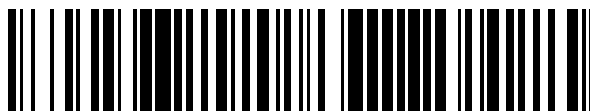


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 425 637**

51 Int. Cl.:

**A63H 18/08**

(2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.09.2010** **E 12166840 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.05.2013** **EP 2484419**

54 Título: **Una plataforma de juegos**

30 Prioridad:

**25.09.2009 US 246023 P**

**20.08.2010 US 860696**

**31.08.2010 US 872209**

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

**16.10.2013**

73 Titular/es:

**INNOVATION FIRST, INC. (100.0%)**

**1519 Int. 30 W.**

**Greenville, TX 75402, US**

72 Inventor/es:

**NORMAN, DAVID ANTHONY;**

**MIMLITCH, III ROBERT H.;**

**CARTER, JOEL REAGAN;**

**GALLETTI, DOUGLAS MICHAEL y**

**COPIOLI, PAUL DAVID**

74 Agente/Representante:

**PÉREZ BARQUÍN, Eliana**

ES 2 425 637 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

Una plataforma de juegos

### 5 Antecedentes

Esta memoria descriptiva se refiere a hábitats para dispositivos que se mueven en base a un movimiento y/o vibración de oscilación.

- 10 Un ejemplo de movimiento controlado por vibración es un juego de fútbol eléctrico que vibra. Una superficie metálica horizontal vibradora indujo a figuras plásticas inanimadas a moverse aleatoriamente, o levemente en cierta dirección. Ejemplos más recientes de movimiento controlado por vibración usan fuentes de alimentación internas y un mecanismo vibrador situado en un vehículo.
- 15 Un procedimiento de creación de vibraciones inductoras de movimiento es usar motores rotativos que hacen girar un eje adosado a un contrapeso. La rotación del contrapeso induce un movimiento oscilatorio. Las fuentes de alimentación incluyen muelles a cuerda que son alimentados manualmente, o motores eléctricos de corriente continua. La tendencia más reciente es usar motores de buscapersonas diseñados para hacer vibrar un buscapersonas o teléfono celular en la modalidad silenciosa. Los vibrobots y los Bristlebots son dos ejemplos
- 20 modernos de vehículos que usan la vibración para inducir el movimiento. Por ejemplo, dispositivos robóticos pequeños, tales como los Vibrobots y Bristlebots, pueden usar motores con contrapesos para crear vibraciones. Las patas de los robots son generalmente cables metálicos o cerdas metálicas rígidas. La vibración hace que el robot entero vibre hacia arriba y hacia abajo, además de girar. Estos dispositivos robóticos tienden a derivar y girar porque no se logra ningún control significativo de la dirección.
- 25 Los Vibrobots tienden a usar patas de alambre metálico. La forma y el tamaño de estos vehículos varían ampliamente y habitualmente oscilan entre dispositivos cortos de 2 pulgadas hasta dispositivos altos de 10 pulgadas. A menudo se añaden pies de goma a las patas para evitar dañar las superficies de las mesas y para alterar el coeficiente de fricción. Los Vibrobots tienen habitualmente 3 o 4 patas, aunque existen diseños con entre
- 30 10 y 20 patas. La vibración del cuerpo y las patas crea un patrón de movimiento que es mayormente aleatorio, en la dirección y en la rotación. La colisión con las paredes no tiene como resultado una nueva dirección y el resultado es que la pared solamente limita el movimiento en esa dirección. La apariencia de movimiento natural es muy baja, debido al movimiento sumamente aleatorio.
- 35 Los Bristlebots son descritos a veces en la bibliografía como pequeños Vibrobots direccionales. Los Bristlebots usan cientos de cerdas cortas de nilón para las patas. El origen más común de las cerdas, y del cuerpo del vehículo, es usar la cabeza entera de un cepillo de dientes. Un motor de buscapersonas y una batería completan el diseño habitual. El movimiento puede ser aleatorio y sin dirección, según la orientación del motor y del cuerpo, y de la dirección de las cerdas. Los diseños que usan cerdas en ángulo hacia atrás, con un motor rotativo adosado, pueden
- 40 lograr una dirección general hacia adelante, con magnitudes variables de giros y derivas laterales. Las colisiones con objetos, tales como paredes, hacen que el vehículo se detenga, luego gire a la izquierda o a la derecha, y continúe en una dirección general hacia adelante. La apariencia del movimiento natural es mínima, debido a un movimiento deslizante y a una reacción como de zombi al chocar con una pared.
- 45 El documento US 3.712.541 revela una pista para usar con vehículos de juguete con energía propia o de tipo de cabotaje, que permiten el adelantamiento de los vehículos más lentos por los más rápidos, alentando a los vehículos a desviarse gradualmente desde un lado de la pista hacia el otro. La pista es cóncava, con un radio de curvatura mayor que su ancho, para alentar el desvío de los vehículos, pero menos que cinco veces su ancho, para reducir la probabilidad de que los vehículos se estrellen en las paredes laterales de la pista. Las paredes laterales se unen con
- 50 la parte suavemente curvada en un radio de curvatura que tiene más de un quincuagésimo del ancho de la pista, para devolver los vehículos hacia el centro de la pista con un mínimo de raspado.

### Sumario

- 55 La presente invención se refiere a un componente de una plataforma de juegos, según lo descrito en la reivindicación 1.

En general, un aspecto innovador de la materia en cuestión descrita en esta memoria descriptiva puede ser realizado en aparatos, sistemas o equipos que incluyen un área común, que incluye un área esencialmente

60 horizontal y esencialmente plana, acotada por una pluralidad de paredes laterales, una pluralidad de conectores y una pluralidad de puertos. Cada puerto está dispuesto en una pared lateral, y cada puerto incluye una compuerta adaptada para abrirse y cerrarse, para impedir el movimiento de los dispositivos autónomos cuando está cerrada, y para permitir el pasaje de los dispositivos autónomos cuando está abierta, y cada puerto está situado adyacente a uno de los conectores.

65 Cada una de estas y otras realizaciones puede incluir, optativamente, una o más de las siguientes características.

Cada dispositivo individual incluye un controlador alimentado por vibración. El equipo incluye al menos una pista adaptada para el recorrido por parte de los dispositivos autónomos, y cada pista está adaptada para conectarse con el área común en uno de los puertos, usando uno de los conectores. Cada pista incluye un canal que tiene costados laterales verticales, extremos abiertos y un piso. Los costados laterales verticales están separados por una distancia esencialmente constante entre los extremos abiertos. El piso incluye una superficie esencialmente plana y una curvatura hacia arriba alrededor de donde el piso se une con los costados laterales verticales. La curvatura hacia arriba está adaptada para hacer que cada dispositivo autónomo tienda a girar hacia una línea central del canal cuando el dispositivo autónomo avanza hacia el costado lateral del canal. Cada pista está adaptada para conectarse con el área común usando uno de los conectores del área común y un correspondiente conector en un extremo del canal, de modo que el extremo del canal se alinee de manera esencialmente horizontal con uno de los puertos y el piso del canal se alinee de manera esencialmente vertical con el área esencialmente plana del área común. Cada pista incluye un conector en cada extremo del canal y cada uno de los conectores es adyacente a un puerto del área común que está adaptado para engranarse con cada conector en cada extremo del canal. Las paredes laterales son esencialmente rectas a lo largo de una dimensión horizontal. Las paredes laterales del área común forman un polígono esencialmente regular. El polígono esencialmente regular incluye al menos cinco lados. El polígono esencialmente regular incluye seis lados. El área común incluye un espacio abierto, esencialmente plano, y cada pared lateral tiene una dimensión horizontal que es al menos el triple de una dimensión horizontal de cada uno entre la pluralidad de puertos. Cada compuerta incluye una palanca y está adosada pivotalmente a una parte de una de las paredes laterales del área común, y cada compuerta está adaptada para ser abierta y cerrada girando la palanca en un arco esencialmente perpendicular al área esencialmente plana del área común.

En general, otro aspecto innovador de la materia en cuestión descrita en esta memoria descriptiva puede ser realizado en aparatos, sistemas o equipos que incluyen al menos una sección común con un área común acotada por una pluralidad de paredes laterales verticales, una pluralidad de conectores y una pluralidad de puertos. Cada puerto está dispuesto en una pared lateral a lo largo de una de las paredes laterales del área común, y cada puerto está situado adyacente a uno de los conectores. Al menos una pista está adaptada para ser recorrida por dispositivos alimentados por vibración, y está adaptada para conectarse con el área común en uno de los puertos, usando uno de los conectores. Cada pista incluye un canal que tiene costados laterales verticales, extremos y un piso, en donde los costados laterales verticales están separados por una distancia esencialmente constante entre los extremos abiertos. El piso incluye una superficie esencialmente plana y una curvatura hacia arriba alrededor de donde el piso se une con los costados laterales verticales.

Cada una de estas y de otras realizaciones, optativamente, puede incluir uno más de las siguientes características. Cada puerto incluye una compuerta adaptada para abrirse y cerrarse, para impedir el movimiento de los dispositivos alimentados por vibración cuando se cierra, y para permitir el paso de los dispositivos alimentados por vibración cuando se abre. Cada puerto está situado adyacente a uno de los conectores. Cada pista incluye un conector en cada extremo del canal y cada uno de los conectores adyacente a un puerto del área común está adaptado para engranarse con los conectores en los extremos del canal. Al menos un dispositivo alimentado por vibración incluye un cuerpo, un motor giratorio acoplado con el cuerpo, una carga excéntrica y una pluralidad de patas. El motor giratorio está adaptado para girar la carga excéntrica, y cada una entre la pluralidad de patas tiene una base de pata y una punta de pata, en un extremo distal con respecto a la base de la pata. Al menos una parte de la pluralidad de patas están construidas a partir de un material flexible, moldeado por inyección, integralmente acoplado con el cuerpo en la base de pata, e incluyen al menos una pata propulsora, configurada para hacer que el dispositivo alimentado por vibración se mueva en una dirección generalmente definida por un desplazamiento entre la base de pata y la punta de pata, según el motor giratorio hace girar la carga excéntrica.

En general, otro aspecto innovador de la materia en cuestión descrita en esta memoria descriptiva puede ser realizado en aparatos, sistemas o equipos que incluyan al menos una sección común que incluya un área común acotada por una pluralidad de paredes laterales verticales, una pluralidad de conectores y una pluralidad de puertos. Cada puerto está dispuesto en una pared lateral del área común y cada puerto está situado adyacente a uno de los conectores. Cada puerto también incluye una compuerta adaptada para abrirse y cerrarse, para impedir el movimiento de los dispositivos alimentados por vibración cuando está cerrada, y para permitir el pasaje de los dispositivos alimentados por vibración cuando está abierta. Al menos una pista está adaptada para ser recorrida por dispositivos alimentados por vibración, y cada pista está adaptada para conectarse con el área común en uno de los puertos, usando uno de los conectores. Cada pista incluye extremos abiertos, un piso y un canal con costados laterales adaptados para limitar lateralmente el movimiento de los dispositivos alimentados por vibración con respecto a una dimensión longitudinal del canal.

Cada una de estas y de otras realizaciones, optativamente, puede incluir una o más de las siguientes características. Los costados laterales están separados por una distancia esencialmente constante entre los extremos abiertos. El equipo o sistema incluye una pluralidad de pistas adaptadas para ser recorridas por dispositivos alimentados por vibración, incluyendo al menos una pista recta y al menos una pista curvada. Cada canal incluye una curvatura hacia arriba alrededor de al menos un costado lateral, y la curvatura hacia arriba está adaptada para hacer que un dispositivo alimentado por vibración tienda a girar hacia una línea central del canal cuando el dispositivo alimentado por vibración avanza en un ángulo con respecto al costado lateral del canal.

En general, otro aspecto innovador de la materia en cuestión descrita en esta memoria descriptiva puede ser realizado en aparatos, sistemas o equipos que incluyan un piso esencialmente plano dispuesto entre extremos longitudinales, un conector en cada extremo longitudinal, y costados laterales adaptados para limitar lateralmente el movimiento de los dispositivos alimentados por vibración con respecto a una dimensión longitudinal del piso. El conector está adaptado para engranarse con un correspondiente conector en otro componente de la plataforma de juegos. Los costados laterales terminan en cada extremo longitudinal para formar un extremo abierto, y el piso incluye una curvatura hacia arriba alrededor de donde el piso se une a los costados laterales.

Cada una de estas y de otras realizaciones, optativamente, puede incluir una o más de las siguientes características. Los costados laterales están separados por una distancia esencialmente constante entre los extremos abiertos.

En general, la materia en cuestión, descrita en esta memoria descriptiva, describe como ejemplo procedimientos que incluyen los actos de conectar al menos un componente de pista con un componente de área común, resituando al menos una compuerta sobre uno de los componentes de área común y uno de los componentes de pista, y operando al menos un dispositivo auto-impulsado, controlado por vibración, en al menos uno de los componentes de área común o uno de los componentes de pista. El componente de área común incluye un área común que tiene un área esencialmente horizontal y esencialmente plana, acotada por una pluralidad de paredes laterales, una pluralidad de conectores y una pluralidad de puertos. Cada puerto está dispuesto en una pared lateral, y cada puerto incluye una compuerta adaptada para abrirse y cerrarse, para impedir el movimiento de los dispositivos autónomos cuando está cerrada, y para permitir el pasaje de los dispositivos autónomos cuando está abierta. Cada puerto está situado adyacente a uno de los conectores, y al menos un componente de pista está adaptado para ser recorrido por dispositivos alimentados por vibración. Cada componente de pista está adaptado para conectarse con el componente de área común en uno de los puertos, usando uno de los conectores, y cada pista incluye un canal con costados laterales adaptados para limitar lateralmente el movimiento de los dispositivos alimentados por vibración con respecto a una dimensión longitudinal del canal, los extremos abiertos y un piso.

Los sistemas, aparatos y equipos descritos en esta memoria descriptiva pueden ser usados con un vehículo que tiene una pluralidad de patas y un propulsor de vibración. Un "vehículo" puede incluir cualquier tipo de robot móvil, en particular, un robot de juguete en general, y robots de juguete que tengan la forma de un escarabajo o de algún otro animal, insecto o reptil.

Según un aspecto del vehículo, las patas podrían estar en ángulo, o curvadas, y ser flexibles. El motor vibrador podría generar una fuerza ( $F_v$ ) que esté dirigida hacia abajo y sea adecuada para desviar al menos las patas delanteras, de modo que el vehículo avance. Las patas del vehículo están ventajosamente inclinadas en una dirección que está desplazada con respecto a la vertical. Las bases de las patas están por tanto dispuestas más hacia adelante en el vehículo con respecto a las puntas de las patas. En particular, las patas delanteras están adaptadas para desviarse cuando el vehículo vibra debido al motor vibrador. Por el contrario, el motor vibrador también podría generar una fuerza ( $F_v$ ) que esté dirigida hacia arriba y sea adecuada para hacer que el vehículo salte, o para elevar las patas delanteras desde la superficie del suelo.

Según otro aspecto del vehículo, la geometría de las patas traseras podría construirse de modo que se logre un efecto distinto de freno o de arrastre. En otras palabras, la geometría de las patas traseras podría ser construida de modo que la tendencia de rotación debida a la vibración del motor vibrador sea contrarrestada. El peso excéntrico giratorio se mueve, durante la elevación de las patas delanteras, en dirección lateral, con respecto al eje longitudinal del vehículo, de modo que, sin contramedidas, el vehículo se movería a lo largo de una curva. Las contramedidas pueden ser logradas de diversas maneras: más peso podría ser desplazado a una pata delantera, en comparación con la otra pata delantera. La longitud de una pata trasera podría ser aumentada en comparación con la otra pata trasera. La rigidez de las patas podría ser aumentada en un lado, en comparación con las patas en el otro lado. Una pata trasera podría tener una estructura más gruesa, en comparación con las otras patas traseras en el otro lado. Una de las patas traseras podría estar dispuesta más hacia adelante que la otra pata trasera.

Según otro aspecto del vehículo, el vehículo podría ser construido para girar y para enderezarse por el efecto de la fuerza de torsión giratoria del motor vibrador. Esto puede lograrse, por ejemplo, en cuanto a que el centro de gravedad del cuerpo, o del vehículo, esté situado cerca de, o sobre, el eje de rotación del motor vibrador. Además, los costados y el lado superior del vehículo podrían ser contruados para permitir el enderezamiento del vehículo durante la vibración. Así, podría proporcionarse un punto alto sobre el lado superior del vehículo, de modo que el vehículo no pueda descansar completamente cabeza abajo sobre parte trasera. Sin embargo, también podrían ser dispuestas aletas o placas sobre los lados y / o sobre la parte trasera del vehículo, con sus puntos externos ventajosamente dispuestos cerca de, o sobre, un cilindro virtual.

Según otro aspecto del vehículo, las patas podrían estar dispuestas en dos filas de patas, en donde hay un espacio, en particular, un hueco en forma de V, entre el cuerpo del vehículo y las patas del vehículo, de modo que las patas puedan doblarse hacia dentro durante una rotación de enderezamiento. De esta manera, el movimiento de enderezamiento del vehículo es simplificado, si acaso se volcara. Ventajosamente, las patas están dispuestas en dos filas de patas, así como al costado y encima del eje de rotación del motor vibrador.

Según otro aspecto del vehículo, el vehículo podría tener una nariz elástica o una parte frontal elástica, de modo que el vehículo rebote al chocar con un obstáculo. La nariz elástica, o la parte frontal elástica, está ventajosamente construida con goma. Además, la nariz elástica, o la parte frontal elástica, tiene, ventajosamente, una estructura que confluye en un punto. De esta manera, el vehículo podría evitar más fácilmente un obstáculo, sin el uso de un sensor o algún otro control para un movimiento de conducción.

Según otro aspecto del vehículo, el propulsor de vibración podría tener un motor y un peso excéntrico, en donde el peso excéntrico está dispuesto enfrente de las patas delanteras. De esta manera, se logra un movimiento reforzado de elevación de las patas delanteras, en donde las patas traseras permanecen tanto como sea posible sobre el suelo (pero también pueden rebotar levemente). En particular, el peso excéntrico está dispuesto enfrente del motor. Además, una batería está ventajosamente dispuesta sobre la parte trasera del vehículo, a fin de aumentar el peso sobre las patas traseras. Tanto la batería como el motor están ventajosamente dispuestos entre las patas. El eje de rotación del motor puede extenderse a lo largo del eje longitudinal del vehículo.

El vehículo podría, por tanto, ser construido con un motor vibrador, y podría imitar una forma de vida orgánica, en particular, un escarabajo vivo u otro animal pequeño, con respecto a la velocidad de avance, la estabilidad del movimiento hacia delante, la tendencia a vagar, la capacidad de enderezarse y / o la individualidad.

El vehículo puede ser un dispositivo, en particular, un robot de juguete con un propulsor de vibración que persigue uno o más de los siguientes objetivos:

1. Vehículo con motor vibrador con patas flexibles en configuración variada;
2. Maximización de la velocidad del vehículo;
3. Cambio de la dirección predominante del movimiento del vehículo;
4. Impedir el vuelco del vehículo;
5. Producción de vehículos que puedan enderezarse por sí mismos;
6. Generación de un movimiento que se parezca al de los animales vivos, en particular, escarabajos, insectos, reptiles u otros animales pequeños;
7. Generación de múltiples modalidades de movimiento, de modo que los vehículos difieran visiblemente en su movimiento, a fin de proporcionar muchos tipos de vehículos distintos;
8. Generación de inteligencia aparente cuando se encuentran obstáculos.

Los detalles de una o más realizaciones de la materia en cuestión, descrita en esta memoria descriptiva, se estipulan en los dibujos adjuntos y en la descripción a continuación. Otras características, aspectos y ventajas de la materia en cuestión devendrán evidentes a partir de la descripción, los dibujos y las reivindicaciones.

#### **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es un diagrama que ilustra un dispositivo ejemplar alimentado por vibración.

Las figuras 2A a 2D son diagramas que ilustran fuerzas ejemplares que están implicadas en el movimiento del dispositivo alimentado por vibración de la figura 1.

Las figuras 3A a 3C son diagramas que muestran diversos ejemplos de configuraciones alternativas de patas para dispositivos alimentados por vibración.

La figura 4 muestra una vista frontal ejemplar que indica un centro de gravedad para el dispositivo.

La figura 5 muestra una vista lateral ejemplar que indica un centro de gravedad para el dispositivo.

La figura 6 muestra una vista superior del dispositivo y de su nariz flexible.

Las figuras 7A y 7B muestran dimensiones ejemplares del dispositivo.

La figura 8 muestra una configuración ejemplar de materiales ejemplares a partir de los cuales puede ser construido el dispositivo.

Las figuras 9A y 9B muestran dispositivos ejemplares que incluyen una aleta dorsal / de tiburón y un par de aletas laterales / pectorales, respectivamente.

La figura 10 es un diagrama de flujo de un proceso para operar un dispositivo alimentado por vibración.

La figura 11 es un diagrama de flujo de un proceso para construir un dispositivo alimentado por vibración.

5

La figura 12 es una vista en perspectiva de un componente de plataforma de juegos de área común;

La figura 13A es una vista en perspectiva de un componente de plataforma de juegos de pista recta.

10

La figura 13B es una vista extrema de una implementación de un componente de pista recta.

La figura 13C es una vista extrema o sección transversal de un canal de pista alternativa para reducir las colisiones de pared lateral.

15

La figura 14 es una vista en perspectiva de un componente de plataforma de juegos de pista curvada.

La figura 15 muestra una plataforma de juegos de componentes múltiples.

20

La figura 16 es un diagrama de flujo de un proceso para usar una plataforma de juegos para dispositivos autónomos.

Los números de referencia y designaciones iguales en los diversos dibujos indican elementos iguales.

### Descripción detallada

25

Pueden ser diseñados pequeños dispositivos robóticos, o vehículos alimentados por vibración, para desplazarse por una superficie, por ejemplo, un suelo, una mesa u otra superficie relativamente plana. El dispositivo robótico está adaptado para avanzar autónomamente y, en algunas implementaciones, girar en direcciones aparentemente aleatorias. En general, los dispositivos robóticos incluyen una cubierta, patas múltiples y un mecanismo vibrador (por ejemplo, un motor o mecanismo mecánico de cuerda cargado por muelles que hace girar una carga excéntrica, un motor u otro mecanismo adaptado para inducir la oscilación de un contrapeso, u otra disposición de componentes adaptados para alterar rápidamente el centro de masa del dispositivo). Como resultado, los dispositivos robóticos en miniatura, cuando están en movimiento, pueden parecerse a la vida orgánica, tales como los bichos o insectos.

30

35

El movimiento del dispositivo robótico puede ser inducido por el movimiento de un motor giratorio dentro de, o adosado a, el dispositivo, en combinación con un peso giratorio, con un centro de masa que está desplazado con respecto al eje giratorio del motor. El movimiento giratorio del peso hace que vibren el motor y el dispositivo robótico al cual está adosado. En algunas implementaciones, la rotación está aproximadamente en la gama entre 6.000 y 9.000 revoluciones por minuto (rpm), aunque pueden ser usados valores de rpm mayores o menores. Como ejemplo, el dispositivo puede usar el tipo de mecanismo de vibración que existe en muchos buscapersonas y teléfonos celulares que, cuando están en la modalidad de vibración, hacen que vibre el buscapersonas o teléfono celular. La vibración inducida por el mecanismo de vibración puede hacer que el dispositivo se desplace por la superficie (por ejemplo, el suelo) usando patas que están configuradas para flexionarse alternativamente (en una dirección específica) y volver a la posición original, según la vibración hace que el dispositivo se mueva hacia arriba y hacia abajo.

40

45

50

55

Diversas características pueden ser incorporadas en los dispositivos robóticos. Por ejemplo, diversas implementaciones de los dispositivos pueden incluir características (por ejemplo, la forma de las patas, el número de patas, las características de fricción de las puntas de las patas, la relativa rigidez o flexibilidad de las patas, la elasticidad de las patas, la ubicación relativa del contrapeso giratorio con respecto a las patas, etc.) para facilitar la transferencia eficaz de vibraciones al movimiento hacia delante. La velocidad y la dirección del movimiento del dispositivo robótico pueden depender de muchos factores, incluyendo la velocidad giratoria del motor, el tamaño del peso de desplazamiento adosado al motor, la fuente de alimentación, las características (por ejemplo, el tamaño, la orientación, la forma, el material, la elasticidad, las características de fricción, etc.) de las "patas" adosadas a la cubierta del dispositivo, las propiedades de la superficie sobre la cual funciona el dispositivo, el peso global del dispositivo, etc.

60

65

En algunas implementaciones, los dispositivos incluyen características que están diseñadas para compensar una tendencia del dispositivo a girar como resultado de la rotación del contrapeso y / o para alterar la tendencia a, y la dirección de, el giro entre distintos dispositivos robóticos. Los componentes del dispositivo pueden estar situados para mantener un centro de gravedad (o centro de masa) relativamente bajo, para disuadir el ladeo (por ejemplo, en base a la distancia lateral entre las puntas de patas) y para alinear los componentes con el eje giratorio del motor giratorio, para propiciar el rodaje (por ejemplo, cuando el dispositivo no está enderezado). Análogamente, el dispositivo puede ser diseñado para propiciar el enderezamiento en base a características que tienden a propiciar el rodaje cuando el dispositivo está sobre su parte trasera, o su costado, en combinación con la posición relativamente plana del dispositivo cuando está enderezado (por ejemplo, cuando el dispositivo está "parado" sobre las puntas de sus patas). Las características del dispositivo también pueden ser usadas para aumentar la apariencia de

movimiento al azar y para hacer que el dispositivo parezca responder inteligentemente ante los obstáculos. Las distintas configuraciones y colocaciones de patas también pueden inducir distintos tipos de movimiento y / o de respuestas distintas a la vibración, los obstáculos u otras fuerzas. Además, las longitudes ajustables de las patas pueden ser usadas para proporcionar algún grado de capacidad de conducción. En algunas implementaciones, los dispositivos robóticos pueden simular objetos de la vida real, tales como bichos reptantes, roedores u otros animales e insectos.

