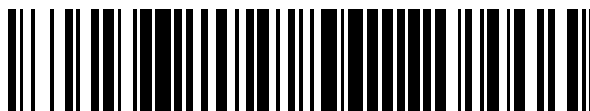


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 626 827**

51 Int. Cl.:

B62D 47/00 (2006.01)

B62D 53/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.01.2014** **PCT/EP2014/051672**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.09.2014** **WO14135310**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.01.2014** **E 14701996 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.03.2017** **EP 2964512**

54 Título: **Vehículo automóvil de carretera enganchable**

30 Prioridad:

08.03.2013 FR 1352128

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.07.2017

73 Titular/es:

**COMMISSARIAT À L'ENERGIE ATOMIQUE ET
AUX ENERGIES ALTERNATIVES (50.0%)
Bâtiment "Le Ponant D", 25, rue Leblanc
75015 Paris, FR y
METACAR TRANSPORT SYSTEMS (50.0%)**

72 Inventor/es:

**CERVANTES, VALERY y
LABORDE, JÉRÔME**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 626 827 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).

DESCRIPCION

Vehículo automóvil de carretera enganchable

La invención se refiere a un vehículo automóvil de carretera enganchable. La invención se refiere igualmente a un convoy automóvil de carretera formado por estos vehículos y a un procedimiento de control de estos vehículos.

- 5 Se conocen vehículos automóviles de carretera articulados aptos para ser enganchados entre sí mediante enganches sin grado de libertad en rotación en movimiento lateral para formar convoyes de carretera de automóviles de recorrido monotraza. Un convoy de este tipo es apto para ser pilotado por un único conductor. La patente EP-1046574-B1 (WILLIAM M.C. RENDALL) describe un ejemplo de tales vehículos para un sistema de movilidad urbana.
- 10 Estos vehículos comprenden típicamente:
- al menos tres ruedas, aptas para hacer rodar el vehículo automóvil por una carretera plana, repartidas entre dos trenes delantero y trasero de ruedas del vehículo automóvil;
 - un chasis, que comprende:
 - una parte delantera sobre la cual va fijado el tren delantero;
 - 15 • una parte trasera sobre la cual va fijado el tren trasero;
 - un dispositivo de articulación, interpuesto entre las partes delantera y posterior del chasis, permitiendo este dispositivo de articulación en la parte delantera pivotar, con relación a la parte posterior, alrededor de un eje de articulación normal a un plano de rodadura del vehículo, con el fin de modificar un ángulo de articulación del vehículo, estando este plano de rodadura definido como el plano que pasa por las superficies de contacto entre la carretera y las ruedas del vehículo;
 - 20 - enganches delantero y trasero, situados, respectivamente, en la parte delantera y en la parte trasera del vehículo automóvil,
 - siendo el enganche delantero desplazables, alternativamente, entre:
 - una posición enganchada, en la cual este enganche delantero coopera con un enganche trasero, idéntico al enganche trasero de este vehículo y situado en otro vehículo, para enganchar mecánicamente, sin grado de libertad en rotación en movimiento lateral, estos vehículos entre sí, y alinear la parte delantera de este vehículo con la parte trasera del otro vehículo, y
 - 25 ◦ una posición desenganchada, en la cual estos vehículos están desenganchados el uno del otro;
 - siendo el enganche posterior desplazable, alternativamente, entre:
 - una posición enganchada, en la cual este enganche posterior coopera con un enganche delantero, idéntico al enganche delantero de este vehículo y situado en otro vehículo, para enganchar mecánicamente, sin grado de libertad en rotación en movimiento lateral, estos vehículos entre sí y alinear la parte posterior de éste vehículo con la parte delantera del otro vehículo, y
 - 30 ◦ una posición desenganchada, en la cual estos vehículos están desenganchados el uno del otro.

Por el estado de la técnica se conocen igualmente los documentos siguientes:

-WO2007/10062 A2 (RENDALL WILLIAM MICHAEL);

-US 5417300 A (SCHULTZ RICHARD E);

-WO 98/40263 (TOIT CHARL WILHELMUS DU).

- 40 Así, un convoy puede formarse con una compacidad incrementada. Estos vehículos presentan sin embargo inconvenientes. Particularmente, un convoy automóvil de carretera formado por estos vehículos presenta una maniobrabilidad limitada cuando el vehículo situado en cabeza del convoy debe ser girado in situ, por ejemplo, para salir de una plaza de estacionamiento y acoplarse en un carril de circulación. En efecto, un giro in situ del tren delantero del vehículo situado en cabeza del convoy produce un contra-girado del tren posterior de este vehículo.
- 45 Este contra-giro se propaga a los otros vehículos del convoy automóvil de carretera, conduciendo a un plegado «en acordeón» del convoy. La figura 1 representa esquemáticamente dicho convoy 2 plegado en acordeón. Este convoy 2 está aquí formado por tres vehículos automóviles 4, 6, 8, idénticos y enganchados entre sí mediante enganches 10, 12 sin grado de libertad en rotación en movimiento lateral. Los dispositivos de dirección (asegurados aquí por dispositivos de articulaciones de chasis) 14, 16, 18 respectivos de cada uno de estos vehículos 4, 6, 8 son girados en sentidos opuestos dos a dos. Debido a este plegado en acordeón del convoy, es preciso ejercer una fuerza muy importante sobre el dispositivo de dirección del vehículo de cabeza para realizar un giro in situ para cambiar de carril de circulación. En efecto, la fuerza a ejercer corresponde a la necesaria para girar las ruedas del vehículo de cabeza a la cual se suma la fuerza necesaria para plegar en acordeón el convoy. Esto hace su desplazamiento difícil.
- 50

Existe por consiguiente una necesidad para un vehículo automóvil de carretera articulado enganchable, cuyo enganche no presente grado de libertad en rotación en movimiento lateral, presentando este vehículo una maniobrabilidad incrementada en situación de giro in situ cuando está enganchado con otros vehículos automóviles para formar un convoy automóvil de carretera.

- 5 En esta descripción, se denomina «vehículo articulado» a un vehículo automóvil que comprende el dispositivo de articulación.

Por rotación en movimiento lateral, se designa aquí un movimiento de rotación únicamente alrededor de un eje perpendicular al plano de rodadura del vehículo. El plano de rodadura de un vehículo está definido como el plano que pasa por las superficies de contacto entre las ruedas del vehículo y la carretera por la cual circula este vehículo.

- 10 El enganche se dice ser sin grado de libertad si, cuando dos enganches delantero y posterior se enganchan entre sí, el ángulo máximo de rotación en movimiento lateral de estos enganches uno con relación al otro debido a las holguras mecánicas es inferior a 10° o a 5° o a 3° o a 2°.

La invención se refiere por consiguiente a un vehículo de carretera enganchable conforme a la reivindicación 1.

- 15 Así, equipando el tren delantero del vehículo con un dispositivo de dirección, accionable independientemente del dispositivo de articulación, el vehículo puede ser maniobrado in situ sin provocar contra-giro del tren posterior. La fuerza requerida para girar in situ el vehículo de cabeza del convoy se reduce entonces considerablemente, ya que la utilización del dispositivo de dirección de este vehículo no produce un plegado en acordeón del convoy.

Los modos de realización de la invención pueden presentar una o varias de las características de las reivindicaciones 2 a 11.

- 20 Estos modos de realización presentan además las ventajas siguientes:

- la posición equidistante del eje instantáneo de rotación de la articulación de las partes de chasis delantera y trasera con relación a los ejes transversales de los trenes de ruedas del vehículo permite la inscripción en una sola traza de la trayectoria en curva de cada vehículo seguidor de un convoy de carretera que comprende varios de estos vehículos enganchados entre sí, siendo los vehículos seguidores los vehículos del convoy situados detrás del vehículo de cabeza del convoy; se habla entonces del convoy «monotrazo»;
- los trenes delantero y posterior encajables entre sí permiten reducir el espacio que separa dos vehículos automóviles enganchados entre ellos, y por consiguiente reducir la ocupación de espacio de un convoy de carretera formado por vehículos enganchados entre sí;
- encajando los trenes delantero y trasero de forma que sus ejes transversales se confundan, el deslizamiento lateral de las ruedas de estos trenes de ruedas en una trayectoria curva se elimina.
- el bajo valor de la variación de avance del pivote del tren delantero limita la fuerza mecánica a aplicar para girar este tren delantero con la ayuda del dispositivo de dirección;
- la configuración de los topes mecánicos, para obtener un radio de giro más pequeño del dispositivo de dirección del vehículo de cabeza superior al radio de giro más pequeño producido por los dispositivos de articulación de los otros vehículos permite la formación de un convoy formado por vehículos enganchados entre sí y presentando distancias entre ejes diferentes, reduciendo el riesgo de bloqueo de este convoy de carretera a causa del bloqueo de tope del dispositivo de articulación de uno de estos vehículos;
- al aplicar el habitáculo en la parte delantera del vehículo, y al fijar el asiento del conductor en el habitáculo, se evita que el volante, de éste vehículo se desplace con relación al conductor cuando el convoy gira. Así, se evita que un conductor o un ocupante del habitáculo sea lesionado por un movimiento del volante.

Según otro aspecto, la invención se refiere igualmente a un convoy de carretera automóvil conforme a la reivindicación 12.

Según otro aspecto, la invención se refiere igualmente a un procedimiento de control de un vehículo automóvil de carretera enganchable conforme a la reivindicación 13.

- 45 Los modos de realización de la invención pueden comprender la característica de la reivindicación 14.

Según otro aspecto, la invención se refiere igualmente a un procedimiento de control de un convoy automóvil de carretera conforme a la reivindicación 15.

Los modos de realización de la invención pueden comprender la característica de la reivindicación 16.

- 50 La invención se comprenderá mejor con la lectura de la descripción que sigue, dada únicamente a título de ejemplo no limitativo y realizada haciendo referencia a los dibujos en los cuales:

- la figura 1 es una ilustración esquemática, en vista por encima, de un convoy de carretera automóvil

- plegado en acordeón como consecuencia de una maniobra de giro in situ;
- la figura 2 representa esquemáticamente en perspectiva un vehículo automóvil de carretera enganchable;
 - las figuras 3 y 4 representan esquemáticamente, según una vista por encima, una geometría de los trenes de ruedas delantero y trasero del vehículo de la figura 2;
 - 5 - la figura 5 representa esquemáticamente un ejemplo de un dispositivo de articulación entre las partes delantera y trasera de chasis del vehículo de la figura 2;
 - la figura 6 representa esquemáticamente según una vista de perfil, una articulación mecánica del dispositivo de articulación de la figura 5;
 - las figuras 7 y 8 representan esquemáticamente los enganches delantero y trasero del vehículo de la figura 2;
 - 10 - la figura 9 representa esquemáticamente, según una vista de frente, el tren trasero de ruedas del vehículo de la figura 2;
 - la figura 10 representa esquemáticamente, según una vista frontal, el tren delantero de ruedas y el dispositivo de dirección del vehículo de la figura 2;
 - 15 - la figura 11 representa esquemáticamente, según una vista de perfil, la variación de avance del pivote del dispositivo de dirección y el tren delantero de ruedas de la figura 10;
 - las figuras 12 y 13 representan esquemáticamente, respectivamente vistas de perfil y en alzado, de un convoy de carrera automóvil que comprende el vehículo de la figura 2;
 - la figura 14 representa esquemáticamente la disposición de los trenes de ruedas del convoy de carretera de las figuras 12 y 13 a lo largo de una trayectoria curva;
 - 20 - la figura 15 es un organigrama de un procedimiento de control del dispositivo de dirección del vehículo de la figura 2;
 - la figura 16 representa esquemáticamente, en vista por encima, de otra disposición de los trenes de ruedas de vehículos enganchados entre sí para formar el convoy de la figura 13;
 - 25 - las figuras 17 a 19 representan esquemáticamente, en vista en alzado, de las variantes del dispositivo de articulación de la figura 5;
 - la figura 20 representa esquemáticamente, según una vista en alzado, de otro modo de realización del dispositivo de dirección de la figura 10 cuando el tren delantero del vehículo de la figura 2 comprende más de una rueda;
 - 30 - las figuras 21 y 22 representan esquemáticamente un convoy de carretera automóvil formado por dos vehículos automóviles enganchables de la figura 2 enganchados entre sí;
 - la figura 23 representa esquemáticamente un ejemplo de definición de un tren de ruedas equivalente a un tren de ruedas del vehículo automóvil de la figura 2;
 - 35 - la figura 24 es un organigrama de un procedimiento de realización de una maniobra en marcha atrás con el convoy de la figura 20.

En estas figuras, las mismas referencias se utilizan para designar los mismos elementos.

En lo que sigue de esta descripción, las características y funciones bien conocidas del experto en la materia no se describen en detalle.

40 Las figuras 2 a 4 representan un vehículo automóvil 20 de carretera enganchable. Este vehículo 20 es apto para desplazarse por una carretera 22 (figura 2), por ejemplo plana. Aquí, esta carretera 22 es plana y horizontal. En este ejemplo, este vehículo 20 comprende:

- tres ruedas;
- un chasis, que incluye partes delantera 24 y trasera 26 (figuras 3 y 4);
- dispositivos de articulación 30 y de dirección 32 (figuras 3 y 4);
- 45 - enganches delantero 34 y trasero 36 (figuras 7 y 8);
- un motor, tal como un motor eléctrico, apto para propulsar el vehículo 20.

El vehículo 20 es pilotado por un conductor. A este respecto, el vehículo 20 comprende un asiento conductor 21 y un puesto de conducción. Este puesto de conducción incluye controles del motor y un volante direccional 23 para dirigir el vehículo 20. Este vehículo 20 comprende aquí igualmente un asiento de pasajero 25. El puesto de conducción y el asiento del conductor 21 están aquí fijados en el interior de un habitáculo 27 del vehículo 20. El habitáculo 27 es solidario sin grado de libertad en movimiento lateral de la parte 24 y reposa aquí completamente sobre esta parte 24. Así, el habitáculo 27 y la parte delantera 24 del chasis se desplazan al mismo tiempo. El habitáculo 27 no está unido mecánicamente directamente con la parte 26. El habitáculo 27 se desplaza por consiguiente en movimiento lateral con relación a la parte posterior 26 del chasis cuando la parte posterior 26 se desplaza con relación a la parte delantera 24.

El asiento del conductor 21 está aquí fijado en el interior del habitáculo 27 permitiendo un desplazamiento limitado para ajustar la posición del asiento 21 por ejemplo en función de la talla y de la corpulencia de un ocupante de este asiento 21. Por ejemplo, el asiento 21 puede presentar un desplazamiento limitado en translación con relación al habitáculo 27 según un grado de libertad. Por desplazamiento limitado, se entiende aquí que el asiento 21 es apto para desplazarse con relación al habitáculo 27 con un recorrido inferior o igual a 50 cm o a 25 cm.

Aquí, el vehículo 20 comprende además una caja, que se apoya a la vez sobre las partes 24 y 26.

Las ruedas son aptas para hacer rodar el vehículo 20 por la carretera 22. Estas ruedas están situadas en el vehículo con el fin de formar trenes delantero 38 y trasero 40 de ruedas. Estos trenes 38 y 40 están aquí fijados, respectivamente, a las partes 24 y 26 del chasis. Estas ruedas están por ejemplo equipadas con neumáticos.

