo de transporte para gestionar de manera eficaz el movimiento del vehículo de transporte y estos parámetros se envían, en la etapa 806, al vehículo de transporte. Esta realimentación de información en bucle continuo sigue hasta que el vehículo de transporte particular haya completado su plan de funcionamiento.

Por tanto, en una realización, un sistema de transporte de mercancías como el descrito en el presente documento proporciona una alternativa económica al transporte en camiones interurbano de media distancia, que ofrece características que permiten evitar los costes sociales asociados tanto al transporte en camiones entre ciudades y dentro de las ciudades. Un sistema de transporte de mercancías de este tipo puede hacerse funcionar de manera separada y segura proporcionando niveles de seguridad de la mercancía ampliamente mejorados que garantiza, por ejemplo, que los contenedores sellados no se manipulen de manera indebida durante su transporte. En algunas realizaciones, la provisión de vehículos de remolque urbanos para recoger y entregar mercancías en áreas urbanas en lugar de pesados medios de transporte diésel de larga distancia mejora la calidad del aire en las ciudades. También supone una mejora con respecto a un diseño de infraestructura de transporte relacionado con sistemas basados en petróleo. El uso de energía eléctrica para la propulsión puede permitir que el sistema de transporte de mercancías funcione con electricidad generada a partir de una gran variedad de fuentes.

Aunque la presente invención se ha descrito por medio de varias realizaciones, los expertos en la técnica pueden sugerir varios cambios y modificaciones. La presente invención pretende abarcar tales cambios y modificaciones, ya que están dentro del alcance de las presentes reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de transporte de mercancías, que comprende:

- 5 una vía (500),
un par de carriles (504) y
una placa de reacción de motor lineal (506) dispuesta entre los carriles (504);
un vehículo de transporte (400) con un compartimento de contenedores universales para transporte combinado
10 (402) configurado para admitir una pluralidad de contenedores (403), comprendiendo el vehículo de transporte
(400) uno o más sistemas de suspensión, cada uno con una pluralidad de ruedas de acero (407) acopladas con
los carriles (504);
un sistema de propulsión lineal (408) acoplado al vehículo de transporte (400) y operable para funcionar junto
con la placa de reacción de motor lineal (506) para mover el vehículo de transporte (400); y
un sistema de control (702) acoplado al sistema de propulsión lineal (408) y operable para controlar el
15 movimiento del vehículo de transporte (408);
en el que placa de reacción de motor lineal (506) es horizontal, y caracterizado por que la vía (500) comprende
un sustrato (502) y el par de carriles (504) se incrustan en el sustrato, el sistema de propulsión lineal (408)
comprende un sistema de propulsión de inducción lineal (408) que comprende una pluralidad de motores de
inducción lineales horizontales acoplados a una parte inferior del vehículo de transporte (400), y
20 en el que placa de reacción de motor lineal (506) se forma a partir de placas de aluminio internas (508) que están
enfrentadas a placas de hierro fundido (510).
2. El sistema de la reivindicación 1, en el que las longitudes de los contenedores (403) varían desde
aproximadamente 12,2 m (cuarenta pies) a aproximadamente 16,5 m (cincuenta y cuatro pies).
- 25 3. El sistema de la reivindicación 1, en el que el vehículo de transporte (400) comprende además cubiertas con
forma aerodinámica (410) en cada uno de un extremo anterior y un extremo posterior.
4. El sistema de la reivindicación 1, en el que las ruedas de acero (407) y los carriles (504) tienen superficies planas.
- 30 5. El sistema de la reivindicación 4, en el que las ruedas de acero (407) son operables para girar
independientemente entre sí.
6. El sistema de la reivindicación 1, en el que el sistema de control (702) es operable además para controlar la
velocidad, aceleración y desaceleración del vehículo de transporte (400).
- 35 7. El sistema de la reivindicación 6, en el que el sistema de control (702) se acopla además a un sistema de frenado
regenerativo que produce energía que se suministra de vuelta al sistema de control (702).