La figura 1 es un diagrama que ilustra un dispositivo ejemplar 100 que tiene forma de bicho. El dispositivo 100 incluye una cubierta 102 (por ejemplo, parecida al cuerpo del bicho) y patas 104. Dentro de (o adosados a) la cubierta 102 están los componentes que controlan y brindan movimiento al dispositivo 100, incluyendo un motor giratorio, una fuente de alimentación (por ejemplo, una batería) y un conmutador de encendido / apagado. Cada una de las patas 104 incluye una punta 106a de pata y una base 106b de pata. Las propiedades de las patas 104, incluyendo la posición de la base 106 de pata con respecto a la punta 106a de pata, pueden contribuir a la dirección y a la velocidad en que el dispositivo 100 tiende a moverse. El dispositivo 100 está ilustrado en una posición enderezada (es decir, parado sobre las patas 104) sobre una superficie 110 de soporte (por ejemplo, un piso esencialmente plano, una superficie de mesa, etc., que contrarresta las fuerzas de gravitación).

#### Visión general de las patas

Las patas 104 pueden incluir las patas delanteras 104a, las patas medias 104b y las patas traseras 104c. Por ejemplo, el dispositivo 100 puede incluir un par de patas delanteras 104a que pueden ser diseñadas para actuar de manera distinta a las patas medias 104b y las patas traseras 104c. Por ejemplo, las patas delanteras 104a pueden ser configuradas para proporcionar una fuerza propulsora para el dispositivo 100, tomando contacto con una superficie subyacente 110 y haciendo que el dispositivo salte hacia delante según vibra el dispositivo. Las patas medias 104b pueden asistir para proporcionar soporte para contrarrestar la fatiga del material (por ejemplo, después de que el dispositivo 100 descansa sobre las patas 104 por largos periodos de tiempo) que puede hacer eventualmente que las patas delanteras 104a se deformen y / o pierdan elasticidad. En algunas implementaciones, el dispositivo 100 puede excluir las patas medias 104b e incluir solamente las patas delanteras 104a y las patas traseras 104c. En algunas implementaciones, las patas delanteras 104a y una o más patas traseras 104c pueden ser diseñadas para estar en contacto con una superficie, mientras que las patas medias 104b pueden estar levemente separadas de la superficie, de modo que las patas medias 104b no introduzcan significativas fuerzas de arrastre adicionales y / o fuerzas de salto que puedan hacer más difícil lograr los movimientos deseados (por ejemplo, una tendencia para avanzar en una línea relativamente recta y / o una magnitud deseada de aleatoriedad del movimiento).

En algunas implementaciones, el dispositivo 100 puede ser configurado de modo que solamente dos patas delanteras 104a y una pata trasera 104c estén en contacto con una superficie 110 esencialmente plana, incluso si el dispositivo incluye más de una pata trasera 104c y varias patas medias 104b. En otras implementaciones, el dispositivo 100 puede ser configurado de modo que solamente una pata delantera 104a y dos patas traseras 104c estén en contacto con una superficie plana 110. En toda la extensión de esta memoria descriptiva, las descripciones de estar en contacto con la superficie pueden incluir un grado relativo de contacto. Por ejemplo, cuando una o más de las patas delanteras 104a y una o más de las patas traseras 104c son descritas como en contacto con una superficie 110 esencialmente plana y las patas medias 104b son descritas como no en contacto con la superficie 110, también es posible que las patas delanteras y traseras 104a y 104c puedan sencillamente ser suficientemente más largas que las patas medias 104b (y suficientemente rígidas), y que las patas delanteras y traseras 104a y 104c proporcionen más soporte para el peso del dispositivo 100 que las patas medias 104b, incluso aunque las patas medias 104b estén técnicamente en contacto de manera efectiva con la superficie 110. En algunas implementaciones, incluso las patas que tienen una menor contribución para el soporte del dispositivo pueden, no obstante, estar en contacto cuando el dispositivo 100 está en una posición enderezada, especialmente cuando la vibración del dispositivo causa un movimiento hacia arriba y hacia abajo que comprime y dobla las patas propulsoras y permite que patas adicionales tomen contacto con la superficie 110. Puede obtenerse una mayor predecibilidad y control de movimiento (por ejemplo, en una dirección recta) construyendo el dispositivo de modo que un número suficientemente pequeño de patas (por ejemplo, menos de veinte o menos de treinta) tomen contacto con la superficie 110 de soporte y / o contribuyan al soporte del dispositivo en la posición enderezada cuando el dispositivo esté en reposo, o bien la carga excéntrica giratoria induzca el movimiento. A este respecto, es posible que algunas patas proporcionen soporte incluso sin tomar contacto con la superficie 110 de soporte (por ejemplo, una o más patas cortas pueden proporcionar estabilidad tomando contacto con una pata adyacente más larga, para aumentar la rigidez global de la pata adyacente más larga). Habitualmente, sin embargo, cada pata es lo bastante rígida como para que cuatro o menos patas sean capaces de soportar el peso del dispositivo sin una deformación significativa (por ejemplo, menos del 5% como un porcentaje de la altura de la base 106b de patas sobre la superficie 110 de soporte cuando el dispositivo 100 está en posición enderezada).

Pueden usarse distintas longitudes de patas para introducir distintas características de movimiento, según se expone adicionalmente más adelante. Las diversas patas también pueden incluir distintas propiedades, por ejemplo, distintas rigideces o coeficientes de fricción, según se describe adicionalmente más adelante. En general, las patas pueden ser dispuestas en filas esencialmente paralelas a lo largo de cada costado lateral del dispositivo 100 (por

ejemplo, la figura 1 ilustra una fila de patas en el costado lateral derecho del dispositivo 100; una fila correspondiente de patas (no mostrada en la figura 1) puede estar situada a lo largo del costado lateral izquierdo del dispositivo 100).

En general, el número de patas 104 que proporcionan un soporte significativo, si acaso, para el dispositivo puede estar relativamente limitado. Por ejemplo, el uso de menos de veinte patas que tomen contacto con la superficie 110 de soporte y / o que brinden soporte para el dispositivo 100 cuando el dispositivo 100 está en una posición enderezada (es decir, una orientación en la cual dichas una o más patas 104a de propulsión estén en contacto con una superficie de soporte) puede proporcionar más predecibilidad en las tendencias del movimiento direccional del dispositivo 100 (por ejemplo, una tendencia a moverse en una dirección relativamente recta y hacia adelante), o puede realzar una tendencia a avanzar de manera relativamente rápida, aumentando el desvío potencial de un número más pequeño de patas, o puede minimizar el número de patas que pueden necesitar ser alteradas para lograr el control direccional deseado, o puede mejorar la capacidad de fabricación de menos patas con separación suficiente para dejar espacio para el uso de herramientas. Además de brindar soporte tomando contacto con la superficie 110 de soporte, las patas 104 pueden brindar soporte, por ejemplo, proporcionando una estabilidad aumentada para las patas que toman contacto con la superficie 110. En algunas implementaciones, cada una de las patas que proporciona soporte independiente para el dispositivo 100 es capaz de prestar soporte a una parte significativa del peso del dispositivo 100. Por ejemplo, las patas 104 pueden ser suficientemente rígidas como para que cuatro o menos patas sean capaces de brindar soporte estáticamente (por ejemplo, cuando el dispositivo está en reposo) al dispositivo sin una deformación significativa de las patas 104 (por ejemplo, sin hacer que las patas se deformen de modo que el cuerpo del dispositivo 100 se mueva en más de un 5%, como porcentaje de la altura de la base 106b de patas sobre la superficie de soporte).

Según se describe aquí en alto nivel, muchos factores o características pueden contribuir al movimiento y control del dispositivo 100. Por ejemplo, el centro de gravedad (CG) del dispositivo, y que esté más hacia adelante o más hacia la parte trasera del dispositivo, pueden influir sobre la tendencia del dispositivo 100 a girar. Además, un CG más bajo puede ayudar a impedir que el dispositivo 100 se vuelque. La ubicación y distribución de las patas 104 con respecto al CG también puede impedir el vuelco. Por ejemplo, si los pares de filas de patas 104 a cada lado del dispositivo 100 están demasiado cerca entre sí y el dispositivo 100 tiene un CG relativamente alto (por ejemplo, con respecto a la distancia lateral entre las filas o pares de patas), entonces el dispositivo 100 puede tener una tendencia a volcarse de lado. Así, en algunas implementaciones, el dispositivo incluye filas o pares de patas 104 que proporcionan un posición lateral más amplia (por ejemplo, pares de patas delanteras 104a, patas medias 104b y patas traseras 104c están separados por una distancia que define un ancho aproximado de la posición lateral) que una distancia entre el CG y una superficie de soporte plana, sobre la cual el dispositivo 100 descansa en una posición enderezada. Por ejemplo, la distancia entre el CG y la superficie de soporte puede estar en la gama entre el 50% y el 80% del valor de la posición lateral (por ejemplo, si la posición lateral es de 0,5 pulgadas, el CG puede estar en la gama entre 0,25 y 0,4 pulgadas desde la superficie 110). Además, la ubicación vertical del CG del dispositivo 100 puede estar dentro de una gama entre el 40% y el 60% de la distancia entre un plano que atraviesa las puntas 106a de pata y la más alta superficie sobresaliente sobre el lado superior de la cubierta 102. En algunas implementaciones, una distancia 409a y 409b (según se muestra en la figura 4) entre cada fila de las puntas de patas 104 y un eje longitudinal del dispositivo 100, que atraviesa el CG, puede ser aproximadamente la misma, o menor, que la distancia 406 (según se muestra en la figura 4) entre las puntas 106a de dos filas de patas 104, para ayudar a facilitar la estabilidad cuando el dispositivo está reposando sobre ambas filas de patas.

El dispositivo 100 también puede incluir características que generalmente compensan la tendencia a girar del dispositivo. Las patas propulsoras (por ejemplo, las patas delanteras 104a) pueden ser configuradas de modo que una o más patas sobre un costado lateral del dispositivo 100 puedan proporcionar una mayor fuerza de propulsión que una o más patas correspondientes en el otro costado lateral del dispositivo 100 (por ejemplo, mediante longitudes relativas de patas, rigidez o elasticidad relativa, ubicación relativa anterior / posterior en la dirección longitudinal o distancia lateral relativa desde el CG). De manera similar, las patas que se arrastran (por ejemplo, las patas traseras 104c) pueden ser configuradas de modo que una o más patas en un costado lateral del dispositivo 100 puedan proporcionar una mayor fuerza de arrastre que una o más patas correspondientes en el otro costado lateral del dispositivo 100 (por ejemplo, mediante longitudes relativas de patas, rigidez o elasticidad relativa, ubicación relativa anterior / posterior en la dirección longitudinal o distancia lateral relativa desde el CG). En algunas implementaciones, las longitudes de patas pueden ser afinadas, bien durante la fabricación o bien posteriormente, para modificar (por ejemplo, aumentar o reducir) una tendencia del dispositivo a girar.

El movimiento del dispositivo también puede ser influido por la geometría de las patas 104. Por ejemplo, un desplazamiento longitudinal entre la punta de pata (es decir, el extremo de la pata que toca la superficie 110) y la base de pata (es decir, el extremo de la pata que se adosa a la cubierta del dispositivo) de patas propulsoras cualesquiera induce el movimiento en una dirección hacia adelante según vibra el dispositivo. La inclusión de alguna curvatura, al menos en las patas propulsoras, facilita adicionalmente el movimiento hacia adelante según las patas tienden a doblarse, moviendo el dispositivo hacia adelante, cuando las vibraciones fuerzan el dispositivo hacia abajo y luego retroceden a saltos a una configuración más enderezada según las vibraciones fuerzan el dispositivo hacia arriba (por ejemplo, dando como resultante un salto completamente o parcialmente ajeno a la superficie, de modo que las puntas de pata avancen encima o se deslicen hacia adelante por la superficie 110).

La capacidad de las patas para inducir movimiento hacia delante es resultado, en parte, de la capacidad del dispositivo para vibrar verticalmente sobre las patas elásticas. Según se muestra en la figura 1, el dispositivo 100 incluye un lado inferior 122. La fuente de alimentación y el motor para el dispositivo 100 pueden estar contenidos en una cámara que se forma entre el lado inferior 122 y el cuerpo superior del dispositivo, por ejemplo. La longitud de las patas 104 crea un espacio 124 (al menos alrededor de las patas propulsoras) entre el lado inferior 122 y la superficie 110 sobre la cual funciona el dispositivo 100. El tamaño del espacio 124 depende de cuán lejos se extiendan las patas 104 por debajo del dispositivo, con respecto al costado inferior 122. El espacio 124 proporciona espacio para que el dispositivo 100 (al menos en los alrededores de las patas propulsoras) avance hacia abajo según la fuerza periódica hacia abajo, resultante de la rotación de la carga excéntrica, haga que las patas se doblen. Este movimiento hacia abajo puede facilitar el movimiento hacia delante inducido por el doblar de las patas 104.

El dispositivo también puede incluir la capacidad de auto-enderezarse, por ejemplo, si el dispositivo 100 se vuelca o se asienta sobre su costado o parte trasera. Por ejemplo, la construcción del dispositivo 100 de modo que el eje giratorio del motor y la carga excéntrica estén aproximadamente alineados con el CG longitudinal del dispositivo 100 tiende a realzar la tendencia del dispositivo 100 para rodar (es decir, en una dirección opuesta a la rotación del motor y de la carga excéntrica). Además, la construcción de la cubierta del dispositivo, para impedir que el dispositivo descansa sobre su parte superior o lateral (por ejemplo, usando una o más protuberancias sobre el extremo superior y / o los costados de la cubierta del dispositivo) y para aumentar la tendencia del dispositivo a rebotar cuando descansa sobre su parte superior o lateral puede realzar la tendencia a rodar. Además, la construcción de las patas con un material suficientemente flexible, y despejar el chasis de la cubierta para que las puntas de pata puedan doblarse hacia dentro, puede ayudar a facilitar el rodaje del dispositivo desde su costado a una posición enderezada.

La figura 1 muestra un brazuelo 112 del cuerpo y una superficie 114 lateral de la cabeza, que puede estar construida con goma, un elastómero u otro material elástico, para contribuir a la capacidad del dispositivo para auto-enderezarse después de volcar. El rebote desde el brazuelo 112 y la superficie 114 lateral de la cabeza puede ser significativamente mayor que el rebote lateral logrado a partir de las patas, que pueden estar hechas de goma o algún otro material elastómero, pero que puede ser menos elástico que el brazuelo 112 y la superficie 114 lateral de la cabeza (por ejemplo, debido a la rigidez lateral relativa del brazuelo 112 y la superficie 114 lateral de la cabeza en comparación con las patas 104). Las patas 104 de goma, que pueden doblarse hacia dentro, hacia el cuerpo 102, según rueda el dispositivo 100, aumentan la tendencia de auto-enderezamiento, especialmente cuando se combinan con las fuerzas angulares / rodantes inducidas por la rotación de la carga excéntrica. El rebote desde el brazuelo 112 y la superficie 114 lateral de la cabeza también puede permitir que el dispositivo 100 se torne suficientemente sustentable en el aire para que las fuerzas angulares inducidas por la rotación de la carga excéntrica puedan hacer que el dispositivo ruede, facilitando por ello el auto-enderezamiento.

El dispositivo también puede ser configurado para incluir un grado de aleatoriedad de movimiento, que puede hacer que el dispositivo 100 parezca actuar como un insecto u otro objeto inanimado. Por ejemplo, la vibración inducida por la rotación de la carga excéntrica puede inducir adicionalmente saltos, como resultado de la curvatura e "inclinación" de las patas. Los saltos pueden inducir adicionalmente una aceleración vertical (por ejemplo, alejándose de la superficie 110) y una aceleración hacia delante (por ejemplo, generalmente hacia la dirección del movimiento hacia delante del dispositivo 100). Durante cada salto, la rotación de la carga excéntrica puede hacer adicionalmente que el dispositivo se vuelva hacia un lado u otro, según la ubicación y dirección del movimiento de la carga excéntrica. El grado de movimiento aleatorio puede ser aumentado si se usan patas relativamente más rígidas para aumentar la amplitud de los saltos. El grado de movimiento aleatorio puede ser influido por el grado en el cual la rotación de la carga excéntrica tiende a estar ya sea en fase o bien fuera de fase con los saltos del dispositivo (por ejemplo, la rotación fuera de fase con respecto a los saltos puede aumentar la aleatoriedad del movimiento). El grado de movimiento aleatorio también puede ser influido por el grado en el cual las patas traseras 104c tienden a arrastrarse. Por ejemplo, el arrastre de las patas traseras 104c en ambos costados laterales del dispositivo 100 puede tender a mantener el dispositivo 100 desplazándose en una línea más derecha, mientras que las patas traseras 104c, que tienden a no arrastrarse (por ejemplo, si las patas rebotan completamente desde el suelo) o a arrastrar las patas traseras 104c más a un lado del dispositivo 100 que al otro, pueden tender a aumentar el giro.

Otra característica es la "inteligencia" del dispositivo 100, que puede permitir al dispositivo interactuar de una manera aparentemente inteligente con los obstáculos, incluyendo, por ejemplo, el rebotar contra obstáculos cualesquiera (por ejemplo, paredes, etc.) que el dispositivo 100 encuentre durante el movimiento. Por ejemplo, la forma de la nariz 108 y los materiales con los cuales está construida la nariz 108 pueden realzar una tendencia del dispositivo a rebotar contra los obstáculos y a esquivar el obstáculo. Cada una de estas características puede contribuir a cómo se mueve el dispositivo 100, y será descrita más adelante en más detalle.

La figura 1 ilustra una nariz 108 que puede contribuir a la capacidad del dispositivo 100 para desviarse ante los obstáculos. El lado izquierdo 116a de la nariz y el lado derecho 116b de la nariz pueden formar la nariz 108. Los lados 116a y 116b de la nariz pueden formar un punto llano, u otra forma que ayude a hacer que el dispositivo 100 se desvíe ante los obstáculos (por ejemplo, las paredes) encontradas según el dispositivo 100 avanza en una dirección generalmente hacia delante. El dispositivo 100 puede incluir un espacio dentro de la cabeza 118 que aumenta el rebote, haciendo la cabeza más deformable elásticamente (es decir, reduciendo la rigidez). Por ejemplo,

cuando el dispositivo 100 se estrella con la nariz por delante contra un obstáculo, el espacio dentro de la cabeza permite que se comprima la cabeza del dispositivo 100, lo que brinda un mayor control sobre el rebote del dispositivo 100 desde el obstáculo, que si la cabeza 118 está construida como un bloque más sólido de material. El espacio dentro de la cabeza 118 también puede absorber mejor el impacto si el dispositivo cae desde cierta altura (por ejemplo, una mesa). El brazuelo 112 de la cabeza y la superficie lateral 114 de la cabeza, especialmente cuando están contruidos con goma u otro material elástico, también pueden contribuir a la tendencia del dispositivo para desviarse, o rebotar, ante los obstáculos encontrados, con un ángulo de incidencia relativamente grande.

#### Realizaciones inalámbricas / de control remoto

En algunas implementaciones, el dispositivo 100 incluye un receptor que, por ejemplo, puede recibir comandos desde una unidad de control remoto. Los comandos pueden ser usados, por ejemplo, para controlar la velocidad y dirección del dispositivo, y si el dispositivo está en movimiento o en un estado inmóvil, para nombrar unos pocos ejemplos. En algunas implementaciones, los controles en la unidad de control remoto pueden enganchar y desenganchar el circuito que conecta la unidad de energía (por ejemplo, la batería) con el motor del dispositivo, permitiendo al operador del control remoto iniciar y detener el dispositivo 100 en cualquier momento. Otros controles (por ejemplo, una palanca de juegos, una barra deslizante, etc.) en la unidad de control remoto pueden hacer que el motor en el dispositivo 100 gire más rápidamente o más lentamente, afectando la velocidad del dispositivo 100. Los controles pueden enviar al receptor en el dispositivo 100 distintas señales, según los comandos que correspondan al movimiento de los controles. Los controles también pueden encender y apagar un segundo motor adosado a una segunda carga excéntrica en el dispositivo 100, para alterar las fuerzas laterales para el dispositivo 100, cambiando por ello una tendencia del dispositivo a girar y proporcionando así el control de conducción. Los controles en una unidad de control remoto también pueden hacer que los mecanismos en el dispositivo 100 alarguen o acorten una o más de las patas y / o que desvíen una o más de las patas hacia delante, hacia atrás, o lateralmente, para brindar control de conducción.

#### Movimiento de patas y saltos

Las figuras 2A a 2D son diagramas que ilustran fuerzas ejemplares que inducen el movimiento del dispositivo 100 de la figura 1. Algunas fuerzas son proporcionadas por un motor giratorio 202, que permiten al dispositivo 100 desplazarse autónomamente por la superficie 110. Por ejemplo, el motor 202 puede hacer girar una carga excéntrica 210 que genera los vectores 205 a 215 de momento y fuerza, según se muestra en las figuras 2A a 2D. El movimiento del dispositivo 100 también puede depender, en parte, de la posición de las patas 104 con respecto al contrapeso 210 adosado al motor giratorio 202. Por ejemplo, colocar el contrapeso 210 enfrente de las patas delanteras 104a aumentará la tendencia de las patas delanteras 104a a proporcionar la fuerza primaria propulsora hacia delante (es decir, centrando más las fuerzas hacia arriba y hacia abajo en las patas delanteras). Por ejemplo, la distancia entre el contrapeso 210 y las puntas de las patas propulsoras puede estar en la gama entre el 20% y el 100% de una longitud media de las patas propulsoras. Mover el contrapeso 210 hacia atrás con respecto a las patas delanteras 104a puede hacer que otras patas contribuyan más a las fuerzas propulsoras.

La figura 2A muestra una vista lateral del dispositivo ejemplar 100 mostrado en la figura 1 e ilustra adicionalmente un momento giratorio 205 (representado por la velocidad giratoria  $\omega_m$  y la fuerza de torsión  $T_m$  del motor) y una fuerza vertical 206 representada por  $F_v$ . La figura 2B muestra una vista superior del dispositivo ejemplar 100 mostrado en la figura 1 y muestra adicionalmente una fuerza horizontal 208 representada por  $F_h$ . En general, una  $F_v$  negativa es causada por un movimiento hacia arriba de la carga excéntrica según gira, mientras que una  $F_v$  positiva puede ser causada por el movimiento hacia abajo de la carga excéntrica y / o la elasticidad de las patas (por ejemplo, según rebotan desde una posición desviada).

Las fuerzas  $F_v$  y  $F_h$  hacen que el dispositivo 100 se desplace en una dirección que es congruente con la configuración en la cual está situada la base 106b de las patas enfrente de la punta 106a de pata. La dirección y la velocidad con las cuales se desplaza el dispositivo 100 pueden depender, al menos en parte, de la dirección y magnitud de  $F_v$  y  $F_h$ . Cuando la fuerza vertical 206,  $F_v$ , es negativa, el cuerpo del dispositivo 100 es forzado hacia abajo. Esta  $F_v$  negativa hace al menos que las patas delanteras 104a se doblen y se compriman. Las patas se comprimen, en general, a lo largo de una línea en el espacio desde la punta de la pata hasta la base de la pata. Como resultado, el cuerpo se ladeará de modo que la pata se doble (por ejemplo, la base 106b de la pata se flexiona (o se desvía) alrededor de la punta 106a de pata hacia la superficie 110) y hace que el cuerpo avance hacia delante (por ejemplo, en una dirección desde la punta 106a de pata hacia la base 106b de pata).  $F_v$ , cuando es positiva, proporciona una fuerza hacia arriba sobre el dispositivo 100, permitiendo que la energía almacenada en las patas comprimidas se libere (elevando el dispositivo) y, a la vez, permitiendo que las patas se arrastren o salten hacia delante, hasta su posición original. La fuerza  $F_v$  de elevación sobre el dispositivo, resultante de la rotación de la carga excéntrica, en combinación con las fuerzas de muelle de las patas, está implicada tanto en permitir que el vehículo salte verticalmente desde la superficie (o al menos reducir la carga sobre las patas delanteras 104a) como en permitir que las patas 104 vuelvan a su geometría normal (es decir, como resultado de la elasticidad de las patas). La liberación de las fuerzas de muelle de las patas, junto con el momento hacia delante creado según se doblan las patas, impulsa el vehículo hacia delante y hacia arriba, en base al ángulo de la línea que conecta la punta de la pata con la base de la pata, elevando las patas delanteras 104a desde la superficie 110 (o al menos

reduciendo la carga sobre las patas delanteras 104a) y permitiendo que las patas 104 vuelvan a su geometría normal (es decir, como resultado de la elasticidad de las patas).

