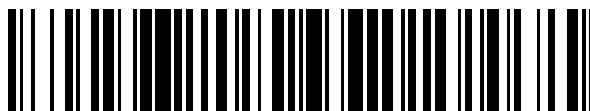


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 547 959**

51 Int. Cl.:

B62K 3/00 (2006.01)

B62K 17/00 (2006.01)

G05D 1/08 (2006.01)

A61G 5/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.02.2011 E 11714144 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.09.2015 EP 2539216**

54 Título: **Aparato y métodos para control de un vehículo**

30 Prioridad:

26.02.2010 US 308659 P

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

09.10.2015

73 Titular/es:

**SEGWAY INC. (100.0%)
14 Technology Drive
Bedford, NH 03110, US**

72 Inventor/es:

**HEINZMANN, JOHN DAVID;
STEVENS, JON M.;
DEBRUIN, RAYMOND;
FOALE, ANTHONY;
HOELL, JOSEPH;
HUSSEY, PATRICK A. y
MULLER, ALEXANDER**

74 Agente/Representante:

LAZCANO GAINZA, Jesús

ES 2 547 959 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Aparato y métodos para control de un vehículo

5 Campo de la invención

La presente invención corresponde al control de vehículos eléctricos, y en particular, controlar el movimiento de un vehículo eléctrico.

10 Antecedentes de la invención

15 Son conocidos un amplio rango de vehículos y métodos para transportar seres humanos. Típicamente, tales vehículos se fundamentan en la estabilidad estática y son diseñados para estabilidad bajo todas las condiciones previstas de ubicación de sus miembros que hacen contacto con el suelo con una superficie subyacente. Por ejemplo, un vector de gravedad que actúa sobre el centro de gravedad de un automóvil pasa entre los puntos de contacto con el suelo de las ruedas del automóvil y la suspensión del automóvil mantiene todas las ruedas sobre el suelo en todo momento haciendo el automóvil estable. Aunque existen condiciones (por ejemplo incremento o disminución de la velocidad, giros bruscos y pendientes empinadas) que originan que los vehículos de otra manera estable se conviertan en inestables.

20 Un vehículo dinámicamente estabilizado, también conocido como vehículo de balanceo, es un tipo de vehículo que tiene un sistema de control que mantiene activamente la estabilidad del vehículo mientras el vehículo está operando. En un vehículo que solamente tiene dos ruedas lateralmente dispuestas, por ejemplo, el sistema de control mantiene la estabilidad de proa a popa del vehículo al detectar continuamente la orientación del vehículo, determinando la acción correctiva necesaria para mantener la estabilidad, y comandar los motores de las ruedas para hacer la acción correctiva.
25 Si el vehículo pierde la capacidad de mantener la estabilidad, tal como por una falla de un componente o la falta de potencia suficiente, el ser humano puede experimentar una pérdida súbita de balance. El Documento EP 2017172 describe tal vehículo y las estrategias de transición de acuerdo con los preámbulos de las respectivas reivindicaciones 1, 6, 12 y 14.

30 Para los vehículos que mantienen una huella estable, el acoplamiento entre el control de dirección y el control de movimiento hacia delante de los vehículos es de menor preocupación. Bajo condiciones de carretera típicas, se mantiene la estabilidad en virtud de que las ruedas están en contacto con el suelo a lo largo del curso de un giro. En un vehículo de balanceo con dos ruedas lateralmente dispuestas, sin embargo, cualquier torque aplicado a una o más ruedas afecta la estabilidad del vehículo.

35 Resumen de la invención

40 La invención, en un aspecto, caracteriza un método para la transición de un vehículo desde el estado estáticamente estable a un estado dinámicamente balanceado. El vehículo incluye un soporte, al menos una rueda, una estructura de acoplamiento que tiene una porción de soporte acoplada al soporte y una porción de suelo acoplada a al menos una rueda que le permite a la porción de soporte moverse o deslizarse de proa a popa con respecto a porción de plataforma, una transmisión acoplada a al menos una rueda para balancear dinámicamente el vehículo y suministrar potencia a la al menos una rueda para propulsar el vehículo, un accionador acoplado a la estructura de acoplamiento para controlar la posición de la porción de soporte con relación a la porción de plataforma. Un controlador acoplado a la transmisión para controlar la transmisión y acoplada al accionador para controlar el accionador, y el tren de aterrizaje acoplado al vehículo, en donde la combinación del tren de aterrizaje y al menos una rueda mantiene el vehículo en estado estáticamente estable cuando el vehículo está operando en el estado estáticamente estable. El método incluye controlar la transmisión para comandar la al menos una rueda para mantener una condición de velocidad cero y mantener el vehículo en posición estacionaria con respecto a la superficie subyacente. El método también incluye controlar el accionador para mover o deslizar la posición de la porción de soporte con relación a la porción de plataforma para alterar la posición del centro de gravedad del vehículo hacia un sitio donde el vehículo es capaz de balancearse con la al menos una rueda. El método también incluye iniciar el balanceo dinámico del vehículo con la al menos una rueda cuando la ubicación del centro de gravedad del vehículo satisface una condición predeterminada.

55 En algunas realizaciones, la condición predeterminada se satisface cuando una carga aplicada por la superficie subyacente al tren de aterrizaje es menor que una cantidad predefinida. En algunas realizaciones, la carga aplicada por la superficie subyacente al tren de aterrizaje que utiliza un sensor de presión de fluido acoplado al sistema de frenado hidráulico acoplado al tren de aterrizaje del vehículo. En algunas realizaciones, la condición predeterminada se satisface cuando el vehículo se inclina hacia atrás y el tren de aterrizaje ya no está en contacto con la superficie subyacente.

60 En algunas realizaciones, la condición predeterminada se satisface cuando la posición de la porción de soporte con relación a la porción de plataforma se aproxima a una posición de umbral predefinida. En algunas realizaciones, el método incluye controlar la posición de la porción de soporte con relación a la porción de plataforma y la inclinación del vehículo para nivelar el soporte. En algunas realizaciones, el método incluye controlar la transmisión para deshabilitar el comando que mantiene la al menos una rueda en una condición de velocidad cero y mantener el vehículo en una posición estacionaria con respecto a la superficie subyacente.

La invención, en otro aspecto, caracteriza un vehículo de balanceo dinámico que incluye un soporte, al menos una rueda, y una estructura de acoplamiento que tiene una porción de soporte acoplada al soporte y una porción de plataforma acoplada a al menos una rueda que le permite a la porción de soporte moverse o deslizarse de proa a popa con respecto a la porción de plataforma. El vehículo también incluye una transmisión acoplada a al menos una rueda para balancear dinámicamente el vehículo y suministrar potencia a la al menos una rueda para propulsar el vehículo y un accionador acoplado a la estructura de acoplamiento para controlar la posición de la porción de soporte con relación a la porción de plataforma. El vehículo también incluye un tren de aterrizaje acoplado al vehículo, en donde la combinación del tren de aterrizaje y al menos una rueda mantiene el vehículo en estado estáticamente estable cuando el vehículo está operando en estado estáticamente estable. El vehículo también incluye un controlador acoplado a la transmisión para controlar la transmisión y acoplado al accionador para controlar el accionador, el controlador configurado para hacer la transición del vehículo desde el estado estáticamente estable al estado dinámicamente balanceado. El controlador se configura para controlar la transmisión para comandar la al menos una rueda para mantener una condición de velocidad cero y mantener el vehículo en una posición estacionaria con respecto a la superficie subyacente, controlar el accionador para mover o deslizar la posición de la porción de soporte con relación a la porción de plataforma para alterar la posición del centro de gravedad del vehículo hacia una ubicación donde el vehículo es capaz de balancearse con al menos una rueda, e iniciar el balanceo dinámico del vehículo con la al menos una rueda cuando la ubicación del centro de gravedad del vehículo satisface una condición predeterminada.

En algunas realizaciones, la condición predeterminada se satisface cuando una carga aplicada a la superficie subyacente del tren de aterrizaje es menor que una cantidad predefinida. En algunas realizaciones, el vehículo incluye un sensor de presión de fluido acoplado a un sistema de frenado hidráulico acoplado al tren de aterrizaje del vehículo, en donde el sensor de presión de fluido se utiliza para determinar la carga aplicada por la superficie subyacente al tren de aterrizaje. En algunas realizaciones, la condición predeterminada se satisface cuando el vehículo se inclina hacia atrás y el tren de aterrizaje ya no está en contacto con la superficie subyacente. En algunas realizaciones, la condición predeterminada se satisface cuando la posición de la porción de soporte con relación a la porción de plataforma se aproxima a una posición umbral predefinida.

En algunas realizaciones, el controlador controla la transmisión y el accionador para controlar la posición de la porción de soporte con relación a la porción de plataforma y la inclinación del vehículo para nivelar el soporte. En algunas realizaciones, el controlador controla la transmisión para deshabilitar el comando que mantiene la al menos una rueda en una condición de velocidad cero y mantener el vehículo en una posición estacionaria con respecto a la superficie subyacente. En algunas realizaciones, el tren de aterrizaje comprende una o más ruedas.

La invención, en otro aspecto, caracteriza un método para hacer la transición de un vehículo desde un estado dinámicamente balanceado a un estado estáticamente estable, el vehículo incluye un soporte, al menos una rueda, una estructura de acoplamiento que tiene una porción de soporte acoplada al soporte y una porción de plataforma acoplada a la al menos una rueda que le permite a la porción de soporte moverse o deslizarse de proa a popa con respecto a la porción de plataforma, una transmisión acoplada a la al menos una rueda para balancear dinámicamente el vehículo y suministrar potencia a la al menos una rueda para propulsar el vehículo, un accionador acoplado a la estructura de acoplamiento para controlar la posición de la porción de soporte con relación a la porción de plataforma, un controlador acoplado a la transmisión para controlar la transmisión y acoplado al accionador para controlar el accionador, y el tren de aterrizaje acoplado al vehículo, en donde la combinación del tren de aterrizaje y la al menos una rueda mantiene el vehículo en estado estáticamente estable el vehículo está operando en el estado estáticamente estable. El método incluye comandar el accionador para controlar la posición de la porción de soporte con relación a la porción de plataforma para mantener una condición de velocidad cero y mantener el vehículo en una posición estacionaria con respecto a una superficie subyacente, controlar la transmisión para inclinar el vehículo hacia adelante aunque manteniendo el vehículo en el estado dinámicamente balanceado, y determinar el balanceo dinámico del vehículo cuando se satisface una condición de aterrizaje.

En algunas realizaciones, el método incluye controlar el vehículo para evitar que el vehículo se incline hacia atrás después de comandar el accionador para controlar la posición de la porción de soporte con relación a la porción de plataforma para mantener la condición de velocidad cero y mantener el vehículo en una posición estacionaria con respecto a una superficie subyacente. En algunas realizaciones, la condición de configuración de aterrizaje se satisface cuando una carga aplicada por la superficie subyacente al tren de aterrizaje es mayor que una cantidad predefinida. En algunas realizaciones, el método incluye determinar la carga aplicada por la superficie subyacente al tren de aterrizaje utilizando un sensor de presión de fluido acoplado a un sistema de frenado hidráulico acoplado al tren de aterrizaje del vehículo.

En algunas realizaciones, la condición de configuración de aterrizaje se satisface cuando el tren de aterrizaje está en contacto con la superficie subyacente. En algunas realizaciones, la condición de configuración de aterrizaje se satisface cuando la posición de la porción de soporte con relación a la porción de plataforma se aproxima a una posición de umbral predefinida. En algunas realizaciones, el método incluye luego terminar el balanceo del vehículo, mover la porción de soporte con relación a la porción de plataforma en una dirección hacia el tren de aterrizaje. En algunas realizaciones, antes de terminar el balanceo dinámico del vehículo, el método comprende comandar el accionador para mover la porción de soporte con relación a la porción de plataforma en una dirección hacia el tren de aterrizaje.

La invención, en otro aspecto, caracteriza un vehículo dinámicamente balanceado. El vehículo incluye un soporte, al menos una rueda y una estructura de acoplamiento que tiene una porción de soporte acoplada al soporte y una porción de plataforma acoplada a al menos una rueda que le permite a la porción de soporte moverse o deslizarse de proa a popa con respecto a la porción de plataforma. El vehículo también incluye una transmisión acoplada a al menos una rueda para balancear dinámicamente el vehículo y suministrar potencia a la al menos una rueda para propulsar el vehículo y un accionador acoplado a la estructura de acoplamiento para controlar la posición de la porción de soporte con relación a la porción de plataforma. El vehículo también incluye el tren de aterrizaje acoplado al vehículo, en donde la combinación del tren de aterrizaje y la al menos una rueda mantiene el vehículo en estado estáticamente estable cuando el vehículo está operando en estado estáticamente estable y un controlador acoplado a la transmisión para controlar la transmisión y acoplado al accionador para controlar el accionador. El controlador se configura para hacer la transición del vehículo desde el estado dinámicamente balanceado al estado estáticamente estable. El vehículo también está configurado para comandar el accionador para controlar la posición de la porción de soporte con relación a la porción de plataforma para mantener una condición de velocidad cero y mantener el vehículo en una posición estacionaria con respecto a una superficie subyacente, controlar la transmisión para inclinar el vehículo hacia adelante mientras se mantiene el vehículo en el estado dinámicamente balanceado, y terminar el balanceo dinámico del vehículo cuando se satisface una condición de configuración de aterrizaje.

En algunas realizaciones, la condición de configuración de aterrizaje se satisface cuando una carga aplicada a la superficie subyacente del tren de aterrizaje es mayor que una cantidad predefinida. En algunas realizaciones, el vehículo incluye un sensor de presión de fluido acoplado a un sistema de frenado hidráulico acoplado al tren de aterrizaje del vehículo, en donde se utiliza el sensor de presión de fluido para determinar la carga aplicada por la superficie subyacente al tren de aterrizaje.

En algunas realizaciones, la configuración de aterrizaje se satisface cuando el tren de aterrizaje está en contacto con la superficie subyacente. En algunas realizaciones, la configuración de aterrizaje se satisface cuando la posición de la porción de soporte con relación a la porción de plataforma se aproxima a una posición umbral predefinida. En algunas realizaciones, el controlador se configura para mover la porción de soporte con relación a la porción de plataforma en una dirección hacia el tren de aterrizaje luego de terminar el balanceo dinámico del vehículo. En algunas realizaciones, el controlador se configura para comandar el accionador para mover la porción de soporte con relación a la porción de plataforma en una dirección hacia el tren de aterrizaje antes de terminar el balanceo dinámico del vehículo.

La invención, en otro aspecto, caracteriza un vehículo dinámicamente balanceado. El vehículo incluye un soporte para soportar una carga útil, al menos una primera y segunda rueda acopladas al soporte, y una transmisión acoplada a la primera y segunda ruedas para balancear dinámicamente el vehículo y suministrar potencia a la primera y segundas ruedas para propulsar el vehículo. El vehículo también incluye un controlador acoplado a la transmisión para controlar la transmisión. El vehículo también incluye al menos una tercera rueda acoplada al soporte y dispuesta de proa a popa de la primera y segundas ruedas, en donde la combinación de la primera, segunda y tercera ruedas mantiene el vehículo en estado estáticamente estable cuando el vehículo está operando en el estado estáticamente estable, y un sistema de frenos que comprende frenos acoplados a las primeras y segundas ruedas, y un montaje de accionador acoplado a la tercera rueda para enganchar y desenganchar los frenos, en donde el montaje de accionador engancha los frenos cuando la tercera rueda hace contacto con una superficie subyacente y desengancha los frenos cuando la tercera rueda se levanta de la superficie subyacente.

En algunas realizaciones, el montaje de accionador comprende un cilindro maestro, y los frenos comprenden frenos hidráulicos, y en donde el sistema de frenado comprende una línea hidráulica que acopla el cilindro maestro a los frenos hidráulicos. En algunas realizaciones, el vehículo incluye una cuarta rueda acoplada al soporte que incluye un cilindro maestro, en donde todos los cilindros maestros y los frenos están acoplados por medio de líneas hidráulicas.