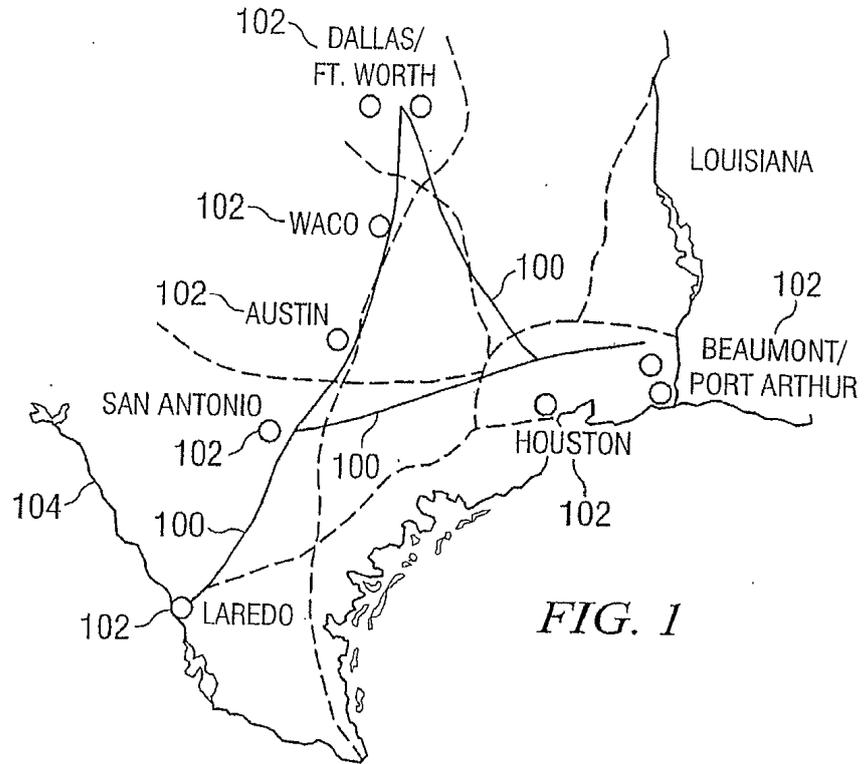


FIG. 1