En general, se usan dos patas “propulsoras” (por ejemplo, las patas delanteras 104a, una a cada lado), aunque algunas implementaciones pueden incluir solamente una pata propulsora, o más de dos patas propulsoras. Cuáles patas constituyen las patas propulsoras puede ser algo relativo en algunas implementaciones. Por ejemplo, incluso cuando solamente se usa una pata propulsora, otras patas pueden proporcionar una pequeña cantidad de fuerzas propulsoras hacia delante. Durante el movimiento hacia delante, algunas patas 104 pueden tender a arrastrarse, en lugar de saltar. El salto se refiere al resultado del movimiento de las patas según se doblan y se comprimen, y luego vuelven a su configuración normal – según la magnitud de  $F_v$ , las patas pueden bien permanecer en contacto con la superficie, o bien elevarse desde la superficie durante un breve periodo de tiempo según se eleva la nariz. Por ejemplo, si la carga excéntrica está situada hacia el frente del dispositivo 100, entonces el frente del dispositivo 100 puede saltar levemente, mientras que la parte trasera del dispositivo 100 tiende a arrastrarse. En algunos casos, sin embargo, incluso con la carga excéntrica situada hacia el frente del dispositivo 100, incluso las patas traseras 104c pueden a veces saltar desde la superficie, si bien en un grado menor que las patas delanteras 104a. Según la rigidez o elasticidad de las patas, la velocidad de rotación del motor giratorio, y el grado en que un salto específico está en fase o fuera de fase con la rotación del motor, un salto puede variar en su duración entre menos del tiempo requerido para un giro completo del motor hasta el tiempo requerido para múltiples giros del motor. Durante un salto, el giro de la carga excéntrica puede hacer que el dispositivo se desplace lateralmente en una dirección u otra (o en ambas en distintos momentos durante la rotación), según la dirección lateral de rotación en cualquier momento específico, y que se mueva hacia arriba o hacia abajo (o hacia ambas direcciones, en distintos momentos durante la rotación), según la dirección vertical de rotación en cualquier momento específico.

El aumento del tiempo de salto puede ser un factor para aumentar la velocidad. Cuanto más tiempo pasa el vehículo con alguna de las patas lejos de la superficie 110 (o tocando levemente la superficie), menos tiempo están arrastrándose algunas de las patas (es decir, creando una fuerza opuesta a la dirección del movimiento hacia delante) según el vehículo se traslada hacia delante. La minimización del tiempo en que las patas se arrastran hacia delante (en oposición al salto hacia delante) puede reducir el arrastre causado por la fricción de las patas deslizándose a lo largo de la superficie 110. Además, ajustar el CG del dispositivo, en proa y en popa, puede afectar al vehículo para que salte solamente con las patas delanteras, o que el vehículo salte con la mayoría de, si no todas, las patas alejadas del suelo. Este equilibrio del salto puede tener en cuenta el CG, la masa del peso desplazado y su frecuencia giratoria,  $F_v$  y su ubicación, y las fuerzas de salto y su(s) ubicación(es).

#### Giro del dispositivo

La rotación del motor también produce una fuerza lateral 208,  $F_h$ , que generalmente se desplaza hacia atrás y hacia delante según gira la carga excéntrica. En general, según gira la carga excéntrica (por ejemplo, debido al motor 202), las fuerzas horizontales 208 izquierda y derecha son iguales. El giro que resulta de la fuerza lateral 208, en promedio, tiende habitualmente a ser mayor en una dirección (derecha o izquierda), mientras la nariz 108 del dispositivo está elevada, y mayor en la dirección opuesta cuando la nariz 108 del dispositivo y las patas 104 están comprimidas hacia abajo. Durante el tiempo en que el centro de la carga excéntrica 210 está desplazándose hacia arriba (alejándose de la superficie 110), fuerzas aumentadas hacia abajo son aplicadas a las patas 104, haciendo que las patas 104 aferren la superficie 110, minimizando el giro lateral del dispositivo 100, aunque las patas pueden doblarse levemente en sentido lateral, según la rigidez de las patas 104. Durante el tiempo en que la carga excéntrica 210 está desplazándose hacia abajo, la fuerza hacia abajo sobre las patas 104 disminuye, y la fuerza hacia abajo de las patas 104 sobre la superficie 110 puede ser reducida, lo que puede permitir que el dispositivo gire lateralmente durante el tiempo en que se reduce la fuerza hacia abajo. La dirección de giro depende generalmente de la dirección de las fuerzas laterales medias producidas por la rotación de la carga excéntrica 210 durante el tiempo en que las fuerzas verticales son positivas con respecto al tiempo en que las fuerzas verticales son negativas. De ese modo, la fuerza horizontal 208,  $F_h$ , puede hacer que el dispositivo 100 gire levemente más cuando la nariz 108 está elevada. Cuando la nariz 108 está elevada, las puntas de patas están, o bien lejos de la superficie 110, o bien menos fuerza hacia abajo está presente en las patas delanteras 104a, lo que impide, o reduce, la capacidad de las puntas de patas (por ejemplo, la punta 106a de pata) para “aferrar” la superficie 110 y proporcionar una resistencia lateral al giro. Pueden implementarse características para manipular varias características del movimiento, bien para contrarrestar o bien para realzar esta tendencia a girar.

La ubicación del CG también puede influir sobre una tendencia a girar. Si bien cierta magnitud de giro por parte del dispositivo 100 puede ser una característica deseada (por ejemplo, hacer que el movimiento del dispositivo parezca aleatorio), un giro excesivo puede ser indeseable. Pueden hacerse varias consideraciones de diseño para compensar (o, en algunos casos, aprovechar) la tendencia del dispositivo a girar. Por ejemplo, la distribución de pesos del dispositivo 100 o, más específicamente, el CG del dispositivo, puede afectar la tendencia del dispositivo 100 a girar. En algunas implementaciones, tener el CG relativamente cerca del centro del dispositivo 100, y aproximadamente centrado alrededor de las patas 104, puede aumentar una tendencia del dispositivo 100 para desplazarse en una dirección relativamente recta (por ejemplo, sin girar).

La afinación de las fuerzas de arrastre para distintas patas 104 es otra manera de compensar la tendencia a girar del

dispositivo. Por ejemplo, las fuerzas de arrastre para una pata 104 específica pueden depender de la longitud, el espesor y la rigidez de la pata, y del tipo de material del cual está hecha la pata. En algunas implementaciones, la rigidez de distintas patas 104 puede ser afinada de manera distinta, tal como teniendo distintas características de rigidez para las patas delanteras 104a, las patas traseras 104c y las patas medias 104b. Por ejemplo, las características de rigidez de las patas pueden ser alteradas o afinadas en base al grueso de la pata o al material usado para la pata. Aumentar el arrastre (por ejemplo, aumentando la longitud, espesor, rigidez y / o característica de fricción de una pata) a un lado del dispositivo (por ejemplo, el lado derecho) puede ayudar a compensar una tendencia a girar del dispositivo (por ejemplo, hacia la izquierda), en base a la fuerza  $F_h$  inducida por el motor giratorio y la carga excéntrica.

La alteración de la posición de las patas traseras 104c es otra manera de compensar la tendencia a girar del dispositivo. Por ejemplo, colocar las patas 104 más hacia la parte trasera del dispositivo 100 puede ayudar al dispositivo 100 a desplazarse en una dirección más recta. En general, un dispositivo 100 más largo, que tiene una distancia relativamente más larga entre las patas 104c delanteras y traseras, puede tender a desplazarse en una dirección más recta que un dispositivo 100 que tiene una longitud más corta (es decir, las patas delanteras 104a y las patas traseras 104c están más cerca entre sí), al menos cuando la carga excéntrica giratoria está situada en una posición relativamente delantera en el dispositivo 100. La posición relativa de las patas 104 más traseras (por ejemplo, colocando la pata más trasera a un lado del dispositivo, más hacia delante o hacia atrás en el dispositivo, que la pata más trasera al otro lado del dispositivo) también puede ayudar a compensar (o alterar) la tendencia a girar.

También pueden usarse diversas técnicas para controlar la dirección de desplazamiento del dispositivo 100, incluso alterar la carga sobre patas específicas, ajustar el número de patas, las longitudes de las patas, las posiciones de las patas, la rigidez de las patas y los coeficientes de arrastre. Según lo ilustrado en la figura 2B, la fuerza 208 lateral horizontal,  $F_h$ , hace que el dispositivo 100 tenga una tendencia a girar, ya que la fuerza 208 horizontal lateral tiende generalmente a ser mayor en una dirección que en la otra durante los saltos. La fuerza horizontal 208,  $F_h$ , puede ser rebatida para hacer que el dispositivo 100 se desplace en una dirección aproximadamente recta. Este resultado puede ser logrado con ajustes de la geometría de las patas y la selección del material de las patas, entre otras cosas.

La figura 2C es un diagrama que muestra una vista trasera del dispositivo 100 y que ilustra adicionalmente la relación de la fuerza vertical 206  $F_v$  y la fuerza horizontal 208  $F_h$ , en relación mutua. Esta vista trasera también muestra la carga excéntrica 210 que es girada por el motor giratorio 202 para generar vibración, según lo indicado por el momento giratorio 205.

#### Fuerzas de arrastre

La figura 2D es un diagrama que muestra una vista inferior del dispositivo 100 y que ilustra adicionalmente las fuerzas ejemplares 211 a 214 de patas que están implicadas en la dirección de desplazamiento del dispositivo 100. En combinación, las fuerzas 211 a 214 de patas pueden inducir vectores de velocidad que afecten la dirección predominante de desplazamiento del dispositivo 100. El vector 215 de velocidad, representado por  $T_{carga}$ , representa al vector de velocidad que es inducido por la velocidad giratoria del motor, o de excentricidad (por ejemplo, inducida por la carga desplazada adosada al motor), según fuerza que las patas propulsoras 104 se doblen, haciendo que el dispositivo se lance hacia delante, y según genera mayores fuerzas laterales en una dirección que en la otra durante los saltos. Las fuerzas 211 a 214 de patas, representadas por  $F_1$  a  $F_4$ , representan las fuerzas de reacción de las patas 104a1 a 104c2, respectivamente, que pueden ser orientadas de modo que las patas 104a1 a 104c2, en combinación, induzcan un vector de velocidad opuesta con respecto a  $T_{carga}$ . Según lo ilustrado en la figura 2D,  $T_{carga}$  es un vector de velocidad que tiende a conducir el dispositivo 100 hacia la izquierda (según se muestra), debido a la tendencia para que haya mayores fuerzas laterales en una dirección que en la otra cuando el dispositivo está saltando desde la superficie 110. A la vez, cada una de las fuerzas  $F_1$  –  $F_2$  para las patas delanteras 104a1 y 104a2 (por ejemplo, como resultado de tender las patas a propulsar el vehículo hacia delante y ligeramente en sentido lateral, en la dirección de la carga excéntrica 210 cuando las patas propulsoras están comprimidas) y las fuerzas  $F_3$  –  $F_4$  para las patas traseras 104c1 y 104c2 (como resultado del arrastre) contribuye a conducir el dispositivo 100 hacia la derecha (según se muestra). (Como medida de clarificación, debido a que la figura 2D muestra la vista inferior del dispositivo 100, las direcciones izquierda-derecha, cuando el dispositivo 100 se coloca enderezado, están invertidas). En general, si las fuerzas combinadas  $F_1$  a  $F_4$  contrarrestan aproximadamente el componente lateral de  $T_{carga}$ , entonces el dispositivo 100 tenderá a desplazarse en una dirección relativamente recta.

El control de las fuerzas  $F_1$  a  $F_4$  puede lograrse de un buen número de maneras. Por ejemplo, el “vector de empuje” creado por las patas delanteras 104a1 y 104a2 puede ser usado para rebatir el componente lateral de la velocidad inducida por el motor. En algunas implementaciones, esto puede lograrse colocando más peso en la pata delantera 104a2 para aumentar la fuerza 212 de la pata, representada por  $F_2$ , según se muestra en la figura 2D. Además, un “vector de arrastre” también puede ser usado para rebatir la velocidad inducida por el motor. En algunas implementaciones, esto puede lograrse aumentando la longitud de la pata trasera 104c2 o aumentando el coeficiente de arrastre en la pata trasera 104c2 para el vector 804 de fuerza, representado por  $F_4$ , en la figura 2D. Según se muestra, las patas 104a1 y 104a2 son las patas delanteras derecha e izquierda del dispositivo,

respectivamente, y las patas 104c1 y 104c2 son, respectivamente, las patas traseras derecha e izquierda del dispositivo.

Otra técnica para compensar la tendencia del dispositivo a girar es aumentar la rigidez de las patas 104 en diversas combinaciones (por ejemplo, haciendo una pata más gruesa que la otra o construyendo una pata usando un material que tenga una mayor rigidez de manera natural). Por ejemplo, una pata más rígida tendrá una tendencia a rebotar más que una pata flexible. Las patas 104 izquierda y derecha en cualquier par de patas pueden tener distintas rigideces, para compensar el giro del dispositivo 100 inducido por la vibración del motor 202. Las patas delanteras 104a más rígidas también pueden producir más rebote.

Otra técnica para compensar la tendencia del dispositivo a girar es cambiar la posición relativa de las patas traseras 104c1 y 104c2 de modo que los vectores de arrastre tiendan a compensar el giro inducido por la velocidad del motor. Por ejemplo, la pata trasera 104c2 puede ser colocada más adelante (por ejemplo, más cerca de la nariz 108) que la pata trasera 104c1.

#### Forma de la pata

La geometría de las patas contribuye significativamente a la manera en que se desplaza el dispositivo 100. Los aspectos de la geometría de las patas incluyen: situar la base de la pata enfrente de la punta de la pata, la curvatura de las patas, las propiedades de desvío de las patas, las configuraciones que dan como resultado distintas fuerzas de arrastre para distintas patas, incluyendo las patas que no necesariamente tocan la superficie, y tener solamente tres patas que toquen la superficie, para nombrar unos pocos ejemplos.

En general, según la posición de la punta 106a de la pata con respecto a la base 106b de la pata, el dispositivo 100 puede experimentar distintos comportamientos, incluyendo la velocidad y la estabilidad del dispositivo 100. Por ejemplo, si la punta 106a de la pata está casi directamente por debajo de la base 106b de la pata cuando el dispositivo 100 está situado sobre una superficie, el movimiento del dispositivo 100 que es causado por el motor 202 puede ser limitado o impedido. Esto es porque hay poca, o ninguna, pendiente en la línea en el espacio que conecta la punta 106a de la pata y la base 106b de la pata. En otras palabras, no hay "ladeo" en la pata 104 entre la punta 106a de la pata y la base 106b de la pata. Sin embargo, si la punta 106a de la pata está situada detrás de la base 106b de la pata (por ejemplo, más lejos de la nariz 108), entonces el dispositivo 100 puede desplazarse más rápidamente, según se aumenta la pendiente o ladeo de las patas 104, proporcionando al motor 202 una geometría de pata que es más conducente al movimiento. En algunas implementaciones, distintas patas 104 (por ejemplo, que incluyen distintos pares, o patas izquierdas ante patas derechas) pueden tener distintas distancias entre las puntas 106a de pata y las bases 106b de pata.

En algunas implementaciones, las patas 104 están curvadas (por ejemplo, la pata 104a mostrada en la figura 2A, y las patas 104 mostradas en la figura 1). Por ejemplo, debido a que las patas 104 están habitualmente hechas de un material flexible, la curvatura de las patas 104 puede contribuir al movimiento hacia delante del dispositivo 100. Curvar la pata puede acentuar el movimiento hacia delante del dispositivo 100, aumentando la magnitud en que la pata se comprime con respecto a una pata derecha. Esta compresión aumentada también puede aumentar los saltos del vehículo, lo que también puede aumentar la tendencia al movimiento al azar, dando al dispositivo una apariencia de inteligencia y / o un funcionamiento más realista. Las patas también pueden tener al menos algún grado de ahusamiento desde la base 106b de la pata a la punta 106a de la pata, lo que puede facilitar una retirada más fácil desde un molde durante el proceso de fabricación.

El número de patas puede variar en distintas implementaciones. En general, aumentar el número de patas 104 puede tener el efecto de hacer que el dispositivo sea más estable y puede ayudar a reducir la fatiga en las patas que están en contacto con la superficie 110. Aumentar el número de patas también puede afectar a la ubicación del arrastre en el dispositivo 100, si puntas 106a de pata adicionales están en contacto con la superficie 110. En algunas implementaciones, sin embargo, algunas de las patas (por ejemplo, las patas medias 104b) pueden ser al menos levemente más cortas que las otras, de modo que tiendan a no tocar la superficie 110, o a contribuir menos a la fricción global que resulta del contacto de las puntas 106a de pata con la superficie 110. Por ejemplo, en algunas implementaciones, las dos patas delanteras 104a (por ejemplo, las patas "propulsoras") y al menos una de las patas traseras 104c son al menos levemente más largas que las otras patas. Esta configuración ayuda a aumentar la velocidad aumentando la fuerza propulsora hacia delante de las patas propulsoras. En general, las patas 104 restantes pueden ayudar a impedir que el dispositivo 100 se vuelque, proporcionando elasticidad adicional, si el dispositivo 100 comenzara a ladearse hacia un costado o el otro.

En algunas implementaciones, una o más de las "patas" pueden incluir cualquier parte del dispositivo que toque el suelo. Por ejemplo, el dispositivo 100 puede incluir una única pata trasera (o múltiples patas traseras) construida con un material relativamente inflexible (por ejemplo, plástico rígido), que puede parecerse a las patas delanteras o puede formar una placa de deslizamiento diseñada sencillamente para arrastrarse según las patas delanteras 104a proporcionan una fuerza propulsora hacia delante. La carga excéntrica oscilante puede repetirse entre decenas y varios cientos de veces por segundo, lo que hace que el dispositivo 100 se desplace en un movimiento hacia delante en general, como resultado del momento hacia delante generado cuando  $F_v$  es negativa.

La geometría de las patas puede ser definida e implementada en base a proporciones de diversas mediciones de patas, incluyendo la longitud, el diámetro y el radio de curvatura de la pata. Una proporción que puede ser usada es la proporción entre el radio de curvatura de la pata 104 y la longitud de la pata. Como un ejemplo solamente, si el radio de curvatura de la pata es de 49,14 mm y la longitud de la pata es de 10,276 mm, entonces la proporción es de 4,78. En otro ejemplo, si el radio de curvatura de la pata es de 2,0 pulgadas y la longitud de la pata es de 0,4 pulgadas, entonces la proporción es de 5,0. Pueden usarse otras longitudes de pata 104 y radios de curvatura, a fin de producir una proporción entre el radio de curvatura y la longitud de la pata que conduzca a un movimiento adecuado del dispositivo 100. En general, la proporción entre el radio de curvatura y la longitud de la pata puede estar en la gama entre 2,5 y 20,0. El radio de curvatura puede ser aproximadamente coherente desde la base de la pata a la punta de la pata. Esta curvatura aproximadamente coherente puede incluir alguna variación, no obstante. Por ejemplo, puede requerirse algún ángulo de ahusamiento en las patas durante la fabricación del dispositivo (por ejemplo, para permitir la retirada de un molde). Un ángulo de ahusamiento de ese tipo puede introducir leves variaciones en la curvatura global, que generalmente no impiden que el radio de curvatura sea aproximadamente coherente desde la base de la pata a la punta de la pata.

Otra proporción que puede ser usada para caracterizar el dispositivo 100 es una proporción que relaciona la longitud de la pata 104 con el diámetro o grosor de la pata (por ejemplo, según lo medido en el centro de la pata, o según lo medido en base a un diámetro medio de pata en toda la extensión de la longitud de la pata y / o alrededor de la circunferencia de la pata). Por ejemplo, la longitud de las patas 104 puede estar en la gama entre 0,2 pulgadas y 0,8 pulgadas (por ejemplo, 0,405 pulgadas) y puede ser proporcional a (por ejemplo, 5,25 veces) el grosor de la pata en la gama entre 0,03 y 0,15 pulgadas (por ejemplo, 0,077 pulgadas). Dicho de otra forma, las patas 104 pueden ser alrededor de entre un 15% y un 25% tan gruesas como largas, aunque pueden usarse grosores mayores o menores (por ejemplo, en la gama entre el 5% y el 60% de la longitud de la pata). Las longitudes y grosores de las patas 104 pueden depender adicionalmente del tamaño global del dispositivo 100. En general, al menos una pata propulsora puede tener una proporción, entre la longitud de pata y el diámetro de pata, en la gama entre 2,0 y 20,0 (es decir, en la gama entre el 5% y el 50% de la longitud de pata). En algunas implementaciones, puede ser deseable un diámetro de al menos el 10% de la longitud de la pata, para proporcionar suficiente rigidez para soportar el peso del dispositivo y / o para proporcionar las características deseadas del movimiento.

#### Material de la pata

Las patas son generalmente construidas con goma u otro material flexible pero elástico (por ejemplo, poliestireno-butadieno-estireno con una calibración de dureza cercana a 65, en base a la escala Shore A, o en la gama entre 55 y 75, en base a la escala Shore A). De ese modo, las patas tienden a desviarse cuando se aplica una fuerza. En general, las patas incluyen una rigidez y elasticidad suficientes para facilitar el movimiento coherente hacia delante según vibra el dispositivo (p.ej., según gira la carga excéntrica 210). Las patas 104 también son suficientemente rígidas para mantener una postura relativamente ancha cuando el dispositivo 100 está enderezado, y permitir sin embargo un desvío lateral suficiente cuando el dispositivo 100 descansa sobre un costado, para facilitar el enderezamiento, según se expone adicionalmente más adelante.

La selección de los materiales de la pata puede tener un efecto sobre cómo se desplaza el dispositivo 100. Por ejemplo, el tipo de material usado y su grado de elasticidad puede afectar la magnitud del rebote en las patas 104 que es causado por la vibración del motor 202 y el contrapeso 210. Como resultado, según la rigidez del material (entre otros factores, incluyendo las posiciones de las puntas 106b de pata con respecto a las bases 106a de pata), la velocidad del dispositivo 100 puede cambiar. En general, el uso de materiales más rígidos en las patas 104 puede dar como resultado más rebote, mientras que materiales más flexibles pueden absorber algo de la energía producida por la vibración del motor 202, lo que puede tender a disminuir la velocidad del dispositivo 100.

#### Características de fricción

La fuerza de fricción (o arrastre) es igual al coeficiente de fricción multiplicado por la fuerza normal. Pueden usarse distintos coeficientes de fricción, y las resultantes fuerzas de fricción, para distintas patas. Como ejemplo, para controlar la velocidad y dirección (por ejemplo, la tendencia a girar, etc.), las puntas 106a de pata pueden tener coeficientes de fricción (por ejemplo, usando distintos materiales) o fuerzas de arrastre variables (por ejemplo, variando los coeficientes de fricción y / o la fuerza normal media para una pata específica). Estas diferencias pueden ser logradas, por ejemplo, por la forma (por ejemplo, puntiaguda o plana, etc.) de las puntas 106a de pata, así como el material del que están hechas. Las patas delanteras 104a, por ejemplo, pueden tener una mayor fricción que las patas traseras 104c. Las patas medias 104b pueden, sin embargo, tener una fricción distinta o pueden estar construidas de modo que sean más cortas y no toquen la superficie 110 y, por tanto, no tiendan a contribuir al arrastre global. En general, debido a que las patas traseras 104c (y las patas medias 104b en la medida en que tocan el suelo) tienden a arrastrarse más de lo que tienden a crear una fuerza propulsora hacia delante, los coeficientes más bajos de fricción y las fuerzas menores de arrastre para estas patas pueden ayudar a aumentar la velocidad del dispositivo 100. Además, para contrarrestar la fuerza 215 del motor, que puede tender a tirar del dispositivo en una dirección a izquierda o a derecha, las patas 104 izquierdas y derechas pueden tener distintas fuerzas de fricción. En general, los coeficientes de fricción y la fuerza de fricción resultante de todas las patas 104

pueden influir sobre la velocidad global del dispositivo 100. El número de patas 104 en el dispositivo 100 también puede ser usado para determinar los coeficientes de fricción a tener en (o diseñar para) cada una de las patas 104 individuales. Como se ha expuesto anteriormente, las patas medias 104b no necesariamente deben tocar la superficie 110. Por ejemplo, las patas 104 medias (o delanteras o traseras) pueden ser incrustadas en el dispositivo

- 5 100 por motivos estéticos, por ejemplo, para hacer que el dispositivo 100 parezca más realista y / o para aumentar la estabilidad del dispositivo. En algunas implementaciones, pueden hacerse dispositivos 100 en los cuales solamente tres (o un número pequeño de) patas 104 toquen el suelo, tal como dos patas delanteras 104a y una o dos patas traseras 104c.
- 10 El motor 202 está acoplado con, y hace girar, un contrapeso 210, una carga excéntrica, que tiene un CG que está desplazado del eje con respecto al eje giratorio del motor 202. El motor giratorio 202 y el contrapeso 210, además de estar adaptados para impulsar el dispositivo 100, también pueden hacer que el dispositivo 100 tienda a rodar, por ejemplo, alrededor del eje de rotación del motor giratorio 200. El eje giratorio del motor 202 puede tener un eje que esté aproximadamente alineado con un CG longitudinal del dispositivo 100, que también está generalmente alineado

- 15 con una dirección de movimiento del dispositivo 100.
- La figura 2A también muestra una batería 220 y un conmutador 222. La batería 220 puede suministrar energía al motor 202, por ejemplo, cuando el conmutador 222 está en la posición "ENCENDIDO", conectando así un circuito eléctrico que suministra corriente eléctrica al motor 202. En la posición "APAGADO" del conmutador 222, el circuito
- 20 está interrumpido, y no llega ninguna energía al motor 202. La batería 220 puede estar situada dentro o encima de una cubierta 224 de compartimiento de batería, accesible, por ejemplo, quitando un tornillo 226, según se muestra en las figuras 2A y 2D. La colocación de la batería 220 y el conmutador 222 parcialmente entre las patas del dispositivo 100 puede bajar el CG del dispositivo y ayudar a impedir el vuelco. La ubicación del motor 202 más abajo dentro del dispositivo 100 también reduce el vuelco. Tener las patas 104 a los lados de un vehículo 100 proporciona
- 25 un espacio (por ejemplo, entre las patas 104) para alojar la batería 220, el motor 204 y el conmutador 222. La colocación de estos componentes 204, 220 y 222 a lo largo del lado inferior del dispositivo (por ejemplo, en lugar de encima de la cubierta del dispositivo) baja efectivamente el CG del dispositivo 100 y reduce su probabilidad de vuelco.