5 Para cada uno de estos trenes de ruedas, se define un «eje transversal» de la forma siguiente:

- si el tren de ruedas solo comprende una rueda, el eje transversal es el eje paralelo al eje de rodadura de esta rueda alrededor de su cubo y pasando por el centro geométrico de la superficie de contacto entre la carretera 22 y esta rueda, cuando esta rueda no es girada, y
- si el tren de ruedas comprende más de una rueda, el eje transversal es el eje que pasa por los centros geométricos de las superficies de contacto entre la carretera 22 y estas ruedas, cuando estas ruedas no son giradas.

Cada uno de estos ejes transversales es solidario, sin grado de libertad, de la parte de chasis sobre la cual está fijado el tren de ruedas respectivo asociado con este eje transversal.

15 El eje de rodadura de una rueda está definido como siendo el eje de rotación horizontal alrededor del cual la rueda gira cuando rueda por la carretera 22.

El dispositivo 32 es aquí apto para girar una o varias ruedas del vehículo. Las ruedas que pueden ser giradas se llaman ruedas «directrices». Las ruedas no directrices no pueden ser giradas y están por consiguiente de forma permanente en una posición no girada.

20 Las ruedas de un vehículo se dicen no giradas cuando las mismas están alineadas entre sí en una posición tal como un vehículo automóvil, idéntico al vehículo 20 pero en el cual el dispositivo 30 es sustituido por una unión rígida que impide todo movimiento de las partes 24 y 26 una con relación a la otra, es apto para desplazarse en línea recta.

Todas las ruedas de un mismo tren están generalmente alineadas a lo largo del eje transversal de este tren cuando estas ruedas no son giradas.

25 En este ejemplo, el tren 38 comprende una única rueda 42. El tren 40 comprende dos ruedas 44 y 46, aquí idénticas y dispuestas paralelamente una a la otra. El eje de rodadura de las ruedas 44, 46 está fijado, sin ningún grado de libertad en rotación en movimiento lateral, en la parte posterior 26 del chasis. Se definen así, según la definición precedente, los ejes transversales 48 y 50, respectivamente, para los trenes 38 y 40.

Se define igualmente un plano longitudinal del vehículo 20 como siendo el plano:

- perpendicular a estos ejes 48 y 50, cuando estos ejes 48 y 50 son paralelos entre sí, y cuando las ruedas del vehículo 20 no son giradas, y
- pasando por los centros de los trenes 38 y 40.

35 En lo que sigue de esta descripción, se considerará la proyección ortogonal de este plano sobre el plano de rodadura. Se hablará entonces de eje longitudinal para designar el eje resultante de esta proyección. Aquí, el centro del tren 38 es el centro de la rueda 42 y el centro del tren 40 es el punto equidistante de los centros de contacto entre la carretera 22 y las ruedas 44 y 46.

Se define un eje longitudinal 47 de la parte 24 del vehículo 20 como siendo el eje solidario de la parte 24 que se confunde con el eje longitudinal del vehículo cuando los ejes 48 y 50 son paralelos y cuando las ruedas del vehículo 20 no son giradas.

40 De igual modo, se define un eje longitudinal 49 de la parte 26, como siendo el eje solidario de la parte 26 confundido con el eje longitudinal del vehículo 20 cuando los ejes 48 y 50 son paralelos y cuando las ruedas del vehículo 20 no son giradas.

El plano de rodadura es el plano que pasa por las superficies de contacto entre la rueda 22 y las ruedas 42, 44 y 46. Este plano de rodadura es aquí horizontal.

45 El dispositivo 30 permite a las partes 24 y 26 pivotar una con relación a la otra alrededor de un eje 39, llamado de articulación, normal a un plano de rodadura del vehículo con el fin de modificar un ángulo de articulación θ (figura 4) del vehículo 20. Este ángulo θ es aquí definido como el ángulo agudo entre los ejes longitudinales 47 y 49 de las partes, respectivamente, 24 y 26. Este eje 39 se encuentra aquí confundido con el eje instantáneo de rotación de las partes 24 y 26 una con relación a la otra. Los ejes 47 y 49 presentan aquí una intersección con el eje 39.

La figura 5 representa con más detalle un ejemplo de este dispositivo 30. En este ejemplo, este dispositivo 30

comprende:

- una articulación mecánica 31,
- un mecanismo accionable 31C de bloqueo de la articulación 31 para mantener el ángulo θ en su valor nulo;
- una unidad 33A de pilotaje automático apta para controlar el mecanismo 31C,
- 5 - topes 35 y 37, dispuestos en el chasis para limitar el radio más pequeño de giro permitido por el dispositivo 30.

El mecanismo 31C es apto para bascular, en alternancia, entre:

- una posición bloqueada, en la cual mantiene las partes 24 y 26 del vehículo 20 alineadas una con relación a la otra, y
- 10 - una posición desbloqueada, en la cual las partes 24 y 26 son libres de pivotar, una con relación a la otra, en rotación alrededor del eje de articulación 39.

Las partes 24 y 26 se dicen alineadas una con relación a la otra si sus ejes longitudinales 47 y 49 se encuentran aquí confundidos.

Este mecanismo 31C comprende aquí:

- 15 - un accionador 33, para modificar el ángulo θ en respuesta a una señal de control, proporcionada por la unidad 33A, y
- un captador 33B para medir el ángulo θ .

Ventajosamente, el dispositivo 30 es apto para mantener, únicamente gracias a su conformación mecánica, el eje instantáneo de rotación de la parte 24 con relación a la parte 26:

- 20 - a equidistancia de los ejes transversales 48, 50 de los trenes de ruedas del vehículo, cuando estos ejes transversales son paralelos, y
- sobre la bisectriz del ángulo agudo formado por estos ejes transversales 48, 50 cuando estos ejes transversales no son paralelos y cuando las ruedas del vehículo 20 no son giradas.

- 25 Aquí, la articulación 31 está situada a equidistancia de los ejes 48 y 50 cuando estos ejes son paralelos. El centro instantáneo de rotación de la parte 24 con relación a la parte 26 está por consiguiente bien situado sobre el eje 39, y es aquí equidistante de los ejes 48 y 50.

- 30 De preferencia, la articulación 31 comprende un limitador de cabeceo configurado para limitar el movimiento de cabeceo de las partes 24 y 26 una con relación a la otra. Por cabeceo de una parte del chasis, se designa aquí un movimiento de balanceo de la parte delantera a la trasera de esta parte de chasis cuando el vehículo 20 se desplaza en línea recta por la carretera 22. Ventajosamente, la articulación 31 comprende además un limitador de balanceo para limitar el movimiento de balanceo entre las partes 24 y 26. Por balanceo de una parte del chasis, se designa aquí un movimiento de pivotamiento lateral alrededor del eje longitudinal de esta parte de chasis cuando el vehículo 20 se desplaza en línea recta por la carretera 22.

La articulación 31 solidariza aquí las dos partes 24 y 26 de forma no soltable.

- 35 El accionador 33 está aquí mecánicamente conectado directamente entre las partes 24 y 26. Además del bloqueo de la articulación 31, el accionador 33 permite aquí empujar de nuevo y, en alternancia, atraer una hacia la otra estas partes 24, 26 haciéndolas pivotar alrededor del eje 39. En respuesta a un control, el accionador 33 es apto para desplazar las partes 24 y 26 para obtener un valor predeterminado del ángulo θ y luego mantener el ángulo θ en este valor mientras un nuevo control no se haya recibido. Por ejemplo, el accionador 33 comprende uno o varios
- 40 gatos tales como gatos hidráulicos.

- 45 Los topes 35, 37 están aquí fijados sin ningún grado de libertad sobre la parte 24. Los mismos están dispuestos para hacer tope sobre contra-topes respectivos montados sin ningún grado de libertad sobre la parte 26 con el fin de limitar el movimiento angular de la articulación 31. Los mismos mantienen por consiguiente el valor del ángulo θ dentro de un margen $[\theta_{\min}; \theta_{\max}]$. La posición en la cual las partes 24 y 26 están alineadas una con relación a la otra corresponde al valor cero del ángulo θ . Por ejemplo, el margen angular $[\theta_{\min}; \theta_{\max}]$ es simétrico alrededor del valor cero y comprendido entre -90° y $+90^\circ$ o entre -55° y 55° .

El vehículo es por consiguiente apto para desplazarse en línea recta cuando las partes 24 y 26 están alineadas y cuando las ruedas no son giradas.

La figura 6 representa un ejemplo de la articulación 31 del dispositivo 30. Esta articulación 31 comprende:

- 50 - un árbol vertical 51, conectado mecánicamente y sin ningún grado de libertad con la parte 26 por una barra

- 52, y
- anillos 56, 57 conectados mecánicamente y sin ningún grado de libertad con la parte 24 del chasis por una barra 55.

El árbol 51 es recibido en rotación en el interior de los anillos 56, 57. Unos resaltes 53, 54, en los extremos del árbol 51, lo retienen en el interior de los anillos 56, 57. Aquí, los anillos 56, 57 están dispuestos, respectivamente, entre la barra 52 y el resalte 53, y entre la barra 52 y el resalte 54. Así, las partes 24 y 26 pueden pivotar alrededor del eje 39. La holgura reducida entre el árbol 51 y el espacio interior de los anillos 56, 57 limita aquí los movimientos de cabeceo y de balanceo de las partes 24, 26 una con relación a la otra.

Las figuras 7 y 8 representan más en detalle, respectivamente, los enganches 34 y 36. Los enganches 34 y 36 están situados, respectivamente, en la parte delantera y en la parte trasera del vehículo 20. Aquí, estos enganches 34 y 36 están fijados en las partes, respectivamente, 24 y 26 del chasis, sin grado de libertad en rotación en movimiento lateral.

El enganche 34 es desplazable, en alternancia, entre posiciones enganchada y desenganchada. En su posición enganchada (figura 7), el enganche 34 coopera con un enganche trasero 60 situado en otro vehículo 62 para enganchar mecánicamente con el vehículo 20. Aquí, el vehículo 62 es idéntico al vehículo 20. En la figura 7, el eje transversal del tren de ruedas trasero del vehículo 62 lleva la referencia 64. Además, para mejorar la legibilidad de las figuras 7 y 8, los ejes transversales de los trenes rodantes de los vehículos enganchados están representados distantes, uno al lado del otro.

En la posición enganchada, la parte delantera 24 del vehículo 20 está mecánicamente conectada, sin ningún grado de libertad en rotación en movimiento lateral, con la parte posterior del chasis del vehículo 62. Por ejemplo, para ello, los enganches 34 y 60 están equipados cada uno de piezas rígidas de formas complementarias aptas para ser encajadas una en la otra por encajamiento. Por ejemplo, el enganche 34 presenta una pieza rígida de forma convexa y el enganche 60 presenta una pieza rígida de forma cóncava. De preferencia, estas formas cóncava y convexa no son redondeadas, con el fin de impedir cualquier rotación alrededor de un eje vertical del enganche 34 con relación al enganche 60 cuando estos enganches 34 y 60 están enganchados. Por ejemplo, las piezas rígidas son de material metálico y fijadas a las partes correspondientes de los chasis de los vehículos 20 y 62 sin grado de libertad en rotación en movimiento lateral. Así, los ejes longitudinales respectivos de la parte 24 y de la parte posterior del vehículo 62 están alineados paralelamente uno con relación al otro. Además, los ejes 48 y 64 se mantienen a una distancia constante uno del otro, al 1% o al 3% aproximadamente, por ejemplo, gracias a un dispositivo de mantenimiento. Por ejemplo, este dispositivo de mantenimiento comprende aquí dos imanes, de polaridad opuesta, dispuestos enfrente uno del otro sobre las partes 24 y 26.

Con el fin de limitar el espacio entre los vehículos 20 y 62 en la posición enganchada, la parte delantera del vehículo 20 y la parte trasera del vehículo 62 presentan formas complementarias una con relación a la otra para permitir a los ejes 48 y 64 confundirse en la posición enganchada. Para eso, el tren delantero 38 del vehículo 20 y el tren trasero del vehículo 62 presentan formas complementarias.

En estas condiciones, en la posición enganchada, la rueda 42 del vehículo 20 está alineada sobre un mismo eje transversal que las ruedas del tren trasero del vehículo 62. Se dice entonces que estos trenes están completamente encajados. Eso reduce el deslizamiento experimentado por las ruedas de los trenes encajados cuando los vehículos enganchados entre sí siguen una trayectoria curva, por ejemplo en viraje. El desgaste de los neumáticos de estas ruedas se reduce así, y el comportamiento en carretera de estos vehículos se mejora.

En la posición desenganchada, estos dos vehículos 20 y 62 están desenganchados uno del otro, y son libres de desplazarse independientemente uno del otro.

De forma análoga, el enganche 36 es desplazable, en alternancia, entre posiciones enganchada y desenganchada. En su posición enganchada (figura 8), el enganche 36 coopera con un enganche delantero 66, situado en un vehículo 68, para enganchar mecánicamente estos vehículos entre sí. A este respecto, los enganches 36 y 66 son, respectivamente, idénticos a los enganches 60 y 34. El vehículo 68 es, por ejemplo, idéntico al vehículo 20. En la figura 8, el eje transversal del tren delantero de ruedas del vehículo 68 lleva la referencia 70.

La figura 9 representa más en detalle el tren 40. Este tren 40 comprende:

- las ruedas 44, 46, y
- un travesaño 80, unido mecánicamente, sin ningún grado de libertad en rotación en movimiento lateral, en la parte 26.

El travesaño 80 se extiende paralelamente al eje 50 del tren 40. Este travesaño 80 une mecánicamente entre sí los cubos 82, 84 respectivamente, de las ruedas 44 y 46. El travesaño 80 se encuentra sobreelevado con relación al eje de rodadura de las ruedas 44 y 46, con el fin de prever un emplazamiento 86 para la rueda delantera del vehículo 68 cuando estos vehículos están unidos entre si por medio del enganche 36. Por ejemplo, este travesaño 80 está

sobreelevado una distancia superior al radio de la rueda 42.

Esta complementaridad de formas permite reducir el espacio que separa dos vehículos enganchados entre sí, y por consiguiente reducir la ocupación de espacio de un convoy de carretera formado por estos vehículos enganchados.

5 Las figura 10 representa un ejemplo del dispositivo 32 para modificar la dirección de la trayectoria del vehículo 20. El dispositivo 32 es apto para modificar el ángulo de giro ϕ (figura 4) de la rueda 42 en respuesta a un control de un conductor del vehículo 20. El ángulo de giro de una rueda delantera del vehículo 20 está aquí definido como el ángulo agudo entre el plano vertical perpendicular al eje de rodadura de la rueda y el plano vertical que contiene el eje longitudinal 47 de la parte 24. Para simplificar la figura 4, el dispositivo 32 está representado desplazado hacia atrás de la rueda 42. Cuando la rueda 42 no es girada, este ángulo ϕ es nulo.

10 Este dispositivo 32 es particularmente apto para ser accionado por un conductor:

- independientemente del dispositivo 30, y
- únicamente cuando el enganche 34 del vehículo 20 se encuentra en su posición desenganchada.

El control de este dispositivo 32 se describe más en detalle con referencia a la figura 15.

Aquí, el dispositivo 32 comprende:

- 15
- una horquilla 90 enganchada a la rueda 42,
 - una columna de dirección 91, y
 - el volante 23 unido, sin grado de libertad en rotación, a la columna 91.