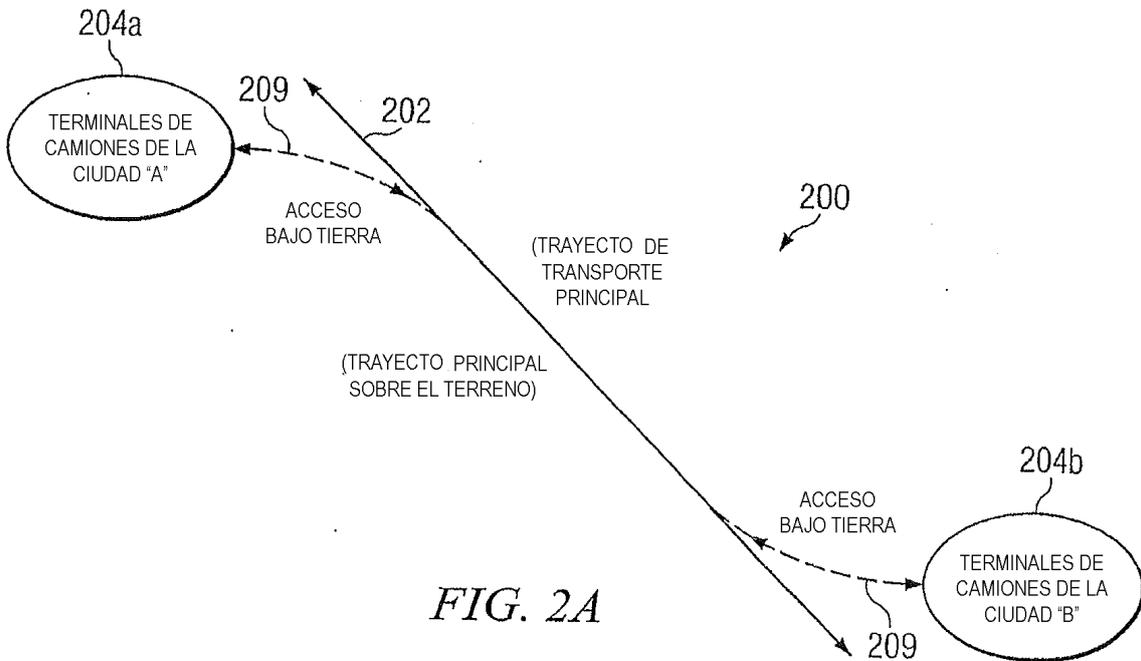


FIG. 2A

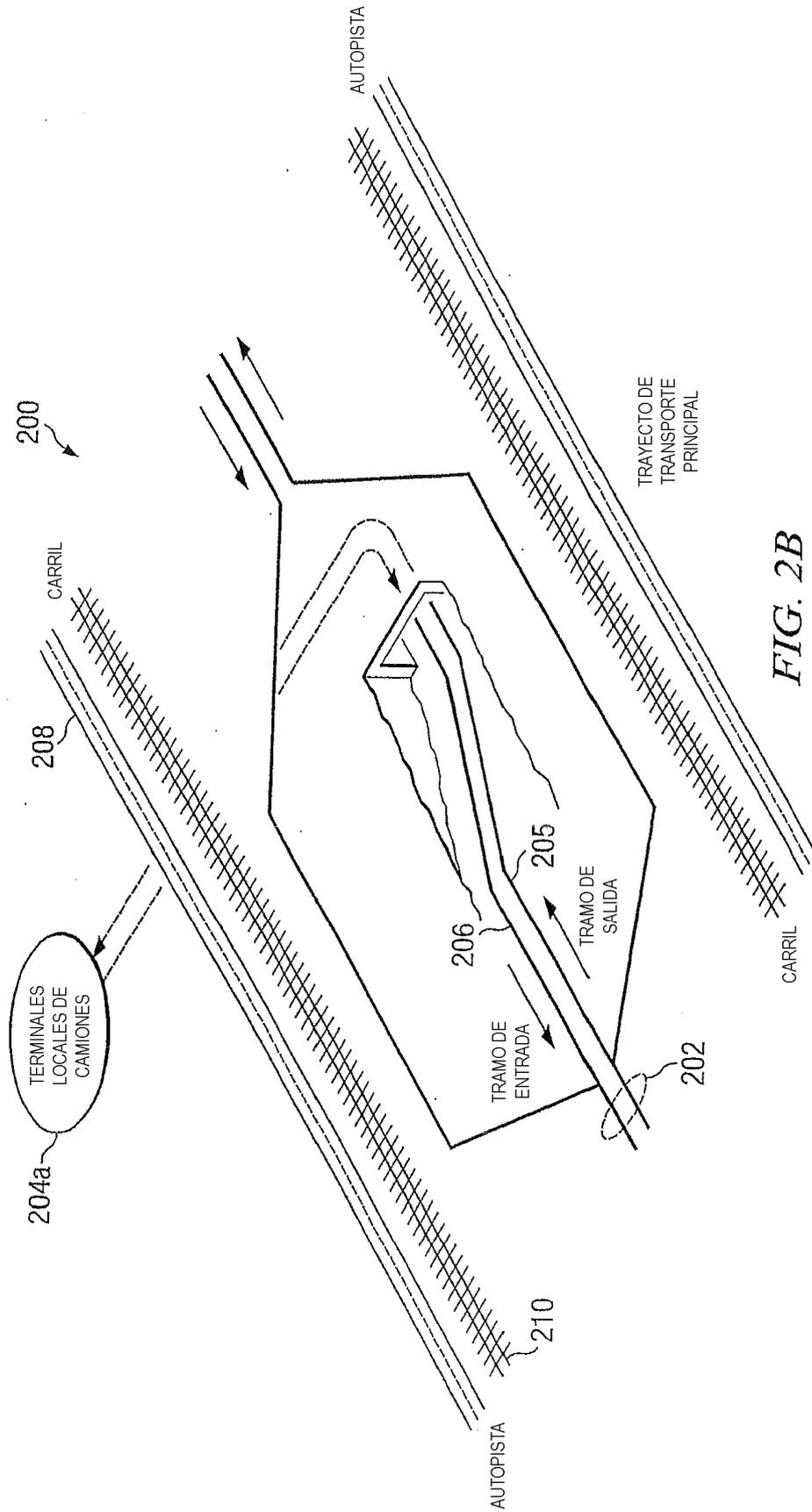
