

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 676 745**

51 Int. Cl.:

B62D 53/00 (2006.01)

B62D 13/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.05.2015** E 15167515 (4)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.05.2018** EP 2944549

54 Título: **Tren de remolques sin rieles y procedimiento para guiar un tren de remolques sin rieles**

30 Prioridad:

16.05.2014 DE 102014106928
13.10.2014 DE 202014104858 U

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.07.2018

73 Titular/es:

HELMUT-SCHMIDT-UNIVERSITÄT (50.0%)
Holstenhofweg 85
22043 Hamburg, DE y
HAMBURG INNOVATION GMBH (50.0%)

72 Inventor/es:

BRUNS, RAINER;
ULRICH, STEPHAN y
KRIVENKOV, KONSTANTIN

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 676 745 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

Tren de remolques sin rieles y procedimiento para guiar un tren de remolques sin rieles

La presente invención se refiere a un tren de remolques sin rieles. Además, la invención se refiere a un procedimiento para guiar un tren de remolques sin rieles.

5 **Estado de la técnica**

Los trenes de remolques se pueden emplear, en particular, como vehículos industriales para, por ejemplo, un transporte interno. Un tren de remolques presenta habitualmente al menos un módulo de transporte, con preferencia, dos o más módulos de transporte dispuestos uno detrás de otro, los cuales pueden estar conformados de tal forma que pueden transportar cargas o mercancías, en particular, de manera horizontal. El tren de remolques presenta además un remolcador, el cual, visto en el sentido de avance, está montado antes del primer módulo de transporte, a fin de arrastrar los módulos de transporte y, con ello, desplazarlos en el sentido deseado. Un objetivo importante en la conformación de un tren de remolques es que los módulos de transporte sigan al remolcador de la manera más fiel posible al carril. Las desviaciones pequeñas de carril de los módulos de transporte o, cuando fuera posible, la inexistencia de ellas, posibilitan calzadas angostas del tren de remolques, de modo que el tren de remolques también se puede desplazar sobre pequeñas superficies reservadas al tráfico. Además, mediante el seguimiento del carril, se reducen los riesgos de accidentes durante el arranque, dado que los módulos de transporte, que no se mueven dentro del carril del remolcador, pueden chocar rápidamente en las curvas con personas u objetos que se encuentren en el borde de la calzada.

A partir del estado de la técnica se conocen diversas conformaciones para los mecanismos de avance de los módulos de transporte. A modo de ejemplo, los módulos de transporte pueden presentar dos ruedas principales que están montadas de manera no giratoria en un eje de rueda. Adicionalmente a las ruedas principales, pueden estar dispuestos otros rodillos de apoyo, que están realizados como rodillos de seguimiento, para sostener de manera segura el módulo de transporte, con preferencia, en los cantos del módulo de transporte. Estos rodillos de apoyo pueden alinearse en forma automática y, por eso, no suelen influir de manera significativa en el comportamiento de arrastre y la desviación del carril. El mecanismo de avance de estos módulos de transporte de dos ruedas o de un eje está diseñado de manera sencilla y, por ello, se lo puede fabricar económicamente. Dado que, además, no se necesita de ningún dispositivo para guiar las ruedas, el mecanismo de avance presenta una complejidad pequeña, por lo que requiere poco mantenimiento y es seguro en la operación. Sin embargo, es desventajoso en este mecanismo de avance dispuesto inmediatamente en el módulo de transporte que el eje con las dos ruedas principales debe encontrarse aproximadamente en el centro del módulo de transporte a fin de poder lograr un buen desempeño de arrastre y, por lo tanto, un excelente seguimiento del carril del módulo de transporte. Sin embargo, con ello se limitan considerablemente las posibilidades de cargar los módulos de transporte con armazones de transporte sobre rodillos. En particular, sin otros recursos técnicos no se pueden cargar módulos de transporte con dichos mecanismos de avance a ambos lados, con armazones de transporte más grandes, cuyas dimensiones de superficie coinciden aproximadamente con el ancho de los módulos de transporte.

Con el objeto de poder posibilitar una carga y descarga a ambos lados de los módulos de transporte con armazones de transporte u otros portadores de carga con rodillos, se han desarrollado mecanismos de avance de cuatro ruedas para módulos de transporte para un tren de remolques, en los que en cada caso están montadas dos ruedas sobre un eje. Estas ruedas giran en rodamientos de tal forma que, con ayuda de un dispositivo mecánico o hidráulico de guiado pueden girar en torno a un eje vertical.

Un tren de remolques sin rieles con un mecanismo de avance semejante se conoce, por ejemplo, a partir del documento DE 10 2008 060 801 B3. Con esto, los ángulos de dirección de las ruedas se cambian por medio del dispositivo de guiado en función del ángulo entre la lanza de remolque y el eje longitudinal del remolque. En ese sentido, los diversos dispositivos de guiado están acoplados entre sí, por ejemplo, por medio de un sistema de vástagos, de modo que los ángulos de dirección de las ruedas delanteras se corresponden en su valor con los ángulos de dirección de las ruedas traseras. Aquí, es una desventaja que el movimiento de guiado de las ruedas del eje delantero debe ser transmitido a las ruedas traseras mediante la inversión del sentido. En particular, esto es, pues, difícil cuando los módulos de transporte han de ser cargados y descargados a ambos lados con armazones de transporte con rodillos. Para eso, se emplea una realización de los módulos de transporte que se la denomina «armazones en U» y cuyos armazones portantes, vistos de costado, tienen la forma de un portal abierto por debajo. Allí, las columnas de este portal son soportadas por ambos ejes de rueda. Aquí, la transmisión de la oblicuidad de la dirección desde el eje delantero al eje trasero es especialmente costosa, ya que se debe efectuar la transmisión del

movimiento a lo largo de grandes distancias y se atraviesan varios cambios de sentido. El costo técnico de realización para un tren de remolques de ese tipo es, por lo tanto, muy grande, por lo que tanto los costos de fabricación como los costos de mantenimiento son elevados.

5 El documento EP 2 192 024 A2 revela el preámbulo de la reivindicación 1 y muestra un tren articulado sin rieles compuesto de varios elementos que tienen entre sí una unión articulada y presentan en cada caso una unidad articulada de ejes, cuyo punto medio de eje se encuentra perfectamente vertical debajo de la unión articulada, en donde las direcciones de las unidades de ejes están acopladas entre sí de tal forma que cada unidad de eje siempre dobla el mismo ángulo de dirección en sentido opuesto a la respectiva unidad de ejes delantera, en donde ambos ángulos de dirección están referidos al eje longitudinal del elemento entre ambas unidades de ejes y el ángulo de dirección de la primera unidad de ejes está determinado por el sentido de avance. Por otra parte, se describen remolques adecuados como elementos del tren articulado sin rieles mencionado.

10 A partir del documento EP 1 847 443 A2 se conoce un sistema de dirección de varios ejes que está previsto para un acoplado de vehículo, que contiene al menos dos carros de vehículo (2a, 2b), (2b, 2c) y al menos una articulación (7a, 7b) para enganchar dos carros de vehículo, en donde al menos dos carros de vehículo presentan en cada caso un eje de dirección (6) para ajustar el ángulo de rueda de las ruedas (11) direccionadas que se encuentran en unión activa con el eje de dirección (6), en donde a cada eje de dirección (6) se le asigna un actuador de dirección (3a, 3b, 3c) para ajustar el ángulo de la rueda y una unidad de control (8a, 8b, 8c) para controlar y/o regular los actuadores de dirección (3a, 3b, 3c).

Realización de la invención: objetivo, solución, ventajas

20 Por lo tanto, es el objetivo de la presente invención proporcionar un tren de remolques sin rieles, el cual se destaca por una buena posibilidad de carga, un buen comportamiento de arrastre con un reducido desvío de carril y una posibilidad de fabricación sencilla con un costo técnico reducido. Además, es un objetivo de la presente invención proporcionar un procedimiento para guiar un tren de remolques sin rieles, mediante el cual se puede lograr un seguimiento de carril del tren de remolques sin rieles especialmente bueno.

25 Este objetivo se cumple con las características de las reivindicaciones independientes. En las reivindicaciones dependientes se brindan perfeccionamientos ventajosos de la invención.

30 Según la invención, está previsto un tren de remolques sin rieles, el cual presenta al menos un módulo de transporte y al menos dos módulos de eje, en donde cada módulo de transporte está dispuesto entre dos módulos de eje. Cada módulo de eje presenta un eje de rueda y un dispositivo de dirección para guiar el eje de rueda. Allí, cada dispositivo de dirección de un módulo de eje está conformado en cada caso de manera que el dispositivo de dirección guía el módulo de eje a él asignado, independientemente de un dispositivo de dirección de otro módulo de eje.

35 En el caso del tren de remolques de acuerdo con la invención, tanto el eje de rueda como también el dispositivo de dirección están dispuestos en el módulo de eje y no en el módulo de transporte. Por lo tanto, el tren de remolques está conformado a partir de un sistema del tipo de cinta articulada que alterna entre módulos de eje y módulos de transporte dispuestos y, en consecuencia, no de una sucesión encadenada de módulos de transporte o remolques acoplados entre sí. El tren de remolques puede presentar un módulo de transporte, preferentemente varios módulos de transporte dispuestos uno detrás de otro, en donde los módulos de transporte pueden presentar dispositivos de alojamiento de carga, mediante los cuales los módulos de transporte pueden alojar cargas o mercancías a transportar. Los módulos de eje sostienen el peso de los módulos de transporte y de las cargas o mercancías a transportar mediante el eje de rueda, en el que preferentemente están fijadas dos ruedas, sobre el piso. Cada módulo de eje presenta adicionalmente al eje de rueda un dispositivo de dirección, el cual ajusta el eje de rueda de tal manera que los desvíos de carril en el caso de las maniobras usuales de transporte son lo más pequeños posible o casi nulos. Los dispositivos de guiado de los diversos módulos de eje no están acoplados o unidos entre sí, sino que el dispositivo de dirección de cada módulo de eje opera de manera independiente de los dispositivos de guiado de los otros módulos de eje. Por lo tanto, los dispositivos de guiado de los módulos de eje no se encuentran en el caso del tren de remolques de acuerdo con la invención en unión activa entre sí. Debido a que los dispositivos de guiado de los módulos de eje no están acoplados o en unión activa entre sí, tampoco está prevista una unión, por ejemplo, en forma de un vástago, entre los diversos dispositivos de guiado o los módulos de eje, los cuales, de otro modo, deberían ser guiados por los módulos de transporte y, por lo tanto, podrían dificultar la posibilidad de carga de los módulos de transporte. Por el contrario, los módulos de transporte del tren de remolques de acuerdo con la invención no están limitados en su posibilidad de carga, de modo que se puede efectuar sin dificultades una carga de los módulos de transporte con armazones de transporte con rodillos desde ambos lados. Además, también se reduce el costo técnico durante la

fabricación de un tren de remolques de ese tipo de acuerdo con la invención, dado que no se debe conformar o fabricar una unión elaborada de manera costosa y a ser montada entre los diversos módulos de eje o los dispositivos de guiado de los módulos de eje. Debido a que, de acuerdo con la invención, cada dispositivo de dirección de un módulo de eje trabaja u opera independientemente de los otros dispositivos de guiado de otros módulos de eje, tampoco se requiere una transmisión de información y/o energía desde el remolcador a los módulos de eje o de módulo de eje a módulo de eje.

Los módulos de eje presentan con preferencia, adicionalmente al eje de rueda y al dispositivo de dirección, en cada caso un primer brazo voladizo y un segundo brazo voladizo, en donde el primer brazo voladizo y el segundo brazo voladizo están unidos con preferencia mediante una unión articulada con el eje de rueda, en particular, de manera directa o indirecta. Los dos brazos voladizos, los cuales también pueden estar conformados como armazones portantes, sirven como medio de unión entre los módulos de eje y los módulos de transporte o el remolcador. Por medio del primer brazo voladizo, un módulo de transporte, por ejemplo, puede estar fijado en el módulo de eje con su parte posterior orientada de manera opuesta al sentido de avance. En el módulo de eje dispuesto en primer lugar en el tren de remolques, el remolcador se puede fijar con su cara posterior por medio del primer brazo voladizo. Mediante el segundo brazo voladizo, un módulo de transporte, por ejemplo, con su cara frontal orientada al sentido de avance puede estar fijado en el módulo de eje. Los brazos voladizos están hechos preferentemente de un material rígido. En un estado fijo de los módulos de transporte o del remolcador, en cada caso está realizada rígidamente la unión entre los brazos voladizos y los módulos de transporte o el remolcador en un brazo voladizo, de modo que está impedido un movimiento entre un brazo voladizo y un módulo de transporte o un remolcador. Mediante esta unión rígida, se pueden transmitir todas las fuerzas y momentos matrices generados entre el correspondiente módulo de eje y el correspondiente módulo de transporte. Para poder cambiar los módulos de transporte y/o poder hacer más largo o más corto el tren de remolques, los brazos voladizos están preferentemente conformados de tal forma que los módulos de transporte o el remolcador se pueden desmontar de los brazos voladizos y también volver a fijar con facilidad. Por ello, el tren de remolques se puede adaptar sin gran esfuerzo a las condiciones y exigencias operativas cambiantes.

Para permitir, en particular, un avance en curvas del tren de remolques, el primer brazo voladizo y el segundo brazo voladizo están unidos preferentemente por medio de una unión articulada con el eje de rueda. Mediante esta unión articulada, el primer brazo voladizo se puede torcer con respecto al segundo brazo voladizo y viceversa, de modo que los módulos de transporte fijados a los brazos voladizos pueden seguir el avance del remolcador en curvas. Mediante la unión articulada, los brazos voladizos están unidos con el correspondiente eje de rueda de un módulo de eje, de forma que se puede permitir un movimiento definido de rotación entre, en cada caso, un brazo voladizo y el eje de rueda.

El dispositivo articulado presenta preferentemente al menos una articulación giratoria vertical, en donde la articulación giratoria vertical presenta preferentemente un eje de rotación, el cual está conformado verticalmente a la extensión longitudinal de los brazos voladizos. La articulación giratoria vertical, una o varias, las cuales están conformadas preferentemente en forma de árbol, permiten un movimiento relativo de ambos brazos voladizos de un módulo de eje entre sí. Mediante el eje de rotación de las articulaciones giratorias verticales, se puede permitir un movimiento lateral de torsión de los dos brazos voladizos de un módulo de eje verticalmente con respecto a la extensión longitudinal de los brazos voladizos, de modo que el tren de remolques puede recorrer curvas. La o las articulaciones giratorias verticales están realizadas preferentemente de manera rígida y con una elevada estabilidad, para que las articulaciones giratorias verticales puedan transmitir fuerzas de tracción, las fuerzas de peso de los módulos de transporte y de las cargas a transportar, así como momentos de inversión que se pueden producir en avances en curvas a causa de las fuerzas centrífugas y en posiciones descentradas del centro de gravedad.