20 Esta horquilla 90 comprende una barra de dirección 92 que se divide, en su extremo inferior, en dos brazos 93 y 95. Los brazos 93 y 95 están fijados a la barra 92. Aquí, la columna 91 está igualmente fijada a la barra 92. Los extremos inferiores de los brazos 93, 95 están unidos mecánicamente con un cubo 94 de la rueda 42 con el fin de permitir la rotación de la rueda 42 alrededor de su eje de rodadura. El dispositivo 32 comprende aquí un cojinete 96 unido mecánicamente sin ningún grado de libertad con la parte 24 del chasis del vehículo 20. La barra 92 pivota en el interior de este cojinete, aquí según un eje de rotación del cojinete 96, con el fin de permitir la rotación de la rueda 42.

25 La figura 10 representa igualmente un ejemplo de realización de un dispositivo 34A de mantenimiento del ángulo de giro de la rueda 42 en su valor nulo cuando el enganche 34 se encuentra en su posición enganchada. En efecto, cuando el vehículo 20 está enganchado al vehículo 62, el eje de rodadura de la rueda 42 se mantiene paralelo al eje de rodadura de las ruedas del tren posterior del vehículo 62. En el caso en que el tren delantero del vehículo 20 comprenda una sola rueda 42, eso vuelve a mantener los ejes transversales 48 y 64 paralelos entre sí mientras estos vehículos 20 y 62 están enganchados. Por ejemplo, los enganches 34 y 60 mantienen los ejes longitudinales respectivos de las partes 24 y posterior del vehículo 62 alineados entre sí. La rueda 42 es llevada en alineación con el eje 47 hasta que el ángulo de giro ϕ sea nulo. Los ejes 48 y 64 están entonces alineados paralelamente entre sí.

30

En este ejemplo de realización, el dispositivo 34A es apto para hacer girar automáticamente la rueda 42, para que el ángulo de giro sea nulo (y por consiguiente que el eje transversal 48 sea paralelo al eje transversal 64), luego en bloquear la rueda 42 en esta posición mientras el enganche 34 se encuentre en su posición enganchada. En este ejemplo, el dispositivo 34A comprende a este respecto:

35

- 40
- un dispositivo de bloqueo 97A accionable,
 - un captador 97B de la posición del enganche 34,
 - un accionador eléctrico 97C controlable, apto para hacer girar la rueda 42 hasta su posición donde su ángulo de giro es nulo, y
 - una unidad 97D de pilotaje del accionador 97C y del pestillo 97A en función de las informaciones proporcionadas por el captador 97B.

Aquí, el accionador 97C comprende igualmente un captador 97E de medición del ángulo de giro ϕ , apto para comunicar con la unidad 97D para proporcionar el valor de este ángulo ϕ .

45 El dispositivo 97A es aquí un pestillo eléctrico accionable. Este dispositivo 97A será por consiguiente llamado a continuación «pestillo». El pestillo 97A está configurado para impedir el accionamiento del dispositivo 32 por el conductor cuando el enganche 34 del vehículo 20 se encuentra en su posición enganchada. A este respecto, este pestillo 97A es desplazable entre:

- 50
- una posición bloqueada en la cual impide la rotación de la columna de dirección 91, y
 - una posición desbloqueada en la cual la columna 91 puede ser desplazada por el conductor para hacer girar la rueda 42.

El captador 97B detecta las posiciones enganchada y desenganchada del enganche 34 y proporciona esta información a las unidades 33A y 97D de pilotaje. El funcionamiento del dispositivo 34A se describe más en detalle en referencia a la figura 15.

- 5 Ventajosamente, el dispositivo 32 presenta una variación de avance del pivote D inferior, en valor absoluto, a la distancia más pequeña que separa el eje 39 del eje 48 cuando los ejes 48 y 50 son paralelos. Esta variación de avance del pivote es aquí, en valor absoluto, tres veces o diez veces inferior a esta distancia más pequeña y, de preferencia, veinte veces inferior a esta distancia.

Por variación de avance del pivote, se designa la distancia algebraica entre:

- 10 - el centro geométrico de la superficie de contacto entre la carretera 22 y la rueda 42, y
- la proyección, en el plano de rodadura, del eje de rotación del dispositivo 96.

15 Aquí, esta variación de avance del pivote D se obtiene seleccionando un ángulo de avance del pivote α («caster angle» en lengua inglesa) cuyo valor absoluto es inferior a 15° o a 10° y superior a 0° . La figura 11 representa más en detalle este ángulo de avance del pivote α . Aquí, este ángulo de avance del pivote α es positivo. Debido al valor reducido de la variación de avance del pivote D, se requiere una fuerza mecánica menor para hacer girar la rueda 42 del tren 38. La maniobrabilidad del vehículo 20 se mejora así.

Accionando el dispositivo 32 independientemente del dispositivo 30, la maniobrabilidad del vehículo 20 se incrementa cuando este vehículo está enganchado con otro vehículo para formar un convoy de carretera. En particular, el riesgo de poner en acordeón dicho convoy de carretera en un giro in situ se reduce.

20 Ventajosamente, cuando el vehículo 20 está en cabeza de un convoy de carretera que comprende otros vehículos enganchados entre sí, es decir que está situado en la parte delantera de uno de estos otros vehículos sin estar el mismo enganchado a la parte posterior de otro vehículo, entonces el radio de giro mínimo del dispositivo 32 (el dispositivo de articulación 30 de este vehículo está bloqueado) es superior al radio de giro mínimo permitido por los dispositivos de articulación respectivos de los vehículos seguidores (cuando sus dispositivos de dirección 32 respectivos no son girados). Esta limitación es, por ejemplo, realizada gracias a los topes 35 y 37 y a topes dispuestos en el dispositivo 32. La limitación del radio de giro del dispositivo 30 de los vehículos seguidores a un valor inferior al del radio de giro del dispositivo 32 reduce el riesgo de bloqueo del dispositivo 30 de los vehículos seguidores, incluso si estos vehículos seguidores presentan longitudes diferentes.

30 Las figuras 12 y 13 representan un convoy de carretera 110 en la carretera 22. En este ejemplo, este convoy 110 está formado por vehículos 20, 62 y 68 enganchados entre sí dos a dos por medio de los enganches 34, 36, 60 y 66. Para simplificar, el detalle de los vehículos del convoy 110 no se ilustra en las figuras 12 y 13. Estos vehículos 20, 62, 68 están aquí alineados de forma rectilínea, de forma que los ejes longitudinales respectivos de estos vehículos se confundan. Los ejes transversales de los trenes delantero y trasero de cada uno de los vehículos son paralelos dos a dos. El tren trasero del vehículo 62 está aquí completamente encajado con el tren 38 del vehículo 20 (fig. 13). De igual modo, el tren delantero del vehículo 68 está completamente encajado con el tren 40 del vehículo 20. Estos trenes encajados entre sí se comportan así respectivamente como únicos trenes de ruedas 120, 122 (figura 13). El vehículo 62 se encuentra en cabeza del convoy 110, con su enganche delantero en posición desenganchada. En lo que sigue, el vehículo 60 se califica de «vehículo de cabeza» del convoy. Los vehículos 20 y 68 se califican de «vehículos seguidores». El dispositivo 32 de este vehículo 62 es controlable por el conductor del vehículo 62, con el fin de dirigir el convoy 110. El dispositivo 30 del vehículo 62 está aquí bloqueado por el accionador 33 y el ángulo θ se mantiene en un valor nulo, de forma que las partes 24 y 26 del chasis estén alineadas longitudinalmente. El dispositivo 32 de los vehículos seguidores 20 y 68 no es accionable por los conductores respectivos de estos vehículos 20 y 68.

La figura 14 representa un convoy 110 según una trayectoria curva, por ejemplo durante una inscripción del convoy 110 en un viraje.

45 Los centros geométricos de los trenes de ruedas respectivos de cada vehículo seguidor del convoy 110 (del cual, aquí, los trenes 120 y 122 y también el tren de ruedas trasero del vehículo 68) siguen una misma trayectoria 130. La trayectoria 130 es aquí un arco de círculo de centro 132. El centro 132 es el punto hacia el cual convergen estos ejes transversales respectivos de los trenes de ruedas de los vehículos seguidores del convoy 110. Los vehículos seguidores 20 y 68 presentan un seguimiento monotraza con relación al tren 120 del vehículo 62 de cabeza, es decir que los centros de los trenes de ruedas respectivos de cada vehículo se encuentran todos a una misma distancia del centro 132. Este seguimiento monotraza está aquí asegurado por la conformación mecánica del dispositivo 30, que permite mantener la posición del eje instantáneo de rotación de la parte 24 con relación a la parte 26:

- 55 - a equidistancia de los ejes transversales 48, 50 los trenes de ruedas del vehículo, cuando estos ejes transversales son paralelos, y
- sobre la bisectriz del ángulo agudo formado por estos ejes transversales 48, 50 cuando estos ejes transversales no son paralelos y cuando las ruedas del vehículo 20 no son giradas.

De forma análoga a lo que ha sido descrito con referencia a los vehículos 62 y 20, los enganches 36 y 66 mantienen los ejes longitudinales respectivos de las partes 26 y delantera del vehículo 68 alineados entre sí. La rueda del tren delantero del vehículo 68 se mantiene alineada con el tren 40 debido a que su dispositivo de dirección se mantiene bloqueado cuando esta rueda no es girada.

- 5 Un ejemplo de un procedimiento de control del vehículo 62 se describirá a continuación, con referencia al organigrama de la figura 15.

Inicialmente, se supone que el vehículo 68 está desenganchado del vehículo 20. En una etapa 200, el conductor del vehículo 20 desengancha su vehículo del vehículo 62. Por ejemplo, para ello, cuando el vehículo 62 está detenido, el conductor pone la marcha atrás. En respuesta, el enganche 34 es automáticamente desplazado hacia su posición desenganchada. El captador 97B del dispositivo 34A detecta inmediatamente este paso a la posición desenganchada y transmite esta información a las unidades 33A y 97D de pilotaje. En respuesta, la unidad 33A controla el accionador 33 para llevar de nuevo el ángulo θ al valor cero y luego bloquear la articulación 31 para impedir que las partes 24 y 26 pivoten una con relación a la otra alrededor del eje 39 mientras que el enganche 34 se encuentra en su posición desenganchada. Unicamente a continuación, la unidad 97D acciona el pestillo 97A para hacerlo pasar de su posición bloqueada a su posición desbloqueada. El vehículo 20 puede a partir de entonces ser pilotado por el conductor con la ayuda del volante 23. Al inicio de la etapa 200, cada uno de los vehículos 20, 62 y 68 es pilotado y dirigido independientemente, con la ayuda de su dispositivo 32 respectivo, por conductores respectivos.

En una etapa 202, el vehículo 20 es enganchado a la parte posterior del vehículo 62. Para eso, mientras el vehículo 62 está detenido, el vehículo 20 se aproxima por detrás del vehículo 62 para encajar los enganches 34 y 60 uno con el otro. Eso provoca automáticamente el paso de los enganches 34 y 60 a su posición enganchada. El captador 97B del dispositivo 34A del vehículo 20 detecta entonces la posición enganchada y transmite inmediatamente esta información a las unidades 33A y 97D de pilotaje. En respuesta, la unidad 33A controla el accionador 33 para liberar en rotación la articulación 31. Por lo tanto, las partes 24 y 26 del vehículo 20 pueden libremente pivotar una con relación a la otra alrededor del eje 39. Al mismo tiempo, el enganche delantero del vehículo 62 permanece en su posición desenganchada. Seguidamente, la unidad 97D controla el accionador 97C para hacer girar automáticamente la rueda 42 del tren delantero 38 a una posición donde su ángulo de giro es nulo. Seguidamente, la unidad 97D controla el desplazamiento del pestillo 97A hacia su posición bloqueada para bloquear en rotación la columna 91 de dirección mientras el enganche 34 se encuentra en su posición enganchada. Así, el dispositivo 32 de este vehículo 20 no puede ya ser accionado por un conductor del vehículo. Particularmente, la articulación del vehículo 62 se mantiene bloqueada en una posición donde su ángulo de articulación es nulo, mientras que su dispositivo de dirección es libre para permitir el pilotaje de este vehículo 62. El conductor del vehículo 62 dirige el convoy así formado con la ayuda del volante 23 de este vehículo.

En una etapa 204, el vehículo 68 está enganchado a la parte posterior del vehículo 20 para formar el convoy 110. La etapa 204 es idéntica a la etapa 202 salvo que la misma se desarrolla entre los vehículos 20 y 68. Además, contrariamente al vehículo 62 en cabeza del convoy 110, la articulación 31 se mantiene libre, mientras que el dispositivo 32 se mantiene en un estado no accionable por el conductor del vehículo 20.

Seguidamente, los vehículos del convoy 110 pueden ser desenganchados los unos de los otros como se ha descrito en la etapa 200.

Numerosos otros modos de realización son posibles. Por ejemplo, las ruedas del vehículo pueden estar distribuidas de distinto modo. Así, en variante, el tren delantero comprende al menos dos ruedas y el tren trasero comprende una sola rueda. En otra variante, el vehículo 20 comprende más de tres ruedas. En esta otra variante, cada tren comprende al menos dos ruedas. El vehículo 20 puede también comprender ruedecillas pivotantes libres de avance positivo («jockey wheel», «caster wheel» o «swivel wheel» en lengua inglesa), fijadas sobre el chasis, pero que no pertenecen a los trenes delantero y trasero. Estas ruedecillas no son particularmente accionables por los dispositivos 30 y 32. La dirección de estas ruedecillas se alinea automáticamente sobre las de la trayectoria del vehículo pues las mismas presentan una variación de avance del pivote positiva.

El vehículo 20 puede presentar una forma diferente de la descrita. Por ejemplo, el vehículo 20 es un cuadriciclo que comprende un solo asiento frontal. El asiento de pasajero 25 puede ser omitido o situado detrás del asiento 21.

El asiento del conductor 21 puede también ser fijado en el habitáculo 27 sin ningún grado de libertad. Sucede lo mismo para el asiento del pasajero 25. Estos asientos pueden también ser ajustados según dos grados de libertad.

Los vehículos que forman el convoy 110 pueden ser diferentes los unos de los otros. Por ejemplo, los vehículos pueden presentar longitudes diferentes. Los trenes delantero y/o trasero de dos de estos vehículos pueden presentar separaciones diferentes. Estos vehículos pueden comprender números de ruedas distintos. Por ejemplo, algunos vehículos comprenden tres ruedas, otros cuatro. Sin embargo, los enganches respectivos delantero y trasero de estos vehículos son idénticos (o, al menos, compatibles entre ellos), para facilitar el enganche de estos vehículos dos a dos. También es posible enganchar un remolque a un vehículo. Por ejemplo, este remolque es idéntico al vehículo salvo que no comprende dispositivo 32 de dirección y que el eje transversal del tren delantero

está bloqueado de forma permanente en una posición donde es paralela al eje transversal del tren posterior del vehículo al cual se engancha. De preferencia, el remolque está desprovisto de asiento para dejar más sitio para transportar equipajes.

5 La forma y/o las dimensiones del emplazamiento 86 son modificadas en el caso en que dos vehículos enganchados comprendan ruedas de diámetros diferentes.

