

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 638 276**

51 Int. Cl.:

**B07B 1/46** (2006.01)

**B07B 1/28** (2006.01)

**B07B 1/42** (2006.01)

**B07B 13/18** (2006.01)

**B01D 33/03** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.03.2011 PCT/GB2011/050419**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.09.2011 WO11110831**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.03.2011 E 11710240 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.06.2017 EP 2544830**

54 Título: **Método para separar sólidos de un fluido de perforación cargado de sólidos**

30 Prioridad:

**08.03.2010 US 311493 P**

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

**19.10.2017**

73 Titular/es:

**NATIONAL OILWELL VARCO, L.P. (100.0%)  
7909 Parkwood Circle Drive  
Houston, TX 77036, US**

72 Inventor/es:

**SCOTT, ERIC;  
BURNETT, GEORGE ALEXANDER;  
EL DORRY, KHALED y  
RONQUILLO, NAHUM**

74 Agente/Representante:

**ZUAZO ARALUZE, Alexander**

ES 2 638 276 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).

**MÉTODO PARA SEPARAR SÓLIDOS DE UN FLUIDO DE PERFORACIÓN CARGADO DE SÓLIDOS****DESCRIPCIÓN****5 Antecedentes de la invención**

La invención se refiere a un método para hacer funcionar un colador vibratorio para separar sólidos de un lodo de perforación cargado de sólidos.

10 Tales métodos se conocen por los documentos US2008/0128334-A1 y US-A-4.809.791, que dan a conocer ambos un método según el preámbulo de la reivindicación 1. En la perforación de un pozo de perforación en la construcción de un pozo de petróleo o de gas, se dispone una barrena de perforación en el extremo de una sarta de perforación, que se hace rotar para perforar el pozo de perforación a través de una formación. Se bombea un fluido de perforación, conocido como "lodo de perforación", a través de la sarta de perforación a la barrena de perforación para lubricar la barrena de perforación. El lodo de perforación también se usa para transportar detritos producidos por la barrena de perforación y otros sólidos hacia la superficie a través de un anillo formado entre la sarta de perforación y el pozo de perforación. La densidad del lodo de perforación se controla estrechamente para impedir que el pozo de perforación se derrumbe y para garantizar que la perforación se lleve a cabo de manera óptima. La densidad del lodo de perforación afecta a la velocidad de penetración de la barrena de perforación. Mediante el ajuste de la densidad del lodo de perforación, la velocidad de penetración cambia en detrimento posiblemente del derrumbamiento del pozo de perforación. El lodo de perforación también puede transportar materiales de pérdida de circulación para sellar secciones porosas del pozo de perforación. También puede ajustarse la acidez del lodo de perforación según el tipo de estratos de formación a través de los cuales está perforándose. El lodo de perforación contiene, entre otras cosas, lubricantes a base de petróleo sintéticos caros y por tanto, es normal recuperar y reutilizar el lodo de perforación usado, pero esto requiere, entre otras cosas, que se retiren determinados sólidos del lodo de perforación. Esto se logra procesando el lodo de perforación. La primera parte del procedimiento es separar los detritos del lodo de perforación cargado de sólidos. Esto se logra al menos parcialmente con un separador vibratorio, tal como los coladores vibratorios dados a conocer en los documentos US 5.265.730, WO 96/33792 y WO 98/16328. Puede usarse equipo de procesamiento adicional tal como centrifugas e hidrociclones en el procesamiento del lodo de perforación usado. Los sólidos están cubiertos por materiales contaminantes y residuos. No es infrecuente tener de 30 a 100 m<sup>3</sup> de fluido de perforación en circulación en un pozo de perforación.

Los sólidos resultantes, conocidos en el presente documento como "detritos" se procesan para retirar sustancialmente todos los residuos y materiales contaminantes de los sólidos. Los sólidos pueden eliminarse entonces en un vertedero o mediante vertidos al mar en el entorno del que procedían los sólidos. Alternativamente, los sólidos pueden usarse como material en la industria de la construcción o tener otros usos industriales.

Los coladores vibratorios comprenden generalmente una cesta de fondo abierto que tiene un extremo de descarga abierto y un extremo de alimentación con paredes macizas. Varias cribas rectangulares están dispuestas sobre el fondo abierto de la cesta. Las cribas pueden ser sustancialmente planas o tener una ligera corona. La cesta está dispuesta sobre resortes por encima de un receptor para alojar lodo de perforación recuperado. Una vagoneta o zanja está prevista por debajo del extremo de descarga abierto de la cesta. Un motor está fijado a la cesta, que tiene un rotor de accionamiento dotado con un peso macizo descentrado. En uso, el motor hace rotar el rotor y el peso macizo descentrado, lo que hace que la cesta y las cribas fijadas a la misma se agiten. El lodo cargado de sólidos se introduce en el extremo de alimentación de la cesta sobre las cribas. El movimiento de agitación induce la separación del lodo de perforación de los sólidos, pasando el lodo de perforación a través de las cribas y los sólidos por encima de las cribas. El movimiento de agitación también induce que los sólidos se muevan a lo largo de las cribas hacia el extremo de descarga abierto. El receptor recibe el lodo de perforación recuperado para volver al sistema de lodo activo del equipo de perforación o para el procesamiento adicional y los sólidos pasan sobre el extremo de descarga de la cesta al interior de la zanja o vagoneta.

El lodo de perforación recuperado puede contener partículas más pequeñas tales como aditivos que se requieren para mantener la densidad y la viscosidad deseadas del fluido de perforación, lo que puede ser deseable y por tanto estas partículas más pequeñas se dejan en el lodo de perforación recuperado.