La unión articulada puede presentar, por ejemplo, exactamente una articulación giratoria vertical, en donde, entonces, con preferencia, el primer brazo voladizo y el segundo brazo voladizo están unidos con la articulación giratoria vertical. Si está prevista una única articulación giratoria vertical, a la cual están fijados ambos brazos voladizos de un módulo de eje, se puede simplificar el movimiento de guiado del eje de rueda, ya que entonces se puede direccionar el eje de rueda sin mover los módulos de transporte unidos al correspondiente módulo de eje.

De manera alternativa, sin embargo, también es posible que ambos brazos voladizos de un módulo de eje no estén unidos de manera directa con el eje de rueda por medio de una articulación giratoria vertical común, sino que la unión articulada presenta una primera articulación giratoria vertical y una segunda articulación giratoria vertical, en donde preferentemente el primer brazo voladizo está unido al eje de rueda por medio de la primera articulación giratoria vertical y en donde el segundo brazo voladizo está unido al eje de rueda por medio de la segunda articulación giratoria vertical. Con esto, ambas articulaciones giratorias verticales pueden estar dispuestas, por ejemplo, en una placa unida

de manera fija con el eje de rueda y pueden estar unidas por medio de esta placa con el eje de rueda y también entre sí.

Por otra parte, es posible que la unión articulada presente una articulación giratoria horizontal, en donde la articulación giratoria horizontal presenta preferentemente un eje de rotación, el cual se extiende, en particular, en un arranque recto del tren de remolques de manera transversal a la dirección de marcha del tren de remolques sin rieles. La articulación giratoria horizontal puede estar dispuesta en el primer brazo voladizo mismo o entre el primer brazo voladizo y el eje de rueda o en el segundo brazo voladizo mismo o entre el segundo brazo voladizo y el eje de rueda. El eje de rotación de la articulación giratoria horizontal puede permitir un movimiento de torsión de los brazos voladizos sobre la articulación giratoria horizontal hacia arriba y hacia abajo, por lo que se puede compensar un movimiento de traslación del tren de remolques, por ejemplo, mediante un suelo desigual, como, por ejemplo, la traslación sobre una rampa con una elevación.

Para poder lograr un movimiento óptimo de guiado de los módulos de transporte con un seguimiento del carril muy elevado, el dispositivo de dirección está preferentemente realizado de tal forma que el dispositivo de dirección puede guiar el eje de rueda en una posición de bisectriz entre el primer brazo voladizo y el segundo brazo voladizo. Por consiguiente, está previsto preferentemente que un primer ángulo frontal de dirección entre el primer brazo voladizo y el eje de rueda, y un segundo ángulo posterior de dirección entre el segundo brazo voladizo y el eje de rueda sean llevados mediante el dispositivo de dirección a una gran zona esencialmente uniforme. Por lo tanto, el dispositivo de dirección está preferentemente realizado de tal forma que él puede ajustar o alinear el eje de rueda como corresponda, de modo que el eje de rueda, también en el recorrido de curvas, se pueda ubicar en una posición en la que el primer ángulo frontal de dirección es igual de grande que el segundo ángulo posterior de dirección. Para guiar el eje de rueda, el dispositivo de dirección puede estar realizado a partir de un sistema mecánico, hidráulico, neumático, electromagnético o con motor eléctrico.

A modo de ejemplo, el dispositivo de dirección puede presentar al menos dos barras de unión preferentemente rígidas, en donde una primera barra de unión con un primer extremo puede estar unida al primer brazo voladizo y con un segundo extremo puede estar unida al eje de rueda, y en donde una segunda barra de unión con un primer extremo puede estar unida al segundo brazo voladizo y con un segundo extremo puede estar unida al eje de rueda, en donde las barras de unión pueden ser guiadas en forma ajustable en cada caso con su primer extremo o su segundo extremo en una guía lineal. Mediante la disposición de estas al menos dos barras de unión dirigida linealmente de un lado, un dispositivo de dirección puede estar realizado con una cinemática mecánica sencilla, en la que el primer ángulo frontal de dirección y el segundo ángulo posterior de dirección son siempre igual de grandes y, con ello, el eje de rueda está siempre alineado en la dirección de la bisectriz entre los dos brazos voladizos. En un dispositivo de dirección semejante, los dos ángulos de dirección se ajustan de por sí dependiendo del ángulo, también llamado ángulo de pandeo, entre el primer brazo voladizo y el segundo brazo voladizo. Un dispositivo de dirección semejante se destaca por un diseño sencillo, por lo que los costos de fabricación y también el costo de mantenimiento son pequeños. Además, un dispositivo de dirección semejante se caracteriza también por una propensión a fallas reducida. Para poder aumentar la rigidez de un dispositivo de dirección semejante, puede estar previsto, además, de manera ventajosa, que él presente cuatro barras de unión, en donde una tercera barra de unión al igual que la primera barra de unión con un primer extremo esté unida al primer brazo voladizo y con un segundo extremo esté unida al eje de rueda y en donde una cuarta barra de unión al igual que la segunda barra de unión con un segundo extremo está unida al eje de rueda, en donde también la tercera y la cuarta barra de unión puedan ser dirigidas de manera regulable en cada caso con su primer extremo o su segundo extremo en una guía lineal.

Un dispositivo de dirección con una cinemática mecánica sencilla, en la que el primer ángulo frontal de dirección y el segundo ángulo posterior de dirección siempre son igual de grandes y, con ello, el eje de rueda está siempre orientado en la dirección de la bisectriz entre los dos brazos voladizos, también puede estar realizado de tal manera al estar realizado el dispositivo de dirección en forma de una unidad de cambio de marchas. La unidad de cambio de marchas permite una transmisión 1:1, por lo cual el eje de rueda puede ser pasado a una posición de bisectriz entre el primer brazo voladizo y el segundo brazo voladizo. Por medio de la unidad de cambio de marchas se puede transformar un movimiento de rotación del primer brazo voladizo, por ejemplo, en sentido horario, en un movimiento de rotación del segundo brazo voladizo en sentido antihorario y viceversa.

La unidad de cambio de marchas puede presentar una primera rueda de engranaje unida al primer brazo voladizo, una segunda rueda de engranaje unida al segundo brazo voladizo y al menos una tercera rueda de engranaje unida al eje de rueda, en donde la primera rueda de engranaje y la segunda rueda de engranaje pueden estar unidas por la al menos una tercera rueda de engranaje de manera giratoria. En ese sentido, las ruedas de engranaje pueden estar

realizadas por ejemplo en forma de ruedas cónicas, las cuales están dispuestas engranando unas con otras.

Además, también es posible que el dispositivo de dirección esté realizado en forma de un sistema amortiguador por resorte. Mediante un sistema amortiguador por resorte, durante las maniobras de tracción, tanto estacionarias como dinámicas, se puede lograr un seguimiento del carril especialmente bueno de los módulos de transporte. Además, un sistema amortiguador por resorte se caracteriza por un diseño mecánico sencillo.

El sistema amortiguador por resorte presenta preferentemente un primer elemento tensor unido al primer brazo voladizo y el eje de rueda, un segundo elemento tensor unido al segundo brazo voladizo y el eje de rueda, y al menos un elemento amortiguador. Los elementos tensores pueden estar realizados, en particular, como elementos tensores lineales o como resortes giratorios o de torsión. Los elementos tensores están conformados preferentemente de tal forma que pueden provocar un momento de torsión resultante que orienta el eje de rueda en el sentido de la bisectriz entre el primer brazo voladizo y el segundo brazo voladizo.

Con el objeto de poder lograr un excelente seguimiento del carril también en maniobras de tracción dinámicas, como al ingresar a una curva o al salir de ella, con preferencia está previsto, adicionalmente a los dos elementos tensores, al menos un elemento amortiguador. El elemento amortiguador puede estar unido al eje de rueda y el primer brazo voladizo o el segundo brazo voladizo. El elemento amortiguador está con preferencia realizado de tal forma que puede generar una fuerza o un momento de torsión que depende del valor y del sentido de la velocidad con la que puede variar el largo o el ángulo del elemento amortiguador. Al hacerlo, la fuerza o el momento de torsión del elemento amortiguador operan preferentemente siempre en sentido contrario al sentido del movimiento. De esta forma, se posibilita una dirección retardada del eje de rueda. Durante maniobras de tracción dinámicas resulta ventajoso si el primer ángulo frontal de dirección gira más rápido que el segundo ángulo posterior de dirección. Esto se puede lograr girando el primer brazo voladizo con respecto al eje de rueda más rápido que el segundo brazo voladizo con respecto al eje de rueda, en donde se puede reducir o atemperar la velocidad del movimiento de torsión del segundo brazo voladizo con respecto al eje de rueda mediante el elemento amortiguador.

Preferentemente está previsto que el elemento amortiguador esté realizado de tal forma que la acción del elemento amortiguador se pueda variar en función de la velocidad de avance del correspondiente eje de rueda, por lo que se disminuye la influencia de la velocidad de avance sobre el seguimiento del carril o incluso se la puede eliminar. La velocidad de avance de un eje de rueda, es decir, la velocidad del centro del eje de rueda, se puede determinar a partir de magnitudes de movimiento disponibles de manera local, por ejemplo, la velocidad de rotación de las ruedas del eje de rueda.

Para poder adaptar el comportamiento de dirección del tren de remolques a las correspondientes condiciones operativas, el elemento amortiguador puede estar realizado, además, de forma regulable. Esto le permite al usuario optimizar el seguimiento del carril o el comportamiento de arrastre de los módulos de transporte del tren de remolques en avances en curvas, mediante un ajuste del elemento amortiguador.

En el caso de un sistema amortiguador por resorte, está previsto de manera especialmente ventajosa si el sistema amortiguador por resorte presenta tres elementos amortiguadores, los cuales están unidos en cada caso con un primer extremo al eje de rueda y con un segundo extremo a un marco de fijación unido a la unión articulada, en donde con preferencia un primer elemento amortiguador y un segundo elemento amortiguador están dispuestos de manera inclinada en un ángulo $< 90^\circ$ con respecto a la extensión longitudinal del eje de rueda y están unidos con una cara del eje de rueda y en donde, con preferencia, un tercer elemento amortiguador está dispuesto verticalmente, con preferencia en un ángulo de 90° , con respecto a la extensión longitudinal del eje de rueda y está unido a una segunda cara del eje de rueda opuesta a la primera cara. Mediante esta conformación del sistema amortiguador por resorte se puede lograr un seguimiento del carril particularmente bueno durante el desplazamiento en curvas.

Además, es posible que el dispositivo de dirección presente un accionamiento por motor, el cual puede ser controlado por medio de una unidad de control electrónica. En un dispositivo de dirección de ese tipo, el eje de rueda de un módulo de eje puede ser guiado con ayuda de del accionamiento por motor, en donde el accionamiento por motor, denominado también accionamiento regulador por motor, de cada dispositivo de dirección de un módulo de eje puede ser controlado mediante la unidad electrónica de control en función de los cursos temporales de la velocidad de avance y del ángulo de dirección del remolcador o bien dependiendo de los cursos temporales de la velocidad de avance y del ángulo de dirección del módulo de eje que avanza inmediatamente antes. Los dispositivos de guiado de los diversos módulos de eje operan independientemente entre sí, son autárquicos, por decirlo así, y, en consecuencia, no están unidos o no están en unión activa entre sí. El accionamiento por motor de un dispositivo de dirección presenta preferentemente un motor para generar una potencia mecánica de ajuste y un engranaje para adecuar una vía de

ajuste y un momento de ajuste o una fuerza de ajuste. El accionamiento por motor del dispositivo de dirección puede conformar una especie de dispositivo corrector del ángulo de dirección. El accionamiento por motor se puede controlar o regular por medio de la unidad electrónica de control de tal forma que el punto medio del eje del módulo de eje o del módulo de eje de dirección a ser ajustado siga con la mayor precisión posible la curvatura de la trayectoria, también llamada trayectoria, del punto medio del eje del módulo de eje dispuesto inmediatamente antes, visto en la dirección de avance del tren de remolques. Para ello, se determinan la posición actual del punto medio del eje del módulo de eje a ajustar o a dirigir y la trayectoria del punto medio del eje del módulo de eje dispuesto inmediatamente antes, visto en la dirección de avance del tren de remolques. Para determinar el punto medio del eje o las coordenadas del punto medio del eje se pueden utilizar magnitudes de estado y/o movimiento, como las aceleraciones y/o las velocidades en dos puntos diferentes del eje de rueda del módulo de eje, la aceleración angular del eje de rueda sobre su eje vertical que se extiende de forma perpendicular a la dirección de avance del tren de remolques, las velocidades angulares de ambas ruedas de un módulo de eje, las cargas de rueda o las fuerzas de contacto de la rueda y/o los ángulos entre el eje de rueda y el brazo voladizo del módulo de eje dispuesto por delante o por detrás. Estas magnitudes de estado y/o de movimiento se pueden medir localmente en el módulo de eje correspondiente, de modo que no es necesaria una conexión de datos técnicos de los diversos módulos de eje entre sí, mediante cables o por radio. De manera alternativa, sin embargo, también es posible realizar la determinación de las magnitudes de estado y/o movimiento del módulo de eje a ajustar o dirigir mediante una comunicación con el módulo de eje dispuesto inmediatamente antes, visto en la dirección de avance del tren de remolques. Si están determinados los correspondientes puntos medios del eje, se puede determinar la distancia entre el punto medio del eje del módulo de eje a ajustar o dirigir y el punto medio del eje del módulo de eje dispuesto inmediatamente antes, visto en la dirección de avance del tren de remolques. Si la distancia del punto medio del eje es conocida, mediante estos datos y algoritmos adecuados se determinan las magnitudes necesarias para la regulación de dirección de eje de rueda del módulo de eje a dirigir, de modo que el ángulo de dirección del módulo de eje a ajustar o dirigir se puede modificar de tal manera que el punto medio del eje del módulo de eje a ajustar o dirigir se conduce de nuevo a la trayectoria prevista. En la unidad electrónica de control puede estar almacenado un modelo matemático de una dinámica de movimiento de todo el tren de remolques, por medio del cual se puede calcular en todo momento los ángulos óptimos de dirección de los diversos ejes de rueda. Se puede efectuar un ajuste de los ángulos de dirección determinados de esa forma, por ejemplo, por medio de un accionamiento de dirección regulado por motor eléctrico. Para ello, se miden preferentemente de modo continuo los ángulos reales de dirección y se realimentan las señales medidas al regulador del dispositivo de dirección. Debido a que este proceso y, con ello, la corrección del ángulo de dirección de un módulo de eje, se realizan de manera continua y en intervalos cortos por medio de un dispositivo semejante de dirección se puede lograr un seguimiento del carril o un comportamiento de arrastre óptimos del tren de remolques sin desvíos de carril en la trayectoria del tren de remolques.