10 Los trenes de ruedas de los vehículos pueden no estar completamente encajados en la posición enganchada. En este caso, de preferencia, las partes delantera y trasera de los vehículos enganchados se conforman para que, en la posición enganchada, los ejes transversales de los trenes posterior y delantero, respectivamente, de los vehículos enganchados estén separados uno del otro por una distancia inferior a la suma del radio de la rueda 42 (o del radio de la rueda delantera del vehículo seguidor cuando las ruedas presentan diámetros diferentes) y del radio de la rueda 44 o 46. En otra variante, esta distancia puede ser superior a la suma de estos radios, como se ha ilustrado en la figura 16. Por ejemplo, el vehículo 20 se engancha a la parte posterior del vehículo 62. El eje transversal 64 del tren posterior de ruedas del vehículo 62 se separa del eje 48 por una distancia (ilustrada por la flecha 220) superior a la suma de estos radios. En este caso, los trenes rodantes se dice estar «en tándem». Tales trenes rodantes en tándem son, por ejemplo, los descritos en el documento US-3294418-A (T.A. MIDDLESWORTH ET AL) haciendo referencia a las figuras 3 y 4 de este documento.

15 En el caso en que estos trenes no estén completamente encajados en la posición enganchada, el dispositivo 32 puede además comprender un dispositivo automático de pilotaje, configurado para modificar el ángulo de giro de las ruedas del tren 24 en respuesta a una señal de control, únicamente cuando este vehículo sea enganchado a la parte posterior de otro vehículo.

La articulación 31 puede ser realizada de distinto modo. Por ejemplo, la articulación 31 es sustituida por una rótula.

20 La figura 17 representa un dispositivo 250 apto para ser utilizado en lugar y sitio del dispositivo 30. Este dispositivo 250 comprende una viga 252 y accionadores 253, 255 que sustituyen el accionador 33. Esta viga 252 se extiende, paralelamente al plano de rodadura del vehículo 20, entre dos extremos respectivamente anclados en las partes 24 y 26 por puntos de anclaje 254 y 256. El accionador 253 se extiende entre la parte 24 y un punto de anclaje 258 en la viga 252. De igual modo, el accionador 255 se extiende entre la parte 26 y un punto de anclaje 260 en la viga 252. Cada punto de anclaje 254, 256, 258 y 260 comprende una unión pivote, cuyo eje de rotación es perpendicular al plano de rodadura. La unidad 33A se modifica para controlar los accionadores 253 y 255 con el fin de modificar el ángulo θ del mismo modo que se ha descrito en el caso del dispositivo 30. El procedimiento de control del vehículo que comprende este dispositivo 250 comprende aquí las etapas 200 a 204 y, ventajosamente, una etapa 206. En esta etapa 206, posterior a la etapa 204 y consecutiva al desplazamiento del vehículo, los accionadores 253, 255 son controlados con el fin de mantener el eje instantáneo de rotación de las partes 24 y 26 una con relación a la otra:

- a equidistancia de los ejes transversales 48, 50 de los trenes de ruedas del vehículo, cuando estos ejes transversales son paralelos, y
- 35 - sobre la bisectriz del ángulo agudo formado por estos ejes transversales 48, 50 cuando estos ejes transversales no son paralelos y cuando las ruedas del vehículo 20 no son giradas.

40 En variante, esta viga 252 está alineada paralelamente a los ejes 47 y 49 de las partes, respectivamente 24 y 26 del vehículo 20 cuando estas partes están alineadas. Un punto central de los puntos de anclaje 254 y 256 está situado de forma equidistante de los ejes transversales 48 y 50. Se define un plano vertical que pasa por este punto central y siendo equidistante de los puntos 254 y 256. Los accionadores 253, 255, sus puntos de anclaje respectivos así como los puntos 258 y 260 son simétricos dos a dos con relación a este plano vertical. Estos accionadores 253 y 255 están regidos por una misma ley de control y presentan un mismo recorrido. Entonces el eje 39 es el eje vertical que pasa por el punto central. Así, el vehículo 20 es apto para presentar una trayectoria monotrazada cuando está comprendido en un convoy de carretera como vehículo seguidor.

45 La figura 18 representa un dispositivo 280 de dirección apto para ser utilizado en el lugar y sitio de los dispositivos 30 o 250. Este dispositivo es idéntico al dispositivo 250, salvo que:

- el accionador 255 sea omitido, y
- una segunda viga 282 sea añadida,
- las vigas 252 y 258 no estén alineadas con relación al eje longitudinal del vehículo 20.

50 En vista en alzado, la viga 282 cruza la viga 252 a nivel del eje instantáneo de rotación 39 de la parte 24 con relación a la parte 26. Estas dos vigas 252 y 282 presentan no obstante una simetría de reflexión con relación a un plano vertical 283, que pasa por el eje 39 y perpendicular al eje longitudinal del vehículo 20, cuando las dos partes del

chasis están alineadas. Las dos vigas no están sin embargo unidas mecánicamente a nivel de este eje 39. Por ejemplo, la viga 282 es idéntica a la viga 252 salvo que sus extremos están respectivamente unidos mecánicamente a las partes 24 y 26 del chasis del vehículo 20 por puntos de anclaje 284 y 286. Los puntos de anclaje 284, 286 son idénticos a los puntos 254 y 256 salvo que se posicionen de forma que la viga 282 cruce la viga 252 como se ha descrito anteriormente. El eje 39 está preferentemente situado a equidistancia de los ejes 48 y 50 del vehículo. Así, el vehículo 20 es apto para presentar una trayectoria monotraza cuando está comprendido en un convoy de carretera como vehículo seguidor.

El accionador 253 puede igualmente ser omitido.

La figura 19 representa un dispositivo de articulación 290 apto para sustituir uno de los dispositivos 30, 250 o 280. Este dispositivo 290 es idéntico al dispositivo 280, salvo que:

- las vigas 252 y 282 están dispuestas de forma que la viga 252 sea paralela a los ejes 47 y 49 cuando las partes 24 y 26 están alineadas;
- el accionador 253 es omitido.

El eje 39 es el eje vertical situado en el punto de cruce de las dos vigas. Sin embargo, incluso si este eje 39 está dispuesto de forma equidistante de los ejes 48 y 50 cuando las partes 24 y 26 están alineadas longitudinalmente, la conformación de este dispositivo 290 no permite mantener el eje instantáneo de rotación sobre la mediatriz de los dos ejes transversales en los trenes rodantes adyacentes ya que los ángulos de articulación no son ya nulos. Este dispositivo produce por consiguiente una deriva del carácter monotraza del vehículo 20 que ya no es apto para presentar una trayectoria monotraza cuando está incluido en un convoy de carretera como vehículo seguidor.

La articulación 31 puede ser colocada en cualquier lugar entre planos verticales que pasan, respectivamente, por los ejes transversales 48 y 50. En particular, es posible colocar la articulación 31 en uno de los planos que pasan por los ejes 48 y 50. En este caso, el eje instantáneo de rotación ya no es equidistante de los dos ejes transversales. El convoy 110 no es entonces monotraza.

El dispositivo 32 puede ser diferente, particularmente cuando el tren 38 comprende más de una rueda. Por ejemplo, la figura 20 representa un dispositivo de dirección 300 apto para sustituir el dispositivo 32 cuando el tren 38 comprende dos ruedas 301, 302. Este dispositivo 300 comprende una dirección automóvil según la geometría llamada de Ackermann («Ackermann steering» en lengua inglesa). A este respecto, este dispositivo 300 comprende:

- porta manguetas 304, 305, respectivamente unidas a las ruedas 301 y 302 y que presentan cada una una palanca de cambio de dirección,
- una viga 306, fijada sin ningún grado de libertad en rotación en movimiento lateral en la parte 24 del chasis y unida mecánicamente a las palancas de cambio de dirección de los porta-manguetas 304 y 305 por uniones pivote de forma que estos porta-manguetas 304 y 305 puedan pivotar alrededor de los ejes de pivote respectivos de las ruedas, y
- una barra 307, conectada mecánicamente con las palancas de cambio de dirección.

Se define el eje de pivote de una rueda como siendo el eje alrededor del cual pivota la rueda cuando la misma es girada, siendo este eje de pivote solidario sin grado de libertad de la parte de chasis al cual el tren de ruedas del cual forma parte la rueda está enganchado. Este eje de pivote es típicamente vertical, a 2° o 3° o 5° o 10° aproximadamente.

Esta dirección 300 está configurada para que el punto de focalización 310 de las palancas de cambio de dirección sea colocado entre planos verticales paralelos que pasan respectivamente por los ejes 70 (del vehículo seguidor) y 39 y, de preferencia, entre los ejes 50 y 39. Esta dirección 300 comprende, por ejemplo, una dirección automóvil de cremallera (no representada en la figura 18).

En otra variante, el dispositivo 32 comprende una dirección llamada «tipo diligencia», en la cual los trenes de ruedas están unidos a los chasis por un eje apto para pivotar alrededor de una clavija maestra vertical («kingpin» en lengua inglesa).

En el caso en que el tren delantero comprenda más de una rueda, el ángulo de giro ϕ está definido, para el conjunto de ruedas de este tren delantero, como siendo el ángulo agudo formado entre un plano vertical que comprende el eje longitudinal 47 de la parte 24 y un plano de giro. Este plano de giro está definido como siendo:

- el plano equidistante a los planos respectivos de las ruedas cuando estas ruedas son paralelas, y
- el plano vertical que forma un plano bisector entre los planos de las ruedas de este tren cuando estas ruedas no son paralelas (lo cual es por ejemplo el caso de las ruedas en el dispositivo 300 cuando estas ruedas son giradas), presentando estos planos de rueda por consiguiente una intersección entre ellos.

5 El plano de una rueda es el plano vertical perpendicular a la proyección ortogonal del eje de rodadura de una rueda sobre el plano de rodadura y que pasa por el centro geométrico de la superficie de contacto entre esta rueda y el plano de rodadura. En estos ejemplos, las ruedas del tren delantero presentan ángulos de inclinación de las ruedas sobre el eje y de convergencia nulos. Las ruedas se extienden por consiguiente perpendicularmente al plano de rodadura. El experto en la materia sabe bien que en variante, estos ángulos de inclinación y/o de convergencia
10 pueden ser no nulos. En el caso en que el ángulo de convergencia no sea nulo, los planos de ruedas se definen como siendo los planos según los cuales las ruedas estarían alineadas si el ángulo de convergencia fuese nulo.

El dispositivo 32 puede también ser sustituido por un dispositivo electrónico de dirección que comprende un accionador eléctrico apto para hacer girar cada rueda delantera. Por ejemplo, este accionador eléctrico es controlado por el conductor a través de una interfaz hombre-máquina. La interfaz hombre-máquina puede
15 comprender el volante 23 asociado con un captador de la posición angular de este volante. En este caso, la columna de dirección es omitida y sustituida por una unidad de control que controla el accionador eléctrico en función del ángulo medido por el captador.

En variante, uno u otro de los brazos 93 o 95 es omitido.

En la posición desenganchada, es también posible prever que los dispositivos 30 y 32 sean, por ejemplo
20 simultáneamente, utilizados. Así, cuando el conductor gira el volante 23 eso provoca una rotación de la columna 91 de dirección y, al mismo tiempo, un control del accionador 33 para modificar el ángulo θ de articulación. La utilización conjunta de los dispositivos 30 y 32 cuando el vehículo 20 está desenganchado de cualquier otro vehículo permite aumentar su ángulo máximo de giro.

El ángulo de avance del pivote α del dispositivo 32 puede ser nulo o negativo. El dispositivo 32 puede igualmente
25 presentar una variación de avance del pivote adicional causada por un desalineamiento del eje de rotación del dispositivo 96 con relación al centro de esta rueda 42.

El mecanismo 31C puede ser omitido. En este caso, la unidad 33A es igualmente omitida. El dispositivo 30 puede entonces ser dejado libre para el vehículo en cabeza del convoy 110. Las etapas 200 y 204 del procedimiento son entonces modificadas.

30 El mecanismo 31C puede no comprender el accionador 33. Este accionador 33 puede por ejemplo ser sustituido por un par de mordazas, solidarias de la parte 24 y aptas para rodear el árbol 51 para impedir la rotación de las partes 24 y 26 una con relación a la otra cuando el mecanismo 31C se encuentra en la posición bloqueada.

El dispositivo 34A de sujeción puede ser realizado de distinto modo. Por ejemplo, en un caso simplificado, el ángulo de avance del pivote α de la rueda 42 es positivo y la horquilla 90 se mantiene libre en rotación en el cojinete 96. En
35 estas condiciones, el ángulo de giro se anula automáticamente en cuanto que el convoy se desplaza a causa del valor del ángulo de avance del pivote α seleccionado. En este modo de realización, el pestillo 97A es sustituido por un mecanismo que desolidariza la columna 91 de dirección de la horquilla 90. Así, el conductor puede siempre girar el volante 23 en la posición enganchada pero eso no tiene ningún efecto sobre la dirección de la rueda 42. Un mecanismo de este tipo de desolidarización puede también ser utilizado como complemento del pestillo 97A en los
40 modos de realización aquí descritos.

El dispositivo 34A puede también ser un dispositivo puramente mecánico. Por ejemplo, en variante, el dispositivo de sujeción comprende guías solidarias del tren posterior o del chasis del vehículo 62. Estas guías son aptas para
45 levantar la rueda 42 cuando el enganche 34 se hunde en el interior del enganche 60. Por ejemplo, estas guías reciben en deslizamiento los extremos de la mangueta 94 para levantar la rueda 42 cuando el enganche 34 se hunde en el interior del enganche 60. Ventajosamente, las mismas guías impiden el giro de la rueda 42 mientras que los enganches 34 y 60 se encuentran en la posición enganchada para cumplir la misma función que el pestillo 97A. Se observará que en esta variante, el dispositivo de sujeción del ángulo de giro de la rueda 42 del vehículo 20 en su valor nulo se encuentra en parte o en su totalidad alojado en el vehículo 62 y no sobre el vehículo 20.

Las diferentes variantes del dispositivo 34A descritas aquí pueden fácilmente ser trasladadas al caso de un tren delantero que comprenda varias ruedas.

5 Los enganches 34 y/o 60 pueden ser realizados de distinto modo. Por ejemplo, en variante, el enganche 34 comprende ganchos y el enganche 60 comprende barras o anillas sobre las cuales los ganchos se acoplan en la posición enganchada para enganchar los dos vehículos. Por ejemplo, los enganches 34, 60 forman un enganche de tres puntos tal como el utilizado para enganchar un remolque a un tractor.

Los enganches 34 y 60 no están necesariamente fijados directamente a las partes 24 y 26 del chasis. Por ejemplo, uno u otro de los enganches 34 y 60 está directamente fijado en el tren de ruedas. Los dos enganches 34, 60 pueden también fijarse directamente en los trenes de ruedas.

10 En variante, los enganches 34 y 60 están configurados para que, en el estado enganchado, la rueda 42 esté alineada con el eje 47 por encajamiento en el tren posterior de ruedas del vehículo 62.

Las ruedas 42, 44 y 46 no llevan forzosamente neumáticos.

En variante, los centros de los trenes rodantes de un mismo vehículo pueden no estar alineados longitudinalmente.

15 La figura 21 representa un convoy automóvil de carretera 400 para el cual se facilita un giro en marcha atrás. Por marcha atrás, se designa un desplazamiento del convoy esencialmente según una dirección de sentido opuesto al sentido de desplazamiento del mismo convoy en marcha hacia delante. La dirección de desplazamiento en marcha atrás está aquí representada por una flecha 402.

20 El convoy 400 está formado por dos vehículos automóviles de carretera enganchables 410 y 412 enganchados entre sí. En esta descripción, por convención, uno se sitúa con relación a la dirección de desplazamiento del convoy en marcha hacia delante para definir cual de los vehículos del convoy 400 está en cabeza del convoy. Sucede lo mismo para calificar la parte «delantera» o la parte «trasera» del convoy 400 o de elementos constitutivos de este convoy 400. El vehículo 410 está aquí colocado en cabeza del convoy 400. El vehículo 412 está aquí colocado en la parte posterior, o en la cola, del convoy 400.

