

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 390 502**

51 Int. Cl.:  
**B65G 45/14** (2006.01)  
**B65G 45/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07841014 .9**  
96 Fecha de presentación: **16.08.2007**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2057088**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **13.05.2009**

54 Título: **Sistema y control de manipulación de material a granel**

30 Prioridad:  
31.08.2006 US 824103 P  
16.01.2007 US 885084 P  
15.08.2007 US 839109

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
13.11.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
13.11.2012

73 Titular/es:  
**MARTIN ENGINEERING COMPANY (100.0%)**  
**ONE MARTIN PLACE**  
**NEPONSET, ILLINOIS 61345-9766, US**

72 Inventor/es:  
**SWINDERMAN, R. TODD y**  
**VAVA, CRISTIAN**

74 Agente/Representante:  
**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

ES 2 390 502 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

Sistema y control de manipulación de material a granel.

5 Los aparatos de manipulación de material a granel son utilizados en conexión con el almacenamiento y movimiento de materiales a granel tales como grano, arena, gravilla, carbón y similar. Los aparatos de manipulación de material a granel incluyen un aparato principal y un aparato secundario o accesorio. Los aparatos principales incluyen transportadores, puntos de transferencia de transportador, rampas o tolvas de transferencia, cubos para basura, silos, tolvas, estructuras asociadas y similares. Los aparatos accesorios incluyen limpiadores de cintas transportadoras, cañones de aire, de vibradores industriales, dispositivos de seguimiento de cinta y similares que son utilizados en combinación con el aparato principal de manipulación de material a granel. Por ejemplo, aparatos accesorios tales como cañones de aire y vibradores individuales son utilizados en combinación con aparatos principales tales como puntos de transferencia, rampas de transferencia, cubos, silos y tolvas para facilitar y controlar el flujo de material a granel a través del aparato principal y mejorar el rendimiento del aparato principal. Similarmente, aparatos secundarios tales como limpiadores de cintas transportadoras son utilizados en combinación con aparatos principales tales como transportadores para mejorar el rendimiento de los aparatos principales.

20 En algunos casos, tales como en la combinación de un vibrador industrial y una rampa de transferencia, el aparato accesorio está adaptado para crear vibraciones y para transferir vibraciones al aparato principal para inducir el flujo de material a granel a través del aparato principal. En otros casos, tales como en la combinación de un limpiador de cinta transportadora con un transportador de cinta, la vibración del aparato accesorio limpiador de cinta con respecto al aparato principal transportador de cinta es preferiblemente reducida o eliminada.

25 Los transportadores incluyen una cinta sinfin para mover materiales a granel desde una posición a una segunda posición. Cuando el material a granel es descargado desde la cinta transportadora, una parte del material a granel permanece a menudo adherida a la cinta. Los limpiadores de cinta transportadora que tienen una o más cuchillas rascadoras son utilizados para rascar el material adherente de la cinta y limpiar por ello la cinta. Las cuchillas rascadoras de un limpiador de cinta transportadora están típicamente unidas a un árbol transversal que se extiende transversalmente a la anchura de la cinta transportadora. El limpiador de cinta transportadora puede incluir uno o más dispositivos de tensado que cargan las cuchillas rascadoras en aplicación con la cinta transportadora con una fuerza que proporciona una presión de rascado entre la cuchilla rascadora y la cinta. El borde de rascado de cada cuchilla rascadora se desgasta durante su utilización debido a su aplicación de rascado con la cinta transportadora móvil. Unos tensores mueven las cuchillas rascadoras cuando las cuchillas rascadoras se desgastan para mantener las cuchillas rascadoras en aplicación de rascado cargada con la cinta transportadora.

35 Con el fin de obtener un rendimiento adecuado del limpiador de la cinta transportadora, las cuchillas rascadoras son cargadas a aplicación de rascado con la cinta transportadora con una magnitud de fuerza seleccionada para generar una presión de rascado o limpieza deseada entre la cuchilla rascadora y la cinta, y porque las cuchillas rascadoras están dispuestas en un ángulo de limpieza seleccionado con respecto a la cinta dependiendo de las condiciones operativas. Si las cuchilla rascadoras son cargadas contra la cinta transportadora con una magnitud de fuerza excesiva, esto puede dar como resultado un desgaste excesivo de las cuchillas rascadoras, puede provocar daños en la cinta transportadora, y puede hacer que la punta de la cuchilla rascadora desarrolle una temperatura excesivamente elevada debido a la fricción generada entre la cuchilla rascadora y la cinta transportadora móvil. Si las cuchillas rascadoras son cargadas contra la cinta transportadora con una fuerza demasiado pequeña, las cuchillas rascadoras no pueden limpiar eficazmente la cinta transportadora.

50 Además, las cuchillas rascadoras pueden vibrar o traquetear contra la cinta transportadora, dañando por ello potencialmente al limpiador de la cinta transportadora y/o a la cinta, y disminuyendo la eficiencia de limpieza. El traqueteo de la cuchilla rascadora puede ser causado por desigualdades de la cinta transportadora, tales como el hundimiento o combado de la cinta, defectos en la cinta, o empalmes de las cintas, y por fuerzas de fricción generadas entre la cuchilla rascadora y la cinta móvil. El traqueteo disminuye típicamente cuando aumenta la presión de rascado. En ausencia de traqueteo, la eficacia de limpieza aumenta generalmente cuando la presión de rascado aumenta hasta el límite en el que es excedida la resistencia mecánica de la cubierta de la cinta. Así, el ángulo de limpieza de las cuchillas rascadoras y la fuerza con la que las cuchillas rascadoras se aplican a la cinta transportadora producen vibración o traqueteo de las cuchillas rascadoras contra el limpiador de la cinta transportadora y así como la eficacia de limpieza.

60 Además, cada aparato principal y secundario tienen una masa de diseño y por ello una frecuencia de vibración característica. La frecuencia característica es afectada por componentes giratorios o móviles tales como la cinta, las cajas de engranaje, motores más cambios que ocurren a lo largo del tiempo con el aparato tal como cantidad de material a granel transportado o almacenado, desgaste y corrosión o por formación indeseada de sólidos a granel en forma de materiales fugitivos tales como los transportados hacia atrás, desperdicios y polvo. Los cambios en la frecuencia característica de un aparato pueden ser una indicación de un cambio en su estado mecánico o de su eficacia operativa.

65

- 5 El documento DE 102004 014084 A1, sobre el cual está basado la parte de caracterización previa de la reivindicación 1, describe un aparato de manipulación de material a granel, que comprende un transportador de material a granel que comprende una cinta para transportar materiales a granel, un miembro rascador par rascar el material a granel de la cinta de la cinta transportadora de materiales a granel, teniendo el miembro rascador un sensor de movimiento asociados con él para generar una señal de estado indicativa del movimiento del miembro rascador, un controlador para generar una señal de control que depende de la señal de estado, y un amortiguador acoplado al miembro rascador, de manera tal que el amortiguador sea capaz de amortiguar el miembro móvil del rascador.
- 10 De acuerdo con el presente invento se ha proporcionado un aparato de manipulación de material a granel, según la reivindicación 1 adjunta.
- 15 El presente invento proporciona además un método de manipulación de material a granel según la reivindicación 6 adjunta.
- 20 El controlador del sistema de manipulación de material a granel puede iniciar una acción protectora basándose en una relación predeterminada de al menos una señal de estado a un umbral inferior y a un umbral superior. En particular, el controlador puede iniciar la acción protectora si al menos una señal de estado excede del umbral superior, o si al menos una señal de estado se encuentran entre el umbral superior y el umbral inferior durante el menos un período de retardo definido.
- 25 El aparato de manipulación de material a granel puede incluir un trasportador de material a granel, y el accesorio de manipulación de material a granel puede incluir un limpiador de material a granel para rascar el material a granel del transportador de material a granel. El aparato de manipulación de material a granel puede también incluir uno o más cubos, y el accesorio de manipulación de material a granel puede incluir uno o más cañones de aire para mover el material a granel a lo largo de los cubos. Además, el aparato de manipulación de material a granel puede incluir una rampa, y el accesorio de manipulación de material a granel puede incluir uno o más vibradores para mover el material a granel a través de la rampa.
- 30 Otro aparato de manipulación de material a granel puede incluir un transportador de material a granel que comprende una cinta para transportar material a granel, un miembro rascador para rascar material a granel de la cinta de la cinta transportadora de material a granel, un amortiguador acoplado al miembro rascador, y un controlador para generar la señal de control del amortiguador basado en la señal de estado. El aparato de manipulación de material a granel puede incluir además otro miembro rascador para rascar material a granel de la
- 35 cinta de la cinta transportadora de material a granel, y otro amortiguador acoplado al miembro rascador.
- 40 El sistema de manipulación de material a granel puede incluir además un mecanismo de posicionamiento para posicionar el miembro rascador con respecto a la cinta del trasportador de material a granel. El sistema de manipulación de material a granel puede también incluir un sensor de temperatura para general una señal de temperatura indicativa de la temperatura de la cinta, del material a granel, y/o del miembro rascador.
- 45 El miembro rascador puede tener un sensor de movimiento asociado con él. El sensor de movimiento puede generar una señal de estado indicativa del movimiento del miembro rascador. De manera similar el otro miembro rascador puede tener otro sensor de movimiento asociado con él. El otro sensor de movimiento puede generar otra señal de estado indicativa del movimiento del otro miembro rascador.
- 50 El amortiguador puede amortiguar el movimiento del miembro rascador basándose en una señal de control generada por el controlador. El otro amortiguador puede amortiguar el movimiento del otro miembro rascador basándose en la otra señal de control.
- 55 El controlador genera la señal de control de acuerdo con una señal de estado para controlar el diseño de respuesta de señal definido por una pluralidad de valores de parámetros del sistema. La pluralidad de parámetros del sistema incluye un valor mínimo y un valor máximo. El valor mínimo define un nivel mínimo de la señal de control asociada con la operación segura contra fallos del miembro rascador y el valor máximo define un nivel máximo de la señal de control asociada con la operación estable del miembro rascador.
- 60 El controlador puede iniciar además una acción protectora basándose en una relación predeterminada de la señal de estado a un umbral inferior y a un umbral superior. En particular, el controlador puede iniciar la acción protectora si la señal de estado excede del umbral superior, o si la señal de estado se encuentra entre el umbral superior y el umbral inferior durante al menos un período de retardo definido.
- 65 El controlador puede generar señales que dan como resultado que el mecanismo de posicionamiento retire el miembro rascador lejos de la cinta del transportador de material a granel en respuesta a la señal de estado que indica el movimiento inaceptable del miembro rascador. El controlador puede también generar señales que dan como resultado que el mecanismo de posicionamiento retire el miembro rascador lejos de la cinta del trasportador de

material a granel en respuesta a la señal de temperatura que indica que la temperatura de la cinta, del material a granel, y/o del miembro rascador ha dejado un rango o intervalo especificado.

5 El controlador puede generar otra señal de control para el otro amortiguador basándose en la otra señal de control, y puede iniciar una acción protectora basada en la señal de estado y en la otra señal de estado que indica que el movimiento del miembro rascador y del otro miembro rascador difieren en una magnitud que excede de una cantidad de umbral.

10 El controlador puede incluir un controlador auxiliar físicamente acoplado al miembro rascador, otro controlador auxiliar físicamente acoplado al otro miembro rascador, y un controlador maestro acoplado de manera comunicativa con el controlador auxiliar, el otro controlador auxiliar, y el mecanismo de posicionamiento. El controlador auxiliar puede incluir el sensor de movimiento y puede generar la señal de control para el amortiguador. De forma similar, el otro controlador auxiliar puede incluir el otro sensor de movimiento y puede generar la otra señal de control para el otro amortiguador. El controlador maestro puede generar una o más señales de posición basándose en la señal de estado y en la otra señal de estado para hacer que el mecanismo de posicionamiento posicione el miembro rascador y el otro miembro rascador con respecto a la cinta.

20 Un método de manipulación de material a granel es también proporcionado, como se ha establecido en la reivindicación 6 adjunta.

25 El método puede incluir además generar datos de error de desplazamiento a partir de la señal de estado que es indicativa de un error de desplazamiento del miembro rascador en relación a la cinta del transportador de material a granel, generando un valor de coste a partir de los datos de error de desplazamiento, y ajustar parámetros que definen la señal de estado para controlar el diseño de señal en respuesta al valor de coste que tiene una relación predeterminada a una cantidad de umbral.

30 El método puede también incluir generar datos de error a partir de la señal de estado que es indicativa de un error del miembro rascador manteniendo contacto con la cinta del transportador de material a granel, generar un valor de coste basándose en los componentes de frecuencia extraídos de los datos de error, y ajustar parámetros que definen la señal de estado para controlar el diseño de señal en respuesta al valor de coste que tiene una relación predeterminada a una cantidad de umbral.

35 Además, el método puede iniciar una acción protectora si la señal de estado excede de un umbral superior o si la señal de estado se encuentra entre el umbral superior y un umbral inferior durante al menos un período de retardo definido.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

40 El invento descrito aquí está ilustrado a modo de ejemplo y no a modo de limitación en las figuras adjuntas. Por simplicidad y claridad de ilustración, los elementos ilustrados en las figuras no están necesariamente dibujados a escala. Por ejemplo, las dimensiones de algunos elementos pueden estar exageradas con relación a otros elementos por claridad. Además, cuando se ha considerado apropiado, se han repetido etiquetas de referencia entre las figuras para indicar elementos correspondientes o análogos.

45 La Figura 1 es una vista parcialmente despiezada ordenadamente de un limpiador de cinta transportadora de acuerdo con presente exposición.

La Figura 2 es una vista en perspectiva parcial del limpiador de la cinta transportadora de la Figura 1.

La Figura 3 es una vista en alzado frontal del mecanismo limpiador del limpiador de la cinta transportadora.

La Figura 4 es una vista de extremidad tomada a lo largo de la línea 4-4 de la Figura 3.

50 La Figura 5 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea 5-5 de la Figura 3.

La Figura 6 muestra el limpiador de la cinta transportadora como se ha mostrado en la Figura 5 pero con la cubierta protectora retirada.

La Figura 7 muestra el limpiador de la cinta transportadora con una cuchilla rascadora en aplicación con la cinta transportadora en un ángulo de limpieza de rastrillo positivo.

55 La Figura 8 muestra el limpiador de la cinta transportadora con una cuchilla rascadora en aplicación con la cinta transportadora en un ángulo de limpieza de rastrillo negativo.

La Figura 9 es una vista en alzado lateral despiezada ordenadamente del limpiador de la cinta transportadora.

La Figura 10 es una vista superior del bastidor principal del limpiador de la cinta transportadora.

La Figura 11 es una vista en alzado posterior del bastidor principal.

La Figura 12 es una vista en sección trasversal tomada a lo largo de la línea 12-12 de la Figura 11.

60 La Figura 13 es una vista superior del miembro de montaje superior del bastidor principal.

La Figura 14 es una vista en alzado frontal del miembro de montaje superior del bastidor principal.

La Figura 15 es una vista de extremidad del miembro de montaje superior del bastidor principal.

La Figura 16 es una vista en alzado frontal del árbol central del bastidor principal.

La Figura 17 es una vista inferior del árbol central.

65 La Figura 18 es una vista de extremidad del árbol central.

- La Figura 19 es una vista en alzado frontal del árbol de pivotamiento.  
 La Figura 20 es una vista de extremidad del árbol de pivotamiento.  
 La Figura 21 es una vista en alzado lateral del casquillo de pivotamiento.  
 La Figura 22 es una vista de extremidad del casquillo de pivotamiento.  
 5 La Figura 23 es una vista superior de un capuchón de pivotamiento de extremidad.  
 La Figura 24 es una vista en alzado lateral del capuchón de pivotamiento de extremidad.  
 La Figura 25 es una vista en planta de un capuchón de pivotamiento central.  
 La Figura 26 es una vista en alzado lateral del capuchón de pivotamiento central.  
 La Figura 27 es una vista en perspectiva del brazo del limpiador de la cinta transportadora.  
 10 La Figura 28 es una vista superior del brazo.  
 La Figura 29 es una vista en alzado lateral del brazo.  
 La Figura 30 es una vista inferior del brazo.  
 La Figura 31 es una vista en alzado posterior del brazo.  
 La Figura 32 es una vista en alzado frontal del brazo.  
 15 La Figura 33 es una vista en alzado lateral de la cuchilla rascadora.  
 La Figura 34 es una vista en alzado frontal de la cuchilla rascadora de la Figura 33.  
 La Figura 35 es una vista en sección transversal del amortiguador.  
 La Figura 36 es una vista en perspectiva del mecanismo accionador lineal del mecanismo de posicionamiento rotacional.  
 20 La Figura 37 es una vista en alzado lateral de la caja del controlador.  
 La Figura 38 es una vista en alzado posterior de la caja del controlador.  
 La Figura 39 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea 39-39 de la Figura 37.  
 La Figura, 40 es una vista en perspectiva de la cubierta deflectora.  
 La Figura 41 es una vista superior de la cubierta deflectora.  
 25 La Figura 42 es una vista en alzado lateral de la cubierta deflectora.  
 La Figura 43 es una vista en alzado posterior de la cubierta deflectora.  
 La Figura 44 es una vista en alzado frontal de un mecanismo de montaje del limpiador de la cinta transportadora.  
 La Figura 45 es una vista en alzado lateral del mecanismo de montaje.  
 30 La Figura 46 es una vista en alzado lateral de una ménsula de soporte del mecanismo de montaje.  
 La Figura 47 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea 47-47 de la Figura 46.  
 La Figura 48 es una vista en alzado lateral de un casquillo del mecanismo de montaje.  
 La Figura 49 es una vista en planta del casquillo del mecanismo de montaje.  
 La Figura 50 es una vista de extremidad del brazo de pivotamiento.  
 35 La Figura 51 es una vista en alzado lateral del brazo de pivotamiento.  
 La Figura 52 es una vista de extremidad del collarín de ajuste.  
 La Figura 53 es una vista en alzado lateral del collarín de ajuste.  
 La Figura 54 es una vista en planta superior de la ménsula de soporte para el mecanismo de posicionamiento rotacional.  
 40 La Figura 55 es una vista en alzado lateral de la ménsula de soporte de la Figura 55.  
 La Figura 56 es un diagrama que ilustra la disposición geométrica del mecanismo limpiador.  
 La Figura 57 es un diagrama de bloques que ilustra un sistema de manipulación de material a granel que puede utilizar el limpiador de cinta transportadora representado en las Figuras 1-56.  
 45 La Figura 58 es un diagrama de bloques que ilustra un controlador de manipulación de material a granel del sistema de manipulación de material a granel con respecto al limpiador de cinta transportadora representado en las Figuras 1-56.  
 La Figura 59 es un diagrama de bloques que ilustra un controlador maestro del controlador de manipulación de material a granel.  
 La Figura 60 es un diagrama de bloques que ilustra un controlador auxiliar del controlador de manipulación de material a granel.  
 50 Las Figuras 61-64 muestran distintas señales de estado para controlar los diseños de respuesta de señal adecuados para controlar los accesorios de manipulación de material a granel tales como un limpiador de cinta transportadora.  
 La Figura 65 es un diagrama de flujo de una realización de un método para configurar parámetros de sistema de los diseños de señal de control representados en las Figuras 61 -64.  
 55 La Figura 66 es un diagrama de flujo de una realización de un método para configurar parámetros de sistema de los diseños de señal de control representados en las Figuras 61-64.  
 La Figura 67 representa un gráfico que muestra efectos de la carga de material a granel sobre el desplazamiento del brazo de un limpiador de cinta.  
 60 La Figura 68 representa conexiones de cable de una realización de un sistema de manipulación de material a granel.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

65 La siguiente descripción describe técnicas para controlar accesorios para un sistema de manipulación de material a granel. En la siguiente descripción, numerosos detalles específicos tales como puestas en práctica lógicas, códigos

5 ópticos, medios para especificar operandos, puestas en práctica de división/compartición/duplicación de recursos, tipos e interrelaciones de componentes del sistema y elecciones de partición/integración lógicas son descritas con el fin de proporcionar una comprensión más completa del presente invento. Los expertos en la técnica apreciarán sin embargo que el invento puede ser puesto en práctica sin tales detalles específicos. En otros casos, estructuras de control, circuitos de nivel de puerta y secuencias de instrucción de software completas no han sido mostrados en detalle con el fin de no oscurecer el invento. Los expertos en la técnica, con las descripciones incluidas, serán capaces de poner en práctica una funcionalidad apropiada sin una experimentación indebida.

10 Referencias en la memoria a “una realización”, “una realización”, “una realización ejemplar”, etc., indican que la realización descrita puede incluir un rasgo, estructura o característica particular, pero cada realización puede no incluir necesariamente el rasgo, estructura o característica particular. Además, tales frases no son necesariamente relativas a la misma realización. Además, cuando un rasgo, estructura o característica particular es descrito en conexión con una realización, se sobreentiende que está dentro del conocimiento de un experto en la técnica conseguir tal rasgo, estructura o característica en conexión con otras realizaciones estén o no explícitamente descritas.

15 Realizaciones del invento pueden ser puestas en práctica en hardware, firmware, software, o cualquier combinación de los mismos. Realizaciones del invento puede también ser puestas en práctica como instrucciones almacenadas en un medio legible por máquina, que puede ser leído o ejecutado por uno o más procesadores. Un medio legible por máquina puede incluir cualquier mecanismo para almacenar o transmitir información en una forma legible mediante una máquina (por ejemplo un dispositivo informático). Por ejemplo un medio legible por máquina puede incluir una memoria sólo de lectura (ROM), una memoria de acceso aleatorio (RAM), un medio de almacenamiento en disco magnético, y medios de almacenamiento ópticos, dispositivos de memoria flash, y otros.

25 Sistema de manipulación de material a granel

Con referencia ahora a la Figura 57, se ha representado un sistema de manipulación de material a granel. El sistema de manipulación de material a granel puede comprender un aparato 4 de manipulación de material a granel, un accesorio 6 de manipulación de material a granel, y una interfaz de usuario 8. El aparato 4 de manipulación de material a granel y el accesorio 6 de manipulación de material a granel pueden comprender distintas combinaciones de dispositivos de material a granel. Por ejemplo, el aparato 4 de manipulación de material a granel puede comprender uno o más cubos y el accesorio 6 de manipulación de material a granel puede comprender uno o más cañones de aire para mover el material a granel a través, a lo largo o hacia abajo de los cubos. De manera similar, el aparato 4 de manipulación de material a granel puede comprender una rampa y el accesorio 6 de manipulación de material a granel puede comprender uno o más vibradores para mover el material a granel a través, a lo largo, o hacia abajo de la rampa. Además, el aparato 4 de manipulación de material a granel puede comprender un transportador de material a granel y/o el accesorio 6 de manipulación de material a granel puede comprender un limpiador por raspar, despegar o limpiar de otro modo una cinta transportadora del transportador de material a granel. Otras combinaciones de aparatos de manipulación de material a granel y de accesorios de manipulación de material a granel han sido consideradas.

40 El accesorio 6 de manipulación de material a granel ayuda al aparato 4 de manipulación de material a granel en la manipulación del material a granel. Por ejemplo, el accesorio 6 de manipulación de material a granel puede comprender cuchillas limpiadoras que rasquen, despeguen, o separen de otro modo elementos residuales de material a granel de una cinta transportadora y/o del aparato 4 de manipulación de material a granel. En tal realización, el accesorio 6 de manipulación de material a granel ayuda al aparato 4 de manipulación de material a granel impidiendo que el material a granel se acumule sobre la cinta transportadora del aparato 4 de manipulación de material a granel y obstruya potencialmente el movimiento de la cinta transportadora a través del aparato 4 de manipulación de material a granel.

50 El accesorio 6 de manipulación de material a granel puede comprender un controlador 12 con sensores 10 para determinar señales características que pueden estar relacionadas con las características operativas del accesorio 6 de manipulación de material a granel y/o del aparato 4 de manipulación de material a granel. Los sensores 10 pueden comprender sensores de movimiento tales como, por ejemplo, acelerómetros para detectar vibraciones u otros tipos de movimiento del material a granel, del aparato 4 de manipulación de material a granel, del accesorio 6 de manipulación de material a granel y/o de un componente, bien del aparato 4 de manipulación de material a granel o bien de uno de sus accesorios 6. Además, los sensores 10 pueden comprender sensores de temperatura tales como, por ejemplo sensores de infrarrojos para detectar o medir la temperatura del material a granel, del aparato 4 de manipulación de material a granel y/o del accesorio 6 de manipulación de material a granel, y/o de un componente, bien del aparato 4 de manipulación de material a granel, o bien de uno de sus accesorios 6.

60 El controlador 12 del accesorio 6 de manipulación de material a granel ajusta la operación del accesorio 6 de manipulación de material a granel basándose en las señales de los sensores 10. Además, el controlador 12 puede recibir señales desde la interfaz de usuario 8 y puede ajustar además la operación del accesorio 6 de manipulación del material a granel basándose en las señales recibidas desde la interfaz de usuario 8.

La interfaz de usuario 8 puede comprender distintas combinaciones de dispositivos de entrada/salida tales como, por ejemplo, pantallas de presentación de LCD, pantallas de presentación de LED, monitores CRT, pantallas de presentación de panel plano, impresoras, teclados, teclas, botones, ratones y similares con el fin de presentar información a un usuario y recibir entrada de un usuario. Como se ha representado, la interfaz de usuario 8 está acoplada al controlador 12 del accesorio 6 de manipulación de material a granel. El acoplamiento puede ser puesto en práctica mediante tecnologías con cables y/o inalámbricas que permiten que la interfaz de usuario 8 sea colocada de manera remota desde el accesorio de manipulación de material a granel tal como, por ejemplo una interfaz en serie RS-232, una RS-422, o una RS-485; una interfaz de red IEEE 802.3 (Ethernet); una interfaz IEEE 802.1 (WiFi); y otras tecnologías de interconexión que permiten el posicionamiento remoto de la interfaz de usuario 8. De manera similar, el acoplamiento puede ser puesto en práctica mediante tecnologías con cables y/o inalámbricas que permiten que la interfaz de usuario 8 sea posicionada cerca o localmente de un accesorio de manipulación de material a granel tal como, por ejemplo, Interconexiones de Bus en Serie Universal (USB), interconexiones IEEE 1394 (FireWire), conectores de ratón y de teclado PS/2, interconexión IEEE 802.15.1 (Bluetooth) y otras tecnologías de interconexión que permiten el posicionamiento local de la interfaz de usuario 8. Aunque lo anterior asocia ciertas tecnologías de interconexión con el posicionamiento "remoto" o "local" de la interfaz de usuario 8, muchas de las tecnologías de interconexión recogidas antes son capaces de soportar tanto las interfaces 40 de usuario "remoto" como "local" a pesar de ser más adecuados para uno u otro. Además, las tecnologías de interconexión antes enumeradas son meramente ilustrativas y algunas realizaciones pueden utilizar tecnologías de interconexión no enumeradas específicamente antes.

Otros detalles del sistema de manipulación de material a granel son presentados más abajo con respecto a una realización en la que el aparato 4 de manipulación de material a granel comprende un transportador de material a granel que tienen una cinta transportadora y en que el accesorio 6 de manipulación de material a granel comprende un limpiador de la cinta transportadora con cuchillas limpiadoras. Sin embargo, un experto en la técnica debería apreciar que las siguientes enseñanzas con respecto a la realización del limpiador de la cinta transportadora y la cinta transportadora son aplicables a otras realizaciones del sistema de manipulación de material a granel tal como una rampa con realizaciones de vibrador y un cubo con realizaciones de cañón de aire.

