

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 506 965**

51 Int. Cl.:

B62D 37/06 (2006.01)

B62D 61/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.01.2011 E 11702559 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.06.2014 EP 2547576**

54 Título: **Vehículo estabilizado giroscópicamente**

30 Prioridad:

02.09.2010 US 875041
16.03.2010 US 314540 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.10.2014

73 Titular/es:

LIT MOTORS CORPORATION (100.0%)
1086 Folsom Street
San Francisco, CA 94103, US

72 Inventor/es:

KIM, DANIEL KEE YOUNG;
BRETNEY, KEVIN y
TSANG, ANDEREW L.

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 506 965 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

Vehículo estabilizado giroscópicamente

Reivindicación de prioridad

5 La presente solicitud reivindica la prioridad de la solicitud de patente provisional US 61/314540 presentada el 16 de marzo de 2010 y de la solicitud de patente no provisional US 12/875041 presentada el 2 de septiembre de 2010.

Campo de la invención

Las realizaciones de la invención se refieren a vehículos de transporte, y más particularmente a un vehículo estabilizado giroscópicamente

Antecedentes

10 El aumento de los costos de energía y el impacto de los gases de efecto invernadero en el medio ambiente han creado una necesidad creciente de vehículos de alta eficiencia con una baja huella de carbono. Los vehículos con las ruedas en línea, tales como motocicletas y escúteres, ofrecen una mayor eficiencia que los coches de cuatro
15 ruedas convencionales; sin embargo, esta eficiencia se debe principalmente a las diferencias físicas entre los vehículos con las ruedas en línea y los coches de cuatro ruedas, por ejemplo, peso reducido, menor número de superficies de fricción y resistencia reducida. Además, muchos usuarios no están dispuestos o no pueden conducir motocicletas ni escúteres debido a la exposición a la intemperie y al viento, a las preocupaciones de seguridad en caso de accidentes y a las habilidades necesarias para mantener la estabilidad del vehículo durante el uso del mismo.

20 Las soluciones para reducir la exposición de un usuario de un vehículo con las ruedas en línea a la intemperie y al viento típicamente se han limitado a dispositivos que protegen parcialmente al conductor de los elementos (por ejemplo, un parabrisas) con el fin de permitir al usuario utilizar sus pies para ayudar a estabilizar el vehículo durante las velocidades lentas. Además, si bien ha habido algunas soluciones para intentar construir una cabina de usuario cerrada para un vehículo con las ruedas en línea, estas soluciones requieren más ruedas (aunque más pequeñas) para estabilizar el vehículo o no proporcionan estabilidad al vehículo durante todos los usos posibles y previsibles.
25 Las soluciones de la técnica anterior que intentan estabilizar electrónicamente un vehículo con las ruedas en línea también han fracasado a la hora de proporcionar soluciones eficientes de recursos y de energía para maximizar la eficiencia global del vehículo.

El documento FR 2678230 A1 describe un estabilizador fijado al chasis de una bicicleta con motor que comprende dos giroscopios con un solo grado de libertad.

30 El documento WO 2008/072043 A1 describe un aparato adecuado para escúteres y motocicletas con propulsión híbrida capaz de proporcionar un equilibrio automático y estable mientras el vehículo está parado, sin que se sea necesario que el conductor apoye los pies en el suelo. El sistema está provisto de una unidad de giroscopio estático y de un codificador de posición angular.

Breve descripción de los dibujos

35 La siguiente descripción incluye la descripción de figuras que tienen ilustraciones dadas a modo de ejemplo de aplicaciones de realizaciones de la invención. Los dibujos deben entenderse a modo de ejemplo, y no a modo de limitación. Tal como se usa en el presente documento, las referencias a una o más "realizaciones" han de entenderse como que describen un rasgo, estructura o característica particular incluido en al menos una aplicación de la invención. Así, frases como "en una realización" o "en una realización alternativa" en este documento
40 describen varias realizaciones y aplicaciones de la invención, y no necesariamente todas se refieren a la misma realización. Sin embargo, tampoco son necesariamente excluyentes entre sí.

La figura 1 muestra una vista lateral en corte parcial de un vehículo que incluye realizaciones de la invención.

La figura 2 muestra una vista despiezada de un conjunto de volante de inercia.

45 Las figuras 3a-h muestran vistas laterales en corte parcial del vehículo en diferentes estados, indicando los flujos de energía de acuerdo con una realización de la invención.

La figura 4 muestra un organigrama de energía de acuerdo con una realización de la invención.

La figura 5 muestra un organigrama de un sistema de control de acuerdo con una realización de la invención.

La figura 6 muestra una realización de un sistema de control.

Las siguientes descripciones de determinados detalles y aplicaciones incluyen una descripción de las figuras, que pueden representar todas o algunas de las realizaciones descritas a continuación, así como posibles descripciones de otras realizaciones o aplicaciones de los conceptos de la invención presentados en el presente documento. Una visión general de las realizaciones de la invención se proporciona a continuación, seguida de una descripción más detallada con referencia a los dibujos.

Descripción detallada

El concepto básico del uso de giroscopios para mantener un vehículo de dos ruedas en posición vertical mediante el uso de precesión del volante para generar par inverso se conoce (aunque en esta memoria se hace referencia a vehículos de dos ruedas giroestabilizados, los principios de la giroestabilización también pueden ser utilizados en cualquier vehículo que tenga una banda de rodamiento estrecha ya que la giroestabilización se utiliza para estabilizar el vehículo o para aumentar su sistema de suspensión a fin de proporcionar estabilidad); sin embargo, estos sistemas no han llegado a ser habituales por diversas razones entre las que se incluyen la falta de un diseño de un sistema de control adecuado para que un vehículo funcione con seguridad a velocidades de autopista y en todas las condiciones.

Los intentos anteriores de incorporar la estabilización por volante de inercia añadieron gran complejidad y, por tanto, peso a los vehículos debido a los requisitos adicionales de trenes propulsores mecánicos, potencia y combustible (o batería). Además, los mismos volantes de inercia consumían una cantidad nada despreciable de energía y por tanto invalidaban las ventajas de eficiencia inherentes al propio vehículo de dos ruedas. Sin embargo, los avances en los sistemas de accionamiento eléctricos que utilizan motogeneradores no permiten emisiones de energía a un vehículo, y proporcionan la posibilidad de utilizar los principios de frenado regenerativo para recuperar mayores cantidades de energía en la fase de desaceleración del vehículo. Esto, combinado con los avances en la densidad de almacenamiento de energía, permite una gran autonomía, incluso con la energía adicional utilizada para la giroestabilización.

Las ecuaciones básicas que rigen estos efectos son conocidas y descritas mediante ecuaciones. El momento de inercia (I) para un disco sólido viene dado por $I = \frac{1}{4} * m * r^2$, siendo m la masa del disco y siendo r el radio. Para un peso de vehículo y un centro de gravedad (CG) dados, un volante de inercia estabilizador giroscópico puede ser dimensionado de manera que la estabilidad vertical del vehículo pueda ser controlada de manera indefinida mientras esté parado. El radio, la masa y la geometría del volante de inercia se pueden seleccionar para mantener un tamaño compacto que pueda encajar en el chasis del vehículo y aun así poder proporcionar un momento de inercia efectivo I .

Hacer que un volante de inercia giratorio realice un movimiento de precesión alrededor de un eje que es perpendicular al eje de rotación del volante va a crear un par inverso perpendicular tanto al eje de rotación como al eje de precesión. El par inverso útil τ de un conjunto de volante de inercia montado sobre suspensión cardánica viene dado por la ecuación: $\tau = I_{\text{disco}} * \omega_{\text{disco}} * \omega_{\text{eje}}$. La velocidad de rotación del volante de inercia juega un papel importante en la cantidad de par útil τ disponible para estabilizar el vehículo. Como una de las únicas variables controlables en la ecuación que rige una masa y una geometría de volante de inercia seleccionadas, la velocidad de rotación del volante de inercia puede ser controlada para compensar la variación de la carga estática y la distribución de la carga del vehículo y por consiguiente la capacidad de corrección de un estabilizador giroscópico.

Otras variables utilizadas en el control del vehículo incluyen:

$\theta_{\text{vehículo}}$ es la inclinación del vehículo de lado a lado medida en radianes

$V_{\text{vehículo}}$ es la velocidad del vehículo mientras se mueve por la carretera medida en metros por segundo

ω_{disco} es la velocidad de rotación del volante de inercia medida en radianes por segundo

ϕ_{eje} es la inclinación del volante de inercia con respecto a la vertical, medida en radianes

ω_{eje} es la velocidad de rotación de la inclinación del volante de inercia, medida en radianes por segundo

$\theta_{\text{dirección}}$ es la entrada de la dirección, medida en radianes.

Con el uso de las entradas $\theta_{\text{vehículo}}$, $V_{\text{vehículo}}$, $\omega_{\text{volante de inercia}}$, ω_{eje} , ϕ_{eje} y $\theta_{\text{dirección}}$, $\theta_{\text{vehículo}}$ se puede controlar cambiando ω_{eje} , que envía un par perpendicular a ϕ_{eje} para oponerse o aumentar cambios en $\theta_{\text{vehículo}}$. Como ϕ_{eje} se acerca a 90° o $\pi/2$ radianes, la eficacia del giroscopio al cambiar $\theta_{\text{vehículo}}$ disminuye debido a que la salida de par es perpendicular a ϕ_{eje} . El control de ϕ_{eje} y $\theta_{\text{vehículo}}$ mediante el accionamiento de ω_{eje} se puede lograr mediante el uso de un sistema de control de módem que incluye un control de bucle principal y secundario o espacio de estado. En consecuencia, se pueden contemplar dos salidas, ϕ_{eje} y $\theta_{\text{vehículo}}$ al mismo tiempo dando prioridad a asegurar que $\theta_{\text{vehículo}}$ sea estable.

La geometría y el material del volante de inercia y el dimensionamiento del motor de precesión (que determina la capacidad de corrección del sistema giroscópico) pueden depender de variables tales como: el peso y el centro de gravedad del vehículo en condiciones de carga previstas, la velocidad máxima del vehículo, el índice de rotación máximo y las condiciones ambientales previstas (por ejemplo, vientos cruzados, variaciones en los gradientes de la carretera, etc.). En una realización, el tamaño físico y la masa del conjunto giroscópico pueden ser tan pequeños como sea posible con fines de embalaje y eficiencia. Las realizaciones de la invención pueden además ser utilizadas por vehículos de dos ruedas sustancialmente más estrechos que un coche o un camión tradicional que por tanto se rigen por las leyes de las motocicletas. La masa del volante de inercia se selecciona de manera que al girar en el intervalo de velocidades deseado, un solo volante de inercia puede ser capaz de corregir un estado inestable de todo el vehículo y su contenido durante un período prolongado de tiempo. La selección de material del volante de inercia se basa principalmente en las compensaciones entre la densidad del material (δ), la resistencia del material, la capacidad de almacenamiento de energía y el peso total. El almacenamiento de energía (E) está relacionado con el momento de inercia y la velocidad al cuadrado mediante la ecuación: $E_{\text{disco}} = \frac{1}{2} I_{\text{disco}} \omega_{\text{disco}}^2$. Un material de densidad más alta puede permitir un embalaje total menor, aunque una mayor masa del volante de inercia requiere motores de accionamiento más grandes y, por tanto, mayores demandas de peso y espacio.