25 El vehículo 410 es idéntico al vehículo 20, salvo que el vehículo 410 comprenda además una unidad de control 430, que se describirá con más detalle en lo que sigue.

Los vehículos 410 y 412 son aquí idénticos.

Para simplificar, solo el vehículo 410 se describirá con detalle. El ejemplar de la unidad 430 que pertenece al vehículo 412 lleva aquí la referencia 432.

30 Los vehículos 410 y 412 son aquí enganchados entre si por medio de sus enganches, respectivamente, trasero y delantero. Los trenes de ruedas, respectivamente, trasero y delantero de los vehículos 410 y 412 están aquí encajados uno en el otro y forman un tren de ruedas equivalente 414, llamado «tren central». En este ejemplo, los indicados trenes de ruedas posterior y delantero de los vehículos 410 y 412 se confunden por consiguiente en un único tren de ruedas y se hará indistintamente referencia a uno u a otro bajo la referencia 414 cuando los vehículos 410 y 412 están enganchados para formar el convoy. Aquí, el tren delantero de ruedas del vehículo 410 lleva la referencia 416 y el tren trasero de ruedas del vehículo 412 lleva la referencia 418.

40 Ventajosamente, el tren 416 presenta una variación de avance del pivote inferior, en valor absoluto, a diez o veinte veces la longitud de la parte 24 del vehículo 410 (indicada a continuación longitud a). Eso permite limitar el riesgo de que la parte 24 del vehículo 410 presente una rotación en movimiento lateral importante alrededor del eje 39 del vehículo 410 cuando las ruedas del tren 416 son giradas mientras que el convoy 400 está inmóvil o se desplaza a velocidad reducida. Lo que es la longitud de la parte 24 se definirá en lo que sigue.

45 El convoy 400 se dice estar en una posición alineada cuando las partes 24 y 26 respectivas de los vehículos 410 y 412 están todas alineadas entre sí y cuando las ruedas del tren delantero no son giradas. Más precisamente, el convoy se dice estar en la posición alineada si los ángulos θ_1 y θ_2 y φ son todos inferiores a 10° o a 5° o a 2° . Se observará aquí respectivamente θ_1 y θ_2 los ángulos de articulación de los dispositivos de articulación 30 de los vehículos 410 y 412.

La unidad 430 está programada para, cuando el convoy efectúa una marcha atrás desde la posición alineada y cuando el vehículo al cual la misma pertenece se encuentra en cabeza del convoy 400, someter los ángulos θ_1 y θ_2 de los vehículos 410 y 412 a valores de consigna $c\theta_1$ y $c\theta_2$ respectivamente calculados, en cada momento, en función del ángulo ϕ de giro del tren delantero de ruedas del vehículo 410. La definición de los valores de consigna $c\theta_1$ y $c\theta_2$ se describirá más en detalle en lo que sigue.

Como se ha indicado anteriormente, cada dispositivo de articulación 30 comprende un accionador 33 aquí apto para desplazar las partes 24 y 26 para obtener un valor predeterminado (o valor de consigna) de su ángulo de articulación θ_1 y θ_2 respectivo, y luego mantener este ángulo en este valor de consigna mientras no sea recibido un nuevo control. Por ejemplo, este desplazamiento y este mantenimiento se realizan por servomando del ángulo de articulación al valor de consigna obtenido. A este respecto, la unidad 33A está programada para controlar el accionador 33 en función del valor de consigna y del ángulo medido por el captador 33B de forma que el dispositivo 30 presente un ángulo de articulación θ_1 y θ_2 igual a este valor de consigna. La unidad 33A comprende aquí a este respecto un regulador tipo PID.

La unidad 430 está por consiguiente programada para:

- medir el ángulo ϕ de giro del tren delantero de ruedas del vehículo 410, aquí por medio del captador 97E del dispositivo 34A;
- calcular, en función del ángulo ϕ medido, valores de consigna, indicados respectivamente $c\theta_1$ y $c\theta_2$, para, respectivamente, los ángulos θ_1 y θ_2 ;
- proporcionar a los dispositivos de articulación 30 respectivos de los vehículos 410 y 412 los valores de consigna calculados.

A este respecto, la unidad 430 comprende:

- un dispositivo de cálculo 442 programado para ejecutar el procedimiento de la figura 24;
- una interfaz 444 de intercambio de datos, apta para:
 - recoger una señal de datos proporcionada por el captador 97E;
 - proporcionar una señal de datos con destino a los dispositivos 30 de los vehículos 410 y 412 que forman el convoy 400.

La interfaz 444 está conectada con el dispositivo 30 y con el captador 97E del vehículo 410, por ejemplo, mediante conexiones por cable. La interfaz 444 está igualmente conectada con la unidad 432 por ejemplo, una conexión inalámbrica 446.

El dispositivo 442 comprende aquí un calculador electrónico, tal como un microprocesador.

Los valores de consigna $c\theta_1$ y $c\theta_2$ son seleccionados de forma que, en un desplazamiento del convoy 400 en marcha atrás, por ejemplo desde la posición alineada del convoy representada en la figura 21, los ejes transversales de los trenes de ruedas 414, 416 y 418 se cortan permanentemente en un mismo centro Ω instantáneo de rotación del convoy 400.

La figura 22 representa más en detalle los parámetros dimensionales utilizados para definir los valores de consigna $c\theta_1$ y $c\theta_2$. Más precisamente, la figura 22 representa esquemáticamente los vehículos 410 y 412. Para simplificar, los trenes de ruedas están representados gráficamente en la figura 22 por una única rueda. La convención de representación gráfica de los trenes de ruedas y de definición del ángulo de giro de las ruedas del tren delantero se esquematiza en la figura 23. Aquí, se considera que dos ruedas 460 y 461 de un tren delantero son equivalentes a una única rueda 462. El ángulo de giro 463 de esta rueda 462 está entonces definido como el ángulo formado entre el eje longitudinal 47 y la recta 464 que une el centro geométrico del tren delantero con el punto de focalización X. Lo que es un punto de focalización se define con referencia a la figura 20.

Se definen los parámetros dimensionales siguientes para el convoy 400 (figura 22):

- γ_1 es el ángulo entre el eje 47 de la parte 24 del vehículo 410 y el eje inicial 470 según el cual el convoy está alineado cuando se encuentra en la posición de alineamiento;
- γ_2 es el ángulo entre el eje 49 de la parte 26 del vehículo 410 y el eje inicial 470;
- γ_3 es el ángulo entre el eje 47 de la parte 24 del vehículo 412 y el eje inicial 470;
- γ_4 es el ángulo entre el eje 49 de la parte 26 del vehículo 412 y el eje inicial 470;
- Ω es el centro instantáneo de rotación definido por los ejes de los trenes 414 y 418 del convoy 400, siendo este centro instantáneo dado por el punto de intersección de los ejes transversales respectivos de los trenes 414 y 418;

- a y c son respectivamente las longitudes de las partes 24 de los vehículos 410 y 412, medidas cada una a lo largo del eje longitudinal 47 de esta parte 24, entre el eje 39 de la articulación 30 y el centro del tren delantero de este vehículo;
- b y d son respectivamente las longitudes de las partes 26 de los vehículos 410 y 412, medidas cada una a lo largo del eje longitudinal 49 de esta parte 26, entre el eje 39 de la articulación 30 y el centro del tren trasero de este vehículo.

Las distancias son aquí todas medidas en un plano paralelo al plano de rodadura del convoy.

En este ejemplo, los vehículos 410 y 412 son idénticos y por consiguiente las longitudes a y b son iguales, respectivamente a las longitudes c y d. Sin embargo, indicaciones y las fórmulas que se describirán en lo que sigue son valederas en el caso general en que los vehículos 410 y 412 no sean idénticos y cuando los valores de a, b, c, d sean diferentes.

De forma general, los valores de consigna son seleccionados para que la trayectoria seguida por el centro geométrico del tren 416 sea tangente al círculo de giro centrado sobre el centro instantáneo de rotación Ω . Esto facilita particularmente la ausencia de deslizamiento del tren delantero en un giro in situ. La posición del centro Ω está definida por la intersección de los ejes transversales de los trenes 414 y 418. En lo que sigue, se indicará condición de optimalidad esta condición.

Se define aquí un sistema de coordenadas cartesianas tomando como origen la posición inicial del centro geométrico del tren 418 antes del desplazamiento en marcha atrás del convoy 400 y tomando:

- por eje de abscisas el eje 470, y
- por eje de ordenadas un eje perpendicular al eje 470 y paralelo al plano de la carretera.

Con estas convenciones, el centro Ω está definido por las relaciones siguientes:

$$\overrightarrow{\Omega AR} \cdot \overrightarrow{TAR} = 0 \quad \text{y} \quad \overrightarrow{\Omega MI} \cdot \overrightarrow{TMI} = 0, \quad \text{donde:}$$

- el punto AR es el centro geométrico del tren 418;
- $\overrightarrow{TAR}$ es el vector tangente a la trayectoria del centro geométrico del tren 418 y que tiene por origen el punto, AR, en una maniobra de giro in situ;
- el punto MI es el centro geométrico del tren 414;
- $\overrightarrow{TMI}$ es el vector tangente a la trayectoria del centro geométrico del tren 414 y que tiene por origen el punto MI, en una maniobra de giro in situ;
- $\overrightarrow{\Omega AR}$ y $\overrightarrow{\Omega MI}$ son los vectores que unen el centro Ω con el punto, respectivamente, AR y MI.

En un desplazamiento del convoy 400, el punto AR tiene en esta marcación las coordenadas x_{AR} y y_{AR} definidas como sigue:

$$x_{AR} = d \times (1 - \cos(\gamma_4))$$

$$y_{AR} = \frac{d}{2} \times \ln \left(\frac{1 + \sin(\gamma_4)}{1 - \sin(\gamma_4)} \right) - d \times \sin(\gamma_4)$$

con:

$$\gamma_4 = \arcsin \left(\frac{\left(\frac{1 + \sin(\gamma_3)}{1 - \sin(\gamma_3)} \right)^{\frac{c}{d}} - 1}{\left(\frac{1 + \sin(\gamma_3)}{1 - \sin(\gamma_3)} \right)^{\frac{c}{d}} + 1} \right)$$

Igualmente, en un desplazamiento del convoy 400, el punto MI tiene en esta marcación las coordenadas x_{MI} y y_{MI} definidas como sigue:

5

$$x_{MI} = d + c \times \cos(\gamma_3)$$

$$y_{MI} = \frac{c}{2} \times \ln \left(\frac{1 + \sin(\gamma_3)}{1 - \sin(\gamma_3)} \right) - c \times \sin(\gamma_3)$$

Los vectores $\overrightarrow{TAR}$ y $\overrightarrow{TMI}$ tienen por valor:

10

$$\overrightarrow{TAR} = \begin{pmatrix} \cos(\gamma_4) \\ \sin(\gamma_4) \end{pmatrix} \quad \overrightarrow{TMI} = \begin{pmatrix} -\cos(\gamma_3) \\ \sin(\gamma_3) \end{pmatrix}$$

La condición optimizada se traduce entonces por la ecuación siguiente:

15

$$\overrightarrow{\Omega AV} \cdot \overrightarrow{TAV} = 0$$

donde:

20

- el punto AV es el centro geométrico del tren 416;
- $\overrightarrow{TAV}$ es el vector tangente a la trayectoria descrita por el centro geométrico del tren 416 y que tiene por origen el punto AV, en una maniobra de giro in situ;
- $\overrightarrow{\Omega AV}$ es el vector que une el centro Ω con el punto AV.

En el ejemplo, el vector $\overrightarrow{TAV}$ se indica de la forma siguiente:

25

$$\overrightarrow{TAV} = \begin{pmatrix} -(c+b) \times \sin(\gamma_3) - a \times \cos(\gamma_1) \times \frac{d\gamma_1}{d\gamma_3} \\ \frac{c \times \sin^2(\gamma_3)}{\cos(\gamma_3)} - b \times \cos(\gamma_3) + a \times \cos(\gamma_1) \times \frac{d\gamma_1}{d\gamma_3} \end{pmatrix}$$

30

La condición de optimicidad permite así establecer una ecuación diferencial que permite definir el ángulo γ_1 en función del ángulo γ_3 . Esta ecuación diferencial es integrable en función de la condición inicial $\gamma_1(\gamma_3=0) = 0$, que corresponde a la condición de alineamiento del convoy 400.

El ángulo γ está entonces definido por la relación siguiente:

35

$$\varphi = -\operatorname{atan}\left(\frac{\frac{c \times \sin^2(\gamma_3)}{\cos(\gamma_3)} - b \times \cos(\gamma_3) + a \times \cos(\gamma_1) \times \frac{d\gamma_1}{d\gamma_3}}{-(c+b) \times \sin(\gamma_3) - a \times \cos(\gamma_1) \times \frac{d\gamma_1}{d\gamma_3}}\right) + \gamma_1$$

5

Tomando por hipótesis que los ángulos γ_1 , φ y γ_2 son pequeños, esta ecuación diferencial puede ser resuelta de forma aproximada. Se obtienen entonces las aproximaciones siguientes, pues en este caso los ángulos γ_1 a γ_4 son ellos también pequeños:

- 10
- $\gamma_2 = \gamma_3$;
 - $\gamma_4 = \gamma_3 \cdot c/d$;
 - $b \cdot \gamma_2 = a \cdot \gamma_1$.

La resolución de esta ecuación en estas condiciones conduce a la solución siguiente:

- θ_1 es igual a $\varphi \cdot [d \cdot (a+b)] / [a \cdot d + a \cdot b + a^2 + b \cdot d]$ y
- θ_2 es igual a $\varphi \cdot [a \cdot (c+d)] / [a \cdot d + a \cdot b + a^2 + b \cdot d]$.

- 15
- Los valores de las consignas $c\theta_1$ y $c\theta_2$ son por consiguiente aquí seleccionados iguales a, respectivamente, $\varphi \cdot [d \cdot (a+b)] / [a \cdot d + a \cdot b + a^2 + b \cdot d]$ y $\varphi \cdot [a \cdot (c+d)] / [a \cdot d + a \cdot b + a^2 + b \cdot d]$. En estas condiciones, servomando los ángulo θ_1 y θ_2 con estos valores de consigna, respectivamente, $c\theta_1$ y $c\theta_2$ en un giro in situ o en marcha atrás, la trayectoria del tren 416 se centra sobre el centro instantáneo de rotación Ω de los trenes 414 y 418.

- 20
- Así, el convoy 400 se conduce en marcha atrás de forma simplificada, en la medida en que todos los trenes de ruedas del convoy 400 tienen una trayectoria centrada sobre el mismo centro instantáneo de rotación Ω , como es el caso para un vehículo automóvil convencional de dos ejes y desprovisto de dispositivo de articulación 30. Esta configuración reduce, incluso suprime también el inconveniente de la puesta en cartera con relación al resto del convoy que presentaría naturalmente en marcha atrás el tren 418, debido a su variación de avance del pivote negativa, si los dispositivos 30 de los vehículos 410 y 412 fueran libres de moverse sin servocontrol. La marcha atrás
- 25
- del convoy 400 se facilita así, pues el convoy 400 presenta así un riesgo menor de formar acordeón en un giro de las ruedas del tren 416, que este giro sea realizado in situ o durante un desplazamiento en marcha atrás. Además, esta ventaja se logra sin que sea necesario hacer que se deslicen las ruedas en la carretera, es decir sin tener que hacer deslizar las ruedas perpendicularmente a su trayectoria. Se limita así el desgaste de los neumáticos de las ruedas.