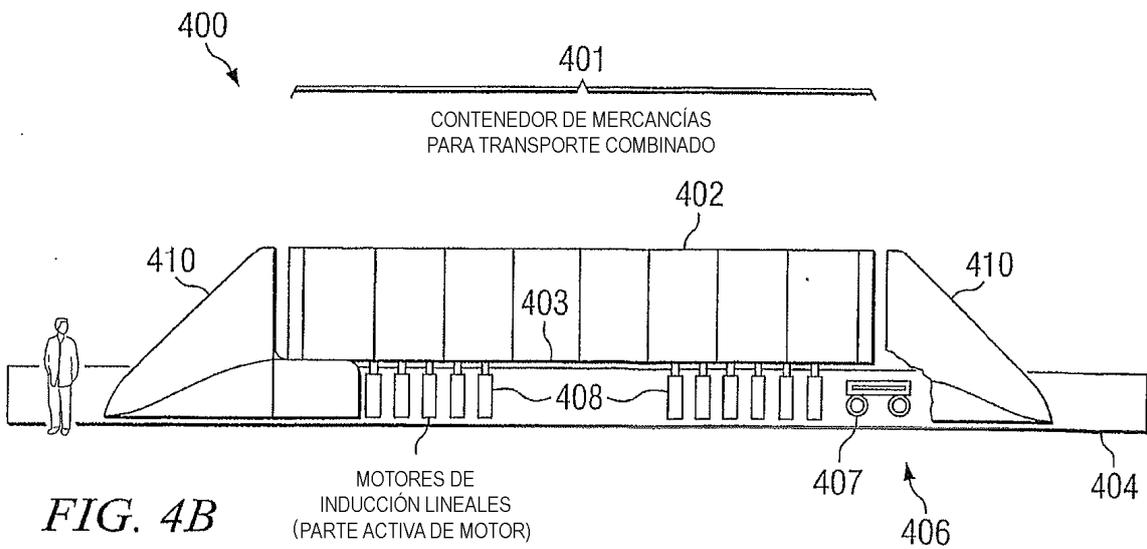
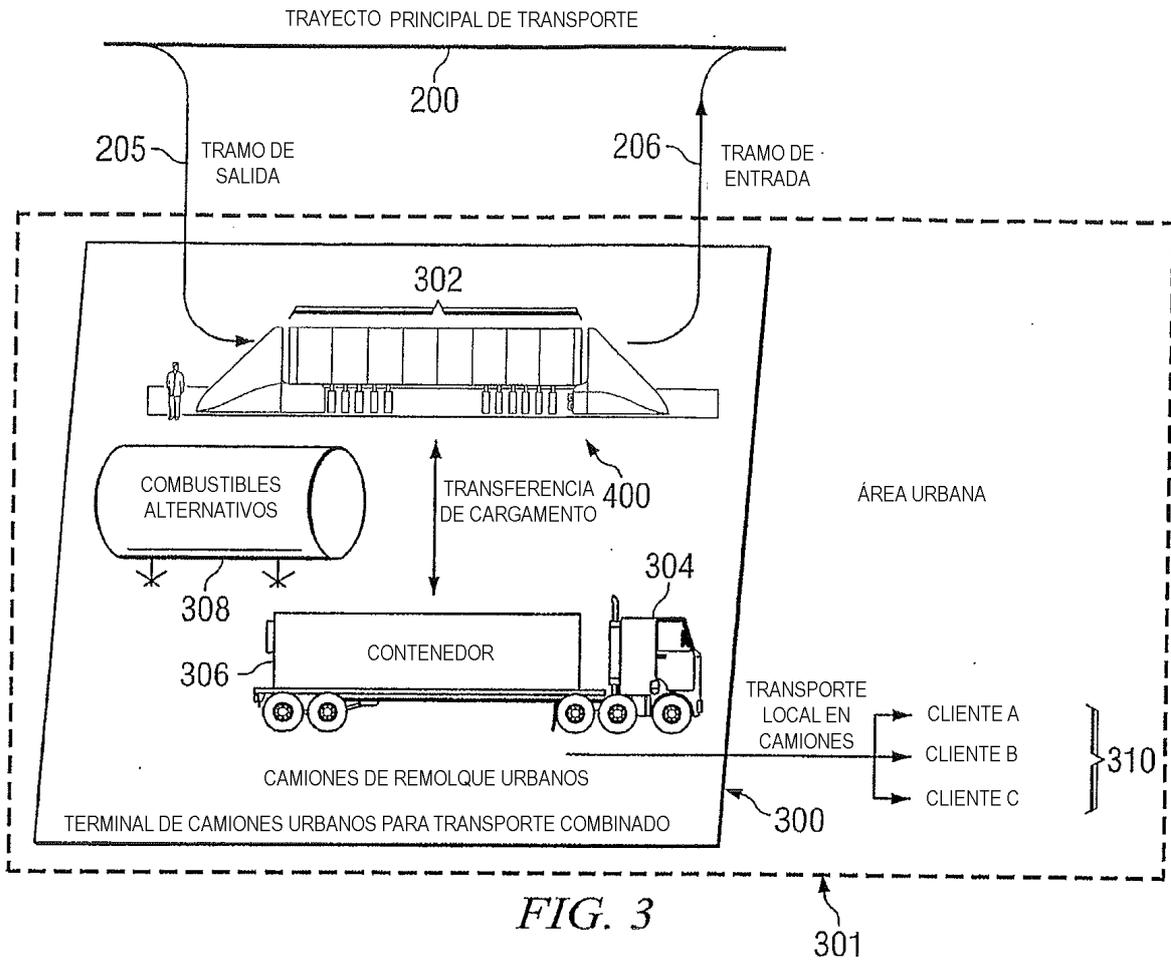