El dispositivo de dirección requiere energía para la determinación o la medición de las magnitudes de estado y/o movimiento, para la unidad electrónica de control y para el accionamiento por motor. La energía necesaria puede ser proporcionada, por ejemplo, por el remolcador en forma eléctrica, neumática o hidráulica y transmitida por conductores eléctricos, como cables, a los diversos módulos de eje. De modo alternativo, también es posible que la energía necesaria se pueda proporcionar a partir del movimiento de rotación de las respectivas ruedas de los módulos de eje, por ejemplo, con ayuda de un generador eléctrico, de forma que la energía necesaria se genere en el propio módulo de eje respectivo. En consecuencia, también en el tren de remolques detenido se puede suministrar energía, al menos temporalmente; en esta conformación, preferentemente cada uno de los módulos de eje presenta acumuladores de energía.

Un último módulo de eje, visto en el sentido de avance del tren de remolques, está unido a su primer brazo voladizo preferentemente con un módulo de transporte y con su segundo brazo voladizo está unido preferentemente con un bastidor de rueda que presenta al menos una rueda. El último módulo de eje, visto en el sentido de avance, forma el final del tren de remolques. Por lo tanto, detrás del último módulo de eje visto en el sentido de avance, no está dispuesto ningún otro módulo de transporte que podría servir para alinear el eje de rueda del último módulo de eje. Para compensar esto, preferentemente está dispuesto un bastidor de rueda detrás del último módulo de eje, el cual está unido al segundo brazo voladizo. El bastidor de rueda, el cual puede presentar una rueda o también puede estar conformado como eje de rueda con dos ruedas, está unido, al igual que el eje de rueda del último módulo de eje frente al segundo brazo voladizo, de manera giratoria en torno a un eje de rotación verticalmente a la extensión longitudinal del segundo brazo voladizo, o bien de manera fija o rígida con el segundo brazo voladizo.

Para poder asegurar un seguimiento del carril de todo el tren de remolques en el caso de un avance estacionario en círculo del tren de remolques, está previsto con preferencia que esté dispuesto un mecanismo de dirección entre el último módulo de eje visto en el sentido de avance del tren de remolques y el bastidor de rueda. La disposición de un mecanismo de dirección es, pues, especialmente ventajosa, si el largo del segundo brazo voladizo del último módulo

de eje, el cual está dispuesto entre la unión articulada del último módulo de eje y el bastidor de rueda, es mayor o menor que la mitad de la distancia entre dos módulos dispuestos uno detrás de otro, entre los que está dispuesto un módulo de transporte.

5 Preferentemente, el mecanismo de dirección puede presentar una barra de unión, la cual está unida con un primer extremo con el eje de rueda del último módulo de eje y con un segundo extremo con un eje de rueda del bastidor de rueda, opuesto al primer extremo.

Además, también es posible que el mecanismo de dirección presente una primera barra de unión, una segunda barra de unión y un elemento de guía ubicado con desplazamiento en el segundo brazo voladizo del último módulo de eje visto en el sentido de avance, en donde la primera barra de unión puede estar unida al elemento de guía y el eje de 10 rueda del último módulo de eje y en donde la segunda barra de unión puede estar unida al elemento de guía y un eje de rueda del bastidor de rueda.

Si el dispositivo de dirección presenta un accionamiento por motor y una unidad electrónica de control, ya no son necesarios un bastidor de rueda y un mecanismo de dirección.

Además, pueden estar previstos al menos dos módulos de transporte en forma de armazones portantes con forma de "U", en donde los al menos dos módulos de transporte presentan en sus extremos superiores preferentemente al 15 menos un brazo voladizo orientado hacia fuera con un elemento de acoplamiento respectivamente, en donde por medio del elemento de acoplamiento están acoplados entre sí preferentemente de manera articulada brazos voladizos, dispuestos de manera enfrentada, de módulos de transporte dispuestos de manera adyacente entre sí. Los elementos de acoplamiento de los brazos voladizos dispuestos de manera enfrentada pueden estar unidos con un 20 semieje dispuesto en la unión articulada.

Además, se cumple con la misión de acuerdo con la invención mediante un procedimiento para guiar un tren de remolques sin rieles realizado y perfeccionado como se describió más arriba, en el que un ángulo de dirección del dispositivo de dirección de un módulo de eje se adapta a una trayectoria del tren de remolques. Mediante la adaptación del ángulo de dirección del dispositivo de dirección de cada uno de los módulos de eje del tren de remolques se puede 25 lograr un seguimiento del carril del tren de remolques particularmente bueno a lo largo del tren de remolques, en el cual los diversos módulos de eje siguen una trayectoria del tren de remolques de manera lo más precisa posible. Allí, el ángulo de dirección para cada dispositivo de dirección se ajusta independientemente de los ángulos de dirección de los otros dispositivos de guiado de los otros módulos de eje, de modo que cada dispositivo de dirección de los diversos módulos de eje trabaja autárquicamente con respecto a los dispositivos de guiado de los otros módulos de eje y 30 pueden ser seguidos de acuerdo con un proceso de cálculo correspondiente. Para ajustar el ángulo de dirección, cada dispositivo de dirección individual presenta preferentemente un accionamiento por motor y una unidad electrónica de control.

Para mejorar aún más el seguimiento del carril, está previsto ventajosamente que durante un movimiento de traslación del tren de remolques se efectúe el ajuste del ángulo de dirección en forma continua, en intervalos consecutivos en un 35 espacio reducido de tiempo. Aquí, el ángulo de dirección durante un movimiento de traslación del tren de remolques preferentemente se vuelve a determinar en intervalos de tiempo consecutivos, breves y definidos, de modo que el ángulo de dirección de un dispositivo de dirección de un módulo de eje se corrige de manera continua durante todo el movimiento de traslación del tren de remolques y, en consecuencia, se lo puede adaptar a la trayectoria del tren de remolques.

40 Para ajustar el ángulo de dirección se determinan preferentemente un punto medio del eje del módulo de eje a guiar y un punto medio del eje del módulo de eje dispuesto inmediatamente antes, visto en la dirección de avance del tren de remolques. Para determinar el punto medio del eje o las coordenadas del punto medio del eje se pueden emplear magnitudes de estado y/o movimiento, como las aceleraciones y/o las velocidades en dos puntos diferentes del eje de 45 rueda del módulo de eje, la aceleración angular del eje de rueda en torno a su eje vertical que se extiende de forma perpendicular al sentido de avance del tren de remolques, las velocidades angulares de ambas ruedas de un módulo de eje, las cargas de rueda o las fuerzas de contacto de la rueda y/o los ángulos entre el eje de rueda y el brazo voladizo del módulo de eje dispuesto por delante o por detrás. Estas magnitudes de estado y/o movimiento se pueden medir localmente en el módulo de eje correspondiente, de modo que no es necesaria una conexión técnica de datos de 50 los diversos módulos de eje entre sí por medio de conductores o por radio. De modo alternativo, sin embargo, también es posible que se pueda efectuar la determinación de las magnitudes de estado y/o movimiento del módulo de eje a ajustar o dirigir mediante una comunicación con el módulo de eje dispuesto inmediatamente antes, visto en el sentido de avance del tren de remolques. Si están determinados los puntos medios del eje de los respectivos módulos de eje,

se puede determinar la distancia entre el punto medio del eje del módulo de eje a ajustar o dirigir y el punto medio del eje del módulo de eje dispuesto inmediatamente antes, visto en la dirección de avance del tren de remolques. Si se conoce la distancia de los puntos medios del eje, se pueden determinar por medio de estos datos y algoritmos adecuados las magnitudes necesarias para la regulación de dirección del eje de rueda del módulo de eje a dirigir, de modo que el ángulo de dirección del módulo de eje a ajustar o dirigir se puede modificar de forma tal que el punto medio del eje del módulo de eje a ajustar o dirigir se puede guiar de nuevo hacia la trayectoria prevista.

Breve descripción de las figuras

A continuación, por medio de las figuras se muestran con más detalle otras medidas que perfeccionan la invención, junto con la descripción de ejemplos de realización preferibles de la invención. Estas muestran:

- 10 Fig. 1 una representación esquemática de un tren de remolques sin rieles, según la invención.
- Fig. 2 una representación esquemática en corte del tren de remolques expuesto en la Fig. 1, con tres módulos de eje y dos módulos de transporte.
- Fig. 3 una representación esquemática de un módulo de eje de un tren de remolques tal como se ilustró en la Fig. 1.
- 15 Fig. 4 una representación esquemática adicional de un módulo de eje de un tren de remolques tal como se ilustró en la Fig. 1.
- Fig. 5 una representación esquemática adicional de un módulo de eje de un tren de remolques tal como se ilustró en la Fig. 1.
- Fig. 6 una representación esquemática adicional de un módulo de eje de un tren de remolques tal como se ilustró en la Fig. 1.
- 20 Fig. 7 una representación esquemática adicional de un módulo de eje de un tren de remolques tal como se ilustró en la Fig. 1.
- Fig. 8 una representación esquemática adicional de un módulo de eje de un tren de remolques tal como se ilustró en la Fig. 1.
- 25 Fig. 9 una representación esquemática adicional de un módulo de eje de un tren de remolques tal como se ilustró en la Fig. 1.
- Fig. 10 una representación esquemática adicional de un módulo de eje de un tren de remolques tal como se ilustró en la Fig. 1.
- Fig. 11 una representación esquemática de un último módulo de eje de un tren de remolques tal como se ilustró en la Fig. 1, con un bastidor de rueda dispuesto por detrás.
- 30 Fig. 12 una representación esquemática adicional de un módulo de eje de un tren de remolques tal como se ilustró en la Fig. 1.
- Fig. 13 una representación esquemática adicional de un módulo de eje de un tren de remolques tal como se ilustró en la Fig. 1.
- 35 Fig. 14 una representación esquemática de una geometría de un avance estacionario en círculo de un tren de remolques conformado según una posible realización.
- Fig. 15 una representación esquemática de una unión de un último módulo de eje con un bastidor de rueda en un tren de remolques como se ilustra en la Fig. 14.
- Fig. 16 una representación esquemática de una geometría de un avance estacionario en círculo de un tren de remolques conformado según otra posible realización,
- 40 Fig. 17 una representación esquemática de una unión de un último módulo de eje con un bastidor de rueda en un tren de remolques mostrado en la Fig. 16.
- Fig. 18 una representación esquemática de una geometría en un avance estacionario en círculo de un tren de remolques conformado según otra posible realización.

Fig. 19 una representación esquemática de una unión de un último módulo de eje con un bastidor de rueda en un tren de remolques mostrado en la Fig. 18.

Fig. 20 una representación esquemática en corte del tren de remolques mostrado en la Fig. 1 con tres módulos de eje y dos módulos de transporte según otra realización.

5 **Realizaciones preferidas de la invención**

La Fig. 1 muestra una representación esquemática de un tren de remolques sin rieles 100. El tren de remolques 100 presenta varios, aquí cinco, módulos de transporte 10 dispuestos uno detrás de otro. Cada módulo de transporte 10 está dispuesto entre dos módulos de eje 11.

10 Los módulos de eje 11 presentan en cada caso un eje de rueda 12 con dos ruedas 13 dispuestas en ellos. Además, cada módulo de eje 11 presenta un primer brazo voladizo 14 y un segundo brazo voladizo 15, en donde los brazos voladizos 14, 15 están unidos entre sí de manera aproximadamente centrada a lo largo de la extensión longitudinal del eje de rueda 12 por medio de una unión articulada 16, de modo que los brazos voladizos 14, 15 son giratorios relativamente entre sí.

15 En un módulo de eje 11, el cual está dispuesto entre dos módulos de transporte 10, el primer brazo voladizo 14 está unido a un módulo de transporte 10 frontal visto en el sentido de avance 17 y el segundo brazo voladizo 15 está unido a un módulo de transporte 10 posterior visto en el sentido de avance 17. Constituyen una excepción el primer módulo de eje 11 visto en el sentido de avance 17 y el último módulo de eje 11 visto en el sentido de avance 17. En el primer módulo de eje 11 visto en el sentido de avance 17, el primer brazo voladizo 14 está unido a un remolcador 18, el cual arrastra el tren de remolques 100. El segundo brazo voladizo 15 está unido al primer módulo de transporte 10 del tren de remolques 100. En el último módulo de eje 11 visto en el sentido de avance 17, el primer brazo voladizo 14 está unido al último módulo de transporte 10 del tren de remolques 100. El segundo brazo voladizo 15 del último módulo de eje 11 visto en el sentido de avance 17 está unido a un bastidor de rueda 19, el cual en la realización que se ilustró aquí está conformado mediante un eje de rueda 20 con dos ruedas 21, en donde el eje de rueda 20 del bastidor de rueda 19 presenta una longitud más corta que los ejes de rueda 12 de los módulos de eje 11.

25 Cada módulo de eje 11 presenta adicionalmente a su eje de rueda 12 y los dos brazos voladizos 14, 15 un dispositivo de dirección no mostrado en la Fig. 1. El dispositivo de dirección se muestra en las Figuras 4 - 10 en diversas realizaciones. Los dispositivos de guiado de los módulos de eje 11 están realizados en cada caso de tal forma que cada dispositivo de dirección guía el módulo de eje 11 a él asignado, independientemente de un dispositivo de dirección de otro módulo de eje 11. Los dispositivos de guiado de los diversos módulos de eje 11 no están acoplados o unidos entre sí, sino que el dispositivo de dirección de cada uno de los módulos de eje 11 trabaja independientemente de los dispositivos de guiado de los otros módulos de eje 11, de modo que los dispositivos de guiado de los diversos módulos de eje 11 no están en unión activa entre sí.

35 La Fig. 2 muestra un corte de un tren de remolques 100 con dos módulos de transporte 10 dispuestos uno detrás de otro, los cuales están en cada caso dispuestos entre dos módulos de eje 11. Los módulos de transporte 10 están realizados en cada caso en forma de armazones portantes con forma de "U", los cuales se pueden cargar y descargar con cargas de transporte desde ambos lados sin ningún tipo de impedimento. Para eso, los módulos de transporte 10 presentan dispositivos adecuados para alojar las cargas. A modo de ejemplo, en los extremos inferiores, orientados en el sentido del piso de la vía de tráfico, de los módulos de transporte 10, pueden estar dispuestos en cada caso varios perfiles angulares 49 como medio de alojamiento de cargas, tal como se ilustró en la Fig. 2.