#### Transportador y Limpiador de Cinta Transportadora

Las Figuras 1-56 representan aspectos mecánicos de una realización del sistema de manipulación de material a granel en que el aparato 4 de manipulación de material a granel comprende un transportador 78 de material a granel que comprende una cinta transportadora 82 que tiene una superficie 84 que lleva la carga exterior y en que el accesorio 6 de manipulación de material a granel comprende un limpiador 80 de la cinta transportadora. El limpiador 80 de la cinta transportadora puede ser un limpiador secundario de la cinta transportadora como se ha mostrado generalmente en las Figuras 7 y 8 en que el limpiador 80 de la cinta transportadora está adaptado para rascar el material adherente de la superficie 84 de una parte de la cinta 82 que se está moviendo en una dirección generalmente lineal como se ha mostrado por las flechas. El limpiador de la cinta transportadora de la presente exposición puede ser utilizado también como un limpiador primario de la cinta transportadora adaptado para rascar el material de la superficie 84 de una parte de la cinta 82 que se está moviendo de una manera rotacional en aplicación con la polea de cabeza del transportador. Múltiples limpiadores primarios y/o secundarios de la cinta transportadora pueden ser utilizados en la misma cinta transportadora como condiciones operativas y requisitos para imponer la limpieza.

El limpiador 80 de la cinta transportadora incluye un mecanismo limpiador 86 y uno o más mecanismos de montaje 88A-B. El mecanismo limpiador 86 incluye un bastidor principal 92 que incluye un árbol transversal 94 que tiene un eje longitudinal central 96 generalmente lineal. El árbol transversal 94 se extiende generalmente de manera lineal entre un primer extremo 98 y un segundo extremo 100. El árbol transversal 94 puede incluir un solo miembro unitario, o como se ha mostrado en la Figura 1 el árbol transversal 94 puede incluir una pluralidad de miembros o segmentos. Como se ha mostrado en la Figura 1, el árbol transversal 94 incluye un árbol central 102 que se extiende entre un primer extremo 104 y un segundo extremo 106. Unos miembros de montaje 108, tales como placas generalmente planas, que incluyen una o más aberturas periféricas están sujetos respectivamente al primer extremo 104 y al segundo extremo 106 del árbol central 102. El árbol transversal 94 incluye también árboles cortos 110A y B. Cada árbol corto 110A-B se extiende entre un primer extremo 112 y un segundo extremo 114. Un miembro de montaje 116 respectivo, tal como una placa generalmente plana, que incluye una o más aberturas periféricas está montado en el primer extremo 112 de cada árbol corto 110A y B. El árbol corto 110A está adaptado para ser unido de manera desmontable al primer extremo 104 del árbol central 102 con sujetadores, tales como pernos y tuercas, que se extienden a través de las aberturas en los miembros de montaje 108 y 116. El árbol corto 110B está adaptado de manera similar para ser unido de manera desmontable al segundo extremo 106 del árbol central 102 por sujetadores que se extienden a través de las aberturas de los miembros de montaje 108 y 116. El árbol corto 110A está adaptado para ser montado de manera desmontable al mecanismo de montaje 88A, y el árbol corto 110B está adaptado para ser montado de manera desmontable al mecanismo de montaje 88B. El árbol central 102 y los árboles cortos 110A y B pueden estar formados de tubos rectangulares o cuadrados como se ha mostrado en la Figura 1, tubos redondos, miembros macizos u otros componentes estructurales.

El árbol central 102 puede tener una configuración o tamaño de sección transversal diferente, tal como una anchura,

altura, espesor de pared y similar diferentes, que los árboles cortos 110A y B. Los árboles cortos 110A y B pueden conservar un tamaño uniforme para facilitar el montaje a los mecanismos de montaje 88A-B, mientras que el tamaño del árbol central 102 puede ser variado para tener en cuenta condiciones operativas particulares tales como la anchura de la cinta transportadora y por ello la longitud del árbol central 102 entre los extremos 104 y 106. Consiguientemente, un árbol central 102 de menor tamaño puede ser utilizado con cintas transportadoras relativamente estrechas y un árbol central 102 de mayor tamaño puede ser utilizado en conexión con cintas transportadoras más anchas para minimizar deformaciones y para acomodar esfuerzos de flexión incrementados. Las conexiones entre los árboles cortos 110A-B y el árbol central 102 permiten también que el árbol central 102 sea retirado de los árboles cortos 110A y B mientras los árboles cortos 110A-B permanecen montados en los mecanismos de montaje 88A-B.

Como se ha mostrado en las Figuras 16-18, el árbol central 102 incluye una o más aberturas 118 generalmente circulares que se extienden a través de una primera pared del árbol central 102 y que están generalmente separadas igualmente de una a otra a lo largo de la dimensión longitudinal del árbol central 102 entre los extremos 104 y 106. El árbol central 102 incluye también uno más aberturas 120 alargadas en forma de ranura que se extienden a través de una segunda pared lateral del árbol central 102 y que están separadas igualmente en general una de la otra a lo largo de la dimensión longitudinal del árbol central 102 entre los extremos 104 y 106. Cada abertura 118 está asociada con una abertura respectiva 120, de tal manera que cada par de aberturas 118 y 120 están ubicadas en la misma posición una con respecto a la otra con relación a la longitud del árbol central 102 entre los extremos 104 y 106. Las aberturas 118 y 120 proporcionan comunicación con una cámara 122 situada dentro del árbol central 102. Cada miembro de montaje 108 y 116 incluye una abertura central grande de tal modo que un paso hueco se extiende a través del árbol transversal 94 desde el primer extremo 98 al segundo extremo 100 y que incluye la cámara 122.

Como se ha mostrado en la Figura 9, una pluralidad de placas de cubierta 123 están unidas de manera desmontable al árbol central 102 de tal manera que cada placa de cubierta 123 cubre respectivamente una abertura 120 en forma de ranura. Cada placa de cubierta 123 puede ser retirada del árbol central 102 para dar acceso a la cámara 122 dentro del árbol central 102. Un conector 124 sujeta-cables o alternativamente una pasa-cables está sujeto respectivamente al árbol central 102 en cada abertura 118.

El bastidor principal 92 incluye un miembro de montaje 126 interior, tal como una placa doblada, que tiene un primer extremo 128 conectado a la pared del árbol central 102 que incluye las aberturas 120 en forma de ranura y un segundo extremo 130 situado radialmente hacia afuera del eje 96 con respecto al primer extremo 128. El miembro de montaje 126 inferior se extiende también generalmente de manera longitudinal paralelo al eje 96 entre un primer extremo 132 y un segundo extremo 134. Los extremos 132 y 134 se extienden hacia afuera ligeramente más allá de las posiciones de las aberturas 120 en forma de ranura. El miembro de montaje inferior 126 incluye uno o más apéndices de montaje 136 unidas al segundo extremo 130. Cada apéndice de montaje 136 incluye una abertura 138 que se extiende a través del apéndice de montaje 136 en una dirección generalmente paralela al eje 96. Los apéndices de montaje 136 están espaciados generalmente de manera uniforme a lo largo de la longitud del miembro de montaje inferior 126 entre el primer extremo 132 y el segundo extremo 134, con cada apéndice de montaje 136 en alineación con una abertura 118 respectiva y una abertura 120 en forma de ranura. Cada una de las aberturas 138 en los apéndices de montaje 136 está situada generalmente de manera concéntrica alrededor de un eje 140 generalmente lineal que se extiende a través de cada una de las aberturas 138. El eje 140 es generalmente paralelo al eje 96 y está separado del mismo.

El bastidor principal 92 incluye también un miembro de montaje superior 144 que se extiende entre un primer extremo 146 y un segundo extremo 148 y que está unido al árbol central 102. El miembro de montaje superior 144 incluye una base 150 que está conectada al árbol central 102 generalmente de manera diametral desde el miembro de montaje inferior 126 con respecto al eje 96. La base 150 incluye dos patas 152 que se extienden hacia fuera que son generalmente transversales entre sí de tal manera que cada pata 152 está adaptada para ser unida a una pared respectiva del tubo que forma el árbol central 102. La base 150 incluye también un vástago 154 que se extiende hacia fuera desde la unión de las patas 152. La base 150 tiene por ello generalmente forma de Y. El vástago 154 está desplazado en un ángulo con respecto a las patas 152 de tal manera que el vástago 154 no está dispuesto en un ángulo a medio camino entre las patas 152.

Una pluralidad de plataformas 156 están unidas al extremo exterior del vástago 154 y están separadas generalmente de manera equidistante entre sí a lo largo de la longitud del vástago 154 entre el primer extremo 146 y el segundo extremo 148 del miembro de montaje superior 144. Cada plataforma 156 se extiende generalmente paralela a la base 150 entre un primer extremo 158 y un segundo extremo 160. Cada plataforma 156 incluye un receptáculo 162 con la parte superior abierta y un extremo abierto formado por una pared 164 interior, generalmente semicilíndrica. Cada plataforma 156 también incluye un par de pestañas o faldones 166 separados y generalmente paralelos que se extienden desde el primer extremo 158 al segundo extremo 160. Las superficies superiores de las pestañas 166 son generalmente planas y generalmente coplanarias entre sí. Cada pestaña 166 incluye una o más aberturas que se extienden a su través. La pared semicilíndrica 164 de la plataforma 156 está formada alrededor de un eje generalmente lineal 168. Como se ha mostrado en las Figuras 13 y 14, los receptáculos 162 situados en cada

extremo 146 y 148 del miembro de montaje superior 144 están aproximadamente a la mitad de la longitud de los receptáculos 156 situados en el centro del miembro de montaje 144 superior entre las plataformas de extremidad 156. Cada pestaña 166 en las plataformas de extremo 156 incluye una abertura, mientras que cada pestaña 166 en las plataformas centrales 156 incluye los aberturas. El eje 168 se extiende generalmente paralelo al eje 96.

Un capuchón de extremidad 172 como se ha mostrado en las Figuras 23 y 24, está adaptado para ser unido de manera desmontable a cada plataforma de extremidad 156 que está situada en los extremos 146 y 148 del miembro de montaje superior 144. El capuchón de extremidad 176 incluye un receptáculo 174 con la parte inferior abierta y el extremo abierto formado por una pared interior 176 semicilíndrica que se extiende alrededor del eje 168. El capuchón de extremidad 172 incluye un par de pestañas 178 separadas y generalmente paralelas cada una de las cuales incluye una o más aberturas. Las superficies inferiores de las pestañas 178 son generalmente coplanarias y están adaptadas para acoplarse con las pestañas 166 de las plataformas de extremidad 156, de tal manera que el receptáculo 162 de la plataforma 156 y el receptáculo 174 del capuchón de extremidad 172 forman un receptáculo o ánima generalmente cilíndrico que se extiende a través de la plataforma 156 y del capuchón de extremidad 172 desde el primer extremo 158 al segundo extremo 160 generalmente de manera concéntrica alrededor y a lo largo del eje 168. Los capuchones de extremidad 172 están unidos de manera desmontable a las plataformas de extremidad 156 por sujetadores tales como pernos y tuercas.

Un capuchón central 180, como se ha mostrado en las Figuras 25 y 26, está adaptado para ser unido de manera desmontable a cada plataforma central 156 del miembro de montaje superior 154. Cada capuchón central 180 incluye un receptáculo 182 con la parte inferior abierta con un extremo abierto formado por una pared interior generalmente semicilíndrica 184 que se extiende alrededor del eje 168. Cada capuchón central 180 incluye un par de pestañas 186 separadas y generalmente paralelas, cada una de las cuales incluye una pluralidad de aberturas. Las superficies inferiores de las pestañas 186 son generalmente coplanarias entre sí y están adaptadas para acoplarse respectivamente con las superficies superiores de las pestañas 166 de las plataformas centrales 156. Cada capuchón central 180 está adaptado para ser unido de manera desmontable a una plataforma central 156 por sujetadores, tales como pernos y tuercas, de tal manera que el receptáculo 182 del capuchón central 180 y el receptáculo 162 de la plataforma central 156 forman un receptáculo o ánima generalmente cilíndrico que se extiende a través de la plataforma central 156 y del capuchón central 180 desde el primer extremo 158 al segundo extremo 160 concéntricamente alrededor y a lo largo del eje 168. El bastidor principal 92 que incluye el árbol transversal 94, los miembros de montaje inferior y superior 126 y 144, los capuchones 172 y 180, y otros componentes están hechos preferiblemente de materiales resistentes a la corrosión y pueden estar hechos de metal tal como de acero inoxidable.

El mecanismo limpiador 86 incluye uno o más árboles de pivotamiento 190. Cada árbol de pivotamiento 190 se extiende entre y está montado giratoriamente a pares de plataformas 156 adyacentes del miembro de montaje superior 144. El árbol de pivotamiento 190 es generalmente cilíndrico y se extiende concéntricamente alrededor y a lo largo del eje 168 desde un primer extremo 192 a un segundo extremo 194. El árbol de pivotamiento 190 incluye una superficie 196 generalmente cilíndrica. El árbol de pivotamiento 190 está hecho preferiblemente de un material resistente a la corrosión y puede estar hecho de metal tal como acero inoxidable.

Cada extremo 192 y 194 del árbol de pivotamiento 190 está adaptado para ser montado giratoriamente a una plataforma respectiva 156 por un casquillo 200. El casquillo 200 como se ha mostrado en las Figuras 21 y 22 incluye un manguito 202 generalmente cilíndrico que tiene una superficie exterior generalmente cilíndrica, y un collarín 204 generalmente circular unido a un extremo del manguito 202. El collarín 204 se extiende hacia fuera más allá de la superficie exterior del manguito 202 formando por ello un reborde generalmente anular. Un ánima 206 generalmente cilíndrica se extiende a través del manguito 202 y del collarín 204 a lo largo del eje 168. El ánima 206 tiene un diámetro tal que el extremo del árbol de pivotamiento 190 ajustará más estrechamente dentro del ánima 206 en aplicación giratoria con la pared interior del casquillo 200 formado por el ánima 206. El casquillo 200 puede estar formado de un material que reduce la fricción y puede estar formado de metal tal como bronce oilite.

El manguito 202 de cada casquillo 200 está adaptado para ser situado dentro del receptáculo 162 de una plataforma 156 y es retenido de manera desmontable allí por aplicación de fijación con el capuchón de extremidad 172 o capuchón central 180. El collarín 204 del casquillo 200 es posicionado junto al extremo del receptáculo 162. El primer extremo 192 de un árbol de pivotamiento 190 se extiende en el ánima 206 de un casquillo 200 situado en una primera plataforma 156, y el segundo extremo 194 del árbol de pivotamiento 190 se extiende en el ánima 206 de un casquillo 200 situado en una plataforma adyacente 156. El árbol de pivotamiento 190 se extiende por ello entre un par de plataformas adyacentes 156. El árbol de pivotamiento 190 está adaptado para pivotar o girar alrededor del árbol central 168 con respecto a los casquillos 200 y la plataforma 156.

El mecanismo limpiador 86 incluye también uno o más miembros rascadores 210. Cada miembro rascador 210 incluye un brazo 212 y una cuchilla rascadora 214. El brazo 212 se extiende entre un primer extremo 216 y un segundo extremo 218 a lo largo de un eje longitudinal central 220. El primer extremo 216 incluye un cubo generalmente cilíndrico 222 que se extiende generalmente de forma transversal al eje 220 entre un primer extremo 224 y un segundo extremo 226. Un ánima 228 generalmente cilíndrica se extiende a través del cubo 222 desde el

5 primer extremo 224 al segundo extremo 226 a lo largo y concéntricamente alrededor del eje 168. El árbol de pivotamiento 190 se extiende a través del ánima 228 del cubo 222 de tal manera que el primer extremo 192 y el segundo extremo 194 del árbol de pivotamiento 190 se extienden cada uno hacia afuera más allá de los extremos 224 y 226 del cubo 222 aproximadamente en una distancia igual. La superficie generalmente cilíndrica del cubo 222 formada por el ánima 228 está dimensionada para aplicarse estrechamente a la superficie 196 del árbol de pivotamiento 190. El cubo 222 puede ser acoplado al árbol de pivotamiento 190 de tal manera que el brazo 212 y el árbol de pivotamiento 190 pivoten conjuntamente entre sí alrededor del eje 168. El árbol 190 puede ser acoplado al cubo 222 por un ajuste de fricción entre ellos o por un miembro de acoplamiento, tal como una chaveta o soldadura. El árbol de pivotamiento 190 puede estar formado también íntegramente con el brazo 212. Alternativamente, el brazo 212 puede pivotar con respecto al árbol de pivotamiento 190 alrededor del eje 168.

15 El brazo 212 incluye un puntal o riostra 230 que tiene un primer extremo acoplado al cubo 222 y un segundo extremo acoplado a un miembro de montaje 232 que está situado en el segundo 218 del brazo 212. Como se ve en planta, como se ha mostrado en la Figura 28, el puntal 230 se extiende generalmente de manera lineal a lo largo del eje 220. Como se ve en perfil o alzado como se ha mostrado en la Figura 29, el puntal 230 tiene generalmente forma de S incluyendo una parte curvada generalmente de manera cóncava que mira hacia abajo que se extiende desde el cubo 222, y una parte curvada generalmente de manera cóncava que mira hacia arriba que se extiende desde la parte curvada hacia abajo al miembro de montaje 232. El puntal 230 incluye un caballete central 234 que se extiende desde el cubo 222 al miembro de montaje 232. Las paredes laterales opuestas 236A-B se extienden hacia abajo y hacia afuera del caballete 234 a los bordes inferiores respectivos 238A-B. Cada borde inferior 238A-B se extiende desde el cubo 222 al miembro de montaje 232. Un canal 240 está situado en la pared interior del puntal 230 que se extiende desde junto al cubo 222 al miembro de montaje 232. El canal 240 separa la pared inferior en una primera y segunda partes de pared interior separadas respectivas 242A-B. El puntal 230 incluye un par de nervios o costillas separados 244A-B, que se extienden a lo largo de partes de pared inferior respectivas 242A-B, desde un extremo proximal situado junto al cubo 232 a una extremidad distal 246 situada generalmente en el extremo inferior de la parte cóncava que mira hacia arriba del puntal 230 y separada del segundo extremo 218 del brazo 212. Cada nervio 244A-B incluye una o más aberturas 248A-B, estando cada abertura 248A-B en cada nervio 244A alineada con una abertura respectiva 248A-B en el nervio 244B de tal manera que las aberturas están situadas de manera coaxial respectivamente entre sí y generalmente paralelas al eje 168. Los nervios 244A-B están situados hacia adentro de los bordes 238A-B y generalmente paralelos a ellos, como se ha mostrado en la Figura 30 para formar por ello un labio entre los nervios 244A-B y los bordes 238A-B que se extienden a lo largo de las partes de pared inferior 242A-B. El brazo 212 incluye un par de orejetas separadas 252A-B que están unidas y que sobresalen hacia abajo y hacia afuera del cubo 222. Una ranura 254 está situada entre las orejetas 252A-B que se extienden paralelas al eje 168. La ranura 254 está adaptada para recibir el vástago 154 de la base 150 del miembro de montaje superior 144 del bastidor principal 92.

40 El miembro de montaje 232 del brazo 212 incluye una ménsula o soporte 258 que tiene una base unida al segundo extremo del puntal 230. La ménsula 258 se extiende hacia arriba desde la base a una punta 260. La ménsula 258 incluye una superficie interior 262 y una superficie exterior 264 separada. Las superficies interior y exterior 262 y 264 son generalmente planas. La superficie interior 262 está situada en un plano que es generalmente paralelo al eje 168. La superficie interior 264 está situada más próximamente adyacente al primer extremo 216 del brazo que la superficie exterior 264. Una o más aberturas 266 se extienden a través de la ménsula 258 desde la superficie interior 266 a la superficie exterior 264.

45 El miembro de montaje 232 incluye también un miembro retenedor 270, tal como un dedo o saliente que se extiende hacia arriba, que se extiende hacia arriba desde el segundo extremo del puntal 230. El miembro retenedor 270 está situado hacia adentro de la ménsula 258, más próximo hacia el primer extremo 216 del brazo 212 que la ménsula 258. El miembro retenedor 270 se extiende hacia arriba a una punta distal 272. Una ranura transversal 274 se extiende a través del miembro de montaje 232 entre la ménsula 258 y el miembro retenedor 270. La ranura 274 está abierta en su extremo superior entre la punta 272 del miembro retenedor 270 y la ménsula 258, y en cada extremo. La ranura 272 forma una pared interior en el miembro retenedor 270 que es generalmente plana y paralela a la superficie interior 262 de la ménsula 258. La ranura 274 forma también una pared inferior 276 que puede ser generalmente semicircular como se ha mostrado en la Figura 29, o que puede ser generalmente plana o de otras configuraciones si se desea. La punta 260 de la ménsula 258 está situada hacia afuera de la pared inferior 276 de la ranura 274 una distancia más lejos de lo que la punta 272 del miembro de retención 272 está situada de la pared inferior 276. La longitud del miembro retenedor 270 es más corta por ello que la longitud de la ménsula 258. El brazo 212 está formado preferiblemente de materiales resistentes a la corrosión y puede estar formado de metal, tal como acero inoxidable.

60 La cuchilla rascadora 214 del miembro rascador 210 está adaptada para ser conectada de manera desmontable al miembro de montaje 232 del brazo 212. Alternativamente, la cuchilla rascadora 214 puede estar formada íntegramente con el brazo 212. Como se ha mostrado en las Figuras 33 y 34, la cuchilla rascadora 214 incluye una base 280 que tiene una extremidad inferior 282 y un cuerpo 284 que se extiende hacia arriba desde la base 280 a un borde rascador 286. La cuchilla rascadora 214 incluye una superficie interior 288 y una superficie exterior 290 separada cada una de las cuales se extiende desde la extremidad inferior 282 al borde rascador 286, y desde un

5 primer extremo 292 a un segundo extremo 294 de la cuchilla rascadora 214. Como se ha mostrado en la Figura 33, la superficie interior 288 puede estar curvada de una manera cóncava cilíndrica, tal como en la forma de un segmento de un círculo. Las superficies 288 y 290 están generalmente espaciadas de igual manera entre sí. La cuchilla rascadora 214 tiene por ello un espesor generalmente uniforme entre la superficie interior 288 y la superficie exterior 290. La base 280 incluye una o más aberturas 296 que se extienden desde la superficie interior 280 a la superficie exterior 290 y que están adaptadas para alinearse con aberturas respectivas 266 en la ménsula 258 del brazo 212. La cuchilla rascadora 214 puede estar configurada para proporcionar un ángulo de raspado relativamente constante con la cinta transportadora 82 cuando la cuchilla rascadora 214 se desgasta y es hecha pivotar a aplicación continuada con la cinta 82 alrededor del eje 96.

10 La cuchilla rascadora 214 tiene un espesor tal que la base 280 está adaptada para ajustarse estrechamente dentro de la ranura 274 del miembro de montaje 232 del brazo 212 con la superficie interior 288 de la base 280 situada cerca adyacente de la superficie interior del miembro retenedor 270 y la superficie exterior 290 situada próximamente adyacente a la superficie interior 262 de la ménsula 258. El extremo inferior 282 de la base 280 puede estar curvado en forma de un semicírculo para aplicarse de manera coincidente con la pared interior 276 de la ranura 274 en el miembro de montaje 232. Alternativamente, el extremo inferior 282 de la base 280 puede ser generalmente plano, y la pared inferior 276 de la ranura 274 puede ser plana, para aplicación coincidente. El borde rascador 286 de la cuchilla rascadora 214 puede ser redondeado en la forma general de un semicírculo como se ha mostrado en la Figura 33. Alternativamente, el borde rascador 286 puede ser generalmente plano. El borde rascador 286 puede comprender una punta desgastada como se ha descrito en la patente norteamericana nº 6.374.991 de Martin Engineering Company. La cuchilla rascadora 214 está conectada de manera desmontable al miembro de montaje 232 del brazo 212 por sujetadores que se extienden a través de las aberturas 296 en la cuchilla rascadora 214 y las aberturas 266 en la ménsula 258 del miembro de montaje 232. La cuchilla rascadora 214 es por ello desmontable y reemplazable en el brazo 212, tal como por ejemplo cuando la cuchilla rascadora 214 resulta desgastada o dañada. Cada miembro rascador 210 es desmontable y reemplazable individualmente de manera selectiva en el bastidor principal 92 por retirada de los capuchones apropiados 172 y 180.

15 Los sujetadores que conectan la cuchilla rascadora 214 al miembro de montaje 232 impiden el movimiento transversal de la cuchilla rascadora 214 con respecto a la ménsula 258. Las fuerzas de raspado por fricción aplicadas al borde rascador 286 de la cuchilla rascadora 214 desde la aplicación con la cinta transportadora 82 en movimiento son resistidas al menos en parte por aplicación de la base 280 de la cuchilla rascadora 214 con el miembro retenedor 270 del miembro de montaje 232. Una fuerza de raspado por fricción aplicada al borde rascador 286 por la cinta en movimiento 82 presiona la superficie exterior 290 de la cuchilla rascadora a aplicación con la punta 260 de la ménsula 258, e intentará hacer pivotar la extremidad inferior 282 de la cuchilla rascadora 214 lejos de la superficie interior 262 de la ménsula 258, de tal manera que la cuchilla rascadora 214 pivotaría alrededor de la punta 260 de la ménsula 258. Sin embargo, el movimiento pivotante de la cuchilla rascadora 214 es impedido por aplicación de la base 280 de la cuchilla rascadora 214 con la superficie interior 288 del miembro retenedor 270 del miembro de montaje 232. La cuchilla rascadora 214 puede estar formada de metal, tal como acero inoxidable, y puede incluir materiales resistentes al desgaste en el borde rascador 286 tales como carburo de tungsteno o materiales cerámicos.

20 El mecanismo limpiador 86 incluye también uno o más mecanismos amortiguadores 302. Cada mecanismo amortiguador 302 está asociado con un miembro rascador respectivo 210. El mecanismo amortiguador 302 incluye un primer extremo 303 y un segundo extremo 305. Cada mecanismo amortiguador 302 incluye un amortiguador 304 y puede incluir un recinto o caja 306 de sensor. Como se ha mostrado en las Figuras 37-39, la caja 306 incluye un alojamiento 308 generalmente rectangular que forma una o más cámaras internas 310. La caja 306 incluye también un panel lateral 312 generalmente plano desmontable y reemplazable en cada lado de la caja 306. Los paneles laterales 312 están unidos de manera desmontable al alojamiento 308 para proporcionar acceso selectivo a las cámaras 310. Los paneles laterales 312 están unidos al alojamiento 308 en aplicación cerrada herméticamente de tal manera que la caja 306 es sustancialmente resistente a la intemperie y estanca al agua. Una pared de extremidad del alojamiento 308 incluye una abertura 314 en comunicación con las cámaras 310. Un miembro sujeta cables 316 está unido al alojamiento 308 en comunicación con la abertura 314 de tal manera que uno o más cables eléctricos pueden extenderse desde un controlador dentro de las cámaras 310 del alojamiento 308 al miembro sujeta cables 124 y a la cámara 122 del marco principal 92. El miembro sujeta cables 316 mantiene la caja 306 estanca al agua.

25 Un apéndice de montaje 320 está unido a la parte superior del alojamiento 308 en el segundo extremo 305 del mecanismo amortiguador 302. El apéndice de montaje 320 incluye un ánima 322 que se extiende a través del mismo a lo largo de un eje de pivotamiento lineal central 324. El apéndice de montaje 320 tiene una anchura entre paredes laterales opuestas en cada extremo del ánima 322 que permite que el apéndice de montaje 320 sea insertado entre los nervios 244A-B del brazo 212, con el ánima 320 en alineación coaxial con un par de aberturas 248A-B respectivas en cada uno de los nervios 244A-B. Un sujetador, tal como un perno y tuerca, se extiende a través de las aberturas 248 y del ánima 322 para conectar de manera pivotante por ello el mecanismo amortiguador 302 al brazo 212 de tal manera que el mecanismo amortiguador 302 y el brazo 212 son pivotables uno con respecto al otro alrededor del eje de pivotamiento 324. El alojamiento 308 incluye también un miembro de montaje 326 en el lado

opuesto del alojamiento 308 del miembro de montaje 320. El miembro de montaje 326 incluye un ánima roscada 328 que se extiende a lo largo de un eje 330 generalmente lineal y que está en comunicación con las cámaras 310.