- 30
- En este ejemplo, el valor de φ es de preferencia limitado dentro de un intervalo predefinido. Por ejemplo, el valor de φ es, en valor absoluto, inferior o igual a 20° o a 15° o a 10° .

- 35
- El cálculo de $c\theta_1$ y $c\theta_2$ es aquí realizado en tiempo real, cuando el convoy 400 esté inmóvil o en desplazamiento en marcha atrás. Cuando el convoy 400 está en desplazamiento en marcha atrás, este cálculo se realiza reactualizando los valores medidos y calculados a medida que se va produciendo el desplazamiento del convoy 400 en función particularmente de la evolución del valor de φ . Así, los valores de $c\theta_1$ y $c\theta_2$ se recalculan y luego se transmiten a los dispositivos 30 respectivos en diversos momentos en el transcurso de la marcha atrás del convoy 400. Por ejemplo, los valores de $c\theta_1$ y $c\theta_2$ se reactualizan cada 10 ms o cada 100µs.

Ventajosamente, la unidad 430 es apta para detectar si el convoy 400 se encuentra en una posición no alineada cuando el conductor del convoy 400 (es decir, aquí, el conductor del vehículo 410 situado en cabeza del convoy 400) desea empezar una maniobra de marcha atrás.

- 40
- En este caso, la unidad 430 es apta para impedir la marcha atrás mientras el convoy no se encuentre en una posición alineada.

Un ejemplo de un procedimiento de realización de una marcha atrás del convoy 400 va a ser ahora descrito, en referencia al organigrama de la figura 24 y con la ayuda de las figuras 21 y 22.

- 45
- En una etapa 500, la unidad 430 comprueba automáticamente si el convoy se encuentra en una posición alineada. Por ejemplo, la unidad 430 recoge los valores de los ángulos θ_1 y θ_2 medidos por los captadores 33B respectivos de los dispositivos 30 de los vehículos 410 y 412 y compara estos valores medidos con relación a los valores límite predefinidos. En este ejemplo, si al menos uno de los valores de los ángulos θ_1 , θ_2 y φ medidos es superior en valor absoluto a un valor límite predefinido igual a 10° o a 5° o a 3° o a 1° ; entonces el convoy es considerado como que no se encuentra en posición alineada.

Si el convoy 400 es considerado como que no se encuentra en posición alineada, entonces, la puesta en marcha atrás es inhibida mientras el convoy 400 no esté en posición alineada. En efecto, si se trata de meter una marcha atrás mientras el convoy está inmóvil y no está alineado, se corre el riesgo de provocar un deslizamiento importante de los neumáticos de las ruedas de uno de los trenes 414, 416 o 418.

5 Aquí, a continuación, en una etapa 502, el convoy 400 es automáticamente realineado.

Si el convoy es considerado como que se encuentra en posición alineada, entonces el procedimiento pasa a la etapa 504.

Seguidamente, una vez que el convoy 400 se encuentra en la posición alineada, la unidad 430 permite el desplazamiento del convoy 400 en marcha atrás, en una etapa 504.

10 En una etapa 506, la unidad 430 servomanda los ángulos θ_1 y θ_2 . Esta etapa 506 empieza aquí cuando el convoy 400 está inmóvil en la posición alineada, luego continúa de forma concomitante en desplazamiento marcha atrás del convoy 400.

Primeramente, los dispositivos 30 de los vehículos 410 y 412 son controlados por la unidad 430 para acompañar un movimiento de giro del convoy 400 impuesto por el conductor del convoy. Más precisamente, aquí, la unidad 430:

15 - recoge los valores actuales del ángulo ϕ medidos por el captador 97E;
 - calcula los valores de consigna $c\theta_1$ y $c\theta_2$;
 - proporciona los controles a los dispositivos de articulación 30 respectivos de los vehículos 410 y 412 que contienen particularmente los valores de consigna. Por ejemplo, aquí, una señal de control que contiene el valor de consigna $c\theta_1$ es transmitida a la unidad 33A del vehículo 410 y una señal de control que contiene el valor de consigna $c\theta_2$ es transmitida a la unidad 33A del vehículo 412 por mediación de la conexión 446 y de la unidad 432. La unidad 33A del dispositivo 30 del vehículo 410 controla el accionador 33 del dispositivo 30 al cual pertenece, en función del ángulo θ_1 medido por el captador 33B para que el ángulo de articulación θ_1 sea igual al valor de consigna $c\theta_1$. Sucede lo mismo para la unidad 33A del dispositivo 30 del vehículo 412, en referencia al ángulo θ_2 y al valor de consigna $c\theta_2$.

25 Estas etapas de recogida, cálculo y de suministro se repiten aquí en diferentes momentos, tanto cuando el convoy 400 está inmóvil como cuando el convoy 400 se desplaza marcha atrás.

En este ejemplo, la unidad 432 juega un papel pasivo, es decir que los valores de consigna $c\theta_1$ y $c\theta_2$ son únicamente calculados por la unidad 430. Eso se debe al hecho de que el vehículo 412 no está en cabeza del convoy 400. La unidad 432 tiene aquí únicamente por función, mientras el vehículo 412 esté enganchado en la parte posterior del vehículo 410, trasladar las señales de control de la unidad 430 al dispositivo 30 del vehículo 412. A este respecto, cada unidad 430 o 432 determina previamente, con la ayuda del captador 97B de posición del enganche 34, si el vehículo al cual pertenece está en cabeza del convoy o no.

30 Por último, en una etapa 508, la marcha atrás se detiene. El convoy 400 puede entonces inmovilizarse o desplazarse en marcha hacia delante. El convoy 400 puede igualmente desplazarse de nuevo en marcha atrás. En este caso, la etapa 500 se aplica de nuevo.

Los valores de las consignas $c\theta_1$ y $c\theta_2$ que permiten mantener los ángulos θ_1 y θ_2 sobre valores donde la condición optimizada se ha hecho pueden calcularse de distinto modo. Por ejemplo, otras aproximaciones a las expuestas anteriormente para obtener las fórmulas que proporcionan los valores de las consignas $c\theta_1$ y $c\theta_2$ en función del ángulo ϕ pueden ser realizadas. Generalmente, sean cuales fueren las fórmulas utilizadas, los valores de las consignas $c\theta_1$ y $c\theta_2$ son iguales, respectivamente a $\phi^*[d^*(a+b)]/[a^*d+a^*b+a^2+b^2d]$ y $\phi^*[a^*(c+d)]/[a^*d+a^*b+a^2+b^2d]$ al 20% aproximadamente o 10% aproximadamente o 5% aproximadamente, para valores de ángulo ϕ bajos.

En variante, el convoy 400 comprende vehículos no motorizados. Por ejemplo, el convoy 400 está formado por un vehículo automóvil y por un remolque.

En variante, el vehículo 412 está desprovisto del dispositivo 32.

45 Alternativamente, los vehículos 410 y 412 pueden presentar diferencias particularmente en sus dimensiones. Así, las longitudes a y c pueden ser diferentes. De igual modo, las longitudes b y d pueden ser diferentes.

En variante, los trenes de ruedas, respectivamente, trasero y delantero de los vehículos 410 y 412 no están encajados. Por ejemplo, estos trenes de ruedas se encuentran en la configuración «en tándem» anteriormente descrita. En este caso, el tren central es el tren equivalente formado por estos trenes en tándem.

50 En variante, las unidades 430 y 432 están configuradas para que la unidad 430 transmita el valor de ϕ a la unidad 432 y para que esta unidad 432 calcule el valor de consigna $c\theta_2$ a partir de este valor de ϕ transmitido.

Ventajosamente, la unidad 430 es apta para controlar un restablecimiento del convoy 400 a su posición alineada. A este respecto, la unidad 430 es particularmente apta para recoger los valores de ángulos medidos por los captadores 33B respectivos de los dispositivos 30 de los vehículos 410 y 412 y por el captador 97E.

- 5 Las unidades 430 y 432 pueden ser realizadas de distinto modo. Por ejemplo, estas unidades 430 y 432 son realizadas por medio de un mecanismo mecánico tal como una transmisión de bielas, una cadena, una cable o también una correa. Este mecanismo está dimensionado con el fin de servomandar los ángulos θ_1 y θ_2 a los valores de $\cos \theta_1$ y $\cos \theta_2$.

La limitación del valor de ϕ puede ser realizada de distinto modo o incluso omitida.

- 10 En variante, el ángulo 463 está definido como teniendo por valor la media entre los valores de los ángulos de giro de las dos ruedas 460 y 461. Cuando el tren de ruedas solo comprende una rueda, entonces el ángulo 463 está definido por el valor de ángulo de giro de esta rueda. Sucede lo mismo cuando el tren de ruedas comprende una dirección de tipo diligencia. En variante, este ángulo 463 puede estimarse por la implantación de un captador en un dispositivo mecánico que reproduzca de forma aproximada la cinemática de este ángulo 463.

- 15 La reactualización de los valores medidos y calculados por la unidad de control puede ser realizada en momentos diferentes. Esta reactualización puede también solo tener lugar cuando el conductor del convoy 400 manipule el volante 23.

- 20 El servomando para realizar la marcha atrás puede igualmente ser utilizado cuando el convoy 400 está parado, en situación de marcha atrás y cuando el conductor gira in situ las ruedas del tren 416. El convoy 400 se dice estar en situación de marcha atrás cuando el conductor del convoy 400 ha metido la marcha atrás pero no pone en movimiento el convoy 400. Las etapas descritas con referencia al desplazamiento del convoy en marcha atrás pueden así aplicarse cuando el convoy 400 está parado. Particularmente, en la etapa 500, el volante 23 es inhibido mientras el convoy 400 esté en situación de marcha atrás pero no lo es en la posición alineada. En la etapa 504, la unidad 540 permite además el desplazamiento del volante 23 para girar las ruedas in situ. En la etapa 506, las operaciones de servomando, de recogida, cálculo y suministro son entonces reiteradas de forma concomitante al accionamiento in situ del volante 23 por el conductor del vehículo.

- 30 El servomando de los ángulos de articulación θ_1 y θ_2 para realizar una marcha atrás tal como se ha descrito aquí con referencia al convoy 400 puede ser utilizado independientemente de las características que se refieran al carácter enganchable de los vehículos 410 y 412. Así, este servomando puede ser realizado para un convoy automóvil de carretera en el cual los vehículos 410 y 412 no son desenganchables o no son aptos para circular de forma autónoma cuando están desenganchados uno del otro. Por ejemplo, este servomando puede ser utilizado en cualquier vehículo automóvil que presente tres trenes de ruedas separadas dos a dos por dispositivos de articulaciones que presenten las características del dispositivo 30. Por ejemplo, este servomando puede ser utilizado en un vehículo automóvil tal como un tren de carretera o un autobús bi-articulado.

35

REIVINDICACIONES

1. Vehículo automóvil (20) de carretera enganchable, que comprende:

- al menos tres ruedas (42, 44, 46), aptas para hacer rodar el vehículo automóvil por una carretera plana (22), repartidas entre dos trenes delantero (38) y trasero (40) de ruedas del vehículo automóvil;
- un chasis, que comprende:
 - una parte delantera (24) sobre la cual va fijado el tren delantero;
 - una parte trasera (26) sobre la cual va fijado el tren trasero;
 - un dispositivo de articulación (30), interpuesto entre las partes delantera y trasera del chasis, permitiendo este dispositivo de articulación a la parte delantera pivotar, con relación a la parte trasera, alrededor de un eje de articulación (39) normal a un plano de rodadura del vehículo, con el fin de modificar un ángulo de articulación (θ) del vehículo, estando este plano de rodadura definido como el plano que pasa por las superficies de contacto entre la carretera y las ruedas del vehículo;
- enganches delantero (34) y trasero (36), situados, respectivamente, en la parte delantera y en la parte trasera del vehículo automóvil,
 - siendo el enganche delantero (34) desplazable, alternativamente, entre:
 - una posición enganchada, en la cual este enganche delantero coopera con un enganche trasero (60), idéntico al enganche trasero de este vehículo y situado en otro vehículo, para enganchar mecánicamente, sin grado de libertad en rotación en movimiento lateral, estos vehículos entre sí, y alinear la parte delantera de este vehículo con la parte trasera del otro vehículo, y
 - una posición desenganchada, en la cual estos vehículos están desenganchados uno del otro;
 - siendo el enganche posterior (36) desplazable, alternativamente, entre:
 - una posición enganchada, en la cual este enganche posterior coopera con un enganche delantero (66), idéntico al enganche delantero de este vehículo y situado en otro vehículo, para enganchar mecánicamente, sin grado de libertad en rotación en movimiento lateral, estos vehículos entre sí y alinear la parte posterior de este vehículo con la parte delantera del otro vehículo, y
 - una posición desenganchada, en la cual estos vehículos están desenganchados uno del otro;

caracterizado por que el vehículo automóvil comprende un dispositivo de dirección (32), apto para modificar, en respuesta a un control de un conducto del vehículo, el ángulo de giro (φ) de cada rueda del tren delantero, siendo este dispositivo de dirección apto para ser accionado independientemente del dispositivo de articulación, presentando este dispositivo de dirección una variación de avance del pivote (D) estrictamente inferior, en valor absoluto, al tercio de la distancia más pequeña que separa el eje de articulación de un eje transversal del tren delantero cuando el eje transversal del tren delantero es paralelo a un eje transversal del tren posterior, estando el eje transversal de un tren de ruedas definido como siendo:

- el eje que pasa por el centro geométrico de la superficie de contacto entre la carretera y las ruedas del tren de ruedas cuando este tren comprende más de una rueda y cuando estas ruedas no son giradas, y
- el eje paralelo al eje de rodadura de una rueda y que pasa por el centro geométrico de la superficie de contacto entre la carretera y esta rueda, si el tren de ruedas comprende únicamente esta rueda y cuando esta rueda no es girada.

2. Vehículo según la reivindicación 1, en el cual el vehículo comprende un dispositivo de mantenimiento (34A) del ángulo de giro de cada rueda del tren delantero, de este vehículo o de otro vehículo al cual esté enganchado, a su valor nulo, en tanto en cuanto este vehículo esté enganchado a otro vehículo.

3. Vehículo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual el dispositivo de articulación (30) comprende un mecanismo controlable de bloqueo (31C) apto para bascular, alternativamente, entre:

- una posición bloqueada, en la cual bloquea el dispositivo de articulación en una posición donde las partes delantera y trasera del chasis del vehículo están alineadas una con relación a la otra, mientras el enganche delantero de este vehículo está desenganchado, y
- una posición desbloqueada, en la cual las partes delantera y trasera son libres de pivotar, una con relación a la otra, en rotación alrededor del eje de articulación (39), mientras el enganche delantero de este vehículo está enganchado.

4. Vehículo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual el dispositivo de articulación (30) comprende una articulación mecánica (31) que incluye una unión pivote según el eje de articulación (39), estando este eje de articulación posicionado a igual distancia de los ejes transversales (48, 50) de los trenes de ruedas

delantero (38) y trasero (40) del vehículo (20).