40 Cada módulo de transporte 10 presenta dos elementos de unión 22, 23, en donde el elemento frontal de unión 22, visto en el sentido de avance 17, está unido rígidamente con el segundo brazo voladizo 15 de un módulo de eje 11 dispuesto antes del módulo de transporte 10 y en donde el elemento posterior de unión 23 visto en el sentido de avance 17 está unido rígidamente con el primer brazo voladizo 14 de un módulo de eje 11 dispuesto detrás del módulo de transporte 10, de modo que no es posible ningún movimiento de torsión entre los brazos voladizos 14, 15 y los elementos de unión 22, 23, por ejemplo, en un avance en curvas del tren de remolques 100. Para poder soltar de nuevo los módulos de transporte 10 de los módulos de eje 11, las uniones de los elementos de unión 22, 23 con un respectivo brazo voladizo 14, 15 están realizadas de manera removible. Para incrementar la estabilidad, los elementos de unión 22, 23 están desarrollados en forma de cuña en la realización que se ilustró aquí.

50 En la realización de los módulos de transporte 10 en forma de armazones portantes con forma de "U" actúan fuerzas muy grandes sobre los módulos de transporte 10, dado que a través de cada módulo de transporte 10 se transmite

toda la fuerza de tracción mediante el remolcador 18 con cargas máximas y momentos. De este modo, se producen elevados momentos de flexión en los módulos de transporte 10 realizados en forma de armazones portantes con forma de "U". A fin de reducir las fuerzas y momentos que operan sobre los módulos de transporte 10, se muestra en la Fig. 20 una realización alternativa a la Fig. 2.

5 La Fig. 20 muestra, lo mismo que la Fig. 2, un corte de un tren de remolques 100 con dos módulos de transporte 10 dispuestos uno detrás del otro, los cuales están dispuestos en cada caso entre dos módulos de eje 11. En los módulos de transporte 10 está dispuesto en sus extremos superiores en cada caso un brazo voladizo 61, 62 orientado hacia afuera. En los extremos libres de los brazos voladizos 61, 62 está dispuesto en cada caso un elemento de acoplamiento 63, 64, por ejemplo, en forma de bisagra. Mediante los elementos de acoplamiento 63, 64 están
10 acoplados entre sí de manera articulada los dos brazos voladizos 61, 62 opuestos entre sí, de módulos de transporte dispuestos de forma adyacente entre sí, agarrándose entre sí, por ejemplo, los elementos de acoplamiento 63, 64. Los elementos de acoplamiento 63, 64 están unidos a su vez con un semieje 65, que está dispuesto en la unión articulada 16. El semieje 65 se extiende de forma vertical a la dirección de avance 17, partiendo desde la unión articulada 16 hasta los elementos de acoplamiento 63, 64. El semieje 65 forma un eje de rotación entre los módulos de transporte 10
15 dispuestos de manera adyacente entre sí, de modo concéntrico con el eje vertical de la unión articulada 16. Mediante la unión articulada de los módulos de transporte 10 entre sí en los extremos superiores por medio de los brazos voladizos 61, 62, los elementos de acoplamiento 63, 64 y el semieje 65, las fuerzas actuantes sobre los módulos de transporte 10 pueden ser transmitidas directamente a los otros módulos de transporte 10 evadiendo el dispositivo de dirección de los módulos de eje 11 y, con ello, pueden ser distribuidas uniformemente a todos los módulos de
20 transporte 10.

La Fig. 3 muestra una representación esquemática de un módulo de eje 11, con un eje de rueda 12, en el cual están dispuestas dos ruedas 13, así como con un primer brazo voladizo 14 y un segundo brazo voladizo 15 unido mediante una unión articulada 16 con el primer brazo voladizo 14. Los ejes longitudinales 24, 25 de ambos brazos voladizos 14, 15 unidos con el eje de rueda 12 mediante la unión articulada 16 forman un ángulo de pandeo γ del módulo de eje 11.
25 Durante una salida recta del tren de remolques 100, el ángulo de pandeo γ asciende a 180° . Durante un avance en curva hacia la izquierda el ángulo de pandeo γ es $< 180^\circ$, como se ilustra en la Fig. 3, y durante un avance en curva hacia la derecha el ángulo de pandeo γ es $> 180^\circ$.

La posición del eje de rueda 12 divide el ángulo de pandeo γ en un primer ángulo frontal de dirección α_v , el cual está formado entre el eje de rueda 12 y el primer brazo voladizo 14 o bien el eje longitudinal 24 del primer brazo voladizo 14,
30 y en un segundo ángulo posterior de dirección α_h , el cual está formado entre el eje de rueda 12 y el segundo brazo voladizo 15 o bien el eje longitudinal 25 del segundo brazo voladizo 15, de modo que se verifica: $\gamma = \alpha_v + \alpha_h$.

En las figuras 4 a 7 se muestran todas las realizaciones de un dispositivo de dirección en las que ambos ángulos de dirección α_v y α_h siempre son igual de grandes. Por lo tanto, el dispositivo de dirección se conformó de tal manera que dirige el eje de rueda 12 de modo que el eje de rueda 12 siempre está dirigido en la dirección del ángulo de pandeo γ ,
35 en donde la bisectriz está definida de manera que en la bisectriz los ángulos de dirección α_v y α_h son igual de grandes.

Las figuras 4 y 5 muestran una realización de un dispositivo de dirección, en la que el dispositivo de dirección está diseñado en forma de un mecanismo de tijeras. En ese sentido, en la realización que se ilustró aquí el dispositivo de dirección está diseñado a partir de cuatro barras de unión 26, 27, 28, 29, las cuales son guiadas en cada caso con uno de sus extremos en una guía lineal 30, 31. Una primera y una tercera barra de unión 26, 28 están en cada caso unidas
40 con un primer extremo con el primer brazo voladizo 14 y con un segundo extremo con el eje de rueda 12. Una segunda y una cuarta barra de unión 27, 29 están en cada caso unidas con un primer extremo con el segundo brazo voladizo 15 y con un segundo extremo con el eje de rueda 12. La fijación de las barras de unión 26, 27, 28, 29 con los brazos voladizos 14, 15 está realizada en cada caso de manera estacionaria, de modo que las barras de unión 26, 27, 28, 29 no se pueden desplazar a lo largo de los brazos voladizos 14, 15. Sin embargo, la fijación de las barras de unión 26,
45 27, 28, 29 con los brazos voladizos 14, 15 está realizada de forma articulada, de manera que se pueden pivotar las barras de unión 26, 27, 28, 29, por ejemplo, durante un avance en curva del tren de remolques 100, en torno al punto de fijación en los brazos voladizos 14, 15. En el eje de rueda 12, por el contrario, las barras de unión 26, 27, 28, 29 se guían linealmente en la guía lineal 30, 31, de modo que las barras de unión 26, 27, 28, 29 pueden ser desplazadas a lo largo de la extensión longitudinal del eje de rueda 12.

50 Las guías lineales 30, 31 se extienden en cada caso a derecha y a izquierda vistas desde el centro del eje de rueda 12, en donde una primera guía lineal 30 vista en la dirección de avance 17 se extiende a la izquierda de la unión articulada 16 en la dirección de la rueda 13 y una segunda guía lineal 31 vista en el sentido de avance 17 se extiende a la derecha

de la unión articulada 16 en el sentido de la rueda 13. Las guías lineales 30, 31 presentan en el eje de rueda 12 escotaduras 35 en forma de ranura o entalladura 35, en las cuales en cada caso se guía un elemento deslizante 32 de las guías lineales 30, 31. En los elementos deslizantes 32 están fijadas en cada caso dos de las barras de unión 26, 27, 28, 29 por medio de una unión de bisagra, en donde la primera y la segunda barra de unión 26, 28 están fijadas juntas en un elemento deslizante 32 de la primera guía lineal 30 por medio de una unión de bisagra y en donde la tercera y la cuarta barra de unión 27, 29 están fijadas juntas a un elemento deslizante 32 de la segunda guía lineal 31 por medio de una unión de bisagra.

La unión articulada 16 presenta aquí una articulación giratoria vertical 33, en donde el primer brazo voladizo 14 y el segundo brazo voladizo 15 están unidos con la articulación giratoria vertical 33. La articulación giratoria vertical 33 presenta un eje de rotación 34, el cual se realizó en forma vertical a la extensión longitudinal o en forma vertical al eje longitudinal 24, 25 de los brazos voladizos 14, 15, de modo que se pueden pivotar los brazos voladizos 14, 15 durante el avance en curvas del tren de remolques 100, en torno a la articulación giratoria vertical 33, la cual está realizada en forma de árbol, o en torno al eje de rotación 34 de la articulación giratoria vertical 33, como se indica en la Fig. 5. Durante un avance en curvas, las barras de unión 26, 27, 28, 29 correspondientes en la guía lineal 30, 31 se desplazan de tal forma que por medio de las barras de unión 26, 27, 28, 29 se pivotea el correspondiente brazo voladizo 14, 15 hasta la cara necesaria para el avance en curvas.

En las figuras 6 y 7 se muestra una realización de un dispositivo de dirección en el que el dispositivo de dirección está diseñado en forma de una unidad de cambio de marchas.

La unidad de cambio de marchas presenta una primera rueda de engranaje 36, una segunda rueda de engranaje 37, una tercera rueda de engranaje 38 y una cuarta rueda de engranaje 39, en donde todas las ruedas de engranaje 36, 37, 38, 39 están realizadas aquí como ruedas dentadas, en particular, como ruedas cónicas. La primera rueda de engranaje 36 está unida mediante un elemento de unión 40 con el primer brazo voladizo 14, en donde la primera rueda de engranaje 36 constituye una rueda de accionamiento. La segunda rueda de engranaje 37 está unida mediante un elemento de unión 41 con el segundo brazo voladizo 15, en donde la segunda rueda de engranaje 37 constituye una rueda de salida. La primera rueda de engranaje 36 y la segunda rueda de engranaje 37 están dispuestas en forma paralela entre sí a la articulación giratoria vertical 33 de la unión articulada 16. La tercera rueda de engranaje 38 y la cuarta rueda de engranaje 39, las cuales están dispuestas de manera opuesta entre sí, están unidas en cada caso con el eje de rueda 12 o con el marco del eje de rueda 12. La tercera rueda de engranaje 38 y la cuarta rueda de engranaje 39 están dispuestas en cada caso entre la primera rueda de engranaje 36 y la segunda rueda de engranaje 37, de modo que, por ejemplo, se puede transmitir un movimiento de rotación de la primera rueda de engranaje 36 por medio de la tercera y la cuarta rueda de engranaje 38, 39 a la segunda rueda de engranaje 37. Debido a que en la realización que se ilustró aquí de la unidad de cambio de marchas están previstas dos ruedas de engranaje 38, 39, las cuales están unidas con el eje de rueda 12 y están dispuestas entre la primera rueda de engranaje 36 y la segunda rueda de engranaje 37, es posible una aplicación simétrica de fuerzas durante un movimiento de rotación de las ruedas de engranaje 36, 37, 38, 39 en el eje de rueda 12 o los marcos del eje de rueda 12.

La unidad de cambio de marchas forma una especie de "engranaje negativo", el cual presenta un escalón de engranaje. Mediante las ruedas de engranaje 36, 37, 38, 39 que engranan entre sí, se puede transformar un movimiento de rotación del primer brazo voladizo 14 por ejemplo en sentido horario en un movimiento de rotación del segundo brazo voladizo 15 en sentido antihorario, y viceversa. La transmisión 1:1 de la unidad de cambio de marchas, la cual está realizada por los diámetros primitivos iguales de la primera rueda de engranaje 36 conformada como rueda de accionamiento y de la segunda rueda de engranaje 37 conformada como rueda de salida, es posible guiar el eje de rueda 12 a una posición de la bisectriz entre el primer brazo voladizo 14 y el segundo brazo voladizo 15, de modo que el primer ángulo frontal de dirección α_v corresponda al segundo ángulo posterior de dirección α_h .

En las figuras 8 a 10 se muestran realizaciones del dispositivo de dirección como sistema amortiguador por resorte.

En la realización de un sistema amortiguador por resorte mostrada en la Fig. 8, está dispuesto un primer elemento tensor 42 entre el eje de rueda 12 y el primer brazo voladizo 14. Un segundo elemento tensor 43 está dispuesto entre el eje de rueda 12 y el segundo brazo voladizo 15. Tanto el primer elemento tensor 42 como el segundo elemento tensor 43 están realizados aquí como resortes lineales. Además, en forma paralela al segundo elemento tensor 43, está dispuesto un elemento amortiguador 44 entre el eje de rueda 12 y el segundo brazo voladizo 15. Mediante el elemento amortiguador 44, durante un avance en curvas del tren de remolques 100 el segundo brazo voladizo 15 se tuerce más lentamente con respecto al eje de rueda 12 que el primer brazo voladizo 14. Por lo tanto, el primer ángulo frontal de dirección α_v cambia en un avance en curvas más rápidamente que el segundo ángulo posterior de dirección

α_h , en donde, sin embargo, también el sistema amortiguador por resorte trabaja de tal manera que también con un tamaño parcialmente diferente del primer ángulo frontal de dirección α_v con respecto al segundo ángulo posterior de dirección α_h , el dispositivo de dirección tiende a dirigir el eje de rueda 12 hacia una posición de la bisectriz entre el primer brazo voladizo 14 y el segundo brazo voladizo 15.

- 5 Durante un avance lineal del tren de remolques 100, es decir, cuando el ángulo de pandeo γ asciende a 180° , los elementos tensores 42, 43 se encuentran en un equilibrio de fuerzas. Durante un avance en curvas del tren de remolques 100, por el contrario, se tensiona uno de los elementos tensores 42, 43 y se relajan los otros elementos tensores 42, 43, de tal forma que se produce un desequilibrio de fuerzas, en donde los elementos tensores 42, 43, sin embargo, tienden a compensar de nuevo este desequilibrio de fuerzas lo más rápido posible, guiándose el eje de
10 rueda 12 de nuevo a una posición de la bisectriz entre el primer brazo voladizo 14 y el segundo brazo voladizo 15.