Además, un volante de inercia con una gran masa puede o bien ser menos sensible a las demandas de aceleración (es decir, la aceleración hasta una velocidad dada va a tardar más tiempo) o bien puede requerir un motor de accionamiento mucho más grande para acelerar el volante de inercia en un tiempo determinado. La masa del volante de inercia puede ser optimizada para incrementar la eficiencia del vehículo, y minimizar la masa del giroscopio ayuda a mantener una menor masa total del vehículo, lo que significa menor consumo de energía durante el funcionamiento del vehículo. En una realización, los materiales del volante de inercia son de fibra de carbono o Kevlar, seleccionados por su alta resistencia a la tracción para su peso, lo que permite velocidades de rotación más altas (es decir, mayores de 10.000 rpm) y una aceleración más sensible. Materiales de mayor densidad, tales como acero, latón, bronce, plomo y uranio empobrecido también se pueden utilizar; sin embargo se entiende que la resistencia a la tracción de estos materiales no permite velocidades de rotación más altas, lo que limita su utilidad en la reducción del tamaño y de la masa del volante de inercia.

En base a la geometría del disco, el momento de inercia puede variar de $\frac{1}{4} m_{\text{disco}} r_{\text{disco}}^2$ a $\frac{1}{2} m_{\text{disco}} r_{\text{disco}}^2$. Debido a que la cantidad de salida de par por el giroscopio de precesión viene dada por $\tau = I_{\text{disco}} \omega_{\text{disco}} \omega_{\text{eje}}$, el aumento de I_{disco} con las otras entradas mantenidas constantes significa un τ mayor. Por tanto τ puede ser maximizado para una limitación de tamaño y peso dados a fin de mantener el vehículo útil y eficiente. Sin embargo, I_{disco} y ω_{disco} están relacionados ya que a medida que I_{disco} aumenta, el motor que hace girar el giroscopio necesita más potencia para lograr el ω_{disco} deseado en un periodo aceptable de tiempo.

El par de salida (τ) del conjunto de giroscopio en la dirección X también depende de la posición angular del giroscopio (ϕ_{eje}). El par de salida (τ) se maximiza cuando la rotación del giroscopio es dirigida verticalmente hacia abajo o hacia arriba. A medida que ω_{eje} aumenta, la dirección de rotación del disco giroscópico se mueve más rápidamente hacia o en dirección opuesta a la vertical. Si el vehículo tiene que ser estabilizado durante un período de tiempo más largo, el ω_{eje} puede ser minimizado para maximizar la cantidad de tiempo en el que se produce un par de salida aceptable (τ).

Cuando el vehículo va a pararse y tiene una velocidad de avance baja (y por tanto una velocidad de rotación baja de las ruedas), el par en la dirección de avance ejercido por la inclinación del vehículo se describe mediante la ecuación $M_x = r * f * \text{Sen}(\theta_{\text{vehículo}})$, donde r es la altura del centro de gravedad del vehículo, f es la fuerza de la gravedad en el vehículo, y $\theta_{\text{vehículo}}$ es la cantidad de inclinación desde la vertical. El momento ejercido por la precesión de un volante de inercia se describe mediante la ecuación $M_x = I_{\text{disco}} \omega_{\text{disco}} \omega_{\text{eje}} * \text{Sen}(\theta_{\text{discoeje}})$. Para un vehículo con un peso nominal de 500 kg que se mueve a velocidades bajas, el momento ejercido por un vehículo con un centro de gravedad de 0,75 m por encima del suelo y basculando 30 grados desde la vertical es de 1.131 Nm. Para mantener el vehículo estable, se requeriría por tanto 1.131 Nm de par inverso, pero para mover el vehículo a la posición vertical, podría requerirse un par inverso excesivo. Con el fin de contrarrestar ese movimiento de basculación, puede ser necesario introducir un momento M_x mediante la precesión del volante de inercia de estabilizador giroscópico. Si se utilizan múltiples volantes de inercia, sus momentos son añadidos.

Una inclinación de 30 grados es más de lo que uno podría encontrarse en situaciones del mundo real que no impliquen un fallo del sistema de estabilidad, por lo que un disco de volante de inercia de aproximadamente 7 kg con un radio de 0,15 m y un momento de inercia de 0,070 kg-m², girando a 1.570 rad / s, y realizando un movimiento de precesión a 10,47 rad / s, con su eje vertical debe ejercer un momento de 1.295 Nm. En una realización, se utilizan dos volantes de inercia idénticos que giran en direcciones opuestas y realizan un movimiento de precesión en direcciones opuestas, de modo que el momento se ejerce en la misma dirección, aunque el momento de derrape M_z de los dos volantes de inercia juntos sería igual a cero. Cada volante de inercia puede dimensionarse de manera que en el caso de fallo de un volante de inercia, el otro volante de inercia sea capaz de estabilizar el vehículo en la mayoría de las situaciones. Por lo tanto, para el vehículo con un peso nominal de 500 kg en las condiciones descritas anteriormente, que tiene un momento de balanceo de 1.131 Nm, dos volantes de inercia producirían 2.590 Nm de par inverso lo que sería suficiente para mantener o corregir la inclinación del vehículo, y en el caso de fallo

parcial de un volante de inercia, el otro volante podría proporcionar suficiente momento de corrección para controlar el vehículo a fin de colocarlo en una condición segura. Los volantes de inercia también pueden ser de igual tamaño, o de tamaños diferentes.

5 Por tanto, se debe entender que, al menos a la luz de la descripción anterior y de las siguientes figuras, las realizaciones de la invención describen un aparato y métodos para recibir, a través de una pluralidad de sensores, datos que proporcionan información que describe un estado de vehículo. Esta información puede incluir, aunque no se limita a, la orientación del chasis del vehículo, la orientación de una rueda delantera del vehículo con respecto al chasis, la orientación y la velocidad de rotación de volantes de inercia giroscópicos incluidos en el vehículo (es decir, giroscopios acoplados al chasis del vehículo) y la velocidad actual del vehículo. Dichos giroscopios pueden estar
10 alineados longitudinalmente con respecto a la rueda delantera y trasera del vehículo, transversalmente con respecto al chasis del vehículo (por ejemplo, de lado a lado), o en altura con respecto al chasis del vehículo (por ejemplo, superpuestos).

15 En base al menos en parte a los datos recibidos de dichos sensores, se puede ajustar la orientación o la velocidad de rotación de (al menos) uno de los volantes de inercia. Las realizaciones de la invención pueden ajustar además la orientación o la velocidad de rotación de (al menos) uno de los volantes de inercia en base además a una entrada para cambiar la velocidad (por ejemplo, la entrada de aceleración o de frenado) o la dirección (por ejemplo, la entrada de volante) del vehículo. Por ejemplo, las realizaciones de la invención pueden hacer que la velocidad de rotación de uno de los volantes de inercia se reduzca cuando se detecte una entrada de aceleración, o hacer que la velocidad de rotación de uno de los volantes de inercia aumente cuando se detecte una entrada de freno (es decir, una entrada para acoplar un freno de rueda delantera o trasera); si se determina que el vehículo va a ejecutar un viraje (es decir, se detecta la orientación de la rueda delantera con respecto al chasis), las realizaciones de la invención pueden ajustar la orientación o la velocidad de rotación de al menos uno de los volantes de inercia para mantener la estabilidad durante el viraje.
20

25 El uso de volantes de inercia estabilizadores giroscópicos para recibir y transferir energía de vuelta a un sistema de accionamiento proporciona las ventajas de un vehículo de dos ruedas con un peso más ligero y más eficiente que puede incluir una cabina interior para todo tipo de condiciones climáticas que tiene un asiento reclinable, con la máxima eficiencia energética de un sistema de frenado regenerativo y ninguna propulsión de emisiones. La transferencia de energía entre el motor o motores / el generador o generadores de volantes de inercia y el motor o motores / el generador o generadores de rueda de accionamiento a través de la unidad de almacenamiento de energía durante la aceleración y desaceleración del vehículo mantiene hasta el 95% de eficiencia de energía y de estabilidad del vehículo, aumentando así sustancialmente la autonomía del vehículo. Un vehículo estabilizado giroscópicamente sin este sistema de transferencia de energía puede tener desventajas significativas debido a los mayores requisitos de potencia del estabilizador giroscópico en comparación con un vehículo no estabilizado convencional.
30

35 El desplazamiento urbano a baja velocidad es generalmente el régimen más intensivo de energía para vehículos tradicionales debido a la pérdida de energía en los frecuentes frenados y aceleraciones (ambos desde la entrada de energía a los frenos y la energía utilizada para acelerar el vehículo que se pierde en el posterior frenado). Por lo tanto, se debe entender que se puede conseguir un gran aumento de eficiencia energética si se proporciona un vehículo giroestabilizado que pueda desplazarse en dos ruedas, alojar dispositivos de pasajero reclinables, proporcionar la seguridad de una cabina de pasajero cerrada para todo tipo de condiciones climáticas, proporcionar controles de conducción similares a los de un coche convencional, y que pueda mejorar en gran medida la autonomía y la eficiencia de un vehículo giroestabilizado mediante la integración de los volantes de inercia de estabilización en un sistema de frenado regenerativo.
40

45 A velocidades más bajas, por ejemplo cuando el vehículo acelera desde una posición de parada o desacelera hasta que se detiene, o a velocidades normales en zonas urbanas y en situaciones de circulación intermitente, las propiedades de autoestabilización del vehículo no son suficientes para mantener la posición vertical del vehículo. En consecuencia, en la técnica anterior se requiere mucho más habilidad por parte del conductor para conducir el vehículo no estabilizado, y el conductor puede ser obligado a utilizar su propia fuerza física para equilibrar el vehículo en una parada haciendo que disminuya la utilidad y la igualdad de accesibilidad.

50 La giroestabilización a bajas velocidades y en una parada también presenta un problema de control más simple que el encontrado a velocidades más altas. Un estabilizador giroscópico puede montarse en un vehículo a través de soportes cardánicos, utilizando los motores cardánicos para realizar un movimiento de precesión en el giroscopio a fin de crear un par inverso que haga frente al momento de balanceo del vehículo. El estado del vehículo se puede medir con sensores de posición absolutos e inerciales montados en el vehículo que pueden ser utilizados después
55 para determinar la cantidad y la tasa de precesión necesaria para proporcionar suficiente par inverso para mantener el vehículo en posición vertical. Generalmente, la capacidad restitutiva del estabilizador giroscópico puede ser capaz de estabilizar un vehículo con un pasajero durante un periodo suficiente de tiempo tal como puede suceder en un semáforo en rojo o en una señal de stop. En una realización, cuando el vehículo se detiene durante periodos

prolongados de tiempo o se apaga el motor, el vehículo puede sostenerse por sí mismo mediante un soporte mecánico desplegado automáticamente.

5 En una realización, el volante o volantes de inercia estabilizadores giroscópicos y la rueda o ruedas de accionamiento están acoplados en su propio motogenerador o motogeneradores correspondientes que pueden funcionar en un modo motor para accionar sus respectivas cargas, o cambiar a un modo generador para reducir la velocidad de las cargas giratorias y recoger esta energía para su transferencia a otras cargas. El sistema de energía eléctrica incluye una unidad de almacenamiento de energía para proporcionar almacenamiento temporal de energía eléctrica mientras la transfiere entre el sistema de accionamiento / frenado y los volantes de inercia estabilizadores giroscópicos o durante períodos más largos de tiempo, como cuando el vehículo está apagado.