5 El amortiguador 304, como se ha mostrado en la Figura 35, se extiende entre un primer extremo 334 y el segundo extremo 336. El amortiguador 304 puede comprender una combinación de resorte y amortiguador de gas, tal como un amortiguador de fluido magneto-reológico (MR), por ejemplo el amortiguador de fluido Modelo RD-1119 MR como el fabricado por Lord Corporation. El amortiguador 304 puede ser construido y funciona como se ha descrito en general en la patente norteamericana nº 5.277.281. El amortiguador 304 incluye un alojamiento generalmente cilíndrico y tubular 338 que forma una cámara de fluido interna 340. El alojamiento se extiende desde un primer extremo 342 a un segundo extremo 344. Un miembro de montaje 346 está unido al primer extremo 342. Un ánima 348 se extiende a través del miembro de montaje 346 a lo largo del eje 140. El miembro de montaje 346 puede incluir un par de orejetas separadas a través de las cuales se extiende el ánima 348, de tal manera que un apéndice de montaje 136 del miembro de montaje inferior 126 del bastidor principal 92 está adaptado para ser recibido entre las orejetas, y tal que un sujetador puede extenderse a través del ánima 348 del miembro de montaje 346 y a través de la abertura 138 del apéndice de montaje 136 de tal manera que el mecanismo amortiguador 302 es pivotable con respecto al bastidor principal 92 alrededor del eje de pivotamiento 140.

20 Un diafragma 350 está situado dentro del alojamiento 338 y separa la cámara de fluido 340 de una cámara acumuladora 352 situada en el segundo extremo 334 del alojamiento 338. La cámara acumuladora 352 puede incluir un gas presurizado, tal como nitrógeno. La cámara de fluido 340 incluye un fluido MR, tal como un fluido que consiste de partículas de carbonilo de hierro suspendidas en aceite de silicona. El amortiguador 304 incluye un pistón 354 que tiene una cabeza de pistón 355 situada dentro de la cámara de fluido 340 y que incluye un primer lado 356 y un segundo lado 358. La cabeza de pistón 355 divide la cámara de fluido 340 en subcámaras situadas respectivamente a cada lado de la cabeza del pistón 355. La cabeza de pistón 355 incluye uno o más pasos de fluido 360 que se extienden a través de la cabeza del pistón 355 entre el primer y segundo lados 356 y 358 que ponen a las subcámaras de la cámara de fluido 340 en comunicación fluida entre sí. Los pasos de fluido pueden también estar formados entre el borde de la cabeza del pistón 355 y la pared lateral interna del alojamiento 338 si se desea. El pistón 354 incluye una bobina eléctrica 362 enrollada alrededor de la cabeza del pistón 355. La cabeza del pistón 355 está hecha de un material permeable magnéticamente.

30 El pistón 354 incluye un árbol 364 generalmente tubular que tiene un primer extremo 366 conectado a la cabeza del pistón 355 y un segundo extremo 368 que está fileteado y situado en el exterior del alojamiento 308. El segundo extremo 368 del árbol 364 está adaptado para ser insertado en el ánima roscada 328 para conexión rígida al miembro de montaje 326 de la caja de control 306. El árbol 364 se extiende concéntricamente alrededor y a lo largo de un eje 330 lineal. El árbol 364 se extiende a través del segundo extremo 344 del alojamiento 338 y está cerrado herméticamente a los fluidos con un cierre hermético 370. Unos cables eléctricos se extienden desde la bobina eléctrica 362 a través del ánima central dentro del árbol 364 y hacia afuera desde el segundo extremo 368, a través del ánima 328 y a la cámara 310 de la caja 306 para conexión a un controlador auxiliar 305.

40 El pistón 354 es deslizable linealmente a lo largo del eje 330 con respecto al alojamiento 338 en cada dirección a lo largo del eje 330. Cuando el pistón 354 se mueve a lo largo del eje 330 con respecto al alojamiento 338 el fluido MR fluirá desde una primera subcámara a una segunda subcámara a través de los pasos de fluido 360 para permitir por ello el movimiento deslizando del pistón 354 con respecto al alojamiento 338. El acumulador 352 acomoda el fluido MR desplazado por la inserción del árbol 364 en la cámara de fluido 340 y la expansión térmica del fluido MR. La variación seleccionada en el flujo magnético generada por la bobina eléctrica 362 proporciona un cambio correspondiente en las características del flujo del fluido MR. Los fluidos MR son capaces de cambiar la rigidez o viscosidad a lo largo de un rango muy grande. Controlar las características del flujo del fluido MR proporciona por ello el control sobre la capacidad del pistón 354 para moverse a lo largo del eje 330 con respecto al alojamiento 338 y amortiguar por ello las vibraciones resultantes de las fuerzas vibratorias aplicadas al pistón 354. La energía cinética de la cinta transportadora móvil 82 es transferida al amortiguador 304 a través del miembro rascador 210. El fluido MR en el amortiguador convierte la energía cinética en calor y transfiere el calor a la atmósfera. El amortiguador 304 proporciona una transferencia relativamente constante de fuerza axial entre el primer extremo 334 y el segundo extremo 336 independientemente del desplazamiento del pistón 354 con respecto al alojamiento 338, y mientras se amortigua la vibración de la cuchilla rascadora 214, con respecto a la cinta 82. Aunque la caja de control 306 se ha mostrado en los dibujos como conectando el segundo extremo 368 del pistón 354 al brazo 212, si se desea, el segundo extremo 368 del pistón 354 puede ser conectado de manera pivotante directamente al brazo 212.

60 La fuerza de rascado con la que cada cuchilla rascadora 214 es cargada a aplicación con la cinta transportadora 82 es proporcionada por el amortiguador 304. Las diferentes presiones de gas en la cámara acumuladora 352, y diferentes volúmenes de la cámara acumuladora 352, proporcionarán diferentes curvas de salida de fuerzas en función de desplazamientos. Un amortiguador 304 con un gran volumen de cámara acumuladora 352 y una carrera de pistón corta es preferido de tal manera que la curva de fuerza de salida en función de desplazamiento es relativamente plana, por lo que una fuerza de rascado y presión de limpieza relativamente constantes son proporcionadas entre la cuchilla rascadora 214 y la cinta 82. Los diferentes tipos de amortiguadores 304, con presiones de gas diferentes y/o diferentes volúmenes de la cámara acumuladora, pueden ser utilizados según se

deseo para proporcionar una fuerza de rascado y la presión de rascado deseadas. Los diferentes tipos de amortiguadores 304 pueden ser intercambiados entre sí en el mecanismo limpiador 86 para cambiar selectivamente la fuerza de rascado con que las cuchillas rascadoras 214 se aplican a la cinta 82.

5 Como se ha indicado anteriormente, los amortiguadores 304 comprenden amortiguadores de fluido magneto-reológico (MR) que contienen fluido MR. El fluido MR tiene una viscosidad que depende de un campo magnético, así el efecto de amortiguación del amortiguador MR puede ser ajustado ajustando el campo magnético aplicado al fluido MR. En otra realización, los amortiguadores 304 comprenden amortiguadores electro-reológicos (ER) que contienen fluido ER. Parecido al fluido MR, el fluido ER tiene una viscosidad que depende de un campo eléctrico, así el efecto de amortiguación del amortiguador ER puede ser ajustado ajustando el campo eléctrico aplicado al fluido ER. Aunque algunas realizaciones utilizan amortiguadores de fluido MR o amortiguadores de fluido ER, los expertos en la técnica deberían apreciar que los amortiguadores 304 pueden comprender otros tipos de amortiguadores controlados para alcanzar el efecto de amortiguación controlado deseado. Si se desea el amortiguador 304 puede incluir un miembro de carga elástico, tal como un resorte helicoidal mecánico, que se extiende alrededor del alojamiento 338 y del pistón 354 con un primer extremo del miembro de carga acoplado al alojamiento 338 y un segundo extremo acoplado al pistón 354.

20 Las orejetas 252A y B del brazo 212 están adaptadas para aplicarse al vástago 154 del miembro de montaje superior 144 para limitar el movimiento de pivotamiento del brazo 212 alrededor del eje de pivotamiento 168. Las orejetas 252A-B limitan por ello la longitud posible de la carrera del pistón 354 del amortiguador 304, impidiendo un exceso de retirada del pistón 354 que podría dañar el diafragma 350 e impedir la sobre extensión del pistón 354 que podría dañar el cierre hermético 370.

25 El miembro de montaje superior 144 está diseñado de manera que las cuchillas rascadoras 214 pueden estar bien en línea, o desplazadas y solapándose. Como se ha mostrado en la Figura 1, todas las cuchillas rascadoras 214 están situadas en línea entre sí. Si se desea, el miembro de montaje superior 144 del bastidor principal 92 puede estar dividido en una pluralidad de segmentos en los que cada segmento incluye una primera y segunda plataforma 156 respectivamente en cada extremidad. Cada otro segmento del miembro de montaje está invertido extremo con extremo para facilitar una disposición de la cuchilla rascadora desplazada y en solapamiento. Debido al desplazamiento de los vástagos 154, las plataformas 156 de cada otro segmento de montaje estarán alineadas entre sí, estando alineado un conjunto de plataformas a lo largo del eje de pivotamiento 168 y estando alineado un segundo conjunto de plataformas 156 a lo largo de un eje de pivotamiento paralelo que está separado del eje de pivotamiento 168 y paralelo a él. Los ejes de pivotamiento paralelos pueden estar desplazados uno del otro en una distancia seleccionada tal como, por ejemplo, veinticinco milímetros. Un primer conjunto de cada uno de los otros miembros rascadores 210 estarán alineados por ello entre sí, mientras un segundo conjunto de miembros rascadores 210 restantes estarán alineados uno con otro. Las cuchillas rascadoras 214 de los miembros rascadores adyacentes 210 están por ello desplazadas una de la otra, de tal manera que las cuchillas rascadoras 214 pueden solaparse una a otra a lo largo de la anchura de la cinta. La anchura de las cuchillas rascadoras utilizadas en la posición desplazada es preferiblemente más ancha que la anchura de las cuchillas rascadoras utilizadas en la posición en línea para proporcionar el solapamiento de cuchillas rascadoras adyacentes. Alternativamente, las plataformas 156 pueden estar divididas, con capuchones de extremidad 172 utilizados en lugar de capuchones centrales 180, y el espaciamiento de los miembros de montaje 144 individuales puede ser situado más cerca uno del otro para proporcionar el solapamiento de cuchillas rascadoras adyacentes. Los mecanismos de amortiguación 302 están conectados de manera pivotable a las aberturas 284A del primer conjunto de miembros rascadores 201 alineados, y los mecanismos amortiguadores 302 están conectados de manera pivotable a las aberturas 248B del segundo conjunto de miembros rascadores 210 alineados.

50 Cuando los miembros rascadores 210 están configurados en una disposición de desplazamiento y solapamiento, la cuchilla rascadora 214 de cada miembro rascador 210 puede ser montada de manera pivotable al miembro de montaje 232, tal como mediante un solo sujetador que se extiende a través de una abertura 226 y de una abertura 296, de tal manera que la cuchilla rascadora 214 es pivotable con respecto al brazo 22 alrededor de un eje de pivotamiento que es generalmente transversal al eje 168. El extremo inferior 282 de la cuchilla 214 está separado de la pared inferior 276 de la ranura 274 en el miembro retenedor 270 cuando la cuchilla 214 está en una posición centrada, de tal manera que la cuchilla 214 puede pivotar en cualquier dirección alrededor del eje de pivotamiento tal como, por ejemplo, más o menos cinco grados antes de que la base 280 de la cuchilla 214 se aplique a la pared inferior 276 de la ranura 274. En esta configuración, un punta desgastada debería estar prevista adicionalmente en las esquinas formadas por el borde rascador 286 y las extremidades 292 y 294 de la cuchilla 214 para impedir el perforado de la cinta 82 cuando la cuchilla 214 se adapta a la superficie 84 de la cinta.

60 El mecanismo limpiador 86 incluye también una cubierta deflectora 374. Como se ha mostrado en las Figuras 40-45, la cubierta deflectora 374 incluye una primera pared lateral 376 y una segunda pared lateral 378 de imagen en espejo. Las primera y segunda paredes laterales 376 y 378 están separadas y generalmente paralelas entre sí, y se extienden entre una pared frontal 380 y una pared posterior 382. La primera y segunda paredes laterales 376 y 378 se extienden cada una también entre un borde inferior 384 y un borde superior 386. Un paso se extiende a través de la cubierta deflectora 374 desde una abertura formada en una extremidad superior de la cubierta deflectora 374

entre los bordes superiores 376 de la primera y segunda paredes laterales 376 y 378 a una abertura formada en la extremidad inferior de la cubierta deflectora 374 entre los bordes inferiores 384 de la primera y segunda paredes laterales 376 y 378. Cada pared lateral 376 y 378 incluye una cavidad 388 adaptada para recibir el amortiguador 304 entre ellas.

5 Como se ha mostrado en las Figuras 4 y 5, el mecanismo amortiguador 302 se extiende a través del paso en la cubierta deflectora 374 con el amortiguador 304 situado en las cavidades 388. EL borde superior 386 de la primera y segunda paredes laterales 376 y 378 se aplica de manera coincidente con los bordes 238A-B del puntal 230 del miembro rascador 210 para formar un cierre hermético entre ellos. La cubierta deflectora 374 encierra  
10 sustancialmente por ello el mecanismo amortiguador 302, y encierra totalmente la caja 306 y la extremidad superior del amortiguador 304, para impedir que el rascado de material de la cinta 82 por la cuchilla rascadora 214 impacte o se aplique a estos componentes. La cubierta deflectora 374 puede estar hecha de un material de elastómero, tal como uretano.

15 El mecanismo de montaje 88A-B puede ser construido generalmente como imágenes de espejo entre sí. El mecanismo de montaje 88B está mostrado en las Figuras 44 y 45. Cada mecanismo de montaje 88A-B incluye un mecanismo 394 de posicionamiento lineal que tiene una ménsula 396 de montaje inferior y una ménsula 398 de montaje superior, tal como angulares. Una pata vertical de las ménsulas de montaje 396 y 398 incluye aberturas de  
20 tal manera que la pata vertical está adaptada para ser unida de manera desmontable a una estructura de soporte estacionaria. Cada pata horizontal de las ménsulas de montaje 396 y 398 incluye una abertura. Un accionador lineal tal como un vástago o varilla o árbol roscado 400 que tiene un eje 402 lineal central se extiende entre las ménsulas de montaje 396 y 398 inferior y superior y a través de las aberturas en las patas horizontales de las mismas. Un par de tuercas de soporte 404 están roscadas al árbol 404, con una tuerca de soporte 404 respectiva que se aplica a la superficie superior de la pata horizontal de las ménsulas de montaje 396 y 398. Un par de tuercas de bloqueo 406  
25 son roscadas al árbol 404, estando una tuerca de bloqueo 406 respectiva situada junto a la superficie inferior de una pata horizontal respectiva de cada una de las ménsulas de montaje 396 y 398. Las tuercas de bloqueo 406 pueden ser movidas de manera selectiva lejos de las ménsulas de montaje 396 y 398 de tal manera que el árbol 404 puede hecho girar selectivamente alrededor del eje 402 bien en el sentido de las agujas del reloj o bien en sentido contrario a las agujas del reloj según se desee. Las tuercas de bloqueo 406 pueden ser aplicadas contra las ménsulas de  
30 montaje 396 y 397 para impedir por ello la rotación del árbol 400 alrededor del eje 402. El accionador lineal 400 puede comprender alternativamente un accionador eléctrico, hidráulico o neumático respectivamente posicionado en cada extremidad del bastidor principal 92.

35 El mecanismo de posicionamiento lineal 394 incluye también una ménsula de soporte 410. La ménsula de soporte 410 incluye un ánima 412 generalmente lineal que se extiende desde la extremidad inferior a la extremidad superior de la ménsula de soporte 410 y que está adaptada para recibir el árbol roscado 400. La ménsula de soporte 410 incluye también un paso 414 que se extiende generalmente de manera horizontal y transversal al ánima 412 a través de la ménsula de soporte 410 entre las paredes laterales opuestas. El paso 414 incluye un receptáculo 416  
40 generalmente circular y cóncavo que está adaptado para recibir un casquillo 418 generalmente circular. El casquillo 418 incluye una pared exterior 420 generalmente circular y convexa que está adaptada para aplicarse giratoriamente y coincidir con el receptáculo 416. El casquillo 418 incluye también un ánima central 422 que está adaptada para recibir y aplicarse de manera coincidente con un árbol corto 110A o B del bastidor principal 92 de tal manera que el bastidor principal 92 y el casquillo 418 pueden girar conjuntamente alrededor del eje 96 con respecto a la ménsula de soporte 410. Las ménsulas de soporte 410 de los mecanismos de montaje 88A-B reciben y soportan  
45 respectivamente las extremidades opuestas del bastidor principal 92 dentro de los casquillos 418. Las ménsulas de soporte 410 y el mecanismo limpiador 86 son móviles selectivamente en una dirección generalmente lineal a lo largo del eje 402 de los árboles 400 en cualquier dirección, hacia arriba o hacia abajo, mediante elevación o descenso apropiado de los árboles roscados 400 alrededor de sus ejes respectivos 402 por medio de tuercas 456. Si se desea los accionadores giratorios operados eléctricamente pueden ser acoplados de manera operativa a cada árbol 400 para proporcionar una rotación seleccionada de los árboles 400 y por ello el posicionamiento selectivo del mecanismo limpiador 86. El árbol 401 puede ser enchavetado al ánima 412 para limitar el desplazamiento horizontal del conjunto 80 relativo al eje transversal de la cinta transportadora 82.

55 Uno o ambos mecanismos de montaje 88A-B pueden incluir un mecanismo 428 de posicionamiento rotacional. El mecanismo 428 de posicionamiento rotacional incluye un collarín 430, tal como una placa generalmente plana, que incluye una abertura central 432 adaptada para recibir de manera coincidente un árbol corto 110A o B de tal manera que el collarín 430 y el bastidor principal 92 pueden girar conjuntamente entre sí alrededor del eje 96. El collarín 430 incluye también una pluralidad de aberturas periféricas y ranuras arqueadas 434. El mecanismo 428 de posicionamiento rotacional incluye también un brazo de pivotamiento 436. El primer extremo 438 del brazo de pivotamiento 436 incluye una abertura central 442 generalmente circular adaptada para recibir al árbol corto 110A o B del bastidor principal 92. El primer extremo 438 incluye también una pluralidad de aberturas periféricas 444  
60 espaciadas de una manera generalmente uniforme alrededor de la abertura central 442. El primer extremo 438 del brazo de pivotamiento 436 está adaptado para ser conectado de manera desmontable al collarín 430 por sujetadores que se extienden respectivamente a través de las aberturas periféricas 434 y 444. La posición del brazo de pivotamiento 436 con respecto al collarín 430 alrededor del eje 96 puede ser ajustada colocando de manera  
65

selectiva los sujetadores dentro de las aberturas ranuradas 434 del collarín 430. El segundo extremo 440 del brazo de pivote 436 incluye una abertura 446 que está separada de la abertura central 442.

5 El mecanismo 428 de posicionamiento rotacional incluye también una ménsula de soporte 450 que tiene un ánima 452 adaptada para recibir mediante roscado el árbol fileteado 400 de tal manera que la ménsula de soporte 450 es situada en el árbol 402 por medio de las tuercas 456 y soportada por el árbol 400. La ménsula de soporte 450 incluye también un ánima longitudinal terrajada 452 que se extiende hacia adentro de la ménsula de soporte 450 generalmente de manera transversal al eje central del ánima terrajada 452. La ménsula de soporte 450 está unida por roscado al árbol fileteado 400 separado y por debajo de la parte inferior de la ménsula de soporte 410 del mecanismo 394 de posicionamiento lineal. El eje central del ánima terrajada 454 se extiende generalmente perpendicular al eje 402. Una o más tuercas de bloqueo 456 son roscadas al árbol 400 y son situadas por encima y por debajo de la ménsula de soporte 410 y la ménsula de soporte 450 para bloquearlas selectivamente in situ con respecto al árbol fileteado 400.

15 El mecanismo 428 de posicionamiento rotacional incluye también un mecanismo accionador lineal 460. El mecanismo accionador lineal 460 incluye un cilindro de fluido 462 que tiene un primer extremo 464 y un segundo extremo 466. El cilindro de fluido 462 incluye un alojamiento 468 que tiene una abertura 470 en el segundo extremo 466. La abertura 470 se extiende a lo largo de un eje 472 generalmente lineal. Un pistón 474 lineal extensible y contraíble se extiende hacia afuera desde el primer extremo del alojamiento a un extremidad distal 476 que tiene una abertura 478. La abertura 478 se extiende a lo largo de un eje 480 que es paralelo y está separado del eje 472. El pistón 474 se extiende a lo largo de un eje longitudinal central 482 que se extiende desde el primer extremo 464 al segundo extremo 466 del cilindro de fluido 462. El eje longitudinal 482 es perpendicular a los ejes 472 y 480.

25 El segundo extremo 466 del cilindro de fluido 462 está unido pivotablemente a la ménsula de soporte 450 por un sujetador que se extiende a través de la abertura 470 y al ánima terrajada 454 de la ménsula de soporte 450. El cilindro de fluido 464 es pivotable por ello con respecto a la ménsula de soporte 450 alrededor del eje 474. El primer extremo 464 del cilindro de fluido 462, y por ello la extremidad distal 476 del pistón 474, está unido pivotablemente al segundo extremo 440 del brazo de pivotamiento 436 por un sujetador que se extiende a través de la abertura 478 y de la abertura 446. El cilindro de fluido 462 es pivotable por ello con respecto al brazo de pivotamiento 436 alrededor del eje 480. El extremo distal 476 del pistón 474 puede ser movido selectivamente en cualquier dirección, extendido o retraído, con respecto al alojamiento 462 a lo largo del eje 482 con respecto al alojamiento 462.

35 El mecanismo accionador lineal 460 incluye también un motor eléctrico conectado de manera operativa a una bomba de fluido 484 que está en comunicación de fluido con el cilindro de fluido 462. El motor eléctrico está en comunicación eléctrica con los controladores auxiliares 305 en las cajas de control 306. La bomba de fluido 484 produce la extensión y retirada selectiva del pistón 474. El cilindro de fluido 462 y la bomba de fluido 484 pueden ser accionados hidráulicamente, o si se desea pueden ser accionados neumáticamente. El mecanismo accionador lineal 460 puede ser accionado a tensión de corriente continua (c.c.), tal como a veinticuatro voltios de corriente continua. El mecanismo accionador lineal 460 puede ser el accionador del Mini Paquete de Movimiento como es fabricado por KYB Corporation.

45 Como se ha visto en la Figura 45, la extensión simultánea de los pistones 474 de los mecanismos accionadores lineales 460 de los mecanismos de montaje 88A-B harán pivotar o girar los brazos de pivotamiento 436 y el mecanismo limpiador 86 en sentido contrario a las agujas del reloj alrededor del eje 96. La retirada de los pistones 474 hará pivotar los brazos de pivotamiento 436 y el mecanismo limpiador 86 en el sentido de las agujas del reloj alrededor del eje 96. Si uno o ambos mecanismos de montaje 88A y B incluyen un mecanismo 428 de posicionamiento rotacional puede ser determinado basándose en la salida de fuerza del mecanismo accionador lineal 460 y la anchura de la cinta transportadora 82. Por ejemplo, solamente un mecanismo de montaje 88A o B puede incluir un mecanismo 428 de posicionamiento giratorio cuando es utilizado en conexión con cintas de hasta aproximadamente 1200 milímetros de anchura, mientras que ambos mecanismos de montaje 88A y B pueden incluir mecanismos 460 de posicionamiento rotacional respectivos cuando son utilizados en conexión con cintas más anchas.

55 Como se ha mostrado en la Figura 7, la cuchilla rascadora 214 está dispuesta en un ángulo de limpieza o de rastrillado positivo de aproximadamente cuarenta y cinco grados con respecto a la superficie 84 de la cinta transportadora 82. Un ángulo de limpieza o rastrillado positivo, conocido también como un ángulo de despegado o retirada, es uno en el que la cuchilla rascadora está inclinada en el sentido de desplazamiento de la cinta transportadora. Como se ha mostrado en la Figura 8, la cuchilla rascadora 14 está dispuesta en un ángulo de limpieza o rastrillado positivo de aproximadamente menos diez grados con respecto a la superficie 84 de la cinta transportadora 82. Un ángulo de limpieza o rastrillado negativo, conocido también como un ángulo de rascado, es uno en el que la cuchilla rascadora es inclinada en la misma dirección que el sentido de desplazamiento de la cinta. Un ángulo de limpieza de rastrillo cero es uno en el que la cuchilla rascadora es perpendicular a la superficie de la cinta 82.

65 El ángulo de limpieza del mecanismo limpiador 86 puede ser variado según se desee entre los ángulos de limpieza

antes mencionados cambiando la distancia del montaje entre el eje rotacional 96 del bastidor principal 92 y la superficie 84 de la cinta transportadora 82. La rotación apropiada de los árboles 400 de los mecanismos de montaje 88A-B mueve el eje de pivotamiento 96 del mecanismo limpiador 86 a lo largo de un plano 488 que es generalmente paralelo a los ejes centrales 402 de los árboles 400 hacia la superficie de la cinta transportadora 82. Cuando los árboles 400 son hechos girar en sentido opuesto, el eje de pivotamiento 96 del mecanismo limpiador 86 se moverá a lo largo del plano 488 en sentido opuesto lejos de la superficie de la cinta transportadora 82. El mecanismo 394 de posicionamiento lineal permite por ello la colocación selectiva del eje de pivotamiento 96 del mecanismo limpiador 86 a lo largo del plano 488, de tal manera que las cuchillas rascadoras 214 se aplican la superficie 84 de la cinta transportadora 82 en un ángulo de limpieza deseado, tal como cualquiera de entre un ángulo de limpieza de rastrillado positivo de cuarenta y cinco grados a un ángulo de limpieza de rastrillado negativo de menos diez grados. Otros rangos de ángulos de limpieza pueden ser utilizados según se desee. El ángulo de limpieza de las cuchillas rascadoras 214 puede ser ajustado después de la instalación del limpiador 80 de la cinta transportadora para un ajuste fino del ángulo de limpieza a un ángulo de limpieza óptimo, y cambiar el ángulo de limpieza cuando pueda ser necesario debido a cambios en la velocidad de la cinta, cambios en el material transportado, o cambios en otros parámetros operativos. Tales ajustes pueden ser hechos manual o automáticamente.

Una vez que el mecanismo limpiador 86 es situado en su posición de montaje deseada a lo largo del plano 488, el mecanismo accionador lineal 460 del mecanismo 48 de posicionamiento rotacional hace girar el mecanismo limpiador 86 alrededor del eje 96. La extensión del pistón 474 del cilindro de fluido 462 hará pivotar el brazo de pivotamiento 436 y el mecanismo limpiador 86 en sentido contrario a las agujas del reloj, según se ve en las Figuras 7 y 45, para hacer girar las cuchillas rascadoras 214 a aplicación con la cinta transportadora 82 de tal manera que los amortiguadores 304 carguen elásticamente sus cuchillas rascadoras respectivas 214 a aplicación con la superficie de la cinta transportadora 82 con una cantidad de fuerza y presión de rascado deseadas.

La retirada del pistón 474 del cilindro de fluido 462 hará pivotar el brazo de pivotamiento 473 y el mecanismo de limpieza 86 en el sentido de las agujas del reloj como se ve en las Figuras 7 y 45 y libera por ello las cuchillas rascadoras 214 de la cinta transportadora 82. El mecanismo 428 de posicionamiento rotacional puede liberar por ello el mecanismo limpiador 86 de la cinta transportadora 82 cuando la cinta 82 invierte su sentido de desplazamiento, o con propósitos de mantenimiento. Los mecanismos accionadores lineales 460 de los mecanismos 48 de posicionamiento rotacional harán girar las cuchillas rascadoras 214 alrededor del eje 96 en aplicación de rascado continua con la cinta 82 cuando cuchillas rascadoras 214 se desgastan durante el uso al tiempo que mantienen un ángulo de limpieza y una presión de limpieza sustancialmente constantes. La posición que indican los sensores tales como conmutadores magnéticos pueden ser utilizadas para limitar el desplazamiento del brazo 436.