- 30 El dispositivo 100 puede ser configurado de modo que el CG esté selectivamente situado para influir sobre el comportamiento del dispositivo 100. Por ejemplo, un CG más bajo puede ayudar a impedir el vuelco del dispositivo 100 durante su funcionamiento. Como ejemplo, el vuelco puede ocurrir como resultado de desplazarse el dispositivo 100 a una alta tasa de velocidad y estrellarse contra un obstáculo. En otro ejemplo, el vuelco puede ocurrir si el dispositivo 100 encuentra un área suficientemente irregular de la superficie sobre la cual está funcionando. El CG del
- 35 dispositivo 100 puede ser manipulado selectivamente, colocando el motor, el conmutador y la batería en ubicaciones que proporcionen un CG deseado, por ejemplo, uno que reduzca la probabilidad de vuelco accidental. En algunas implementaciones, las patas pueden estar configuradas de modo que se extiendan desde la punta 106a de pata, por debajo del CG, a una base 106b de pata que esté por encima del CG, permitiendo que el dispositivo 100 sea más estable durante su funcionamiento. Los componentes del dispositivo 100 (por ejemplo, motor, conmutador, batería y
- 40 cubierta) puede estar situados, al menos parcialmente, entre las patas, para mantener un CG más bajo. En algunas implementaciones, los componentes del dispositivo (por ejemplo, motor, conmutador y batería) pueden estar dispuestos o alineados cerca del CG, para maximizar las fuerzas producidas por el motor 202 y el contrapeso 210.

#### Enderezamiento

- 45 El enderezamiento, o la capacidad de volver a una posición enderezada (por ejemplo, parado sobre las patas 104), es otra característica del dispositivo 100. Por ejemplo, el dispositivo 100 puede volcarse o caer ocasionalmente (por ejemplo, caerse desde una mesa o un peldaño). Como resultado, el dispositivo 100 puede acabar volcado sobre su parte superior o su costado. En algunas implementaciones, el enderezamiento puede ser logrado usando las fuerzas
- 50 producidas por el motor 202 y el contrapeso 210, para hacer que el dispositivo 100 ruede de nuevo sobre sus patas 104. Para el logro de este resultado puede ayudar situar el CG del dispositivo próximo al eje giratorio del motor, para aumentar la tendencia a rodar del dispositivo 100 entero. Este enderezamiento proporciona, en general, el rodaje en la dirección que sea opuesta a la rotación del motor 202 y del contrapeso 210.

- 55 Siempre que se produzca un nivel suficiente de tendencia a rodar, en base a las fuerzas de rotación resultantes de la rotación del motor 202 y del contrapeso 210, la forma externa del dispositivo 100 puede ser diseñada de modo que el rodaje tienda a ocurrir solamente cuando el dispositivo 100 descansa sobre su lado derecho, su lado superior o su lado izquierdo. Por ejemplo, la separación lateral entre las patas 104 puede ser hecha lo bastante ancha como para desalentar el rodaje cuando el dispositivo 100 ya está en la posición enderezada. Así, la forma y posición de las
- 60 patas 104 pueden ser diseñadas de modo que, cuando ocurre el enderezamiento y el dispositivo 100 nuevamente llega a su posición enderezada después de volcar o caer, el dispositivo 100 tiende a permanecer recto. En particular, manteniendo una postura plana y relativamente ancha en la posición enderezada, puede aumentarse la estabilidad enderezada e, introduciendo características que reducen el aplanamiento cuando no está en una posición enderezada, puede aumentarse la capacidad de enderezamiento.

- 65 Para ayudar al rodaje desde el extremo superior del dispositivo 100, puede incluirse un punto alto 120 o una

protuberancia sobre el extremo superior del dispositivo 100. El punto alto 120 puede impedir que el dispositivo quede tendido sobre su parte superior. Además, el punto alto 120 puede impedir que  $F_h$  se haga paralela a la fuerza de gravedad y, como resultado,  $F_h$  puede proporcionar un momento suficiente para hacer que el dispositivo ruede, permitiendo al dispositivo 100 rodar hasta una posición enderezada, o al menos, hacia el costado del dispositivo 100. En algunas implementaciones, el punto alto 120 puede ser relativamente rígido (por ejemplo, un plástico relativamente duro), mientras que la superficie superior de la cabeza 118 puede ser construida con un material más elástico que estimule el rebote. El rebote de la cabeza 118 del dispositivo cuando el dispositivo está volcado sobre su parte posterior puede facilitar el enderezamiento, permitiendo que el dispositivo 100 ruede, debido a las fuerzas producidas por el motor 202 y el contrapeso 210 según la cabeza 118 rebota desde la superficie 110.

El rodaje desde el costado del dispositivo 100 hasta una posición enderezada puede ser facilitado por el uso de patas 104 que sean suficientemente flexibles, en combinación con el espacio 124 (por ejemplo, por debajo del dispositivo 100), para el desvío lateral de las patas, para permitir que el dispositivo 100 ruede hasta una posición enderezada. Este espacio puede permitir que las patas 104 se doblen durante el rodaje, facilitando una transición llana desde el costado al extremo inferior. Los brazos 112 en el dispositivo 100 también pueden disminuir la tendencia del dispositivo 100 a rodar desde su costado a su parte trasera, al menos cuando las fuerzas producidas por el motor 202 y el contrapeso 210 están en una dirección que se opone al rodaje desde el costado a la parte trasera. A la vez, el brazo al otro lado del dispositivo 100 (incluso con la misma configuración) puede ser diseñado para evitar impedir que el dispositivo 100 ruede sobre su parte trasera cuando las fuerzas producidas por el motor 202 y el contrapeso 210 estén en una dirección que impulse el rodaje en esa dirección. Además, el uso de un material elástico para el brazo puede aumentar el rebote, lo cual también puede aumentar la tendencia al enderezamiento (por ejemplo, permitiendo que el dispositivo 100 rebote desde la superficie 110 y permitiendo que las fuerzas del contrapeso hagan rodar el dispositivo mientras está suspendido en el aire). El enderezamiento desde el costado puede ser adicionalmente facilitado añadiendo apéndices a lo largo del costado, o los costados, del dispositivo 100 que separen adicionalmente el eje giratorio de la superficie y que aumenten las fuerzas producidas por el motor 202 y el contrapeso 210.

La posición de la batería en el dispositivo 100 puede afectar la capacidad del dispositivo para rodar y enderezarse. Por ejemplo, la batería puede ser orientada sobre su costado, situada en un plano que sea tanto paralelo a la dirección de movimiento del dispositivo como perpendicular a la superficie 110 cuando el dispositivo 100 está enderezado. Esta colocación de la batería de esta manera puede facilitar la reducción del ancho global del dispositivo 100, incluyendo la distancia lateral entre las patas 104, haciendo que sea más probable que el dispositivo 100 pueda rodar.

La figura 4 muestra una vista frontal ejemplar que indica un centro de gravedad (CG) 402, según lo indicado por un gran signo más, para el dispositivo 100. Esta vista ilustra un CG 402 longitudinal (es decir, una ubicación de un eje longitudinal del dispositivo 100 que atraviesa el CG del dispositivo). En algunas implementaciones, los componentes del vehículo están alineados para colocar el CG longitudinal cerca de (por ejemplo, dentro de la gama entre el 5% y el 10%, como un porcentaje de la altura del vehículo) la línea central longitudinal física del vehículo, lo que puede reducir el momento giratorio de inercia del vehículo, aumentando o maximizando por ello las fuerzas sobre el vehículo según el motor giratorio hace girar la carga excéntrica. Según lo expuesto anteriormente, este efecto aumenta la tendencia del dispositivo 100 a rodar, lo que puede realzar la capacidad de enderezamiento del dispositivo. La figura 4 también muestra un espacio 404 entre las patas 104 y el costado inferior 122 del vehículo 100 (incluyendo la cubierta 224 del compartimiento de la batería), lo cual puede permitir que las patas 104 se doblen hacia dentro cuando el dispositivo está sobre su costado, facilitando por ello el enderezamiento del dispositivo 100. La figura 4 también ilustra una distancia 406 entre los pares o filas de patas 104. El aumento de la distancia 406 puede ayudar a impedir que el vehículo 100 se vuelque. Sin embargo, el mantenimiento de la distancia 406 suficientemente baja, combinado con la flexibilidad de las patas 104, puede mejorar la capacidad del vehículo para enderezarse después de volcar. En general, para evitar el volcado, la distancia 406 entre pares de patas debe ser aumentada proporcionalmente según se eleva el CG 402.

El punto alto 120 del vehículo también se muestra en la figura 4. El tamaño o altura del punto alto 120 puede ser suficientemente grande, lo bastante para impedir que el dispositivo 100 se tienda simplemente sobre su parte posterior después de volcar, y sin embargo suficientemente pequeño, lo bastante para ayudar a facilitar el rodaje del dispositivo y forzar al dispositivo a levantarse después de volcar. Un punto alto 120 mayor o más alto puede ser mejor tolerado si se combina con "aletas pectorales" u otras protuberancias laterales, para aumentar la "redondez" del dispositivo.

La tendencia a rodar del dispositivo 100 puede depender de la forma general del dispositivo 100. Por ejemplo, un dispositivo 100 que es generalmente cilíndrico, específicamente, a lo largo del extremo superior del dispositivo 100, puede rodar de manera relativamente fácil. Incluso si el extremo superior del dispositivo no es redondo, como es el caso para el dispositivo mostrado en la figura 4, que incluye los costados superiores 407a y 407b rectos, la geometría del extremo superior del dispositivo 100 aún puede facilitar el rodaje. Esto es especialmente verdadero si las distancias 408 y 410 son relativamente iguales y cada una define aproximadamente el radio de la forma generalmente cilíndrica del dispositivo 100. La distancia 408, por ejemplo, es la distancia desde el CG 402 longitudinal del dispositivo al extremo superior del brazo 112. La distancia 410 es la distancia desde el CG 402

longitudinal del dispositivo al punto alto 120. Además, tener una longitud de superficie 407b (es decir, entre el extremo superior del brazuelo 112 y el punto alto 120) que sea menor que las distancias 408 y 410 también puede aumentar la tendencia del dispositivo 100 a rodar. Además, si el CG 402 longitudinal del dispositivo está situado relativamente cerca del centro del cilindro que se aproxima a la forma general del dispositivo 100, entonces el rodaje del dispositivo es adicionalmente realizado, ya que las fuerzas producidas por el motor 202 y el contrapeso 210 están, en general, más centradas. El dispositivo 100 puede dejar de rodar una vez que la acción de rodaje coloca el dispositivo 100 sobre sus patas 104, que proporcionan una postura ancha y sirven para interrumpir la forma generalmente cilíndrica del dispositivo 100.

La figura 5 muestra una vista lateral ejemplar que indica un centro de gravedad (CG) 502, según lo indicado por un gran signo más, para el dispositivo 100. Esta vista también muestra un eje 504 de motor que, en este ejemplo, se alinea estrechamente con el componente longitudinal del CG 502. La ubicación del CG 502 depende, por ejemplo, de la masa, el grosor y la distribución de los materiales y componentes incluidos en el dispositivo 100. En algunas implementaciones, el CG 502 puede estar más hacia delante o más hacia atrás de la ubicación mostrada en la figura 5. Por ejemplo, el CG 502 puede estar situado hacia el extremo posterior del conmutador 222, en lugar de hacia el extremo delantero del conmutador 222, según lo ilustrado en la figura 5. En general, el CG 502 del dispositivo 100 puede estar suficientemente lejos detrás de las patas 104a propulsoras delanteras y la carga excéntrica giratoria (y suficientemente lejos enfrente de las patas traseras 104c) para facilitar los saltos delanteros y el arrastre trasero, lo que puede aumentar la propulsión hacia delante y proporcionar una tendencia controlada a seguir derecho (o girar, si se desea) durante los saltos. Por ejemplo, el CG 502 puede estar situado aproximadamente a medio camino (por ejemplo, en la gama de aproximadamente entre el 40% y el 60% de la distancia) entre las patas 104a propulsoras delanteras y las patas 104c arrastradas traseras. Además, la alineación del eje del motor con el CG longitudinal puede realzar las fuerzas producidas por el motor 202 y el contrapeso. En algunas implementaciones, el componente longitudinal del CG 502 puede estar cerca del centro de la altura del dispositivo (por ejemplo, dentro de alrededor de un 3% del CG como una proporción de la altura del dispositivo). En general, la configuración del dispositivo 100 de modo que el CG 502 esté más cerca del centro de la altura del dispositivo realzará la tendencia a rodar, aunque son aceptables mayores distancias (por ejemplo, dentro de alrededor del 5%, o dentro de alrededor del 20%, del CG como una proporción de la altura del dispositivo) en algunas implementaciones. De manera similar, la configuración del dispositivo 100 de modo que el CG 502 esté dentro de la gama entre un 3% y un 6% del eje 504 del motor, como un porcentaje de la altura del dispositivo, también puede realzar la tendencia a rodar.

La figura 5 también muestra una alineación aproximada de la batería 220, el conmutador 222 y el motor 202 con el componente longitudinal del CG 502. Aunque un mecanismo 506 de conmutación deslizable, que opera el conmutador 222 de encendido / apagado, cuelga por debajo del lado inferior del dispositivo 100, la alineación aproximada global del CG de los componentes individuales 220, 222 y 202 (entre sí y con el CG 502 del dispositivo global 100) contribuye a la capacidad del dispositivo 100 para rodar, y enderezarse de tal modo. En particular, el motor 202 está centrado principalmente a lo largo del componente longitudinal del CG 502.

En algunas implementaciones, el punto alto 120 puede estar situado detrás del CG 502, lo que puede facilitar el enderezamiento, en combinación con estar situada la carga excéntrica adosada al motor 202 cerca de la nariz 108. Como resultado, si el dispositivo 100 está sobre su costado o su parte trasera, el extremo de la nariz del dispositivo 100 tiende a vibrar y rebotar (más aún que el extremo de la cola del dispositivo 100), lo que facilita el enderezamiento, ya que las fuerzas del motor y de la carga excéntrica tienden a hacer rodar el dispositivo.

La figura 5 también muestra algunas de las dimensiones de muestra del dispositivo 100. Por ejemplo, una distancia 508, entre el CG 502 y un plano que atraviesa las puntas 106a de pata sobre las cuales descansa el dispositivo 100 cuando está enderezado sobre una superficie plana 110, puede ser de aproximadamente 0,36 pulgadas. En algunas implementaciones, esta distancia 508 es de aproximadamente el 50% de la altura total del dispositivo (véanse las figuras 7A y 7B), aunque otras distancias 508 pueden ser usadas en diversas implementaciones (por ejemplo, a partir de la gama entre un 40% y un 60%). Una distancia 510 entre el eje giratorio 504 del motor 202 y el mismo plano que atraviesa las puntas 106a de pata es aproximadamente la misma que la distancia 508, aunque pueden usarse variaciones (por ejemplo, 0,34 pulgadas para la distancia 510, ante 0,36 pulgadas para la distancia 508) sin afectar materialmente la funcionalidad deseada. Variaciones mayores (por ejemplo, de 0,05 pulgadas o incluso de 0,1 pulgadas) pueden ser usadas en algunas implementaciones.

Una distancia 512 entre la punta 106a de pata de las patas 104a propulsoras delanteras y la punta 106a de pata de la pata 104c más trasera puede ser de aproximadamente 0,85 pulgadas, aunque diversas implementaciones pueden incluir otros valores de la distancia 512 (por ejemplo, entre un 40% y un 75% de la longitud del dispositivo 100). En algunas implementaciones, la ubicación de las patas 104a propulsoras delanteras detrás de la carga excéntrica 210 puede facilitar el movimiento propulsor hacia delante y la aleatoriedad del movimiento. Por ejemplo, una distancia 514 entre una línea central longitudinal de la carga excéntrica 210 y la punta 106a de la pata 104a delantera puede ser de aproximadamente 0,36 pulgadas. Nuevamente, pueden ser usadas otras distancias 514 (por ejemplo, entre un 5% y un 30% de la longitud del dispositivo 100, o entre un 10% y un 60% de la distancia 512). Una distancia 516 entre el frente del dispositivo 100 y el CG 502 puede ser de alrededor de 0,95 pulgadas. En diversas implementaciones, la distancia 516 puede oscilar entre un 40% y un 60% de la longitud del dispositivo 100, aunque algunas implementaciones pueden incluir protuberancias delanteras o traseras con poca masa, que se suman a la

longitud del dispositivo, pero no afectan significativamente la ubicación del CG 502 (es decir, haciendo por lo tanto que el CG 502 esté fuera de la gama entre el 40% y el 60%).

Las figuras 9A y 9B muestran los dispositivos ejemplares 100y y 100z, que incluyen, respectivamente, una aleta 902 dorsal / de tiburón y las aletas 904a y 904b laterales / pectorales. Según se muestra en la figura 9A, la aleta 902 dorsal / de tiburón puede extenderse hacia arriba desde el cuerpo 102, de modo que, si el dispositivo 100y se vuelca, entonces el dispositivo 100y no quedará sobre su parte trasera, y puede enderezarse. Las aletas 904a y 904b laterales / pectorales mostradas en la figura 9B se extienden parcialmente hacia fuera desde el cuerpo 102. Como resultado, si el dispositivo 100z comienza a volcarse a la izquierda o derecha del dispositivo, entonces la aleta en ese lado (por ejemplo, la aleta 904a o la aleta 904b) puede detener e invertir la acción de volcado, devolviendo el dispositivo 100z a su posición enderezada. Además, las aletas 904a y 904b pueden facilitar el enderezamiento aumentando la distancia entre el CG y la superficie cuando el dispositivo descansa sobre su costado. Este efecto puede ser realizado cuando las aletas 904a y 904b son combinadas con una aleta dorsal 902 en un único dispositivo. De esta manera, las aletas 902, 904a y 904b pueden realzar el enderezamiento de los dispositivos 100y y 100z. La construcción de las aletas 902, 904a y 904b con un material elástico que aumente el rebote cuando las aletas están en contacto con una superficie también puede facilitar el enderezamiento (por ejemplo, para ayudar a superar la separación más amplia entre las puntas de las aletas 902, 904a y 904b). Las aletas 902, 904a y 904b pueden ser construidas con goma liviana o plástico, a fin de no cambiar significativamente el CG del dispositivo.

## Movimiento aleatorio

Introduciendo características que aumentan la aleatoriedad del movimiento del dispositivo 100, el dispositivo 100 puede parecer comportarse de una manera animada, tal como un bicho reptante u otra forma de vida orgánica. El movimiento aleatorio puede incluir movimientos incoherentes, por ejemplo, antes que movimientos que tiendan a ser en líneas rectas o círculos continuos. Como resultado, el dispositivo 100 puede parecer que vaga alrededor de sus inmediaciones (por ejemplo, en un patrón errático o serpentino) en lugar de desplazarse en patrones predecibles. El movimiento aleatorio puede ocurrir, por ejemplo, incluso mientras el dispositivo 100 está desplazándose en una dirección general.

En algunas implementaciones, la aleatoriedad puede ser lograda cambiando la rigidez de las patas 104, el material usado para hacer las patas 104 y / o ajustando la carga inercial sobre diversas patas 104. Por ejemplo, según se reduce la rigidez de las patas, puede reducirse la cantidad de saltos del dispositivo, reduciendo así la apariencia de movimiento aleatorio. Cuando las patas 104 son relativamente rígidas, las patas 104 tienden a inducir el salto, y el dispositivo 100 puede desplazarse en un movimiento más incoherente y aleatorio.

Si bien el material que es seleccionado para las patas 104 puede influir sobre la rigidez de las patas, también puede tener otros efectos. Por ejemplo, el material de las patas puede ser manipulado para atraer polvo y residuos en, o cerca de, las puntas 106a de pata, donde las patas 104 toman contacto con la superficie 110. Este polvo y residuos pueden hacer que el dispositivo 100 gire aleatoriamente y cambie su patrón de movimiento. Esto puede ocurrir porque el polvo y los residuos pueden alterar las características habituales de fricción de las patas 104.

La carga inercial sobre cada pata 104 también puede influir sobre la aleatoriedad del movimiento del dispositivo 100. Como ejemplo, según se aumenta la carga inercial sobre una pata 104 específica, esa parte del dispositivo 100 puede saltar con una mayor amplitud, haciendo que el dispositivo 100 aterrice en distintas ubicaciones.

En algunas implementaciones, durante un salto, y mientras al menos algunas patas 104 del dispositivo 100 estén suspendidas en el aire (o al menos aplicando menos fuerza a la superficie 110), el motor 202 y el contrapeso 210 pueden causar algún nivel de giro en el aire y / o de rotación del dispositivo 100. Esto puede proporcionar el efecto de que el dispositivo aterrice o rebote de maneras impredecibles, lo que puede llevar adicionalmente al movimiento aleatorio.

En algunas implementaciones, el movimiento aleatorio adicional puede resultar de la ubicación de las patas 104a propulsoras delanteras (es decir, las patas que impulsan principalmente el dispositivo 100 hacia adelante) detrás del contrapeso del motor. Esto puede hacer que el frente del dispositivo 100 tienda a desplazarse en una dirección menos recta porque el contrapeso está más lejos de las patas 104 que, en otro caso, tenderían a absorber y controlar su energía. Una distancia lateral ejemplar, desde el centro del contrapeso a la punta de la primera pata, de 0,36 pulgadas, en comparación con una longitud ejemplar de pata de 0,40 pulgadas. En general, la distancia 514 desde la línea central longitudinal del contrapeso a la punta 106a de la pata delantera 104a puede ser aproximadamente la misma que la longitud de la pata, pero la distancia 514 puede variar en la gama entre el 50% y el 150% de la longitud de la pata.

En algunas implementaciones, pueden añadirse apéndices adicionales a las patas 104 (y a la cubierta 102) para proporcionar resonancia. Por ejemplo, las protuberancias flexibles que están constantemente en movimiento de esta manera pueden contribuir a la aleatoriedad global del movimiento del dispositivo 100 y / o a la apariencia realista del dispositivo 100. El uso de apéndices de distintos tamaños y flexibilidades puede magnificar el efecto.

En algunas implementaciones, la batería 220 puede estar situada cerca de la parte posterior del dispositivo 100 para aumentar el salto. Hacer esto sitúa el peso de la batería 220 sobre las patas 104 más traseras, reduciendo la carga sobre las patas delanteras 104a, lo que puede permitir más saltos en las patas delanteras 104a. En general, la batería 220 puede tender a ser más pesada que el conmutador 222 y el motor 202, y por tanto la colocación de la batería 220 más cerca de la parte posterior del dispositivo 100 puede elevar la nariz 108, permitiendo que el dispositivo 100 se desplace más rápidamente.

En algunas implementaciones, el conmutador 222 de encendido / apagado puede ser orientado a lo largo del lado inferior del dispositivo 100 entre la batería 220 y el motor 204, de modo que el conmutador 222 pueda ser desplazado en un sentido y otro lateralmente. Tal configuración, por ejemplo, ayuda a facilitar la reducción de la longitud global del dispositivo 100. Tener un dispositivo más corto puede realzar la tendencia al movimiento aleatorio.

#### Velocidad del movimiento

Además del movimiento aleatorio, la velocidad del dispositivo 100 puede contribuir a la apariencia realista del dispositivo 100. Los factores que afectan a la velocidad incluyen la frecuencia y la amplitud de vibración que son producidas por el motor 202 y el contrapeso 210, los materiales usados para hacer las patas 104, la longitud de las patas y las propiedades de desvío, las diferencias en la geometría de las patas y el número de patas.

La frecuencia de vibración (por ejemplo, en base a la velocidad de rotación del motor) y la velocidad del dispositivo son, en general, directamente proporcionales. Es decir, cuando se aumenta la frecuencia de oscilación del motor 202 y todos los otros factores se mantienen constantes, el dispositivo 100 tenderá a desplazarse más rápidamente. Una frecuencia ejemplar de oscilación del motor está en la gama entre 7.000 y 9.000 rpm.

El material de las patas tiene varias propiedades que contribuyen a la velocidad. Las propiedades de fricción del material de las patas influyen sobre la magnitud de la fuerza de arrastre sobre el dispositivo. Según aumenta el coeficiente de fricción de las patas, el arrastre global del dispositivo aumentará, haciendo que el dispositivo 100 reduzca la velocidad. Como tal, el uso de material de patas que tenga propiedades que promuevan la baja fricción puede aumentar la velocidad del dispositivo 100. En algunas implementaciones, puede usarse el poliestireno-butadieno-estireno con una calibración de dureza cercana a 65 (por ejemplo, en base a la escala Shore A) para las patas 104. Las propiedades del material de las patas también contribuyen a la rigidez de las patas que, cuando se combina con el grosor de las patas y la longitud de las patas, determina cuántos saltos desarrollará un dispositivo 100. Según aumenta la rigidez global de las patas, aumentará la velocidad del dispositivo. Las patas más largas y más delgadas reducirán la rigidez de las patas, reduciendo de tal modo la velocidad del dispositivo.