En algunas realizaciones, cada uno de los frenos se configura para enganchar en respuesta a uno o más cilindros maestros que están siendo comprimidos. En algunas realizaciones, el vehículo incluye un sensor de presión de fluido acoplado a las líneas hidráulicas para medir la presión hidráulica en las líneas hidráulicas para determinar la carga aplicada por la superficie subyacente a la segunda rueda. En algunas realizaciones, el vehículo incluye un sensor de frenado para suministrar una señal de estado de freno al controlador. En algunas realizaciones, el controlador se configura para prohibirle al vehículo ingresar a un modo de balanceo cuando la señal de estado de frenos es indicativa de que el freno está enganchado.

La invención, en otro aspecto caracteriza un método para frenar un vehículo dinámicamente balanceado. El vehículo incluye un soporte para soportar una carga útil, al menos una primera y segunda rueda acoplada al soporte, una transmisión acoplada a la primera y segunda ruedas para balancear dinámicamente el vehículo y suministrarle potencia a la primera y segunda ruedas para propulsar el vehículo, un controlador acoplado a la transmisión para controlar la transmisión, al menos una segunda rueda acoplada al soporte y dispuesta de proa a popa de la primera y segunda ruedas, en donde la combinación de la primera, segunda y tercera ruedas mantiene el vehículo en estado estáticamente estable cuando el vehículo está operando en el estado estáticamente estable, y un sistema de frenado que comprende frenos acoplados a las primeras y segundas ruedas, y un montaje de accionador acoplado a la tercera rueda. El método incluye enganchar los frenos con un montaje de accionador cuando la tercera rueda hace contacto con la superficie

subyacente, y desenganchar los frenos con el montaje de accionador cuando la tercera rueda se levanta del piso subyacente.

5 En algunas realizaciones, el montaje de accionador incluye un cilindro maestro, y el freno comprende frenos hidráulicos, y en donde el sistema de frenado comprende una línea hidráulica que acopla el cilindro maestro a los frenos hidráulicos. En algunas realizaciones, el vehículo incluye una cuarta rueda acoplada al soporte que incluye un cilindro maestro, en donde todos los cilindros maestros y los frenos están acoplados por medio de líneas hidráulicas. En algunas realizaciones, el método incluye enganchar cada uno de los frenos en respuesta a uno o más cilindros maestros que están siendo comprimidos.

10 En algunas realizaciones, el método incluye enganchar los frenos con el montaje accionador en respuesta a un cilindro maestro que está siendo comprimido. En algunas realizaciones, el método incluye medir la presión hidráulica en la línea hidráulica para determinar la carga aplicada por la superficie subyacente a la tercera rueda. En algunas realizaciones, el método incluye monitorizar una señal de estado de freno para determinar si el freno está enganchado. En algunas realizaciones, el método incluye prohibirle al vehículo ingresar al modo de balanceo cuando la señal de estado de freno es indicativa de que los frenos están enganchados.

Breve descripción de los dibujos

20 Las anteriores características de la invención serán más fácilmente entendidas mediante referencia a la siguiente descripción detallada, tomada con referencia a los dibujos que la acompañan, en los cuales:

La FIG. 1 es una ilustración esquemática de un vehículo, de acuerdo con una realización ilustrativa de la invención.

25 La FIG.2A es una ilustración esquemática de un vehículo, de acuerdo con una realización ilustrativa de la invención.

La FIG.2B es una ilustración esquemática de un vehículo, de acuerdo con una realización ilustrativa de la invención.

30 La FIG. 3 es un diagrama de bloque de un sistema de control para controlar dinámicamente la estabilidad de un vehículo, de acuerdo con una realización ilustrativa de la invención.

La FIG. 3A es un diagrama de bloque de la posición del centro de gravedad de un vehículo con respecto al elemento que hace contacto con el suelo del vehículo.

35 La FIG. 3B es un diagrama de bloque de una posición alternativa del centro de gravedad del vehículo en la FIG. 3A con respecto a un elemento que hace contacto con el suelo del vehículo.

40 La FIG. 4 es un diagrama de bloque de un controlador para controlar la operación de un vehículo, de acuerdo con una realización ilustrativa de la invención.

La FIG. 5 es una ilustración esquemática de un vehículo, de acuerdo con una realización ilustrativa de la invención.

45 La Fig. 6A es un diagrama de flujo de un método para hacer la transición de un vehículo desde un estado estáticamente estable a un estado dinámicamente balanceado.

La FIG. 6B es un diagrama de flujo de un método para hacer la transición de un vehículo desde un estado dinámicamente balanceado a un estado estáticamente estable.

50 La FIG. 7 es una ilustración esquemática de un sistema de frenos para un vehículo, de acuerdo con una realización ilustrativa de la invención.

La Fig. 8 es un diagrama de flujo de un método para frenar un vehículo dinámicamente balanceado, de acuerdo con una realización ilustrativa de la invención.

55 Descripción detallada de las realizaciones ilustrativas

60 La Fig. 1 es una ilustración esquemática de un vehículo 100, de acuerdo con una realización ilustrativa de la invención. El vehículo 100 incluye un recinto 102 acoplado a un soporte 104. El vehículo 100 también incluye al menos un elemento 110 que hace contacto con el suelo (por ejemplo una o más ruedas) acopladas a una plataforma 112. El elemento 110 que hace contacto con el suelo rota alrededor de un eje 114 que esta acoplado a la plataforma 112. El vehículo 100 también incluye una estructura de acoplamiento 172 que incluye una porción 172a de soporte acoplada al soporte 104 y una porción 172b de plataforma acoplada a la plataforma 112. La estructura 172 de acoplamiento le permite a la porción 172a de soporte moverse o deslizarse de proa a popa con respecto a la porción 172b de plataforma.

En esta realización, la estructura 172 de acoplamiento es un montaje de deslizamiento, y una porción 172a de soporte es un riel y la porción 172b de plataforma es una guía de riel. En esta realización, el ser humano (no mostrado) manipula un dispositivo 106 de entrada para hacer que la posición de un centro de gravedad 140 del vehículo 100 cambie. El dispositivo 106 de entrada se acopla a un enlace 108. El enlace 108 se acopla al soporte 104. El dispositivo 106 de entrada puede ser, por ejemplo, una barra de control, un yugo, una rueda de dirección o una barra de manejo.

El ser humano empuja el dispositivo 106 de entrada hacia adelante (hacia la dirección negativa del Eje de las X) que mueve el recinto 102 y el soporte 104 hacia (la dirección negativa del Eje de las X) con relación al elemento 110 que hace contacto con el suelo. La posición del centro de gravedad 140 del vehículo 100 se mueve hacia adelante en respuesta al recinto 102 y el soporte 104 se mueve hacia adelante. Se genera un torque hacia adelante por el elemento 110 que hace contacto con el suelo en respuesta al centro de gravedad 140 del vehículo 100 que se mueve hacia adelante. El ser humano hala el dispositivo 106 de entrada hacia atrás (hacia el cuerpo del ser humano y a lo largo de la dirección positiva del Eje de las X) la cual mueve el recinto 102 y el soporte 104 hacia atrás (hacia la dirección positiva del Eje de las X) con relación al elemento 110 que hace contacto con el suelo. La posición del centro de gravedad 140 del vehículo 100 se mueve hacia atrás en respuesta al recinto 102 y al soporte 104 que se mueve hacia atrás. Se genera un torque negativo por el elemento 110 que hace contacto con el suelo en respuesta a la posición del centro de gravedad 140 del vehículo 100 que se mueve hacia atrás.

El vehículo 100 también incluye un accionador 190 acoplado a la estructura 172 de acoplamiento para controlar la posición de la porción 172a de soporte con relación a la porción 172b de plataforma. El vehículo 100 también incluye una transmisión 180 acoplada a la plataforma 112 y al elemento 110 que hace contacto con el suelo. La transmisión 180 (por ejemplo una transmisión motorizada) suministra potencia al elemento 110 que hace contacto con el suelo para generar la rotación del elemento 110 que hace contacto con el suelo para propulsar/mover el vehículo de proa (hacia la dirección del Eje negativo de las X) a popa (hacia la dirección del Eje positivo de las X) La transmisión 180 también mantiene la plataforma 112 en una orientación deseada (por ejemplo, a nivel o a un nivel cercano a la variación deseada) con respecto a la gravedad. En algunas realizaciones, el vehículo 100 incluye dos o más elementos que hacen contacto con el suelo, lateralmente dispuestos (a lo largo del eje Z, con la dirección positiva a lo largo del eje Z por fuera de la página) que ayuda a suministrarle estabilidad lateral al vehículo 100.

El vehículo 100 también incluye al menos un controlador 194 (por ejemplo el controlador 400 de la FIG. 4) acoplado a la transmisión 180 para controlar la transmisión 180 y acoplado al accionador 190 para controlar el accionador 190. El controlador 194 controla el balanceo del vehículo 100 en respuesta a la posición del recinto 102 y el soporte 104 con relación al elemento 110 que hace contacto con el suelo y la plataforma 112. Un ser humano (no mostrado) manipula el dispositivo 106 de entrada para comandar la transmisión 180 para comandar la rotación del elemento 110 que hace contacto con el suelo para mover el vehículo 100 en las direcciones hacia adelante y hacia atrás.

En algunas realizaciones, cuando el recinto 102, el soporte 104, y la porción de soporte 172a se deslizan hacia adelante o hacia atrás con relación a la porción 172b de plataforma, la plataforma 112 y el elemento 110 que hace contacto con el suelo, el recinto 102, el soporte 104 y la porción 172a de soporte permanecen en una orientación deseada (por ejemplo, a nivel o una variación deseada cercana al nivel) con relación a la superficie subyacente/suelo. En realizaciones alternativas, cuando el recinto 102, el soporte 104 y la porción 172a de soporte se deslizan hacia adelante o hacia atrás con relación a la porción 172b de plataforma, la plataforma 102c y el elemento 110 que hace contacto con el suelo, el recinto 102, el soporte 104 y la porción 172a de soporte se inclinan con relación al suelo. El vehículo 100 se puede adaptar de tal manera que el recinto 102, el soporte 104 de la porción 172a de soporte se inclinan hacia adelante cuando el recinto 102, el soporte 104 y la porción 172a de soporte se deslizan hacia adelante, o alternativamente, adaptada de tal manera que el recinto 102, el soporte 104, y la porción 172a de soporte se inclinan hacia atrás cuando el recinto 102, el soporte 104, y la porción 172a de soporte se deslizan hacia adelante.

En algunas realizaciones, el sujeto humano cambia su peso hacia adelante o hacia atrás para mover la posición del centro de gravedad para hacer que el vehículo se mueva hacia adelante o hacia atrás, respectivamente, sin hacer que el recinto 102, el soporte 104 y la porción 172a de soporte se muevan con relación a la porción 172b de plataforma, la plataforma 112 y el elemento 110 que hace contacto con el suelo.

En algunas realizaciones, el enlace 108 se acopla a un dispositivo que suministra rigidez o amortiguación al movimiento del enlace 108 para, por ejemplo, hacer efectivo los tipos particulares de entradas al vehículo y/o mejorar la experiencia del ser humano. En algunas realizaciones, el dispositivo limita la velocidad a la que se le permite al enlace 108 moverse lo que limita la velocidad a la cual se le permite a la posición del centro de gravedad 140 cambiar y, por lo tanto, limita la tasa de cambio de la velocidad del vehículo 100.

En algunas realizaciones, el dispositivo amortigua las oscilaciones en el movimiento del enlace 108 para reducir las oscilaciones en el bucle de control de inclinación y/o el bucle de control del centro de gravedad de un controlador que controla la operación del vehículo 100. En ausencia del dispositivo, las oscilaciones inducidas en el enlace 108 mediante, por ejemplo, un ser humano que empuja o hala el dispositivo 106 de entrada daría como resultado oscilaciones en la inclinación y/o velocidad del vehículo 100.

En algunas realizaciones, la porción 172a de soporte y/o la porción 172b de plataforma incluye un amortiguador para evitar que la velocidad del vehículo 100 oscile cuando la porción 172a de soporte se mueve hacia fuera de fase con respecto a la porción 172b de plataforma debido a, por ejemplo, una afectación externa o una afectación sobre el vehículo. Por ejemplo, cuando el vehículo 100 viaja sobre un bache, la porción 172a de soporte puede moverse o deslizarse con relación a la porción 172b de plataforma, moviendo de esta manera la posición del centro de gravedad 140 del vehículo 100. El movimiento de la posición del centro de gravedad 140 hacia adelante y hacia atrás hace que el vehículo 100 se acelere o desacelere. Por lo tanto, un amortiguador que acopla la porción 172a de soporte a la porción 172b de plataforma reduciría el movimiento de alta frecuencia inducido de otra manera por el bache y reduciría la variación en la velocidad del vehículo 100 debido al bache. El amortiguador no amortiguaría los movimientos de frecuencia más baja inducidos, por ejemplo, por un ser humano que empuja el dispositivo uno de entrada para comandar un cambio a la posición del centro de gravedad 140 del vehículo. En algunas realizaciones, el amortiguador se configura para amortiguar oscilaciones o impulsos de alta frecuencia. El amortiguador puede ser un amortiguador mecánico que acopla la porción 172a de soporte a la porción 172b de plataforma. En algunas realizaciones, el amortiguador es un término de amortiguación aplicado al controlador 194.

La FIG.2A es una ilustración esquemática de un vehículo 200, de acuerdo con una realización ilustrativa de la invención. El recinto 202 se acopla al soporte 204. El al menos un elemento 210 que hace contacto con el suelo se acopla a la plataforma 212. El elemento 210 que hace contacto con el suelo rota alrededor del eje 214. El vehículo 200 también incluye una estructura de acoplamiento que es al menos un enlace 224 de 4 barras (combinación de la primera barra 224a y la segunda barra 224b). Un primer extremo 252a de la primera barra 224a se acopla al soporte 204 y un primer extremo 252b de la segunda barra 224b se acopla al soporte 204. El primer extremo 252a y el primer extremo 252b de las barras son la porción de soporte de la estructura de acoplamiento. Un segundo extremo 256a de la primera barra 224a se acopla a la plataforma 212 y un segundo extremo 256b de la segunda barra 224b se acopla a la plataforma 212. El segundo extremo 256a y el segundo extremo 256b de las barras son la porción de plataforma de la estructura de acoplamiento.

El recinto 202 y el soporte 204 se mueven a lo largo de una senda 260 definida por una rotación de los enlaces 224 de cuatro barras en el plano X-Y. En esta realización, el ser humano (no mostrado) manipula un dispositivo 206 de entrada para hacer que cambie la posición del centro de gravedad 240 del vehículo 200. El dispositivo 206 de entrada se acopla al enlace 208. El enlace 208 se acopla al soporte 204. El ser humano empuja el dispositivo 206 de entrada hacia adelante (en dirección del Eje negativo de las X) que mueve el recinto 202 y el soporte 204 a lo largo de la senda 260 definida por la rotación del enlace 224 de cuatro barras, que mueve el recinto 202 y el soporte 204 hacia adelante (hacia la dirección del Eje negativo de las X) con relación al elemento 210 que hace contacto con el suelo. La posición del centro de gravedad 240 del vehículo 200 se mueve hacia adelante en respuesta al recinto 202 y el soporte 204 se mueve hacia adelante. Un torque hacia adelante se genera por el elemento 210 que hace contacto con el suelo en respuesta a la posición del centro de gravedad 240 del vehículo 200 que se mueve hacia adelante.

El ser humano hala el dispositivo 206 de entrada hacia atrás, (hacia el cuerpo del ser humano y a lo largo de la dirección positiva del Eje de las X) que mueve el recinto 202 y el soporte 204 a lo largo de la senda 260 definida por la rotación del enlace 224 de cuatro barras que mueven el recinto 202 y el soporte 204 hacia atrás (hacia la dirección positiva del Eje de las X) con relación al elemento 210 que hace contacto con el suelo. La posición del centro de gravedad 240 del vehículo 200 se mueve hacia atrás en respuesta al recinto 202 y al soporte 204 que se mueve hacia atrás. Se genera un torque negativo por el elemento 210 que hace contacto con el suelo en respuesta a la posición del centro de gravedad 240 del vehículo 200 que se mueve hacia atrás.