Cada amortiguador 304 amortigua respectivamente la vibración de su cuchilla rascadora 214 asociada con respecto a la cinta transportadora 82 durante la operación. Cada amortiguador 304 es controlado individualmente por un controlador auxiliar respectivo 305 en su caja asociada 306, de tal manera que la amortiguación de cada cuchilla rascadora 214 puede ser controlada individualmente. Las características de amortiguación de cada amortiguador 304 pueden ser variadas durante la operación del limpiador 80 de la cinta transportadora para acomodar cambios en condiciones operativas. La condición operativa del aparato accesorio de manipulación de material a granel, tal como el limpiador 80 de la cinta transportadora, cañón de aire, o vibrador industrial, y la condición operativa de la combinación de estos aparatos accesorios con un aparato principal de manipulación de material a granel, es determinada detectando y vigilando la vibración emitida por la combinación del aparato accesorio y principal. Los cambios en la vibración emitida son utilizados para iniciar el control del aparato del accesorio, de tal manera que la combinación del aparato accesorio y del aparato principal funcionará a un nivel óptimo de rendimiento.

La disposición geométrica del mecanismo limpiador 86 está ilustrada generalmente en la Figura 56 en conexión con un sistema de coordenadas rectangular X-Y. La disposición geométrica del mecanismo limpiador 86 permite que el mecanismo limpiador 86 sea utilizado con las cuchillas rascadoras 214 en aplicación con la cinta 82 en ángulos de limpieza "CA" de rastrillado positivo, cero, o negativo. Si el eje que determina el arco y la carga de las cuchillas rascadoras 214 estaba situado coaxial con el eje 168, el mecanismo limpiador 86 podría ser utilizado solamente en ángulos de limpieza de rastrillado positivos, debido a que la elevación del mecanismo limpiador 86 a lo largo del plano 488 para funcionamiento en un ángulo de limpieza de rastrillado cero o negativo crearía una interferencia entre el brazo 212 y la cinta 82 a menos que la cuchilla rascadora se aplique a la cinta en el arco de una polea. Como se ha mostrado en la Figura 56, está previsto un eje de pivotamiento virtual 490 que define el ángulo de curvatura y de carga de la cuchilla rascadora 214. El eje de pivotamiento virtual 490 está separado y paralelo al eje de pivotamiento 168 y está situado por encima del eje de pivotamiento 168 entre el eje de pivotamiento 168 y la cinta 82. Si el eje de pivotamiento virtual 490 estaba situado sobre el eje de pivotamiento 168, el ángulo de carga de la cuchilla rascadora 214 sería de noventa grados y proporcionaría un ángulo de limpieza constante durante el uso. Cuando el eje de pivotamiento virtual 490 está situado por encima del eje 168 el ángulo de carga de la cuchilla 214 es menor de noventa grados y el ángulo de limpieza permanece aproximadamente constante ( $\pm 5\%$ ) durante el uso utilizando una cuchilla rascadora 214 formada en un arco de un círculo alrededor del eje 490. Independientemente de la altura de montaje del mecanismo limpiador 86 de la cinta a lo largo del plano 488, o del grado de rotación del mecanismo limpiador 86 de la cinta alrededor del eje 96, la disposición geométrica del mecanismo limpiador 86 de la cinta mantendrá un ángulo de limpieza sustancialmente constante entre las cuchillas rascadoras 214 y la cinta 82.

Controlador de Manipulación de Material a Granel

5 Con referencia a hora a las Figuras 58-60, se describirá una realización del controlador 12 de manipulación de material a granel. Como se ha representado, el controlador 12 comprende un controlador maestro 500 y uno más controladores auxiliares 305. Aunque el controlador 12 puede ser puesto en práctica de una manera distribuida como se ha mostrado en las Figuras 58-60, otras realizaciones pueden comprender un único controlador 500 sin controladores auxiliares separados 305. En tal realización, los sensores del controlador auxiliar 305 pueden ser mantenidos con los componentes que son vigilados o cerca de ellos, pero los componentes lógicos (por ejemplo procesadores) del controlador auxiliar 305 pueden ser eliminados con el único controlador 500 configurado para realizar las tareas lógicas tanto del controlador maestro como de los controladores auxiliares. Aún en otra realización, el controlador 12 de manipulación de material a granel puede comprender solo controladores auxiliares 305 sin tener un controlador maestro 500 separado. En tal realización, las tareas del controlador maestro 500 pueden ser distribuidas entre el controlador auxiliar 305, asignado a un único controlador auxiliar 305, y/o algunas tareas del controlador maestro 500 pueden ser eliminadas. Además, para ayudar a un experto en la técnica en la comprensión de la construcción y del funcionamiento del controlador 12 de manipulación de material a granel, el controlador 12 está descrito más abajo en el contexto de controlar el mecanismo limpiador 86 de cinta. Sin embargo, los expertos en la técnica deberían apreciar que las enseñanzas relativas al controlador 12 de manipulación de material a granel pueden ser fácilmente aplicadas a otro aparato 4 de manipulación de material a granel y/o a otros accesorios 6 de manipulación de material a granel.

20 Con referencia ahora a la Figura 58, están representadas la relación entre componentes del controlador 12 de manipulación de material a granel y componentes de un accesorio de manipulación de material a granel, tal como el mecanismo limpiador 86 de cinta. Como se ha representado, el controlador maestro 500 está acoplado a mecanismos de posicionamiento 510 del mecanismo limpiador 86 de cinta tal como, por ejemplo, el mecanismo 394 de posicionamiento lineal y el mecanismo 428 de posicionamiento rotacional. Como tal, el controlador maestro 500, en una realización, puede generar señales de control para ajustar el posicionamiento del accesorio 6 de manipulación de material a granel al manipulador 4 de material a granel. Por ejemplo, el controlador maestro 500 puede generar señales de control que hacen que el mecanismo 394 de posicionamiento lineal mueva el mecanismo limpiador 86 de cinta acercándolo a la cinta transportadora 82 o puede generar señales de control que hacen que el mecanismo 394 de posicionamiento lineal mueva el mecanismo limpiador 86 de cinta alejándolo de la cinta transportadora 82. De manera similar, el controlador maestro 500 puede generar señales de control que hacen que el mecanismo 428 de posicionamiento rotacional haga girar el mecanismo limpiador 86 de cinta en relación a la cinta transportadora 82. Mediante las señales de control al mecanismo 394 de posicionamiento lineal y al mecanismo 428 de posicionamiento rotacional, el controlador maestro 510 puede ajustar la fuerza ejercida por las cuchillas rascadoras 214 sobre la cinta 82 así como ajustar el ángulo en el que las cuchillas rascadoras 213 hacen contacto con la cinta 82.

40 Cada controlador auxiliar 305 controla uno o más aspectos del accesorio 6 de manipulación de material a granel. En una realización, cada brazo 212 comprende un controlador auxiliar 305 que genera señales de control que hacen que amortiguadores respectivos 304 amortigüen vibraciones de forma controlable de su brazo asociado 212. En una realización, el controlador auxiliar 305 genera la señal de control basándose en señales recibidas desde sus sensores tales como los acelerómetros 502 y el sensor de temperatura 504. Como se ha explicado antes, los amortiguadores 304 tienen un índice de amortiguación controlable que es lineal con respecto a las señales de control recibidas desde el controlador auxiliar 305. Así los controladores auxiliares 305 en una realización pueden aumentar el efecto de amortiguación de su amortiguador 304 aumentando la corriente de la señal de control al amortiguador 304 y pueden disminuir el efecto de amortiguación de su amortiguador 304 disminuyendo la corriente de la señal de control al amortiguador 304. Sin embargo, otras realizaciones pueden utilizar amortiguadores 304 que tienen índices de amortiguación controlables que no son lineales con respecto a las señales de control recibidas, y los controladores auxiliares 305 pueden generar las señales de control para tener en cuenta los índices de amortiguación no lineales.

55 Un bloque de alimentación maestro 520 está también representado en la Figura 58. En una realización, el bloque de alimentación maestro 520 recibe una señal de potencia desde una fuente de alimentación de red y acondiciona y/o transforma la señal de potencia recibida para proporcionar al controlador 12 y al accesorio 6 con señales de potencia apropiadas. En una realización, la fuente de alimentación de red alimenta al bloque de alimentación maestro 520 con una señal de potencia de corriente alterna y el bloque de alimentación principal 520 transforma la señal de potencia de corriente alterna recibida en una o más señales de potencia de corriente alterna que son adecuadas para el controlador 12 de manipulación de material a granel y para el accesorio 6 de manipulación de material a granel.

60 El bloque de alimentación maestro 520 puede generar además una señal de estado que puede ser utilizada para proporcionar al controlador maestro 500 con información de estado. En una realización, el bloque de alimentación maestro 520 puede generar una señal de estado para informar al controlador maestro 500 de un fallo de corriente tal como, por ejemplo, que el bloque de alimentación maestro 520 recibe potencia inadecuada desde su fuente de alimentación de red y/o el bloque de alimentación maestro 520 proporciona una potencia inadecuada a los componentes del sistema de manipulación de material a granel. Además, el bloque de alimentación maestro 520

5 puede comprender una fuente de corriente alterna o una reserva de potencia tal como, por ejemplo, baterías de potencia elevada o supercondensadores que son capaces de suministrar suficiente potencia para el controlador 12 de manipulación de material a granel y para el accesorio 6 de manipulación de material a granel para ejecutar una respuesta de fallo en respuesta a la señal de estado que informa al controlador maestro 500 de un fallo de su fuente de alimentación de red. Por ejemplo, las reservas de potencia del bloque de alimentación maestro 520 pueden proporcionar suficiente potencia para el controlador 12 y el accesorio 6 para responder de manera segura en una situación en la que la fuente de alimentación de red no proporcione potencia (por ejemplo apagón) o potencia insuficiente (por ejemplo caída de tensión). En una realización, el controlador maestro 500 puede generar señales de control que dan como resultado que el mecanismo 510 de posicionamiento retire los brazos 212 de la cinta 82 con el fin de impedir que los brazos 212 dañen a la cinta 82, si el bloque de alimentación maestro 520 es incapaz de suministrar suficiente potencia para accionar el accesorio 6.

15 Otros detalles relativos a conexiones de cable entre componentes del controlador 12 de manipulación de material a granel y componentes de un accesorio de manipulación de material a granel tales como el mecanismo 86 limpiador de cinta están representados en la Figura 68. Como se ha mostrado, cada controlador auxiliar 305 puede ser acoplado a una caja de conexión 590 a través de diez (10) cables de diámetro 18 y cada mecanismo 428 de posicionamiento rotacional de los mecanismos 530 de posicionamiento puede ser acoplado a la caja de conexión 590 mediante tres (3) cables de diámetro 14. El controlador maestro 500 puede ser acoplado a un mecanismo 396 de posicionamiento lineal de los mecanismos 530 de posicionamiento por tres (3) cables de diámetro 14 y a un enchufe de corriente por tres (3) cables de diámetro 18. El controlador maestro 500 puede además ser conectado a los controladores auxiliares 305 mediante diez (10) cables de diámetro 18 que conectan el controlador maestro 500 a la caja de conexión 590, y a los mecanismos 428 de posicionamiento rotacional mediante cinco (5) cables de diámetro 14 que conectan el controlador maestro 500 a la caja de conexión. La caja de conexión 590 interconecta de manera apropiada los cables del controlador maestro 500 con los cables de los controladores auxiliares 305 y los mecanismos 428 de posicionamiento rotacional y proporcionan así una posición central para interconectar tales componentes.

20 La Figura 59 representa detalles adicionales relativos a una realización del controlador maestro 500. Como se ha representado, el controlador maestro 500 en una realización comprende un procesador 540, una memoria 542, una o más interfaces de I/O 544, y un reloj 546 del tiempo real. El procesador 540 gestiona de manera general los otros componentes del controlador maestro 500. Con este fin, el procesador 540 en una realización comprende firmware integrado que el procesador 540 ejecuta para realizar distintas tareas. El procesador 540 puede ser puesto en práctica utilizando un procesador de propósito general, un procesador de señal digital, o un microcontrolador que están disponibles en numerosos fabricantes tales como Intel Corporation, Advanced Micro Device, Internacional Business Machines, Texas Instruments, o similares. En una realización, el procesador 540 comprende o bien el procesador de señal digital TMS320LF2407 o TMS320F2806 comercializados por Texas Instruments aunque pueden ser utilizados otros procesadores.

30 La memoria 542 almacena datos para el controlador maestro 500. En particular, al procesador 540 puede leer datos de la memoria 542 y escribir datos en la memoria 542. En una realización, la memoria 542 comprende una tarjeta de memoria que puede ser retirada con una capacidad de al menos 512 kilobytes. En tal realización, la tarjeta de memoria puede ser retirada con el fin de archivar sus datos almacenados para referencia futura y/o puede ser retirada para su análisis por otro dispositivo informático.

45 Una o más interfaces de I/O 544 proporcionan al procesador 540 con interfaces para intercambiar datos con dispositivos externos tales como la interfaz de usuario 8, los controladores auxiliares 305, y el mecanismo de posicionamiento 510. En una realización, la interfaz auxiliar 544 comprende una interfaz en serie RS-485 y acopla el controlador maestro 500 a los controladores auxiliares 305 en una manera de cadena daisy o de margarita. La interfaz auxiliar 305 puede comprender además otras interfaces cableadas y/o inalámbricas que pueden ser utilizadas para acoplar operativamente la interfaz de usuario 8, el controlador auxiliar 305 y los mecanismos de posicionamiento 510 al controlador maestro 500. Tales interfaces cableadas y/o inalámbricas pueden incluir pero no están limitadas a las siguientes interfaces en serie RS-232, RS-422, RS-485 y Red de Área de Controlador (CAN); interfaces de red IEEE.802.3 (Ethernet), interfaces IEEE.802.11 (WiFi), interfaces de Bus en Serie Universal (USB), interfaces IEE 1394 (FireWire), interfaces de ratón y teclado PS/2, e interfaces IEEE 802.15.1 (Bluetooth).

55 El reloj en tiempo real 546 proporciona al procesador 541 referencia de tiempo actual. El procesador 540 pueden utilizar la referencia de tiempo actual para fechar con el sello de tiempo los datos desde dispositivos acoplados a las interfaces de I/O 544. El procesador 540 puede además utilizar el reloj 546 de tiempo real para sincronizar la operación del controlador maestro 500 con otros componentes del sistema de manipulación de material a granel. En una realización, el reloj 546 de tiempo real comprende un chip de reloj de tiempo real M41T0M6 de ST Microelectronics.

60 La Figura 60 representa detalles adicionales relativos a una realización de controladores auxiliares 305. Cada uno de los controladores auxiliares 305 en la realización representada comprende una alimentación de corriente local 550, uno o más sensores 552 de movimiento, uno o más sensores 554 de temperatura, una o más interfaces 556 de

señal, y un procesador 558. La alimentación de corriente local 550 recibe potencia desde el bloque 520 de alimentación principal. La alimentación de corriente local 550 acondiciona y/o transforma la potencia suministrada por el bloque 520 de alimentación de red para proporcionar a los componentes del controlados auxiliar 305 con señales de potencia apropiadas.

5 Los sensores de movimiento 552 son generalmente accionables para detectar el movimiento del controlador auxiliar 305, del aparato 4 de manipulación de material a granel, del accesorio 6 de manipulación de material a granel, del material a granel, y/o un componente del aparato 4 o del accesorio 6. Con este fin, el sensor 552 de movimiento puede comprender sensores que detectan cambios en el desplazamiento, cambios en la velocidad, cambios en la  
10 aceleración, y/o en otras indicaciones de movimiento. En una realización, el sensor 552 de movimiento comprende una pluralidad de acelerómetros en los que un acelerómetro mide la aceleración del brazo 212 y otro acelerómetro mide el gradiente de inclinación del brazo 212.

15 Los acelerómetros de una realización tienen un tamaño muy pequeño, un rango de temperatura ampliado (rango operativo  $-55... +125^{\circ}$  C, con especificaciones garantizadas en el intervalo de al menos  $-40...+100^{\circ}$  C), y la capacidad de resistir choques de al menos 2.000 g. En particular, los acelerómetros pueden comprender un MEMS (sistema micro-electromecánico) que típicamente son de tamaño muy pequeño y son capaces de generar información de gradiente con solo un simple filtro pasa bajos. En una realización, los acelerómetros para medir la  
20 aceleración comprende en el acelerómetro ADXL 78, y los acelerómetros utilizados para medir la inclinación comprenden el acelerómetro ADXL 322 fabricados ambos por Analog Devices. Además, en una realización, los acelerómetros están colocados en la misma placa de circuito impreso que el procesador 558 y cerca de las entradas analógicas del procesador 558. Además, los acelerómetros están colocados lejos de las salidas de modulación de anchura de impulsos del procesador 558 para reducir el ruido eléctrico que puede corromper la señal de los  
25 acelerómetros.

El sensor 554 de temperatura genera una señal de medición analógica que es representativa de la temperatura detectada por el sensor 554 de temperatura. En una realización, el sensor 554 de temperatura tiene un rango de medición de  $-40^{\circ}$  C a  $+125^{\circ}$  C. Además, el sensor de temperatura en una realización comprende un sensor de temperatura AD7416ARM de Analog Devices aunque pueden usarse otros sensores.

30 Las interfaces de señal 556 pueden recibir señales de medición desde los sensores 552, 554 y acondicionar tales señales de tal modo que tengan una forma adecuada para ser introducidas en el procesador 558. Suponiendo que los sensores 552, 554 generen señales de medición analógicas que han de ser suministradas a entradas analógicas del procesador 558, la interfaz de señal 556 puede filtrar, amplificar, atenúan o ajustar de otro modo tales señales de  
35 medición de tal forma que las señales de medición acondicionadas permanezcan dentro de un rango operativo de las entradas analógicas del procesador 558. De forma similar, si las señales de medición analógicas han de ser suministradas a entrada digitales del procesador 558, las interfaces de señal 556 pueden filtrar, amplificar, atenuar, digitalizar o ajustar de otro modo las señales de medición de tal forma que los valores digitalizados de las señales de medición permanezcan dentro de un rango de entrada del procesador 558. De manera similar, las interfaces de  
40 señal 556 pueden acondicionar señales de control generadas por el procesador 558 de tal forma que tales señales de control permanezcan dentro de los rangos operativos de aquellos componentes que reciben las señales de control. De nuevo, tal acondicionamiento puede abarcar filtrado, amplificación, atenuación, y/o digitalización de tales señales de control.

45 El procesador 558 recibir las señales de medición acondicionadas desde los sensores 552, 554 y proporciona una señal de control de salida a su amortiguador respectivo 304 mediante una interfaz de señal 556. En una realización, el procesador 558 comprende o bien el procesador de señal digital TMS320LF2401 o bien el TMS320F2801 de Texas Instruments aunque otros procesadores de señal digital, procesadores de propósito general, y/o microcontroladores pueden ser utilizados. El procesador 558 en una realización comprende un bloque 560 de  
50 adquisición de datos, un filtro digital 562, integradores 564, 566, un convertidor de pico 568, un convertidor de promedio 570, y un convertidor 572 de raíz cuadrada media (RMS), un selector de señal 576, un controlador 578 proporcional a integral y derivada (PID) y un controlador 578 de modulación de anchura de impulso (PWM). Un experto en la técnica debería apreciar que muchos de los componentes funcionales del procesador 558 pueden ser puestos en práctica como circuitos de hardware especializado y/o software ejecutado por circuitos de propósito  
55 general.

El bloque 560 de adquisición de datos recibe señales de medición acondicionadas desde los sensores 552, 554 mediante las interfaces de señal 556 y convierte tales señales analógicas en muestras digitales que son representativas de las señales recibidas. En una realización, el bloque 552, 554 de adquisición de datos recibe  
60 señales de medición procedentes de dos acelerómetros 552 y así genera dos señales digitalizada a partir de ellas. Una señal digitalizada es representativa de la aceleración del brazo 212 y la otra señal digitalizada es representativa de la inclinación o gradiente del brazo 212.

El filtro digital 562 recibe la señales digitales desde el bloque 560 de adquisición de datos y filtrada además la señal digital para eliminar al ruido y limitar la señal digital a un ancho de banda particular. En una realización, el filtro digital

562 es puesto en práctica con un retardo de grupo bajo que es relativamente constante dentro del ancho de banda operativo de 0 a 250 Hz. En particular, una realización del filtro digital 562 es puesta en práctica utilizando una técnica de algoritmo de intercambio de Remez con el fin de reducir el error de control resultante del retardo introducido por el filtro digital 562 y otros componentes del controlador auxiliar 305. En una realización, el retardo máximo en la cadena de tratamiento que incluye el filtro 562 es de 13,7  $\mu$ s con el fin de mantener el error de control introducido por retardo de control en un nivel aceptable.

El primer integrador 564 en una realización recibe una señal digital desde el filtro digital 562 que es representativa de la aceleración del brazo 212 e integra la señal para obtener una señal digital que es representativa de la velocidad del brazo 212. De manera similar, segundo integrador 566 en una realización recibe una señal digital desde el primer integrador 564 que es representativa de velocidad e integra la señal para obtener una señal de la señal digital que es representativa del desplazamiento del brazo 212. El convertidor de pico 568, el convertidor de promedio 570, y el convertidor de RMS 572 reciben cada uno las señales digitales procedentes del filtro digital 562 y de los integradores 564, 566 y genera señales de salida que representan de manera respectiva los valores de pico, los valores promedio y los valores de RMS de las señales recibidas durante un periodo de análisis. En una realización, el periodo de análisis es establecido en 0,5 segundos. Sin embargo el convertidor de pico 568, el convertidor de promedio 570 y el convertidor de RMS 572, en una realización pueden estar programados con un período de análisis comprendido en el rango de 50 microsegundos a más de 3 segundos.

El selector 574 de señal recibe la señales digitales desde el filtro digital 562, los integradores 564, 566 y los convertidores 568, 570, 572 y selecciona señales de interés para el controlador de PID 576. En una realización, el selector de señal 574 representa una función puesta en práctica por software que permite que otros componentes de software del controlador auxiliar 305 seleccionen señales para un algoritmo de control.

El controlador de PID 576 recibe señales seleccionadas desde el selector de señales y genera una señal de control digital basada en ellas. En una realización, el controlador de PID 576 procesa las señales seleccionadas basándose en un algoritmo de control diseñado para controlar el accesorio 6 de manipulación de material a granel de una manera deseada. Como se explicará a continuación, el controlador de PID 576 en una realización genera la señal de control basada en un algoritmo de control de amortiguación que intenta mantener las cuchilla rascadoras 214 de los brazos 212 en contacto con la superficie 84 de la cinta con una fuerza de contacto apropiada que reduzca el traqueteo y el daño inducido por la cuchilla rascadora en la cinta 82.

El controlador de PWM 578 recibe la señal de control digital y convierte la señal de control digital a una señal de control analógica. En particular, el controlador de PWM 578 genera la señal de control analógica con un impulso que tiene una anchura que es proporcional al valor de la señal de control digital.

#### Control de amortiguación

Como se ha mencionado antes, los controladores auxiliares 305 controlan el efecto de amortiguación de los amortiguadores controlados 304. En particular, el controlador auxiliar 305 en una realización genera una señal de control para su amortiguador 304 basándose en las señales de medición que son indicativas de la aceleración del brazo 212. Más específicamente, el controlador auxiliar 305 genera la señal de control basándose en un algoritmo de control que intenta mantener una presión de limpieza apropiada entre el mecanismo limpiador 86 y la cinta transportadora 82, para reducir efectos de golpes inducidos por grandes defectos de la cinta, y para reducir efectos de desgaste sobre la cinta 82, el mecanismo de limpieza 86 y otros componentes mecánicos.

Durante la operación del mecanismo 86 de limpieza de la cinta, el brazo 212 limpiador de la cinta no sigue de modo preciso la forma de la cinta transportadora 82 debido a la incapacidad del mecanismo 86 de limpieza de la cinta para reaccionar instantáneamente a cambios en la cinta transportadora 82. A pesar del intento de fabricación, la superficie 84 de la cinta transportadora 82 no es completamente uniforme. La desigualdad de la cinta 82 da como resultado que la distancia entre las puntas 260 de las cuchillas rascadoras 214 y la cinta 82 cambia ya que el mecanismo 86 de limpieza de la cinta es incapaz de reaccionar instantáneamente a tales cambios en la cinta 82. La distancia entre las punta 260 y la superficie 84 de la cinta está además influenciada por el combado de la cinta, defectos principales de la cinta, y fricción. Los combados de las cintas tienden a inducir un movimiento relativamente lento (por ejemplo de varios Hz) de la superficie 84 de la cinta y de las puntas 260. Sin embargo, los defectos principales de la cinta inducen corrientemente un movimiento rápido (por ejemplo decenas o centenares de Hz) de las puntas 260 como resultado de que las puntas golpean contra los defectos principales de la cinta. Además, incluso sin los defectos principales de la cinta, la fricción entre las puntas 260 y la superficie 84 de la cinta da como resultado que las puntas 260 sean empujadas lejos de la superficie 84.

Los amortiguadores controlados 304 tienen un efecto de amortiguación que puede estar representado por un coeficiente de amortiguación  $c$ . En una realización, el coeficiente de amortiguación  $c$  es lineal con respecto a la corriente de la señal de control aplicada a los amortiguadores 304 controlados. El software de los controladores auxiliares 305 hace que los procesadores 558 seleccionen mediante el selector de señales 574 a partir de las señales de estado disponibles tales como señales de desplazamiento, señales de velocidad, señales de aceleración, señales de pico, señales de promedio, y señales de RMS y determinen la corriente de la señal de control para

aplicar a los amortiguadores 304 con el fin de obtener una amortiguación deseada.

La señal de estado utilizada por los controladores auxiliares 305 para controlar los amortiguadores 304 puede ser una o más de las señales de estado aplicadas al selector de señales 574. En la realización, los controladores auxiliares 305 generan las señales de control basándose en las señales de desplazamiento derivadas. Sin embargo, los expertos en la técnica debería apreciar que una o más de las otras señales de estado puede ser útil para otro aparato 6 de manipulación de material a granel u otras realizaciones del aparato 80 limpiador de la cinta. Además, debería apreciarse que como la señal de desplazamiento en la realización actual es calculada o derivada a partir de la señal de aceleración, la señal de desplazamiento puede no corresponder al desplazamiento real sino en lugar de ello a un valor proporcional al desplazamiento real.

Mediante análisis matemático y experimentación extensiva se ha determinado que se consiguen resultados apropiados cuando la señal de control y la señal de estado exhiben la relación representada en las figuras 61-64. Un experto en la técnica reconocerá que son posibles otras formas o perfiles.

Como se ha mostrado en los ejemplos en las Figuras 61-64, la amortiguación, como está reflejada por la señal de control C es dependiente de la señal de estado. La señal de control C tiene un valor  $C_1$  que corresponde a la amortiguación mínima para una característica de seguridad contra fallos. La señal de control C también tiene un segundo valor máximo  $C_2$  que corresponde a la amortiguación máxima para un sistema seguro y estable. El valor mínimo  $C_1$  y el valor máximo  $C_2$  pueden ser determinados a partir de hojas de datos de los amortiguadores 304 y análisis del sistema de manipulación de material a granel.

Las Figuras 61-64 representan además parámetros del sistema  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ , y  $S_4$ . Los parámetros de sistema  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ , y  $S_4$  corresponden a valores de la señal de estado tales como aceleración, velocidad, o desplazamiento. En una realización, el controlador auxiliar 305 controla la amortiguación basándose en una señal de estado de desplazamiento y tal que los parámetros del sistema  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ , y  $S_4$  corresponden a distintos valores de desplazamiento. Como se ha representado, el desplazamiento está trazado contra el eje x mientras que la corriente de la señal de control está trazada contra el eje y. Como tal, la posición 0 sobre el eje x en una realización corresponde al mecanismo limpiador 86 de la cinta que está en una posición inicial con las cuchillas rascadoras 214 aplicadas con la superficie 84 de la cinta. Además, los valores de desplazamiento positivos correspondan a que la cinta 82 empuja a las cuchillas rascadoras 214 lejos de ella dando así como resultado que la energía mecánica es transferida desde la cinta 82 al brazo limpiador 212. Inversamente, los valores de desplazamiento negativos corresponden a que la cinta 82 vuelve a su posición inicial y a que el brazo 212 limpiador de la cinta libera la energía mecánica a través de los amortiguadores 304, fricción, etc.. Cambiando los parámetros del sistema  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ , y  $S_4$  pueden conseguirse distintos niveles de eficacia de limpieza, desgaste de cuchillas, y vibraciones del brazo/bastidor.