En las figuras 9 y 10 se muestra una realización de un dispositivo de dirección como sistema amortiguador por resorte, en el que está unido asimismo un primer elemento tensor 42 con el eje de rueda 12 y el primer brazo voladizo 14 y un segundo elemento tensor 43 con el eje de rueda 12 y el segundo brazo voladizo 15. Ambos elementos tensores 42, 43 están realizados aquí como resortes giratorios o resortes de torsión, los cuales están dispuestos en la articulación
15 giratoria vertical 33 de la unión articulada 16. Además, el sistema amortiguador por resorte mostrado en las figuras 9 y 10 presenta tres elementos amortiguadores 45, 46, 47, los cuales están unidos en cada caso con un primer extremo al eje de rueda 12 y con un segundo extremo a un marco de fijación 48 unido al segundo brazo voladizo 15. El marco de fijación 48 se conformó en esencia con forma de "U" en una vista en planta desde arriba. Un primer elemento amortiguador 45 y un segundo elemento amortiguador 46 están dispuestos de manera inclinada en un ángulo $< 90^\circ$
20 con respecto a la extensión longitudinal del eje de rueda 12 y unido a una primera cara izquierda vista en el sentido de avance 17, del eje de rueda 12. Un tercer elemento amortiguador 47 está dispuesto en un ángulo de aprox. 90° y, en consecuencia, vertical a la extensión longitudinal del eje de rueda 12 y unido a una segunda cara derecha, vista en sentido de avance, opuesta a la primera cara, del eje de rueda 12.

Ambos elementos tensores 42, 43 dispuestos axialmente entre sí y verticalmente con respecto a la articulación
25 giratoria vertical 33 posibilitan que se guíe el eje de rueda 12 a una posición de la bisectriz entre el primer brazo voladizo 14 y el segundo brazo voladizo 15. Sin embargo, el alcance de la posición de bisectriz se ha de realizar de forma retardada durante el avance en curvas para lograr un seguimiento del carril lo más elevado posible. Por lo tanto, al ingresar a la curva es ventajoso si el segundo ángulo posterior de dirección α_h para un tiempo determinado es mayor que el primer ángulo frontal de dirección α . Al abandonar la curva es ventajoso si el segundo ángulo posterior de
30 dirección α_h para un tiempo definido es menor que el primer ángulo frontal de dirección α_v . Este tipo de retardo se realiza mediante el empleo de los elementos amortiguadores lineales 45, 46, 47. La disposición especial y la posición de los elementos amortiguadores 45, 46, 47, como se muestra en las figuras 9 y 10, permiten el aprovechamiento de la cinemática del módulo de eje 11 para "apagar" el efecto de amortiguación según la posición del eje de rueda 12. De este modo, se realiza un comportamiento ideal de arrastre o un seguimiento elevado del carril del tren de remolques
35 100 durante una gran cantidad de maniobras de tracción.

Durante el ingreso a una curva, se desvía el primer brazo voladizo 14, por lo que se tensiona el primer elemento tensor 42. Una diferencia de momentos resultante entre el primer elemento tensor 42 y el segundo elemento tensor 43 obliga al eje de rueda 12 a moverse, en donde mediante los elementos amortiguadores 45, 46, 47 se retrasa en su movimiento o movimiento de rotación el eje de rueda 12. Si se incrementa el valor del primer ángulo frontal de
40 dirección α_v , disminuye el efecto de los elementos amortiguadores 45, 46, 47 debido a la diferencia de momentos que se reducen en los elementos tensores 42, 43 y del efecto adicional de la cinemática, hasta que se alcance nuevamente la posición de la bisectriz del eje de rueda 12, en la cual el primer ángulo frontal de dirección α_v es igual al segundo ángulo posterior de dirección α_h .

En la Fig. 11 se muestra una vez más una representación detallada de una conexión de un bastidor de rueda 19 al
45 último módulo de eje 11 del tren de remolques 100. El bastidor de rueda 19, en particular, el eje de rueda 20 del bastidor de rueda 19, al igual que el eje de rueda 12 del último módulo de eje 11 frente al segundo brazo voladizo 15, es giratorio verticalmente en torno a un eje de rotación con respecto a la extensión longitudinal del segundo brazo voladizo 15. Entre el eje de rueda 12 del último módulo de eje 11 y el bastidor de rueda 19 o el eje de rueda 20 del bastidor de rueda 19 está realizada una cinemática de dirección, aquí en forma de un mecanismo de dirección 50, de
50 tal manera que se gira el bastidor de rueda 19 con un ángulo igual pero opuesto, con respecto al brazo voladizo 15, como el eje de rueda 12 del último módulo de eje 11.

En el módulo de eje 11 mostrado en la Fig. 12 la unión articulada 16 presenta adicionalmente una articulación giratoria

horizontal 51, la cual está dispuesta aquí en el segundo brazo voladizo 15 mismo, de modo que el segundo brazo voladizo 15 está dividido en dos elementos parciales 52, 53 desplazables entre sí. La articulación giratoria horizontal 51 está realizada aquí en forma de un árbol, el cual está dispuesto de manera transversal a la extensión longitudinal o bien al eje longitudinal 25 del segundo brazo voladizo 15. La articulación giratoria horizontal 51 presenta, por lo tanto, un eje de rotación 54, el cual se extiende, al menos en un recorrido recto del tren de remolques 100, de manera transversal al sentido de avance 17 del tren de remolques 100 o bien se extiende de manera transversal al eje longitudinal 24, 25 del correspondiente brazo voladizo 14, 15 en el que está dispuesta la articulación giratoria horizontal 51.

Preferentemente, la distancia a entre la articulación giratoria horizontal 51 y el eje de rueda 12 está realizada de la forma más pequeña posible. En la realización mostrada en la Fig. 12, la distancia a es > 0 . Es especialmente preferible si la distancia $a = 0$, en donde entonces la articulación giratoria horizontal 51 entre el brazo voladizo 14, 15 correspondiente y el eje de rueda 12 estaría realizada preferentemente en forma de una junta cardán.

La Fig. 13 muestra otra realización de un módulo de eje 11, en el cual la unión articulada 16 presenta no solo una articulación giratoria vertical, sino una primera articulación giratoria vertical 33a y una segunda articulación giratoria vertical 33b. El primer brazo voladizo 14 está unido mediante la primera articulación giratoria vertical 33a de manera indirecta con el eje de rueda 12 y el segundo brazo voladizo 15 está unido mediante la segunda articulación giratoria vertical 33b de manera indirecta con el eje de rueda 12, en donde la primera articulación giratoria vertical 33a y la segunda articulación giratoria vertical 33b están dispuestas juntas en una placa 55 que, a su vez, está unida de modo fijo con el eje de rueda 12.

En las figuras 15, 17 y 19 se muestran otras realizaciones posibles de una unión del último módulo de eje 11 con el bastidor de rueda 19, visto en el sentido de avance 17 del tren de remolques 100.

Como se muestra por medio de las figuras 14, 16 y 18, el modo de funcionamiento de la cinemática para el bastidor de rueda 19 depende de la proporción L_1 , la cual representa la distancia entre la unión articulada 16 del último módulo de eje 11 y el bastidor de rueda 19, y, por lo tanto, el largo del segundo brazo voladizo 15 del último módulo de eje 11, y del largo L_v , el cual representa la distancia entre el último módulo de eje 11 y un módulo de eje 11 dispuesto en el sentido de avance 17 antes del último módulo de eje 11.

Con una proporción de $L_1 > 0,5 L_v$ se debería dirigir el bastidor de rueda 19 o el eje de rueda 20 del bastidor de rueda 19 opuesto al último módulo de eje 11 o al eje de rueda 12 del último módulo de eje 11 para poder asegurar un seguimiento del carril de todo el tren de remolques 100 durante un avance estacionario en círculo del tren de remolques 100.

En la Fig. 14 se muestra un caso extremo en el que se conforma una proporción de $L_1 = L_v$.

La Fig. 15 muestra una posible contradirección del bastidor de rueda 19 con una proporción de $L_1 = L_v$, como se ilustra en la Fig. 14. Para ello se ha dispuesto un mecanismo de dirección 50 entre el último módulo de eje 11 y el bastidor de rueda 19. El eje de rueda 20 del bastidor de rueda 19 es giratorio con respecto al segundo brazo voladizo 15 del último módulo de eje 11, de modo que se puede modificar el ángulo de dirección α_h del bastidor de rueda 19. El ángulo de dirección α_h del bastidor de rueda 19 está fijado entre el segundo brazo voladizo 15 y el eje de rueda 20 del bastidor de rueda 19.

El mecanismo de dirección 50 presenta un elemento de guía 56, el cual está guiado de manera desplazable a lo largo de la extensión longitudinal del segundo brazo voladizo 15 del último módulo de eje 11. El segundo brazo voladizo 15 presenta una escotadura 57 en forma de un agujero ovalado, que se extiende en la dirección longitudinal del segundo brazo voladizo 15, en donde el elemento de guía 56 está ubicado en la escotadura 57 de manera móvil por desplazamiento. El elemento de guía 56 se conformó aquí en forma de una placa. El elemento de guía 56 está unido por medio de una primera barra de unión 58 con el eje de rueda 12 del último módulo de eje 11. Por medio de una segunda barra de unión 59 el elemento de guía 56 está unido al eje de rueda 20 del bastidor de rueda 19. La segunda barra de unión 59 está ubicada en una sección final del elemento de guía 56, el cual se conformó de manera adyacente a una sección final del elemento de guía 56, en la cual está ubicada la primera barra de unión 58 en el elemento de guía 56.

Con el mecanismo de dirección 50 es posible lograr que el ángulo de dirección α_i , del bastidor de rueda 19 sea igual de grande que el ángulo posterior de dirección α_h , el cual está fijado entre el eje de rueda 12 del último módulo de eje 11 y el segundo brazo voladizo 15. Debido a que con el mecanismo de dirección 50 se puede ajustar una relación del

ángulo de dirección de $\alpha_l = \alpha_h$, durante un avance estacionario en círculo del tren de remolques 100 se puede asegurar un seguimiento del carril de todo el tren de remolques.

5 La Fig. 16 muestra otra realización en la que está conformada una proporción de $L_l = 0,5 L_v$. Con esta proporción, el eje de rueda 20 del bastidor de rueda 19 debería estar alineado constantemente de manera perpendicular al segundo brazo voladizo 15 del último módulo de eje 11, de modo que se ha conformado un ángulo de dirección α_l , de 90° . Como está representado en la Fig. 17, para ello, el bastidor de rueda 19 o el eje de rueda 20 del bastidor de rueda 19 puede estar unido de manera fija o rígida con el segundo brazo voladizo 15. De este modo, con una proporción de $L_l = 0,5 L_v$ se puede ajustar asimismo una relación del ángulo de dirección de $\alpha_h = \alpha_l$, de modo que también aquí se puede asegurar un seguimiento del carril de todo el tren de remolques durante un avance estacionario en círculo del tren de remolques 100.

15 La Fig. 18 muestra otra realización en la que se ha conformado una proporción de $L_l < 0,5 L_v$. En una proporción de ese tipo, se debería guiar el eje de rueda 20 del bastidor de rueda 19 igualmente orientado al eje de rueda 12 del último módulo de eje 11 visto en el sentido de avance 17 del tren de remolques 100, como se ilustra en la Fig. 19, a fin de lograr un seguimiento del carril de todo el tren de remolques durante un avance estacionario en círculo del tren de remolques 100. Para lograrlo, está dispuesta entre el eje de rueda 12 del último módulo de eje 11 y el eje de rueda 20 del bastidor de rueda 19 una barra de unión 60 que forma un mecanismo de dirección 50, la cual está ubicada articuladamente en el eje de rueda 12 del último módulo de eje 11 y el eje de rueda 20 del bastidor de rueda 19. Por lo tanto, el mecanismo de dirección 50 está realizado en este diseño únicamente por medio de una barra de unión 60.

20 La distancia entre la unión articulada de la barra de unión 60 y el eje de rueda 12 del último módulo de eje 11 y la unión articulada 16 es mayor que la distancia entre la unión articulada de la barra de unión 60 y el eje de rueda 20 del bastidor de rueda 19. Por ello, el ángulo entre el eje de rueda 12 y el segundo brazo voladizo 15 es siempre mayor que el ángulo entre el brazo voladizo 15 y el eje de rueda 20 del bastidor de rueda 19, de modo que también aquí se puede asegurar un seguimiento del carril de todo el tren de remolques durante un avance estacionario en círculo del tren de remolques 100 y, en particular, del último módulo de eje 11 y del bastidor de rueda 19.

25 La barra de unión 60 está guiada a lo largo de una cara del segundo brazo voladizo 15, de modo que la barra de unión 60 no atraviesa, solapa o cruza el segundo brazo voladizo 15.

30 La invención no se limita en su realización a los ejemplos de realización indicados precedentemente. Más bien se puede concebir una gran cantidad de variantes que hacen uso de las soluciones expuestas también en realizaciones, en principio, de otra índole. Todas las características y las ventajas que surgen de las reivindicaciones, la descripción o las figuras, incluyendo detalles constructivos, disposiciones espaciales y etapas de procedimiento, pueden ser esenciales para la invención, tanto por sí mismas como en las más diversas combinaciones.