En algunas realizaciones, el vehículo 200 incluye dos elementos que hacen contacto con el suelo lateralmente dispuestos. El vehículo también incluye dos enlaces de cuatro barras (por ejemplo dos de los enlaces 224 de cuatro barras). Cada enlace de cuatro barras está acoplado a uno de los dos elementos que hacen contacto con el suelo lateralmente dispuestos. En algunas realizaciones, uno o más de los enlaces de cuatro barras son barras flexibles. Las barras flexibles se doblan para permitir, por ejemplo, que el recinto y el soporte se muevan a lo largo de una senda (por ejemplo, la senda 260 de la FIG. 2A).

La FIG. 2B es una vista tridimensional de un vehículo 268, de acuerdo con una realización ilustrativa de la invención. Un ser humano (no mostrado) descansa sobre un soporte 272 en un recinto 276 que al menos incluye parcialmente el ser humano. El vehículo 268 incluye dos ruedas 260, 264. Las dos ruedas 260, 264 están acopladas a una plataforma 280. La rueda 260 está dispuesta de manera lateral a la rueda 264. Cada una de las ruedas rota alrededor de un eje 284 y su potencia es generada por al menos una transmisión 288 (por ejemplo una transmisión motorizada). Un controlador (292) se acopla a la transmisión 288 para suministrar una señal de control en respuesta a los cambios en la orientación del vehículo (por ejemplo inclinación) y la posición del centro de gravedad 296 del vehículo 268.

En la medida en que el ser humano monta el vehículo 268, el controlador 292 implementa un bucle de control y detecta un cambio en la orientación del vehículo 268 que puede dar como resultado un cambio en la posición del centro de gravedad 296 en el plano hacia adelante y hacia atrás y controla la potencia suministrada a las ruedas 260, 264 con base en el cambio de la posición del centro de gravedad 296. En respuesta al cambio en la orientación del vehículo 268 y al cambio en la posición del centro de gravedad 296, se aplica un torque a las ruedas 260, 264 para estabilizar

dinámicamente el vehículo 268 de manera similar a como se describió en la solicitud de patente U.S. No. 12/266.170 (cuyos contenidos completos se incorporan aquí mediante referencia en su totalidad).

En una realización la posición del centro de gravedad 296 se mueve en la dirección hacia adelante (hacia la dirección del Eje negativo X), la transmisión 288 suministra potencia a las dos ruedas 260, 264 suficiente para hacer que el vehículo 268 se mueva hacia adelante (hacia la dirección del Eje negativo X). En la medida en que el centro de gravedad 296 se mueve en la dirección de hacia atrás (hacia la dirección del Eje positivo X), la transmisión 288 suministra potencia a las dos ruedas 260, 264 suficiente para hacer que el vehículo 268 se haga más lento y la dirección de reversa de tal manera que el vehículo 268 se mueva hacia atrás (hacia la dirección positiva del Eje X).

La inclinación del vehículo 268 (la orientación angular del vehículo 268 alrededor del eje 284) también puede ser detectada y compensada en el bucle de control. El controlador incluye giroscopios para detectar la orientación del vehículo 268 que pueden dar como resultado cambios en la posición del centro de gravedad 296.

La variación en inclinación del vehículo 268 es disminuida durante la operación cuando el vehículo 268 es estabilizado dinámicamente con base en el cambio de la posición de la porción de soporte con relación a la porción de plataforma (por ejemplo la porción de soporte 172a y la porción de plataforma 172b de la FIG.1) en lugar de respuesta a un cambio en la inclinación. Esto también acorta el tiempo que le toma al vehículo 268 responder a un comando de aceleración y/o desaceleración. El vehículo 268 acelera y/o desacelera al restablecer la posición del centro de gravedad 296 del vehículo 268 sobre la ubicación en la que las ruedas 260 y 264 hacen contacto con el suelo. Si el vehículo 268 se aceleró y/o desaceleró en respuesta a un cambio en la inclinación, el controlador del vehículo 268 necesitaría primero inducir un cambio en la posición del centro de gravedad 296 con relación a la posición de estado estable y luego comandar la transmisión 288 para operar las ruedas 260 y 264 de tal manera que la posición del centro de gravedad 296 por encima de la ubicación donde los elementos que hacen contacto con el suelo contactan el suelo. El tiempo requerido para inducir un cambio en la posición del centro de gravedad 296 hacia atrás a la posición de estado estable es un retraso en el tiempo para el vehículo 268 para que responda a un comando de aceleración y/o desaceleración comparado con la aceleración y/o desaceleración en respuesta a un cambio en la posición del centro de gravedad. El vehículo 268 no requiere inducir el cambio en la posición del centro de gravedad 296 desde un estado estable por que el cambio de la posición del centro de gravedad 296 es inherente al comando de aceleración y/o desaceleración. El comando de aceleración y/o desaceleración necesita un cambio en la orientación del vehículo 268 para ubicar el centro de gravedad 296 en la posición correcta de tal manera que pueda iniciarse la aceleración y/o desaceleración.

La FIG. 3 es un diagrama de bloque de un sistema 300 de control para controlar dinámicamente la estabilidad de un vehículo que tiene dos ruedas lateralmente dispuestas (por ejemplo las ruedas 260 y 264 de la FIG. 2B), de acuerdo con una realización ilustrativa de la invención. Un controlador 302 (por ejemplo, el controlador 400 de la FIG. 4) recibe una característica de entrada de una posición de la porción de soporte (por ejemplo la porción de soporte 172a de la FIG.1) con relación a la porción de plataforma (por ejemplo, la porción de plataforma 172b de la FIG. 1) que afecta la ubicación del centro de gravedad del vehículo, desde un módulo 304 de sensor. Con base en al menos la posición de la porción de soporte con relación a la porción de plataforma suministrada por el módulo 304 de sensor, el controlador 302, comanda el torque T de al menos una de las transmisiones 306 motorizada a la izquierda o la transmisión 308 motorizada a la derecha (por ejemplo el torque aplicado a los elementos correspondientes que hacen contacto con el suelo).

Las FIGS. 3A Y 3B son diagramas de bloque que ilustran el efecto de la posición del centro de gravedad 322 de un vehículo 330 sobre la operación del vehículo 330, de acuerdo con una realización ilustrativa de la invención. El vehículo 330 tiene una masa total M_2 (peso de M_2g). La masa de la carga útil y una porción del vehículo 330 se denota como M_1 (peso de M_1g) que corresponde a la masa de centro de gravedad 322. La masa de dos elementos 320 de contacto lateralmente dispuestos se denota como la masa M_0 (peso de M_0g). El peso del vehículo 330 se expresa como:

$$M_2g = M_1g + M_0g \quad \text{Ecuación 1}$$

La porción del vehículo 330 capaz de moverse a lo largo de la dirección del Eje X con relación a la posición de los elementos 320 que hacen contacto con el suelo se representa mediante el centro de gravedad 322. En referencia a la FIG.3A, el centro de gravedad 322 se ubica en una ubicación 334 inicial por encima de las ubicaciones 338 donde los elementos 320 que hacen contacto con el suelo contactan el suelo.

En referencia a la FIG. 3B, el centro de gravedad 322 se ubica en un sitio 342, a una distancia L a lo largo de la dirección negativa del Eje X con relación a la ubicación inicial 334. En una realización, el centro de gravedad 322 está ubicado en una ubicación 342 por un ser humano que mueve la posición del centro de gravedad del vehículo 330. El módulo 304 de sensor (de la FIG.3) suministra la inclinación del vehículo 330 y la orientación del vehículo 330 al controlador 302. La inclinación y la orientación cambian en la medida en que la posición 342 del centro de gravedad 322 cambia. El controlador 302 saca una señal a la transmisión 306 motorizada izquierda y la transmisión 308 motorizada derecha para aplicar un torque $[T = (M_1g)(L)]$ a los elementos 320 que hacen contacto con el suelo para hacer que los elementos 320 que hacen contacto con el suelo se muevan en la dirección (por ejemplo hacia adelante a lo largo de la dirección del Eje X negativo) al centro de gravedad 322 que ha sido desplazada de la ubicación 338 previa para mantener el balance del vehículo 330.

Las masas del vehículo 330 se pueden distribuir de manera ventajosa entre la carga útil y la estructura relacionada (colectivamente 322) y los elementos que hacen contacto con el suelo y la estructura relacionada (colectivamente 320) para maximizar el desempeño de la aceleración y desaceleración. En una realización, es ventajoso ubicar un porcentaje mayor de la masa del vehículo 330 total con la porción que se mueve del vehículo 330 (es decir, con la carga útil y la estructura 322 relacionada) para maximizar el desempeño de la aceleración y la desaceleración. Colocar más de la masa del vehículo 330 total con la porción 322 que se mueve posibilita que una mayor cantidad de masa contribuya a generar los comandos del motor requeridos para acelerar o desacelerar el vehículo 330. Si, sin embargo, más de la masa del vehículo 330 total se colocó con los elementos que hacen contacto con el suelo y la estructura 320 relacionada, el porcentaje mayor de masa sería una carga que el vehículo 330 requiere mover como parte del vehículo 330 completo.

El controlador 302 también hace interface con una interface 310 de usuario y un sensor 312 de rotación de rueda. La interface 310 de usuario puede, por ejemplo, incluir controles para prender o apagar el vehículo, o para disparar diferentes modos de operación del vehículo.

El módulo 304 sensor detecta uno o más parámetros del vehículo para determinar un cambio en la posición del centro de gravedad del vehículo (por ejemplo debido al movimiento de la porción 172a de soporte con relación a la porción 172b de plataforma del vehículo 100 de la FIG.1). En una realización, el módulo 304 sensor genera una señal indicativa de un cambio en la posición del centro de gravedad en un momento en el tiempo con respecto a la posición del centro de gravedad en otro momento del tiempo. Por ejemplo, un sensor de distancia unido a un resorte, un sensor de carga, un inclinómetro, un giroscopio, rebabas y/o un sensor de tasa angular se puede utilizar para determinar un cambio en el centro de gravedad del vehículo. Se pueden emplear otros sensores (por ejemplo sensores ópticos y/o sensores magnéticos) y están por lo tanto dentro del alcance de la presente invención.

El controlador 302 incluye un algoritmo de control para determinar la cantidad de torque a ser aplicado por la transmisión 306 motorizada izquierda y/o la transmisión 308 motorizada derecha con base en la posición de deslizamiento (es decir la porción de soporte con relación a la porción de plataforma). El algoritmo de control se puede configurar, por ejemplo, durante el diseño del vehículo o en tiempo real, sobre la base de un modo operativo habitual del vehículo, las condiciones de operación experimentadas por el vehículo, así como también las preferencias del ser humano.

Como un ejemplo, que no significa limitación, el algoritmo de control puede tener la forma:

$$\text{Comando de Torque} = K (C + O) \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde K es la ganancia, C es el vector que define la posición del centro de gravedad del vehículo, y O es un desfase. La posición del centro de gravedad, C, puede estar en la forma de un término de error definido como la posición deseada del deslizamiento (porción de soporte con relación a la porción de plataforma) menos la posición detectada del deslizamiento. Cambiar la posición de deslizamiento puede ser el método utilizado para afectar la posición del CG. La posición deseada del deslizamiento puede ser, por ejemplo, una constante predeterminada en el algoritmo de control. Alternativamente, un ser humano en el vehículo puede establecer la posición del deslizamiento por vía de una interface de usuario. En esta realización, luego de arrancar el vehículo y antes de permitir el movimiento del vehículo, el ser humano puede activar un interruptor del vehículo que dispara la determinación de la posición deseada del deslizamiento con base en las instrucciones recibidas desde el módulo sensor. Esto le permite al ser humano adquirir una posición inicial conocida del deslizamiento, desde la cual el ser humano puede desviarse con el fin de originar un cambio en la posición del deslizamiento (originando un cambio en la posición del CG).

La ganancia, K, puede ser una constante predeterminada, o se puede ingresar o ajustar por el ser humano a través de la interface 310 de usuario. La ganancia K es, más generalmente, un vector, con el torque determinado como un producto escalar de la ganancia y la posición del vector de desplazamiento de deslizamiento. La respuesta del vehículo a los cambios en la posición del deslizamiento puede ser gobernada por K. Por ejemplo, incrementar la magnitud de al menos un elemento del vector K hace que el ser humano perciba una respuesta más rígida ya que un pequeño cambio en la posición del deslizamiento da como resultado un comando de mayor torque.

El desfase, O, se puede incorporar en el algoritmo de control para gobernar el torque aplicado a la transmisión 306 motorizada de izquierda y a las transmisiones 308 motorizadas derechas, además de, o aparte de, el efecto directo de C. Así, por ejemplo, el ser humano puede suministrar una entrada por medio de la interface de usuario 310 (por ejemplo, entrada 106 de la FIG.1), la entrada es tratada por el controlador 302 de manera equivalente a un cambio, por ejemplo, en la posición del deslizamiento.

En una realización, la dirección se puede lograr al calcular el torque deseado para la transmisión 306 motorizada izquierda y el torque deseado para la transmisión 308 motorizado derecha de manera separada. Adicionalmente, hacer el seguimiento tanto al movimiento de la rueda izquierda como al movimiento de la rueda derecha permite que se haga un ajuste, como es conocido por las personas medianamente versadas en las técnicas de control para evitar un giro no

deseado del vehículo y para contar con las variaciones de desempeño entre la transmisión 306 motorizada izquierda y la transmisión 308 motorizada derecha.

El direccionamiento se puede lograr en una realización que tenga al menos dos elementos que hacen contacto con el suelo lateralmente dispuestos (por ejemplo, una rueda izquierda y derecha), al suministrar, por ejemplo, motores separados para los elementos que hacen contacto con el suelo a la izquierda y a la derecha. El torque deseado para el motor izquierdo y el torque deseado para el motor derecho se pueden calcular de manera separada. De manera adicional, hacer el seguimiento tanto al movimiento del elemento que hace contacto con el suelo a la izquierda como el movimiento del elemento que hace contacto con el suelo a la derecha con los sensores 312 de rotación del elemento que hace contacto con el suelo permite que se haga un ajuste, como es conocido por las personas medianamente versadas en las técnicas de control, para evitar el giro no deseado del vehículo y para contar con las variaciones del desempeño entre los dos motores. En algunas realizaciones, la sensibilidad de la dirección se ajusta a una mayor sensibilidad cuando el vehículo está a velocidades menores y a menor sensibilidad cuando el vehículo está a mayores velocidades para permitir, por ejemplo, más fácil direccionamiento o más altas velocidades.

En algunas realizaciones, el sistema 300 de control limita la velocidad del vehículo. El límite de velocidad se puede ajustar con base, por ejemplo, en la velocidad máxima asociada con el modo de operación del vehículo o una entrada de un ser humano.

En una realización, el sistema 300 de control incluye un algoritmo que limita la velocidad que regula la velocidad del vehículo al controlar la inclinación del vehículo. El controlador 302 cambia la inclinación del vehículo que mueve la posición del centro de gravedad. Los cambios en la posición del centro de gravedad hacen que el vehículo acelere o desacelere dependiendo de a donde se mueve la dirección del centro de gravedad. El algoritmo que limita la velocidad origina que el controlador 302 limite la velocidad del vehículo al ajustar el ángulo Θ_D de inclinación deseado. El bucle de control de inclinación del sistema 300 controla el sistema 300 para lograr el ángulo Θ_D de inclinación deseado.