#### Apariencia de inteligencia

La respuesta "inteligente" ante los obstáculos es otra característica del dispositivo 100. Por ejemplo, la "inteligencia" puede impedir que un dispositivo 100 que entra en contacto con un objeto inamovible (por ejemplo, una pared) empuje inútilmente el objeto. La "inteligencia" puede ser implementada usando solamente consideraciones de diseño mecánico, lo que puede obviar la necesidad de añadir sensores electrónicos, por ejemplo. Por ejemplo, los giros (por ejemplo, a izquierda o a derecha) pueden ser inducidos usando una nariz 108 que introduce un desvío o rebote en el cual un dispositivo 100 que encuentra un obstáculo gira inmediatamente en un ángulo incidental próximo.

En algunas implementaciones, el agregado de un "rebote" al dispositivo 100 puede ser logrado mediante consideraciones de diseño de la nariz y las patas 104, y de la velocidad del dispositivo 100. Por ejemplo, la nariz 108 puede incluir una característica como de muelle. En algunas implementaciones, la nariz 108 puede ser fabricada usando goma, plástico u otros materiales (por ejemplo, poliestireno-butadieno-estireno con una calibración de dureza cercana a 65, o en la gama entre 55 y 75, en base a la escala Shore A). La nariz 108 puede tener una forma puntiaguda y flexible que se desvía hacia dentro bajo presión. El diseño y la configuración de las patas 104 pueden admitir una baja resistencia al giro durante un rebote de la nariz. El rebote logrado por la nariz puede ser aumentado, por ejemplo, cuando el dispositivo 100 tiene una velocidad y momento mayores.

En algunas implementaciones, la elasticidad de la nariz 108 puede ser tal que tenga un beneficio añadido de amortiguar una caída si el dispositivo 100 se cayera desde una superficie 110 (por ejemplo, una mesa) y aterrizara sobre su nariz 108.

La figura 6 muestra una vista alzada del vehículo 100 y muestra adicionalmente la nariz flexible 108. Según la forma y elasticidad de la nariz 108, el vehículo 100 puede desviarse más fácilmente ante los obstáculos y permanecer enderezado, en lugar de volcar. La nariz 108 puede ser construida con goma o de algún otro material relativamente elástico, que permita al dispositivo rebotar ante los obstáculos. Además, un muelle, u otro dispositivo, puede ser colocado detrás de la superficie de la nariz 108, lo que puede proporcionar un rebote extra. Un espacio 602 vacío o hueco detrás de la nariz 108 también puede contribuir a la capacidad del dispositivo para desviarse ante los obstáculos que se encuentran de frente.

### Configuraciones alternativas de patas

Las figuras 3A a 3C muestran diversos ejemplos de configuraciones alternativas de patas para los dispositivos 100a a 100k. Los dispositivos 100a a 100k muestran principalmente las variaciones de la pata 104, pero también pueden incluir los componentes y características descritos anteriormente para el dispositivo 100. Según lo ilustrado en las figuras 3A a 3C, la dirección hacia delante del movimiento es de izquierda a derecha para todos los dispositivos 100a a 100k, según lo indicado por las flechas 302a a 302c de dirección. El dispositivo 100a muestra patas conectadas con mallas 304. Las mallas 304 pueden servir para aumentar la rigidez de las patas 104, manteniendo a la vez las patas 104 que parecen largas. Las mallas 304 pueden estar en cualquier parte a lo largo de las patas 104 desde el extremo superior (o base) al inferior (o punta). El ajuste de estas mallas 304 de manera diferente, o a la derecha del dispositivo, frente a la izquierda, puede servir para cambiar las características de las patas sin ajustar la longitud de las patas y proporciona un procedimiento alternativo de corrección de conducción. El dispositivo 100b muestra una configuración común con múltiples patas curvadas 104. En esta implementación, las patas medias 104b pueden no tocar el suelo, lo que puede hacer que el ajuste de producción de las patas sea más fácil, eliminando la consideración de patas innecesarias. Los dispositivos 100c y 100d muestran apéndices adicionales 306 que pueden añadir una apariencia realista adicional a los dispositivos 100c y 100d. Los apéndices 306 en las patas delanteras pueden resonar según se desplazan los dispositivos 100c y 100d. Según lo descrito anteriormente, el ajuste de estos apéndices 306 para crear una resonancia deseada puede servir para aumentar la aleatoriedad en el movimiento.

Configuraciones adicionales de patas se muestran en la figura 3B. Los dispositivos 100e y 100f muestran conexiones de patas con el cuerpo que pueden estar en diversas ubicaciones, en comparación con los dispositivos 100a a 100d en la figura 3A. Aparte de las diferencias estéticas, la conexión de las patas 104 más alta en el cuerpo del dispositivo puede servir para hacer que las patas 104 parezcan ser más largas sin elevar el CG. Las patas 104 más largas tienen, en general, una rigidez reducida que puede reducir los saltos, entre otras características. El dispositivo 100f también incluye los apéndices delanteros 306. El dispositivo 100g muestra una configuración alternativa de patas traseras, donde las dos patas traseras 104 están conectadas, formando un bucle.

Configuraciones adicionales de patas se muestran en la figura 3C. El dispositivo 100h muestra el número mínimo (por ejemplo, tres) de patas 104. La localización de la pata trasera 104 a la derecha o a la izquierda actúa como un timón que cambia la conducción del dispositivo 100h. El uso de una pata trasera 104 hecha de un material de baja fricción puede aumentar la velocidad del dispositivo, según se ha descrito anteriormente. El dispositivo 100j es un dispositivo de tres patas con la pata única 104 al frente. La conducción puede ser ajustada en las patas traseras, desplazando una delante de la otra. El dispositivo 100i incluye patas traseras 104 significativamente alteradas, que hacen que el dispositivo 100i parezca más bien un saltamontes. Estas patas 104 pueden funcionar de manera similar a las patas 104 en el dispositivo 100k, donde las patas medias 104b están elevadas y funcionan solamente de manera estética, hasta que se emplean en el enderezamiento del dispositivo 100k durante una situación de vuelco.

En algunas implementaciones, los dispositivos 100 pueden incluir características de ajuste, tales como patas ajustables 104. Por ejemplo, si un consumidor adquiere un conjunto de dispositivos 100, todos los cuales tienen el mismo estilo (por ejemplo, una hormiga), el consumidor puede querer hacer que algunos de, o todos, los dispositivos 100 se desplacen de formas variables. En algunas implementaciones, el consumidor puede alargar o acortar la pata individual 104, aflojando primero un tornillo (o broche) que sostiene la pata 104 en su sitio. El consumidor puede luego deslizar la pata 104 hacia arriba o abajo y reajustar el tornillo (o broche). Por ejemplo, con referencia a la figura 3B, los tornillos 310a y 310b pueden ser aflojados para recolocar las patas 104a y 104c, y luego ajustados nuevamente cuando las patas estén en el lugar deseado.

En algunas implementaciones, los extremos roscados como tornillos sobre las bases 106b de patas, junto con los correspondientes agujeros roscados en la cubierta 102 del dispositivo, pueden proporcionar un mecanismo de ajuste para alargar o acortar las patas 104. Por ejemplo, girando las patas delanteras 104a para cambiar la posición vertical de las bases 106b de las patas (es decir, de la misma manera que el giro de un tornillo en un agujero roscado cambia la posición del tornillo), el consumidor puede cambiar la longitud de las patas delanteras 104a, alterando así el comportamiento del dispositivo 100.

En algunas implementaciones, los extremos de las bases 106b de pata de las patas ajustables 104 pueden ser montados dentro de agujeros en la cubierta 102 del dispositivo 100. El material (por ejemplo, goma) con el cual se construyen las patas, junto con el tamaño y material de los agujeros en la cubierta 102, pueden proporcionar suficiente fricción para mantener las patas 104 en su posición, permitiendo aún a la vez que las patas sean empujadas o introducidas a través de los agujeros en nuevas posiciones ajustadas.

En algunas implementaciones, además de usar las patas ajustables 104, pueden lograrse variaciones en el movimiento cambiando levemente el CG, lo que puede servir para alterar el efecto de la vibración del motor 202. Esto puede tener el efecto de hacer que el dispositivo se desplace más lentamente o más rápidamente, así como de cambiar la tendencia del dispositivo a girar. Proporcionar al consumidor opciones de ajuste puede permitir que distintos dispositivos 100 se desplacen de manera distinta.

### Dimensiones de dispositivos

- Las figuras 7A y 7B muestran dimensiones ejemplares del dispositivo 100. Por ejemplo, una longitud 702 es de aproximadamente 1,73 pulgadas, un ancho 704 entre una punta de pata y otra es de aproximadamente 0,5 pulgadas y una altura 706 es de aproximadamente 0,681 pulgadas. Una longitud 708 de pata puede ser de aproximadamente 0,4 pulgadas, y un diámetro 710 de pata puede ser de aproximadamente 0,077 pulgadas. Un radio de curvatura (mostrado en general en 712) puede ser de aproximadamente 1,94 pulgadas. También pueden usarse otras dimensiones. En general, la longitud 702 del dispositivo puede estar en la gama entre dos y cinco veces el ancho 704, y la altura 706 puede estar en la gama aproximada entre una y dos veces el ancho 704. La longitud 708 de pata puede estar en la gama entre tres y diez veces el diámetro 710 de pata. No hay ningún límite físico para el tamaño global al que pueda ajustarse el dispositivo 100, mientras el motor y las fuerzas de contrapeso sean ajustados adecuadamente. En general, puede ser ventajoso usar dimensiones esencialmente proporcionales a las dimensiones ilustradas. Tales proporciones pueden proporcionar diversos beneficios, que incluyen el realce de la capacidad del dispositivo 100 para enderezarse después de volcar, y facilitar características de movimiento deseables (por ejemplo, tendencia a desplazarse en línea recta, etc.).

### Materiales de construcción

- La selección de material para las patas se basa en varios factores que afectan a las prestaciones. Los principales parámetros de los materiales son el coeficiente de fricción (COF), la flexibilidad y la elasticidad. Estos parámetros, en combinación con la forma y la longitud de la pata, afectan a la velocidad y a la capacidad de controlar la dirección del dispositivo.
- El COF puede ser significativo en el control de la dirección y el movimiento del dispositivo. El COF es, generalmente, lo bastante alto como para proporcionar resistencia al movimiento hacia los lados (por ejemplo, la deriva o la flotación) mientras el aparato está desplazándose hacia delante. En particular, el COF de las puntas de pata (es decir, la parte de las patas que toma contacto con una superficie de soporte) puede ser suficiente para eliminar esencialmente la deriva en una dirección lateral (es decir, esencialmente perpendicular a la dirección de desplazamiento) que podría, en otro caso, resultar de la vibración inducida por la carga excéntrica giratoria. El COF también puede ser lo bastante alto como para evitar resbalones significativos, para proporcionar desplazamiento hacia delante cuando  $F_v$  está hacia abajo y las patas proporcionan un empuje hacia delante. Por ejemplo, según las patas se doblan hacia la parte trasera del dispositivo 100 (por ejemplo, alejándose de la dirección del movimiento), debido a la fuerza neta hacia abajo sobre una o más patas propulsoras (u otras patas) inducida por la rotación de la carga excéntrica, el COF es suficiente para impedir resbalones significativos entre la punta de pata y la superficie de soporte. En otra situación, el COF puede ser lo bastante bajo como para permitir que las patas se deslicen (si están en contacto con el suelo) de vuelta a su posición normal cuando  $F_v$  es positiva. Por ejemplo, el COF es lo suficientemente bajo para que, según las fuerzas netas sobre el dispositivo 100 tienden a hacer que el dispositivo salte, la elasticidad de las patas 104 haga que las patas tiendan a volver a una posición neutral sin inducir una fuerza suficiente opuesta a la dirección del movimiento, para vencer una fuerza de fricción entre una o más de las otras patas (por ejemplo, las patas traseras 104c) en contacto con la superficie de soporte, o bien el momento del dispositivo 100 resultante del movimiento hacia delante del dispositivo 100, o ambos. En algunos casos, dichas una o más patas propulsoras 104a pueden abandonar (es decir, saltar completamente desde) la superficie de soporte, lo que admite que las patas propulsoras vuelvan a una posición neutral sin generar una fuerza de fricción hacia atrás. No obstante, las patas propulsoras 104a pueden no abandonar la superficie de soporte cada vez que el dispositivo 100 salta y / o las patas 104 pueden comenzar a deslizarse hacia delante antes de que las patas abandonen la superficie. En tales casos, las patas 104 pueden avanzar hacia delante sin producir una significativa fuerza hacia atrás que supere el momento hacia delante del dispositivo 100.
- La flexibilidad y la elasticidad son generalmente seleccionadas para proporcionar el movimiento y el salto deseado de las patas. La flexibilidad de la pata puede permitir que las patas se doblen y se compriman cuando  $F_v$  es hacia abajo y la nariz se desplaza hacia abajo. La elasticidad del material puede proporcionar una capacidad de liberar la energía absorbida por el doblar y la compresión, aumentando la velocidad del desplazamiento hacia delante. El material también puede evitar la deformación plástica al flexionarse.
- La goma es un ejemplo de un tipo de material que puede satisfacer estos criterios; sin embargo, otros materiales (por ejemplo, otros elastómeros) pueden tener propiedades similares.
- La figura 8 muestra materiales ejemplares que pueden ser usados para el dispositivo 100. En la implementación ejemplar del dispositivo 100 mostrado en la figura 8, las patas 104 están moldeadas en goma u otro elastómero. Las patas 104 pueden estar moldeadas por inyección, de modo que múltiples patas estén integralmente moldeadas, de manera esencialmente simultánea (por ejemplo, como parte del mismo molde). Las patas 104 pueden ser parte de un trozo de goma continuo o integral, que también forma la nariz 108 (incluyendo los costados 116a y 116b de la nariz), el brazuelo 112 del cuerpo y la superficie 114 lateral de la cabeza. Según se muestra, el trozo de goma integral se extiende sobre el brazuelo 112 del cuerpo y la superficie 114 lateral de la cabeza, hacia las regiones 802, cubriendo parcialmente la superficie superior del dispositivo 100. Por ejemplo, la parte de goma integral del

dispositivo 100 puede ser formada y adosada (es decir, co-moldeada durante el proceso de fabricación) sobre un extremo superior de plástico del dispositivo 100, exponiendo áreas del extremo superior que están indicadas por las regiones plásticas 806, de modo que el cuerpo forme una pieza integralmente co-moldeada. El punto alto 120 está formado por las regiones 806 plásticas más superiores. Una o más regiones 804 de goma, por separado de la pieza de goma continua que incluye las patas 104, pueden cubrir partes de las regiones plásticas 806. En general, las regiones 802 y 804 de goma pueden tener un color distinto al de las regiones plásticas 806, lo que puede proporcionar un aspecto visualmente distinto al dispositivo 100. En algunas implementaciones, los patrones formados por las diversas regiones 802 a 806 pueden formar patrones que hacen que el dispositivo parezca un bicho u otro objeto animado. En algunas implementaciones, pueden usarse distintos patrones de materiales y colores para hacer que el dispositivo 100 se parezca a distintos tipos de bichos u otros objetos. En algunas implementaciones, una cola (por ejemplo, hecha de cuerda) puede ser adosada al extremo trasero del dispositivo 100, para hacer que el dispositivo parezca ser un pequeño roedor.

La selección de los materiales usados (por ejemplo, elastómero, goma, plástico, etc.) puede tener un efecto significativo sobre la capacidad del vehículo para enderezarse. Por ejemplo, las patas 104 de goma pueden doblarse hacia dentro cuando el dispositivo 100 está rodando, durante el tiempo en que está enderezándose. Además, las patas 104 de goma pueden tener la elasticidad suficiente para doblarse durante el funcionamiento del vehículo 100, incluso flexionarse en respuesta al movimiento de (y las fuerzas creadas por) la carga excéntrica girada por el motor 202. Además, las puntas de las patas 104, estando también hechas de goma, pueden tener un coeficiente de fricción que permita que las patas propulsoras (por ejemplo, las patas delanteras 104) empujen contra la superficie 110 sin resbalones significativos.

El uso de goma para la nariz 108 y el brazuelo 112 también puede ayudar al dispositivo 100 a enderezarse. Por ejemplo, un material tal como la goma, al tener mayor elasticidad y resistencia flexible que el plástico duro, por ejemplo, puede ayudar a rebotar a la nariz 108 y al brazuelo 112, lo que facilita el enderezamiento, reduciendo la resistencia al rodaje mientras el dispositivo 100 está suspendido en el aire. En un ejemplo, si el dispositivo 100 está colocado sobre su costado mientras el motor 202 está funcionando, y si el motor 202 y la carga excéntrica están situados cerca de la nariz 108, las superficies de goma de la nariz 108 y del brazuelo 112 pueden hacer que al menos la nariz del dispositivo 100 rebote y conduzca al enderezamiento del dispositivo 100.

En algunas implementaciones, dichas una o más patas traseras 104c pueden tener un coeficiente de fricción distinto al de las patas delanteras 104a. Por ejemplo, las patas 104, en general, pueden estar hechas de distintos materiales y pueden ser adosadas al dispositivo 100 como piezas distintas. En algunas implementaciones, las patas traseras 104c pueden ser parte de una pieza única de goma moldeada que incluye todas las patas 104, y las patas traseras 104c pueden ser alteradas (por ejemplo, sumergidas en un barniz) para cambiar su coeficiente de fricción.

Si bien esta memoria descriptiva contiene muchos detalles específicos de implementación, estos no deberían ser interpretados como limitaciones para el alcance de invención alguna, o de lo que pueda ser reivindicado, sino más bien como descripciones de características específicas para realizaciones particulares de invenciones particulares. Ciertas características que se describen en esta memoria descriptiva en el contexto de realizaciones individuales también pueden ser implementadas en combinación en una única realización. Por el contrario, diversas características que están descritas en el contexto de una única realización también pueden ser implementadas en múltiples realizaciones por separado, o en cualquier subcombinación adecuada. Además, aunque las características pueden estar descritas en lo que antecede como actuando en ciertas combinaciones e incluso reivindicadas inicialmente como tales, una o más características de una combinación reivindicada pueden, en algunos casos, ser expurgadas de la combinación, y la combinación reivindicada puede ser dirigida a una subcombinación o variación de una subcombinación. También pueden ser implementadas otras realizaciones alternativas. Por ejemplo, algunas implementaciones del dispositivo 100 pueden omitir el uso de la goma. Algunas implementaciones del dispositivo 100 pueden incluir componentes (por ejemplo, hechos de plástico) que incluye cualidades de resplandor en la oscuridad, de modo que el dispositivo 100 pueda ser visto en una habitación oscurecida según se desplaza por la superficie 110 (por ejemplo, un suelo de cocina). Algunas implementaciones del dispositivo 100 pueden incluir una luz (por ejemplo, una lámpara LED) que parpadea intermitentemente según el dispositivo 100 se desplaza por la superficie 110.

La figura 10 es un diagrama de flujo de un proceso 1000 para operar un dispositivo 100 alimentado por vibración (por ejemplo, un dispositivo que incluye cualquier combinación adecuada de las características descritas anteriormente). El dispositivo puede incluir cualquier combinación adecuada de características, según lo descrito anteriormente. En diversas realizaciones, pueden ser incluidos distintos subconjuntos de las características descritas anteriormente.

Inicialmente, un dispositivo alimentado por vibración es colocado sobre una superficie esencialmente plana en 1005. La vibración del dispositivo es inducida en 1010 para producir el movimiento hacia delante. Por ejemplo, la vibración puede ser inducida usando un motor giratorio (por ejemplo, alimentado por batería o a cuerda) que hace girar un contrapeso. La vibración puede inducir movimiento en una dirección correspondiente a un desplazamiento entre las bases de las patas y las puntas de las patas de una o más patas propulsoras (es decir, la dirección hacia delante). En particular, esta vibración puede hacer que las patas elásticas se doblen en una dirección, en 1015, según las

fuerzas netas hacia abajo hacen que el dispositivo se desplace hacia abajo. Este doblez, junto con el uso de un material con un coeficiente de fricción lo suficientemente alto como para evitar resbalones significativos, puede hacer que el dispositivo se desplace, en general, hacia delante.

5 Según la vibración produce fuerzas netas hacia arriba (por ejemplo, debido a la suma vectorial de las fuerzas inducidas por el contrapeso giratorio y el efecto de muelle de las patas elásticas) que hacen que las patas propulsoras abandonen la superficie o queden cerca de abandonar la superficie, las puntas de dichas una o más patas propulsoras se desplazan en dirección hacia delante (es decir, la pata se desvía en la dirección hacia delante para volver a una posición neutral) en 1020. En algunas implementaciones, dichas una o más patas propulsoras  
10 pueden abandonar la superficie a intervalos variables. Por ejemplo, las patas propulsoras pueden no abandonar la superficie cada vez que las fuerzas netas son hacia arriba, porque las fuerzas pueden no superar un momento hacia abajo proveniente de un salto anterior. Además, la cantidad de tiempo que las patas propulsoras abandonan la superficie puede variar para distintos saltos (por ejemplo, según la altura del salto, lo cual, a su vez, puede depender del grado en el cual la rotación del contrapeso está en fase con el salto de las patas).

15 Durante el movimiento hacia delante del dispositivo, distintas fuerzas de arrastre en cada costado lateral del dispositivo pueden ser generadas en 1025. En general, estas distintas fuerzas de arrastre pueden ser generadas por las patas traseras que tienden a arrastrarse (o al menos se arrastran más que las patas propulsoras delanteras) y alterar las características de giro del dispositivo (por ejemplo, para contrarrestar o realzar las tendencias de giro).  
20 Habitualmente, las patas pueden estar dispuestas en (por ejemplo, dos) filas a lo largo de cada costado lateral del dispositivo, de modo que una o más de las patas en una fila se arrastren más que las correspondientes patas en otra fila. Distintas técnicas para hacer que el dispositivo genere estas distintas fuerzas de arrastre se describen en lo que antecede.

25 Si el dispositivo se vuelca, el rodaje del dispositivo es inducido en 1030. En general, esta tendencia a rodar puede ser inducida por la rotación del contrapeso y hace que el dispositivo tienda a enderezarse independientemente. Según lo expuesto anteriormente, la forma externa del dispositivo a lo largo de la dimensión longitudinal (por ejemplo, esencialmente paralela al eje de rotación y / o a la dirección general hacia delante del desplazamiento del dispositivo) puede ser modelada para promover el rodaje (por ejemplo, emulando la "redondez" longitudinal). El  
30 rodaje del dispositivo también puede ser detenido por una dispersión relativamente amplia entre las filas de patas en 1035. En particular, si las patas son lo bastante anchas con respecto al COG del dispositivo, las fuerzas giratorias generadas por el contrapeso giratorio son generalmente insuficientes (en ausencia de fuerzas adicionales) para hacer que el dispositivo ruede desde la posición enderezada.

35 En 1040, la elasticidad de la nariz del dispositivo puede inducir un rebote cuando el dispositivo encuentra un obstáculo (por ejemplo, una pared). Esta tendencia a rebotar puede facilitar el cambio de direcciones para alejarse de un obstáculo o girar hacia un mayor ángulo de incidencia, en particular cuando se combina con una nariz de forma puntiaguda, según lo expuesto anteriormente. La nariz elástica puede ser construida con un material elastómero y puede estar integralmente moldeada junto con los brazuelos laterales y / o las patas, usando el mismo  
40 material elastómero. Finalmente, la deriva lateral puede ser suprimida en 1045, en base a un coeficiente de fricción suficientemente alto en las puntas de las patas, lo cual puede impedir que las patas tiendan a deslizarse lateralmente según el contrapeso giratorio genera fuerzas laterales.

La figura 11 es un diagrama de flujo de un proceso 1100 para construir un dispositivo 100 alimentado por vibración  
45 (por ejemplo, un dispositivo que incluye cualquier combinación adecuada de las características descritas anteriormente). Inicialmente, el chasis del dispositivo es moldeado en 1105. El chasis del dispositivo puede ser el costado inferior 122 mostrado en la figura 1 y puede estar construido con un plástico duro u otro material relativamente duro o rígido, aunque el tipo de material usado para el costado inferior, en general, no es especialmente crítico para el funcionamiento del dispositivo. Un armazón superior también es moldeado en 1110. El  
50 armazón superior puede incluir una parte relativamente dura de la parte superior del cuerpo de la cubierta 102 mostrada en la figura 1, incluyendo el punto alto 120. El armazón superior es co-moldeado con un cuerpo elastómero en 1115 para formar el cuerpo superior del dispositivo. El cuerpo elastómero puede incluir una pieza única formada integralmente, que incluye las patas 104, los brazuelos 112 y la nariz 108. El co-moldeo de un armazón superior duro y un cuerpo elastómero más elástico puede proporcionar una mejor constructibilidad (por  
55 ejemplo, la parte dura puede facilitar adosar al chasis del dispositivo, usando tornillos o postes), proporcionar más rigidez longitudinal, puede facilitar el enderezamiento (según lo explicado anteriormente) y puede proporcionar patas que facilitan los saltos, el movimiento hacia delante y los ajustes de giro. La cubierta es ensamblada en 1120. La cubierta incluye generalmente una batería, un conmutador, un motor giratorio y una carga excéntrica, todos los cuales pueden estar alojados entre el chasis del dispositivo y el cuerpo superior.