Las cribas rectangulares pueden estar dispuestas formando un ángulo con respecto a la horizontal, tal como una inclinación de siete grados desde el extremo de alimentación hasta el extremo de descarga del colador vibratorio. El ángulo puede ser ajustable. Las cribas generalmente están fijas en la cesta y la cesta es ajustable para ajustar el ángulo de las cribas en relación con la horizontal. El flujo de fluido de perforación cargado de sólidos puede formar una acumulación sobre las cribas inclinadas. La acción del mecanismo vibratorio induce la ascensión de sólidos por las cribas inclinadas hasta el extremo de descarga del colador y al interior de la zanja o vagoneta.

Generalmente, un mecanismo vibratorio que induce una vibración circular tenderá a lanzar sólidos desde la criba hacia el aire en movimientos generalmente circulares suficientes para mover el flujo en exceso de sólidos a lo largo de una plataforma de cribado generalmente horizontal.

Un mecanismo vibratorio que induce un movimiento elíptico inducirá a los sólidos a moverse en la dirección del eje más largo de la elipse, lo que a menudo se usa en coladores vibratorios que tienen una plataforma de cribado inclinada, de manera que los sólidos suben por la plataforma de cribado inclinada. Un colador vibratorio que tiene un mecanismo vibratorio que induce una elipse muy delgada se conoce como colador vibratorio lineal e induce un movimiento rápido de los sólidos a lo largo de la criba, aunque la criba tiende a experimentar una rápida degradación debido a la desaceleración repentina de los sólidos cuando se encuentran con la criba. Las plataformas de cribado están inclinadas de modo que se permite que se forme en ellas una acumulación del lodo de perforación que va a cribarse, lo que crea una cabeza de fluido por encima de la criba. Esta cabeza ayuda a empujar el lodo de perforación y pequeños sólidos a través de la criba. El movimiento elíptico o lineal ayuda a que los sólidos se muevan a lo largo de la criba dentro de la acumulación, hacia y a través de una parte seca de la criba, conocida como playa. Los sólidos se mueven a lo largo de la playa sobre un extremo de descarga de la criba hacia el interior de una zanja, artesa, tubería u otro medio de transporte de detritos.

La acumulación de fluido sobre la plataforma de cribado se suma al peso que se necesita hacer vibrar. Además, una cabeza de lodo de perforación demasiado grande por encima de la criba puede aumentar la posibilidad de cegar la criba, lo que probablemente puede producirse cuando se criba lodo de perforación con arcillas pesadas en el mismo. En particular, las arcillas pesadas pueden descomponerse en la criba y empujarse hacia el interior de aberturas en la malla de cribado. Por tanto, el tamaño y la profundidad de la acumulación pueden afectar al funcionamiento eficaz del separador o colador. Una acumulación que sea demasiado profunda puede no filtrarse adecuadamente. Una acumulación que sea demasiado poco profunda puede fluir a través de una criba demasiado rápidamente o sin peso suficiente para filtrarse adecuadamente. En general es beneficioso tener una acumulación de lodo de perforación sobre la criba, pero una que tenga una profundidad controlada.

Un factor en la vida útil de la criba es lo bien que se mantiene la zona de playa. La zona de "playa" es la distancia desde una superficie de contacto seca de fluido con la línea de fluido en una criba final hasta el extremo de la criba. Por tanto, una longitud de playa de cero describe un funcionamiento de colador con fluido de perforación que cubre toda la zona de criba de la criba final y que discurre hasta la descarga. Esto puede ser costoso, debido a la pérdida de fluido de perforación que fluye fuera de, en lugar de a través de, una criba. Una longitud de playa de 50 cm (20 pulgadas) en determinados coladores indica un colador que funciona bastante seco, vibrando posiblemente las últimas secciones de la criba con respecto a partículas completamente secas. Tales partículas secas que vibran sobre la playa de la última criba pueden crear orificios en la criba y acortar la vida útil de la criba. La longitud de playa resulta afectada por variables tales como las velocidades de flujo de fluido y las propiedades del fluido de perforación, incluyendo la viscosidad, la densidad, la temperatura y el contenido en sólidos.

Las cribas usadas en un colador vibratorio experimentan valores de aceleración altos, cargas pesadas, producción alta y longitudes de playa variables cuando se procesan fluidos de perforación. Los valores de aceleración altos se requieren con el fin de inducir producción a través de las cribas y con el fin de transportar los sólidos sobre la criba para la descarga.

El aparato de accionamiento vibratorio del colador vibratorio está dimensionado con el fin de inducir un perfil de recorrido óptimo basándose en la masa total del conjunto incluyendo el aparato de accionamiento vibratorio, la cesta, las cribas y el fluido de perforación cargado de sólidos en el mismo, es decir todos los componentes que se hacen vibrar, esencialmente la masa suspendida. Las cribas están sujetas con abrazaderas o fijadas de otro modo a la cesta y las cribas soportan el fluido de perforación cargado de sólidos que va a procesarse.

El documento WO 2005/105327 da a conocer un separador vibratorio para cribar lodo de perforación cargado de sólidos, comprendiendo el separador vibratorio al menos una criba dispuesta en una cesta aislada de una base, un aparato vibratorio para hacer vibrar la al menos una criba y medios para ajustar el ángulo de la al menos una criba, de manera que, en uso, el lodo de perforación cargado de sólidos forma una acumulación sobre la al menos una criba, teniendo la acumulación una superficie, teniendo la superficie un borde de salida que define una playa, caracterizado porque el aparato vibratorio comprende un accionador (o inversor) de frecuencia variable y un aparato de control para controlar el accionador de frecuencia variable para accionar la criba en al menos un perfil de movimiento. Preferiblemente, el aparato de control comprende un PLC o un ordenador. Si se cambia un valor de aceleración deseado según los estados del colador y el lodo, entonces se potencia y/u optimiza adicionalmente el rendimiento. Por ejemplo, el nivel de aceleración se ajusta para minimizar el consumo de energía, o para usar la aceleración necesaria mínima basándose en el nivel de fluido en el colador. Esto es útil puesto que una aceleración alta puede conducir a una vida útil disminuida de la criba y a la degradación de los sólidos.