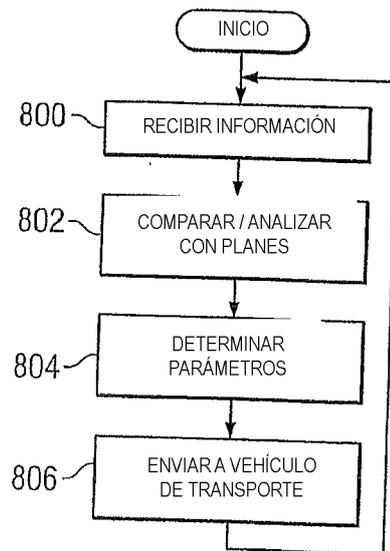
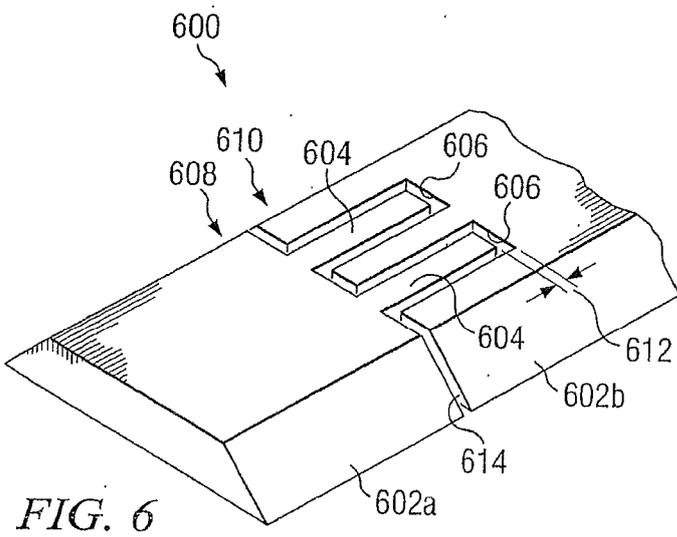
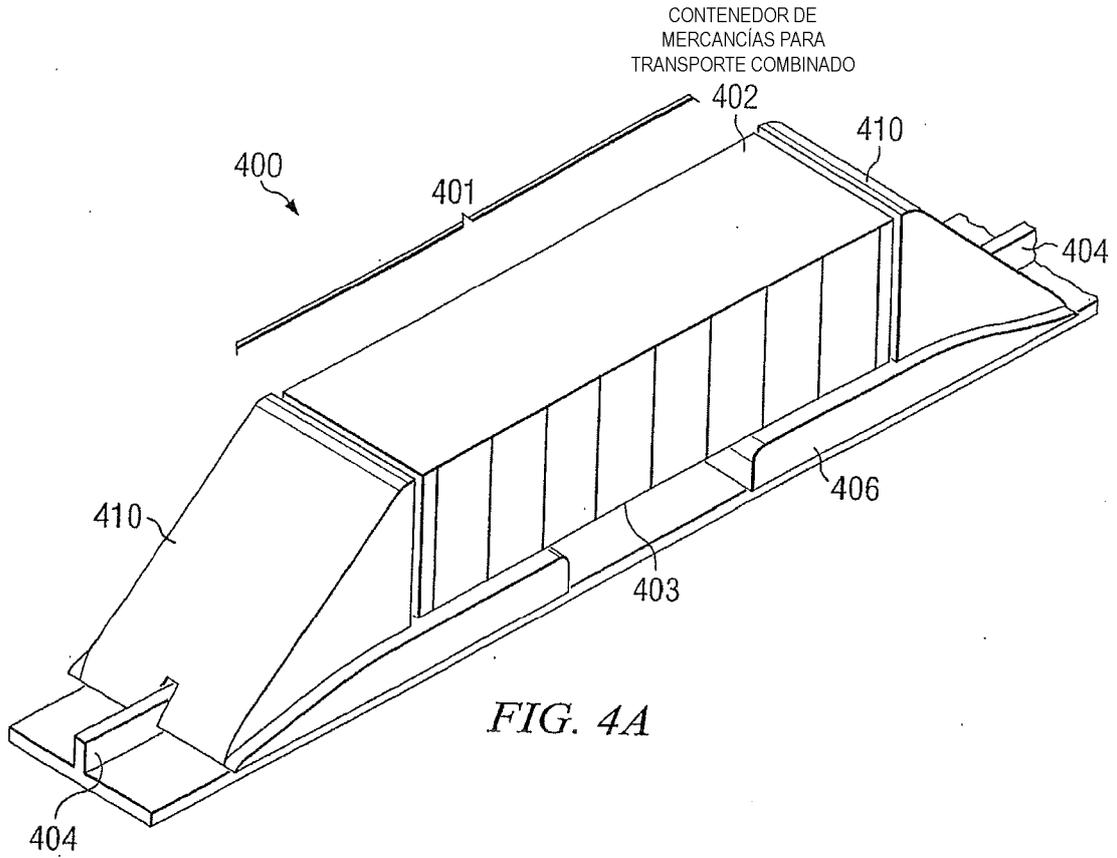