60 La capacidad del dispositivo para simular características realistas puede ser extendida proporcionando una plataforma de juegos configurable por el usuario (por ejemplo, que imita una colonia de insectos o un hormiguero). La plataforma de juegos puede ser usada para estudiar la causa y el efecto en la interacción y el flujo de vehículos autónomos, donde el usuario proporciona el control de flujo y la configuración de la colonia. Por ejemplo, la  
65 plataforma de juegos puede contener diversos elementos de flujo que pueden ser armados para dirigir dispositivos a lo largo de trayectos específicos (por ejemplo, similares a las pistas de coches de aparcamiento o pistas de trenes

de juguete). Los elementos de flujo pueden incluir piezas rectas y curvadas, según se desee. A diferencia de los juegos de trenes y / o los juegos de coches de aparcamiento, sin embargo, la plataforma de juego de la presente invención también puede incluir áreas comunes diseñadas para permitir la reunión e interacción de vehículos autónomos. Estas áreas comunes pueden contener uno o más puertos de entrada / salida que permiten la conexión de los elementos de flujo. El área común puede incluir un espacio abierto interno, o características que alteran las interacciones de los vehículos, tales como una formación de postes, laberintos u otras características. Los puertos de entrada / salida pueden contener compuertas de control de flujo que bloquean el pasaje de vehículos, si se desea. Estas compuertas pueden permitir que se bloqueen puertos sin un elemento de flujo conectado, garantizando que los vehículos no escapen de la plataforma de juegos. Las compuertas también pueden ser usadas para crear áreas comunes con más o menos puertos de entrada / salida, permitiendo de tal modo el estudio de la relación de causa y efecto del flujo de vehículos autónomos.

La figura 12 es una vista en perspectiva de un componente 1200 de la plataforma de juegos del área común. El componente 1200 del área común incluye un piso 1202 plano esencialmente horizontal y múltiples paredes laterales 1204. En algunas implementaciones, las paredes laterales 1204 del componente del área común son rectas a lo largo del interior del área común y forman un polígono esencialmente regular. En algunas implementaciones, las paredes laterales 1204 forman un polígono que tiene al menos cinco o seis costados tales que las esquinas donde las paredes laterales 1204 se unen forman un ángulo que ayuda a impedir que los dispositivos alimentados por vibración se queden atascados en la esquina. Los componentes 1204 de pared lateral pueden ser esencialmente perpendiculares al piso 1202, o pueden al menos ser suficientemente verticales para hacer que los dispositivos alimentados por vibración se desvíen de la pared lateral 1204 (por ejemplo, rebotando de la pared lateral 1204 con una nariz elástica) o retornen de otro modo al medio del componente 1200 del área común. El componente 1200 del área común incluye adicionalmente una pluralidad de conectores 1206 que facilitan la conexión del componente 1200 del área común con otro componente del área común, o con pistas, según se describe adicionalmente más adelante. En algunas implementaciones, cada conector 1206 está formado de modo que sea capaz de engranarse con otro conector 1206 idénticamente formado. Cada conector también puede incluir lengüetas 1218 que están formadas para guiar y retener los conectores 1206 engranantes en una posición adecuada, permitiendo aún a la vez que los conectores 1206 engranantes estén separados si se aplica fuerza suficiente (es decir, en la dirección vertical para el tipo de conector ilustrado).

Adyacente a cada conector 1206 (o al menos a algunos de los conectores) hay un puerto 1208 que permite que los dispositivos alimentados por vibración lo atraviesen (por ejemplo, bien hacia dentro o hacia fuera del componente 1200 del área común). Los puertos 1208 están dispuestos en una pared lateral 1204. En algunas implementaciones, los puertos 1208 tienen un tercio, o menos, del ancho de la pared lateral 1204, a cada lado del componente 1200 del área común. Cada puerto puede incluir una compuerta 1210 que puede girar o pivotar entre una posición cerrada (según lo indicado en 1210a), una posición parcialmente abierta (según lo indicado en 1210b) y una posición totalmente abierta (según lo indicado en 1210c). Cada pared lateral 1204 (al menos a un lado del puerto 1208) incluye una ranura 1216 hacia la cual puede girar la compuerta 1210 para esa pared lateral 1204 (o deslizarse, en algunas implementaciones), para proporcionar un puerto abierto 1208 a través del cual puedan desplazarse los dispositivos alimentados por vibración. La compuerta 1210 puede incluir una proyección 1212 de palanca que puede hacer que la compuerta sea más fácil de girar (por ejemplo, con el dedo de un usuario), y la pared lateral 1204 puede incluir una muesca 1214 que hace que sea más fácil tomar contacto con la proyección 1212 de palanca (por ejemplo, nuevamente con el dedo de un usuario) cuando la compuerta 1210 está en la posición totalmente abierta. Por ejemplo, cada compuerta 1210 está adaptada para ser abierta y cerrada girando la proyección 1212 de palanca en un arco esencialmente perpendicular al área 1202 esencialmente plana del área común 1200.

La figura 13A es una vista en perspectiva de un componente 1300 de plataforma de juegos de pista recta. El componente 1300 de pista recta incluye un piso 1302 esencialmente plano y paredes laterales 1304 que forman un canal 1308 en forma de U con extremos abiertos 1310. Las paredes laterales 1304 pueden ser esencialmente verticales o al menos suficientemente verticales para hacer que un dispositivo alimentado por vibración se desvíe de la pared lateral 1304 o gire de otro modo hacia el medio de la pista. En algunas implementaciones, las paredes laterales 1304 del componente 1300 de pista recta están separadas por una distancia esencialmente coherente entre los extremos abiertos 1310. En algunas implementaciones, las paredes laterales 1304 están separadas entre sí por una distancia que es suficientemente más ancha que un dispositivo alimentado por vibración para el cual está diseñada la pista (por ejemplo, vendido con la pista, o para el cual la pista es un accesorio), para que el dispositivo pueda desplazarse en un sentido u otro, en alguna medida. En algunas implementaciones, el canal 1308 es lo bastante estrecho para impedir que el dispositivo alimentado por vibración pueda dar la vuelta en el componente 1300 de pista recta (por ejemplo, el dispositivo es más largo que el ancho del canal 1308).

El componente 1300 de pista recta también incluye los conectores 1306, que pueden coincidir con los conectores 1206 del componente 1200 del área común. Cuando están conectados entre sí de esta manera, el extremo del canal 1308 puede alinearse esencialmente en el sentido horizontal con uno de los puertos 1208 y el piso 1302 del canal se alinea esencialmente en sentido vertical con el área 1202 esencialmente plana del componente 1200 del área común. El componente 1300 de pista recta puede además tener las lengüetas 1312 (que coinciden con las lengüetas 1218 en la figura 2) que se aparean con partes de otro conector 1206 (véase la figura 12), 1306 o 1406 (véase la figura 14) para "bloquear" los conectores en su sitio. En particular, una proyección sobre el extremo inferior

de las lengüetas 1312 puede atrapar un borde inferior de una superficie 1330 adyacente a la lengüeta 1312 en un conector 1306 distinto. El conector 1306, junto con las superficies adyacentes 1316, puede engranarse o aparearse con otro conector 1306 y las correspondientes superficies 1316, de manera que impida esencialmente que los dos componentes engranados se retuerzan lateralmente con respecto al otro conector 1306. El componente 1300 de pista recta también puede incluir las ranuras 1314 en las paredes laterales 1306, junto con al menos una parte (o partes) de la longitud del componente que facilitan la inserción de accesorios u otros objetos (por ejemplo, para construir paredes más altas o túneles).

Un vehículo alimentado por vibración, según lo descrito anteriormente, se comporta de una manera significativamente distinta a un auto de aparcamiento o un tren en una pista, debido a la existencia de fuerzas laterales  $F_h$  y al menos un movimiento levemente aleatorio, no recto, del vehículo. Estas fuerzas laterales pueden causar colisiones significativas con las paredes laterales 1304 de la pista en una pista con forma de canal. Estas colisiones (por ejemplo, tanto a derecha como a izquierda) hacen que el vehículo oscile lateralmente en la pista y disminuya el movimiento del vehículo debido a la fricción durante las colisiones, en particular, cuando el vehículo está construido con goma u otro material de fricción relativamente mayor.

La figura 13B es una vista extrema de una implementación de un componente 1300 de pista recta. En esta implementación, las paredes laterales 1304 del canal 1308 y el piso 1302 se unen (en 138) en un ángulo esencialmente recto. Tal construcción tiende a dar como resultado mayores números de colisiones con las paredes laterales 1304.

También puede usarse una sección transversal alternativa de pista que elimina la oscilación de lado a lado. Una pista normal en forma de canal, tal como la mostrada en la figura 13B, usa las paredes laterales para desviar el cuerpo del vehículo. Este contacto directo, activado o desactivado, causa una reflectancia indeseable.

La figura 13C es una vista extrema o sección transversal de un canal 1308 de pista alternativa para reducir las colisiones con paredes laterales. En esta configuración, el piso 1302 incluye una curvatura 1320 hacia arriba, adyacente a las paredes laterales 1304. Esta curvatura 1320 hacia arriba forma un piso alterado (o alternativo) que interactúa con las patas del vehículo. Visto de manera diferente, el canal 1308 de pista de la figura 13C incluye una depresión en el piso que fue añadida con curvas graduales 1320 a los lados derecho e izquierdo. Cuando las curvas graduales 1320 toman contacto con las patas, el vehículo es gradualmente desviado hacia una línea central 1322 del canal 1308, al curso correcto, proporcionalmente con su error de dirección, eliminando, o al menos reduciendo, la oscilación. En algunas implementaciones, la curvatura 1320 hacia arriba que es adyacente a la pared lateral 1304 puede terminar en una superficie horizontal plana, según lo ilustrado en la figura 13C, mientras que en otros casos la curvatura 1320 hacia arriba puede unirse con la correspondiente pared lateral 1304 adyacente. En algunos casos la curvatura 1320 hacia arriba, en lugar de ser verdaderamente curva, puede estar formada por una superficie plana en un cierto ángulo con el piso 1302 y la pared lateral 1304 (por ejemplo, en un ángulo de 45 grados con el plano de la pared lateral 1304 y el plano del piso 1302) o por una serie de superficies planas que, cuando el canal es visto en sección transversal, emulan una curva formando una superficie gradualmente más empinada, según las superficies se aproximan a la pared lateral 1304.

La figura 14 es una vista en perspectiva de un componente 1400 de plataforma de juegos de pista curvada. El componente 1400 de pista curvada incluye un piso 1402 esencialmente plano, una pared lateral externa 1404a, una pared lateral interna 1404b y conectores 1406 en cada extremo. En general, el componente 1400 de pista curvada incluye características similares a las mostradas y descritas para el componente 1300 de pista recta. Por ejemplo, el componente 1400 de pista curvada puede incluir una o más características cualesquiera, descritas anteriormente para el componente 1300 de pista recta. En algunas implementaciones, el componente 1400 de pista curvada puede incluir una curvatura 1320 hacia arriba en solamente un lado (por ejemplo, adyacente a la pared lateral externa 1404a) del componente 1400 de pista curvada, aunque una característica de ese tipo también es posible en el componente 1300 de pista recta.

La figura 15 muestra una plataforma de juegos 1500 de componentes múltiples. La plataforma 1500 de juegos incluye múltiples componentes 1200 de área común, componentes 1300 de pista recta y componentes 1400 de pista curvada. Según lo ilustrado, los pisos 1202, 1302 y 1402 de los diversos componentes se unen generalmente en esencialmente el mismo plano cuando los componentes están conectados entre sí usando los conectores 1206, 1306 y 1406. En general, las dimensiones relativas de los componentes están seleccionadas para facilitar la interconexión de componentes en múltiples configuraciones (por ejemplo, de modo que los componentes tiendan a unirse en los conectores en lugar de necesitar distintas longitudes o distintas curvaturas para hacer que los componentes coincidan debidamente en los conectores). Además, las compuertas 1210 del componente 1200 de área común pueden ser usadas para controlar el flujo o movimiento de los dispositivos alimentados por vibración a través de la plataforma de juegos 1500. En algunas implementaciones, cualquiera de los componentes (por ejemplo, los componentes 1300 de pista recta o los componentes 1400 de pista curvada) también, o alternativamente, pueden incluir compuertas u otras características de control de flujo (por ejemplo, compuertas unidireccionales que oscilan en una dirección pero no en la otra, para permitir el pasaje de dispositivos en solamente una dirección). La plataforma de juegos 1500, o partes de la misma, puede ser parte de un equipo (por ejemplo, venderse juntos) para su uso en la construcción de plataformas de juegos de tamaño y configuración arbitrarios.

La figura 16 es un diagrama de flujo de un proceso 1600 para usar una plataforma de juegos para dispositivos autónomos. El proceso 1600 incluye conectar al menos un componente de pista (por ejemplo, un componente 1300 de pista recta o un componente 1400 de pista curvada) con un componente de área común (por ejemplo, el componente 1200 de área común) en 1605. Números variables de componentes pueden ser conectados entre sí para formar plataformas de juegos con muchas configuraciones distintas. Los diversos componentes pueden incluir una cualquiera o más de las características de componente descritas anteriormente. Al menos una compuerta en uno de los componentes (por ejemplo, el componente 1200 de área común) es abierta o cerrada manualmente (por ejemplo, por un usuario) en 1610. Finalmente, al menos un dispositivo auto-propulsado alimentado por vibración es operado en al menos uno entre el componente de área común o el componente de pista en 1615.

La invención está definida por las reivindicaciones adjuntas.

## REIVINDICACIONES

1. Un componente de plataforma de juegos, que comprende:

5 un piso (1302) esencialmente plano dispuesto entre extremos longitudinales;

un conector en cada extremo longitudinal, en el que el conector está adaptado para engranarse con un correspondiente conector en otro componente de plataforma de juegos;

10 costados laterales (1304) adaptados para limitar el movimiento de dispositivos (100) alimentados por vibración, lateralmente con respecto a una dimensión longitudinal del piso (1302), en el que los costados laterales terminan en cada extremo longitudinal para formar un extremo abierto; y en el que el piso (1302) incluye una curvatura (1320) hacia arriba, en las proximidades del lugar en el que el piso (1302) se une con los costados laterales (1304), terminando la curvatura (1320) hacia arriba en una superficie horizontal plana que se encuentra con el respectivo  
15 costado lateral (1304).

2. El componente de plataforma de juegos de la reivindicación 1, en el cual los costados laterales (1304) están separados por una distancia esencialmente coherente entre los extremos abiertos.

20 3. El componente de plataforma de juegos de la reivindicación 1 o 2, en el cual la curvatura (1320) hacia arriba forma un piso alterado que, en uso, interactúa con las patas de vehículo de un dispositivo o vehículo (100) alimentado por vibración.

25 4. El componente de plataforma de juegos de la reivindicación 3, en el cual la curvatura (1320) hacia arriba incluye una depresión en el piso, con curvas graduales (1320) en los lados derecho e izquierdo.

30 5. El componente de plataforma de juegos de la reivindicación 3, en el cual, cuando las curvas graduales (1320), en uso, contactan con las patas, el vehículo (100) es gradualmente desviado hacia una línea central (1322) del canal (1308), al curso correcto, proporcionalmente a su error de dirección, eliminando, o al menos reduciendo, la oscilación.

35 6. El componente de plataforma de juegos de una de las reivindicaciones precedentes, en el cual la curvatura (1320) hacia arriba está formada por una superficie plana a un cierto ángulo con el piso (1302) y la pared lateral (1304), en particular a un ángulo de 45 grados con el plano de la pared lateral (1304) y el plano del piso (1302), o por una serie de superficies planas que, cuando el canal es visto en sección transversal, emulan una curva formando una superficie gradualmente más empinada según las superficies se aproximan a la pared lateral (1304).

7. Un equipo de plataforma de juegos, que comprende:

40 un área común (1200) acotada por una pluralidad de paredes laterales verticales;

una pluralidad de conectores (1206); y

45 al menos un componente de plataforma de juegos según una de las reivindicaciones precedentes.

8. El equipo de plataforma de juegos según la reivindicación 7, que comprende adicionalmente una pluralidad de puertos (1208); con cada puerto dispuesto en una pared lateral a lo largo de una de las paredes laterales del área común, y cada puerto está situado adyacente a uno de los conectores; cada componente de la plataforma de juegos está adaptado para conectarse con el área común en uno de los puertos, usando uno de los conectores.

50 9. El equipo de plataforma de juegos de la reivindicación 8, en el cual cada puerto incluye una compuerta adaptada para abrirse y cerrarse, para impedir el movimiento de los dispositivos alimentados por vibración cuando está cerrada, y para permitir el paso de los dispositivos alimentados por vibración cuando está abierta, y cada puerto está situado adyacente a uno de los conectores.

55 10. El equipo de plataforma de juegos de la reivindicación 8 o 9, en el cual cada componente de la plataforma de juegos incluye un conector en cada extremo del canal y cada uno de los conectores adyacentes a un puerto del área común está adaptado para engranarse con los conectores en los extremos del canal.

60 11. El equipo de plataforma de juegos de una de las reivindicaciones 7 a 10, que comprende adicionalmente al menos un dispositivo alimentado por vibración, que incluye:

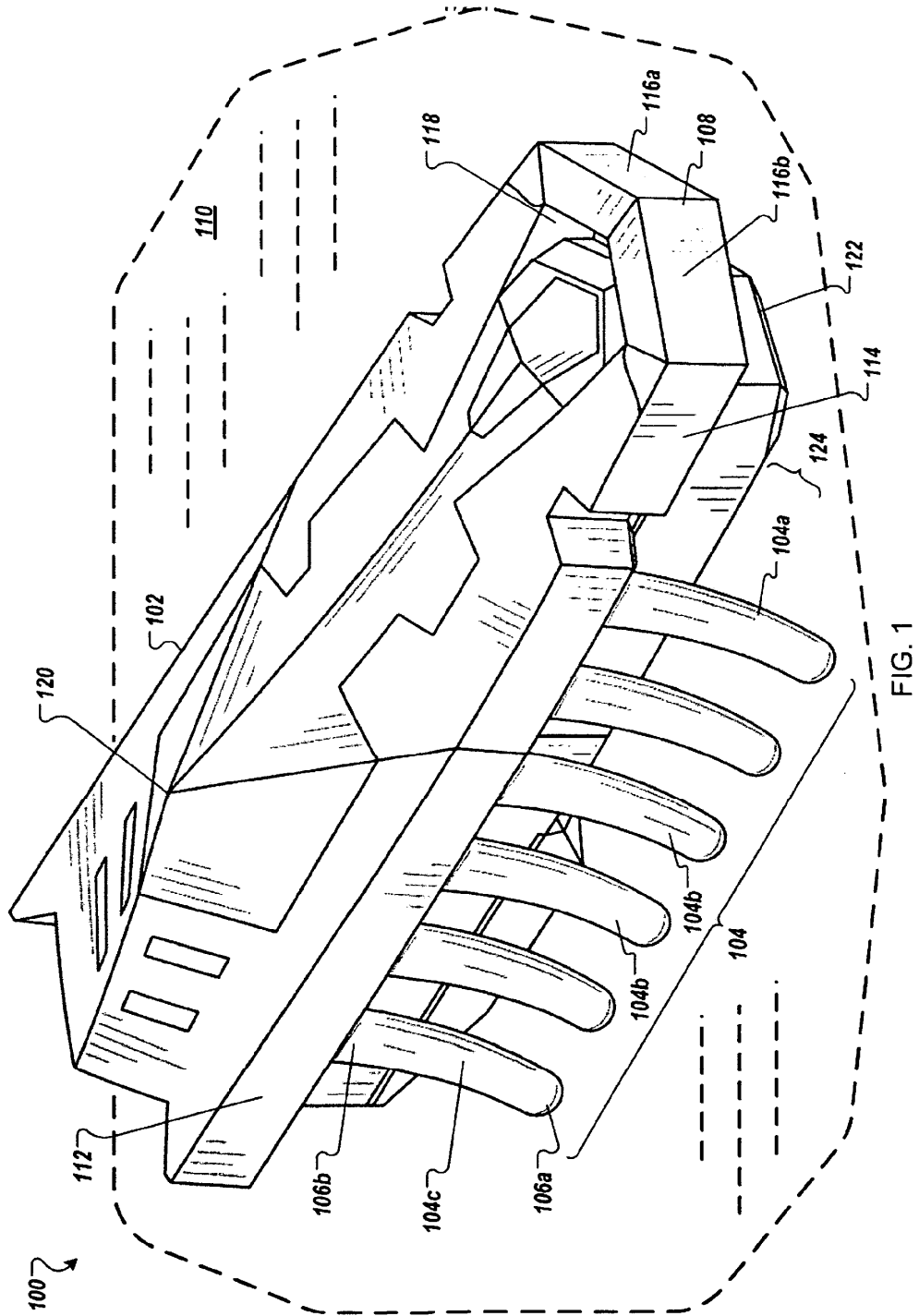
un cuerpo;

65 un motor giratorio acoplado al cuerpo;

una carga excéntrica, en el que el motor giratorio está adaptado para hacer girar la carga excéntrica; y

una pluralidad de patas.

- 5 12. El equipo de plataforma de juegos de la reivindicación 11, en el cual la pluralidad de patas del al menos un dispositivo alimentado por vibración tienen, cada una, una base de pata y una punta de pata en un extremo distal con respecto a la base de pata, en el cual al menos una parte de la pluralidad de patas están:
- 10 construidas con un material flexible;
- moldeadas por inyección;
- acopladas integralmente al cuerpo en la base de pata; e
- 15 incluyen al menos una pata propulsora configurada para hacer que el dispositivo alimentado por vibración se desplace en una dirección generalmente definida por un desplazamiento entre la base de pata y la punta de pata, según el motor giratorio hace girar la carga excéntrica.



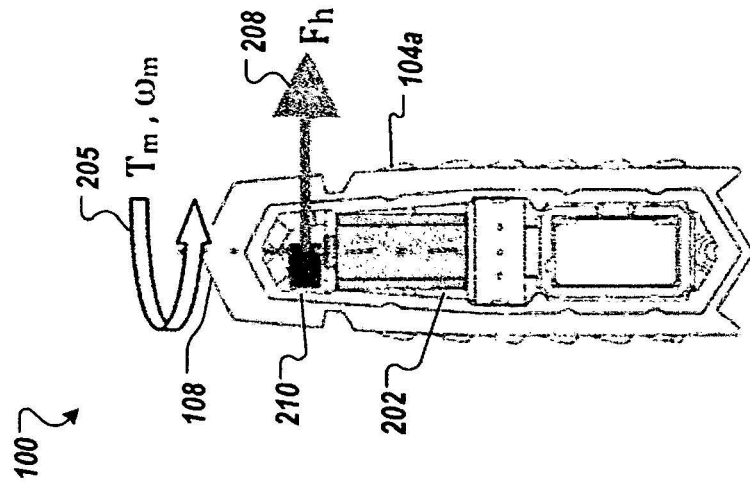


FIG. 2B

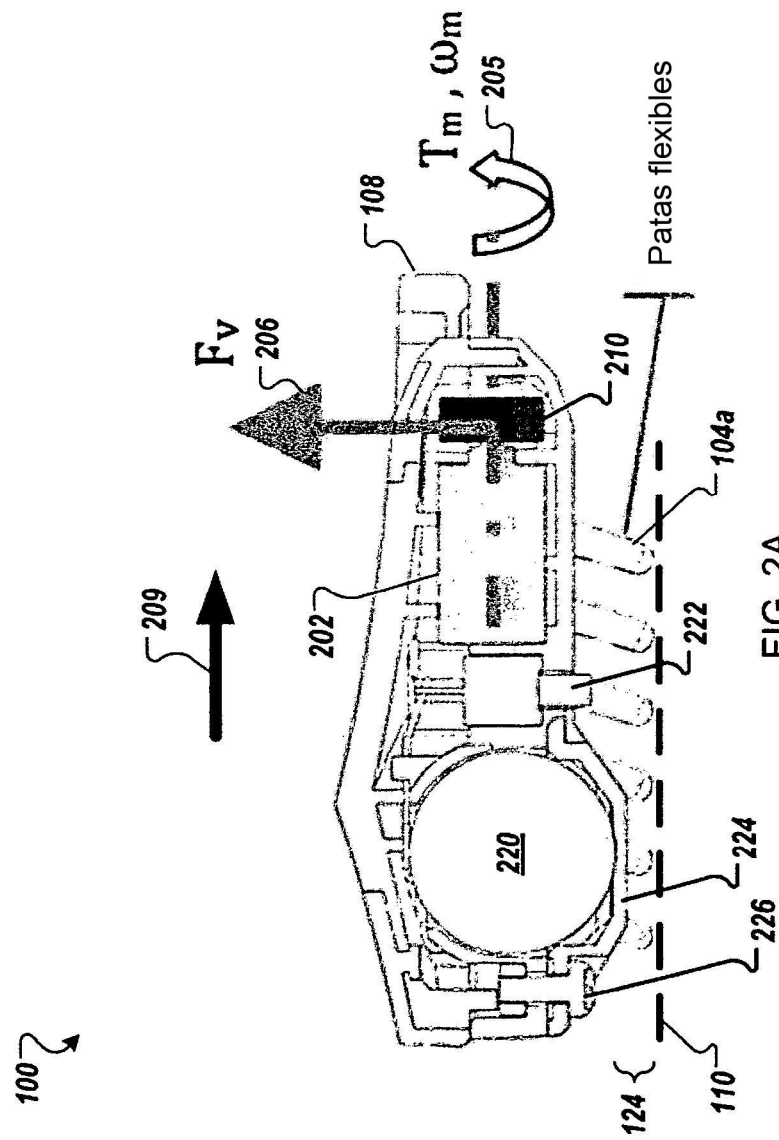
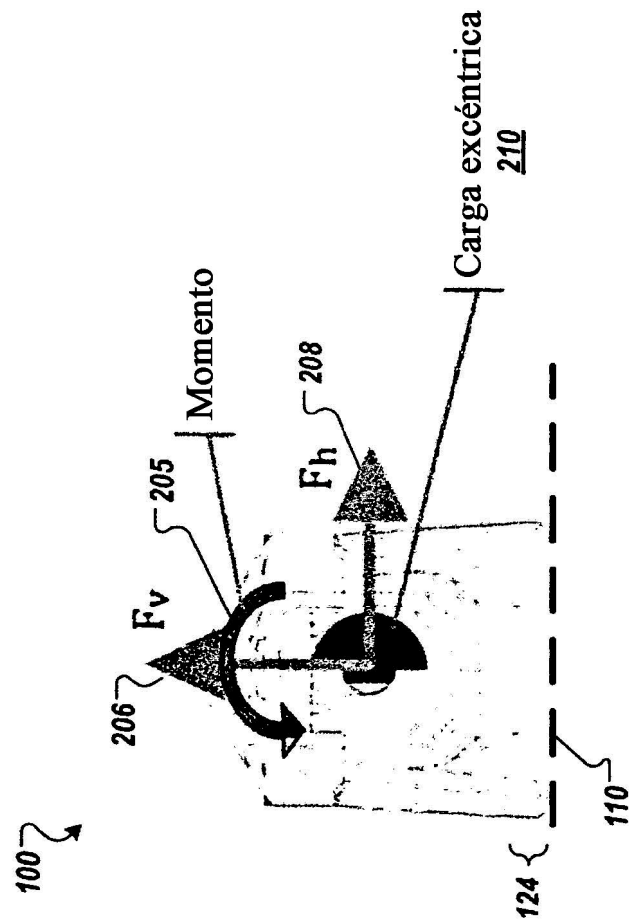
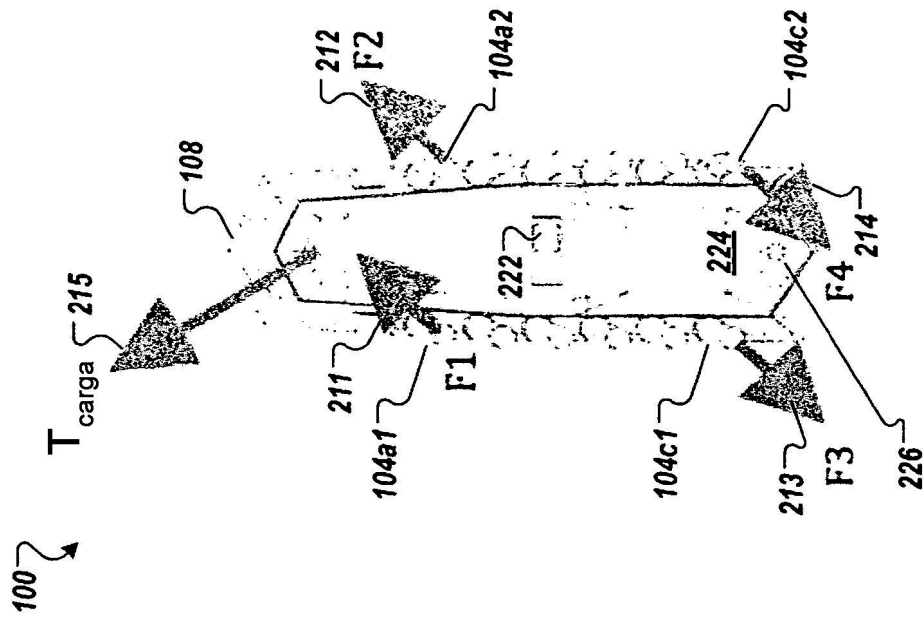