El documento WO 2005/105327 también da a conocer una característica de empuje automático. En este caso, se aumenta temporalmente la aceleración del colador hasta un valor predeterminado, por ejemplo con el fin de adaptarse a un flujo de lodo inusualmente alto. Más generalmente, cuando se controla la aceleración del colador, entonces puede variarse a lo largo de un intervalo continuo [por ejemplo, para un control de este tipo un dispositivo de monitorización monitoriza un acelerómetro en o conectado a una cesta de colador y el dispositivo de monitorización (por ejemplo un ordenador, PLC o controlador PID) envía una señal a un VFD). Por ejemplo, puede controlarse la aceleración para que sea constante bajo flujo de lodo/carga variable. Esto se logra midiendo la aceleración de la cesta con un acelerómetro ubicado en la cesta, en un aspecto cerca del centro de masas, por

ejemplo el acelerómetro AC en la figura 11C; retroalimentando la señal desde el acelerómetro hasta un ordenador del colador (o controlador PID, o a un ordenador remoto); comparando la aceleración real con el valor deseado; y cambiando la frecuencia del motor u otra fuerza de accionamiento hasta que la aceleración real coincide con la aceleración deseada.

5 El documento WO 2007/045924 da a conocer un colador vibratorio que comprende un aparato vibratorio electromagnético que tiene un aparato de accionamiento que comprende un accionador de frecuencia variable para mantener la cesta a una frecuencia resonante natural.

10 El documento WO 2007/057712 da a conocer un colador vibratorio que comprende un aparato vibratorio electromagnético, que preferiblemente está dispuesto entre una cesta flotante y una base fija y que ventajosamente comprende un resorte de ballesta.

15 El movimiento inducido al conjunto es normalmente un movimiento armónico simple, por lo que partiendo de su punto más bajo, el accionamiento vibratorio, la cesta, las cribas y los fluidos de perforación cargados de sólidos se aceleran en sentido ascendente normalmente en un movimiento elíptico, fijándose el eje más largo de la elipse a aproximadamente cuarenta y cinco grados hacia la parte frontal de la cesta mediante fuerzas de aceleración positivas altas que se reducen hacia un recorrido medio donde los valores de aceleración se reducen a cero, entonces se produce una desaceleración negativa, reduciéndose la velocidad hasta un mínimo en la parte superior del recorrido. Este ciclo se repite en el recorrido en sentido descendente lo que muestra que se experimentan valores de aceleración altos (positivos y negativos) en cada punta del recorrido donde la velocidad se minimiza y los valores de aceleración son cero en cada punto medio del recorrido donde las velocidades están en su punto más alto.

25 Puesto que los fluidos no están unidos físicamente a las cribas, la carga de la criba varía por tanto dependiendo del ciclo de recorrido. Durante el recorrido en sentido ascendente, la criba se acelera hacia la masa de fluido induciendo de ese modo la producción, entonces la criba se acelera alejándose de la masa de fluido en el recorrido en sentido descendente sólo para que la masa de fluido caiga de nuevo sobre las cribas en la parte inferior del recorrido debido a la gravedad, y entonces se repite todo el ciclo normalmente a aproximadamente de 1800 a 2000 rpm.

30 Para un rendimiento óptimo, la criba en su conjunto debe moverse preferiblemente como una entidad correspondiendo con el perfil de recorrido de la cesta y debe minimizarse cualquier desviación. Si la criba se desvía, entonces esto puede conducir a que se induzcan valores de aceleración mucho mayores lo que conduce al desgaste prematuro y a una carga desigual a través de la anchura de la criba. Dado que el movimiento también se utiliza para transportar sólidos a través de la criba, cualquier desviación adicional de la criba dará como resultado un transporte desigual a través de la anchura de la criba.

35 Se conoce tener una plataforma de cribado adicional en el colador vibratorio, que tiene cribas sobre la misma de aproximadamente 40 a 60 de malla para arrancar sólidos grandes. Entonces se dirige el flujo inferior de nuevo a un extremo de alimentación inferior de una plataforma de cribado primaria. Esta característica puede encontrarse en el colador vibratorio VSM 300® suministrado por la división Brandt de National Oilwell Varco. También se conoce tener una plataforma de secado, de manera que el flujo en exceso de sólidos desde el extremo de descarga de la plataforma primaria hacia la plataforma de secado facilite el secado de los sólidos. Esta característica puede encontrarse en el colador vibratorio VSM 300® y el colador vibratorio King Cobra® suministrado por la división Brandt de National Oilwell Varco.

50 Resulta ventajoso usar filtros de malla fina para filtrar partículas muy pequeñas, por ejemplo de un tamaño en el intervalo de 50-200  $\mu$  o más, sin que el dispositivo de filtración se obstruya con las partículas pequeñas. Sin embargo, los filtros de malla fina, en particular, son los propensos a una obstrucción no deseada.

También es ventajoso proporcionar un separador que funciona a niveles de ruido bajos para cumplir con la legislación de sanidad y seguridad. También es ventajoso tener un separador fiable y sencillo para limitar el tiempo de inactividad para el mantenimiento y la reparación.

55 En determinadas circunstancias, es preferible retener partículas, por ejemplo de un tamaño de partícula en el intervalo de 50-60  $\mu$  o mayor, por medio de un filtro.

60 El aparato se ha modificado para separar el material de pérdida de circulación para su reutilización. Un aparato de este tipo comprende una plataforma para retirar la ganga para separar por cribado detritos grandes, el flujo inferior que fluye hacia una plataforma primaria dotada de una malla dimensionada y diseñada para separar por cribado el material de pérdida de circulación. El material de pérdida de circulación se devuelve al sistema de lodo activo del equipo de perforación y el flujo inferior de la criba primaria fluye a través de una plataforma de cribado secundaria para separar por filtrado los detritos. Los detritos filtrados se conducen al interior de una artesa o zanja de detritos. El flujo inferior de fluido de perforación que contiene partículas muy pequeñas se devuelve al sistema de lodo activo. 65 Un sistema de este tipo es el SWECO Multi-Deck Mud Cleaner, un colador vibratorio de tipo cubeta suministrado por SWECO Oilfield Services.