10 Un controlador de sistema recibe datos de sensor de los sensores de estado del vehículo (inerciales y absolutos), de los sensores de estado del estabilizador giroscópico, y otros parámetros para controlar la cantidad y el intervalo de tiempo del par de corrección impartido por el estabilizador giroscópico.

15 Un estabilizador giroscópico incluye al menos un volante de inercia activamente cardánico acoplado a un vehículo. En una realización, un estabilizador giroscópico incluye unos volantes de inercia que giran de manera contraria primero y segundo montados sobre suspensión cardánica de forma independiente. Cada volante de inercia puede estar montado con un eje vertical de rotación en una posición neutra y con los ejes cardánicos paralelos entre sí. En esta realización, los volantes de inercia que giran de manera contraria realizan un movimiento de precesión en direcciones opuestas, de tal manera que su par inverso es aditivo, aunque sus efectos de derrape en el vehículo se anulan entre sí.

20 El uso de dos volantes de inercia también permite que cada volante de inercia individual se haga más compacto con el fin de encajar en el chasis estrecho del vehículo. Además, en caso de que falle un volante de inercia, el segundo volante de inercia puede ser utilizado para proporcionar la estabilidad adecuada durante una parada de emergencia del vehículo para colocarlo en una condición segura. En caso de que falle el volante de inercia o de que se produzca una situación de equilibrio de emergencia, se puede utilizar un protocolo a prueba de fallos que active el despliegue del tren de aterrizaje mecánico para mantener el vehículo en posición vertical y mantener la seguridad del conductor.

25 Con referencia a las figuras 1 a 6, se muestran realizaciones de la invención que comprenden un aparato de estabilización giroscópico con recuperación de potencia instalado en un vehículo de dos ruedas en línea 100. En esta realización, el vehículo 100 comprende un chasis de vehículo 110, una carrocería 120 que encierra el interior de vehículo 130 y una puerta de acceso 140 que para abrirla gira alrededor de un mecanismo de bisagra 150. El asiento de ocupante reclinado 160 puede estar provisto de controles de conducción que incluyen una unidad de dirección 170, un acelerador 180 y un freno 190. En esta realización, dichos controles de conducción están dispuestos en la disposición corriente de los automóviles convencionales que tienen volantes y pedales.

30 En esta realización, el vehículo 100 incluye, además, unas ruedas de accionamiento primera y segunda 200 y 210, respectivamente. Unos motogeneradores de rueda de accionamiento primero y segundo 220 y 230 están acoplados a las ruedas de accionamiento 200 y 210, respectivamente, a través de cadenas de accionamiento 240 y 250, respectivamente.

35 En esta realización, un estabilizador giroscópico 260 está acoplado al vehículo 100 por el chasis de vehículo 110. El estabilizador giroscópico 260 puede incluir unos conjuntos de giroscopio primero y segundo que alojan unos volantes de inercia 270a y 270b (siendo dichos conjuntos de giroscopio similares al conjunto 260a), que en esta realización son esencialmente idénticos. Debe entenderse que en otras realizaciones, los conjuntos de giroscopio / volantes de inercia primero y segundo pueden diferir en tamaño y en composición del material.

40 El primer conjunto de giroscopio 260a, según se muestra en la figura 2, incluye un volante de inercia 270a, un motogenerador de volante de inercia 280a acoplado al volante de inercia 270a, un cardán 290a acoplado al volante de inercia 270a, un motor de precesión 300a que tiene una parte de accionamiento 310a acoplada al cardán 290a y una parte de chasis 320a acoplada al vehículo 100. En esta realización, la parte de chasis de motogenerador de precesión 320a está acoplada al vehículo 100 mediante un soporte de montaje 330a, que está montado de manera fija en el chasis de vehículo 110.

45 El volante de inercia 270a está contenido dentro de un alojamiento de giroscopio que tiene una parte inferior 340a y una parte superior 350a, que en esta realización se ensamblan utilizando elementos de fijación roscados 360a y pasadores de alineación 370a. La parte superior de alojamiento de giroscopio 350a incluye un cardán 290a, que proporciona el eje de precesión para realizar un movimiento de precesión del conjunto de giroscopio a fin de crear el par inverso que pueda mantener la estabilidad del vehículo 100, así como un alojamiento de cojinete 380a para soportar el volante de inercia 270a. Se proporcionan unos pernos de montaje de motogenerador 390a y unos pernos de montaje de volante de inercia 400a para acoplar el motogenerador de volante de inercia 280a, el volante de inercia 270a y el alojamiento de giroscopio. En esta realización, el volante de inercia 270a y el motogenerador de volante de inercia 280a están contenidos los dos dentro de las partes de alojamiento superior e inferior 340a y 350a de giroscopio, para facilitar el mantenimiento y la protección. El estabilizador giroscópico 260 puede situarse

teóricamente en cualquier lugar del vehículo siempre que pueda acoplarse al chasis de vehículo 110 con el fin de transmitir el par inverso de los motores de precesión primero y segundo (por ejemplo, el 300a) al chasis de vehículo 110. En esta realización, el estabilizador giroscópico 260 se encuentra aproximadamente en el centro de gravedad vertical y anteroposterior previsto ("CG") del vehículo 100 en condiciones normales.

5 Con referencia a las figuras 1, 3a-h y 4, se proporciona una unidad de almacenamiento de energía 410 que incluye un banco de baterías 420, un banco de condensadores 430, y un circuito de conmutación de potencia en comunicación eléctrica con el banco de baterías 420, el banco de condensadores 430, los motogeneradores de rueda de accionamiento primero y segundo 220 y 230, y con los motogeneradores de volante de inercia primero y segundo 270a y b. En una realización, el banco de baterías 420 incluye celdas de batería situadas en ubicaciones
10 distribuidas a lo largo del chasis de vehículo 110 para distribuir el peso y encajar en el chasis del vehículo. El banco de baterías 420 se puede cargar conectándolo a una estación de carga o enchufe eléctrico de pared en una plaza de aparcamiento o garaje, o pueden intercambiarse físicamente una o más celdas de batería para proporcionar una nueva carga.

15 Con referencia a las figuras 1, 3a-h, 5 y 6, se ilustra un sistema de control que incluye una pluralidad de sensores que producen señales electrónicas. Dicha pluralidad de sensores puede indicar al menos el estado absoluto y el estado inercial del vehículo 100 y del estabilizador giroscópico 260. Este sistema de control ejemplar incluye además un controlador de sistema 440 en comunicación electrónica (a través de cualquier medio de comunicación conocido en la técnica) con la pluralidad de sensores, los motogeneradores de rueda de accionamiento primero y segundo 220 y 230, los motogeneradores de volante de inercia primero y segundo 280a y b [,.] de la unidad de almacenamiento de energía 410, el acelerador 180, el freno 190 y la unidad de dirección 170. En esta realización, la pluralidad de sensores comprende sensores de estado de volante de inercia 560 acoplados a cada volante de inercia, sensores de estado inerciales de vehículo 570, sensores de estado absolutos de vehículo 580 y sensores de estado de vehículo 590. La pluralidad de sensores incluye por lo menos un sensor de orientación de tres ejes 450 acoplado al chasis de vehículo 110 que proporciona datos que indican la rotación y el ángulo del vehículo, un
20 acelerómetro 460 acoplado al chasis de vehículo 110 que proporciona datos que indican la aceleración lineal del vehículo, sensores de velocidad de ruedas de accionamiento primero y segundo 470 y 480, y un sensor de inclinación de vehículo 490. En esta realización, el sensor de inclinación 490 incluye un láser infrarrojo izquierdo y derecho que mide la distancia hasta el suelo desde un punto fijo del vehículo 100, proporcionando así una entrada de control para calibrar in situ el sensor de orientación 450 e información de seguridad para el sensor de orientación 450. El controlador de sistema 440 recibe datos de la pluralidad de sensores que indican uno o más de entre el ángulo de inclinación de volante de inercia primero y segundo, la velocidad de inclinación (es decir, la velocidad a la que los motores de precesión hacen girar los volantes de inercia 270a y b alrededor de sus cardanes correspondientes), la velocidad del disco de volante de inercia (es decir, la velocidad de rotación de los volantes de inercia 270a y b). También se pueden proporcionar sensores de brújula y de sistema de posicionamiento global (GPS).
35

Con referencia a las figuras 5 y 6, un controlador de sistema recibe entradas de la pluralidad de sensores, utiliza estas entradas para determinar la orientación real y el estado del vehículo 100, y transmite señales de control a los motores de precesión para acelerar de manera giratoria sus árboles de accionamiento (es decir, para inducir la precesión de los volantes de inercia 270a y b alrededor de sus cardanes), creando así un par inverso que es transmitido al chasis de vehículo 110 para mantener un ángulo de vehículo deseado. Unos procesadores 550 a 553 están en comunicación electrónica con sensores que indican los estados de diversos componentes y del vehículo 100 como un todo. En una realización, hay filtros electrónicos 505a-d interpuestos para reducir el ruido del sistema y amplificar las salidas de sensor para que las utilicen los procesadores. Aunque se describen como "procesadores" separados con fines ilustrativos, se ha de entender que los procesadores 550 a 553 pueden comprender realmente un número mayor o menor que los cuatro procesadores / núcleos de ordenador físicos mostrados.
40
45

En una realización, los sensores inerciales 570 son embalados y procesados en un módulo cerrado, de modo que la salida es el estado inercial del vehículo. Este estado inercial puede ser calibrado con los sensores 480 y 490 montados en el exterior del vehículo 100 para tener en cuenta los errores en las mediciones de los sensores inerciales.

50 El procesador de estado de giroscopio 550 puede recibir entradas de sensores de estado de volante de inercia 560 acoplados a cada volante de inercia. Dichos sensores de estado de volante de inercia producen señales que indican mediciones importantes entre las que se incluyen el ángulo de inclinación de volante de inercia con respecto al chasis de vehículo, la velocidad de inclinación de volante de inercia (es decir, la velocidad de rotación a la cual el motor de precesión hace girar el volante de inercia alrededor de su eje de precesión), y la velocidad de disco (es decir, la velocidad de rotación del disco de volante de inercia alrededor de su eje de rotación). En una realización, el procesador de estado de giroscopio 550 utiliza esta información para determinar la magnitud instantánea real y la dirección del momento ejercido por los estabilizadores giroscópicos en el vehículo 100, determinar la salud de los componentes de sistema y proporcionar una optimización interna para permitir un uso prolongado del sistema de estabilización giroscópico (es decir, estado de giroscopio 555).
55

En una realización, un procesador de estado de vehículo 551 recibe entradas de uno o más de los sensores de estado inerciales de vehículo 570, los sensores de estado absolutos de vehículo 580 y los sensores de estado de vehículo 590 para determinar el estado de vehículo 556. Dichos sensores de estado inerciales pueden producir señales electrónicas que indican la aceleración rotacional y lineal, la velocidad y la posición del vehículo 100. Dichos sensores de estado absolutos pueden producir señales electrónicas que indican la dirección y la magnitud del ángulo de inclinación del vehículo, así como la dirección de desplazamiento del vehículo, la velocidad con respecto al suelo y la posición geográfica absoluta proporcionada por sensores que incluyen una brújula electrónica y un receptor de GPS. Dichos sensores de estado de vehículo pueden producir señales electrónicas que indican la velocidad de las ruedas de accionamiento (es decir, la velocidad de rotación de cada una de las ruedas de accionamiento 200 y 210), el estado del freno (es decir, la tasa de disminución de las velocidades de rotación de las ruedas de accionamiento de vehículo 200 y 210), las entradas de usuario al vehículo a través del acelerador 180 y el freno 190, y el sensor de dirección que proporciona el radio de viraje ordenado del vehículo a través de la unidad de dirección 170. Ha de entenderse que dichas entradas de usuario pueden comprender una entrada de un conductor, de un programa de ordenador, etc.