El ajuste del ángulo Θ_D de inclinación deseado se determina con base en la siguiente relación.

$$\Theta_D = K1 * \left[\frac{A}{K2 * (V_{VelocidadLímite} - V_{cm})} + \frac{B}{K3 * (V_{ErrorVelocidadIntegrado})} + \frac{C}{K4 * (Aceleración)} \right]$$

Ecuación 3

Donde $V_{límite de velocidad}$ es la velocidad máxima permitida habitual del vehículo, V_{cm} es la velocidad del vehículo, K2 es la ganancia proporcional a la diferencia entre el límite de velocidad del vehículo y la velocidad efectiva del vehículo, K3 es una ganancia sobre el error de velocidad integrado, que es la diferencia integrada entre el límite de velocidad del vehículo y la velocidad efectiva del vehículo, K4 es una ganancia sobre la aceleración del vehículo, K1 es una ganancia sobre la inclinación deseada total calculada que puede ser una función de, por ejemplo, una posición del centro de gravedad del vehículo, y Θ_D es el ángulo de inclinación deseado. El efecto acumulado de los términos A, B y C en la Ecuación 3 va a originar que el vehículo se incline hacia atrás a una orientación de desaceleración si se excede la velocidad límite hacia adelante. El valor del ángulo Θ_D de inclinación deseada varía en el sistema 300 de control para controlar la velocidad del vehículo.

En una realización, el ángulo Θ_D de inclinación deseado permanece constante (por ejemplo el vehículo permanece a nivel con respecto al plano del suelo). Cuando se alcanza un límite de velocidad máximo predefinido, el sistema 300 de control responde al ajustar el ángulo Θ_D de inclinación deseado a un valor para desacelerar el vehículo para evitar que el vehículo exceda el límite de velocidad máximo. Esto tiene el efecto del sistema 300 de control que comanda el vehículo para inclinarlo hacia atrás lo que origina que se disminuya la velocidad del vehículo.

En algunas realizaciones, el sistema 300 de control se configura para contar con que el ser humano que comanda el vehículo lo haga más lento. Cuando el sistema 300 de control determina que el ser humano ha hecho que el centro de gravedad se cambie hacia atrás, el controlador reduce el valor de la ganancia K1. Al reducir el valor de la ganancia K1, los términos del ángulo de inclinación en el sistema 300 de control (gobernados por, por ejemplo, la Ecuación 3) son desenfanzados. En razón a que el sistema 300 de control desenfanza los términos del ángulo de inclinación, el sistema 300 de control no comanda el vehículo para inclinarlo hacia atrás en tanto que este en ausencia del ser humano que comanda el vehículo lo haría más lento.

La FIG. 4 es un diagrama de bloque de un controlador 400 para controlar la operación de un vehículo (por ejemplo el vehículo 100 de la FIG.1), de acuerdo con una realización ilustrativa de la invención. La respuesta dinámica del vehículo a los comandos de entrada del piloto 402 o del controlador 404 (por ejemplo autónomo), el terreno, la carga útil, la carga del viento, y la capacidad del sistema se pueden manejar mediante un numero de controladores del sistema de bucles cerrado a anidados y cooperativos. El controlador 406 de inclinación mantiene la estabilidad dinámica del vehículo. El controlador 406 de inclinación puede tomar datos de retroalimentación de varias fuentes, por ejemplo, la inclinación y la tasa 408 de inclinación desde el estimador (PSE) 410 del estado de inclinación, y la posición 412 de deslizamiento

desde el potenciómetro 414 de cadena montado deslizante (o, otro sensor adecuado que suministra una medida de la posición de, por ejemplo, la porción de soporte de la estructura de acoplamiento con relación a la porción de plataforma de la estructura de acoplamiento). El controlador 416 de inclinación puede sacar los comandos 418 de velocidad del motor de la rueda para mantener el nivel del chasis del vehículo (por ejemplo soporte).

5 El controlador 466 de derrape del vehículo puede tomar, como entrada, los comandos de dirección del HMI 402 (o el controlador 404) y comparar los comandos 420 de dirección con las velocidades 422 de las ruedas provenientes de las transmisiones 424 del motor de la rueda para crear los componentes 426 del comando de velocidad del motor de la rueda necesarios para direccionar y girar el vehículo. Los comandos 438 de velocidad del motor de la rueda pueden incluir un componente de comando para la propulsión del vehículo y un componente de comando para la dirección del vehículo. En algunas realizaciones, el componente 426 de comando de dirección se agrega al componente 418 del comando de propulsión (desde el controlador 406 de inclinación) para una rueda y sustraerlo del componente 418 de propulsión para la otra rueda.

15 El controlador 428 de velocidad del vehículo puede tomar, como entrada, los comandos 430 de velocidad del vehículo desde el HMI 402 (o el controlador 404), que han sido, si es necesario, limitados por el limitador 432 de la velocidad del vehículo. El controlador 428 de velocidad del vehículo puede crear comandos 434 de posición de deslizamiento para ajustar la posición del deslizamiento que afecta la posición del CG y así, ajustar el torque aplicado a las ruedas y a una superficie subyacente para ajustar la aceleración y la velocidad del vehículo. El controlador 428 de velocidad del vehículo puede recibir retroalimentación de la velocidad proveniente tanto de la rueda 422 y de las transmisiones del motor de deslizamiento 436.

25 Los componentes 418 y 426 del comando de velocidad de la rueda pueden ser sacados de los controladores de inclinación 406 y de derrape 466 y se pueden combinar para crear los comandos 438 de velocidad del motor total que el vehículo puede usar para balancear, dirigir y propulsar el vehículo. Los comandos 438 resultantes de velocidad de rueda se pueden enviar a las transmisiones 424 del motor de rueda que pueden controlar las velocidades de los motores 442 de la rueda. Las transmisiones 424 del motor de rueda se pueden controlar digitalmente, modular sinusoidalmente, e impulsar de manera permanente el motor con magneto.

30 Un comando 434 de posición de deslizamiento puede ser sacado del controlador 428 de velocidad del vehículo, el cual se puede limitar mediante el limitador 444 de esfuerzo, que se puede ingresar a un controlador 446 de posición de deslizamiento. El controlador 446 de posición de deslizamiento compara el comando 434 de posición de deslizamiento a la posición 412 de deslizamiento real desde el potenciómetro de cadena y sacar el comando 448 de velocidad de motor de deslizamiento. El comando 448 de velocidad de motor se puede ingresar a la transmisión 450 del motor accionador de deslizamiento el cual puede controlar la velocidad del motor 468 de deslizamiento.

dentro de las transmisiones 424 del motor de la rueda del vehículo, pueden haber bucles de velocidad del motor para controlar los bucles corrientes del motor que pueden controlar los ciclos de trabajo de los puentes de potencia que pueden sacar voltajes de 3 fases variantes a los motores 442 de la rueda del vehículo. Las posiciones 458 del motor de la rueda del vehículo pueden ser retroalimentadas a las transmisiones 424 del motor de la rueda desde los codificadores 460 del eje del motor para comunicación y para cerrar el bucle de velocidad. Los controladores de velocidad se pueden configurar con ganancias proporcionales. Así, un error de velocidad permanente se puede desarrollar bajo una carga. La presencia del error de velocidad permanente puede ayudar a asegurar que las cargas llevadas por motores redundantes, si se aplican, se comparten de una forma razonablemente bien balanceada. Un limitador corriente en cada transmisión 424 del motor de la rueda pueden proteger las transmisiones 424 del motor y sus motores 442 de sobrecalentamiento mientras que se permite la capacidad de torque pico para duraciones cortas y capacidades continuas de torque mediante periodos indefinidos de operación.

50 Con el fin de conocer que tanto limitar el esfuerzo demandado del sistema de propulsión, se puede estimar la capacidad corriente del motor de la rueda. La capacidad corriente del motor se puede estimar al conocer la velocidad del motor presente, los límites corrientes, que se pueden retroalimentar desde las transmisiones 424 del motor de rueda y la resistencia estimada de la batería y el voltaje de circuito abierto del estimador de estado de la batería (BSE) 452. Así, el BSE 452 puede utilizar la retroalimentación de la corriente y del voltaje terminal de la batería 456 para estimar la resistencia de la batería al monitorizar que tanto cambia el voltaje de la batería en respuesta a los cambios de corriente de la batería. El BSE 452 puede estimar el voltaje de la batería de circuito abierto (el voltaje sin carga) del voltaje corriente y terminal de la batería y de la resistencia estimada de la batería.

60 Utilizar las entradas del estado de la batería se estiman del BSE 452, y la corriente del motor, el límite de corriente y la retroalimentación de velocidad de las transmisiones 424 del motor de rueda, el estimador (CCE) 454 de la capacidad de corriente del motor puede estimar la corriente del motor que puede producir el sistema de propulsión del vehículo en cualquier punto de tiempo. La capacidad corriente se puede pasar al limitador 444 de esfuerzo, el cual limita la posición de deslizamiento para mantener un margen entre la corriente comandada y la capacidad de corriente del sistema, para poder mantener así el balanceo y la capacidad de dirección. Las transmisiones 424 del motor del vehículo pueden incluir algoritmos limitantes de corriente para ajustar la corriente del motor del vehículo entre límites pico y continuos. Los límites se seleccionan para proteger tanto los motores 442 como las transmisiones 424. Cualquier momento en que la corriente de comando u objetivo esté por encima del límite continuo de la transmisión, el límite efectivo de transmisión

puede hacer que vaya más despacio al límite continuo de transmisión. Cuando la corriente objetivo del motor cae por debajo del límite continuo, el límite efectivo se puede hacer más lento para regresar al límite pico. Los límites efectivos se pueden retroalimentar de las transmisiones 424 al CCE 454.

5 El limitador 432 de la velocidad del vehículo puede ajustar el límite de velocidad superior del sistema y aplicar una respuesta más lenta que puede ser solicitada por el núcleo 462 de seguridad del vehículo. Así, el limitador 432 de velocidad puede pasar un valor 464 límite de velocidad al controlador 428 de velocidad del vehículo, lo cual lo hace efectivo. En la medida en que el núcleo 462 de seguridad determina que se requiere una respuesta más lenta, este puede solicitar una respuesta más lenta desde el limitador 432 de velocidad. El limitador 432 de velocidad puede calcular un límite de velocidad que varía con el tiempo que se pueda utilizar para ser más lenta la respuesta y pasar los valores de velocidad que varían con el tiempo al controlador 428 de velocidad.

15 Existen varias respuestas para los riesgos y fallas 466 que pueda emitir el núcleo 462 de seguridad que den como resultado un cambio en el límite de velocidad. Por ejemplo, la respuesta a la velocidad límite, la respuesta a la velocidad cero, el apagado del sistema completo de seguridad, y el apagado del sistema medio de seguridad (para sistemas redundantes). Ellos son similares en el hecho de que todos ellos pueden hacer que el sistema desacelere; y diferir en los valores en que ellos pueden limitar las tasas a las que ellos pueden hacer que el sistema se desacelere. Adicionalmente, las respuestas de apagado de seguridad se pueden acoplar con los comandos de aterrizaje (transición del estado estáticamente estable) y sin potencia una vez que el sistema ha alcanzado la velocidad cero.

20 La respuesta de velocidad límite del vehículo se puede emitir bajo condiciones transitorias tal como cuando la unidad de medición inercial (IMU) 470 esta "vertiginosa". Una vez que la condición transitoria desaparece (por ejemplo, ya no se vuelve rápida) el límite de velocidad se puede ir levantando lentamente. Se puede emitir una respuesta de velocidad cero, por ejemplo, si las condiciones que originaron la respuesta de velocidad límite persisten, y el sistema puede ajustar el límite de velocidad a cero muy rápidamente.

30 Se pueden emitir respuestas de parada de seguridad cuando el sistema ha encontrado una falla que requiere que el sistema descansa y se apague. Una parada de seguridad lleva al sistema a velocidad cero. La tasa en la cual el sistema es llevado a velocidad cero puede variar con el tipo de parada de seguridad. En los casos donde está disponible el sistema completo, el sistema puede desacelerar a una tasa posible máxima para minimizar el tiempo en que permanece el sistema o mientras existe la falla. Para los sistemas redundantes en el caso de sistemas medios, la tasa de ralentización se puede cortar en la mitad por que el sistema solo tiene la mitad de la capacidad y tratar de desacelerar a tasas de sistema máximos completos puede incrementar la probabilidad de saturar la capacidad media del sistema. El limitador 432 de velocidad puede informar al núcleo 462 de seguridad cuando se logró su tarea, pero algunas veces puede retrasar la retroalimentación para asegurar, por ejemplo, que las dinámicas del sistema se han ajustado antes de emitir los comandos de tierra y parada.

40 El controlador 406 de inclinación puede utilizar datos de retroalimentación estimados para la inclinación y la tasa 408 de inclinación. Estos estimados se pueden calcular en el estimador (PSE) del estado de inclinación de una tasa angular bruta y los datos del acelerómetro desde IMU 470.

45 El controlador 406 de inclinación puede ser un controlador de bucle cerrado y puede ser la función de balanceo primaria. El controlador 406 de inclinación tiene como informaciones de entrada acerca de las orientaciones de inclinación deseadas y medidas del vehículo con respecto a la gravedad y puede crear comandos para que los accionadores suministren las fuerzas de estabilización. Estas fuerzas, aunque suministran estabilidad en los ejes de inclinación, concurrentemente suministran una fuerza propulsora para un movimiento hacia adelante/atrás general del vehículo. La salida 418 del controlador 406 de inclinación es un componente del comando de proporción total y se puede agregar a los otros componentes en otro modulo.

50 El controlador 406 de inclinación puede incluir cuatro términos, la suma de los cuales puede constituir el comando de inclinación. El primer término puede ser una ganancia aplicada a la diferencia entre la inclinación deseada y la medida/estimada, también conocida como el "error". El producto de la ganancia y el error se denomina comúnmente como "término proporcional". Cuando se aplica al vehículo de balanceo, el término proporcional propulsa el vehículo en la dirección de inclinación o "apoyo" del vehículo. Un grado adicional de libertad representado por el accionador deslizante lineal puede requerir la compensación en el primer término del controlador de inclinación. Se puede aplicar un desfase de inclinación como una función de la posición de deslizamiento. El término de desfase de inclinación desfasa una inclinación deseada por una posición de deslizamiento corriente multiplicada por una ganancia derivada empíricamente. Esto se puede hacer para compensar la demanda de torque creciente sobre el accionador de la rueda en la medida en que la distancia a la carga radial se incrementa en magnitud. La distancia a la carga radial se calcula como la distancia hacia adelante/atrás desde el punto de balance neutro (no desde el centro de viaje de deslizamiento). El segundo término puede ser una ganancia aplicada a los datos de tasa de inclinación. Este término se denomina comúnmente como un "término nominal". El término nominal se opone al movimiento de inclinación, y así puede resistir cambios en la orientación. Esta puede ser la fuente de amortiguación en el controlador.

65 El tercer término puede ser para una transmisión del motor que controla la velocidad o el voltaje. Este puede ser un "término de corrección anticipante" con base en la velocidad promedio de los motores de la rueda izquierda y derecha.

Este término se puede utilizar para suministrar algún comando de estado estable a una velocidad dada al vehículo con el fin de reducir la necesidad de que el error de inclinación crezca en la medida en que se incrementa la velocidad. Este término puede ser innecesario para el controlador de inclinación cuando se comanda directamente la corriente del motor, El cuarto término puede ser para la compensación del movimiento deslizante. En la medida en que el deslizamiento se mueve imparten fuerzas de afectación sobre el sistema. Este puede ser un “término de corrección anticipante” con base en el movimiento deslizante. El término se puede utilizar para suministrar alguna amortiguación cuando existe un movimiento relativo entre la porción de soporte de la estructura de acoplamiento del vehículo con relación a la porción de plataforma en la estructura de acoplamiento del vehículo. Este puede efectuar la función de agregar amortiguamiento cuando el bucle de inclinación esta excitado por cualquier movimiento relativo entre la porción de soporte relativa a la porción de plataforma.