En la perforación de un pozo de petróleo o de gas, pueden existir grietas en la pared del pozo. Tales grietas pueden propagarse, lo que podría producir problemas estructurales en la pared del pozo y/o permitir que los fluidos de perforación escapen a su través hacia el interior de la formación. Además, si se pierden cantidades sustanciales de fluidos de perforación, puede disminuir la presión en el fluido de perforación en el pozo, lo que podría producir el derrumbe del pozo. Por consiguiente, puede añadirse un tipo de material de pérdida de circulación conocido como materiales de refuerzo de pozo al fluido de perforación que se hace circular. Los materiales de refuerzo de pozo comprenden partículas dimensionadas. Cuando se hace circular el fluido de perforación alrededor de la pared del pozo con grietas en ella, las partículas dimensionadas se incrustan a modo de cuña en las grietas, lo que reduce la posibilidad de que se propaguen las grietas. Resulta beneficioso recuperar estas partículas dimensionadas y reutilizarlas en el lodo de perforación que se hace circular. Por tanto, los coladores vibratorios se han modificado para dimensionar los sólidos en el fluido de perforación cargado de sólidos. Un colador vibratorio de este tipo se da a conocer en la patente estadounidense n.º 2006/0198939. Puede extraerse un intervalo de tamaños de sólidos usando un colador vibratorio de este tipo y mediante recirculación como material de refuerzo de pozo en fluido de perforación nuevo.

En muchos separadores y coladores convencionales se proporcionan mecanismos de inclinación o elevación para ajustar el ángulo de la(s) criba(s) con respecto a la horizontal. La patente estadounidense n.º 4.082.657 describe un aparato separador que tiene estructuras de montaje ajustables en altura individuales para cada unidad de criba lo que permite el ajuste del ángulo de la unidad de criba con respecto a la horizontal. La patente estadounidense n.º 6.575.304 describe un aparato de ariete hidráulico por debajo de un cuerpo de criba que se usa para ajustar el ángulo de inclinación del cuerpo de criba.

En muchos sistemas convencionales, se realiza visualmente una determinación del nivel de material o fluido en una criba o conjunto de criba de un separador o colador y entonces se realizan manualmente ajustes del ángulo inclinado de la criba o del ángulo inclinado del soporte de criba. Sigue habiendo la necesidad de diseños de colador mejorados y sistemas de control mejorados para coladores.

Los coladores vibratorios conocidos funcionan generalmente a una velocidad constante y, por tanto, a medida que se introduce lodo de perforación sobre las cribas en la cesta, el valor de aceleración disminuye.

#### Breve resumen de la invención

Según la presente invención, se proporciona un método para hacer funcionar un colador vibratorio según la reivindicación 1.

A carga baja, puede haber muy poco fluido en el colador, pero una cantidad de sólidos sobre las cribas. Estos sólidos pueden ser partículas de roca dura. La vibración de partículas de roca dura sobre una criba seca puede desgastar las cribas muy rápidamente. La reducción de la aceleración inducida en las cribas reduce drásticamente el desgaste. Además, se reduce drásticamente la vida útil de los cojinetes y la fatiga sobre partes del colador vibratorio.

Preferiblemente, el método comprende además la etapa de usar el aparato de control para monitorizar de manera continua la magnitud de la carga de fluido cargado de sólidos en la cesta y ajustando el aparato de control el valor de aceleración inducido en dicha cesta según la magnitud de la carga, en el que dicha aceleración se aumenta hasta un valor de aceleración mayor por encima de un umbral de carga media. Preferiblemente, el umbral de carga baja está desplazado del umbral de carga media para inhibir el traqueteo que puede producirse cuando la carga permanece cerca del umbral de carga baja.

Ventajosamente, el método comprende además la etapa de usar el aparato de control para monitorizar de manera continua la magnitud de la carga de fluido cargado de sólidos en la cesta y ajustando el aparato de control el valor de aceleración inducido en dicha cesta según la magnitud de la carga, en el que dicha aceleración se aumenta hasta un valor de aceleración alto a un umbral de carga alta.

Preferiblemente, el método comprende además la etapa de usar el aparato de control para monitorizar de manera continua la magnitud de la carga de fluido cargado de sólidos en la cesta y ajustando el aparato de control el valor de aceleración inducido en dicha cesta según la magnitud de la carga para mantener dicho valor de aceleración bajo a cargas variables por debajo de dicho umbral de carga baja. Se proporciona así una aceleración en rampa ascendente o rampa descendente suave.

Preferiblemente, el método comprende además la etapa de usar el aparato de control para monitorizar de manera continua la magnitud de la carga de fluido cargado de sólidos en la cesta y ajustando el aparato de control el valor de aceleración inducido en dicha cesta según la magnitud de la carga para mantener dicho valor de aceleración mayor a cargas variables por encima de dicho umbral de carga media. Se proporciona así una aceleración en rampa ascendente o rampa descendente suave.

Ventajosamente, el método comprende además la etapa de usar el aparato de control para monitorizar de manera

continua la magnitud de la carga de fluido cargado de sólidos en la cesta y ajustando el aparato de control el valor de aceleración inducido en dicha cesta según la magnitud de la carga para mantener dicho valor de aceleración alto a cargas variables por encima de dicho umbral de carga alta. Se proporciona así una aceleración en rampa ascendente o rampa descendente suave.

5 Preferiblemente, el aparato de control comprende un acelerómetro, comprendiendo el método la etapa de medir la aceleración de la cesta, produciendo el acelerómetro una señal indicativa de aceleración de la cesta. Puesto que se sabe que la aceleración de la cesta disminuye con un aumento en la carga, puede estimarse la carga a partir de la disminución en la aceleración. Por tanto, la señal indicativa de aceleración de la cesta está relacionada con la magnitud de la carga en la cesta. El sistema puede comprender dos o más acelerómetros, y preferiblemente, se usa el promedio de dos lecturas tomadas para evaluar la aceleración de la cesta.