FIG. 2A



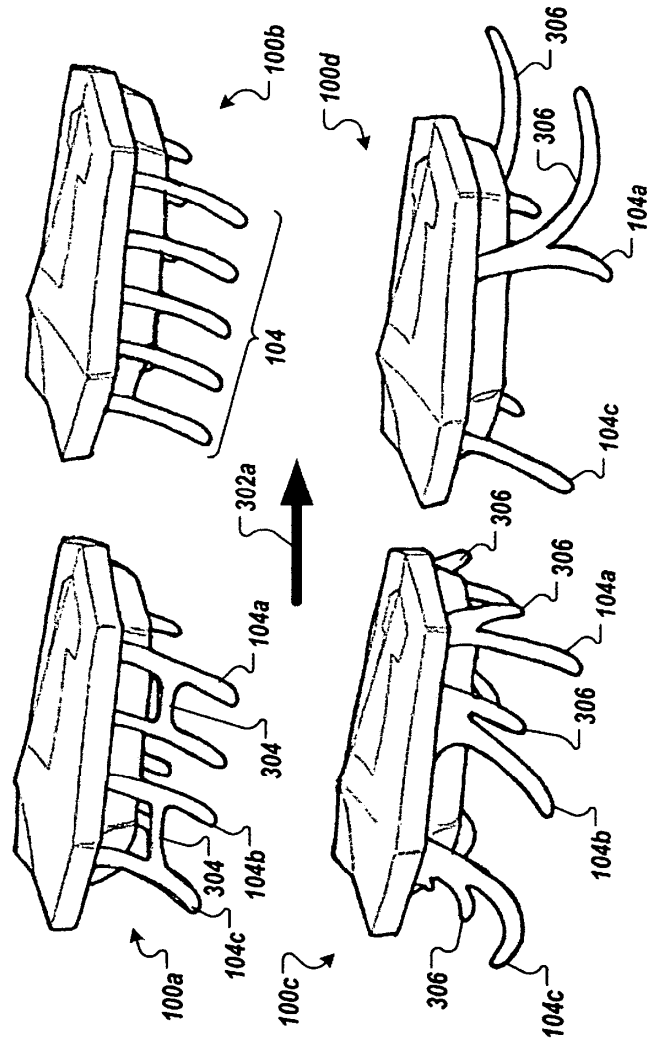


FIG. 3A

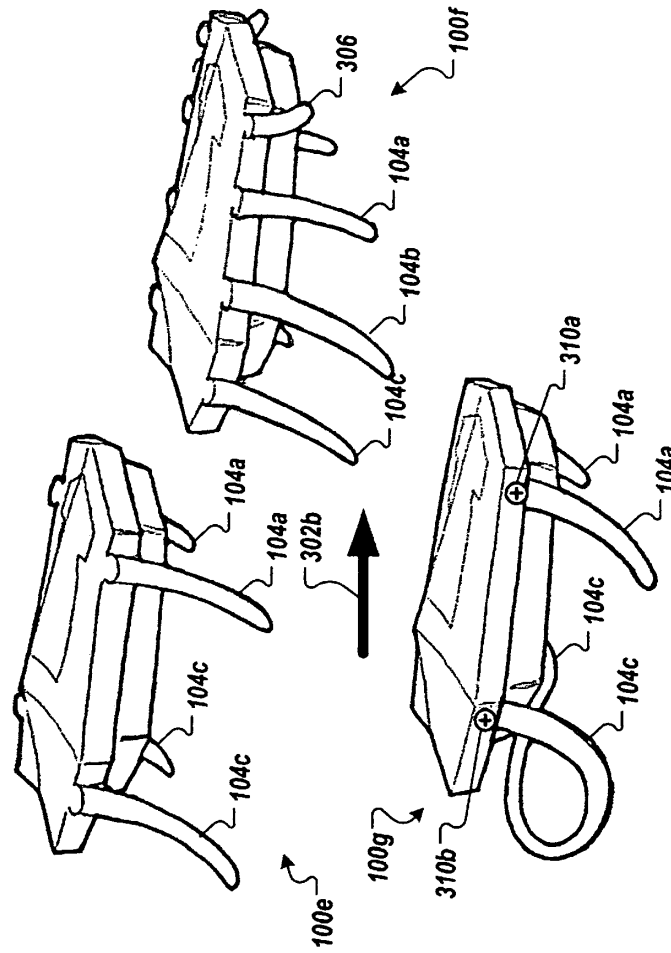


FIG. 3B

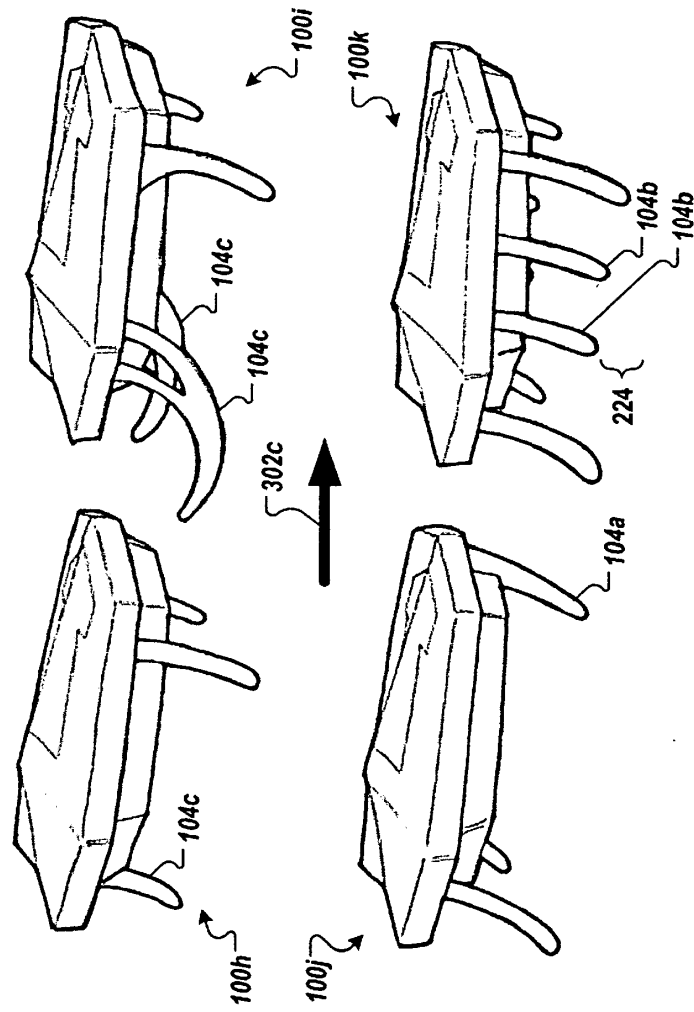


FIG. 3C

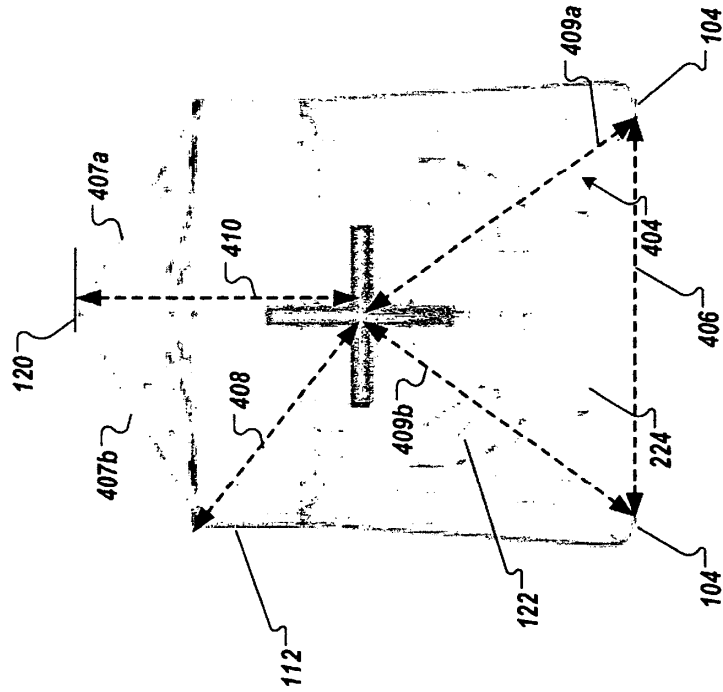


FIG. 4

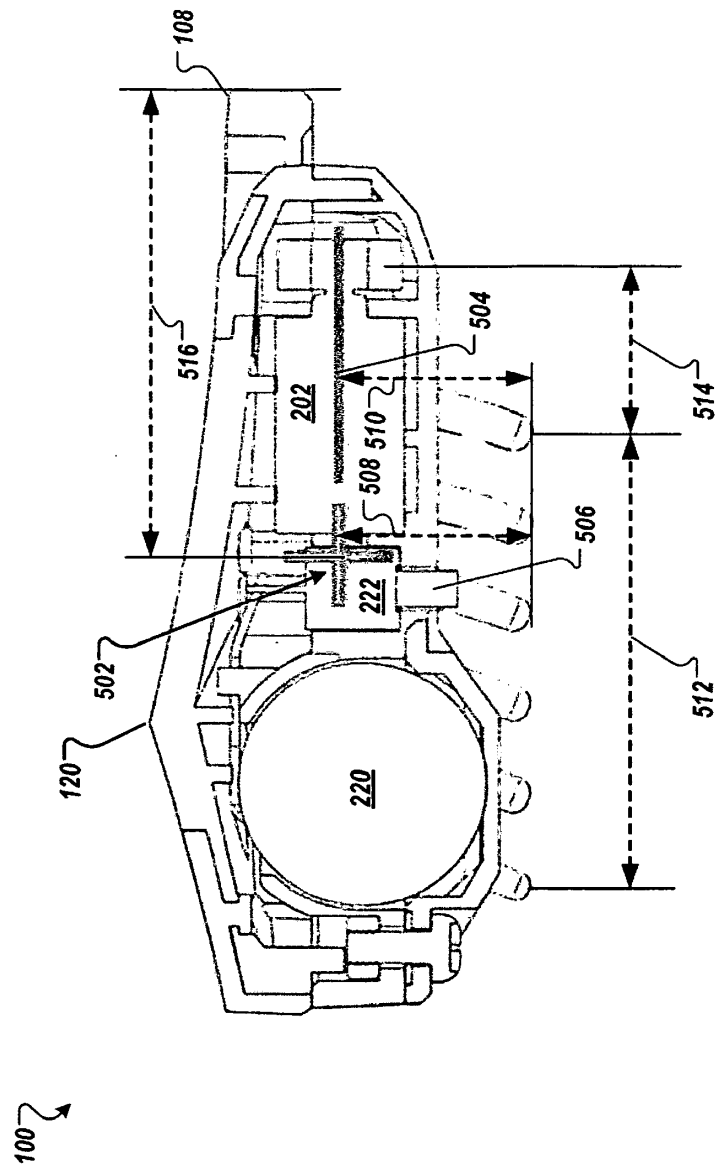


FIG. 5

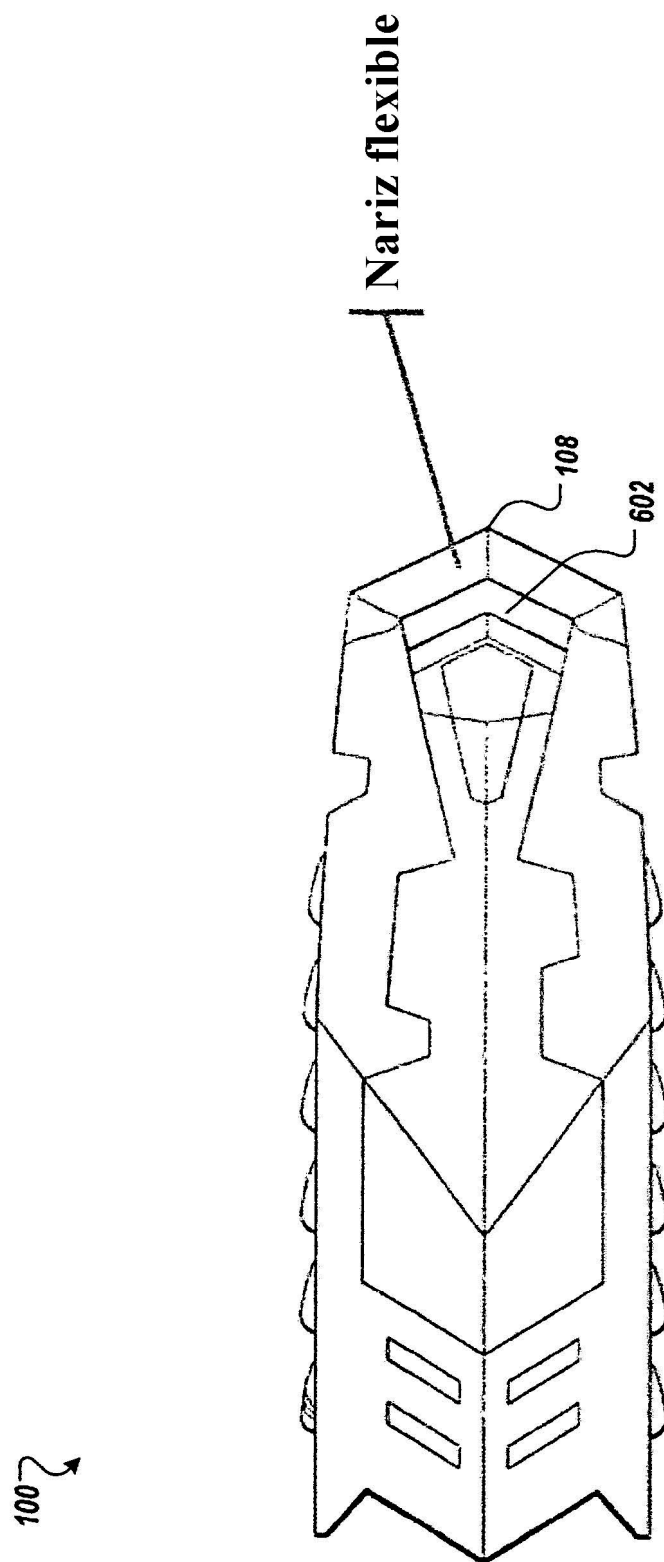


FIG. 6

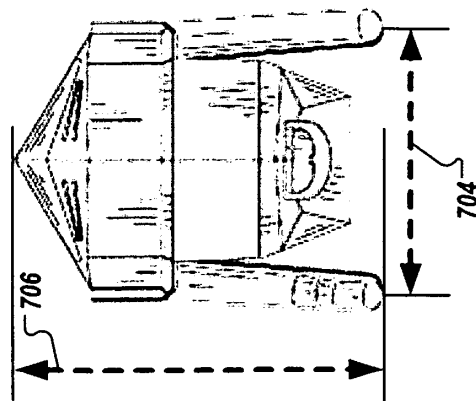


FIG. 7A

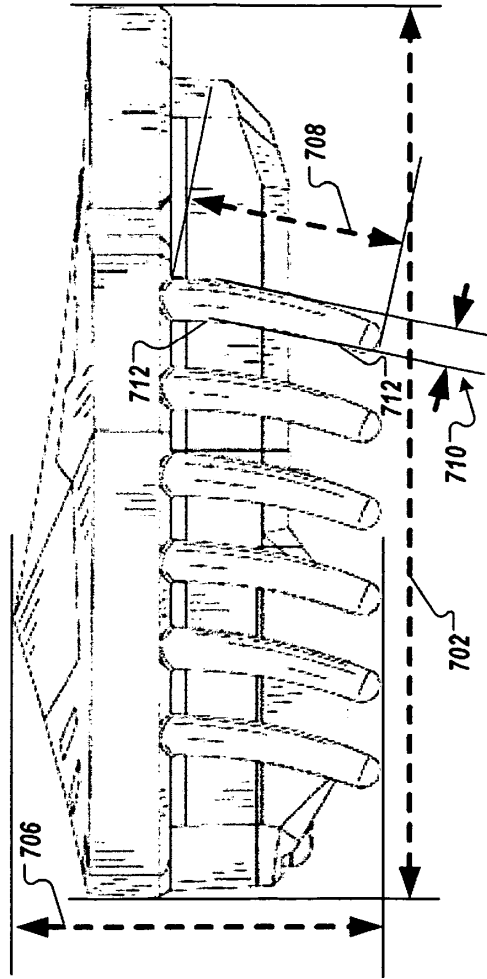


FIG. 7B

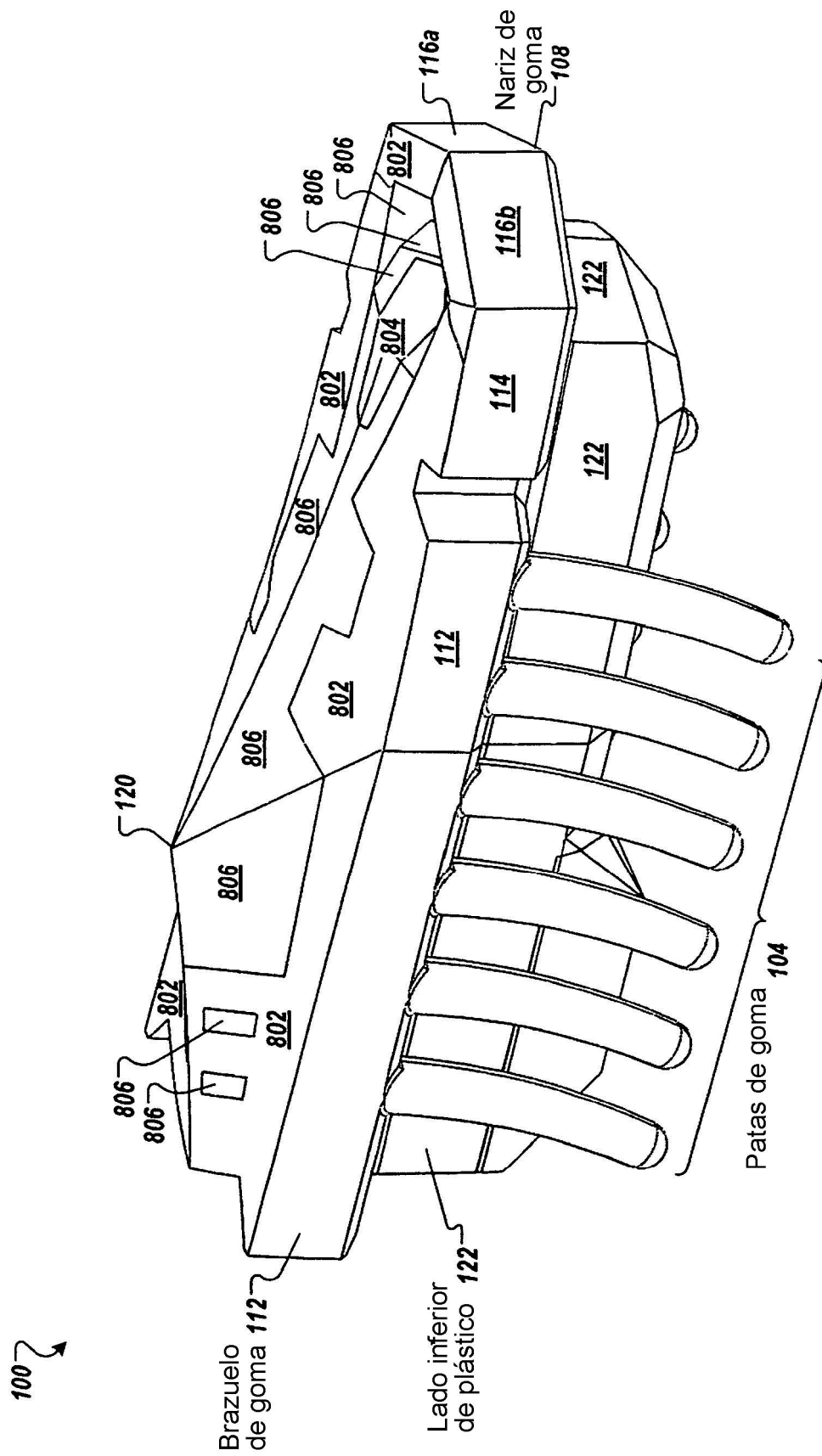


FIG. 8

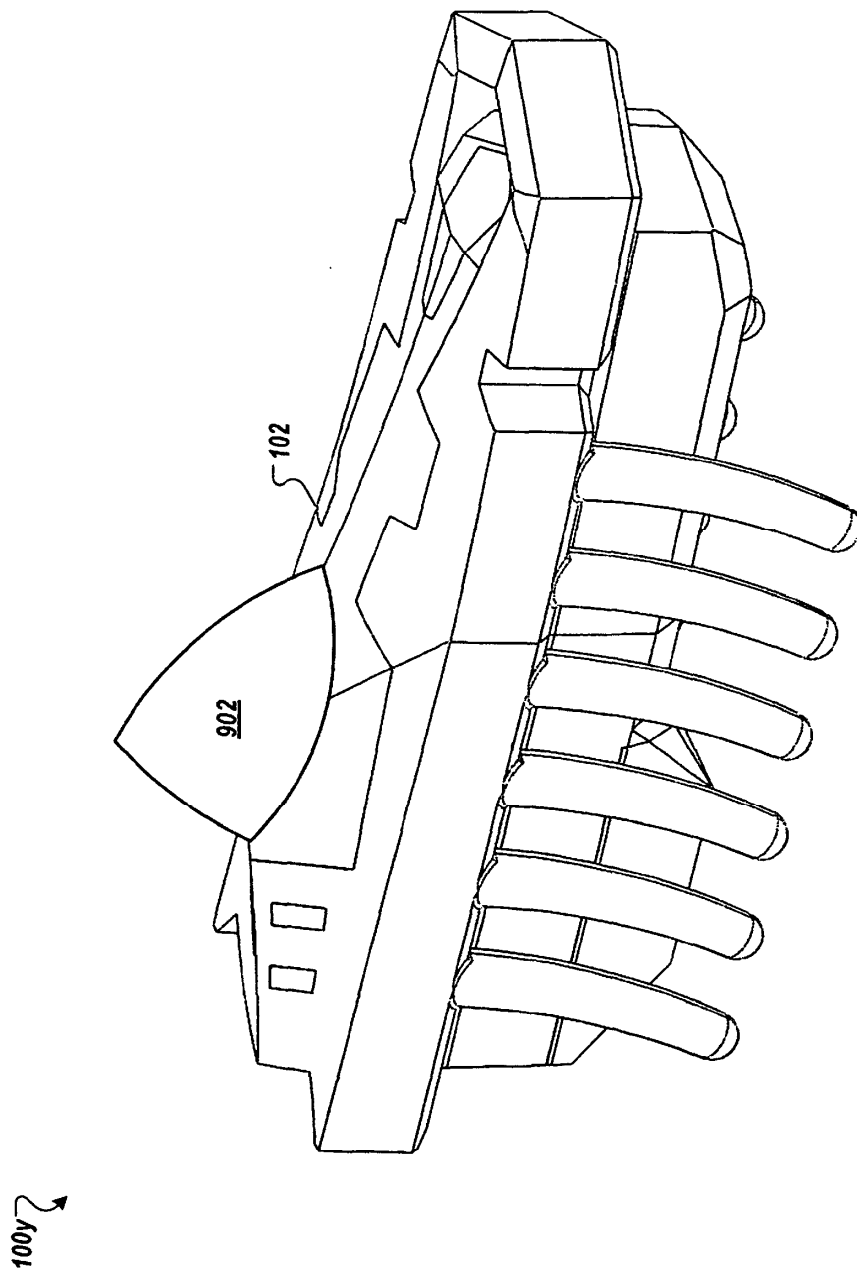


FIG. 9A

100z ↗