El procesador de estado de vehículo 551 puede determinar el ángulo de inclinación adecuado de vehículo 610 para las condiciones actuales y compara este con el ángulo de inclinación actual de vehículo 620 (que incluye el movimiento de balanceo 630) para determinar el error de inclinación de vehículo 640. Dicho error de inclinación de vehículo puede ser utilizado por el procesador de control de giroscopio 553 para determinar la entrada de eje de precesión necesaria para producir suficiente par inverso 650 para devolver el vehículo 100 al ángulo de inclinación deseado 610, o mantenerlo en el mismo.

Por tanto, se debe entender que, al menos a la luz de la descripción anterior y de las figuras correspondientes, las realizaciones de la invención describen un vehículo que incluye un procesador, una memoria y un módulo de control (o lógica) para ajustar la orientación o la velocidad de rotación de un volante de inercia giroscópico en base, al menos en parte, al estado de vehículo actual o previsto. Dicho estado de vehículo puede ser determinado mediante datos recibidos de una pluralidad de sensores incluidos en el vehículo. Dichos sensores pueden detectar la orientación del chasis de vehículo (por ejemplo, el ángulo de inclinación del chasis), la orientación de la rueda delantera con respecto al chasis, la orientación y la velocidad de rotación del volante de inercia giroscópico y la velocidad del vehículo.

El módulo de control puede recibir además una entrada para cambiar la velocidad o la dirección del vehículo y ajustar la orientación o la velocidad de rotación del volante de inercia en base además, al menos en parte, a dicha entrada recibida. El módulo de control también puede determinar un estado de vehículo previsto en base, al menos en parte, a la entrada recibida, y ajustar la orientación o la velocidad de rotación del volante de inercia en base además, al menos en parte, a dicho estado de vehículo previsto. Por ejemplo, si la entrada recibida comprende un comando para girar la rueda delantera, el estado de vehículo previsto puede ser determinado para que sea un viraje, y el módulo de control puede ajustar la orientación o la velocidad de rotación del volante de inercia para mantener la estabilidad del vehículo durante el viraje.

Las realizaciones de la invención pueden incluir además una unidad de almacenamiento de energía como se muestra en las figuras 3a-h y en la figura 4. En una realización, la unidad de almacenamiento de energía 410 incluye el banco de baterías 420, el banco de condensadores de almacenamiento 430 y circuitos de conmutación que suministran energía y proporcionan un mecanismo para almacenar y transferir energía desde componentes giratorios a través de motogeneradores. La corriente eléctrica producida a través del frenado regenerativo puede sobrepasar la capacidad del banco de baterías 420 para absorber energía sin que se produzcan daños. Se entiende que los condensadores son más aptos para tratar este tipo de grandes sobrecargas, por lo que en una realización, el banco de baterías 420 se coloca selectivamente en comunicación eléctrica en paralelo con el banco de condensadores de almacenamiento 430 y los motogeneradores 220, 230, y 280a y b, que tienen un sistema común de conexión a tierra, a través de circuitos de conmutación de potencia. De ese modo, el banco de condensadores de almacenamiento 430 actúa como un búfer eléctrico para almacenar temporalmente sobrecargas de energía procedentes de componentes de sistema que sobrepasan las capacidades de la batería, y distribuir esta energía almacenada bien directamente a los componentes motorizados o bien cargando el banco de baterías.

La unidad de almacenamiento de energía 410, en comunicación eléctrica con los motogeneradores de volante de inercia 280a y b y los motogeneradores de rueda de accionamiento 220, 230, se puede utilizar para proporcionar energía al vehículo 100, y para transferir energía entre los volantes de inercia 270a y b y las ruedas de accionamiento 200 y 210 usando un sistema de motogenerador. Los motogeneradores 280a y b y 220 y 230 se pueden acoplar a los volantes de inercia 270a y b o a las ruedas de accionamiento 200 y 210, respectivamente, mediante mecanismos de acoplamiento mecánicos, hidráulicos, electromagnéticos u otros mecanismos adecuados conocidos en la técnica.

A velocidades bajas de vehículo, los volantes de inercia estabilizadores giroscópicos 270a y b pueden girar a una alta velocidad con el fin de proporcionar suficiente momento de inercia durante la precesión para mantener la estabilidad del vehículo. A medida que el vehículo 100 aumenta la velocidad, puede ser requerido menor momento

de inercia de los volantes de inercia estabilizadores giroscópicos 270a y b para mantener la estabilidad del vehículo, por lo que a los volantes de inercia 270a y b se les hace girar (a una velocidad baja o se les permite llegar a detenerse). Esta energía puede ser recuperada y transferida a los motogeneradores de rueda de accionamiento primero y segundo 220 y 230 para la propulsión. Del mismo modo, cuando el vehículo 100 se ralentiza mediante el acoplamiento del sistema de frenado, la energía utilizada para frenar el vehículo 100 se puede recuperar y transferir a los volantes de inercia estabilizadores giroscópicos 270a y b para hacerlos girar a velocidades de rotación más altas a fin de proporcionar estabilidad al vehículo 100 a medida que las ruedas de accionamiento primera y segunda 200 y 210 se ralentizan. Las líneas A1, A2, B1, B2, C1 y C2, con flechas, ilustran las trayectorias y direcciones de flujo de energía primarias durante las condiciones anteriores. Cuando las líneas A1 y A2 se ilustran en una dirección antihoraria, esta ilustración representa que los motogeneradores de accionamiento 220 y 230 están en un modo motor, y de manera similar una dirección horaria representa un modo generador.

En la figura 3a, el vehículo 100 se muestra desplazándose a una velocidad de crucero de aproximadamente 55 mph (90 km/h). En esta realización, los volantes de inercia 270a y b giran a una velocidad de rotación muy baja, esencialmente al ralentí. La corriente eléctrica circula desde el banco de baterías 420 de la unidad de almacenamiento de energía hasta los motogeneradores de rueda de accionamiento primero y segundo 220 y 230, que están funcionando en el modo motor.

En la figura 3b, al vehículo 100 se le ordena reducir la velocidad a unos 35 mph (56 km/h). En esta realización, el controlador de sistema 440 recibe la entrada de freno (de un ocupante o de una señal automatizada) haciendo que los motogeneradores de rueda de accionamiento primero y segundo 220 y 230 cambien al modo generador generando de este modo corriente eléctrica, y que los motogeneradores de volante de inercia primero y segundo 280a y b cambien al modo motor, extrayendo así corriente eléctrica y acelerando los volantes de inercia primero y segundo 270a y b a una velocidad de rotación baja. El controlador de sistema 440 hace que el circuito de conmutación de potencia dirija la corriente generada a través del banco de condensadores a los motogeneradores de volante de inercia primero y segundo. Se puede hacer que los volantes de inercia primero y segundo 270a y b giren sólo a baja velocidad (o no giren) si la velocidad de rotación de las ruedas de accionamiento primera y segunda 200 y 210 todavía ayuda significativamente en la estabilidad del vehículo, de modo que sólo se requiere una cantidad relativamente pequeña de par inverso adicional de las unidades de estabilización giroscópicas.

En la figura 3c, al vehículo 100 se le ordena reducir la velocidad de 35 mph (56 km/h) a unos 15 mph (24 km/h). El controlador de sistema 440 recibe la entrada de freno haciendo que los motogeneradores de rueda de accionamiento primero y segundo 220 y 230 cambien al modo generador (o permanezcan en el modo generador) generando de este modo corriente eléctrica, y que los motogeneradores de volante de inercia primero y segundo 280a y b cambien al modo motor (o permanezcan en el mismo), extrayendo así corriente eléctrica y acelerando los volantes de inercia primero y segundo 270a y b a una velocidad de rotación media. El controlador de sistema 440 hace que el circuito de conmutación de potencia dirija la corriente generada a través del banco de condensadores 430 a los motogeneradores de volante de inercia primero y segundo 280a y b. En esta realización, los volantes de inercia primero y segundo 270a y b aceleran hasta una velocidad de rotación media ya que la velocidad de rotación baja de las ruedas de accionamiento primera y segunda 200 y 210 no es suficiente para mantener la estabilidad del vehículo.

En la figura 3d, el vehículo 100 está parado. El controlador de sistema 440 hace que los volantes de inercia primero y segundo 270a y b aceleren hasta una velocidad de rotación alta (aproximadamente 10.000 rpm en esta realización, denominada en este documento "velocidad de levitación"), debido a que la estabilidad del vehículo es totalmente dependiente del par inverso generado mediante la precesión de las unidades de estabilización giroscópicas. Los motogeneradores de volante de inercia primero y segundo 280a y b están en el modo motor y extraen corriente eléctrica de la unidad de almacenamiento de energía 410; en una realización, la corriente es extraída inicialmente del banco de condensadores 430 hasta que la carga del banco de condensadores se disipa a un nivel predeterminado, y luego del banco de baterías 420.

En la figura 3e, el vehículo 100 arranca desde la posición de parada. En esta realización, el controlador de sistema 440 hace que los motogeneradores de rueda de accionamiento 220 y 230 cambien al modo motor para acelerar el vehículo, y hace que los motogeneradores de volante de inercia 280a y b cambien al modo generador para frenar los volantes 270a y b. A medida que el vehículo 100 acelera y las ruedas de accionamiento giratorias 200 y 210 ayudan más en la estabilidad del vehículo, a los volantes de inercia primero y segundo 270a y b se les permite desacelerarse con sus motogeneradores en el modo generador. El controlador de sistema 440 hace que el circuito de conmutación de potencia dirija la corriente generada por los motogeneradores de volante de inercia 280a y b durante la desaceleración para accionar los motogeneradores de rueda de accionamiento 220 y 230. Si el vehículo 100 no acelera a una velocidad suficiente para ayudar de manera significativa en la estabilidad del vehículo, entonces los volantes de inercia 270a y b pueden continuar girando a alta velocidad y seguir extrayendo corriente de la unidad de almacenamiento de energía 410.

En la figura 3f, el vehículo 100 continúa acelerando hasta unos 15 mph (24 km/h). En esta realización, el controlador de sistema 440 mantiene los motogeneradores de rueda de accionamiento 220 y 230 en el modo motor para

acelerar el vehículo 100, y mantiene los motogeneradores de volante de inercia 280a y b en el modo generador para continuar desacelerando los volantes de inercia 270a y b. A medida que el vehículo 100 acelera y comienza a mantener su propia estabilidad, a los volantes de inercia primero y segundo 270a y b se les permite desacelerarse con sus motogeneradores 280a y b en el modo generador. El controlador de sistema 440 hace que el circuito de conmutación de potencia dirija la corriente generada por los motogeneradores de volante de inercia 280a y b durante la desaceleración para accionar los motogeneradores de rueda de accionamiento 220 y 230 a través del banco de condensadores 430.