En una instalación práctica, un técnico establece los parámetros de sistema  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ , y  $S_4$  basándose en la experiencia, tamaño físico del sistema, características de la cinta, y características del material transportado. Un técnico puede analizar el comportamiento del sistema y cambiar los coeficientes  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ , y  $S_4$  de tal modo que mejore los parámetros que son los más importantes para esa aplicación particular y ese momento. Por ejemplo, debido a fuertes lluvias, el material transportado puede resultar humedecido y pegajoso. Por ello, el técnico puede decir aumentar temporalmente la presión ejercida por las cuchilla rascadoras 212 contra la superficie 84 de la cima. Para conseguir este objetivo, el técnico puede aumentar el valor mínimo  $C_1$  aumentando así el valor mínimo de la señal de control.

Adicionalmente, los gráficos de la señal de control no necesitan ser simétricos. En algunos casos, pueden probar ser útiles los diseños de señal de control asimétricos. La razón para este comportamiento es que si el lado derecho tiene una pendiente más somera entonces la energía mecánica absorbida desde la fuerza externa es menor ya que el factor de acoplamiento es menor. Si el lado izquierdo tiene una pendiente más inclinada la energía mecánica dispensada al entorno es más alta ya que el factor de acoplamiento es mayor. En una realización, el fabricante y posteriormente el técnico pueden elegir los parámetros de control  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ , y  $S_4$  con el objetivo de reducir los componentes espectrales en el error de desplazamiento. Transfiriendo una señal desde el dominio de tiempo al dominio de frecuencia (Transformada de Fourier) el contenido de energía es preservado. Esta es una consecuencia directa del teorema de Wiener Khintchine (la densidad espectral de potencia de un proceso aleatorio estacionario en amplio sentido es la Transformada de Fourier de la función de autocorrelación correspondiente). Por ello, analizando el espectro de error de desplazamiento en el dominio de frecuencia, es posible seleccionar parámetros que reduzcan el error. Para permitir esta selección de parámetros, el controlador 12 de manipulación de material a granel puede recoger datos y puede ejecutar el algoritmo de configuración descrito más abajo para determinar los parámetros de control para el error de desplazamiento reducido.

#### Configuración de control de amortiguación

La Figura 65 representa un método utilizado por cada uno de los controladores auxiliares 305 para configurar los parámetros del sistema  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ , y  $S_4$  que son usados para generar señales de control. En el bloque 602, el controlador auxiliar 305 selecciona un primer conjunto de valores para los parámetros de sistema  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ , y  $S_4$ . Por ejemplo, el controlador auxiliar 305 puede seleccionar los parámetros del sistema como sigue:  $S_1 = -2$  mm,

5  $S_2 = -1$  mm,  $S_3 = 0$  mm,  $S_4 = 5$  mm,  $C_1 = C_{\min}$ ,  $C_2 = C_{\max}$ . En el bloque 604, el controlador auxiliar 305 configura los controladores auxiliares 305 con los parámetros seleccionados y recoge datos relativos a las señales de estado desde los controladores auxiliares 305 para un ciclo de configuración. En una realización, el controlador auxiliar 305 registra el error de desplazamiento  $x(t)$  sobre el ciclo de configuración. Además, el ciclo de configuración en una realización es definido como 1,5 segundos que es bastante grande para incluir al menos un período completo de la excitación causada por el combado de la cinta 82. Para una realización del limpiador 80 de la cinta transportadora, el combado de la cinta es la excitación con el período más largo. Otras excitaciones tales como fricción o defecto de la cinta típicamente tienen un período más corto. Sin embargo, debería apreciarse que para otras realizaciones de limpiador 80 de la cinta transportadora o para otros accesorios 6 del material a granel puede ser seleccionado un periodo de configuración diferente que tenga en cuenta el período de excitación más grande de interés.

10 El controlador auxiliar 305 en el bloque 606 calcula un valor de coste a partir de los datos recogidos que proporciona una medida de la efectividad del controlador 12 de manipulación de material a granel cuando se hace funcionar basándose sobre los parámetros del sistema seleccionados  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ , y  $S_4$ . En una realización, el controlador auxiliar 305 para cada error de desplazamiento  $x(t)$  calcula su Transformada de Fourier Rápida discreta (FFT)  $f_x(i)$  en la que  $i$  es el orden armónico. A continuación, el controlador auxiliar 305 calcula para cada conjunto de  $f_x(i)$  la función de coste definida como la contribución de la raíz cuadrada media.

$$R_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^n f_x[i]^2}{n}}$$

20 donde  $n$  representa el número de armónicos relevantes encontrado en  $f_x(i)$ . En una realización, el número de armónico relevantes es 55 veces la frecuencia de excitación. Sin embargo, para facilidad de cálculo en un sistema integrado pequeño  $n = 64$  es la menor potencia de 2 mayor que 55.

25 En una realización, el controlador auxiliar 305 intenta seleccionar los parámetros del sistema  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ , y  $S_4$  de tal modo que el error de desplazamiento total sea reducido con el fin de mantener las cuchillas rascadoras 214 apropiadamente cargadas contra la superficie 84 de la cinta transportadora 82. Sin embargo, es posible diseñar otros métodos de configuración que intenten reducir el tiempo de respuesta o el exceso, configurando así los controladores auxiliares 305 para que tengan en cuenta otros aspectos que puedan ser más importantes para la operación de ciertos tipos de accesorios 6 de manipulación de material a granel. Por ejemplo, si el objetivo del método de configuración es reducir el exceso, la función de coste puede ser reemplazada con una nueva función de coste definida como:

$$R_x = \max(|x[i]|)_{i=0\dots n},$$

35 donde  $\max()$  es una función que extrae el máximo de la lista de valores absolutos del error de desplazamiento  $x$ .

40 El controlador auxiliar 305 graba entonces en el bloque 608 el valor de coste calculado y el conjunto asociado de parámetros seleccionados  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ , y  $S_4$ . El controlador auxiliador 305 entonces en el bloque 610 decide si realiza otro ciclo de configuración. En una realización, el controlador auxiliar 305 itera a través de posibles valores para los parámetros del sistema  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ , y  $S_4$  y elige repetir otro ciclo de configuración si permanecen más posibles valores. En otra realización, al controlador auxiliar 305 itera a través de posibles valores hasta que o bien un valor de coste especificado es satisfecho o bien hasta que todos los valores han sido probados. Por ejemplo, el controlador auxiliar 305 puede estar configurado para detenerse una vez que un conjunto de parámetros da como resultado un error (coste) por debajo de una magnitud de umbral definida.

45 En el bloque 612, el controlador auxiliar 305 selecciona un conjunto de parámetros  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ , y  $S_4$  basándose en sus valores de coste asociados  $R_x(i)$ . en una realización, el controlador auxiliar 305 intenta minimizar el coste de error de desplazamiento  $x(t)$  y como tal selecciona el conjunto de parámetros  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ , y  $S_4$  asociados con el menor coste  $R_x(i)$ . Sin embargo, debería apreciarse que para otros funciones de coste u otras realizaciones del controlador auxiliar 305 puede intentar maximizar el valor de coste para algún aspecto del accesorio 6 de manipulación de material a granel. En tal realización, el controlador auxiliar 305 puede entonces seleccionar el conjunto de parámetros  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ , y  $S_4$  asociado con el mayor valor de coste.

55 Aunque el controlador auxiliar 305 puede ejecutar el método de la Figura 65 con el fin de establecer inicialmente los parámetros del sistema  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ , y  $S_4$ , el controlador auxiliar 305 puede también ejecutar el método en respuesta a otros eventos. Por ejemplo, un técnico puede solicitar que los controladores auxiliares 305 ejecuten el método de configuración cuando cambian las condiciones operativas. Por ejemplo, un técnico puede solicitar que los controladores auxiliares 305 ejecuten el método de configuración en respuesta a una nueva cinta transportadora, nuevo material transportado, cambio de velocidad, cambio de humedad, etc. Además, el controlador auxiliar 305

puede cambiar ligeramente de forma periódica los parámetros de control  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ , y  $S_4$  para comprobar si un nuevo conjunto de parámetros proporciona mejores resultados.

5 Ejecutando el método de configuración en un entorno de simulación tal como el SciLab, Octave, o Matlab, se ha determinado que para los parámetros mecánicos utilizados en las simulaciones, los parámetros de control de  $C_2 = C_{max}$ ,  $C_1 = C_{min}$ ,  $S_1 = S_2 = -1$  mm,  $S_3 = 5$  mm,  $S_4 = 10$  mm, proporcionan resultados apropiados para una realización de limpiador 80 de cinta. Como resultado, estos valores son utilizados como un conjunto de control por defecto en una realización.

10 Gestión de Seguridad

Un método de gestión de seguridad que puede ser ejecutado por el controlador maestro 500 está representado en la Figura 66. Aunque la Figura 66 representa el método como una serie de operaciones secuenciales, los expertos en la técnica debería apreciar que algunas realizaciones pueden ejecutar las operaciones en un orden diferente y pueden ejecutar ciertas operaciones de una manera parcial o pseudo-paralela. En el bloque 630, el controlador maestro 500 recibe señales de movimiento desde los controladores auxiliares 305 que representan características de movimiento del brazo 212. Por ejemplo, el controlador maestro 500 puede recibir de los controladores auxiliares 305 una o más de las señales de estado de aceleración, velocidad, desplazamiento, pico, promedio, y/o RMS.

20 El controlador maestro 500 entonces en el bloque 632 puede determinar si el movimiento del brazo 212 es aceptable o si ha de tomarse alguna acción protectora con el fin de mantener la seguridad. La siguiente descripción es con relación a llevar a cabo una determinación basada en las señales de estado de aceleración recibidas. Sin embargo, debería apreciarse que puede usarse un esquema similar para hacer tal determinación basándose en señales de estado de velocidad, de desplazamiento, de pico, de promedio y/o de RMS. En una realización, el controlador maestro 500 define básicamente tres zonas de protección. Una zona superior corresponde a valores de aceleración que son mayores que un umbral superior programado  $a_{max}$ . Una zona inferior corresponde a valores de aceleración que son menores que umbral inferior programado  $a_{min}$ . Una zona media o central corresponde a valores de aceleración que caen entre el umbral superior  $a_{max}$  y el umbral inferior  $a_{min}$ . Si la señal de estado de aceleración indica que la aceleración está en la zona superior, entonces el controlador maestro 500 determina tomar una acción protectora y prosigue al bloque 642 con el fin de tomar tal acción. Inversamente, si la señal de estado de aceleración indica aceleración en la zona inferior, entonces el controlador maestro 500 determina que no toma acción protectora y prosigue al bloque 634 con el fin de determinar si tomar una acción protectora basándose en una señal de estado de temperatura.

35 Para aceleraciones que caen en la zona de protección media o central, al controlador maestro 500 dispara la acción protectora de una manera retardada con un retardo definido como:

$$t = k_t \cdot e^{-a \cdot k_c},$$

40 donde  $a$  representa la aceleración instantánea, y  $k_t$  y  $k_c$  son coeficientes predeterminados. En una realización, el umbral superior, umbral inferior, y coeficientes son definidos como:  $a_{max} = 500$  m/s<sup>2</sup>;  $a_{min} = 250$  m/s<sup>2</sup>;  $k_t = 10000$ ; y  $k_c = 1/32$ . Retardando la respuesta para aceleraciones que caen en la zona media o central, el controlador maestro 500 permite que el accesorio 6 de manipulación de material a granel tenga periodos de tiempo cortos de aceleraciones en la zona central, pero dispara la acción protectora si las aceleraciones situadas por encima del umbral inferior permanecen durante un periodo de tiempo prolongado.

45 Además de las tres zonas de protección anteriores, un técnico puede utilizar la interfaz de usuario 8 para definir límites relativos a diferencias en aceleración, velocidad, y desplazamiento entre brazos adyacentes 212 del limpiador 80 de la cinta. Si el controlador maestro 500 determina que el movimiento de los brazos adyacentes 212 difiere en una magnitud que excede de los umbrales establecidos por el técnico, entonces el controlador maestro 500 puede determinar proseguir al bloque 642 para tomar la acción protectora. Una razón de que los brazos 212 puedan experimentar un movimiento diferente es que el mecanismo limpiador 86 puede no estar montado de manera apropiada dando como resultado así que los brazos 212 no estén alineados apropiadamente a la cinta transportadora 82. Otra razón es que la cinta 82 puede haber sido dañada localmente dando como resultado que un controlador auxiliar 305 soporte choques significativamente más elevados. Independientemente de la causa, las diferencias sustanciales en el movimiento de los brazos 212 es una indicación de una operación potencialmente insegura del limpiador 80 de la cinta, promoviendo así que el controlador maestro 500 tome acción.

60 Si el movimiento es aceptable, entonces el controlador maestro 500 en el bloque 634 puede recibir señales de estado de temperatura desde los controladores auxiliares 306 y puede determinar en el bloque 636 si la temperatura informada por las señales de estado recibidas es aceptable. En una realización, si la temperatura informada por un controlador auxiliar 305 deja un rango especificado, el controlador maestro 500 determina proseguir al bloque 642 para tomar una acción protectora. Un técnico en una realización puede utilizar la interfaz de usuario 8 para establecer el límite de temperatura de acuerdo con el material de la cinta transportadora, material transportado, regulaciones, y otras condiciones medioambientales. Por ejemplo en entornos potencialmente explosivos, el límite

de temperatura puede ser dictado por la inflamabilidad de ese entorno particular.

En el bloque 638, el controlador maestro 500 puede recibir señales de estado desde el bloque 520 de alimentación maestro y las alimentaciones de corriente locales 550 relativas a las capacidad de alimentación de corriente de las respectivas unidades. El controlador maestro 500 en el bloque 640 puede determinar basándose en la señales de estado recibidas para las alimentaciones de corriente si tomar o no acción protectora. En una realización, el controlador maestro 500 prosigue al bloque 642 para tomar la acción protectora si ninguna alimentación de corriente local 550 es funcional totalmente o si el bloque de alimentación maestro 520 fluctúa fuera de algunos límites seguros.

En el bloque 642, controlador maestro 500 toma una acción protectora. En una realización, el controlador maestro 500 genera señales de control que hacen que los mecanismos de posicionamiento 530 retraigan el mecanismo limpiador 86 con los brazos 212 lejos de la cinta 82. Además, el controlador maestro 500 puede informar a un técnico mediante la interfaz de usuario 8 con relación a la acción protectora tomada y/o a la causa de la acción protectora.

Además de las medidas protectoras anteriores, el limpiador 80 de la cinta transportadora en una realización comprende además características protectoras. En particular, los amortiguadores 304 de los brazos 212 limpiadores de cinta en una realización están cargados previamente en el valor de amortiguación mínimo C. Como resultado, si el controlador 12 de manipulación de material a granel falla, la amortiguación cambia automáticamente a un valor bajo y seguro y permanece de ese modo hasta que el técnico de mantenimiento restaura el estado operativo completamente. Además, la carga previa protege a los amortiguadores 304 de que como tales dispositivos puedan ser destruidos por grandes oscilaciones si la bobina del amortiguador es dejada sin alimentación de corriente.

#### Vigilancia de la Actividad y Almacenamiento de Datos Funcionales (AM&FDS)

El controlador principal 500 en una realización interroga a cada controlador auxiliar 305 con el fin de obtener datos de estado de movimiento, de temperatura y otros datos de estado del mismo. En una realización, el controlador principal 500 interroga periódicamente a los controladores auxiliares 305 sobre tales datos. En otra realización, en lugar de interrogar a cada uno de los controladores auxiliares 305, los controladores auxiliares 305 envían periódicamente al controlador maestro 500 la información de estado recogida. Independientemente de cómo obtenga el controlador maestro 500 los datos procedentes de los controladores auxiliares 305, el controlador maestro 500 en una realización mantiene un registro de actividad que incluye los valores operativos de cada brazo 212, pone el sello de tiempo a tales valores y parámetros correspondientes que han sido utilizados para operar los brazos 212. Los parámetros correspondientes incluyen los valores medidos y derivados como se ha descrito antes y otros valores como el rango de operación segura para cada característica de seguridad.

El controlador principal 500 puede almacenar toda esta información en la memoria 542 y hace tales datos disponibles para usuarios locales o remotos mediante la interfaz de usuario 8. Cuando la memoria local 542 está llena, el controlador principal 500 puede eliminar generalmente datos más antiguos para habilitar espacio para nuevos datos. Sin embargo, ciertos datos que se consideran más importantes tales como, por ejemplo, órdenes del usuario recibidas a través de la interfaz de usuario 8 pueden ser mantenidos durante períodos más largos por razones legales y de seguridad.

Como se ha descrito previamente, cada controlador auxiliar 305 en una realización tiene la capacidad de medir o estimar mediante cálculos los siguientes valores en tiempo real: aceleración, velocidad, desplazamiento, inclinación del brazo y temperatura. Además, cada controlador auxiliar 305 es capaz de calcular para cada muestra de aceleración, velocidad y desplazamiento medidos los siguientes valores: promedio, pico, valor de raíz cuadrada media. Estos valores pueden ser utilizados por el controlador maestro 500 para vigilar la actividad del sistema y hacer ajustes a los componentes.

El controlador maestro 500 por ejemplo puede determinar el estado de trabajo de cada brazo 212 basándose en la inclinación del brazo. En particular, el controlador maestro 500 puede interrogar a cada controlador auxiliar 305 sobre una base regular. Por ello, el controlador maestro 500 puede mantener un registro de datos de inclinación del brazo para cada brazo 212. El controlador maestro 500 puede mantener los registros de tal modo que la primera entrada de inclinación del brazo para cada brazo 212 corresponde a una referencia de inclinación del brazo en el instante de la instalación. El controlador maestro 500 puede a continuación usar los datos de inclinación del brazo para medir el desgaste de la cinta 82 ya que cuando la cinta 82 se desgasta el ángulo de inclinación de los brazos 212 cambia.

El controlador maestro 500 puede además vigilar la carga de la cinta y/o la composición del material transportado basándose en las señales de estado recibidas desde los controladores auxiliares 305. En particular, el controlador maestro 500 puede vigilar el desplazamiento de cada brazo 212 y determinar la carga de la cinta 82 basándose en la variación del desplazamiento. Como se ha mostrado en la Figura 67, el desplazamiento de los brazos 212 es indicativo de la carga sobre la cinta 82. Como podría verse en la Figura 67, el desplazamiento inicial es próximo a cero lo que indica una cinta transportadora vacía. Posteriormente, el desplazamiento muestra valores incrementados

que indican distintos grados de carga. Además, el controlador maestro 500 puede utilizar esta técnica de vigilar el desplazamiento de los brazos 212 como una indicación del atascamiento de la cinta.

- 5 Distintas características del invento han sido mostradas y descritas particularmente en conexión con la realización ilustrada del invento, sin embargo, debe comprenderse que estas disposiciones particulares simplemente ilustran, y que al invento se le ha de dar su interpretación más completa como ha sido establecido en la reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

- 1.- Un aparato de manipulación de material a granel, que comprende:  
 5 un transportador (78) de material a granel que comprende una cinta (82) para transportar material a granel,  
 un miembro rascador (210) para rasgar material a granel de la cinta (82) de la cinta transportadora de material a  
 granel, teniendo el miembro rascador (210) un sensor de movimiento (10) asociado con él para generar una señal  
 de estado indicativa del movimiento del miembro rascador,  
 un controlador (12) para generar una señal de control que depende de la señal de estado, y  
 10 un amortiguador (302) acoplado al miembro rascador (210), de manera tal que el amortiguador (302) sea capaz de  
 amortiguar el movimiento del miembro rascador (210), por lo que el controlador (12) está configurado y adaptado  
 para generar la señal de control en respuesta a una señal de estado para controlar el diseño de respuesta de señal  
 definido por una pluralidad de valores de parámetros del sistema ( $s_1, s_2, s_3, s_4$ ); **caracterizado porque** el  
 amortiguador (302) responde a la señal de control de una manera tal que el amortiguador puede amortiguar el  
 15 movimiento del miembro rascador a diferentes índices o frecuencias que son dependientes de la señal de control, y  
 dichos valores comprenden un valor mínimo y un valor máximo, definiendo valor mínimo un nivel mínimo de la señal  
 de control asociada con la operación segura contra fallos del miembro rascador (210) y definiendo el valor máximo  
 un nivel máximo de la señal de control asociada con la operación estable del miembro rascador (210).
- 2.- Un sistema de manipulación de material a granel según la reivindicación 1, que comprende además un  
 20 mecanismo de posicionamiento para posicionar el miembro rascador (210) con respecto a la cinta (82) del  
 transportador (78) de material a granel, en el que el controlador (12) está configurado y adaptado para generar  
 señales que dan como resultado que el mecanismo de posición retrae el miembro rascador (210) lejos de la cinta  
 (82) del transportador (78) de material a granel en respuesta a la señal de estado que es indicativa de un  
 movimiento inaceptable del miembro rascador (210).
- 3.- Un sistema de manipulación de material a granel según la reivindicación 1, que comprende además un  
 25 mecanismo de posicionamiento para posicionar el miembro rascador (210) con respecto a la cinta (82) del  
 transportador (78) de material a granel, y un sensor de temperatura (504) para generar una señal de temperatura  
 indicativa de la temperatura de la cinta (82), del material a granel, y/o del miembro rascador (20), en el que el  
 controlador (12) está configurado y adaptado para generar señales que dan como resultado que el mecanismo de  
 30 posición retrae al mismo rascador (210) lejos de la cinta (82) del transportador (78) de material a granel, en  
 respuesta a la señal de temperatura que indica que la temperatura de la cinta (82), del material a granel, y/o del  
 miembro rascador (210) ha dejado un rango especificado.
- 4.- Un sistema de manipulación de material a granel según la reivindicación 1, que comprende además  
 35 otro miembro rascador (210) para rasgar material a granel de la cinta (82) de la cinta transportadora (78) de material  
 a granel, teniendo el otro miembro rascador (210) otro sensor de movimiento (552) asociado con él para generar otra  
 señal de estado indicativa del movimiento de otro dicho miembro rascador (210), y el controlador (12) está  
 configurado de adaptado para generar otra señal de control que depende de la otra señal de estado,  
 40 otro amortiguador (302) acoplado al otro miembro rascador (210) de tal manera que el otro amortiguador (302) sea  
 capaz de amortiguar el movimiento del otro rascador (210), respondiendo el otro amortiguador a la otra señal de  
 control de tal manera que el otro amortiguador (302) puede amortiguar el movimiento del otro miembro rascador  
 (210) a diferentes frecuencias que son dependientes de la otra señal de control, y un mecanismo de posicionamiento  
 para posicionar el miembro rascador (210) y el otro miembro rascador (210) con respecto a la cinta (82) del  
 45 transportador (78) de material a granel,  
 en el que el controlador (12) está configurado para iniciar una acción protectora basándose en la señal de estado y  
 la otra señal de estado que indica que el movimiento del miembro rascador (210) y el del otro miembro rascador  
 (210) difieren en una cantidad que excede de una cantidad de umbral.
5. El sistema de manipulación de material a granel según la reivindicación 1, que comprende además  
 50 otro miembro rascador (210) para rasgar material a granel de la cinta (82) de la cinta transportadora (78) de material  
 a granel, teniendo el otro miembro rascador (210) otro sensor de movimiento (552) asociado con él para generar otra  
 señal de estado indicativa del movimiento de otro miembro rascador (210),  
 el controlador (12) está configurado y adaptado para generar otra señal de control que depende de la otra señal de  
 55 estado,  
 otro amortiguador (302) acoplado al otro miembro rascador (210) de tal manera que el otro amortiguador (302) sea  
 capaz de amortiguar el movimiento del otro rascador (210), respondiendo el otro amortiguador (302) a la otra señal  
 de control de tal manera que el otro amortiguador (302) puede amortiguar el movimiento del otro miembro rascador  
 (210) a diferentes frecuencias que son dependientes de la otra señal de control,  
 60 un mecanismo de posicionamiento para posicionar el miembro rascador (210) y el otro miembro rascador (210) con  
 respecto a la cinta (82) del transportador (78) de material a granel,  
 en el que el controlador (12) comprende un controlador auxiliar (305) acoplado físicamente al miembro rascador  
 (210), otro controlador auxiliar (305) acoplado físicamente al otro miembro rascador (310), y un controlador maestro  
 (500) acoplado comunicativamente al controlador auxiliar (305), al otro controlador auxiliar (305) y al mecanismo de  
 65 posicionamiento,

en el que el controlador auxiliar (305) comprende el sensor de movimiento (552) y genera la señal de control para el amortiguador (302),

en el que el otro controlador auxiliar (305) comprende el otro sensor de movimiento (552) y genera la otra señal de control para el otro amortiguador (302), y

5 el controlador maestro (500) genera una o más señales de posición basándose en la señal de estado y en la otra señal de estado para hacer que el mecanismo de posicionamiento posicione el miembro rascador (210) y el otro miembro rascador (210) con respecto a la cinta (82).

10 6.- Un método de manipulación de material a granel que comprende:

generar una señal de estado indicativa del movimiento de un miembro rascador (210) cuando el miembro rascador (210) elimina material a granel de una cinta (82) de un transportador (78) de material a granel,

15 generar una señal de control basándose en la señal de estado y una señal de estado para controlar el diseño de señal definido por una pluralidad de valores de parámetros del sistema ( $s_1, s_2, s_3, s_4$ ), y

20 amortiguar el movimiento del miembro rascador (210) basándose en la señal de control; **caracterizado porque** dichos valores de parámetros del sistema comprenden el sistema de manipulación de material a granel según la reivindicación 2, en que la pluralidad de valores de parámetros del sistema comprende un valor mínimo y un valor máximo, definiendo el valor mínimo un nivel mínimo de la señal de control asociada con la operación segura contra fallos del miembro rascador y definiendo el valor máximo un nivel máximo de la señal de control asociada con la operación estable del miembro rascador.

7.- Un método de manipulación de material a granel según la reivindicación 6, que comprende además:

25 generar datos de error de desplazamiento a partir de la señal de estado que es indicativa de un error de desplazamiento del miembro rascador (210) en relación a la cinta (82) del transportador (78) de material a granel, generar un valor de coste a partir de los datos de error de desplazamiento, y ajustar parámetros que definen la señal de estado para controlar el diseño de señal en respuesta al valor de coste que tiene una relación predeterminada a una cantidad de umbral.

30 8.- Un método de manipulación de material a granel según la reivindicación 6, que comprende además:

generar datos de error a partir de la señal de estado que es indicativa de un error del miembro rascador (210) manteniendo contacto con la cinta (82) del transportador (78) de material a granel,

35 generar un valor de coste basándose en los componentes de frecuencia extraídos de los datos de error, y ajustar parámetros que definen la señal de estado para controlar el diseño de señal en respuesta al valor de coste que tiene una relación predeterminada a una cantidad de umbral.

9.- Un método de manipulación de material a granel según la reivindicación 6, que comprende además:

40 iniciar una acción protectora si la señal de estado excede de un umbral superior o si la señal de estado se encuentra entre el umbral superior y un umbral inferior durante al menos un período de retardo definido.