En una realización, el método se aplica utilizando un controlador de velocidad (refiriéndose al controlador 428 de velocidad del vehículo de la FIG.4 utilizado para controlar la velocidad operativa del vehículo 100 de la FIG. 1). El controlador de velocidad es un controlador de bucle cerrado que regula el movimiento de hacia adelante/atrás del vehículo. Este logra esto a través de los efectos combinados de controlar el controlador 446 de deslizamiento y el controlador 406 de inclinación. El controlador 428 de velocidad calcula la posición deseada para el deslizamiento que lleva a cabo el controlador de posición de deslizamiento. El cambio resultante en la posición del centro de gravedad (CG) a su vez puede inducir el movimiento al originar un error de inclinación, y así el movimiento de la rueda se puede impulsar por el controlador de inclinación.

El controlador 428 de velocidad puede ser un controlador de alta velocidad que puede utilizar controladores de nivel inferior directamente (deslizamiento) e indirectamente (inclinación) para controlar la planta. La salida del controlador de velocidad puede ser una posición de deslizamiento deseada que alimente el controlador de deslizamiento. Al ubicar el recinto 102, el soporte 104, la porción 172a de soporte y la estructura 172 de acoplamiento y la masa de la batería con relación a las ruedas 110, el controlador 428 de velocidad puede inducir los comandos en el bucle de inclinación que a su vez pueden dar origen a la aceleración del vehículo que puede utilizar el controlador de velocidad para lograr su meta.

El objetivo del bucle de velocidad se puede calcular de una de dos fuentes, los controles 402 manuales o el controlador 404. El controlador 428 de velocidad es capaz de conmutar entre estas dos fuentes mientras que el bucle está cerrando para lograr las metas de operación del sistema, incluyendo el modo de conmutación sobre el vuelo. El controlador 428 de velocidad puede tener un término proporcional y un término integral. El término integral puede ser importante por varias razones. Este puede suministrarle al sistema su capacidad de mantenimiento de estación sobre un piso plano, superficies inclinadas, en la presencia de afectaciones externas (por ejemplo viento) y compensar por la variación en las pérdidas del sistema que ocurren sobre el rango de velocidad de trabajo para lograr efectivamente el blanco.

La retroalimentación del controlador 428 de velocidad es una combinación de la velocidad 422 de la rueda y la velocidad 436 de deslizamiento. Esta puede ser importante para estabilidad del bucle de velocidad. Considere un caso hipotético donde el sistema está en descanso y el controlador 428 de velocidad está utilizando solo el promedio de todas las velocidades de rueda presentes como retroalimentación. Si se desea una velocidad hacia adelante, el deslizamiento se puede mover hacia adelante. En la medida en que el deslizamiento se mueva hacia adelante, existe una fuerza de reacción sobre el chasis que puede hacer que las ruedas rueden hacia atrás. El rodado hacia atrás puede incrementar el error de velocidad y empujar el deslizamiento adicionalmente hacia adelante, lo que a su vez puede incrementar el rodamiento hacia atrás y así sucesivamente creando una retroalimentación positiva. Al tomar la velocidad del vehículo como la suma del promedio de la rueda presente y las velocidades de deslizamiento esta respuesta no deseada se puede remediar porque en la medida en que las ruedas se mueven hacia atrás el deslizamiento se puede mover hacia adelante lo cual puede hacer que la tendencia cancele el efecto.

El modo inverso de operación se puede aplicar mediante los límites de ajuste sobre la velocidad objetivo con base en el estado hacia adelante/en reversa. En el modo en reversa se puede permitir algún límite de velocidad pequeña (por ejemplo, menos de 3 mph) y en el modo hacia adelante no se puede permitir movimiento en reversa. Los comandos de movimiento hacia adelante se pueden permitir en ambos modos; el modo hacia adelante se puede considerar como un modo que inhibe el movimiento en reversa. Las transiciones entre los modos se pueden regular por los datos dinámicos del sistema y las conmutaciones de entrada del modo (por ejemplo operable por un usuario o un controlador autónomo). En una realización, para posibilitar el modo en reversa cuando está el modo hacia adelante, el criterio puede ser: la velocidad del sistema debe ser baja, el objetivo de velocidad debe ser bajo, y el botón del modo de hacia adelante/en reversa debe ser presionado. La solicitud puede no ser enganchada. Para posibilitar el modo hacia adelante cuando está el modo en reversa, uno puede alternar los modos con el mismo criterio para ingresar el modo en reversa u oprimir la entrada de acelerador hacia adelante si el sistema está en velocidad cero.

Despegue y aterrizaje

La FIG.5 es una ilustración esquemática de un vehículo 500, de acuerdo con una realización ilustrativa de la invención. El vehículo 500 es similar al vehículo 100 de la FIG.1 y, los números de referencia comunes se refieren a elementos comunes. El vehículo 500 incluye el tren de aterrizaje 504 que esta acoplado al vehículo 500. En esta realización, el tren de aterrizaje 504 incluye una rueda 508. Cuando el vehículo 500 está inclinado hacia adelante (rotado a lo largo de la

curva 528 hacia la dirección delantera) en una cantidad predeterminada, el tren de aterrizaje 504 está en contacto con la superficie 532 subyacente. La combinación del tren de aterrizaje 504 y al menos una rueda 110 mantiene el vehículo 500 en un estado estáticamente estable. En una realización, la al menos una rueda 110 es una pluralidad de ruedas lateralmente dispuestas. En otra realización, el tren de aterrizaje 504 es una pluralidad de patines, almohadillas, o montajes de rueda que suministran estabilidad lateral al vehículo 500 cuando el vehículo 500 no está prendido. En esta realización, el tren de aterrizaje 504 está ubicado delante de al menos una rueda 110; sin embargo, en algunas realizaciones, el tren de aterrizaje 504 está ubicado atrás de al menos una rueda 110.

El vehículo 500 también incluye un cilindro 512 maestro acoplado al tren de aterrizaje 504 y un freno 516 (por ejemplo, un freno con pinza de accionamiento hidráulico) acoplados a al menos una rueda 110. El cilindro 512 maestro esta acoplado al freno 516 por una línea 520 hidráulica. La combinación del cilindro maestro y la línea hidráulica 520 forman un sistema accionador para enganchar y desenganchar el freno 516. Los sistemas accionadores alternativos se pueden utilizar para accionar el freno 516 en respuesta, por ejemplo, a una condición predeterminada que se satisface (por ejemplo, carga aplicada al tren de aterrizaje). El cilindro 512 maestro convierte la presión no hidráulica (por ejemplo, el desplazamiento de un pistón en el cilindro 512 maestro de contacto con la superficie 532 subyacente) en presión hidráulica en la línea 520 hidráulica para accionar el freno 516. El vehículo también puede incluir un sensor 524 de freno que monitoriza el vehículo 500 para determinar si el freno 516 está enganchado. En una realización, el sensor 524 de freno es un sensor de presión de fluido acoplado a la línea 520 hidráulica para medir la presión de fluido en el sistema de freno hidráulico. La combinación del cilindro 512 maestro, el freno 516, la línea 520 hidráulica y el sensor 524 de freno forman un sistema de frenado para el vehículo 500.

La FIG.6A es un diagrama de flujo de un método para hacer la transición de un vehículo (por ejemplo, el vehículo 500 de la FIG.5) desde un estado estáticamente estable a un estado dinámicamente balanceado. El método incluye controlar (604) el deslizamiento (por ejemplo, el deslizamiento 180 de la FIG.5) para comandar la al menos una rueda (por ejemplo, la rueda 110 de la FIG.5) para mantener una condición de velocidad cero y para mantener el vehículo en posición estacionaria con respecto a una superficie subyacente. El método también incluye controlar (608) el accionador (por ejemplo, el accionador 190 de la FIG.5) para mover la posición de la porción de soporte de la estructura de acoplamiento con relación a la porción de plataforma de la estructura de acoplamiento para alterar la posición del centro de gravedad del vehículo hacia una ubicación donde el vehículo es capaz de balancearse con la al menos una rueda.

El método también incluye determinar si se ha satisfecho una condición predeterminada (612). Si la condición predeterminada no se ha satisfecho, el vehículo (por ejemplo, un controlador del vehículo) continúa monitorizando la operación del vehículo para determinar cuándo se ha satisfecho la condición predeterminada. Si la condición predeterminada se ha satisfecho, el método procede entonces con iniciar (616) el balanceo dinámico del vehículo con al menos una rueda (por ejemplo, la rueda 110 de la FIG.5). En algunas realizaciones, los sistemas determinan si la ubicación del centro de gravedad del vehículo satisface la condición predeterminada. En una realización, la condición predeterminada se satisface cuando la carga aplicada a la superficie subyacente al tren de aterrizaje del vehículo (por ejemplo, el tren de aterrizaje 504 de la FIG.5) es menor que una cantidad predefinida. En algunas realizaciones, el sistema determina la carga aplicada por la superficie subyacente al tren de aterrizaje utilizando un sensor de depresión de fluido acoplado a un sistema de frenado hidráulico que esta acoplado al tren de aterrizaje del vehículo.

En algunas realizaciones, se satisface la condición predeterminada cuando el vehículo se inclina hacia atrás y el tren de aterrizaje ya no está en contacto con la superficie subyacente. En algunas realizaciones, se satisface la condición predeterminada cuando la posición de la porción de soporte con relación a la porción de plataforma se aproxima a una posición de umbral predefinida (por ejemplo, una posición en la cual la posición del centro de gravedad del vehículo está por encima de al menos una rueda utilizada para balancear y propulsar el vehículo).

El método también incluye controlar (620) la posición de la porción de soporte con relación a la porción de plataforma y controlar la inclinación del vehículo al nivel de soporte. Por vía de ejemplo, en el punto donde se posibilita el controlador de balanceo dinámico, el soporte y la plataforma están aun inclinados hacia adelante esencialmente tan lejos como estaban ubicadas el soporte y la plataforma cuando se estacionó/detuvo. Los controladores de (inclinación) de balanceo y de posición de deslizamiento trabajan juntos entonces para ajustar la inclinación del soporte y plataforma a un estado de nivel. Esto se hace al girar la inclinación deseada (por vía del controlador de inclinación) desde el ángulo de estacionamiento a cero (por ejemplo la plataforma 112 de nivelación de la FIG.1) aunque manteniendo la velocidad de la rueda en cero y la posición (por vía del controlador de velocidad). El método también incluye controlar (624) la transmisión para deshabilitar el comando que mantiene la al menos una rueda a una condición de velocidad cero y mantener el vehículo en posición estacionaria con respecto a la superficie subyacente. Un operador puede entonces, por ejemplo, comandar el vehículo para que se mueva.

La FIG.6B es un diagrama de flujo de un método para una transición de un vehículo (por ejemplo vehículo 500 de la FIG. 5) desde un estado dinámicamente balanceado a un estado estáticamente estable. El método incluye comandar el accionador (640) para controlar la posición (por ejemplo utilizando el controlador 400 de la FIG.4) de la porción de soporte de la estructura de acoplamiento del vehículo con relación a la porción de plataforma de la estructura de acoplamiento del vehículo para mantener una condición de velocidad cero y mantener el vehículo en posición estacionaria con respecto a una superficie subyacente. El método también incluye controlar la transmisión (648) para inclinar el vehículo hacia adelante aunque manteniendo el vehículo en un estado dinámicamente balanceado. El método

incluye, también, opcionalmente, evitar (644) que el vehículo se incline hacia atrás después de comandar el accionador para controlar la posición de la porción de soporte con relación a la porción de plataforma para mantener la condición de velocidad en cero y mantener el vehículo en posición estacionaria con respecto a la superficie subyacente.

5 El método también incluye determinar si se ha satisfecho una condición de configuración de aterrizaje (652). Si la condición de configuración de aterrizaje no se ha satisfecho, el vehículo (por ejemplo, un controlador del vehículo) continúa monitorizando la operación del vehículo para determinar cuándo se ha satisfecho la condición de configuración de aterrizaje. Cuando la condición de configuración de aterrizaje se ha satisfecho, el método termina entonces el balanceo dinámico del vehículo (660). El método también, opcionalmente, incluye comandar (656) el accionador para mover la porción de soporte con relación a la porción de piso en una dirección hacia el tren de aterrizaje. Por vía de ejemplo, una motivación para efectuar la tapa 656 antes de la tapa 660, es garantizar que la posición del vehículo CG ubicada a alguna distancia del tren de aterrizaje y que la plataforma este al menos un poco estáticamente estable antes de terminar el balanceo dinámico del vehículo (656). El método también incluye mover (664) la porción de soporte con relación a la porción de tierra en una dirección hacia el tren de aterrizaje luego de terminar el balanceo del vehículo.

15 En algunas realizaciones, la condición de configuración de aterrizaje se satisface cuando la carga aplicada a las superficies subyacente del tren de aterrizaje es mayor que una cantidad predefinida. En algunas realizaciones, la carga aplicada por la superficie subyacente al tren de aterrizaje se determina utilizando un sensor de presión de fluido acoplado al sistema de frenado hidráulico acoplado al tren de aterrizaje del vehículo (por ejemplo, el sistema de frenado de la FIG.5). En algunas realizaciones, la condición de configuración de aterrizaje se satisface cuando el tren de aterrizaje está en contacto con la superficie subyacente. En algunas realizaciones, la condición de configuración de aterrizaje se satisface cuando la posición de la porción de soporte con relación a la porción de piso se aproxima a una posición de umbral predefinida (por ejemplo, una posición en la cual la posición del centro de gravedad del vehículo se ubica generalmente entre el tren de aterrizaje y la al menos una rueda (por ejemplo, la rueda 110 de la FIG.5).

25 Freno del Vehículo

La FIG. 7 es una ilustración esquemática de un sistema de frenado 700 para un vehículo, de acuerdo con una realización ilustrativa de la invención. El sistema de frenado 700 se puede utilizar como, por ejemplo, un sistema de frenado para el vehículo 500 de la FIG.5. El sistema 700 de frenado incluye 2 cilindros 704 y 704b maestros (generalmente 704). Los cilindros 704 maestros se acoplan al tren de aterrizaje del vehículo (por ejemplo, dos conjuntos del tren de aterrizaje 504 de la FIG.5 lateralmente dispuestos en relación el uno con el otro). Las cargas aplicadas por la superficie subyacente al engranaje al tren de aterrizaje se acoplan a los cilindros maestros 704. El sistema de frenado 700 también incluye dos frenos 708a y 708b hidráulicos (generalmente 708) acoplados a dos ruedas lateralmente dispuestas del vehículo (por ejemplo las ruedas utilizadas para propulsar y balancear dinámicamente el vehículo).

Los cilindros 704 maestros y los frenos 708 se acoplan utilizando las líneas 716 hidráulicas. Los cilindros 704 maestros, los frenos 708 y las líneas 716 hidráulicas se acoplan por vía del bloque 720 múltiple común. El bloque 720 múltiple hace que el freno 708 se someta a la misma presión de la línea hidráulica. Cuando se aplica la carga al tren de aterrizaje/ruedas los pistones en los cilindros maestros se mueven y comprimen el fluido hidráulico en las líneas hidráulicas lo que incrementa la presión hidráulica. La presión en las líneas hidráulicas hace que los frenos 708 se enganchen. Cuando la carga se retira del tren de aterrizaje/ruedas, la presión disminuye en las líneas hidráulicas haciendo que los frenos 708 se desenganchen. Se utilizan dos cilindros 704 maestros, y se acoplan a ambos frenos 708, para permitirle a ambos frenos 708 acoplarse aun si solamente uno de los montajes de tren de aterrizaje soporta el vehículo (por ejemplo, como cuando se está sobre un pavimento irregular).

El sistema 700 de frenado también incluye dos sensores/interruptores de presión 712a y 712b (generalmente 712). Los sensores/interruptores 712 de presión suministran la señal de estado de frenado a un controlador del vehículo (por ejemplo, el controlador 400 de la FIG.4). En algunas realizaciones, el controlador le prohíbe al vehículo ingresar a un modo de balanceo cuando la señal de estado de freno es indicativa de que los frenos están enganchados.