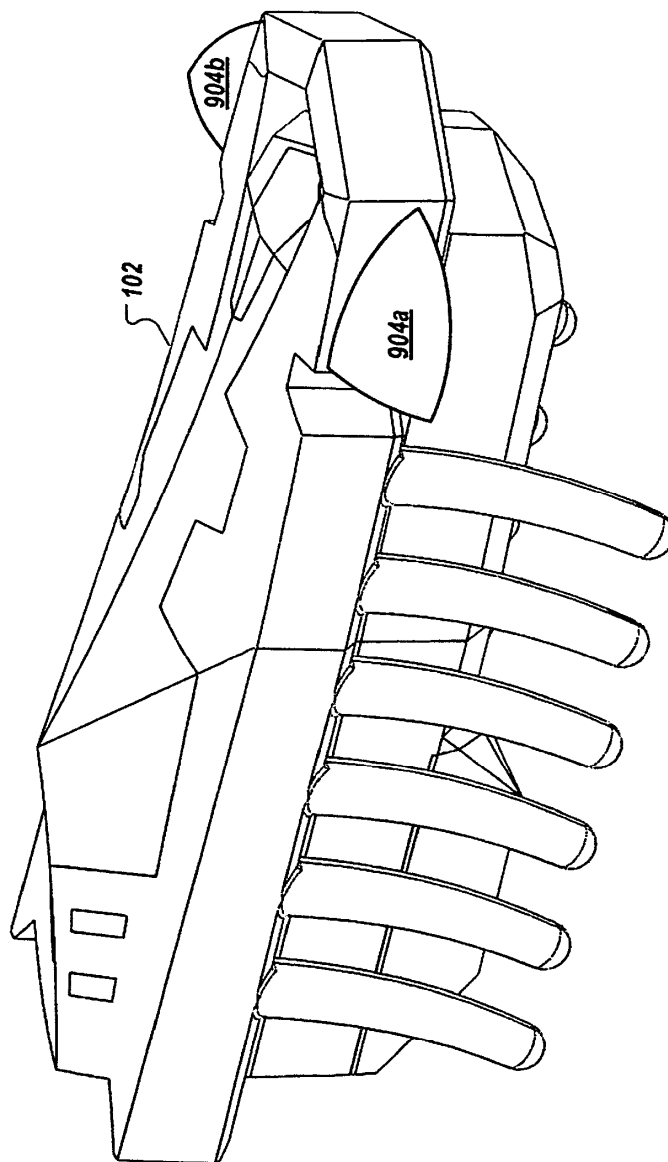


FIG. 9B

1100 ↘

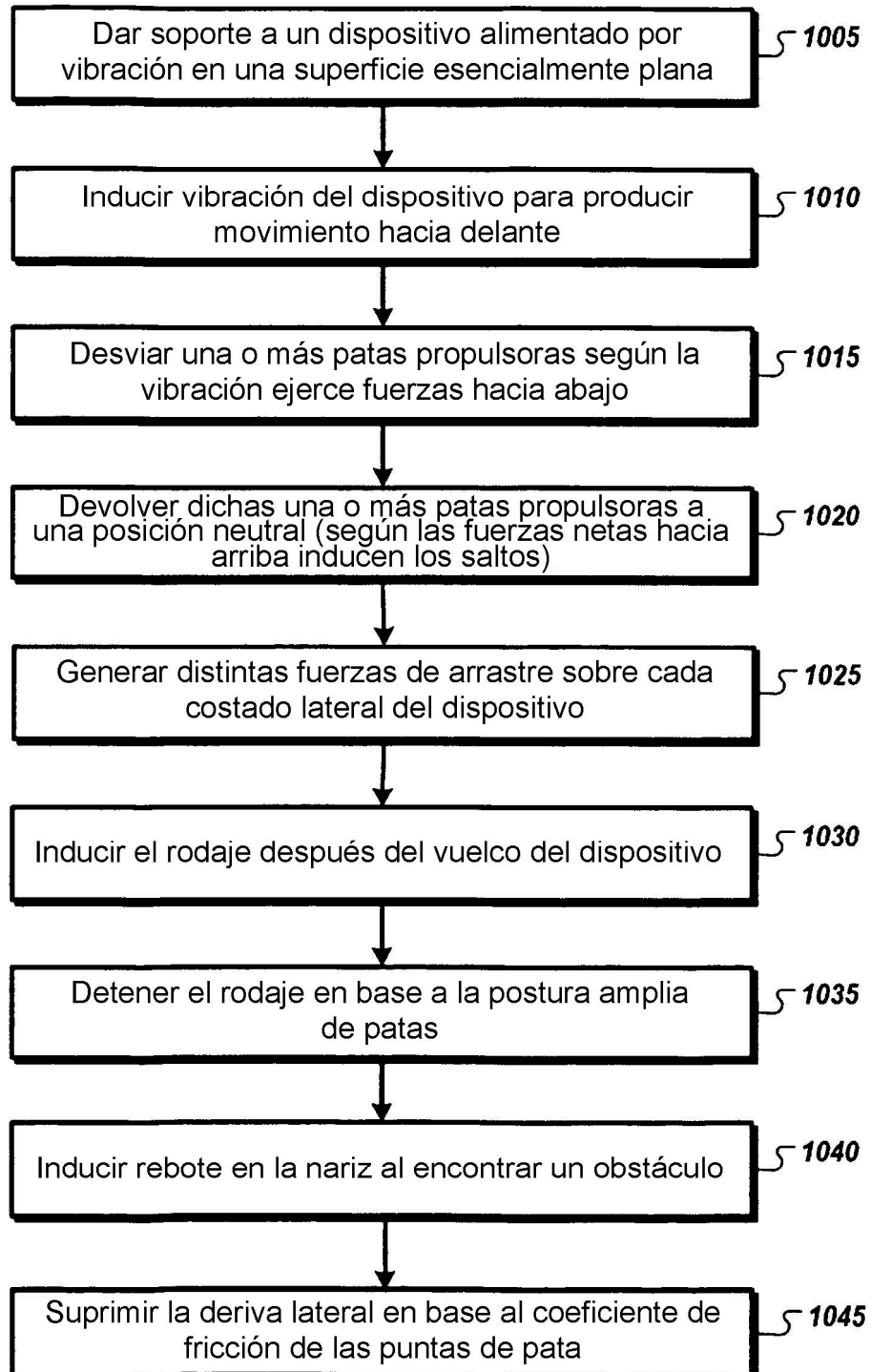


FIG. 10

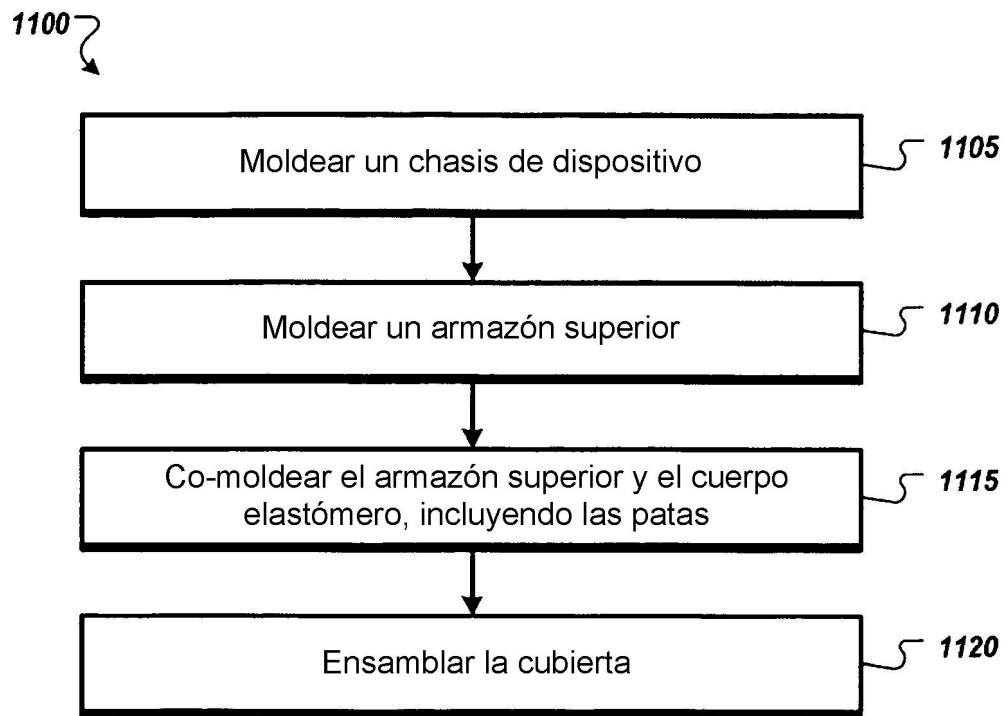


FIG. 11

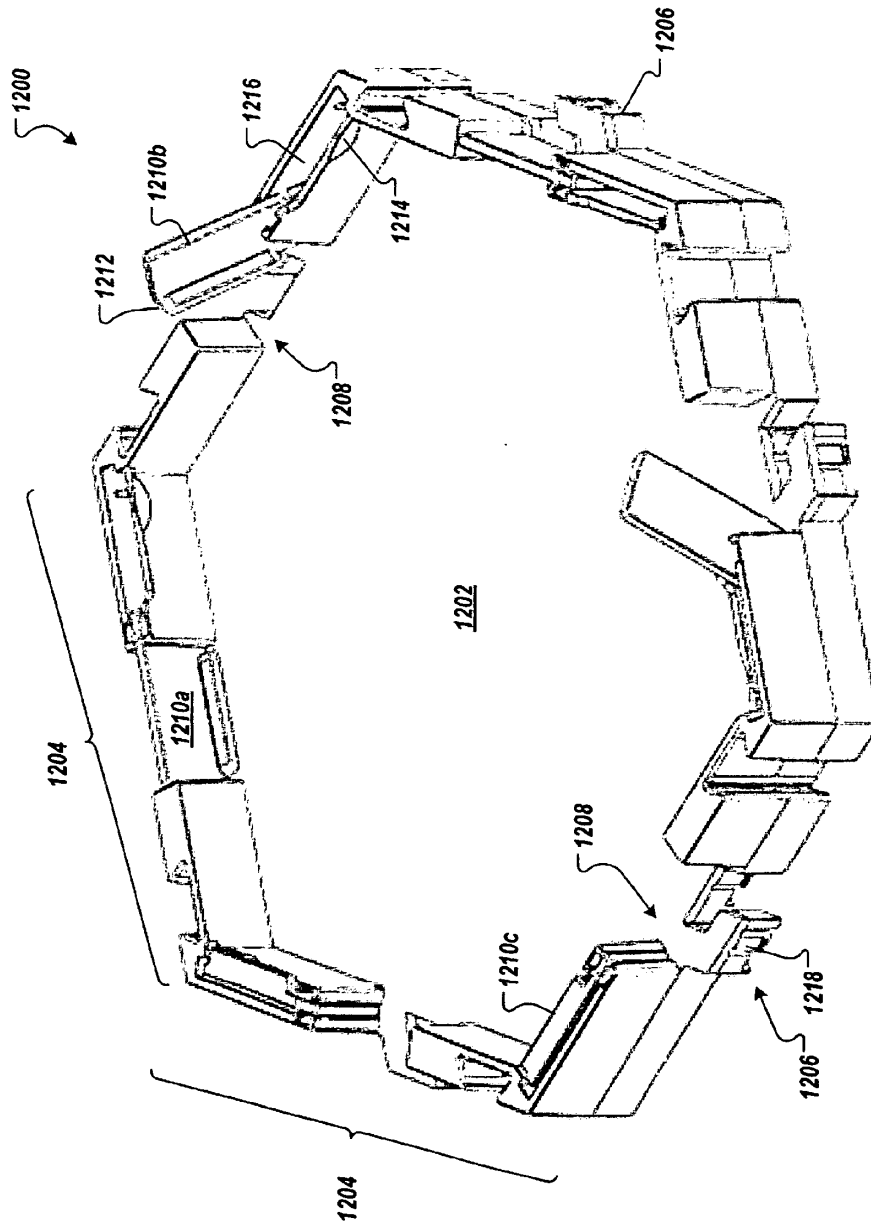


FIG. 12

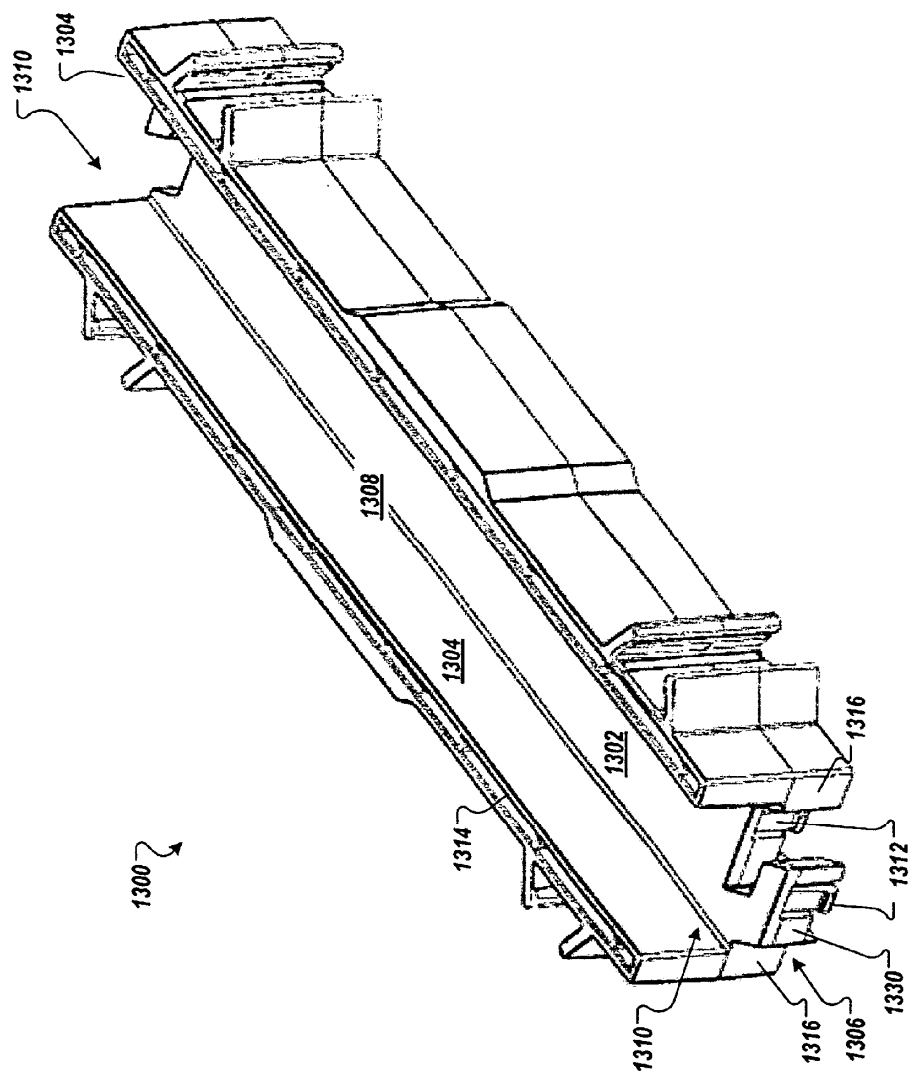


FIG. 13A

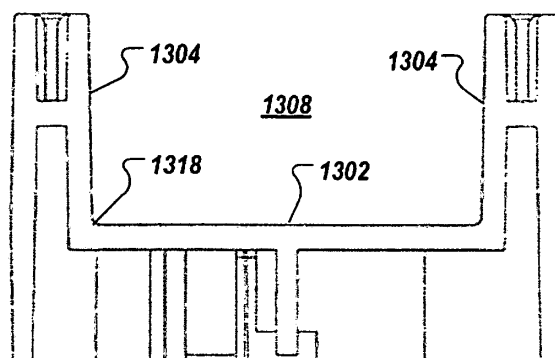


FIG. 13B

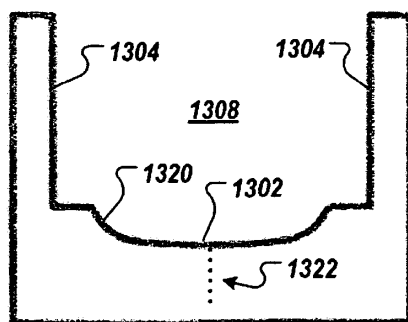


FIG. 13C

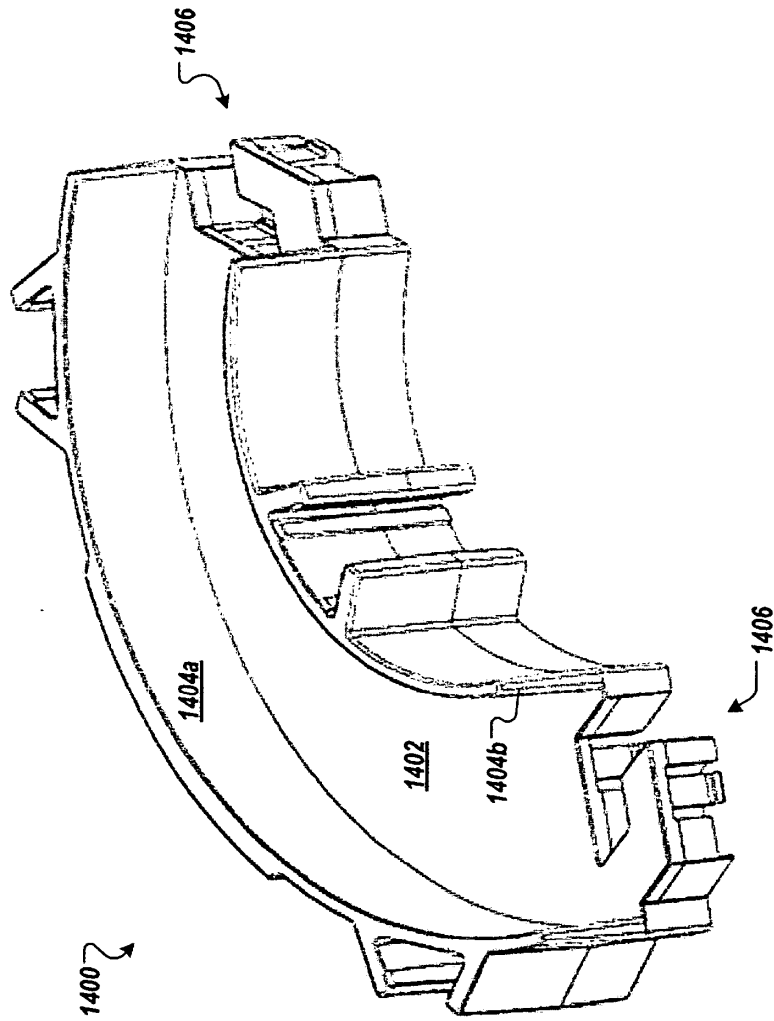


FIG. 14

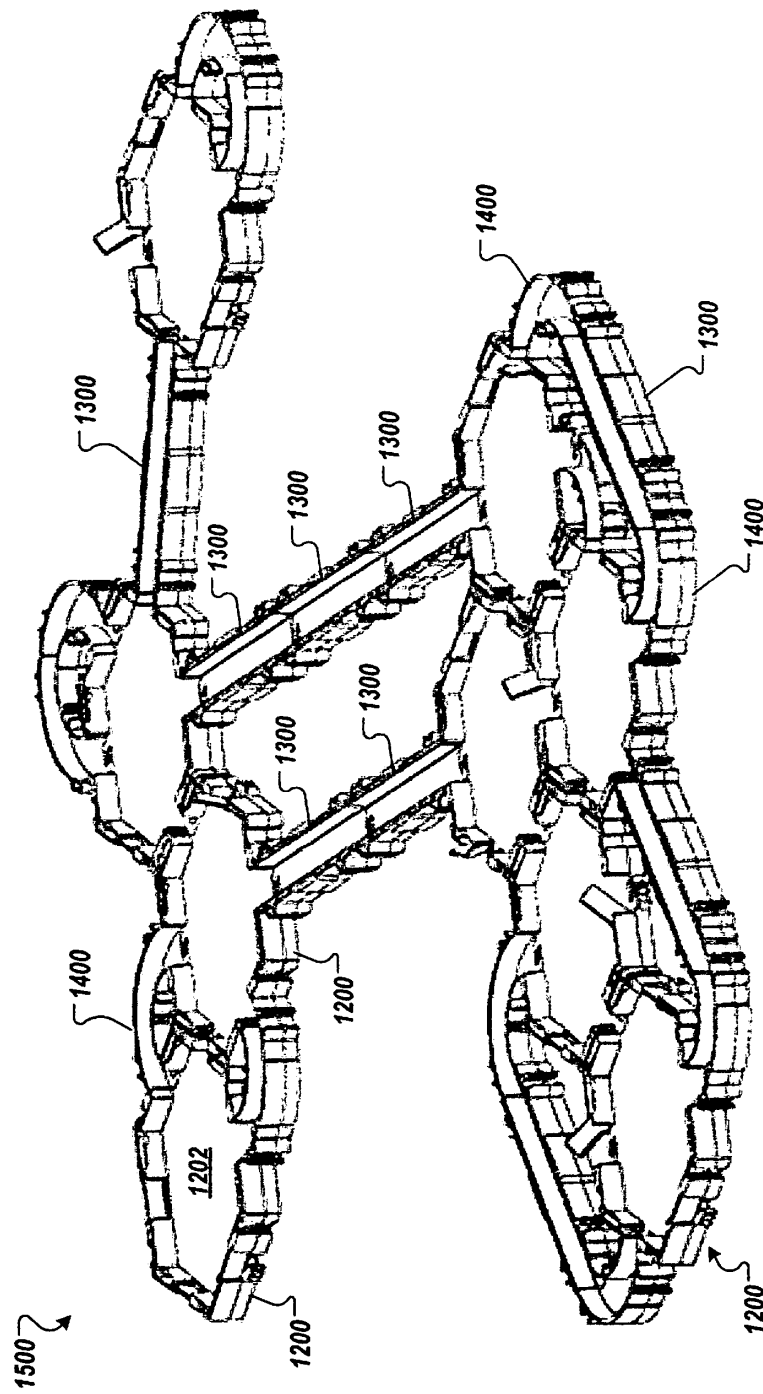


FIG. 15

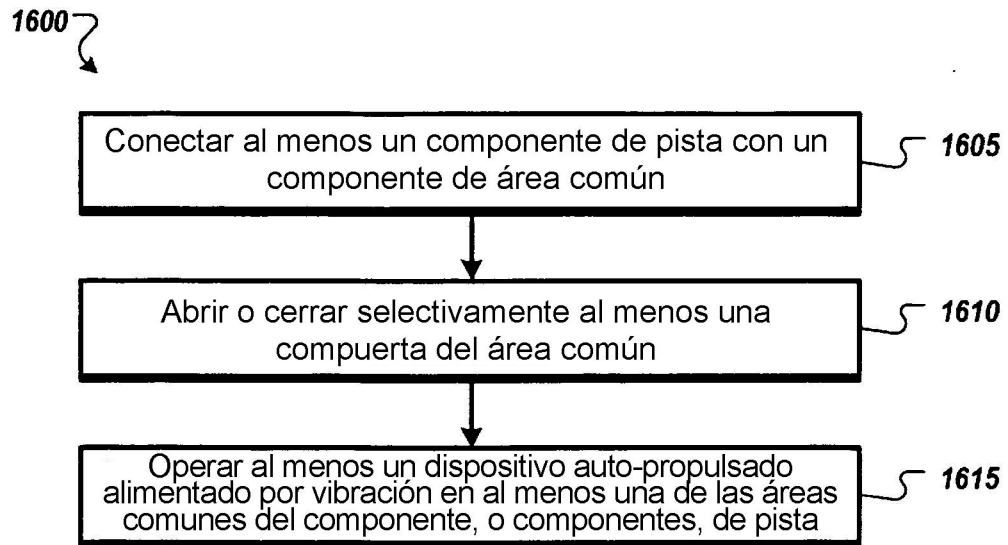


FIG. 16