15 Ventajosamente, el acelerómetro mide la aceleración pico a pico y dicha señal indicativa de la aceleración de la cesta está relacionada con la misma. Preferiblemente, el método comprende además la etapa de que el acelerómetro mide la aceleración en un plano. Ventajosamente, la señal indicativa de la aceleración de la cesta es la aceleración pico a pico en dicho plano.

20 Preferiblemente, la etapa de ajustar el valor de aceleración inducido en dicha cesta se lleva a cabo usando un inversor programable y, ventajosamente, el mecanismo vibratorio comprende un motor de accionamiento de CA.

Preferiblemente, el aparato de control comprende un ordenador para analizar la magnitud de la carga.

25 Preferiblemente, el umbral de carga baja es de entre 40 Kg y 150 Kg. Ventajosamente, el umbral de carga media es de entre 40 Kg y 150 Kg. Preferiblemente, el umbral de carga alta es de entre 150 Kg y 300 Kg.

Preferiblemente, el cambio en aceleración es de al menos  $5 \text{ m/s}^2$  (0,5 g).

30 Preferiblemente, el aparato de control comprende un aparato de medición de distancia, comprendiendo el método la etapa de usar el aparato de medición de distancia, tal como un transductor ultrasónico, para evaluar la profundidad de una acumulación de fluido cargado de sólidos en la cesta, produciendo el aparato de control una señal indicativa de la profundidad de la acumulación. Preferiblemente, el aparato de control comprende un ordenador u otro dispositivo programable. Ventajosamente, se estima la masa de fluido cargado de sólidos en la cesta a partir de la medición de la profundidad de acumulación, el ángulo en que están dispuestas las cribas y una densidad estimada o predeterminada para el fluido de perforación cargado de sólidos. Entonces se usa una señal indicativa de la masa como la entrada en un inversor programable, programado tal como se describe en el presente documento con respecto al uso del acelerómetro.

35 Preferiblemente, el fluido cargado de sólidos es un lodo de perforación cargado de sólidos.

40 El uso de pesos macizos excéntricos para inducir vibración en un colador vibratorio se ha utilizado durante muchos años. Se entiende que el valor pico a pico de desplazamiento de la cesta es una función de la masa de la cesta y de las masas de los pesos macizos junto con la distancia desde el eje de árbol hasta el centro de gravedad descentrado de los pesos macizos. De manera que las razones: desplazamiento pico a pico de la cesta dividido entre dos veces el valor de peso macizo descentrado equivale a la masa de los pesos macizos dividida entre la masa global de la cesta.

45 Esta relación es válida a todas las velocidades y por tanto puede observarse que añadir una carga a la cesta, aumentando de ese modo su masa, da como resultado una reducción en el desplazamiento pico a pico. Cuando se usan pesos macizos fijos, la aceleración de la cesta es por tanto una función de la velocidad a la que se desplazan las cestas, un colador vibratorio típico se desplazará en un intervalo de desde 1800 hasta 2100 rpm, aunque también puede desplazarse a tan solo 1500 y a hasta 3000 rpm.

50 El rendimiento de un colador vibratorio se ve influido por su velocidad de desplazamiento, cuanto mayor es la velocidad de desplazamiento mayor es la aceleración, lo que da valores de producción mayores y transporte de sólidos más rápido. Sin embargo, el desplazamiento a valores de aceleración mayores puede producir el desgaste y el rasgado prematuros de la propia cesta debido a tensiones superiores, vida útil de los cojinetes reducida y vida útil de las cribas reducida.

55 Mediante la utilización de retroalimentación a partir de un acelerómetro es posible cuantificar un contenido de carga aproximado dentro del colador vibratorio, ya que se conocen los valores de aceleración para el colador vibratorio a todas las velocidades de desplazamiento cuando está vacío y se conoce que se reducen cuando se añade masa adicional a la cesta. Entonces es posible garantizar que la velocidad de desplazamiento se reduce cuando no se requiere, es decir, en condiciones de carga baja o ausencia de la misma, utilizando un inversor. Se dispone de inversores programables que pueden variar su velocidad de salida basándose en una lógica.

60 En un procedimiento, al poner en marcha la cesta, aumenta en rampa hasta una velocidad de desplazamiento inicial,

que entonces “tira de” una aceleración de varias G (por ejemplo, aproximadamente  $63 \text{ m/s}^2$  (6,5 g) a una velocidad nominal de 1800 rpm) mientras que la cesta está vacía. Entonces se usa un valor de G como punto de referencia para el inversor que debe ser igual a o estar por encima del valor de la cesta “vacía”. Cuando la cesta se carga con su carga, el desplazamiento reducido da como resultado una reducción en la aceleración que entonces se recupera por medio del inversor, que aumenta su velocidad de desplazamiento. Por tanto, monitorizando la velocidad de desplazamiento se da una indicación de su condición de carga.

En un aspecto, se usa un solo punto de referencia y la cesta es libre de variar su velocidad con el fin de mantener el valor de aceleración, reduciéndose de ese modo automáticamente el desgaste y el rasgado tal como se describió anteriormente, no hay necesidad de obtener valores de aceleración mayores cuando la cesta está cargada de manera ligera o no está cargada en absoluto.

Alternativamente, en otros aspectos, pueden utilizarse dos o más puntos de referencia para configurar las velocidades de funcionamiento para condiciones de carga dados o pueden definirse velocidades de funcionamiento para condiciones de carga dados. Estas configuraciones pueden ajustarse con el fin de dar un aumento en rampa suave para las velocidades máximas cuando se requiera y para garantizar una disminución en rampa segura hasta velocidades de desplazamiento reducidas cuando no se requiera.