LISTA DE REFERENCIAS

	100	tren de remolques
	10	módulo de transporte
	11	módulo axial
5	12	eje de rueda
	13	rueda
	14	primer brazo voladizo
	15	segundo brazo voladizo
	16	unión articulada
10	17	dirección de avance
	18	remolcador
	19	bastidor de rueda
	20	eje de rueda
	21	rueda
15	22	elemento de unión
	23	elemento de unión
	24	eje longitudinal
	25	eje longitudinal
	26	primera barra de unión
20	27	tercera barra de unión
	28	segunda barra de unión
	29	cuarta barra de unión
	30	guía lineal
	31	guía lineal
25	32	elemento desplazable
	33	articulación giratoria vertical
	33a	articulación giratoria vertical
	33b	articulación giratoria vertical
	34	eje de rotación
30	35	escotadura
	36	primera rueda de engranaje
	37	segunda rueda de engranaje
	38	tercera rueda de engranaje
	39	cuarta rueda de engranaje
35	40	elemento de unión
	41	elemento de unión
	42	primer elemento tensor
	43	segundo elemento tensor
	44	elemento amortiguador
40	45	elemento amortiguador
	46	elemento amortiguador
	47	elemento amortiguador
	48	marco de fijación
	49	perfil angular

- 50 mecanismo de dirección
- 51 articulación giratoria horizontal
- 52 elemento parcial
- 53 elemento parcial
- 5 54 eje de rotación
- 55 placa
- 56 elemento de guía
- 57 escotadura
- 58 barra de unión
- 10 59 barra de unión
- 60 barra de unión
- 61 brazo voladizo
- 62 brazo voladizo
- 63 elemento de acoplamiento
- 15 64 elemento de acoplamiento
- 65 semieje

REIVINDICACIONES

1. Tren de remolques sin rieles (100), con al menos un módulo de transporte (10) y al menos dos módulos de eje (11), en donde cada módulo de transporte (10) está dispuesto entre dos módulos de eje (11), en donde cada módulo de eje (11) presenta un eje de rueda (12) y un dispositivo de dirección para guiar el eje de rueda (12), **caracterizado porque**
 5 cada dispositivo de dirección de un módulo de eje (11) está conformado en cada caso de tal manera que el dispositivo de dirección guía el módulo de eje (11) que tiene asignado, independientemente de un dispositivo de dirección de otro módulo de eje (11).
2. Tren de remolques sin rieles (100) según la reivindicación 1, **caracterizado porque** los módulos de eje (11) presentan en cada caso un primer brazo voladizo (14) y un segundo brazo voladizo (15), en donde el primer brazo
 10 voladizo (14) y el segundo brazo voladizo (15) están unidos por medio de una unión articulada (16) al eje de rueda (12).
3. Tren de remolques sin rieles (100) según la reivindicación 2, **caracterizado porque** la unión articulada (16) presenta al menos una articulación giratoria vertical (33, 33a, 33b), en donde la articulación giratoria vertical (33, 33a, 33b) presenta un eje de rotación (34), que está conformado de manera vertical a la extensión longitudinal de los brazos
 voladizos (14, 15).
- 15 4. Tren de remolques sin rieles (100) según la reivindicación 3, **caracterizado porque** la unión articulada (16) presenta exactamente una articulación giratoria vertical (33), en donde el primer brazo voladizo (14) y el segundo brazo voladizo (15) están unidos a una articulación giratoria vertical (33).
5. Tren de remolques sin rieles (100) según la reivindicación 3, **caracterizado porque** la unión articulada (16) presenta una articulación giratoria vertical (33a) y una segunda articulación giratoria vertical (33b), en donde el primer brazo
 20 voladizo (14) está unido por medio de la primera articulación giratoria vertical (33a) al eje de rueda (12) y en donde el segundo brazo voladizo (15) está unido por medio de la segunda articulación giratoria vertical (33b) al eje de rueda (12).
6. Tren de remolques sin rieles (100) según una de las reivindicaciones 2 a 5, **caracterizado porque** la unión articulada (16) presenta una articulación giratoria horizontal (51), en donde la articulación giratoria horizontal (51)
 25 presenta un eje de rotación (54), que se extiende al menos en un recorrido recto del tren de remolques (100) de manera transversal al sentido de avance (17) del tren de remolques (100).
7. Tren de remolques sin rieles (100) según una de las reivindicaciones 2 a 6, **caracterizado porque** el dispositivo de dirección está conformado de tal manera que el dispositivo de dirección guía al eje de rueda (12) a una posición de bisectriz entre el primer brazo voladizo (14) y el segundo brazo voladizo (15).
- 30 8. Tren de remolques sin rieles (100) según una de las reivindicaciones 2 a 7, **caracterizado porque** el dispositivo de dirección presenta al menos dos barras de unión (26, 28), en donde una primera barra de unión (26) con un primer extremo está unida al primer brazo voladizo (14) y con un segundo extremo está unida al eje de rueda (12) y en donde una segunda barra de unión (28) con un primer extremo está unida al segundo brazo voladizo (15) y con un segundo extremo al eje de rueda (12), en donde las barras de unión (26, 28) están guiadas de manera desplazable en cada
 35 caso con su primer extremo o su segundo extremo en una guía lineal (30, 31).
9. Tren de remolques sin rieles (100) según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado porque** el dispositivo de dirección está realizado en forma de una unidad de cambio de marchas.
10. Tren de remolques sin rieles (100) según la reivindicación 9, **caracterizado porque** la unidad de cambio de marchas presenta una primera rueda de engranaje (36) unida al primer brazo voladizo (14), una segunda rueda de
 40 engranaje (37) unida al segundo brazo voladizo (15) y al menos una tercera rueda de engranaje (38) unida al eje de rueda (12), en donde la primera rueda de engranaje (36) y la segunda rueda de engranaje (37) están unidas por medio de la al menos una tercera rueda de engranaje (39) con movimiento giratorio.
11. Tren de remolques sin rieles (100) según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado porque** el dispositivo de dirección está realizado en forma de un sistema amortiguador por resorte.
- 45 12. Tren de remolques sin rieles (100) según la reivindicación 11, **caracterizado porque** el sistema amortiguador por resorte presenta un primer elemento tensor (42) unido al primer brazo voladizo (14) y al eje de rueda (12), un segundo elemento tensor (43) unido al segundo brazo voladizo (15) y al eje de rueda (12) y al menos un elemento amortiguador (44, 45, 46, 47).

13. Tren de remolques sin rieles (100) según la reivindicación 12, **caracterizado porque** el al menos un elemento amortiguador (44) está unido al eje de rueda (12) y al primer brazo voladizo (14) o al segundo brazo voladizo (15).
14. Tren de remolques sin rieles (100) según la reivindicación 12, **caracterizado porque** el sistema amortiguador por resorte presenta tres elementos amortiguadores (45, 46, 47), los cuales están unidos en cada caso a un primer extremo en el eje de rueda (12) y con un segundo extremo en un marco de fijación (48) unido a la unión articulada (16), en donde un primer elemento amortiguador (45) y un segundo elemento amortiguador (46) están dispuestos de manera inclinada en un ángulo $< 90^\circ$ con respecto a la extensión longitudinal del eje de rueda (12) y están unidos a una primera cara del eje de rueda (12) y en donde un tercer elemento amortiguador (47) está dispuesto de manera vertical con respecto a la extensión longitudinal del eje de rueda (12) y está unido a una segunda cara del eje de rueda (12) enfrentada a la primera cara.
15. Tren de remolques sin rieles (100) según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado porque** el dispositivo de dirección presenta un accionamiento por motor que está controlado por medio de una unidad electrónica de control.
16. Tren de remolques sin rieles (100) según una de las reivindicaciones 2 a 14, **caracterizado porque** un último módulo de eje (11) visto en el sentido de avance (17) del tren de remolques (100) está unido a su primer brazo voladizo (14) a un módulo de transporte (10) y con su segundo brazo voladizo (15) está unido a un bastidor de rueda (19) que presenta al menos una rueda (21).
17. Tren de remolques sin rieles (100) según la reivindicación 16, **caracterizado porque** entre el último módulo de eje (11) visto en el sentido de avance (17) del tren de remolques (100) y el bastidor de rueda (19) está dispuesto un mecanismo de dirección (50).
18. Tren de remolques sin rieles (100) según la reivindicación 17, **caracterizado porque** el mecanismo de dirección (50) presenta una barra de unión (60) que está unida con un primer extremo al eje de rueda (12) del último módulo de eje (11) visto en el sentido de avance (17) y está unido a un segundo extremo, opuesto al primer extremo, a un eje de rueda (20) del bastidor de rueda (19).
19. Tren de remolques sin rieles (100) según la reivindicación 17, **caracterizado porque** el mecanismo de dirección (50) presenta una primera barra de unión (58), una segunda barra de unión (59) y un elemento de guía (56) situado de manera móvil por desplazamiento en el segundo brazo voladizo (15) del último módulo de eje (11) visto en el sentido de avance (17), en donde la primera barra de unión (58) está unida al elemento de guía (56) y al eje de rueda (12) del último módulo de eje (11) visto en el sentido de avance (17) y en donde la segunda barra de unión (59) está unida al elemento de guía (56) y a un eje de rueda (20) del bastidor de rueda (19).
20. Tren de remolques sin rieles (100) según una de las reivindicaciones 1 a 19, **caracterizado porque** están previstos al menos dos módulos de transporte (10) en forma de armazones portantes con forma de "U", en donde los al menos dos módulos de transporte (10) presentan en sus extremos superiores al menos un brazo voladizo (61, 62) orientado hacia fuera en cada caso con un elemento de acoplamiento (63, 64), en donde por medio de los elementos de acoplamiento (63, 64), están acoplados articuladamente entre sí brazos voladizos (61, 62) opuestos entre sí de módulos de transporte (10) dispuestos de manera adyacente entre sí.
21. Tren de remolques sin rieles (100) según la reivindicación 20, **caracterizado porque** los elementos de acoplamiento (63, 64) de brazos voladizos (61, 62) opuestos están unidos con un semieje (65) dispuesto en la unión articulada (16).
22. Procedimiento para guiar un tren de remolques sin rieles (100) realizado según una de las reivindicaciones 1 a 20, en el cual se ajusta un ángulo de dirección del dispositivo de dirección de un módulo de eje (11) a una trayectoria curva del tren de remolques sin rieles (100).
23. Procedimiento según la reivindicación 22, **caracterizado porque** en un movimiento de traslación del tren de remolques sin rieles (100) se efectúa continuamente el ajuste del ángulo de dirección, en intervalos sucesivos en un período corto de tiempo.
24. Procedimiento según las reivindicaciones 22 o 23, **caracterizado porque** para ajustar el ángulo de dirección se determinan un punto medio del eje de módulo de eje (11) a guiar y un punto medio del eje del módulo de eje (11) dispuesto inmediatamente antes, visto en el sentido de avance (17) del tren de remolques sin rieles (100).