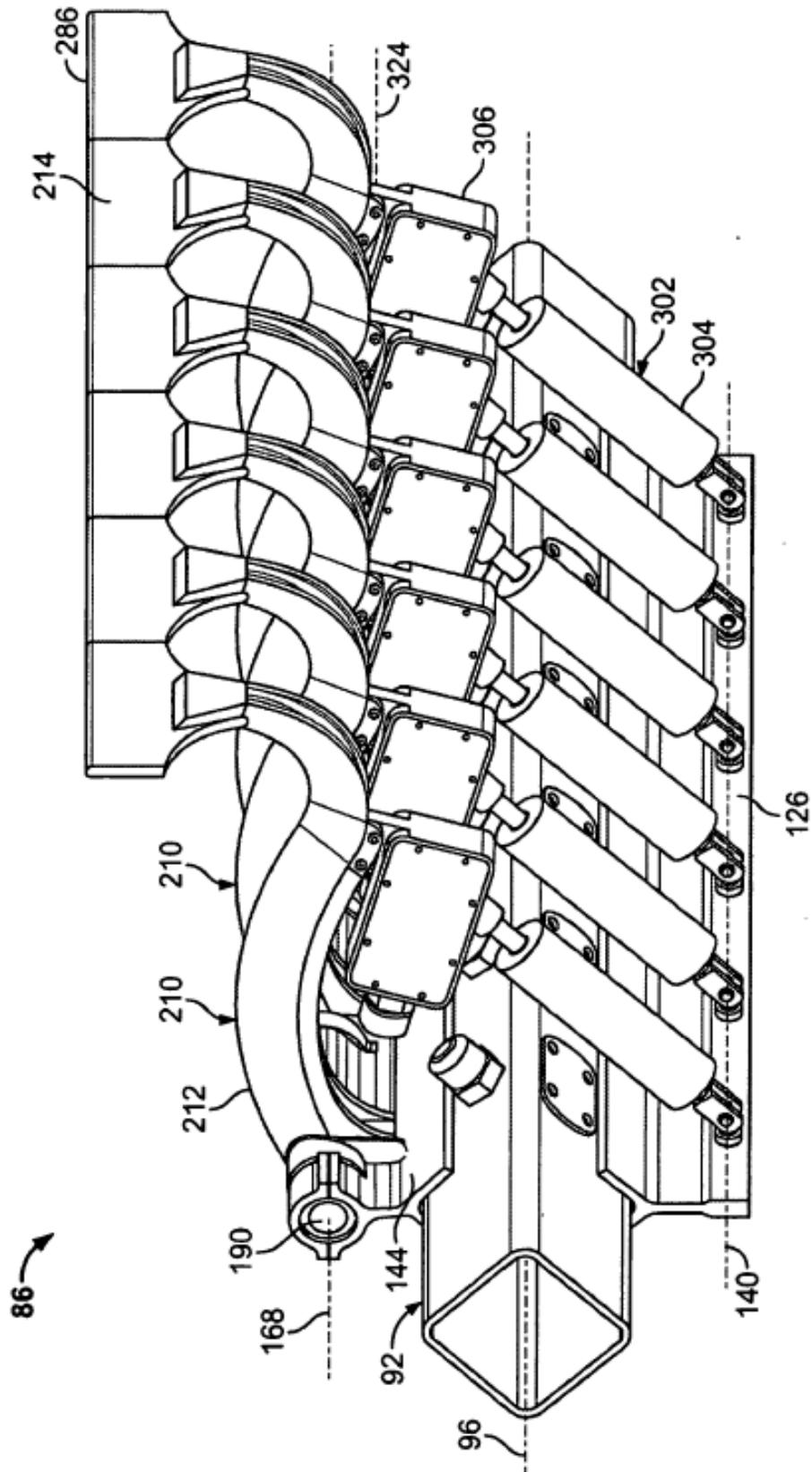


FIG. 2

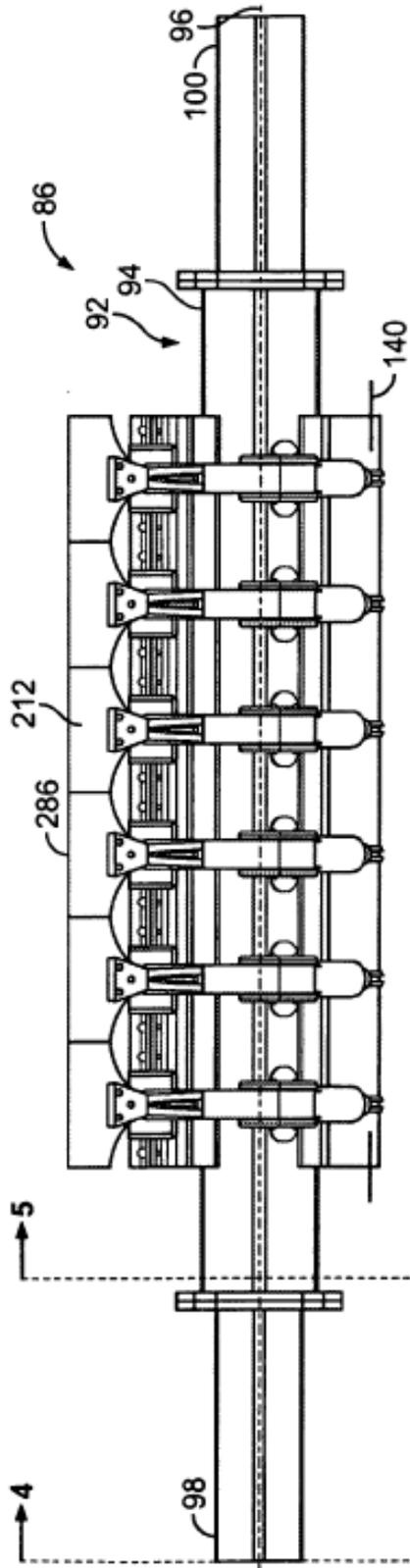


FIG. 3

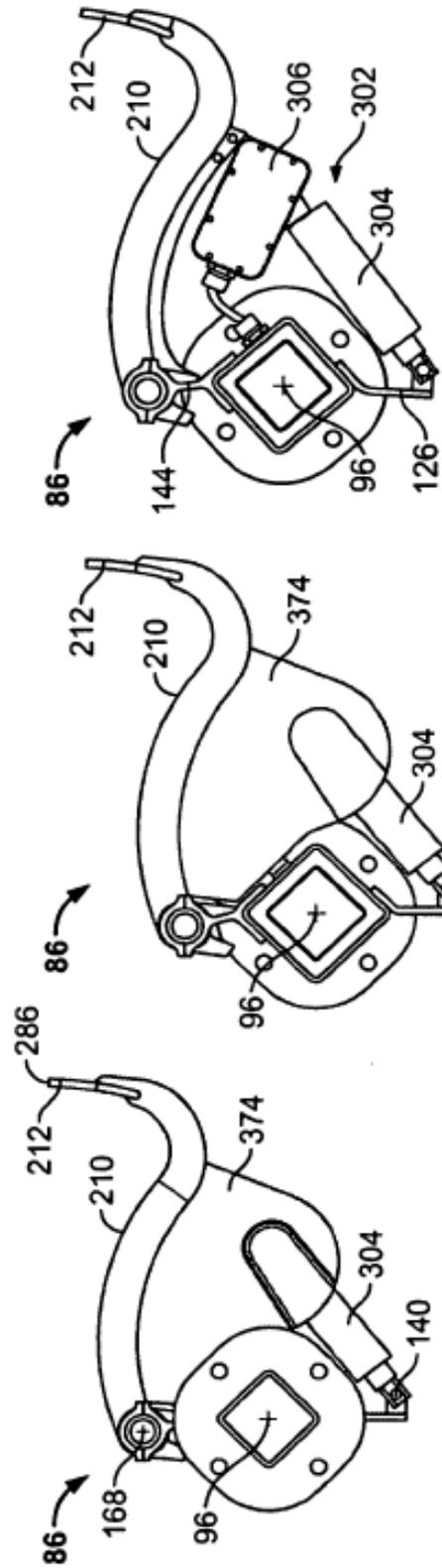


FIG. 4

FIG. 5

FIG. 6

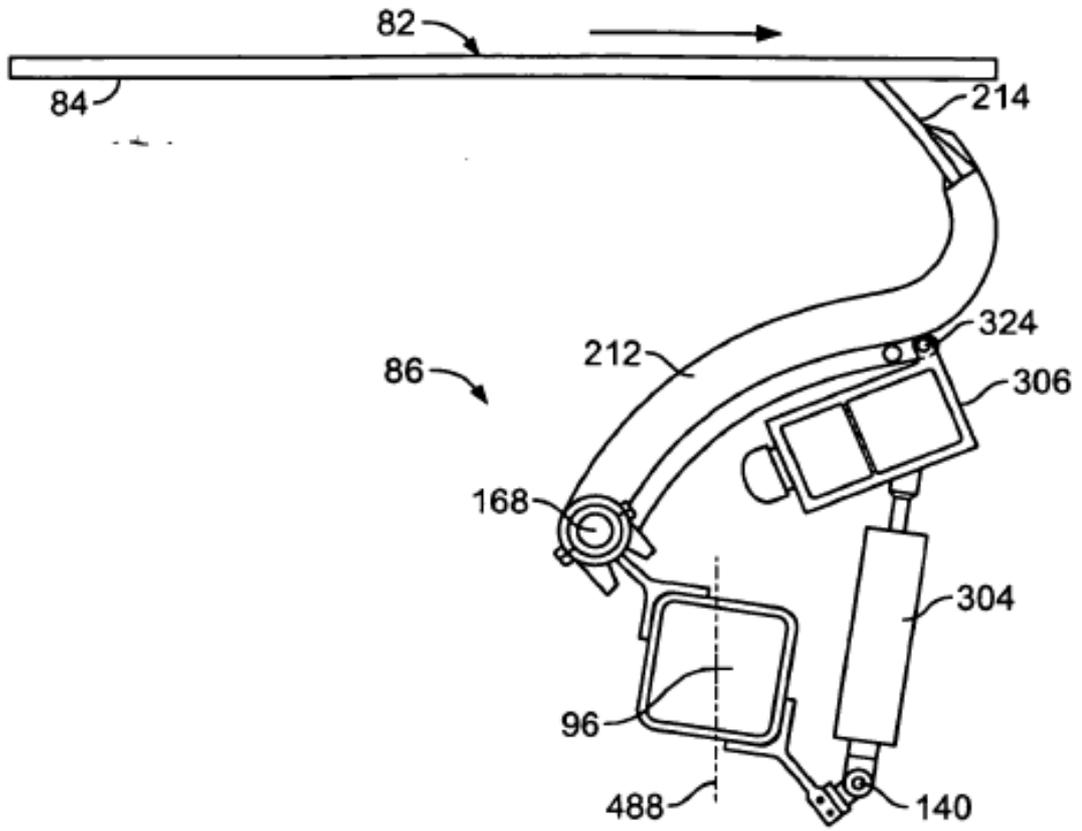


FIG. 7

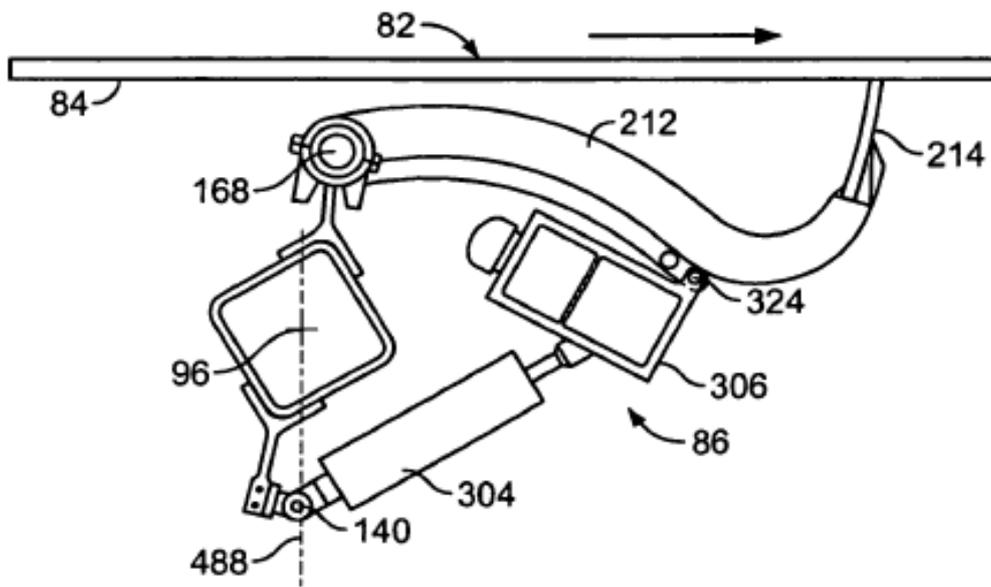


FIG. 8

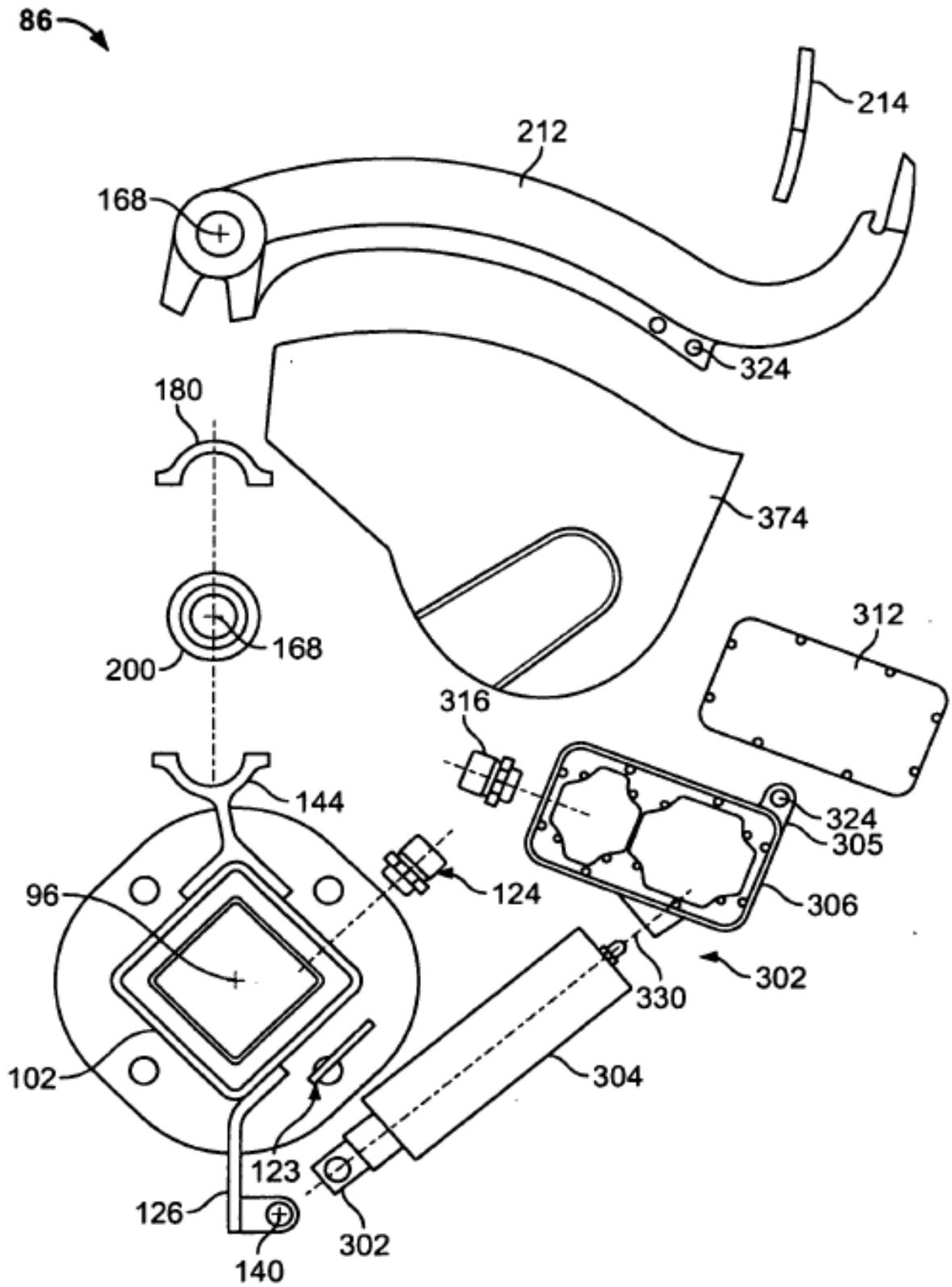


FIG. 9

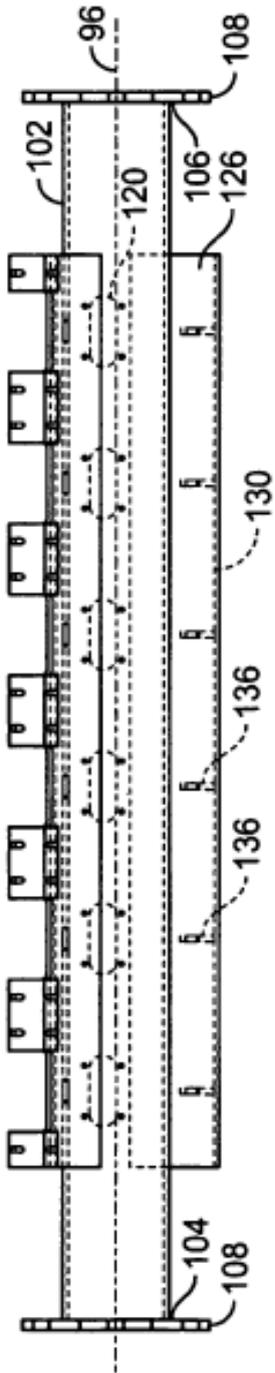


FIG. 10

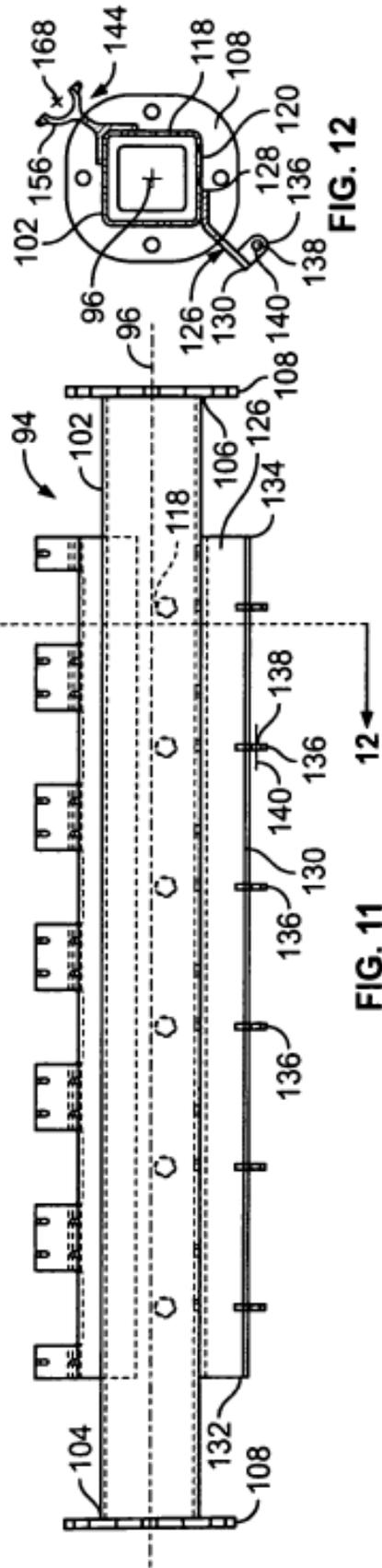


FIG. 11

FIG. 12

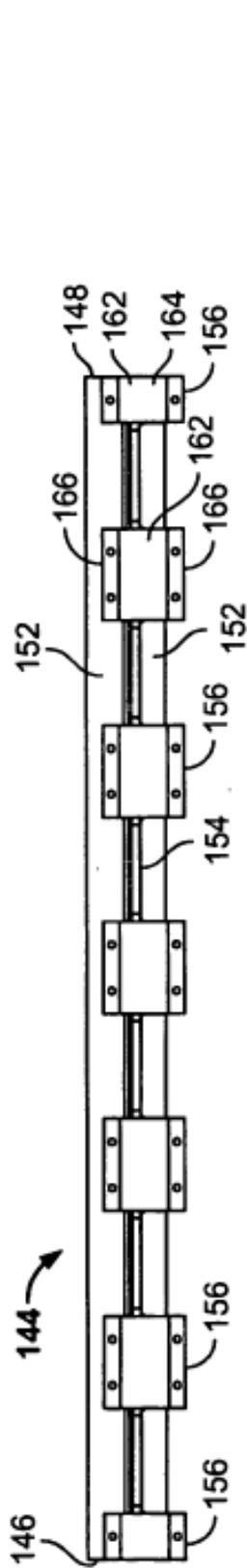


FIG. 13

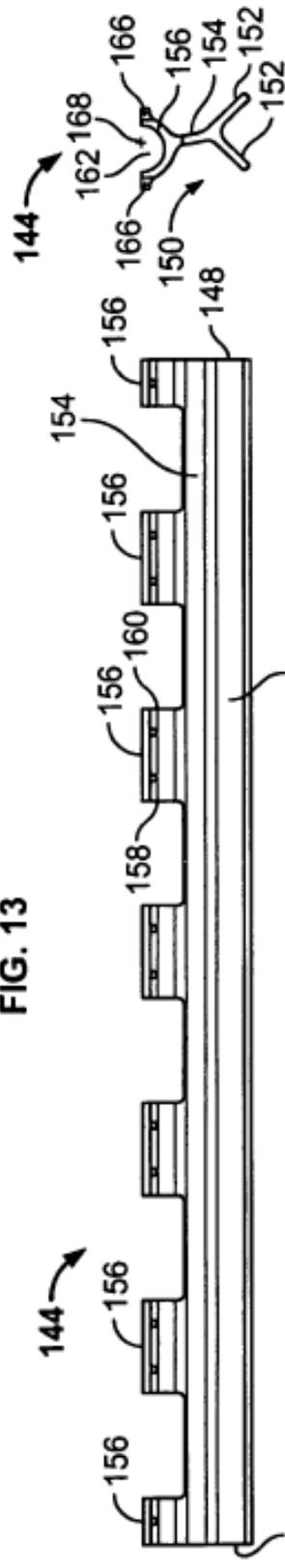


FIG. 14

FIG. 15

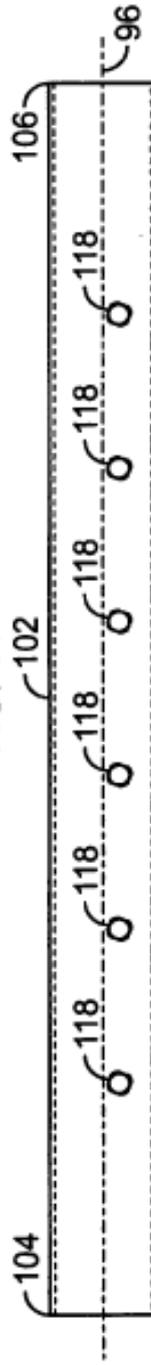


FIG. 16

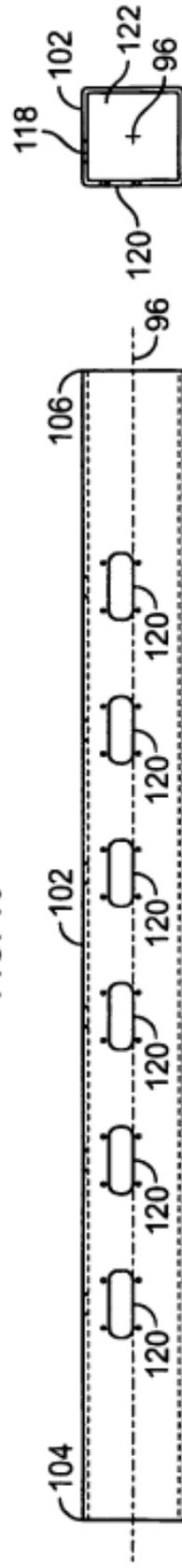


FIG. 17

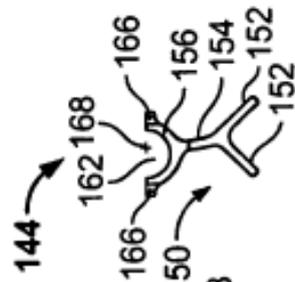
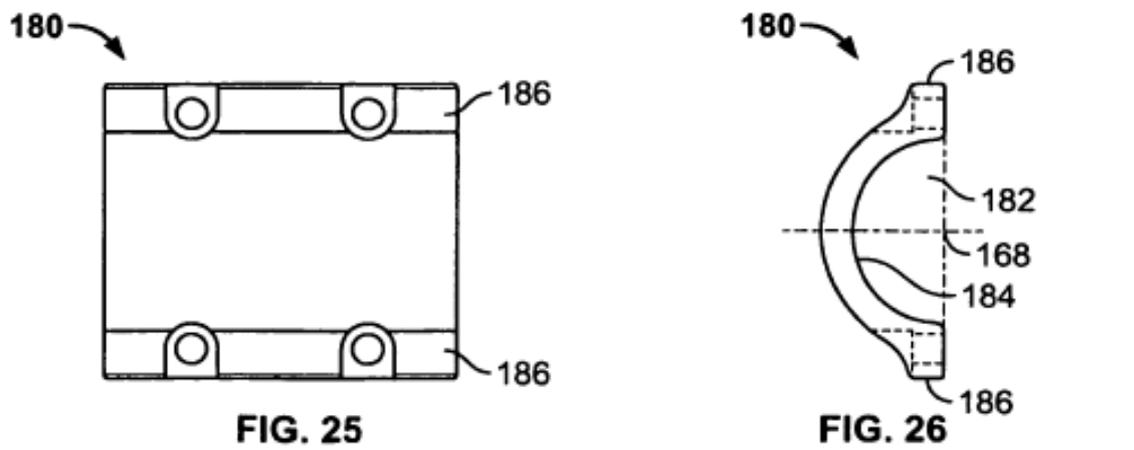
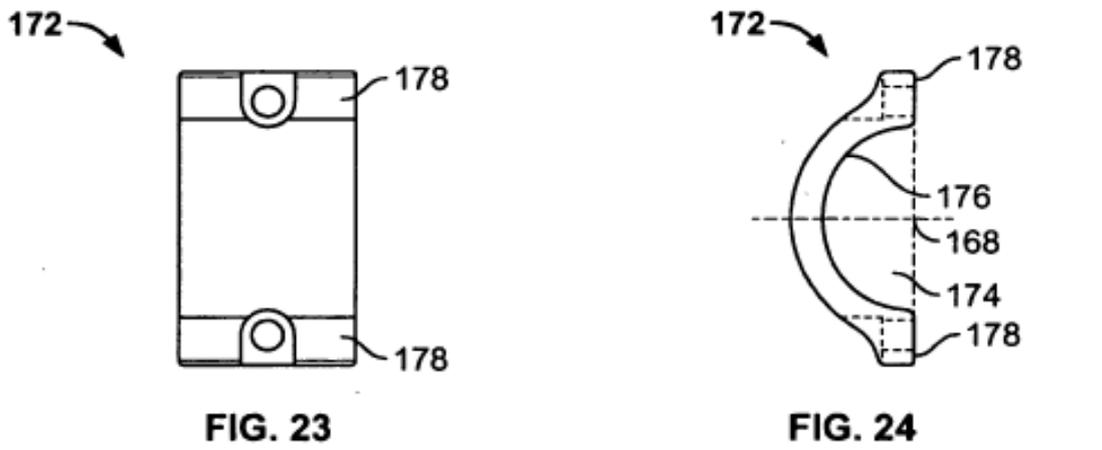
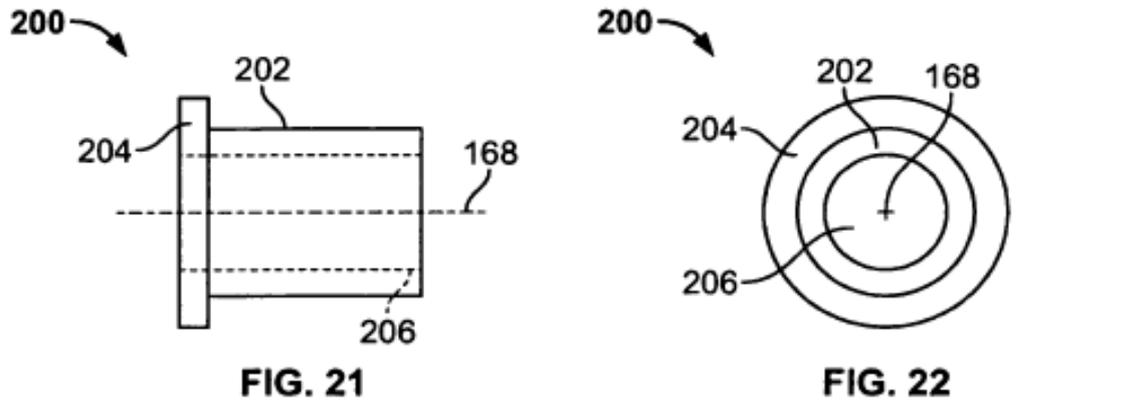
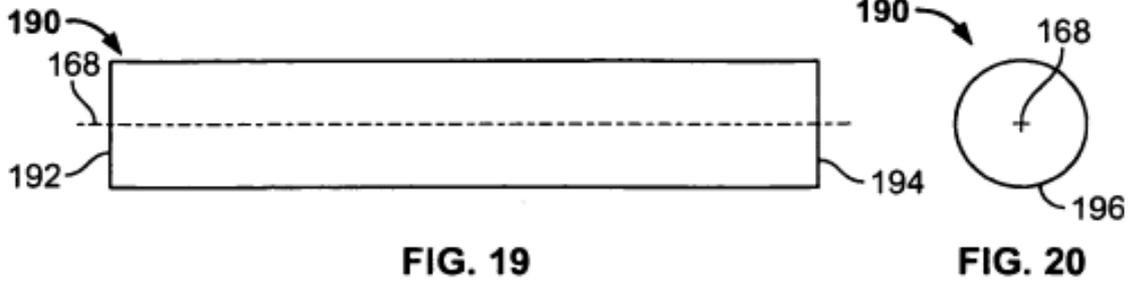