En la figura 3g, el vehículo 100 continúa acelerando hasta unos 35 mph (56 km/h). En esta realización, los volantes de inercia primero y segundo 270a y b continúan desacelerándose hasta una velocidad de rotación baja y se mantienen a esta velocidad baja hasta que un cambio de velocidad del vehículo solicitado requiere una velocidad de rotación de volante de inercia diferente. El controlador de sistema 440 hace que el circuito de conmutación de potencia alinee el banco de baterías 420 en paralelo con el banco de condensadores 430, de tal manera que el banco de baterías 420 puede proporcionar la potencia primaria a las ruedas de accionamiento 200 y 210.

En la figura 3h, el vehículo 100 se muestra en el modo estacionamiento o parada de larga duración. Un mecanismo de soporte mecánico 500 (como se muestra en las figuras anteriores; en la figura 3h, se muestra como componentes 510 y 520) incluido en esta realización puede ser extendido para soportar el vehículo 100 cuando las unidades de estabilización giroscópicas son incapaces de mantener la estabilidad del vehículo durante una parada debido a un fallo en la unidad de estabilización giroscópica o debido a un apagado solicitado de manera normal con el fin de ahorrar energía. El tren de aterrizaje 500 incluye una parte de base 510 que está acoplada al chasis de vehículo 110 y hace contacto con el suelo y un mecanismo extensor 520 que gira la parte de base 510 hacia afuera para desplegar y plegar la parte de base 510 cuando el vehículo 100 está utilizando las unidades de estabilización giroscópicas. En una realización, el tren de aterrizaje 500 también se despliega automáticamente cuando la velocidad de rotación del volante de inercia desciende por debajo de la velocidad mínima requerida para mantener la estabilidad del vehículo 100 o cuando los sensores del vehículo indican que las unidades de estabilización giroscópicas no logran mantener la estabilidad del vehículo, y el vehículo 100 se detiene. Los volantes de inercia primero y segundo 270a y b pueden mantenerse girando a una velocidad de ralentí mínima con el fin de minimizar el tiempo de puesta en marcha, o se les permite ir en punto muerto hasta detenerse con los motogeneradores 280a y b en el modo generador con el fin de recoger toda la energía restante en el banco de baterías 420.

Tras la puesta en marcha de nuevo, los motogeneradores de volante de inercia 280a y b pueden cambiarse al modo motor y la unidad de almacenamiento de energía 410 puede proporcionar potencia a los motogeneradores de volante de inercia 280a y b para acelerar hasta la "velocidad de levitación". A modo de ejemplo, en esta realización la velocidad de levitación es de aproximadamente 10.000 rpm en condiciones de carga estándar con un único ocupante. Con los volantes de inercia primero y segundo 270a y b a velocidad de levitación, el controlador de sistema 440 puede levantar el tren de aterrizaje 500 y el vehículo 100 se mantendrá estable. El controlador de sistema 440 hará que las unidades de estabilización giroscópicas realicen un movimiento de precesión en los volantes de inercia primero y segundo 270a y b alrededor de sus cardanes para compensar las cargas estáticas desequilibradas y las cargas dinámicas manteniendo al mismo tiempo el vehículo 100 en posición vertical.

Por tanto, se debe entender que, al menos a la luz de la descripción anterior y de las figuras correspondientes, las realizaciones de la invención describen un sistema que incluye un motogenerador de rueda de accionamiento para transferir energía hacia y desde una rueda de accionamiento de un vehículo, un motogenerador de volante de inercia para transferir energía hacia y desde un volante de inercia incluido en un estabilizador giroscópico del vehículo, un banco de condensadores que incluye una batería y un controlador de potencia (aplicado, por ejemplo, como un módulo o lógica). Dicho controlador de potencia puede transferir energía desde el motogenerador de volante de inercia al banco de condensadores en respuesta a la detección de una entrada para aumentar la velocidad del vehículo, y transferir energía desde el motogenerador de rueda de accionamiento al banco de condensadores en respuesta a la detección de una entrada para disminuir la velocidad del vehículo.

Dicho controlador de potencia también puede transferir energía desde el banco de condensadores al motogenerador de rueda de accionamiento en respuesta a la detección de la entrada para aumentar la velocidad del vehículo y transferir energía desde el banco de condensadores al motogenerador de volante de inercia en respuesta a la detección de la entrada para disminuir la velocidad del vehículo.

Dicho controlador de potencia también puede transferir energía no requerida por el motor de rueda de accionamiento al banco de condensadores o a la batería en respuesta a la detección de una entrada para aumentar la velocidad del vehículo, y transferir energía no requerida por el volante de inercia al banco de condensadores o a la batería en respuesta a la detección de una entrada para disminuir la velocidad del vehículo.

Las realizaciones de la invención describen además, en el caso de que la entrada para disminuir la velocidad del vehículo comprenda una entrada para acoplar un sistema de frenado del vehículo, un sistema de frenado que pueda generar energía transferible desde el motogenerador de rueda de accionamiento.

Las realizaciones de dicho controlador de potencia pueden también transferir energía desde el banco de condensadores al motogenerador de volante de inercia en base, al menos en parte, a si la velocidad del vehículo va a afectar a la estabilidad del vehículo. Por ejemplo, el controlador de potencia puede determinar si la entrada para aumentar la velocidad del vehículo no va a afectar a la estabilidad del vehículo y transferir energía desde el banco de condensadores al motogenerador de volante de inercia en respuesta a la determinación de si la potencia para aumentar la velocidad del vehículo no va a afectar a la estabilidad del vehículo. Las realizaciones de dicho controlador de potencia pueden determinar, además, que una entrada para disminuir la velocidad del vehículo no va a afectar a la estabilidad del vehículo, y transferir energía desde el banco de condensadores al motogenerador de volante de inercia en respuesta a la determinación de si la entrada para disminuir la velocidad del vehículo va a afectar a la estabilidad del vehículo.

Las realizaciones de la invención describen además un módulo de control de motogenerador de volante de inercia (o lógica) para controlar el volante de inercia del giroscopio y para funcionar en un modo motor y en un modo generador. El modo motor comprende la transferencia de corriente eléctrica al giroscopio para cambiar la orientación o la velocidad de rotación del volante de inercia, y el modo generador comprende la transferencia de corriente eléctrica generada por el volante de inercia desde el giroscopio. Un módulo de control de motogenerador de rueda de accionamiento (o lógica) se describe de manera similar, estando dicho módulo dispuesto para controlar la rueda delantera o la rueda trasera del vehículo y para funcionar en un modo motor y en un modo generador. El modo motor comprende la recepción de corriente eléctrica de la velocidad de rotación de la rueda correspondiente, y el modo generador comprende la transferencia de corriente eléctrica generada por la rueda correspondiente.

Varios componentes mencionados anteriormente como procesos, servidores o herramientas descritos en este documento pueden ser un medio para la realización de las funciones descritas. Cada componente descrito en el presente documento incluye software o hardware, o una combinación de éstos. Los componentes pueden ser aplicados como módulos de software, módulos de hardware, hardware para usos específicos (por ejemplo, hardware para aplicaciones específicas, ASIC, DSP, etc.), controladores embebidos, circuitos cableados, etc.

El contenido de software (por ejemplo, datos, instrucciones, configuración) puede proporcionarse a través de un artículo fabricado que incluye un medio de almacenamiento legible por ordenador, que proporciona contenido que representa las instrucciones que se pueden ejecutar. El contenido puede aparecer como un ordenador que realiza varias funciones / operaciones descritas en este documento. Un medio de almacenamiento legible por ordenador incluye cualquier mecanismo que proporcione (es decir, almacene y / o transmita) información en un modo accesible por ordenador (por ejemplo, un dispositivo informático, un sistema electrónico, etc.), por ejemplo medios grabables / no grabables (por ejemplo, una memoria de sólo lectura (ROM), una memoria de acceso aleatorio (RAM), medios de almacenamiento en disco magnético, medios de almacenamiento ópticos, dispositivos de memoria flash, etc.). El contenido puede ser directamente ejecutable (forma de "objeto" o "ejecutable"), un código fuente, o un código de diferencia (código "delta" o "bidimensional"). Un medio de almacenamiento legible por ordenador también puede incluir un almacén o base de datos desde el que se puede descargar el contenido. Un medio de almacenamiento legible por ordenador también puede incluir un dispositivo o producto que tenga un contenido almacenado en el mismo en un momento de venta o entrega. Por tanto, la entrega de un dispositivo con contenido almacenado, o el ofrecimiento de contenido para descargar de un medio de comunicación puede entenderse como que proporciona un artículo fabricado con dicho contenido descrito en este documento.

Los expertos en la técnica reconocerán que se pueden hacer numerosas modificaciones y cambios en la realización preferida sin apartarse del ámbito de aplicación de la invención reivindicada. Naturalmente, se entenderá que modificaciones de la invención, en sus diversos aspectos, serán evidentes para los expertos en la técnica, siendo algunas evidentes sólo después de su estudio y siendo otras cuestiones de rutina mecánica, química y de diseño electrónico. Otras realizaciones son posibles, dependiendo sus diseños específicos de la aplicación particular. Como tal, el ámbito de aplicación de la invención no debe estar limitado por las realizaciones particulares descritas en el presente documento sino que debe ser definido solamente por las reivindicaciones adjuntas.

En los métodos y procesos, aunque se muestran en una secuencia u orden particular, a menos que se especifique lo contrario, el orden de las acciones puede ser modificado. Por tanto, los métodos y procesos descritos anteriormente deben entenderse sólo como ejemplos, y se pueden realizar en un orden diferente, y algunas acciones se pueden realizar en paralelo. Además, una o más acciones pueden ser omitidas en varias realizaciones de la invención; por tanto, no se requieren todas las acciones en cada aplicación. Otros procesos operacionales son posibles.

REIVINDICACIONES

1. Aparato que comprende:

un chasis (100); una rueda delantera (200) y una rueda trasera (210) acopladas al chasis; al menos dos giroscopios (260) acoplados al chasis, incluyendo cada giroscopio un volante de inercia (270a, 270b),

5 caracterizado por que dicho aparato comprende además:

una pluralidad de sensores (560, 570, 580, 590) para detectar la orientación del chasis, la orientación de la rueda delantera con respecto al chasis, la orientación y la velocidad de rotación de los volantes de inercia y la velocidad del aparato; y

10 un sistema de control electrónico (550, 551, 553, 554) para ajustar al menos una de entre la orientación y la velocidad de rotación de al menos uno de los volantes de inercia en base, al menos en parte, a datos procedentes de la pluralidad de sensores y a una entrada para cambiar al menos una de entre la velocidad y la dirección del aparato.

15 2. Aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la entrada para cambiar la dirección del aparato comprende una entrada para cambiar la orientación de la rueda delantera con respecto al chasis, y el sistema de control electrónico para ajustar la al menos una de entre la orientación y velocidad de rotación de al menos uno de los volantes de inercia para mantener la estabilidad durante un viraje.

3. Aparato de acuerdo con la reivindicación 1, estando el sistema de control electrónico previsto para reducir la velocidad del volante o volantes de inercia cuando la entrada comprende una entrada para aumentar la velocidad del aparato.