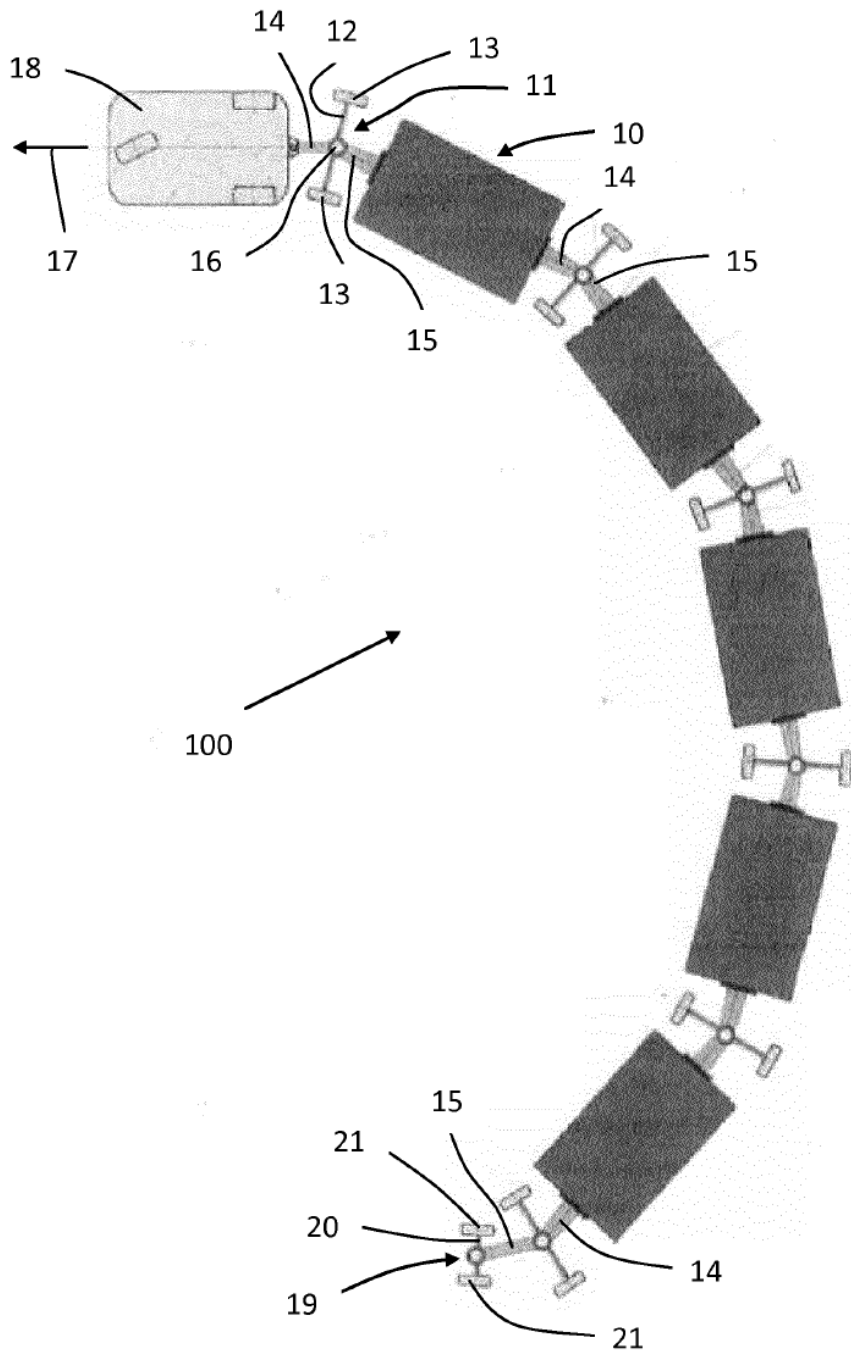


Fig. 1

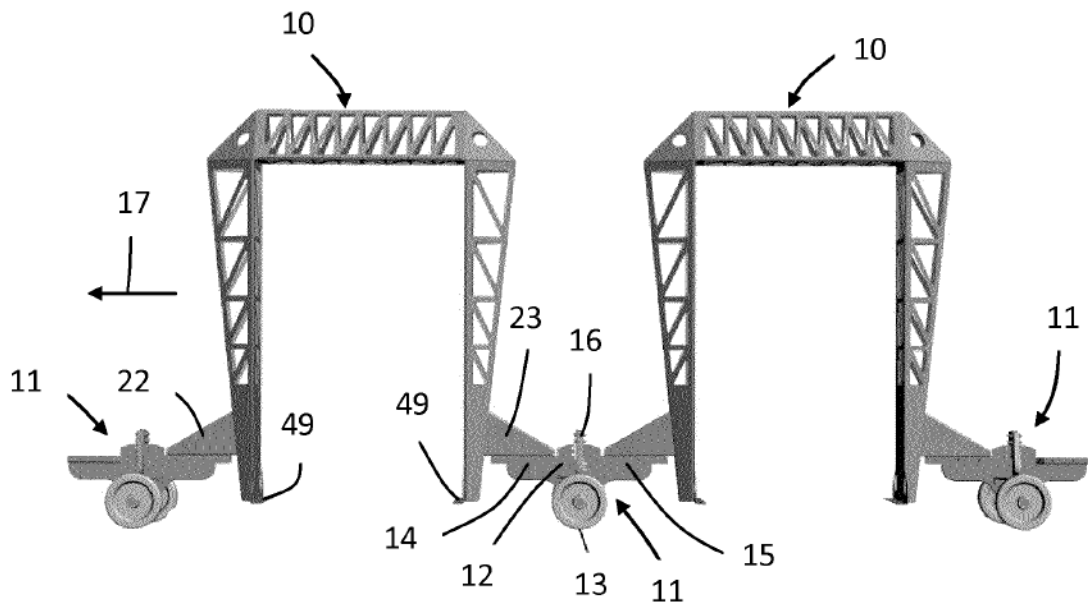


Fig. 2

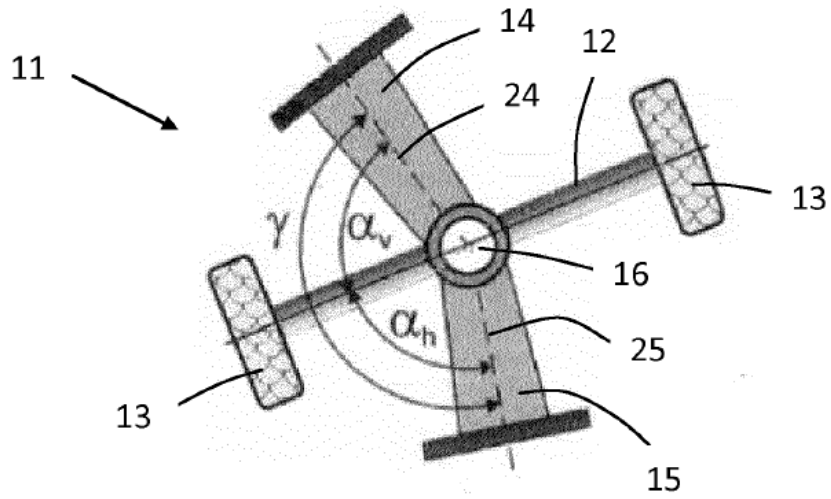


Fig. 3

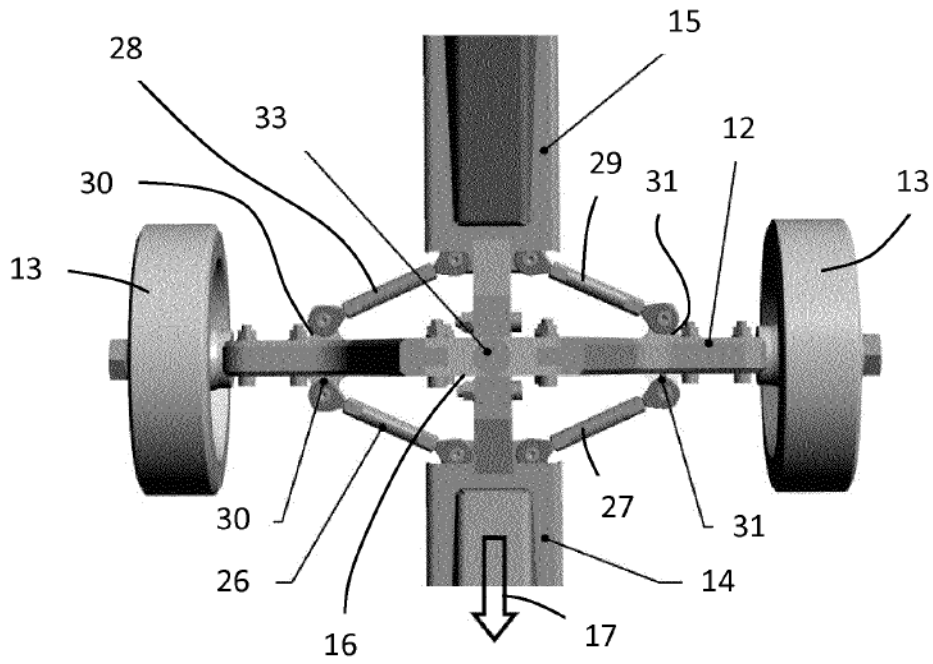


Fig. 4

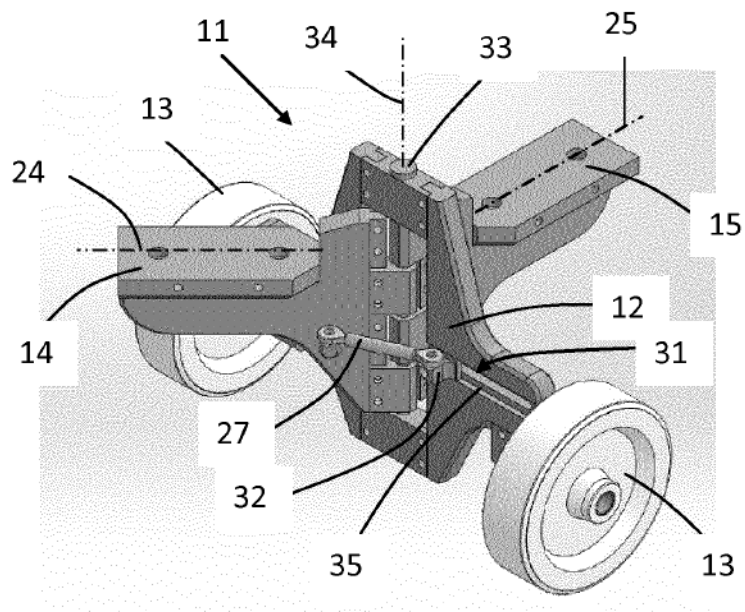


Fig. 5

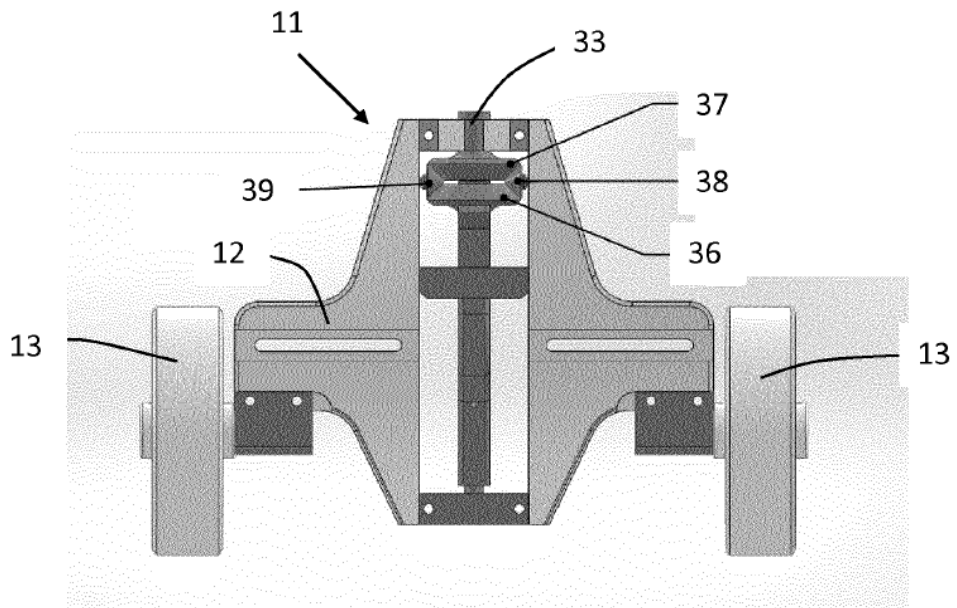


Fig. 6

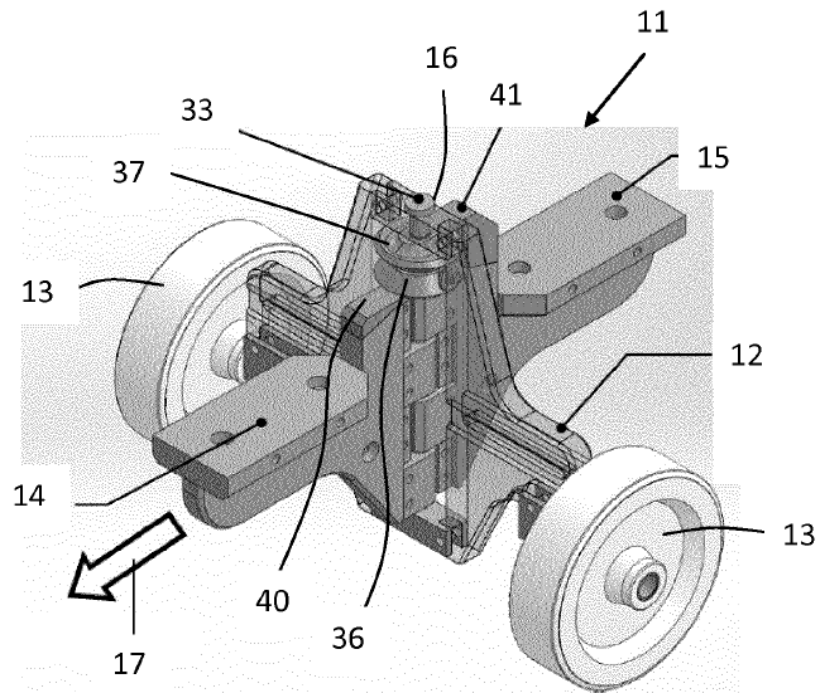


Fig. 7

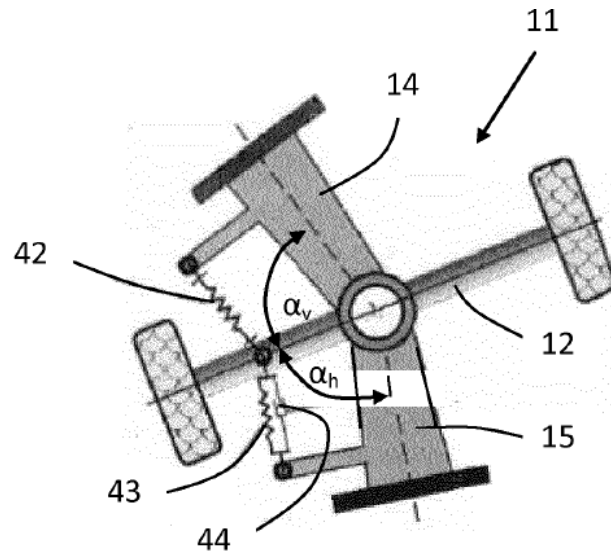


Fig. 8

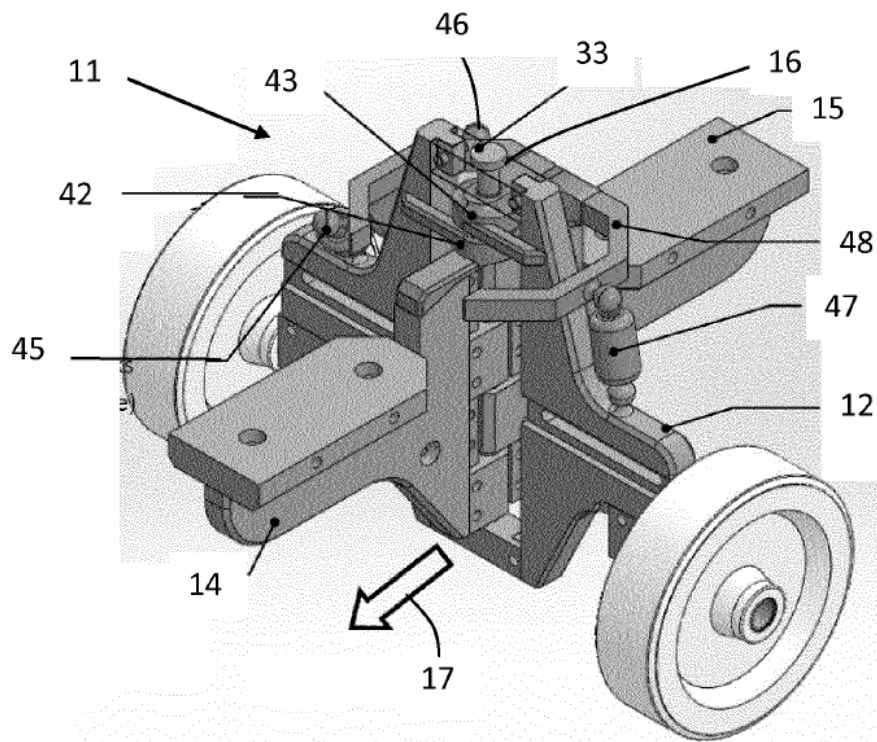


Fig. 9

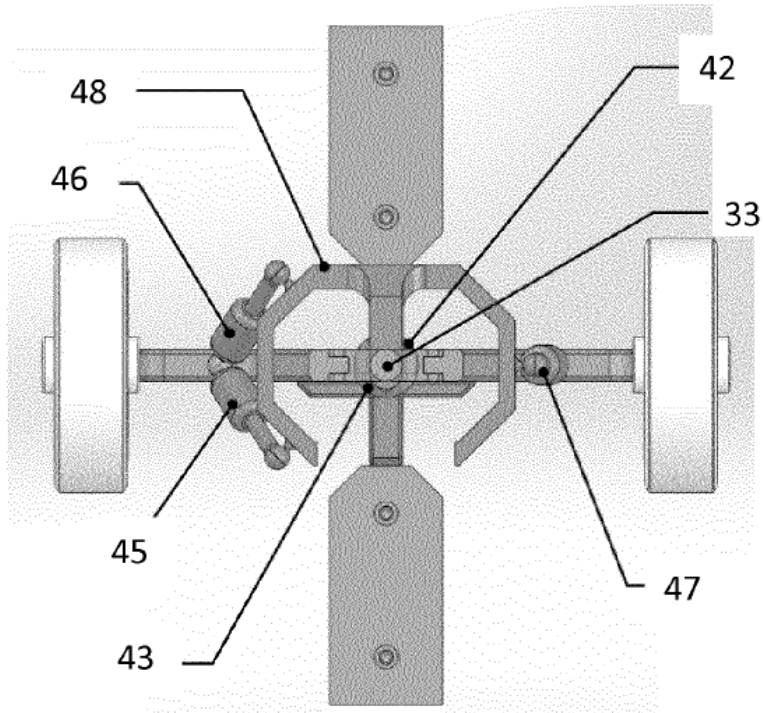


Fig. 10