FIG. 2B





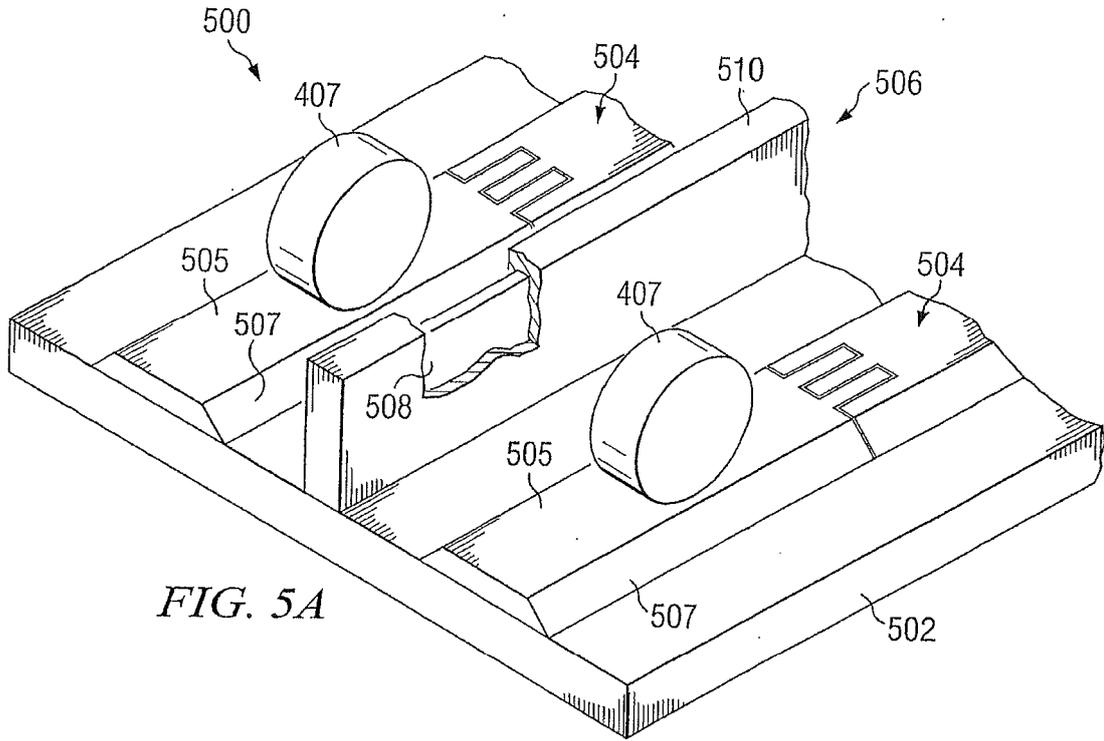


FIG. 5A