5. Vehículo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual el vehículo comprende un dispositivo de articulación (280) que comprende primera (252) y segunda (282) vigas que se extienden cada una, paralelamente al plano de rodadura del vehículo (20), entre dos extremos respectivamente anclados a las partes delantera y trasera del vehículo mediante puntos de anclaje (254, 256, 284, 286) comprendiendo cada uno una unión pivote cuyo eje de rotación es perpendicular al plano de rodadura; estando estas primera y segunda vigas cruzadas una con relación a la otra a nivel del eje de articulación y presentando, cuando las partes delantera (24) y trasera (26) del chasis están alineadas, una simetría de reflexión con relación a un plano vertical (283), pasando por el eje de articulación (39) y paralelo al eje transversal del tren trasero de ruedas, estando el eje de articulación posicionado a equidistancia de los ejes transversales de los trenes delantero y trasero de ruedas del vehículo.
6. Vehículo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual los trenes delantero (38) y trasero (40) presentan formas complementarias, de manera que, en la posición enganchada, el tren delantero del otro vehículo sea apto para ser encajado en el tren trasero de este vehículo, de forma que los ejes transversales de los trenes trasero y delantero, respectivamente, de este vehículo y del otro vehículo estén separados uno del otro por una distancia inferior a la suma del radio de una rueda de este tren delantero y del radio de una rueda de este tren trasero y, de preferencia, de forma que estos ejes transversales se confundan entre sí.
7. Vehículo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el cual los enganches delantero y trasero están configurados para que, en la posición enganchada, un eje transversal del tren delantero del otro vehículo esté distante de un eje transversal del tren trasero de este vehículo por una distancia (224) superior o igual a la suma del radio de una rueda de este tren delantero y del radio de una rueda de este tren trasero.
8. Vehículo según la reivindicación 3, en el cual el dispositivo de articulación comprende topes mecánicos (35, 37), dispuestos para que el radio más pequeño de giro del dispositivo de dirección del vehículo, cuando el mecanismo accionable de bloqueo se encuentra en su posición bloqueada, sea superior al radio más pequeño de giro permitido por el dispositivo de articulación.
9. Vehículo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual:
 - el tren delantero comprende dos ruedas (301, 302);
 - el dispositivo de dirección comprende una dirección Ackermann (300) apta para modificar el ángulo de giro de estas ruedas.
10. Vehículo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el cual:
 - el tren delantero comprende una única rueda (42);
 - el dispositivo de dirección (32) comprende una barra de dirección (92) conectada mecánicamente con un cubo (94) de la rueda y un cojinete (96) en el interior del cual pivota la barra de dirección.
11. Vehículo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende:
 - un volante (23) apto para accionar el dispositivo de dirección;
 - un asiento de conductor (21) desde el cual un conductor del vehículo es apto para accionar el indicado volante;
 - un habitáculo (27) solidario sin grado de libertad en movimiento lateral de la parte delantera del chasis de forma que el habitáculo se desplace con relación a la parte trasera del chasis cuando el ángulo de articulación varía, fijándose el medio de control y el asiento del conductor en el interior de este habitáculo.
12. Convoy de carretera automóvil (110), que comprende al menos dos vehículos automóviles de carretera enganchados, **caracterizado por que** cada uno de estos vehículos es conforme a una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, estando estos vehículos enganchados dos a dos por medio de los enganches delantero y trasero respectivos de estos vehículos.
13. Procedimiento de control de un vehículo automóvil de carretera enganchable conforme a una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado por que:**
 - cuando el enganche delantero se encuentra en su posición enganchada (202), el dispositivo de articulación es controlado para dejar las partes delantera y trasera del chasis libres de pivotar alrededor del eje de articulación y el dispositivo de dirección es inhibido, de forma que no pueda ser accionado por el conductor;

- cuando el enganche delantero se encuentra en la posición desenganchada (204), el dispositivo de dirección es activado, de forma que pueda ser accionado por el conductor.

14. Procedimiento de control según la reivindicación 13, que comprende:

- la provisión de al menos un accionador accionable, apto para modificar el posicionamiento del eje instantáneo de rotación de la parte delantera con relación a la parte trasera del chasis del vehículo;
- el control (206) de dicho al menos un accionador con el fin de mantener el eje instantáneo de rotación de la parte delantera del chasis con relación a la parte trasera del chasis:

- a equidistancia de los ejes transversales de los trenes de ruedas del vehículo, cuando estos ejes transversales son paralelos, y

- sobre la bisectriz del ángulo agudo formado por estos ejes transversales cuando estos ejes transversales no son paralelos.

15. Procedimiento de control de un convoy automóvil de carretera para realizar un desplazamiento en marcha atrás, **caracterizado por que** comprende:

- la provisión de un convoy automóvil de carretera (400) conforme a la reivindicación 12, estando este convoy formado por un primero y segundo vehículos (410, 412) enganchados entre sí, estando el primer vehículo (410) colocado en cabeza del convoy automóvil (400), designando la cabeza del convoy el extremo del convoy automóvil hacia el cual se desplaza el convoy automóvil cuando el convoy se desplaza en marcha hacia adelante, correspondiendo la marcha hacia delante a un sentido de desplazamiento opuesto al de la marcha atrás, estando el segundo vehículo enganchado detrás del primer vehículo;

- el desplazamiento (504) del convoy en marcha atrás;

- el servomando (506) durante el desplazamiento en marcha atrás de los dispositivos de articulación de los primero y segundo vehículos con el fin de mantener la trayectoria seguida por el centro geométrico del tren delantero de ruedas del primer vehículo tangente en un círculo de giro del cual el centro está situado en la intersección de los ejes transversales de los trenes de ruedas traseros (414, 418) de los primero y segundo vehículos.

16. Procedimiento según la reivindicación 15, en el cual el servomando comprende:

- el servomando del ángulo de articulación θ_1 , del primer vehículo (410) a un valor de consigna $c\theta_1$, siendo el valor de la primera consigna $c\theta_1$ igual en permanencia a $\varphi^*[d^*(a+b)]/[a^*d+a^*b+a^2+b^*d]$ al 20% aproximadamente con:

- φ es el valor actual del ángulo de giro de las ruedas del tren de ruedas delantero (416) del primer vehículo, siendo este ángulo φ , en valor absoluto, inferior o igual a 20° ;

- a y c son, respectivamente, las longitudes de las partes delantera (24) de los primero (410) y segundo (412) vehículos del convoy (400), siendo estas longitudes medidas, para cada vehículo, entre el eje de articulación (39) de dicho vehículo y el centro geométrico del tren de ruedas delantero (416, 414) de este vehículo;

- b y d son, respectivamente, las longitudes de las partes traseras (26) de los primero (410) y segundo (412) vehículos del convoy (400), siendo estas longitudes medidas, para cada vehículo, entre el eje de articulación (39) de dicho vehículo y el centro geométrico del tren de ruedas trasero (414, 418) de éste vehículo;

- y simultáneamente, el servomando del ángulo de articulación θ_2 del segundo vehículo (412) a un valor de consigna $c\theta_2$, siendo el valor de la segunda consigna $c\theta_2$ igual permanentemente a $\varphi^*[a^*(c+d)]/[a^*d+a^*b+a^2+b^*d]$ al 20% aproximadamente.