FIG. 18



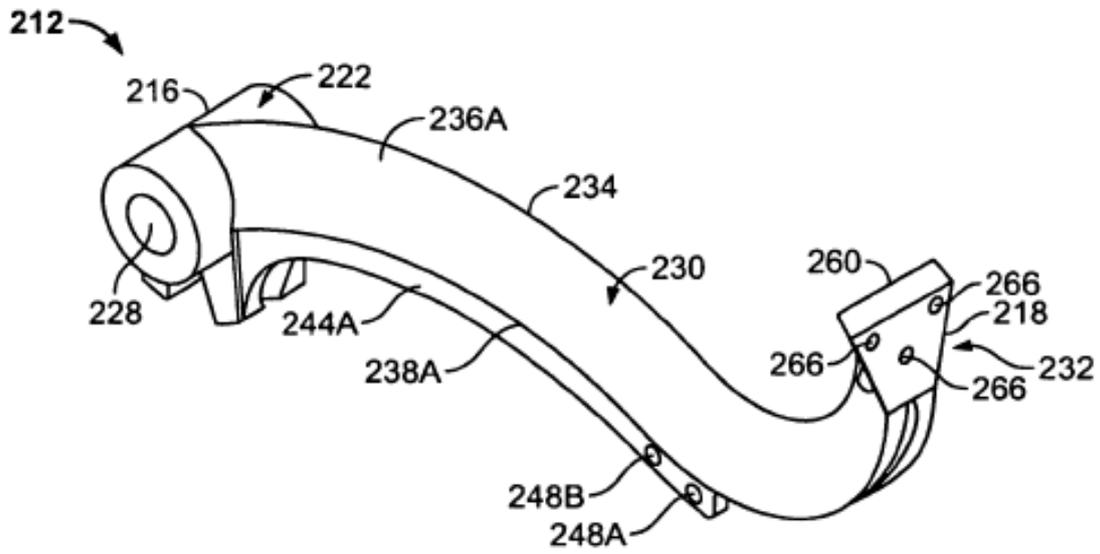


FIG. 27

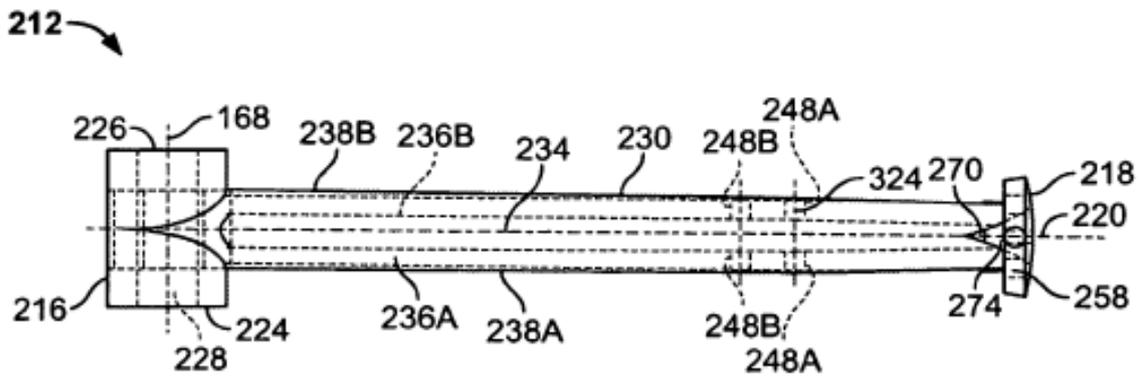


FIG. 28

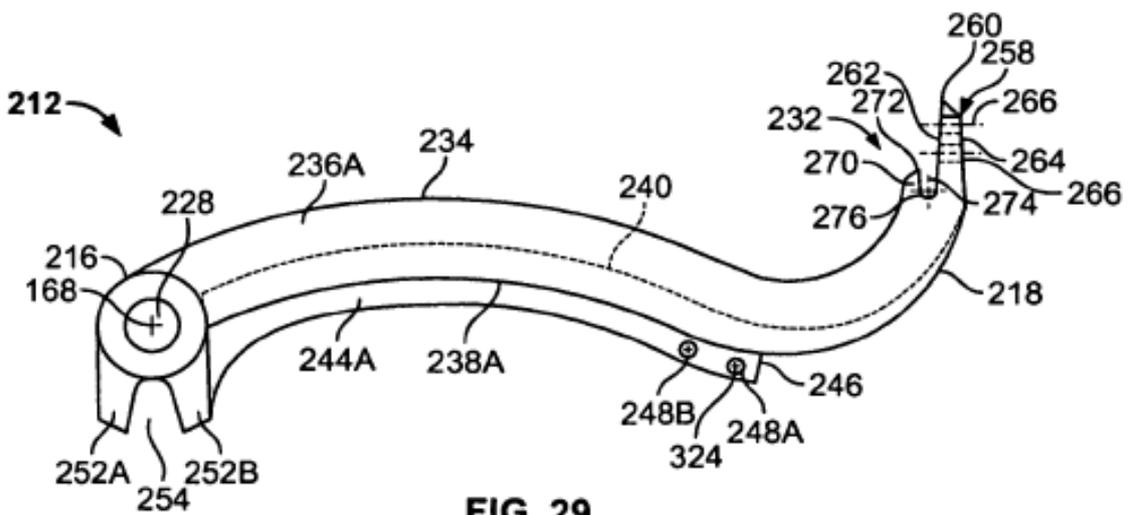


FIG. 29

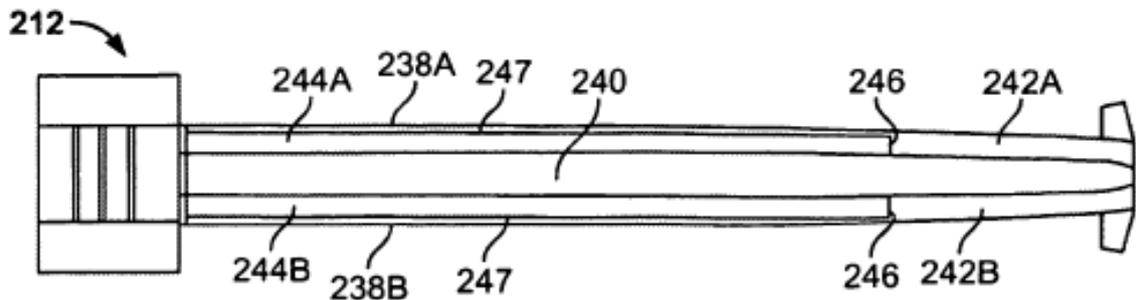


FIG. 30

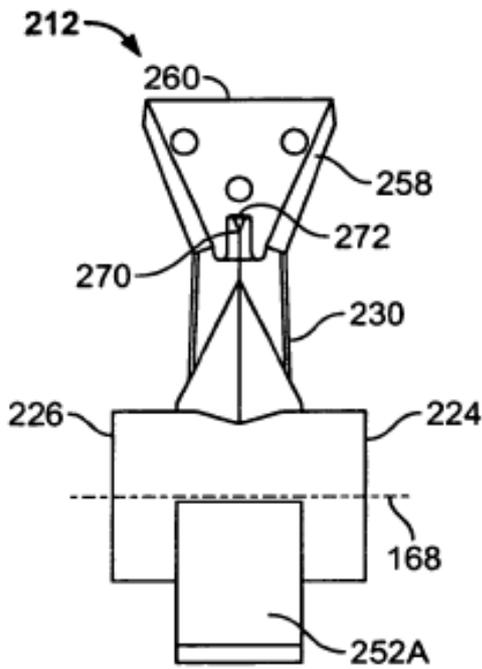


FIG. 31

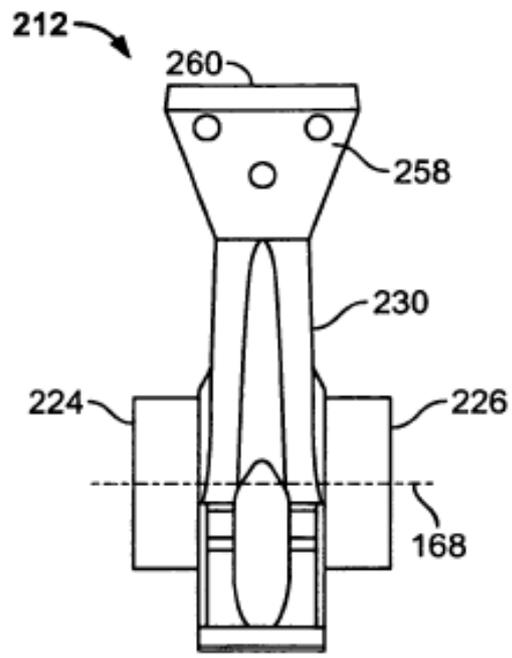


FIG. 32

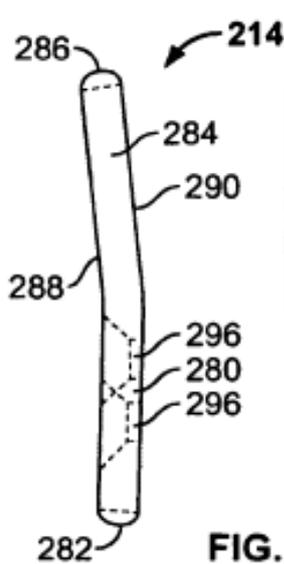


FIG. 33

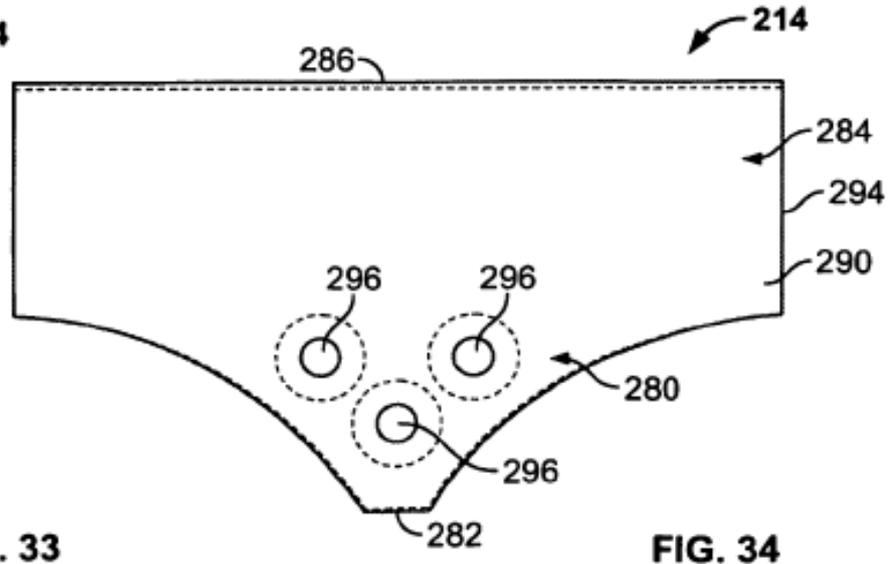
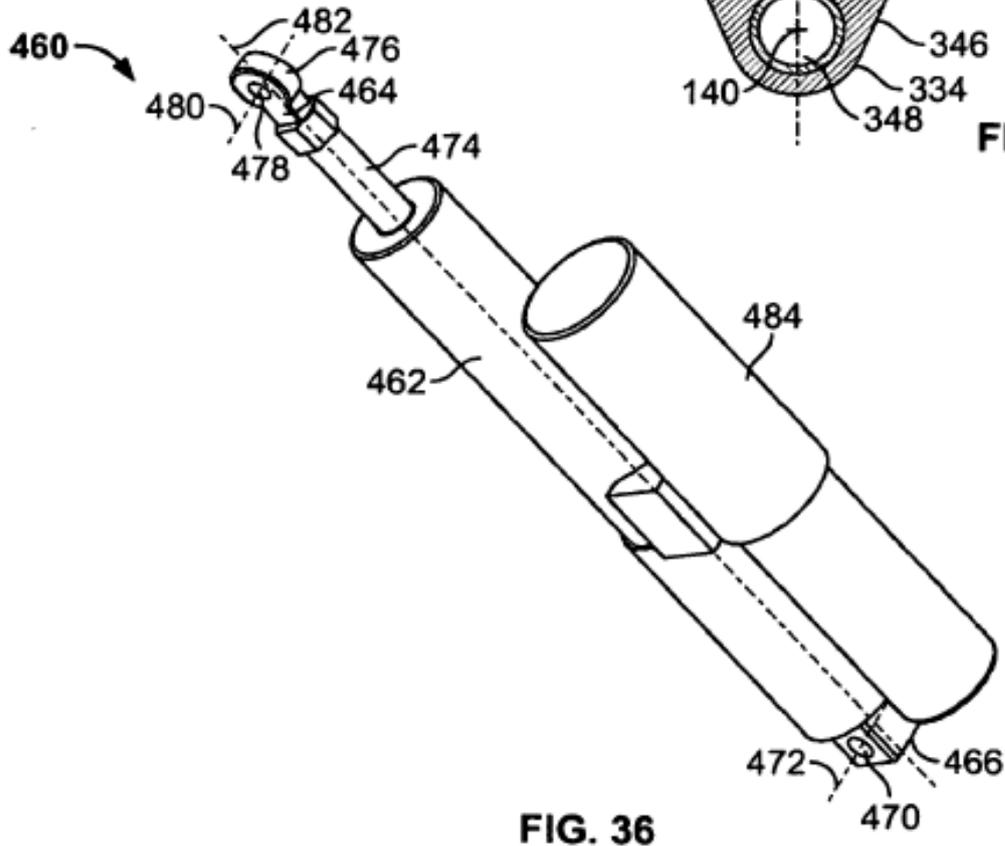
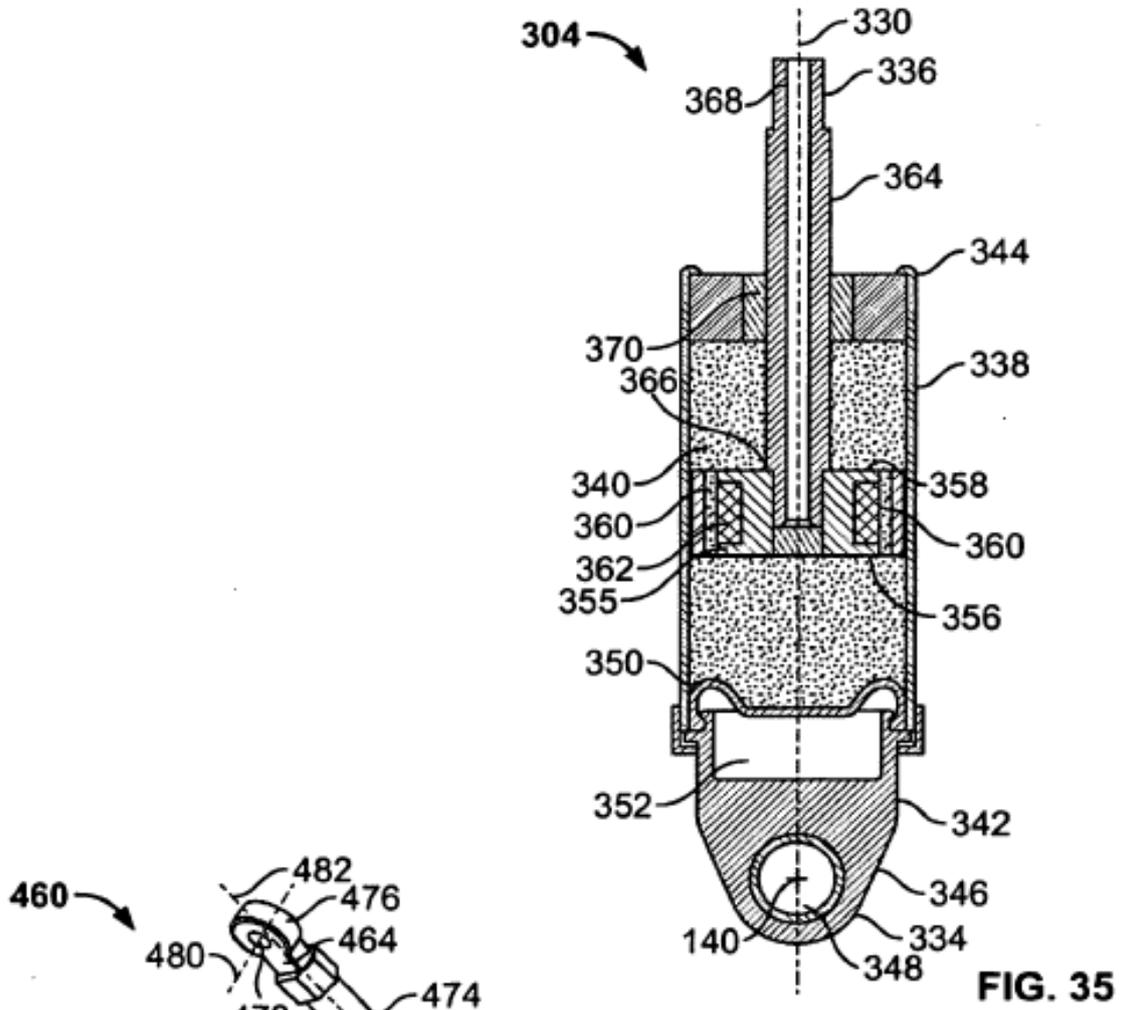