20 4. Aparato de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además un sistema de frenado (190) para reducir la velocidad de al menos una de las ruedas delantera y trasera, en el que la entrada para cambiar la velocidad del aparato comprende una entrada para acoplar el sistema de frenado, estando el sistema de control electrónico previsto para aumentar la velocidad del volante de inercia a fin de aumentar el efecto de la estabilidad.

25 5. Aparato de acuerdo con la reivindicación 1, estando los al menos dos giroscopios alineados longitudinalmente con respecto a la rueda delantera y a la rueda trasera.

6. Aparato de acuerdo con la reivindicación 5, estando los al menos dos volantes de inercia previstos para girar y realizar un movimiento de precesión en direcciones opuestas uno con respecto al otro.

30 7. Aparato de acuerdo con la reivindicación 1, estando los al menos dos giroscopios alineados al menos uno en el sentido de la anchura con respecto al chasis del vehículo, y en el sentido de la altura con respecto al chasis del vehículo.

8. Aparato de acuerdo con la reivindicación 1, teniendo los al menos dos volantes de inercia un tamaño idéntico.

9. Aparato de acuerdo con la reivindicación 1, comprendiendo cada uno de los al menos dos volantes de inercia al menos uno de entre fibra de carbono, Kevlar, acero, latón, bronce, plomo y uranio empobrecido.

35 10. Aparato de acuerdo con la reivindicación 1, estando los al menos dos giroscopios acoplados al chasis mediante un primer y un segundo conjunto de soportes cardánicos, respectivamente.

11. Sistema que comprende:

40 al menos un procesador (550, 551, 553, 554); una memoria (550, 551, 553, 554); y un módulo de control (550, 551, 553, 554) almacenado en la memoria y ejecutado a través del procesador para recibir datos de una pluralidad de sensores (506, 570, 580, 590) que indican la orientación de un chasis de un vehículo (100), la orientación de una rueda delantera (200) de vehículo con respecto al chasis y la velocidad del chasis, caracterizado por que el módulo de control

recibe datos de una pluralidad de sensores (506, 570, 580, 590) que indican la orientación y la velocidad de rotación de un volante de inercia (270a, 270b) incluido en un giroscopio (260) acoplado al chasis,

recibe una entrada para cambiar al menos una de entre la velocidad y la dirección del vehículo,

45 determina un estado de vehículo (556) en base, al menos en parte, a los datos recibidos, y

ajusta al menos una de entre la orientación y la velocidad de rotación del volante de inercia en base, al menos en parte, al estado del vehículo,

ajusta al menos una de entre la orientación y la velocidad de rotación del volante de inercia en base además, al menos en parte, a la entrada para cambiar al menos una de entre la velocidad y la dirección del vehículo.

- 5 12. Sistema de acuerdo con la reivindicación 11, estando además previsto el módulo de control para determinar un estado de vehículo previsto en base, al menos en parte, a la entrada recibida, y

ajustar al menos una de entre la orientación y la velocidad de rotación del volante de inercia en base, al menos en parte, al estado de vehículo previsto.

- 10 13. Sistema de acuerdo con la reivindicación 12, en el que la entrada recibida comprende un comando para hacer girar la rueda delantera, estando el estado de vehículo previsto para comprender un viraje, estando el módulo de control previsto para ajustar la orientación y la velocidad de rotación del volante de inercia para mantener la estabilidad durante el viraje.

- 15 14. Sistema de acuerdo con la reivindicación 11, que comprende además: un módulo de control de motogenerador de volante de inercia (553) para controlar el volante de inercia del giroscopio y para funcionar en un modo motor y un modo generador, en el que el modo motor comprende la transferencia de corriente eléctrica al giroscopio para cambiar al menos una de entre la orientación y la velocidad de rotación del volante de inercia, y el modo generador comprende la transferencia de corriente eléctrica generada por el volante de inercia a partir del giroscopio.

15. Sistema de acuerdo con la reivindicación 11, que comprende además

- 20 un módulo de control de motogenerador de rueda de accionamiento (440) para controlar al menos una de entre la rueda delantera y la trasera del vehículo y para funcionar en un modo motor y en un modo generador, en el que el modo motor comprende recibir corriente eléctrica de la velocidad de rotación de la rueda correspondiente, y el modo generador comprende la transferencia de corriente eléctrica generada por la rueda correspondiente.

16. Sistema que comprende:

- 25 un motogenerador de rueda de accionamiento (220, 230) para transferir energía hacia y desde una rueda de accionamiento de un vehículo;

un motogenerador de volante de inercia (280a, 280b) para transferir energía hacia y desde un volante de inercia incluido en un estabilizador de giroscopio de vehículo;

caracterizado por que el sistema comprende además:

- 30 un banco de condensadores (430) que incluye una batería (420); y un controlador de potencia (440) para transferir energía desde el volante de inercia del motogenerador al banco de condensadores en respuesta a la detección de una entrada para aumentar la velocidad del vehículo, y transferir energía desde el motogenerador de rueda de accionamiento al banco de condensadores en respuesta a la detección de una entrada para disminuir la velocidad del vehículo.

17. Sistema de acuerdo con la reivindicación 16, estando el controlador de potencia previsto además para

- 35 transferir energía desde el banco de condensadores al motogenerador de rueda de accionamiento en respuesta a la detección de la entrada para aumentar la velocidad del vehículo, y

transferir energía desde el banco de condensadores al motogenerador de volante de inercia en respuesta a la detección de la entrada para disminuir la velocidad del vehículo.

18. Sistema de acuerdo con la reivindicación 17, estando previsto el controlador de potencia para

- 40 transferir la energía no requerida por el motor de rueda de accionamiento a al menos uno de entre el banco de condensadores y la batería en respuesta a la detección de una entrada para aumentar la velocidad del vehículo, y

transferir la energía no requerida por el volante de inercia a al menos uno de entre el banco de condensadores y la batería en respuesta a la detección de una entrada para disminuir la velocidad del vehículo

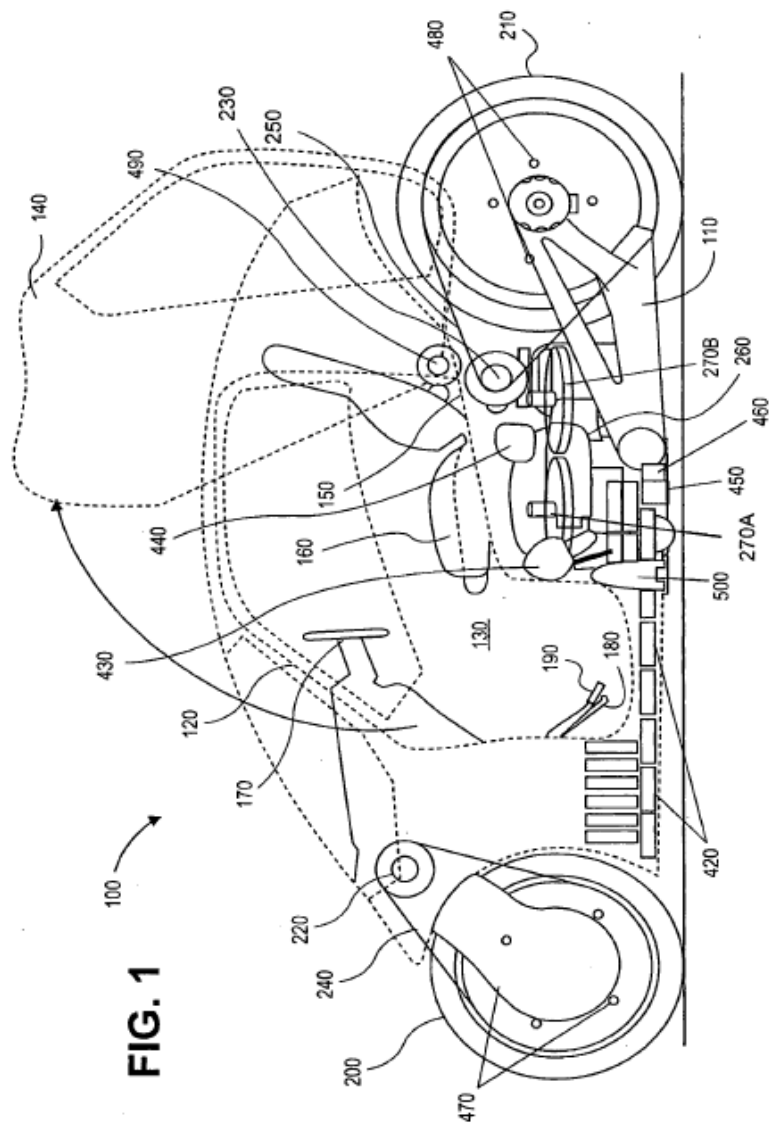
- 45 19. Sistema de acuerdo con la reivindicación 16, comprendiendo la entrada para disminuir la velocidad del vehículo una entrada para acoplarse a un sistema de frenado (190) del vehículo, estando previsto el sistema de frenado para generar energía transferible desde el motogenerador de rueda de accionamiento.

20. Sistema de acuerdo con la reivindicación 16, estando previsto además el controlador de potencia para transferir energía del banco de condensadores al motogenerador de volante de inercia en base, al menos en parte, a si la velocidad del vehículo afectará a la estabilidad del vehículo.

21. Sistema de acuerdo con la reivindicación 16, estando previsto además el controlador de potencia para

5 determinar si la entrada para disminuir la velocidad del vehículo va a afectar a la estabilidad del vehículo; y

transferir la energía del banco de condensadores al motogenerador de volante de inercia en respuesta a la determinación de si la entrada para disminuir la velocidad del vehículo va a afectar a la estabilidad del vehículo.