En algunos aspectos, esta función puede seleccionarse por el operario de manera que se utiliza en condiciones de carga pesada y sólo se utiliza una velocidad de desplazamiento normal en condiciones de carga más ligera.

### Breve descripción de los dibujos

Para una mejor comprensión de la presente invención, ahora se hará referencia, a modo de ejemplo, a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 es una vista en perspectiva de un colador vibratorio que puede usarse en un método según la presente invención que comprende un sistema de control mostrado esquemáticamente;

la figura 1A muestra un diagrama esquemático de un conjunto de criba y gráficos de desplazamiento que muestran perfiles de movimiento circular, elíptico y lineal;

la figura 2 es una vista lateral en sección de una cesta de un colador vibratorio que puede usarse en un método según la presente invención con un sistema de control mostrado esquemáticamente;

la figura 3 es un gráfico que muestra la aceleración de la cesta mostrada en la figura 2 con respecto al peso del lodo de perforación cargado de sólidos en la cesta usando el sistema de control mostrado en línea continua y sin el sistema de control mostrado en línea discontinua;

la figura 4 es un gráfico que muestra la frecuencia de la salida del el inversor mostrado en la figura 2 con respecto a la masa del lodo de perforación cargado de sólidos en la cesta; y

la figura 5 muestra un colador vibratorio.

### Descripción detallada de realizaciones preferidas de la invención

En referencia a la figura 1, se muestra un colador 1 vibratorio con al menos un conjunto 2 de criba montado en el mismo. El conjunto de criba comprende un armazón (no mostrado) y una capa de material de criba tensado sobre el armazón. El al menos un conjunto 2 de criba está montado en una cesta 3, que tiene una parte inferior abierta, para permitir que el lodo de perforación y las partículas pequeñas pasen al interior de un receptáculo (no mostrado) por debajo de la misma. El lodo de perforación cargado de sólidos se introduce desde un tanque 9 hacia un extremo 11 de alimentación de la cesta 3. El tanque 9 está fijo a una base 6 estructural y tiene un aliviadero 10 sobre el que pasa el fluido de perforación cargado de sólidos sobre el al menos un conjunto 2 de criba. Los sólidos sobredimensionados pasan sobre el al menos un conjunto 2 de criba a través de un extremo 12 de descarga al interior de una vagoneta o zanja (no mostradas). La cesta 3 está montada sobre resortes 4 (sólo se muestran dos; dos iguales a los mostrados están en el lado opuesto) que están soportados sobre la base 6 estructural. La cesta 3 y el al menos un conjunto 2 de criba montado en ella se hacen vibrar mediante un motor 5 interconectado con un aparato 8 de vibración. El aparato 8 de vibración puede ser del tipo que comprende un peso macizo desequilibrado en el extremo de o a lo largo de un árbol. Dos de tales árboles están dispuestos en tubos 8a y 8b. Un aparato 7 elevador opcional proporciona la elevación y el descenso del extremo 12 de descarga de la cesta 3. Normalmente, la cesta 3 estará en una posición de “ascensión” de modo que en uso, se mantiene una acumulación de líquido en el extremo 11 de alimentación de la cesta 3 y una playa en el extremo 12 de descarga.

Un sistema 20 de control comprende un acelerómetro 14 montado en una placa 15 soldada a un lado de la cesta 3. Preferiblemente, el acelerómetro 14 está ubicado en o cerca del centro de masas de la cesta 3, aunque puede estar ubicado en cualquier lugar sobre o en la cesta 3 o el conjunto 2 de criba. El acelerómetro 14 es preferiblemente del

tipo que mide la aceleración en un plano y el acelerómetro 14 está dispuesto de manera que el plano es paralelo al lado 16 de la cesta 3. El acelerómetro 14 mide preferiblemente el desplazamiento y la aceleración pico a pico. Por tanto, el acelerómetro 14 dará valores significativos tanto si el colador 1 vibratorio está desplazándose en movimiento circular, lineal o elíptico, e independientemente de cuál sea el ángulo en que está dispuesto el eje más largo del movimiento elíptico. La figura 1A muestra un conjunto 21 de criba y tres perfiles de movimiento típicos para el mismo: un perfil 22 de movimiento circular; un perfil 23 de movimiento elíptico; y un perfil 24 de movimiento lineal. El acelerómetro 14 emite una señal de acelerómetro.

El sistema 20 de control también comprende un ordenador 25 y un inversor 26 que están ubicados ambos en un recinto 28 a prueba de explosión de zona 1 o fuera de un espacio de colador en el que puede estar ubicado el colador 1 vibratorio. El ordenador 25 analiza la señal de acelerómetro y proporciona una señal de ordenador al inversor 26, basándose en un conjunto de reglas. Se proporciona un suministro 27 de potencia de frecuencia constante al inversor 26. Basándose en la señal de ordenador, el inversor 26 ajusta la frecuencia de una salida eléctrica del mismo. La salida eléctrica está conectada al motor 5 de CA que acciona el aparato 8 vibratorio del colador 1 vibratorio.

En referencia a la figura 2, se muestra una cesta 100 para un colador vibratorio. La cesta 100 va a colocarse sobre un conjunto de resortes para aislar la cesta 100 de una base estructural (no mostrada). La cesta 100 comprende una plataforma 101 para retirar la ganga sobre la que pueden montarse cribas 101a gruesas, una plataforma 102 primaria inclinada sobre la que pueden montarse cribas 102a finas y una plataforma 103 secundaria inclinada sobre la que pueden montarse cribas 103a finas o más finas. Una bandeja 104 de flujo está dispuesta para hacer fluir el lodo de perforación cargado de sólidos con la ganga retirada desde la plataforma 101 para retirar la ganga hasta un extremo de alimentación de la plataforma 102 primaria. Una bandeja 105 de flujo adicional está dispuesta para hacer fluir fluido de perforación cargado de sólidos cribado o bien hacia un receptáculo de recogida o bien hacia un extremo de alimentación de la plataforma 103 de cribado secundaria para el cribado adicional, dependiendo de la posición de una placa 106 deslizante. Alternativamente, puede usarse un aparato 116 de distribución para dividir el flujo del lodo de perforación cargado de sólidos con la ganga retirada y distribuir el flujo tanto a la plataforma 102 primaria y como a la plataforma 103 secundaria. El aparato 107 vibratorio está montado encima de la cesta 100. El aparato 107 vibratorio comprende un par de motores que tienen cada uno un rotor con pesos macizos descentrados unidos al mismo. La rotación de los pesos macizos descentrados induce un movimiento vibratorio elíptico en la cesta 100.