La FIG.8 es un diagrama de flujo de un método para frenar el vehículo dinámicamente balanceado, de acuerdo con una realización ilustrativa de la invención. El vehículo incluye un soporte para soportar una carga útil, al menos una primera y segunda ruedas acopladas al soporte, una transmisión acoplada a la primera y segunda ruedas para balancear dinámicamente el vehículo y suministrar potencia a la primera y segunda ruedas para propulsar el vehículo, un controlador acoplado a la transmisión para controlar la transmisión, al menos una segunda rueda acoplada al soporte y dispuesta adelante o atrás de la primera y segunda ruedas, en donde la combinación de la primera, segunda y tercera ruedas mantienen el vehículo en un estado estáticamente estable cuando el vehículo está operando en el estado estáticamente estable, y un sistema de frenado que comprende frenos acoplados a las primeras y segundas ruedas, y un montaje accionador acoplado a la tercera rueda. El método incluye acoplar los frenos con el montaje accionador cuando la tercera rueda hace contacto con la superficie (804) subyacente. El método también incluye desacoplar los frenos con el montaje accionador cuando la tercera rueda se levanta de la superficie (808) subyacente.

En algunas realizaciones, el montaje accionador para el sistema de frenado incluye un cilindro maestro, los frenos son frenos hidráulicos, y el sistema de frenado también incluye líneas hidráulicas que acoplan el cilindro maestro a los frenos hidráulicos.

5 En realizaciones donde el sistema incluye frenos hidráulicos y líneas hidráulicas, el método también incluye medir la presión hidráulica en las líneas hidráulicas para determinar cuándo se aplica una carga por la superficie subyacente a la tercera rueda (812). En estas realizaciones, la etapa 804 se aplica en respuesta a una carga que está siendo aplicada por la superficie subyacente a la tercera rueda. El método también incluye monitorizar una señal de estado de freno (816) para determinar si los frenos están enganchados. Si un controlador (por ejemplo el controlador 194 de la FIG.5) determina que los frenos están enganchados, el controlador le prohíbe al vehículo entrar en modo de balanceo (820).

REIVINDICACIONES

1. Un método para hacer la transición de un vehículo desde un estado estáticamente estable a un estado dinámicamente balanceado, el vehículo (100, 200, 268, 500) que comprende un soporte (104, 204, 272) al menos una rueda (110, 210, 260, 264), una estructura (172) de acoplamiento que tiene una porción (172a) de soporte acoplada al soporte (104, 204, 272) y una porción (172b) de plataforma acoplada a al menos una rueda (110, 210, 260, 264) que le permite a la porción (172a) de soporte moverse o deslizarse hacia adelante y hacia atrás con respecto a la porción (172b) de plataforma, una transmisión acoplada a al menos una rueda (110, 210, 260, 264) para balancear dinámicamente el vehículo (100, 200, 268, 500) y suministrar potencia a al menos una rueda (110, 210, 260, 264) para propulsar el vehículo (100, 200, 268, 500), un accionador (190, 640) acoplado a una estructura (172) de acoplamiento para controlar la posición de la porción (172a) de soporte con relación a la porción (172b) de plataforma, un controlador (194, 292, 302, 400) acoplado a la transmisión para controlar la transmisión y acoplado al accionador (190, 640) para controlar el accionador (190, 640), el tren de aterrizaje (504) acoplado al vehículo (100, 200, 268, 500), en donde la combinación del tren de aterrizaje (504) y la al menos una rueda (110, 210, 260, 264) mantienen el vehículo (100, 200, 268, 500) en un estado estáticamente estable cuando el vehículo (100, 200, 268, 500) está operando en el estado estáticamente estable, el método caracterizado por: controlar la transmisión para comandar al menos la al menos una rueda (110, 210, 260, 264) para mantener una condición de velocidad cero y mantener el vehículo (100, 200, 268, 500) en una posición estacionaria con respecto a una superficie subyacente;
- controlar el accionador (190, 640) para mover o deslizar la posición de la porción (172a) de soporte con relación a la porción (172b) de plataforma para alterar la posición del centro de gravedad del vehículo hacia un sitio donde el vehículo (100, 200, 268, 500) es capaz de balancearse con al menos una rueda (110, 210, 260, 264); e
- iniciar el balanceo dinámico del vehículo (100, 200, 268, 500) con la al menos una rueda (110, 210, 260, 264) cuando la ubicación del centro de gravedad del vehículo satisface una condición predeterminada.
2. El método de la reivindicación 1, en donde la condición predeterminada se satisface cuando una carga aplicada por la superficie subyacente al tren de aterrizaje (504) es menor que una cantidad predefinida, en donde opcionalmente el método comprende además determinar la carga aplicada por la superficie subyacente al tren de aterrizaje (504) utilizando un sensor de presión de fluido acoplado a un sistema de freno hidráulico acoplado al tren de aterrizaje (504) del vehículo (100, 200, 268, 500).
3. El método de la reivindicación 1, en donde la condición predeterminada se satisface cuando el vehículo (100, 200, 268, 500) se inclina hacia atrás y el tren de aterrizaje (504) ya no está en contacto con la superficie subyacente.
4. El método de la reivindicación 1, en donde la condición predeterminada se satisface cuando la posición de la porción (172a) de soporte con relación a la porción (172b) de plataforma se aproxima a una posición umbral predefinida.
5. El método de la reivindicación 1, que comprende controlar la posición de la porción (172a) de soporte con relación a la porción (172b) de plataforma y la inclinación del vehículo (100, 200, 268, 500) para nivelar el soporte (104, 204, 272) en donde opcionalmente:
- el método comprende controlar la transmisión para deshabilitar el comando que mantiene la al menos una rueda (110, 210, 260, 264) a una condición de velocidad cero y mantener el vehículo (100, 200, 268, 500) en una posición estacionaria con respecto a la superficie subyacente.
6. Un vehículo dinámicamente balanceado (100, 200, 268, 500) el vehículo (100, 200, 268, 500) comprende:
- un soporte (104, 204, 272);
- al menos una rueda (110, 210, 260, 264);
- una estructura (172) de acoplamiento que tiene una porción (172a) de soporte acoplada al soporte (104, 204, 272) y una porción (172b) de plataforma acoplada a la al menos una rueda (104, 204, 260, 264) que le permiten a la porción (172a) de soporte moverse o deslizarse de hacia adelante y hacia atrás con respecto a la porción (172b) de plataforma;
- una transmisión acoplada a la al menos una rueda (104, 204, 260, 264) para balancear dinámicamente el vehículo (100, 200, 268, 500) y suministrar potencia a la al menos una rueda (104, 204, 260, 264) para propulsar el vehículo (100, 200, 268, 500);
- un accionador (190, 640) acoplado a la estructura (172) de acoplamiento para controlar la posición de la porción (172a) de soporte con relación a la porción (172b) de plataforma;

tren de aterrizaje (504) acoplado al vehículo (100, 200, 268, 500) en donde la combinación del tren de aterrizaje (504) y la al menos una rueda (104, 204, 260, 264) mantiene el vehículo (100, 200, 268, 500) en un estado estáticamente estable cuando el vehículo está siendo operado en un estado estáticamente estable; y

5 un controlador (194, 292, 302, 400) acoplado a la transmisión para controlar la transmisión y acoplado al accionador (190, 640) para controlar el accionador (190, 640)

Caracterizado porque

10 el controlador (194, 292, 302, 400) configurado para la transición del vehículo (100, 200, 268, 500) desde el estado estáticamente estable al estado dinámicamente balanceado, en donde el controlador (194, 292, 302, 400) se configura para:

15 controlar la transmisión para comandar la al menos una rueda (104, 204, 260, 264) para mantener la condición de velocidad cero y para mantener el vehículo (100, 200, 268, 500) en una posición estacionaria con respecto a una superficie subyacente,

20 controlar el accionador (190, 640) para mover o deslizar la posición de la porción (172a) de soporte con relación a la porción (172b) de plataforma para alterar la posición del centro de gravedad del vehículo hacia una ubicación donde el vehículo es capaz de balancearse con al menos una rueda (104, 204, 260, 264), e

iniciar el balanceo dinámico del vehículo con la al menos una rueda (104, 204, 260, 264) cuando la ubicación del centro de gravedad del vehículo satisface una condición predeterminada.

25 7. El vehículo de la reivindicación 6, en donde la condición predeterminada se satisface cuando una carga aplicada por la superficie subyacente al tren de aterrizaje (504) es menor que una cantidad predefinida, en donde opcionalmente:

30 el vehículo comprende un sensor de presión de fluido acoplado a un sistema de freno hidráulico acoplado al tren de aterrizaje (504) del vehículo (100, 200, 268, 500), en donde el sensor de presión del fluido se utiliza para determinar la carga aplicada por la superficie subyacente al tren de aterrizaje (504).

8. El vehículo de la reivindicación 6, en donde la condición predeterminada se satisface cuando el vehículo (100, 200, 268, 500) se inclina hacia atrás y el tren de aterrizaje (504) ya no está en contacto con la superficie subyacente.

35 9. El vehículo de la reivindicación 6, en donde la condición predeterminada se satisface cuando la posición de la porción (172a) de soporte con relación a la porción (172b) de plataforma se aproxima a una posición umbral predefinida.

40 10. El vehículo de la reivindicación 6, en donde el controlador (194, 292, 302, 400) controla la transmisión y el accionador (190, 640) para controlar la posición de la porción (172a) de soporte con relación a la porción (172b) de plataforma y la inclinación del vehículo para nivelar el soporte (104, 204, 272).

11. El vehículo de la reivindicación 6, en uno o más de los siguientes aplica:

45 (a) el controlador (194, 292, 302, 400) controla la transmisión para deshabilitar el comando que mantiene la al menos una rueda (104, 204, 260, 264) en una condición de velocidad cero y mantener el vehículo en una posición estacionaria con respecto a la superficie subyacente; y

(b) el tren de aterrizaje (504) comprende una o más ruedas.

50 12. Un método para hacer la transición de un vehículo desde un estado dinámicamente balanceado a un estado estáticamente estable, el vehículo (100, 200, 268, 500) comprende un soporte (104, 204, 272), la al menos una rueda (104, 204, 260, 264), una estructura (172) de acoplamiento que tiene una porción (172a) de soporte acoplada al soporte (104, 204, 272) y una porción (172a) de plataforma acoplada a al menos una rueda (104, 204, 260, 264) que le permite a la porción (172a) de soporte moverse o deslizarse hacia adelante y hacia atrás con respecto a la porción (172b) de plataforma, una transmisión acoplada a al menos una rueda (104, 204, 260, 264) para balancear dinámicamente el vehículo (100, 200, 268, 500) y suministrar potencia a la al menos una rueda (104, 204, 260, 264) para propulsar el vehículo (100, 200, 268, 500) un accionador (190, 640) acoplada a la estructura (172) de acoplamiento para controlar la posición de la porción (172a) de soporte con relación a la porción (172b) de plataforma, un controlador (194, 292, 302, 400) acoplado a la transmisión para controlar la transmisión y acoplada al accionador (190, 640) para controlar el accionador (190, 640), y el tren de aterrizaje (504) acoplado al vehículo, en donde la combinación del tren de aterrizaje (504) y la al menos una rueda (104, 204, 260, 264) mantiene el vehículo (100, 200, 268, 500) en un estado estáticamente estable cuando el vehículo está operando en el estado estáticamente estable, el método caracterizado por:

60

comandar el accionador (190, 640) para controlar la posición de la porción (172a) de soporte con relación a la porción (172b) de plataforma para mantener una condición de velocidad cero y mantener el vehículo en una posición estacionaria con respecto a una superficie subyacente,

5 controlar la transmisión para inclinar el vehículo hacia adelante mientras se mantiene el vehículo en el estado dinámicamente balanceado, y

terminar el balanceado dinámico del vehículo cuando se satisface la condición de configuración de aterrizaje.

10 13. El método de la reivindicación 12, en donde uno o más de los siguientes aplica:

15 (a) el método comprende controlar el vehículo (100, 200, 268, 500) para evitar que el vehículo (100, 200, 268, 500) se incline hacia atrás después de comandar el accionador (190, 640) para controlar la posición de la porción (172a) de soporte con relación a la porción (172b) de plataforma para mantener una condición de velocidad cero y mantener el vehículo (100, 200, 268, 500) en una posición estacionaria con respecto a una superficie subyacente;

(b) en donde la condición de configuración de aterrizaje se satisface cuando una carga aplicada por la superficie subyacente al tren de aterrizaje (504) es mayor que una cantidad predefinida, en donde opcionalmente

20 el método comprende determinar la carga aplicada por la superficie subyacente al tren de aterrizaje (504) utilizando un sensor de presión de fluido acoplado a un sistema de frenado hidráulico acoplado al tren de aterrizaje (504) del vehículo (100, 200, 268, 500);

25 (c) La condición de configuración de aterrizaje se satisface cuando el tren de aterrizaje (504) está en contacto con la superficie subyacente;

(d) la condición de configuración de aterrizaje se satisface cuando la posición de la porción (172a) de soporte con relación a la porción (172b) de plataforma se aproxima a una posición de umbral predefinida;

30 (e) el método comprende, luego de terminarse el balanceo del vehículo (100, 200, 268, 500), mover la porción (172a) de soporte con relación a la porción (172b) de plataforma en una dirección hacia el tren de aterrizaje (504); y

35 (f) antes de terminar el balanceo dinámico del vehículo (100, 200, 268, 500) el método comprende comandar el accionador (190, 640) para mover la porción de soporte (172a) con relación a la porción (172a) de plataforma en una dirección hacia el tren de aterrizaje (504).

14. Un vehículo dinámicamente balanceado (100, 200, 268, 500), el vehículo (100, 200, 268, 500) comprende

40 un soporte (104, 204, 272);

al menos una rueda (104, 204, 260, 264);

45 una estructura (172) de acoplamiento que tiene una porción (172a) acoplada al soporte (104, 204, 272) y una porción (172b) de plataforma acoplada a la al menos una rueda (104, 204, 260, 264) que le permite a la porción (172a) de soporte moverse o deslizarse hacia adelante y hacia atrás con respecto a la porción (172a) de plataforma;

50 una transmisión acoplada a la al menos una rueda (104, 204, 260, 264) para balancear dinámicamente el vehículo (100, 200, 268, 500) para suministrar potencia a la al menos una rueda (104, 204, 260, 264) para propulsar el vehículo (100, 200, 268, 500).

un accionador (190, 640) acoplado a la estructura (172) de acoplamiento para controlar la posición de la porción (172a) de soporte con relación a la porción (172b) de plataforma;

55 el tren de aterrizaje (504) acoplado al vehículo (100, 200, 268, 500), en donde la combinación del tren de aterrizaje (504) y la al menos una rueda (104, 204, 260, 264) mantiene el vehículo en estado estáticamente estable cuando el vehículo está operando en estado estáticamente estable; y

un controlador (194, 292, 302, 400) acoplado a la transmisión para controlar la transmisión y acoplado al accionador (190, 640) para controlar el accionador (190, 640),

60 Caracterizado porque

El controlador (194, 292, 302, 400) configurado para la transición del vehículo (100, 200, 268, 500), desde el estado dinámicamente balanceado al estado estáticamente estable, en donde el controlador (194, 292, 302, 400) está configurado para

65

comandar el accionador (190, 640) para controlar la posición de la porción (172a) de soporte con relación a la porción 172b

5 de plataforma para mantener una condición de velocidad cero y mantener el vehículo (100, 200, 268, 500) en una posición estacionaria con respecto a una superficie subyacente,

controlar la transmisión para inclinar el vehículo (100, 200, 268, 500), hacia adelante mientras que se mantiene el vehículo (100, 200, 268, 500) en un estado dinámicamente balanceado, y

10 terminar el balanceo dinámico del vehículo cuando se satisface la condición de configuración de aterrizaje

15. El vehículo (100, 200, 268, 500) de la reivindicación 14, en donde uno o más de los siguientes aplica:

15 (a) la condición de configuración de aterrizaje se satisface cuando una carga aplicada por la superficie subyacente al tren de aterrizaje (504) es mayor que una cantidad predefinida

20 16. El vehículo de la reivindicación 15 que comprende un sensor de presión de fluido acoplado a un sistema de frenado hidráulico acoplado al tren de aterrizaje (504) del vehículo (100, 200, 268, 500), en donde se utiliza el sensor de presión de fluido para determinar la carga aplicada por la superficie subyacente al tren de aterrizaje (504);

17. El vehículo de la reivindicación 14, en donde la configuración de aterrizaje se satisface cuando el tren de aterrizaje (504) está en contacto con la superficie subyacente

25 18. El vehículo de la reivindicación 14, en donde la configuración de aterrizaje se satisface cuando la posición de la porción (172a) de soporte con relación a la porción (172a) de plataforma se aproxima a una posición de umbral predefinida.