FIG. 34



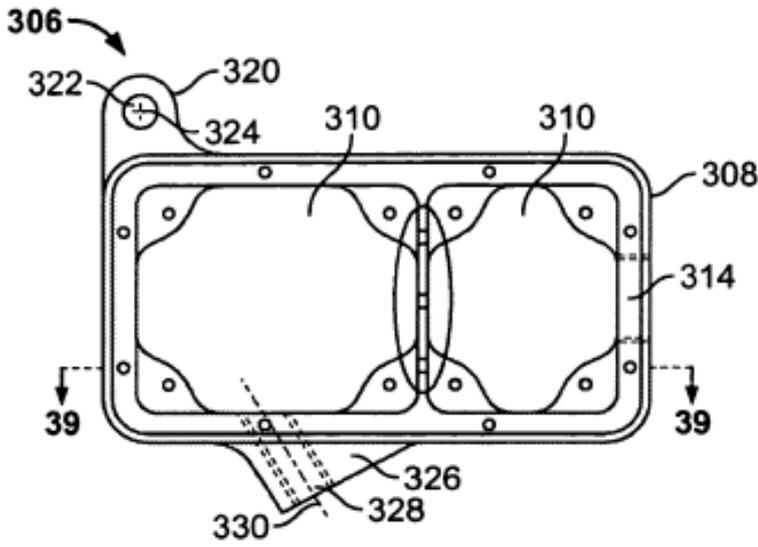


FIG. 37

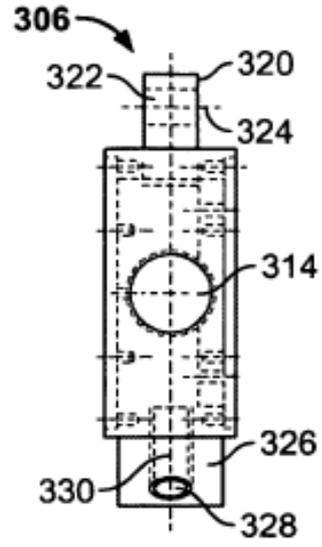


FIG. 38

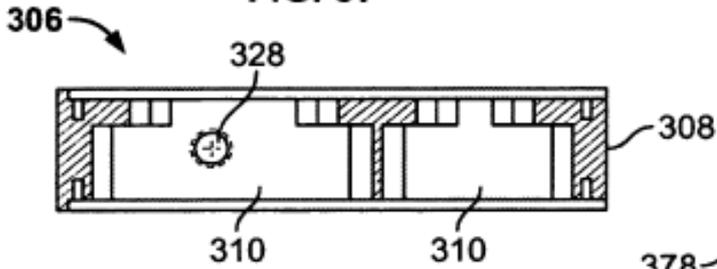


FIG. 39

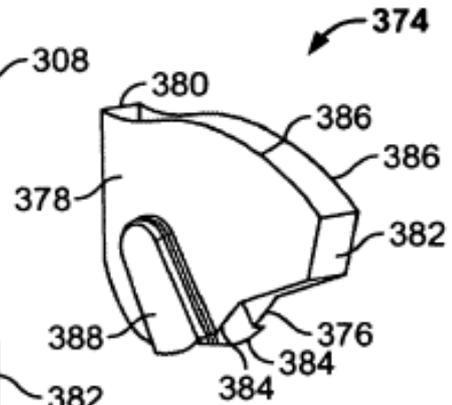


FIG. 40

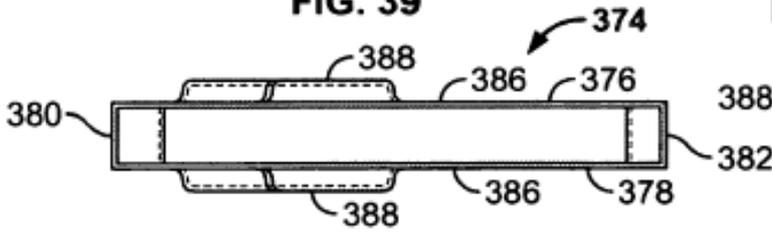


FIG. 41

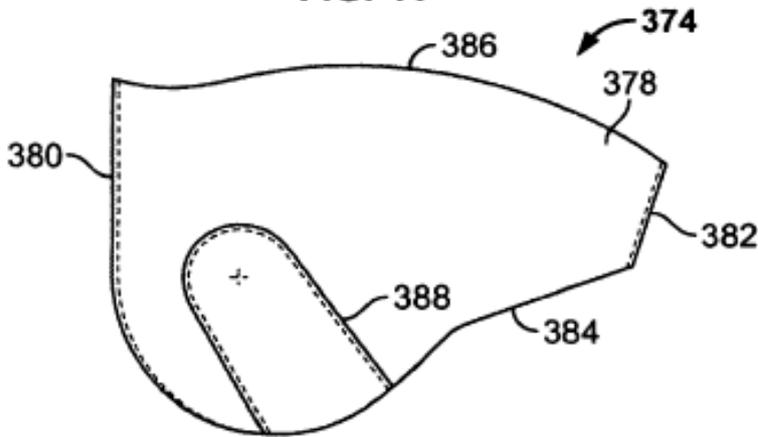


FIG. 42

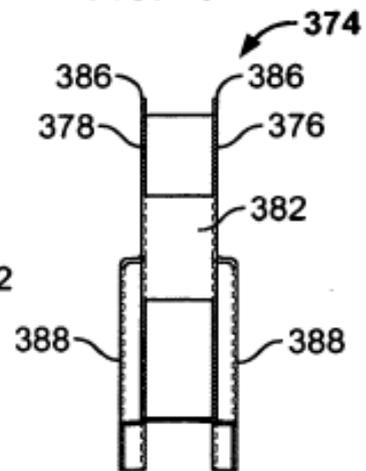


FIG. 43



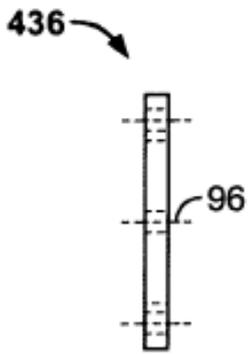


FIG. 50

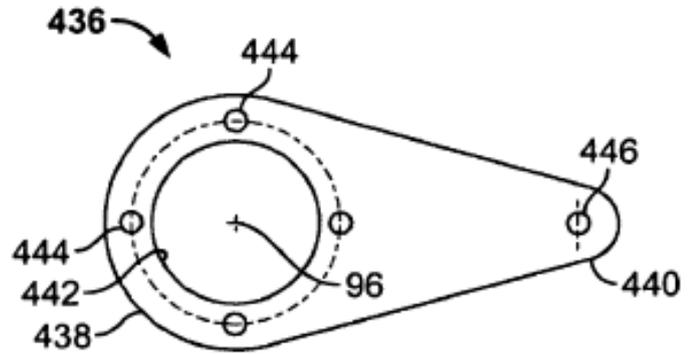


FIG. 51

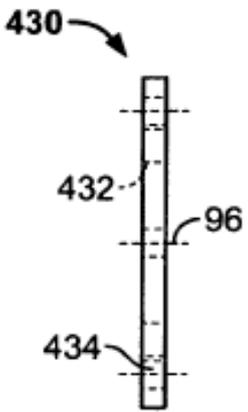


FIG. 52

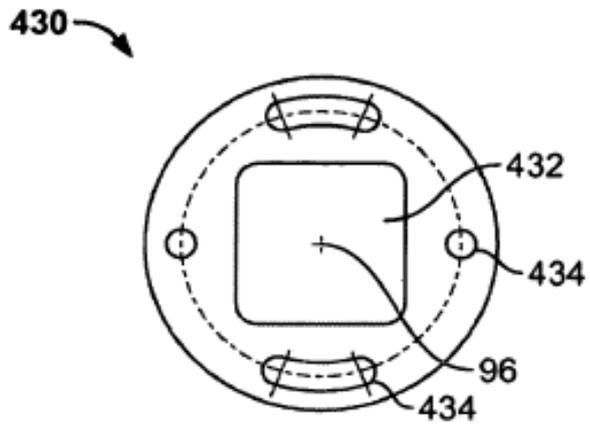


FIG. 53

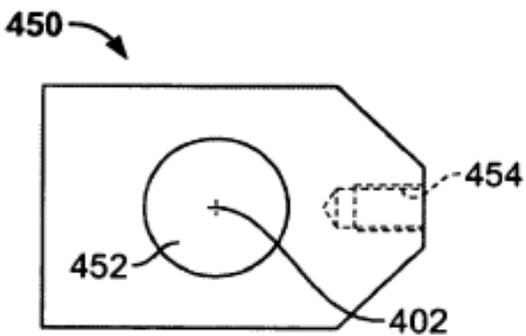


FIG. 54

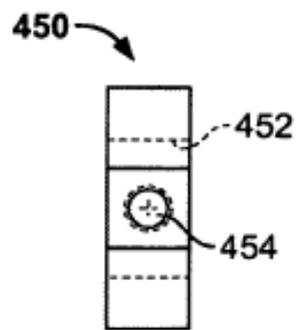


FIG. 55



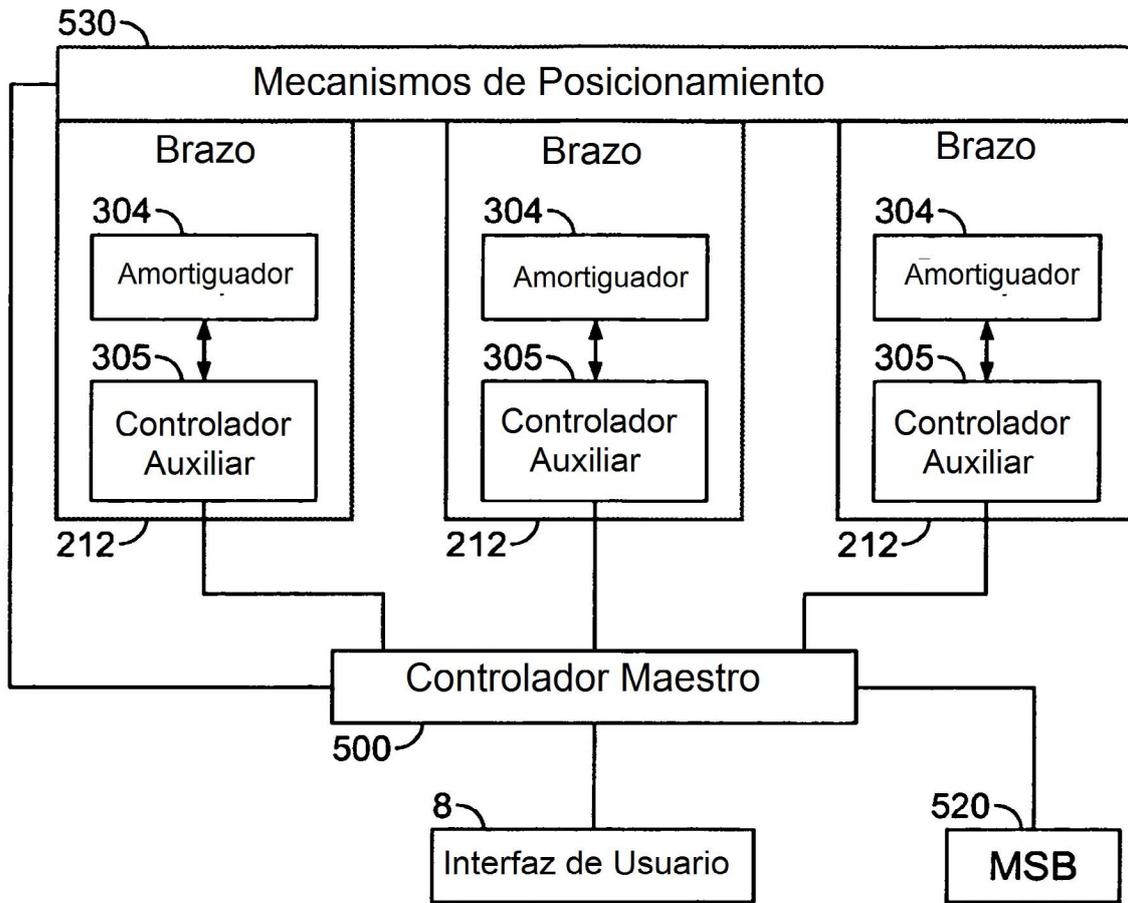


FIG. 58

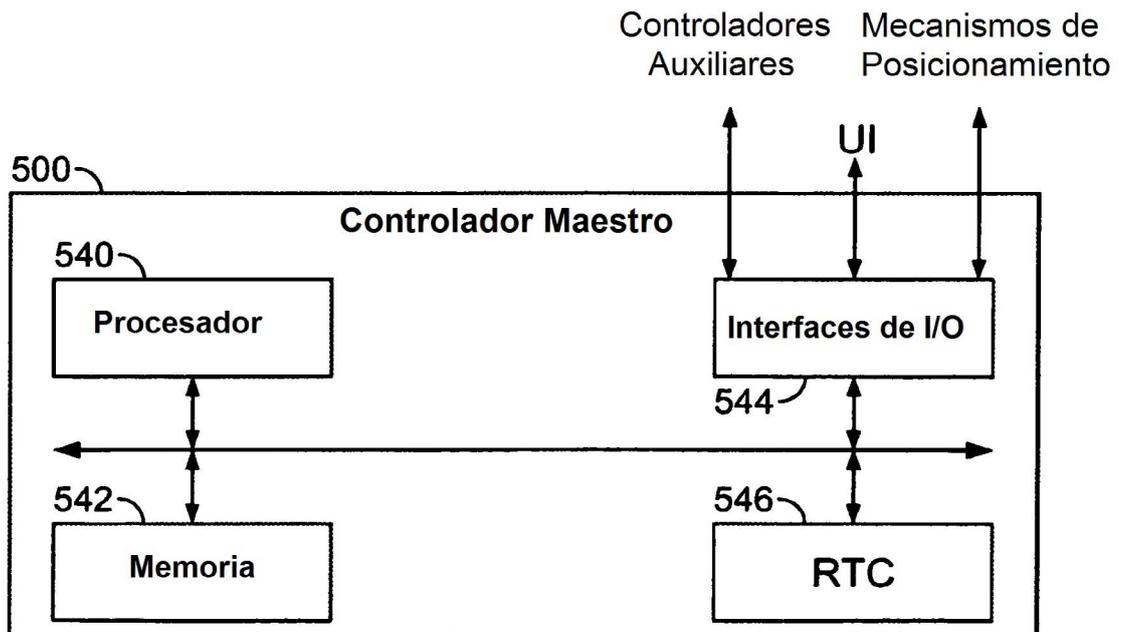


FIG. 59

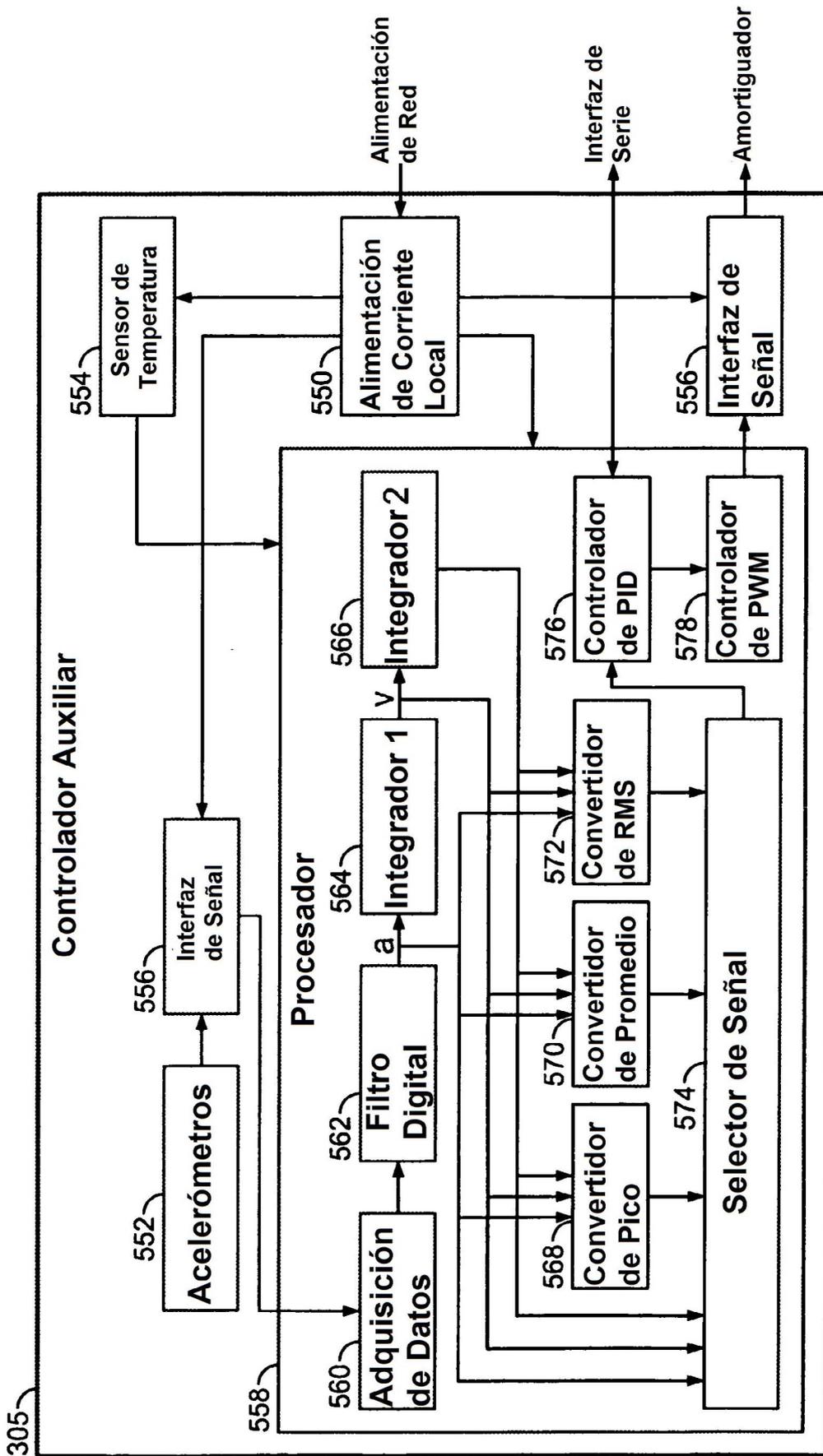


FIG. 60

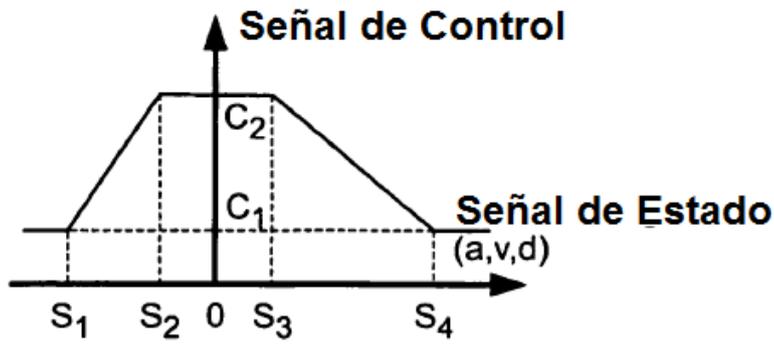


FIG. 61

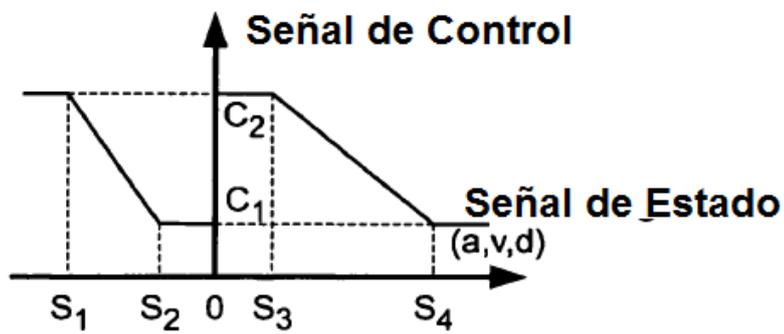


FIG. 62

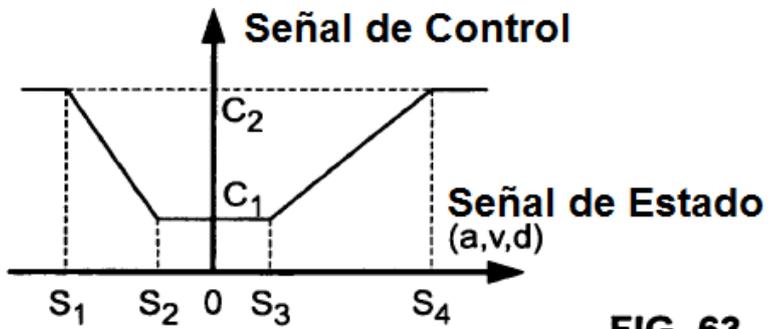


FIG. 63

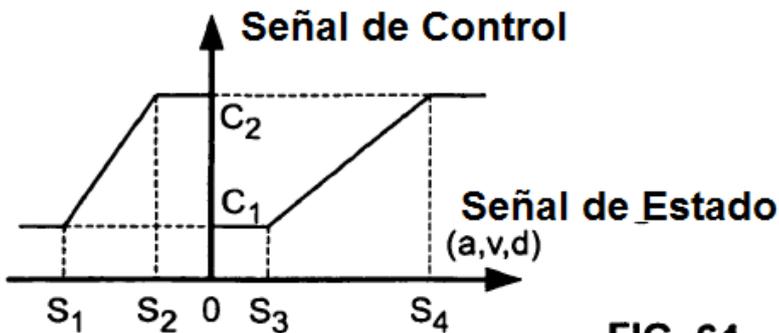


FIG. 64

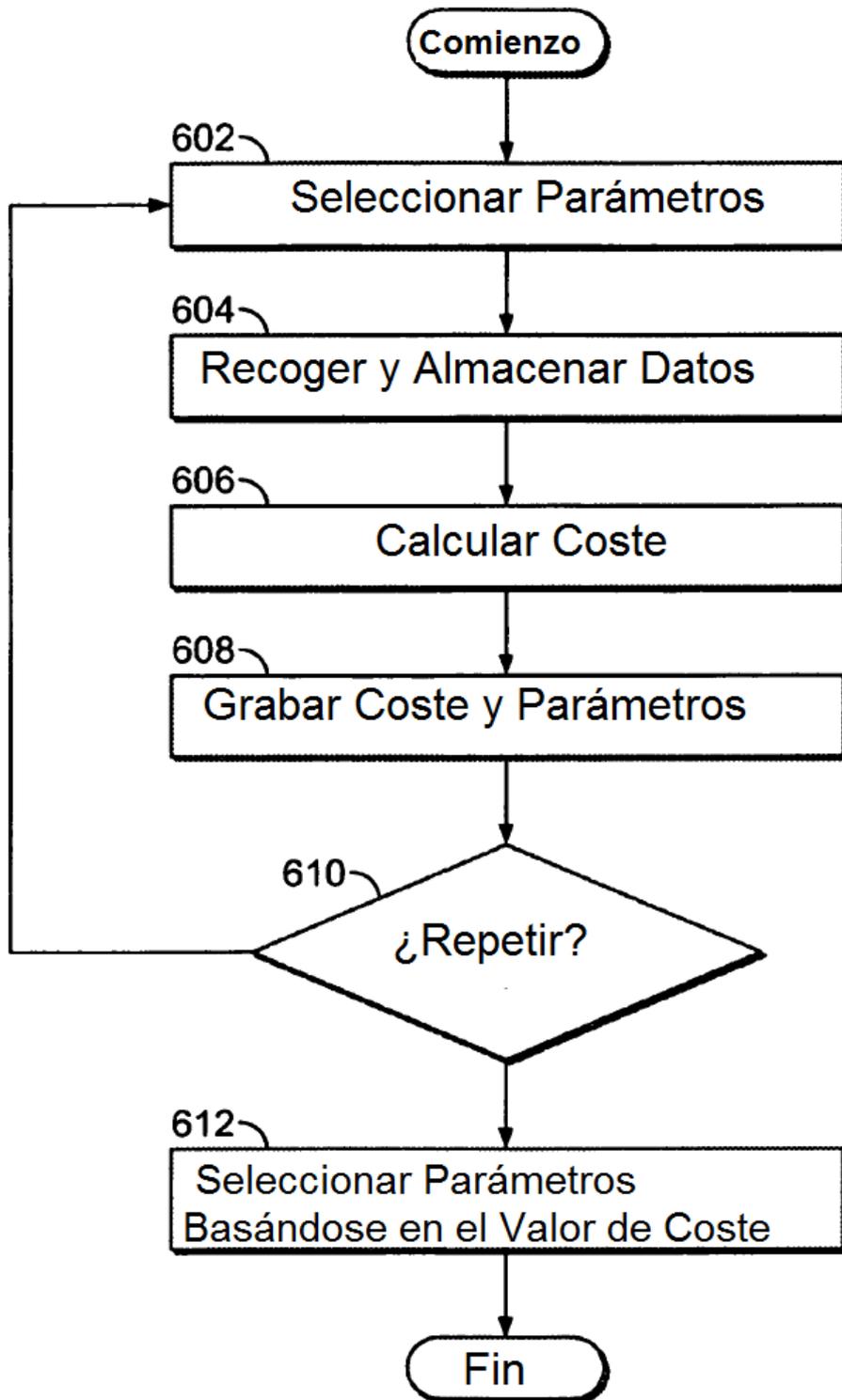


FIG. 65

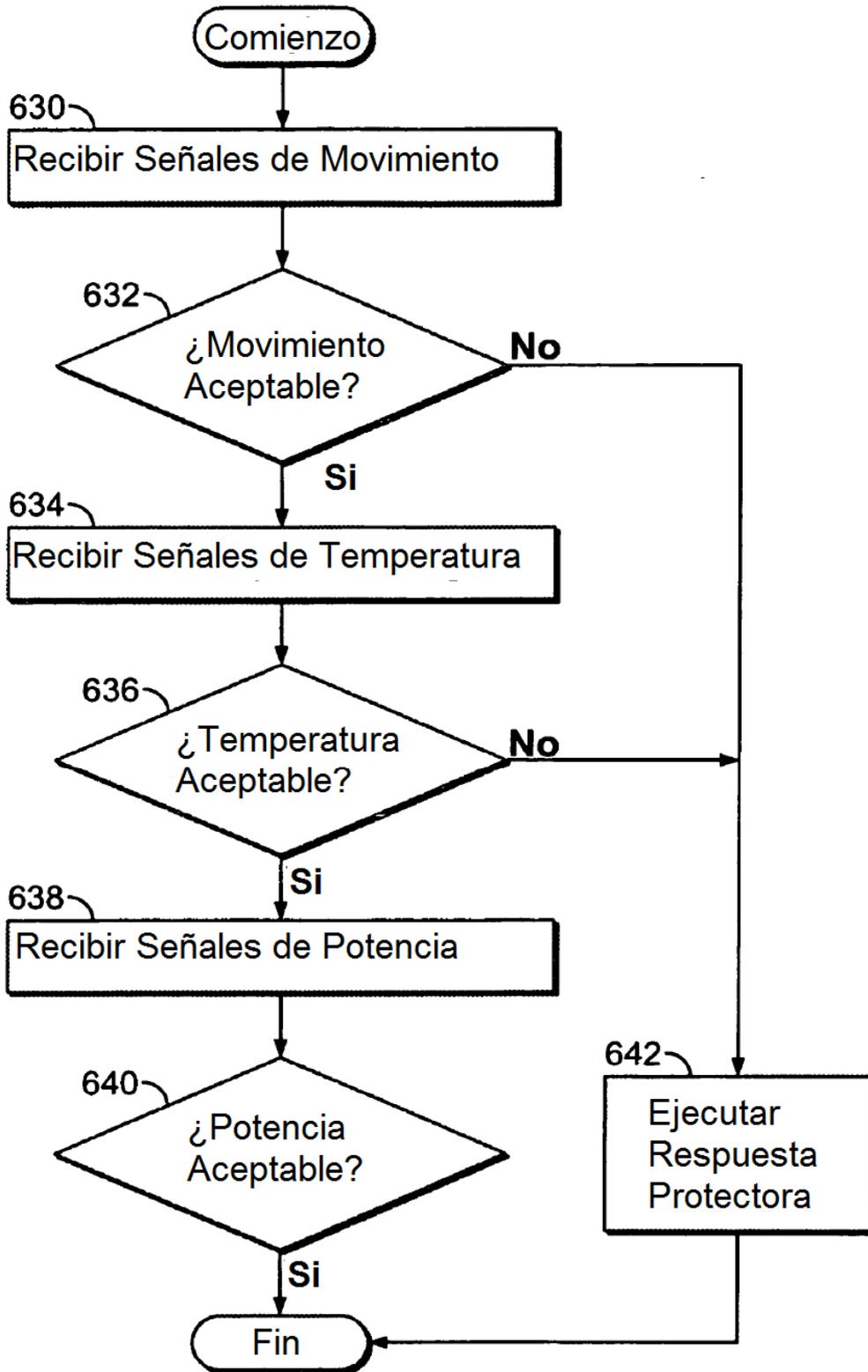
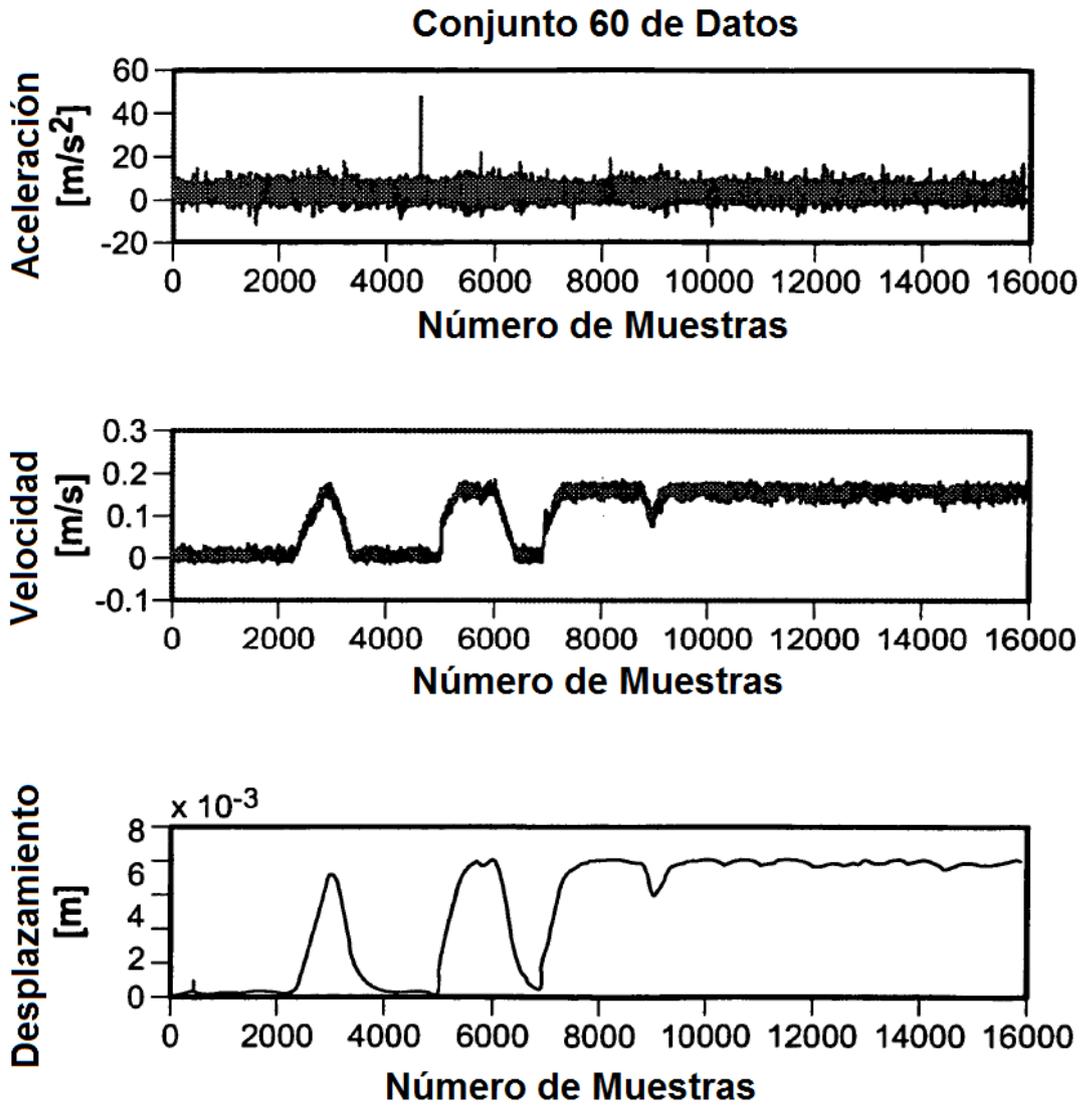


FIG. 66



**FIG. 67**

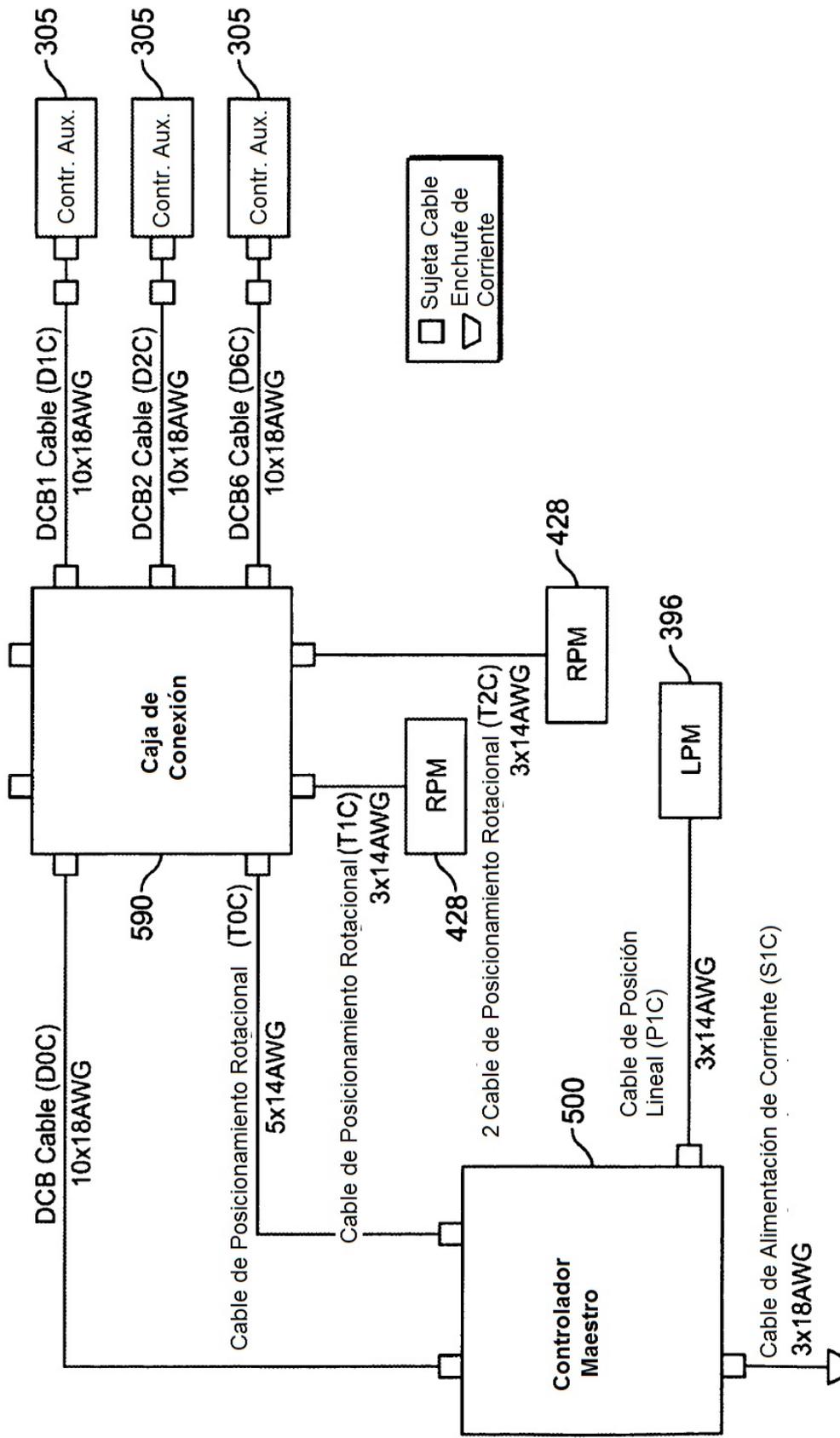


FIG. 68