En uso, se forma una acumulación de lodo 108 de perforación cargado de sólidos sobre las cribas 102a finas en la plataforma 102 primaria inclinada y se forma una acumulación 109 de lodo de perforación cargado de sólidos sobre las cribas 103a finas o más finas en la plataforma 103 secundaria inclinada.

Un sistema 120 de control comprende un acelerómetro 114 montado en una placa 115 soldada a una superficie exterior de un lado 110 de la cesta 3. Preferiblemente, el acelerómetro 114 está ubicado en, sobre o cerca del centro de masas de la cesta 100, aunque puede estar ubicado en cualquier sitio sobre o en la cesta 100 o el conjunto de criba en ella. El acelerómetro 114 es preferiblemente del tipo que mide la aceleración en un plano y el acelerómetro está dispuesto de manera que el plano es paralelo al lado 110 de la cesta 100. El acelerómetro 114 mide la aceleración pico a pico. Por tanto, el acelerómetro 114 dará un valor de salida del acelerómetro significativo tanto si el colador está desplazándose en movimiento circular, lineal o elíptico e independientemente de cuál sea el ángulo en que está dispuesto el eje más largo del movimiento elíptico.

El sistema 120 de control también comprende un inversor 126 programable que puede estar ubicado en un recinto a prueba de explosión de zona 1 o fuera de un espacio de colador en el que puede estar ubicado el colador vibratorio. El valor de salida del acelerómetro es una tensión de salida en el intervalo de 4 a 20 mV, indicativo de la aceleración pico a pico. La salida del acelerómetro 114 se conecta con una entrada del inversor 126 programable. El inversor 126 programable está programado con un conjunto de reglas basadas en la tensión recibida del acelerómetro 114. Se proporciona un suministro 127 de potencia de frecuencia constante al inversor 126 programable. Basándose en el conjunto de reglas, el inversor 126 programable ajusta la frecuencia de una salida eléctrica. La salida eléctrica está conectada al motor de CA del mecanismo 107 vibratorio de la cesta 100.

La figura 3 es un gráfico 200 que muestra la aceleración de la cesta mostrada en la figura 2 con respecto al peso del lodo de perforación cargado de sólidos en la cesta cuando: se usa el sistema de control mostrado en la línea 201 continua; y sin el sistema de control de la invención mostrado en la línea 202 discontinua.

Tal como puede observarse a partir de la línea 202 discontinua, la aceleración en la cesta 100 es de aproximadamente  $70 \text{ m/s}^2$  (7,1 g) cuando la cesta 100 no tiene carga en ella. Esta gran aceleración induce el desgaste en los cojinetes y un aumento del riesgo de fallo de partes del colador vibratorio debido a fatiga. Cuando la cesta 100 está procesando sólidos bastante secos, habrá una masa relativamente pequeña en la cesta, por ejemplo inferior a 50 Kg (105 lb). Esto ocurre particularmente, pero no exclusivamente, cuando cesa el flujo de lodo de perforación cargado de sólidos y fluye rápidamente fluido de perforación alrededor de los sólidos a través de las cribas. Tal como puede observarse a partir de la línea 202 discontinua, la aceleración en la cesta permanece alta a aproximadamente  $68 \text{ m/s}^2$  (7,0 g). El procesamiento de sólidos tales como roca a alta aceleración puede producir la

degradación rápida y el fallo del material de criba en los conjuntos de criba en la cesta 100. Cuando, por ejemplo, hay un volumen relativamente alto de lodo de perforación y sólidos de roca o piedra blanda que fluye hacia el interior de la cesta 100, puede haber aproximadamente 115 Kg (255 lb) de lodo de perforación cargado de sólidos en la cesta 100, estando sometida la cesta a una aceleración de aproximadamente  $64 \text{ m/s}^2$  (6,5 g), lo que se considera generalmente un buen valor de aceleración para este tipo de flujo. Cuando, por ejemplo, hay un volumen relativamente alto de lodo de perforación y sólidos de arcilla pegajosa, la cesta 100 está relativamente llena de lodo de perforación cargado de sólidos, tal como 270 Kg (600 lb), la aceleración en la cesta 100 disminuye hasta aproximadamente  $55 \text{ m/s}^2$  (5,7 g). Debe indicarse que la velocidad de rotación del rotor en el mecanismo 107 vibratorio que hace girar el peso macizo descentrado permanece bastante constante independientemente de la carga.