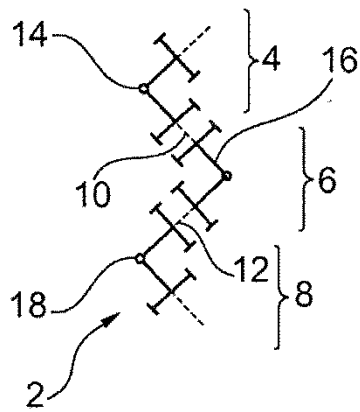


Fig. 1

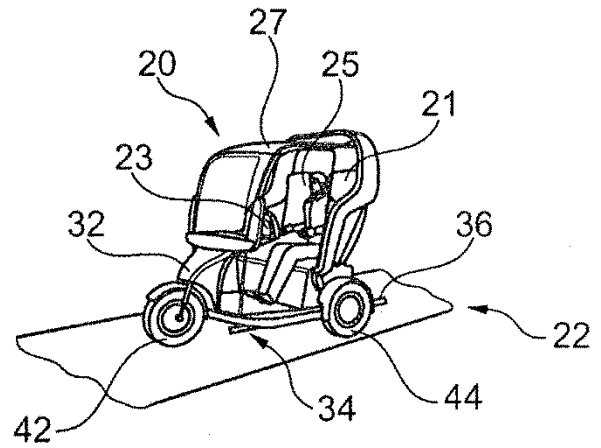


Fig. 2

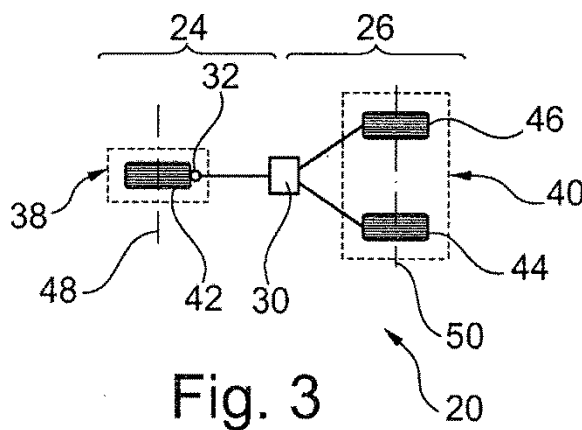


Fig. 3

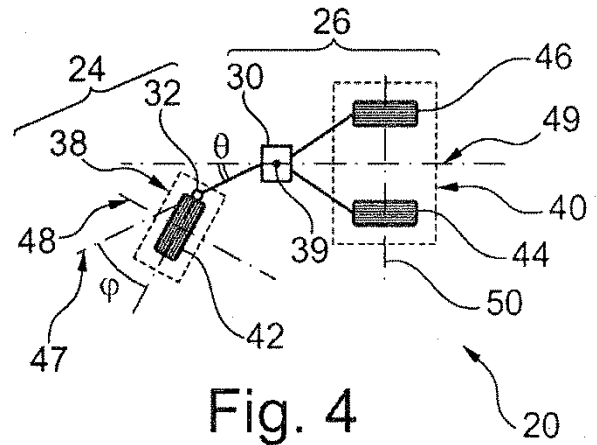


Fig. 4

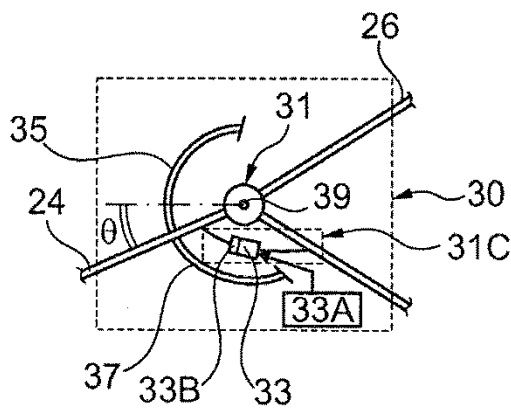


Fig. 5

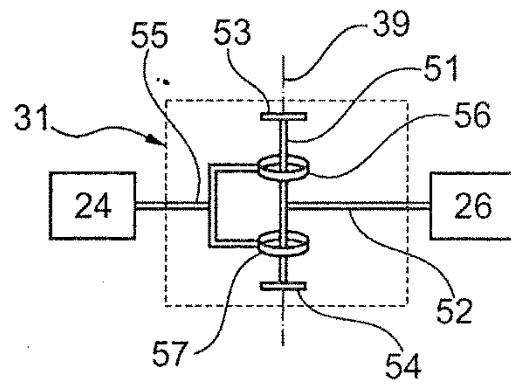


Fig. 6

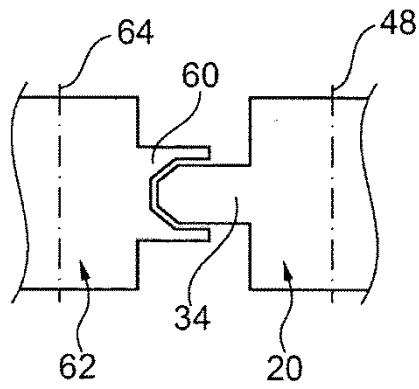


Fig. 7

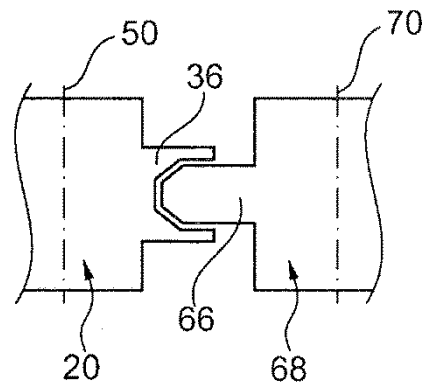


Fig. 8

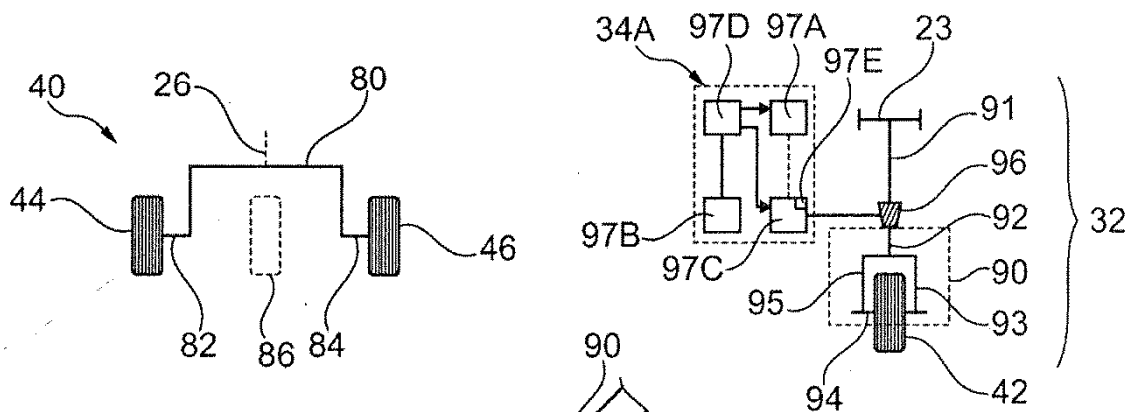


Fig. 9

Fig. 10

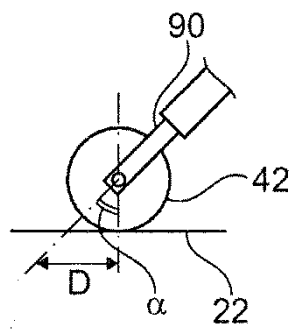


Fig. 11

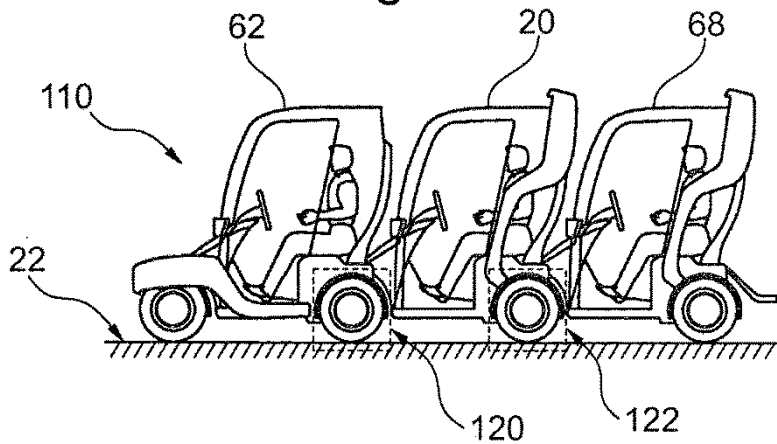


Fig. 12

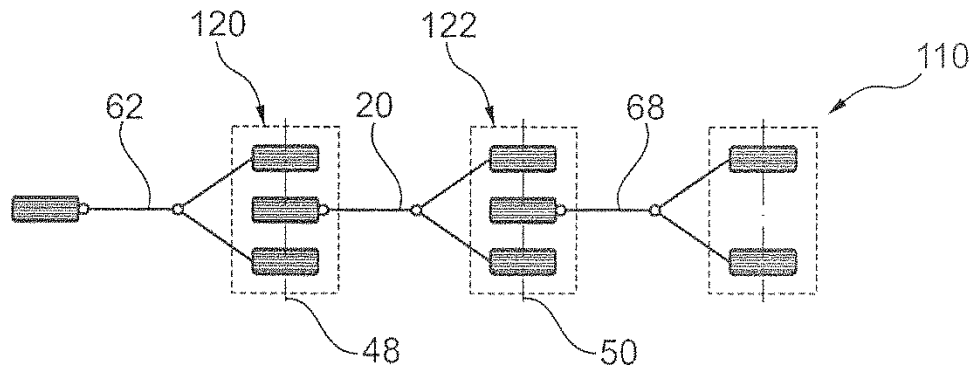


Fig. 13

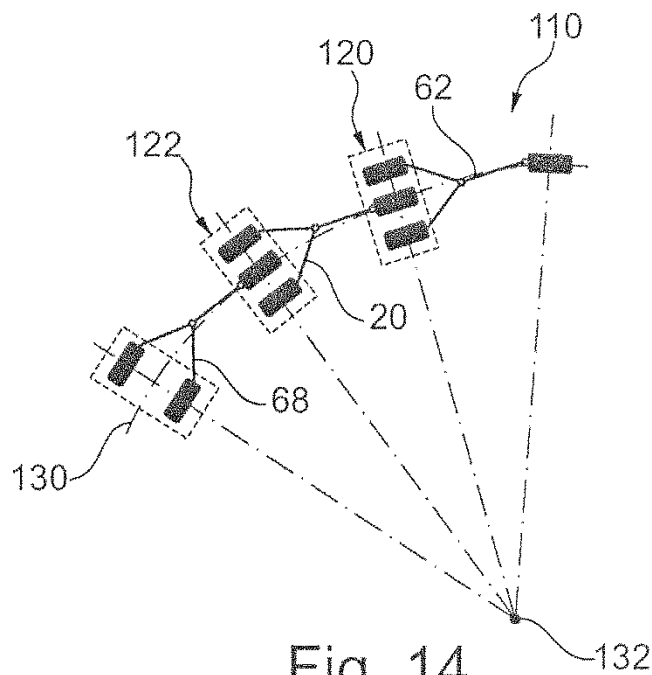


Fig. 14

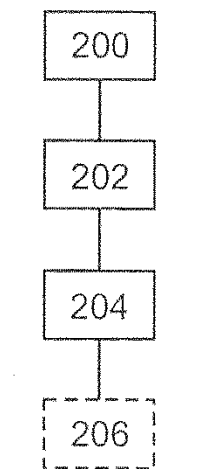


Fig. 15

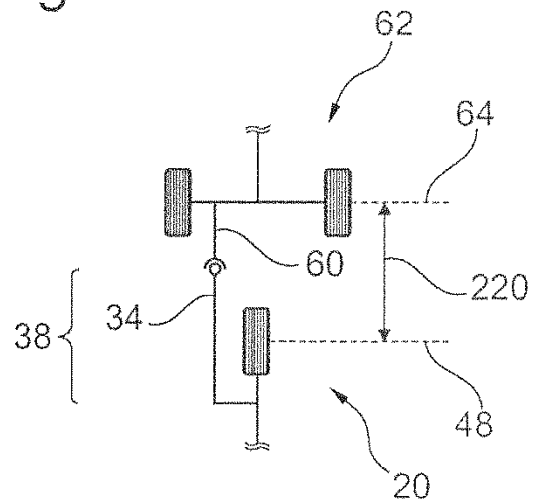


Fig. 16

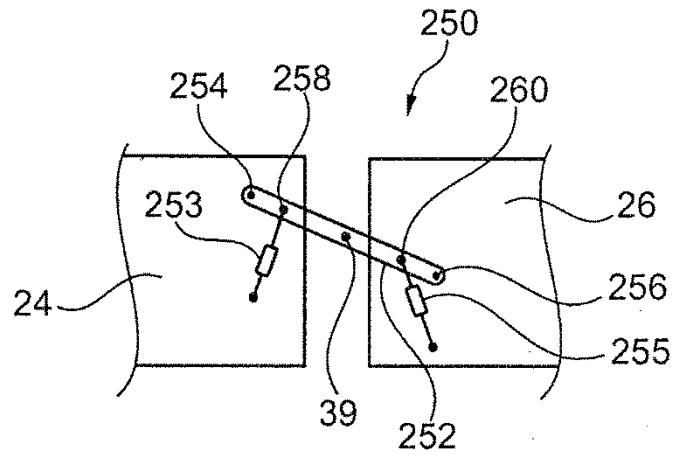


Fig. 17

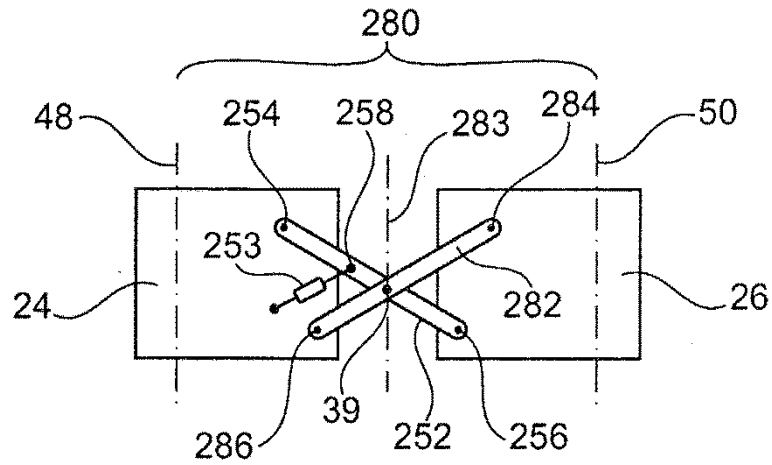


Fig. 18

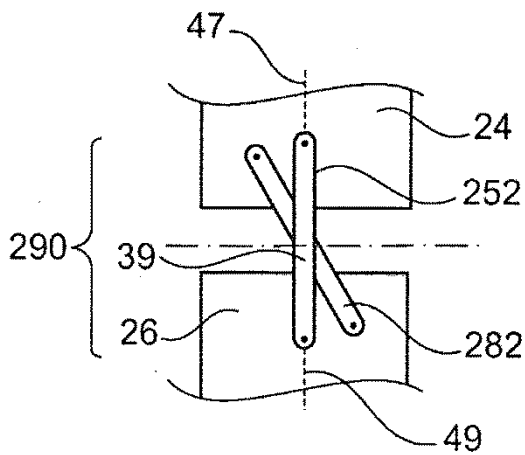


Fig. 19

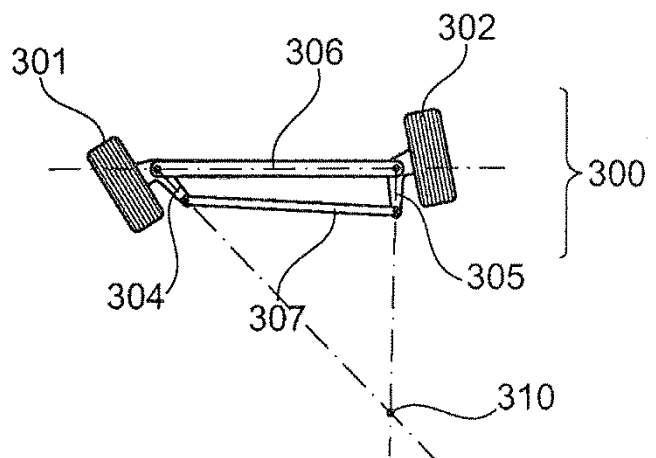


Fig. 20

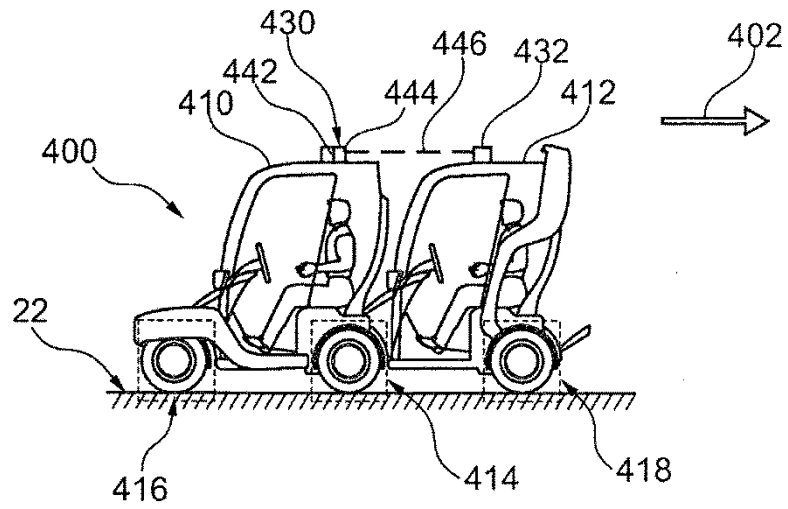


Fig. 21

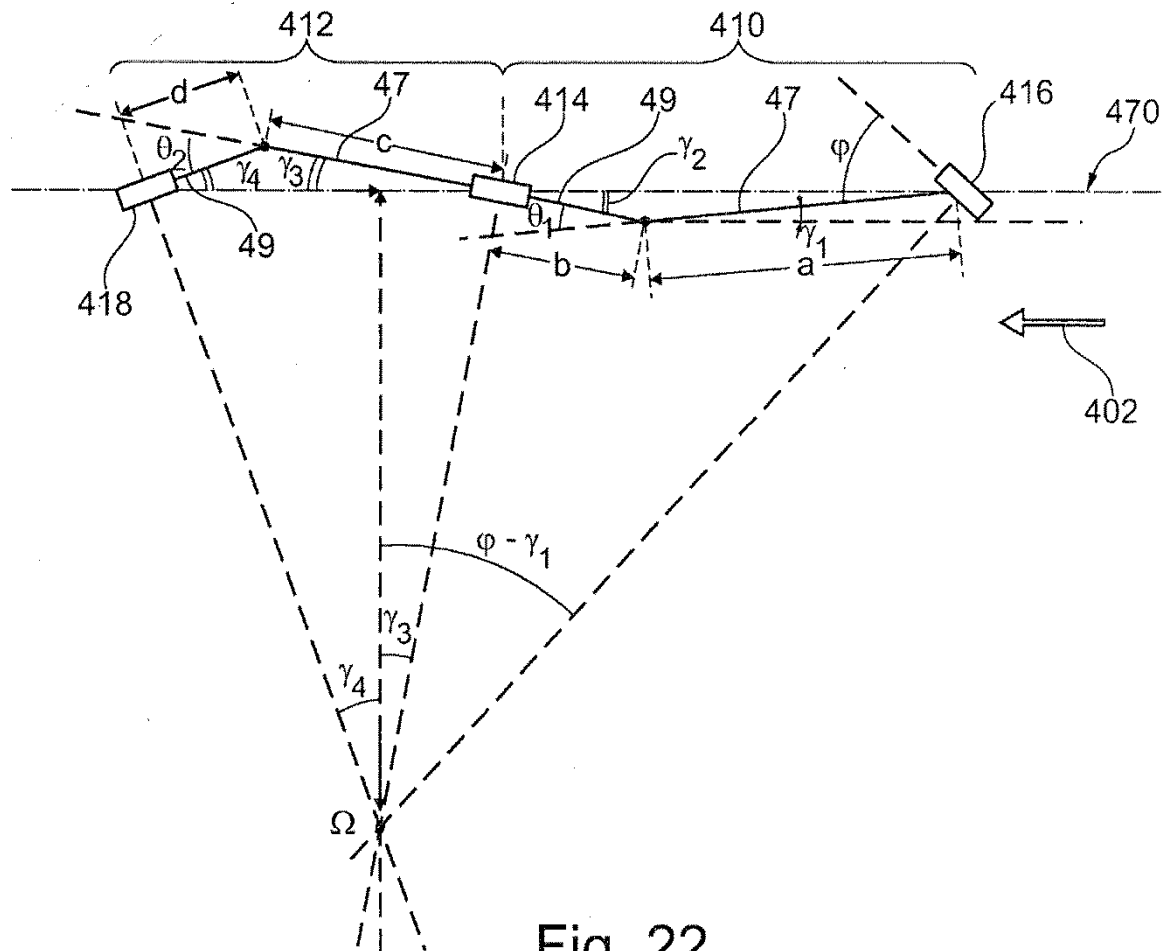


Fig. 22

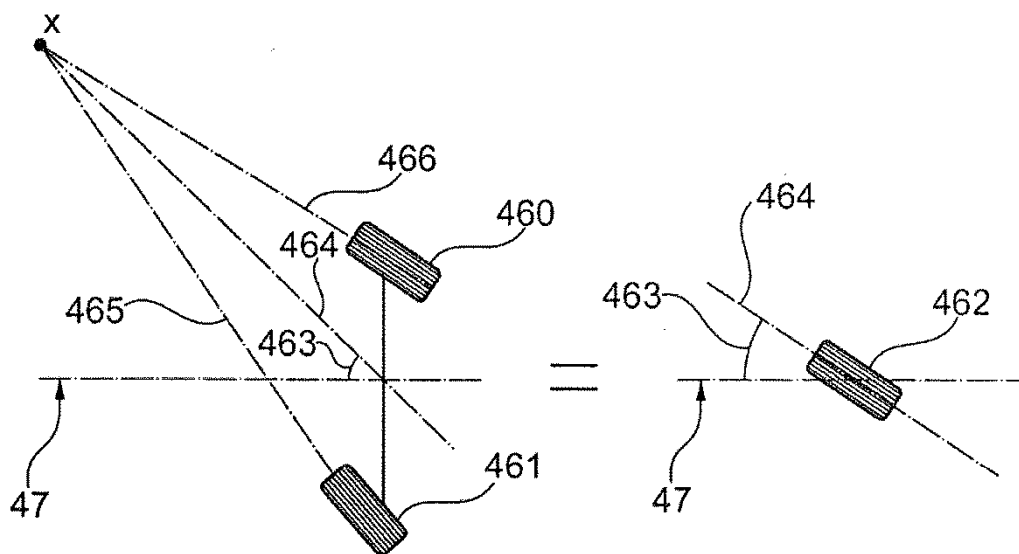


Fig. 23

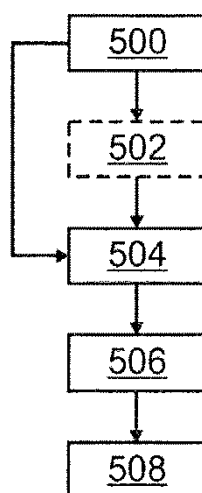


Fig. 24