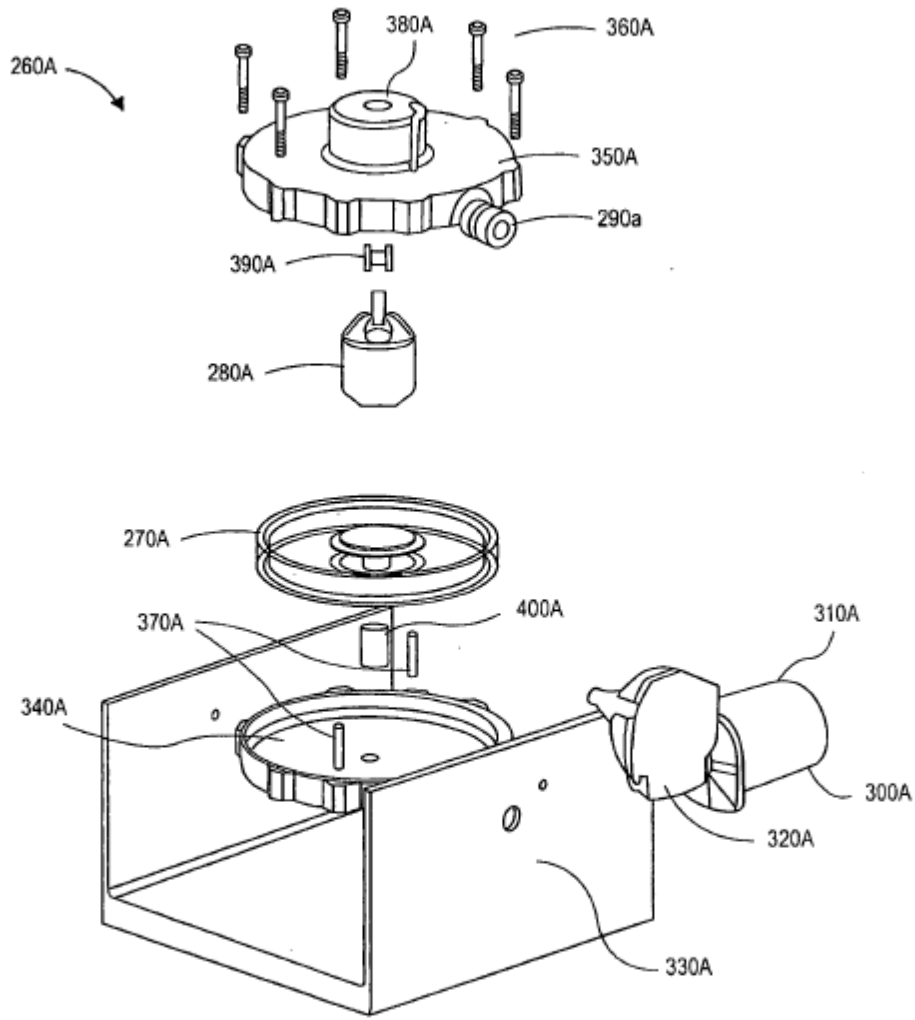
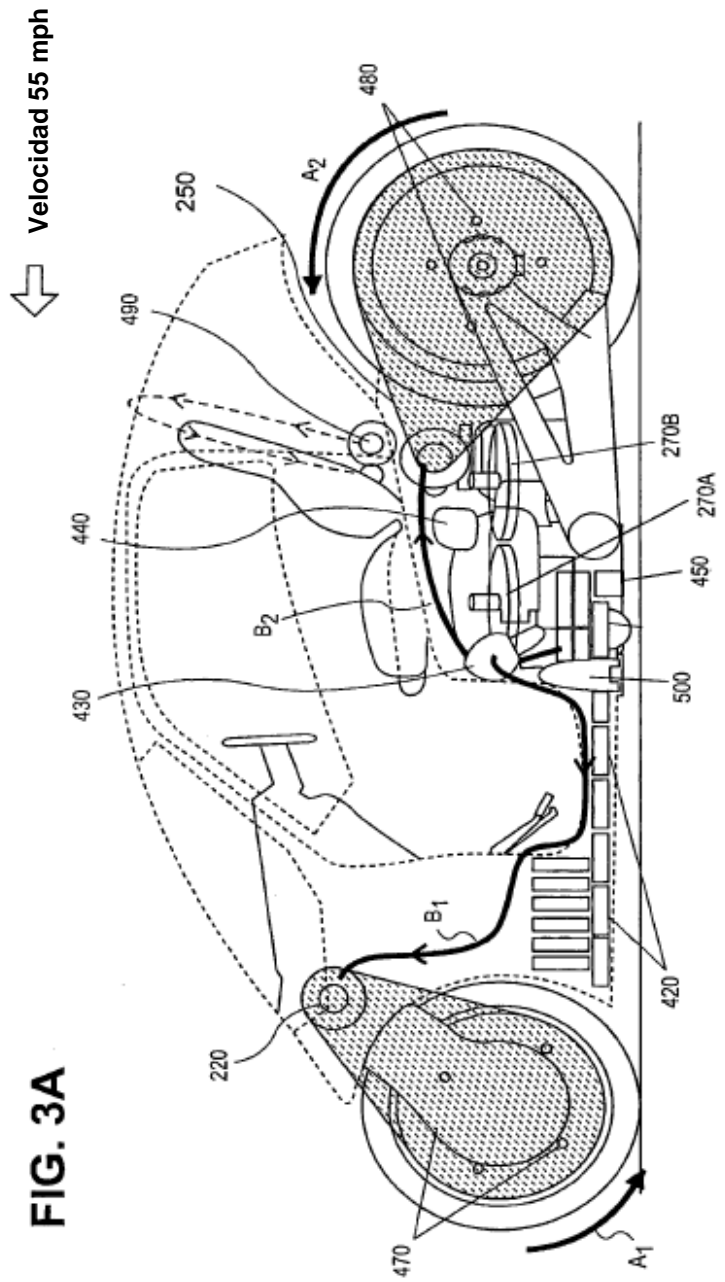


FIG. 2



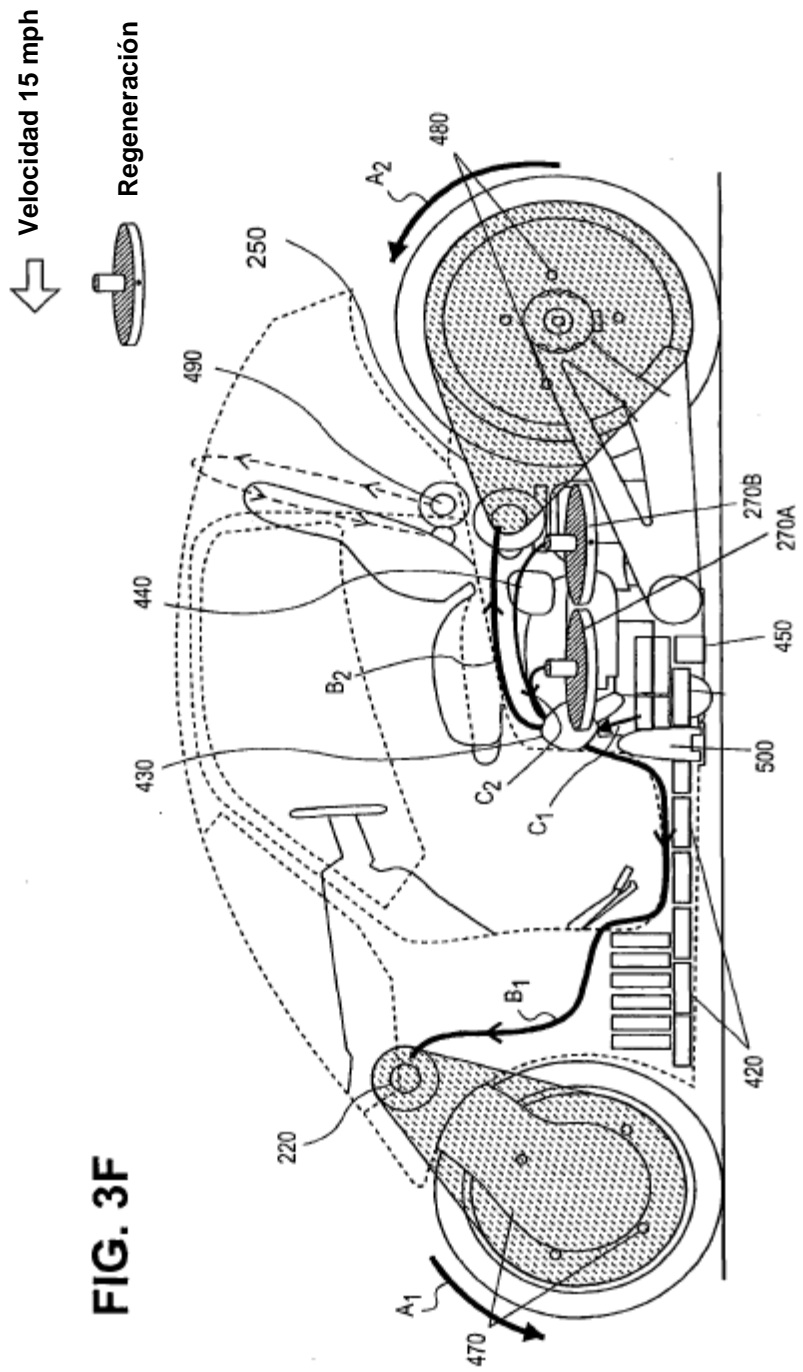
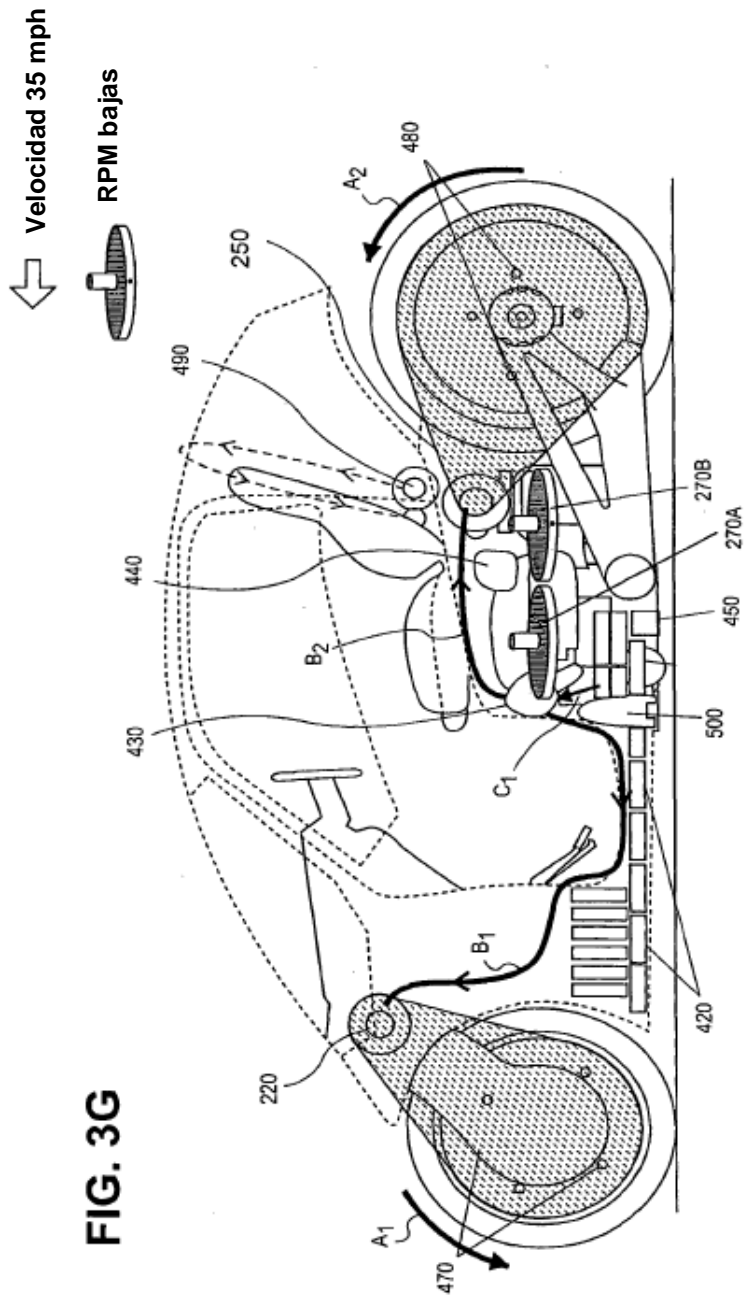