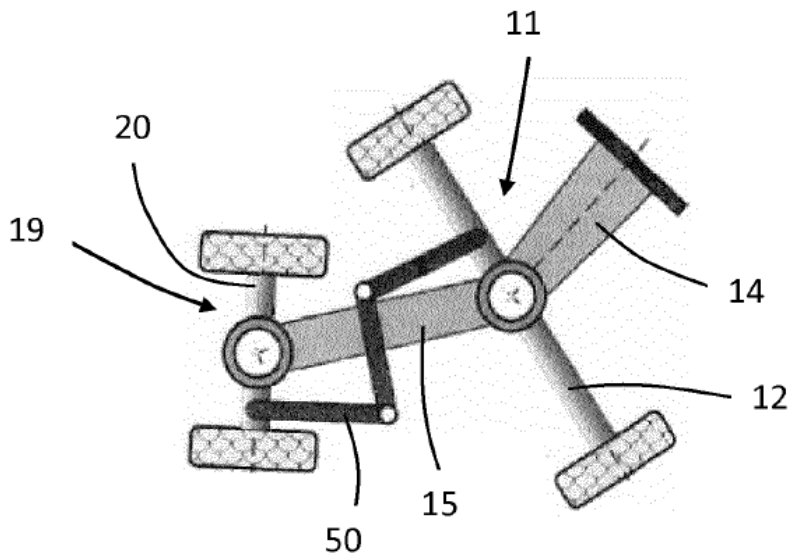


Fig. 11

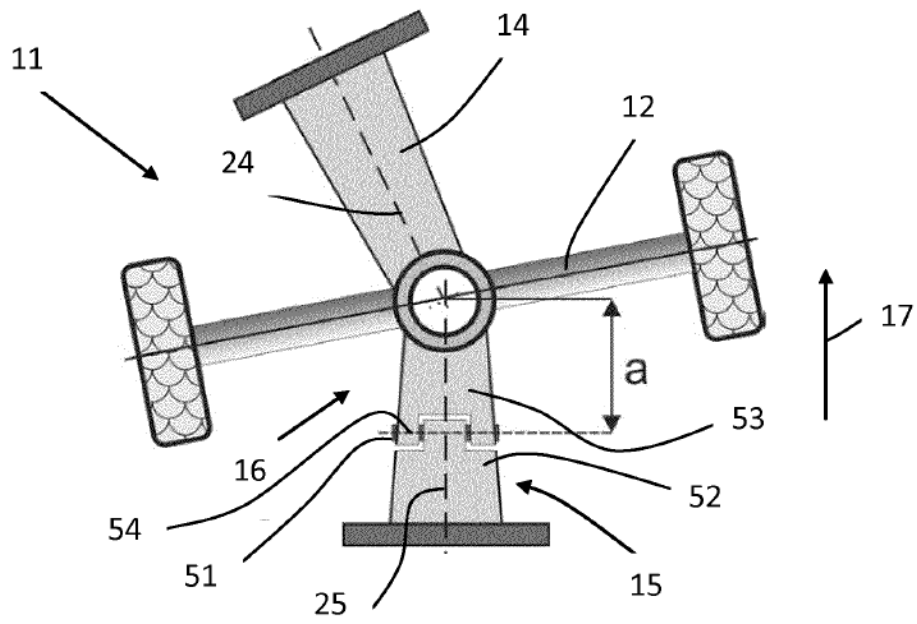


Fig. 12

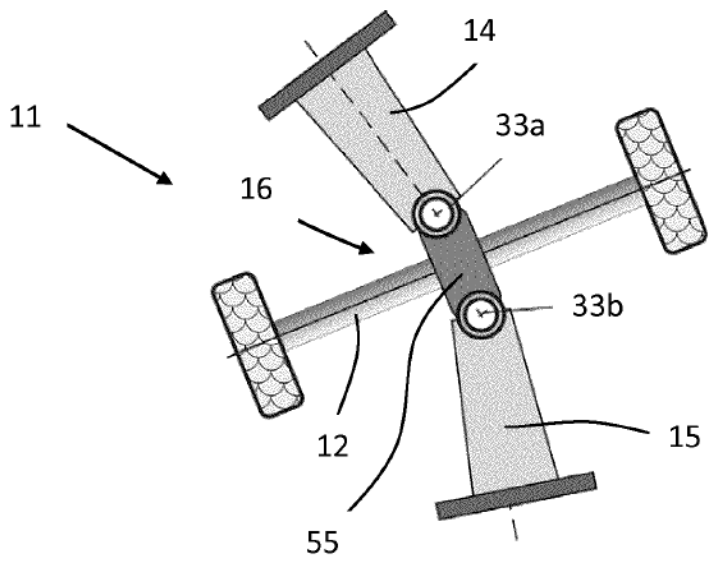


Fig. 13

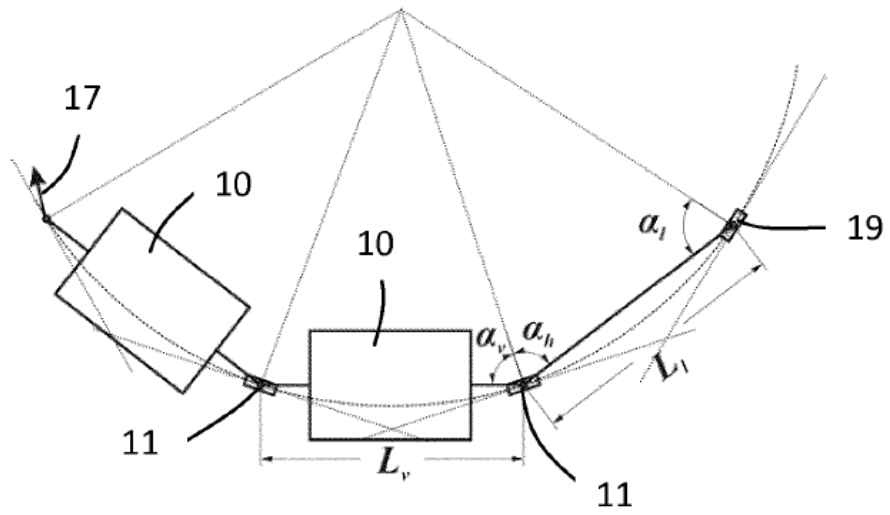


Fig. 14

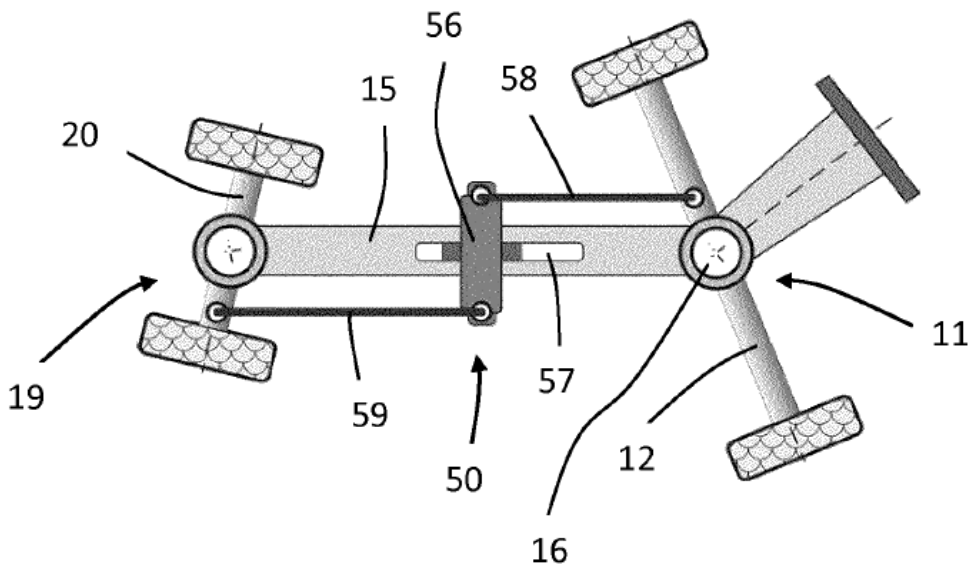


Fig. 15

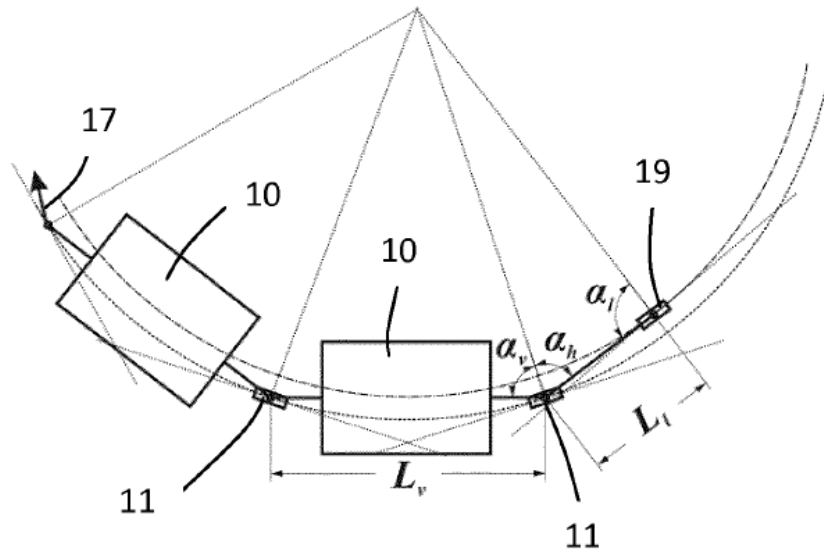


Fig. 16

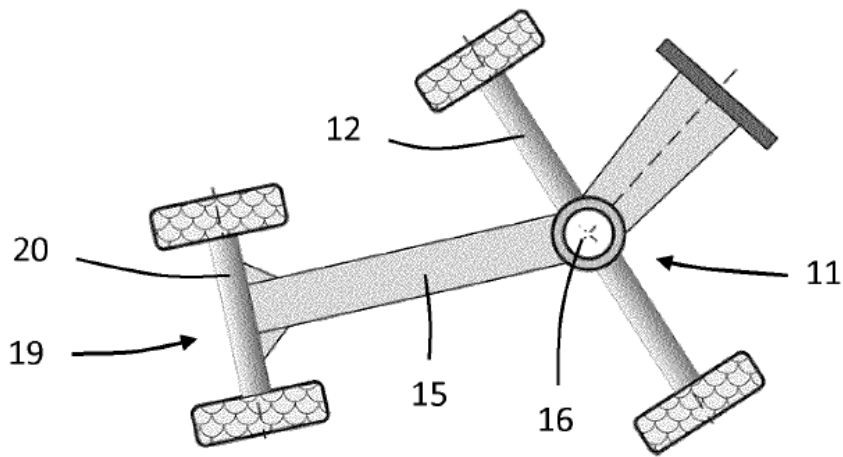


Fig. 17

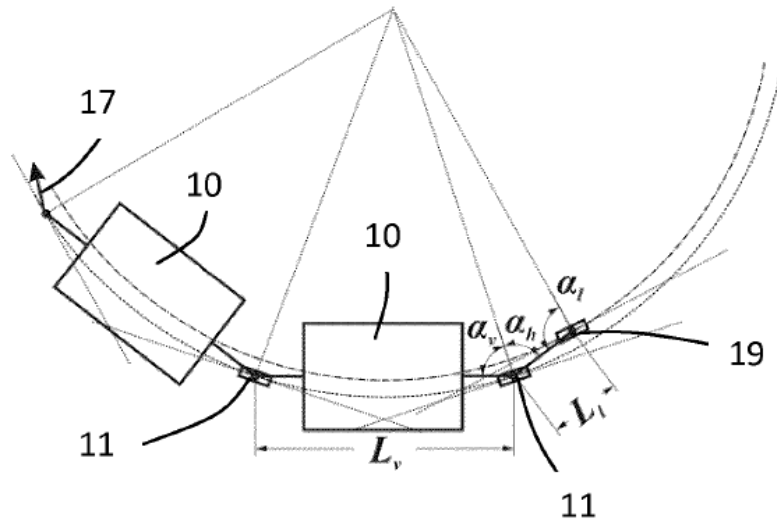


Fig. 18

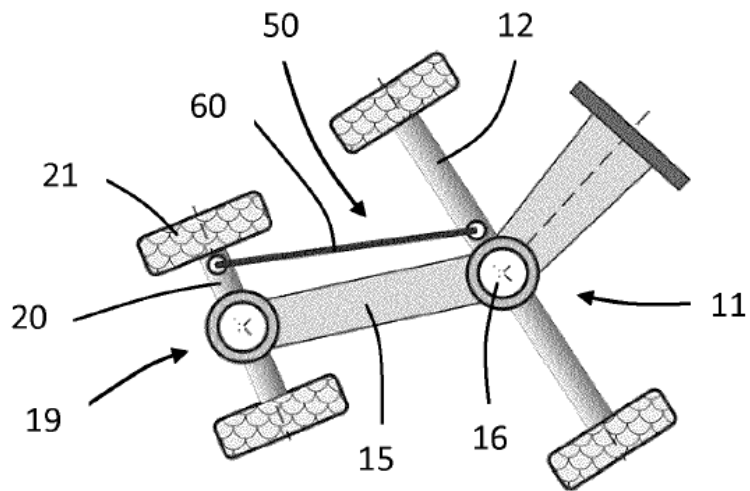


Fig. 19

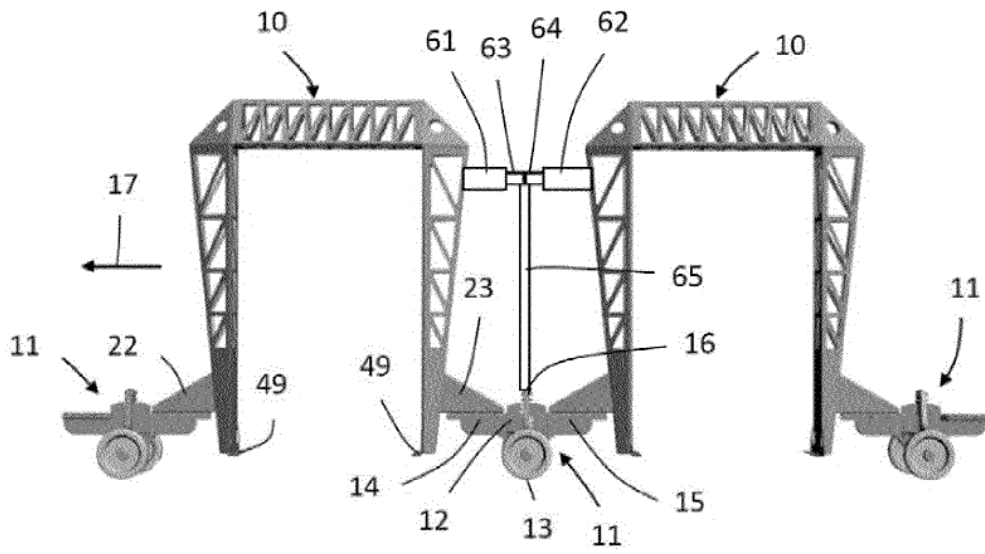


Fig. 20