30 19. El vehículo de la reivindicación 14, en donde el controlador (194, 292, 302, 400) se configura para mover la porción (172a) de soporte con relación a la porción (172b) de plataforma en una dirección hacia el tren de aterrizaje (504) luego de terminar el balanceo dinámico del vehículo; y

35 20. El vehículo de la reivindicación 14, en donde el controlador (194, 292, 302, 400) se configura para comandar al accionador (190, 640) para mover la porción (172a) de soporte con relación a la porción (172b) de plataforma en una dirección hacia el tren de aterrizaje (504) antes de terminar el balanceo dinámico del vehículo (100, 200, 268, 500).

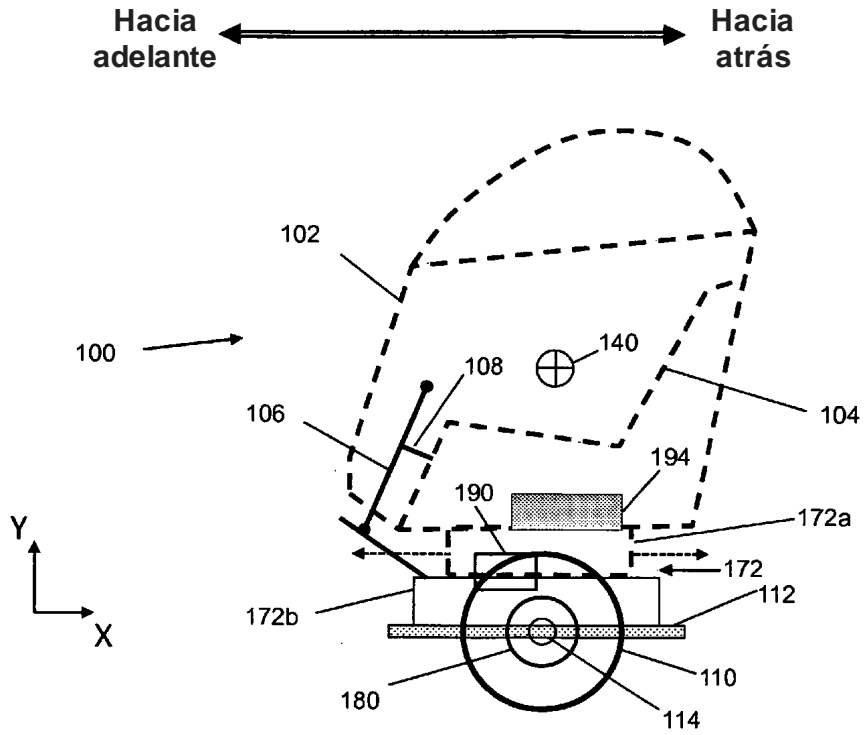


FIG. 1

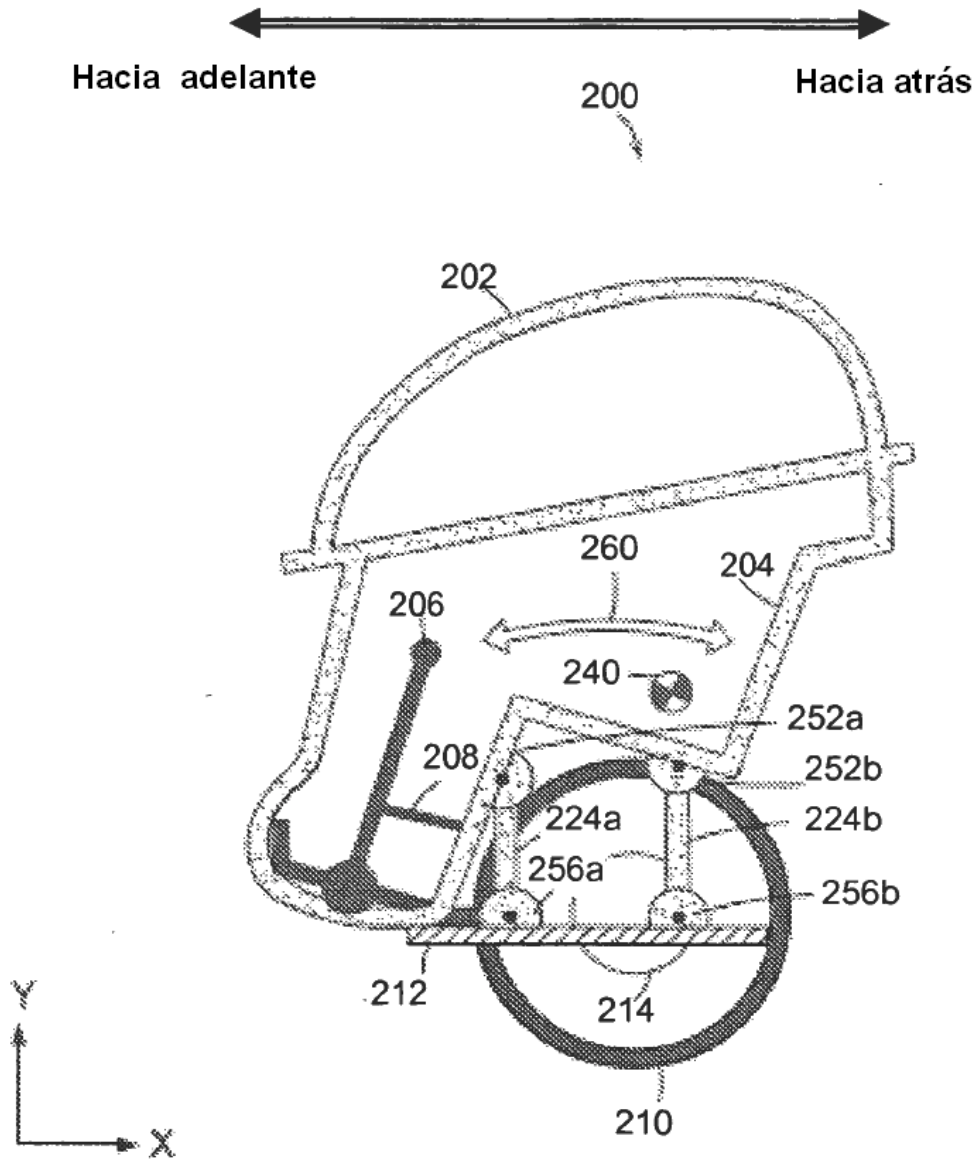


FIG. 2A

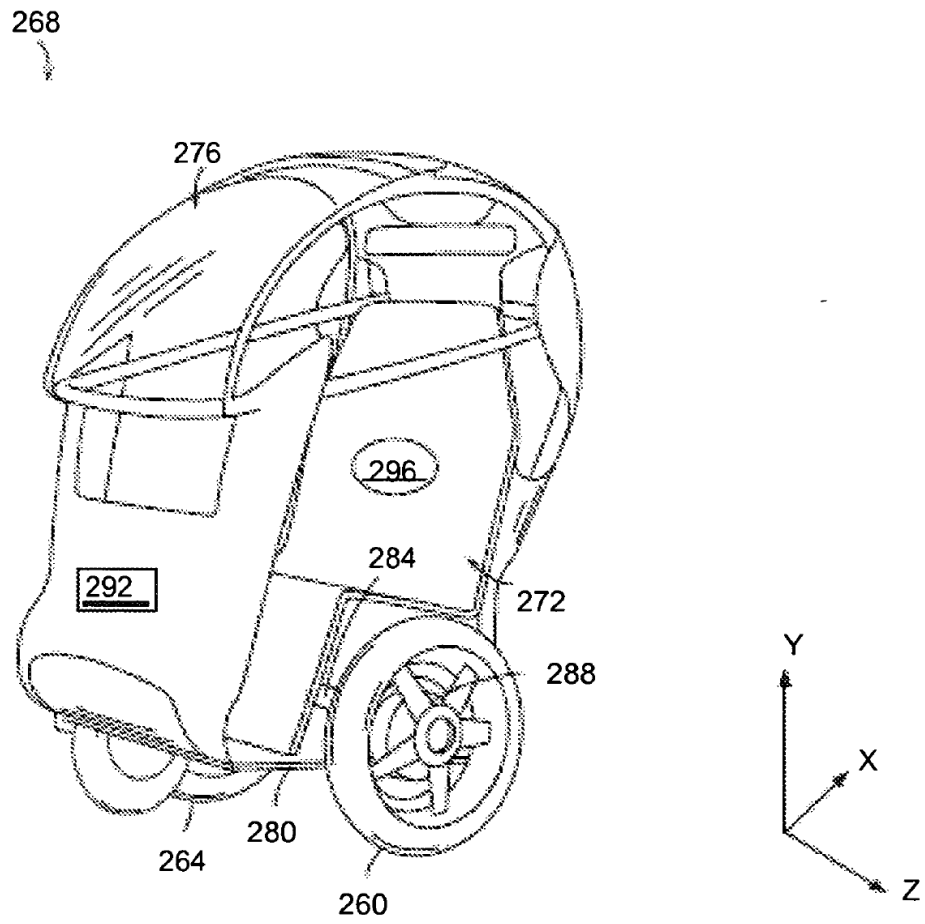


FIG. 2B

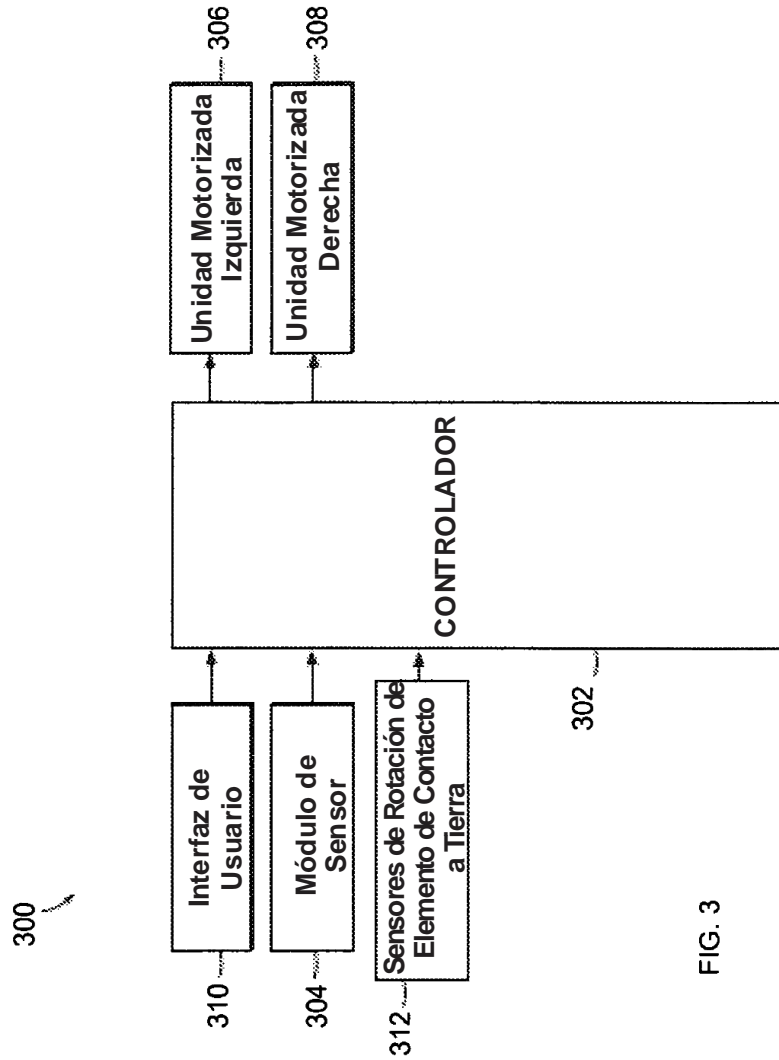


FIG. 3

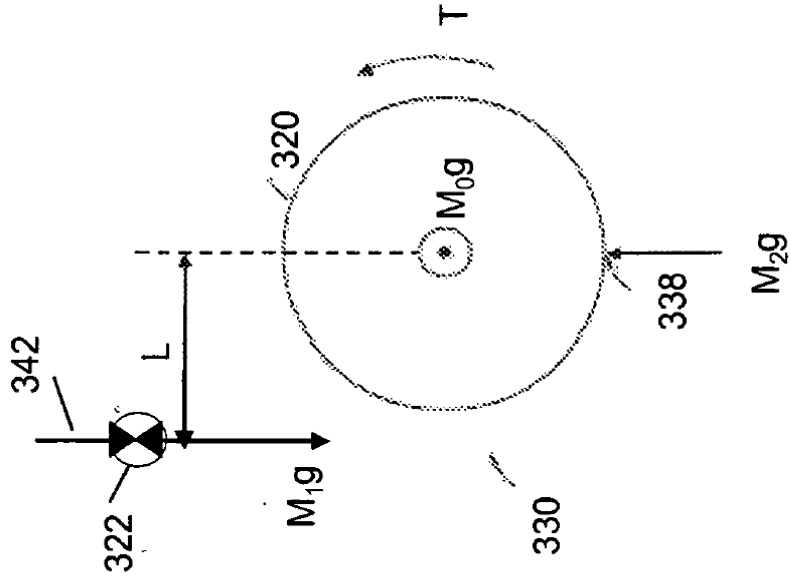


FIG. 3A

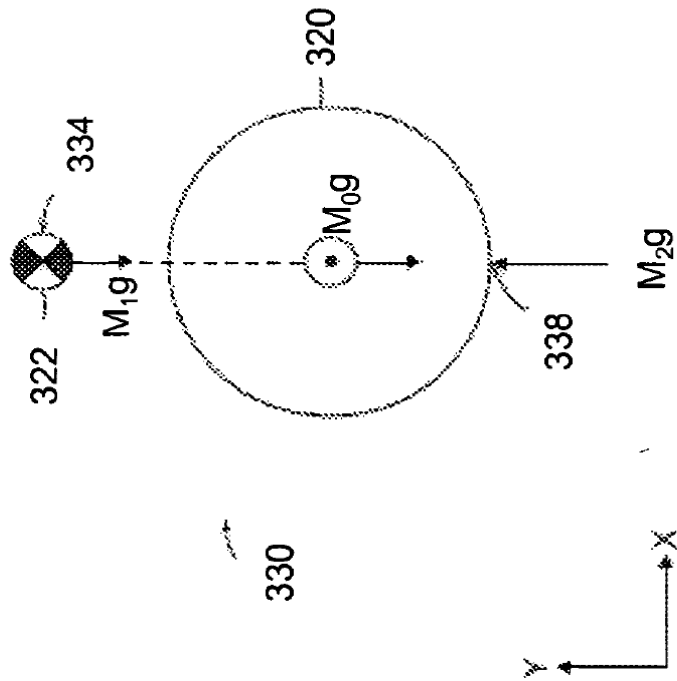


FIG. 3B

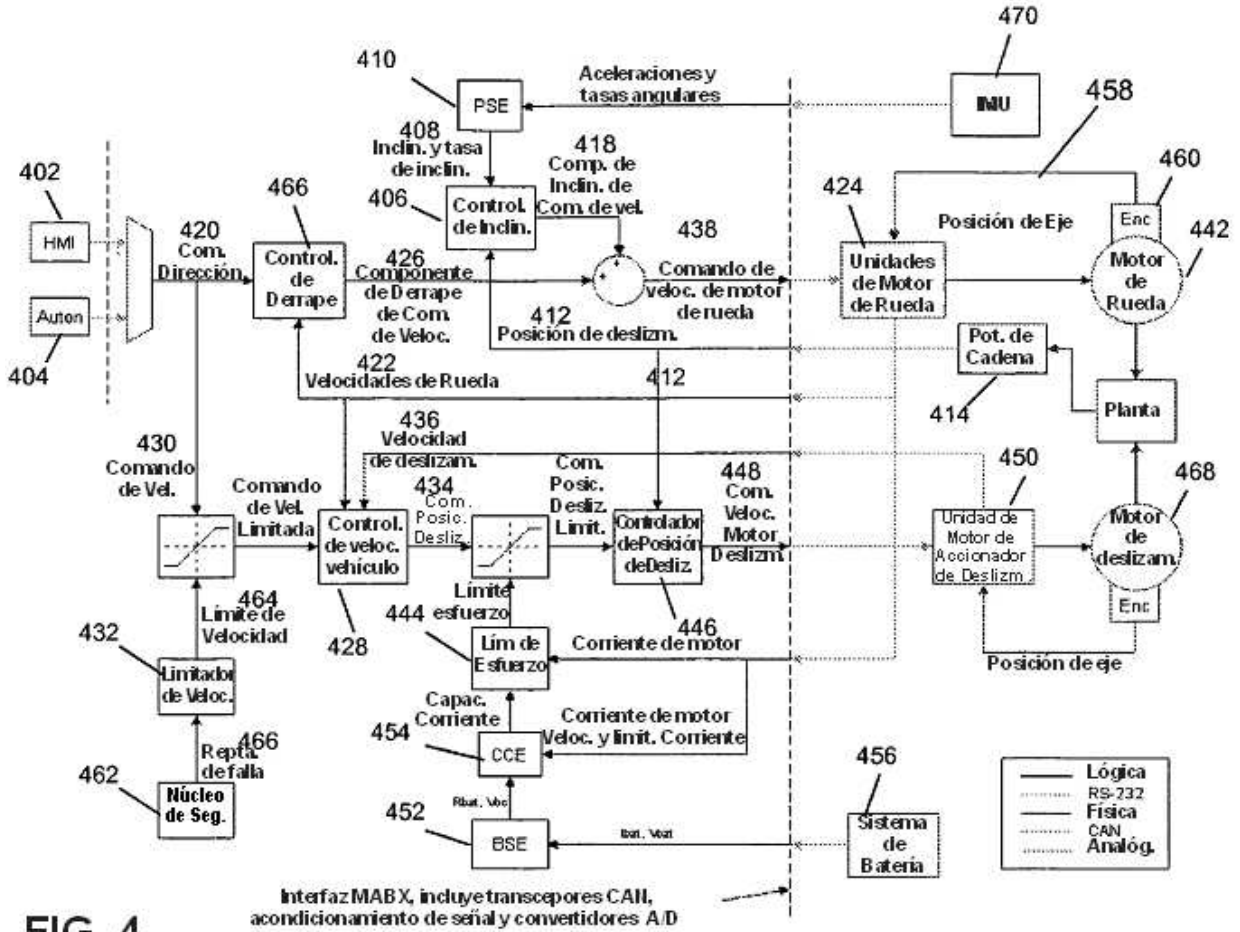


FIG. 4

400

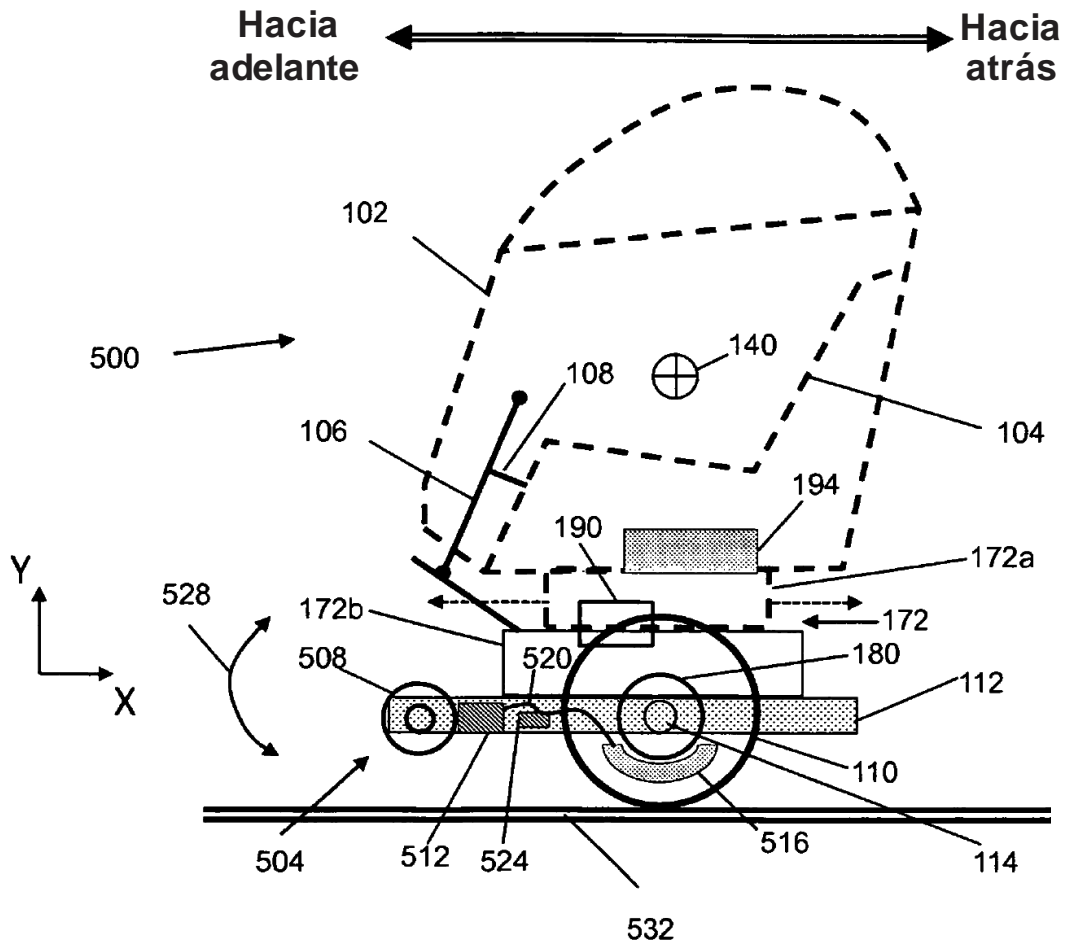


FIG. 5

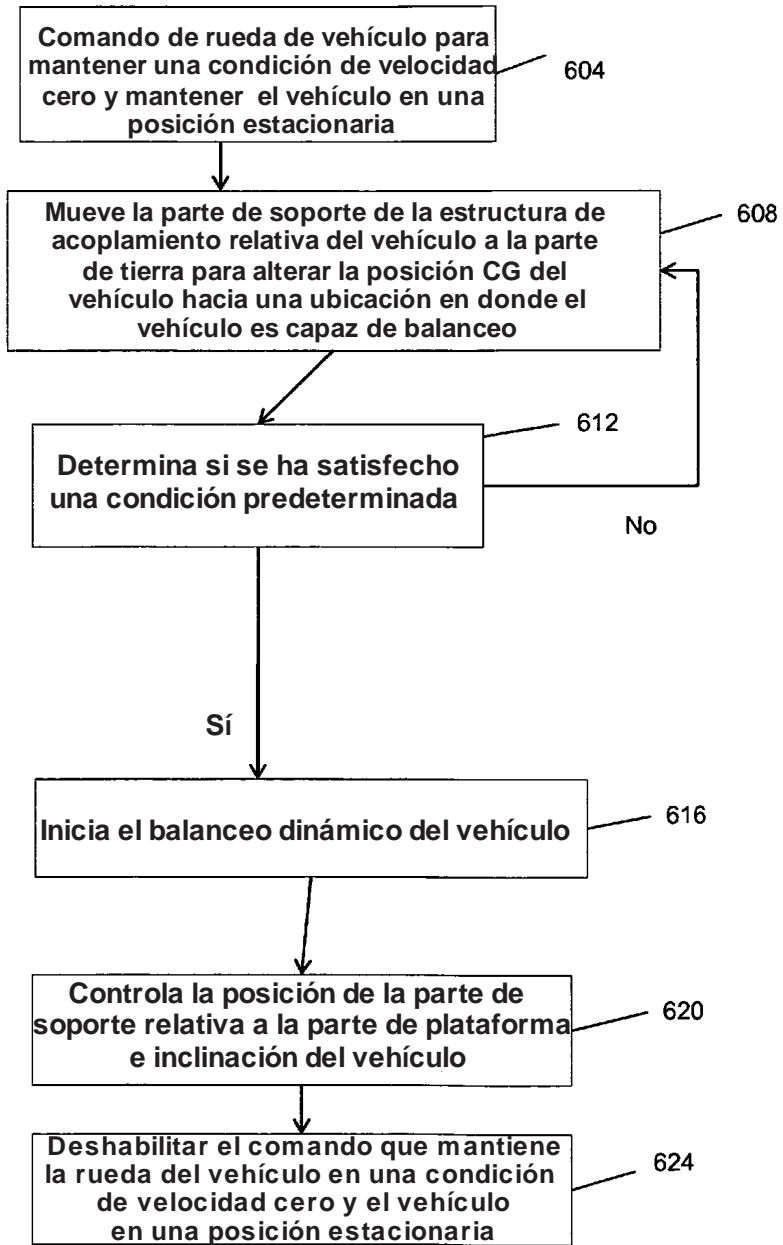


FIG. 6A

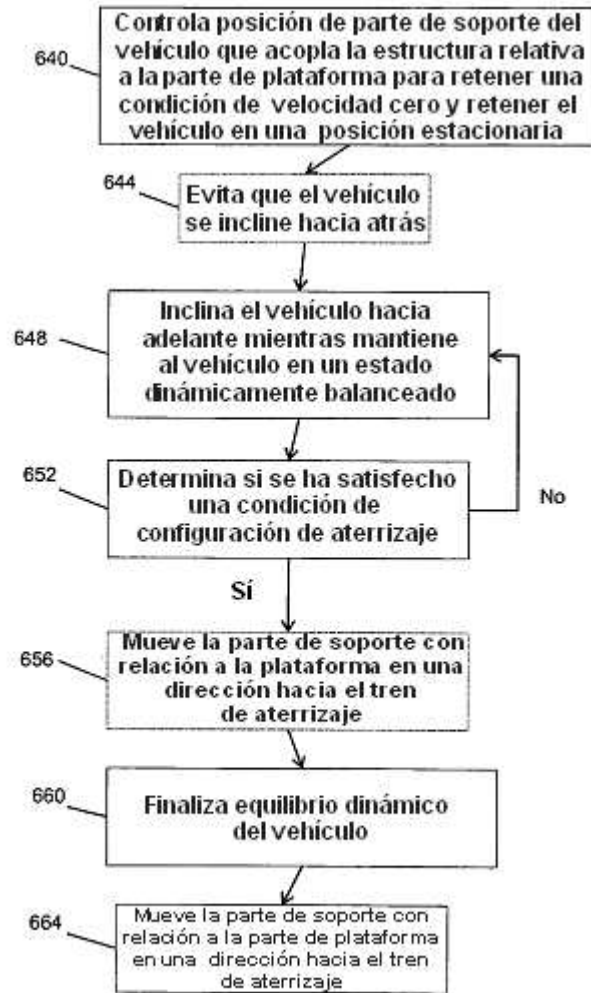


FIG. 6B

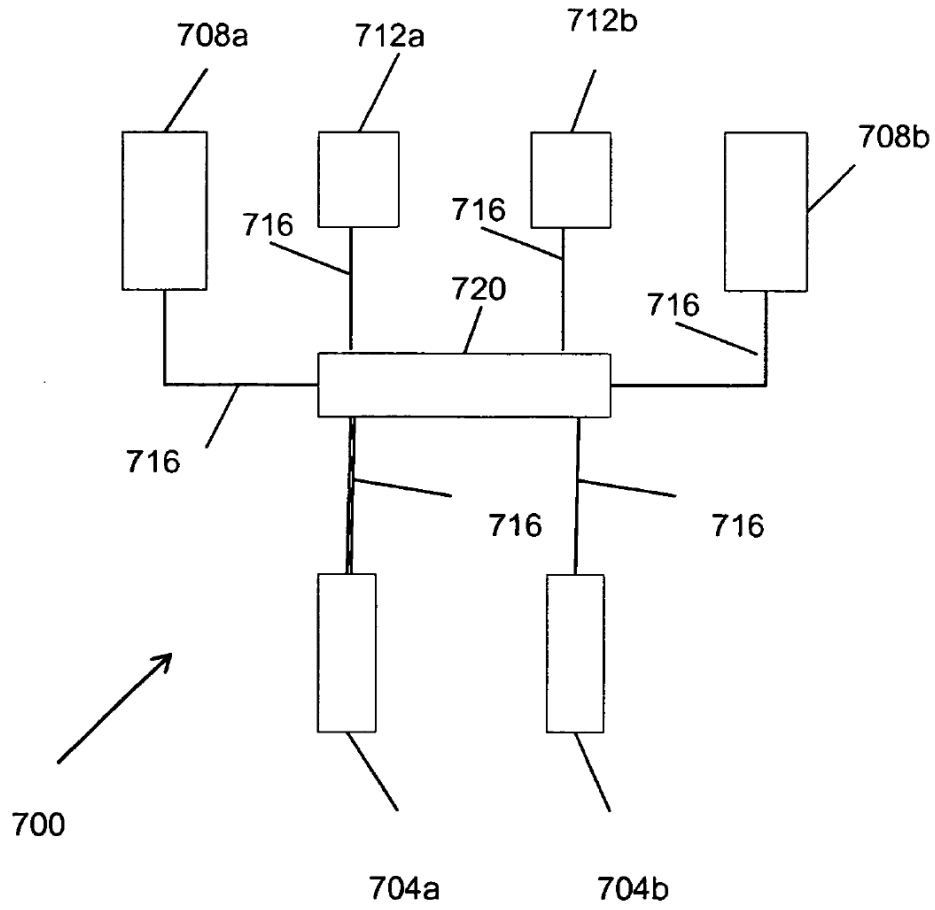


FIG. 7

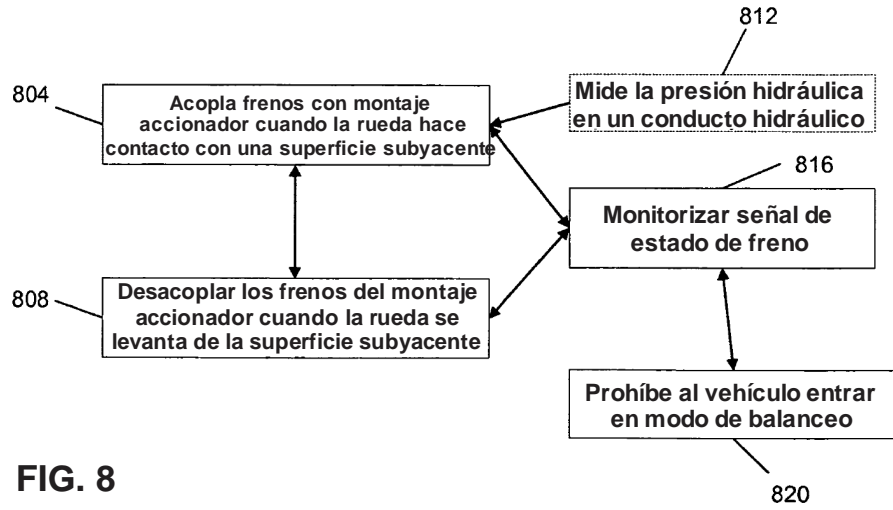


FIG. 8