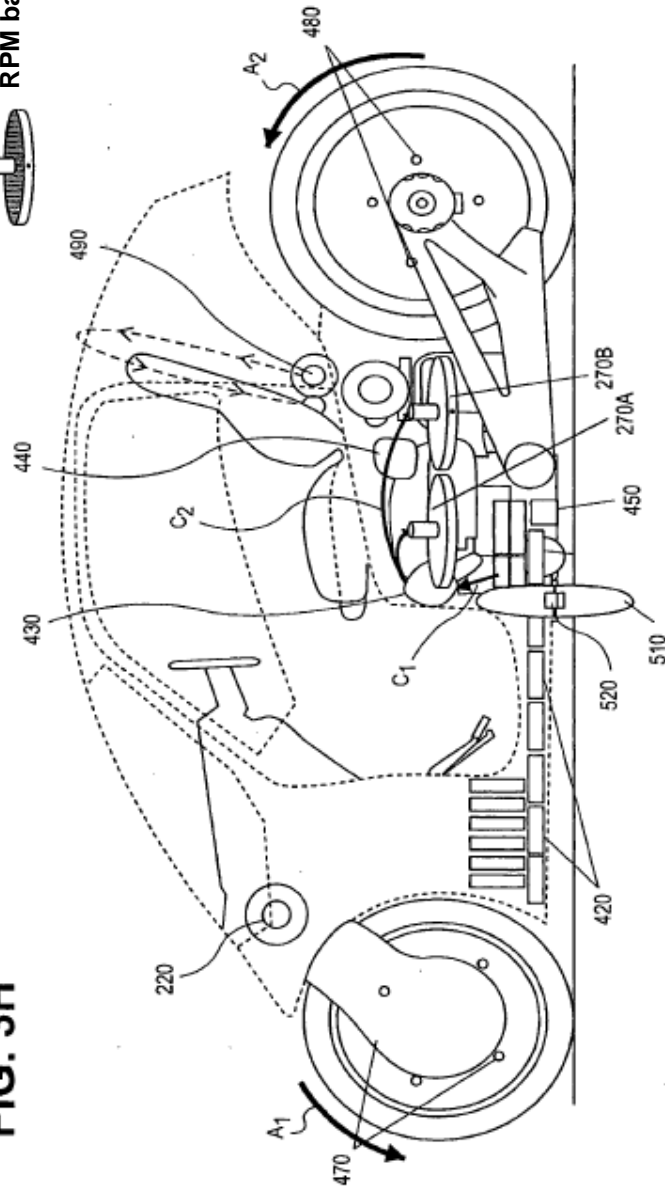
FIG. 3F



Modo aparcamiento



FIG. 3H



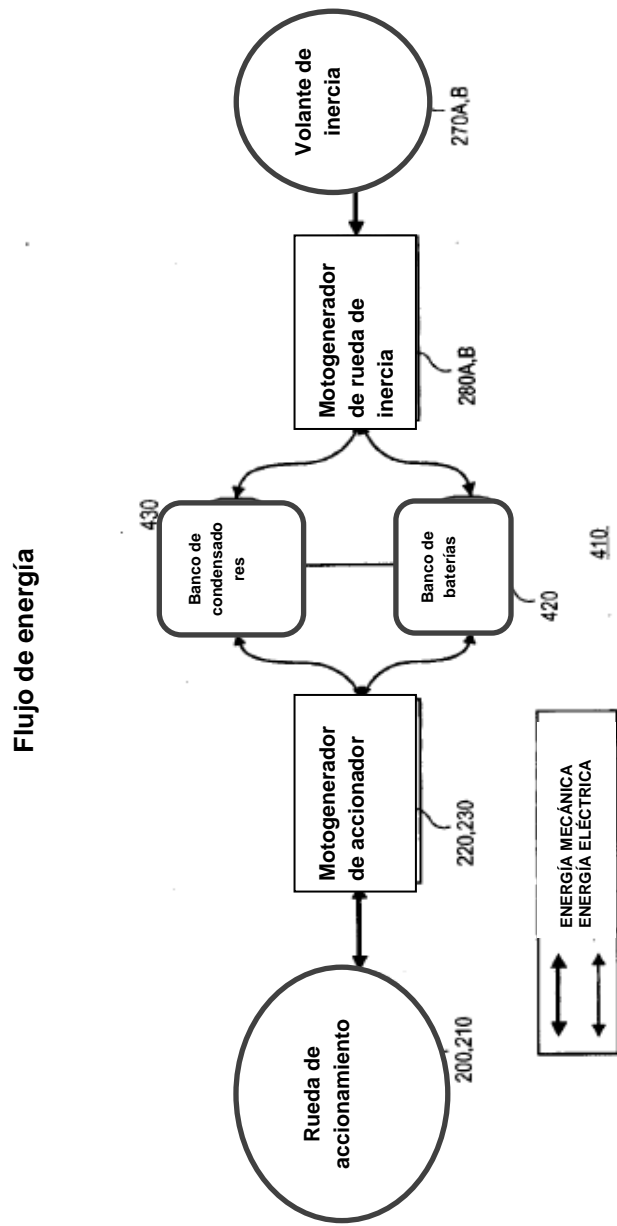


FIG. 4

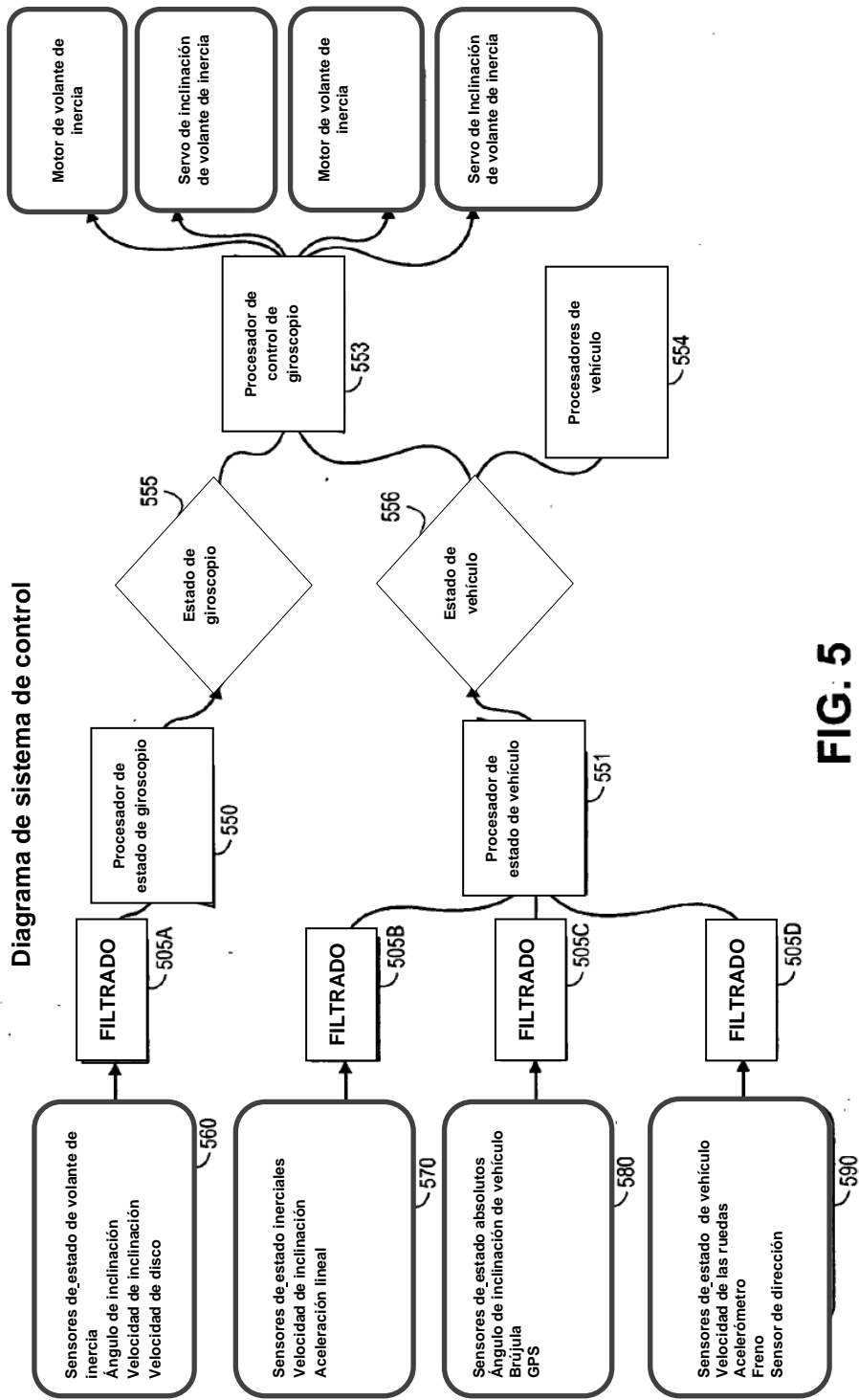


FIG. 5

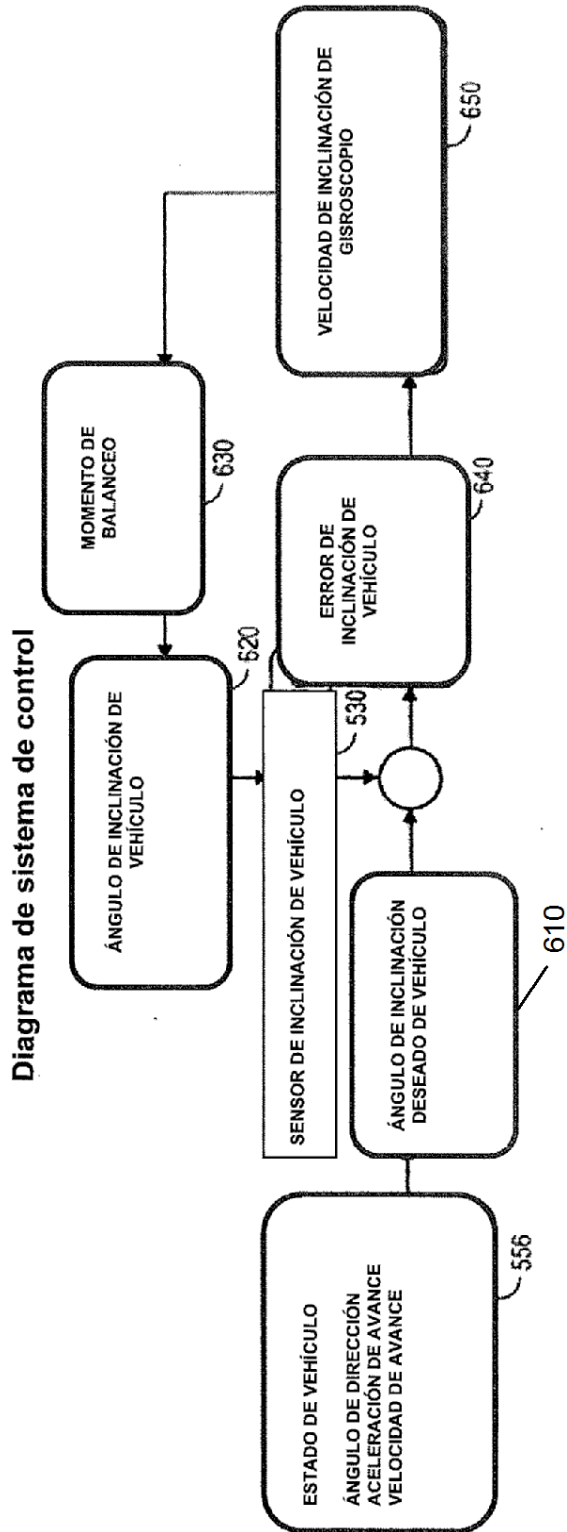


FIG. 6