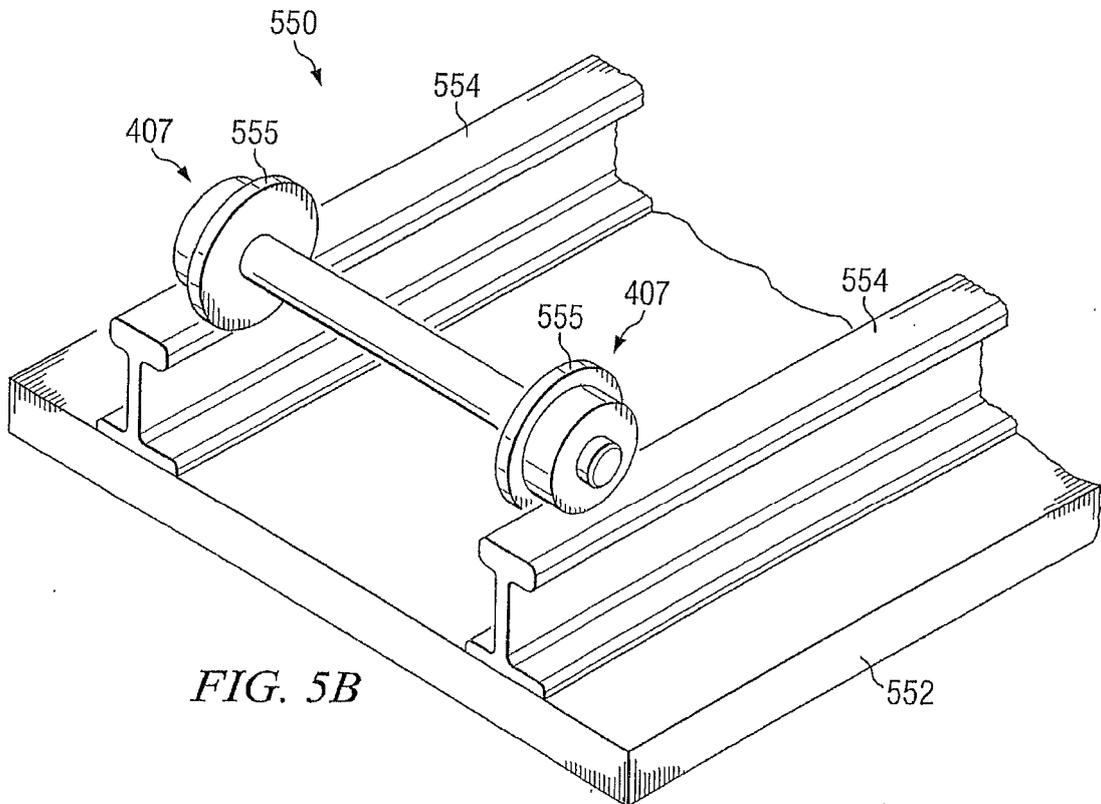


FIG. 5B

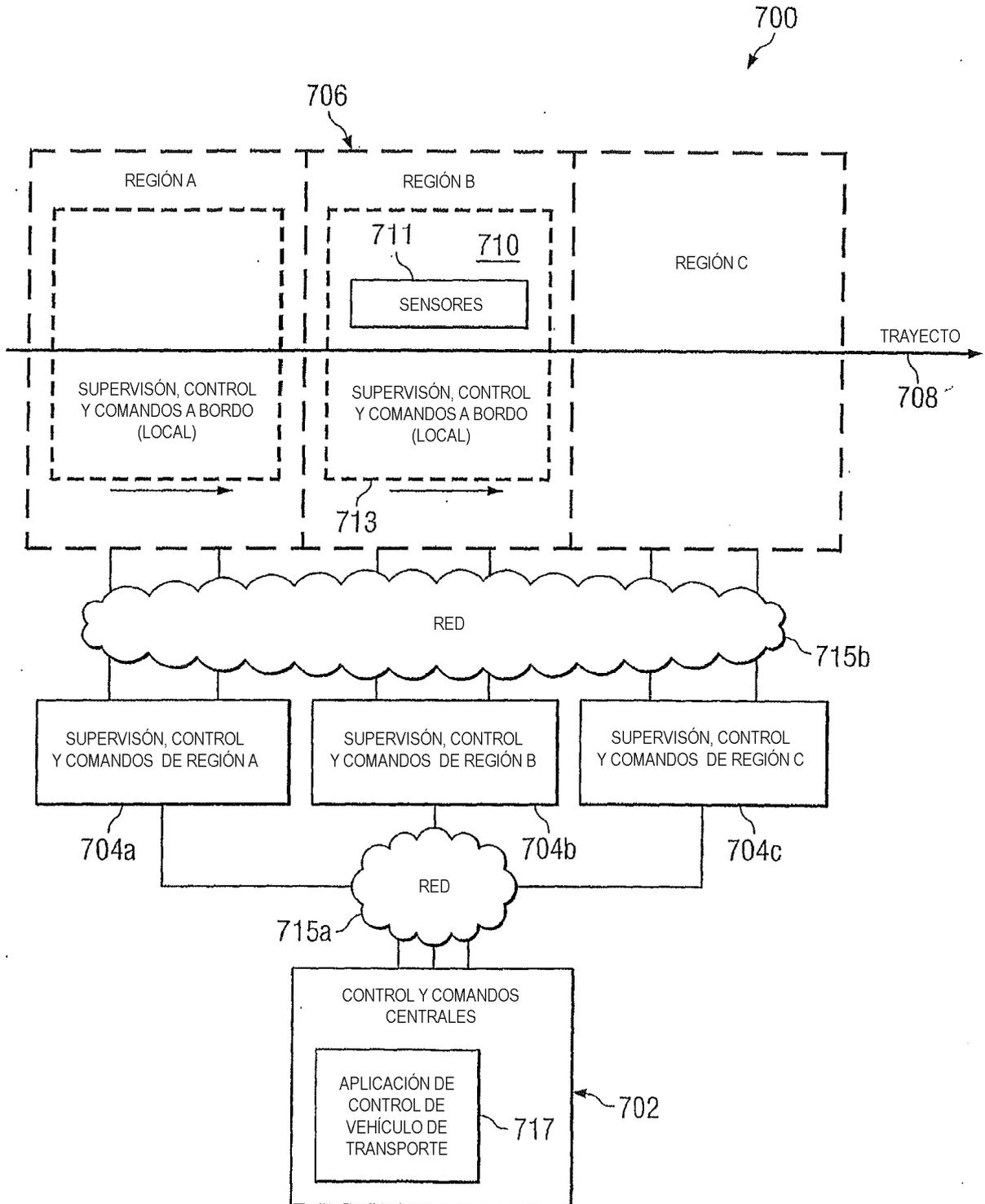


FIG. 7