Tal como puede observarse a partir de la línea 201, utilizando el sistema de control de la presente invención, la aceleración en la cesta 100 es de aproximadamente  $52 \text{ m/s}^2$  (5,3 g) cuando la cesta 100 no tiene carga en ella. Esta baja aceleración reduce el desgaste en los cojinetes y reduce el riesgo de fallo debido a fatiga de partes del colador vibratorio. Cuando la cesta 100 está procesando sólidos bastante secos, habrá una masa relativamente pequeña en la cesta, por ejemplo menor de 35 Kg (80 lb). Esto ocurre particularmente, pero no exclusivamente, cuando cesa el flujo de lodo de perforación cargado de sólidos o cambia la formación a través de la cual se está perforando. Tal como puede observarse a partir de la línea 201, la aceleración en la cesta permanece a  $52 \text{ m/s}^2$  (5,3 g). Cuando, por ejemplo, hay un volumen relativamente alto de lodo de perforación y sólidos de roca o piedra blanda que fluyen al interior de la cesta 100, puede haber aproximadamente 115 Kg (255 lb) de lodo de perforación cargado de sólidos en la cesta 100, estando sometida la cesta a una aceleración de aproximadamente  $62 \text{ m/s}^2$  (6,3 g) que se considera generalmente a partir de la experiencia en el campo como un buen valor de aceleración para este tipo de flujo y masa en la cesta. Cuando la cesta 100 está relativamente llena de lodo de perforación cargado de sólidos, tal como 270 Kg (600 lb), la aceleración en la cesta 100 aumenta hasta aproximadamente  $72 \text{ m/s}^2$  (7,3 g). Debe indicarse que la velocidad de rotación del rotor que hace girar el peso macizo descentrado en el mecanismo 107 vibratorio varía según la carga para cumplir con los valores de aceleración mostrados en el gráfico.

Los inventores han encontrado a partir de la experiencia en el campo, que para la cesta mostrada en la figura 2, un valor de aceleración pico a pico para el colador en: una condición sin carga y con carga baja (preferiblemente por debajo de 50 Kg) es preferiblemente de  $54 \text{ m/s}^2$  (5,5 g); en una condición de carga moderada (preferiblemente de entre 50 Kg y 135 Kg) es preferiblemente de  $62 \text{ m/s}^2$  (6,3 g); y en una condición de carga alta (preferiblemente, por encima de 135 Kg) es preferiblemente de  $70 \text{ m/s}^2$  (7,1 g).

La figura 4 muestra un gráfico de frecuencia de la salida del inversor 126 programable mostrado en la figura 2 con respecto a la masa del lodo de perforación cargado de sólidos en la cesta 100. La frecuencia de la salida es directamente proporcional a la velocidad de desplazamiento del motor del mecanismo 107 vibratorio. Tal como puede observarse, el inversor 126 programable está programado para aumentar en rampa la frecuencia a medida que lo hace la masa del lodo de perforación cargado de sólidos en la cesta 100 desde 55 Hz hasta 56 Hz para mantener una aceleración constante, preferiblemente de  $54 \text{ m/s}^2$  (5,5 g) hasta 50 Kg (105 lb). El inversor 126 programable está programado para aumentar la aceleración a un primer punto de referencia preferible de 50 Kg hasta  $62 \text{ m/s}^2$  (6,3 g) desde 56 Hz hasta 59 Hz. Entre 50 Kg (105 lb) y 135 Kg (300 lb) el inversor 126 programable está programado para aumentar en rampa la frecuencia a medida que aumenta la masa del lodo de perforación cargado de sólidos en la cesta 100 para mantener una aceleración constante de preferiblemente  $62 \text{ m/s}^2$  (6,3 g) desde 59 Hz hasta 60 Hz. El inversor 126 programable está programado para aumentar la aceleración en un segundo punto de referencia preferible de 135 Kg hasta  $70 \text{ m/s}^2$  (7,1 g) hasta 63,5 Hz. Entre 135 Kg y 350 Kg, el inversor 126 programable está programado para aumentar en rampa la frecuencia a medida que aumenta la masa del lodo de perforación cargado de sólidos en la cesta 100 para mantener una aceleración constante de preferiblemente  $70 \text{ m/s}^2$  (7,1 g) desde 63,5 Hz hasta 67 Hz. Por encima de 350 Kg, el inversor 126 programable está programado para mantener la salida de frecuencia a 67 Hz, y por tanto la aceleración disminuirá, tal como se muestra en la figura 3 desde por encima de 7 g hasta por debajo de 7 g. El motor puede presentar un desfase de hasta el 2% pero rara vez presenta un desfase de más del 1%. Este desfase puede tenerse en cuenta en la programación del inversor 126 programable. La frecuencia máxima de 67 Hz se fija para inhibir el daño al mecanismo vibratorio y a las partes del colador y para mantenerse dentro de los parámetros de uso recomendados.

A medida que se reduce la carga del lodo de perforación cargado de sólidos en la cesta 100, el inversor 126 programable está programado disminuir en rampa la frecuencia a medida que lo hace la masa del lodo de perforación cargado de sólidos en la cesta 100 para mantener una aceleración constante de preferiblemente  $70 \text{ m/s}^2$  (7,1 g) reduciendo la frecuencia desde 67 Hz hasta 63 Hz. En un tercer punto de referencia igual a una carga de 125 Kg, el inversor 126 programable está programado para disminuir la aceleración hasta  $62 \text{ m/s}^2$  (6,3 g) hasta 62 Hz. El tercer punto de referencia se fija a una carga diferente del segundo punto de referencia para inhibir el traqueteo en el que una carga de aproximadamente 135 Kg podría hacer que la cesta se volteara entre los dos valores de aceleración si los puntos de referencia segundo y tercero son iguales. Entre 125 Kg y 40 Kg (105 lb), el inversor 126 programable está programado para disminuir en rampa la frecuencia a medida que se reduce la masa del lodo de perforación cargado de sólidos en la cesta 100 para mantener una aceleración constante de preferiblemente  $62 \text{ m/s}^2$  (6,3 g) desde 60 Hz hasta 58,5 Hz. En un cuarto punto de referencia igual a una carga de 40 Kg, el inversor 126 programable está programado para disminuir la aceleración hasta  $54 \text{ m/s}^2$  (5,5 g) reduciendo

la frecuencia hasta 55,5 Hz. El cuarto punto de referencia se fija a una carga diferente del primer punto de referencia para inhibir el traqueteo en el que una carga de aproximadamente 50 Kg podría hacer que la cesta se volteara entre los dos valores de aceleración si los puntos de referencia segundo y tercero son iguales.

5 La figura 5 muestra un colador 150 vibratorio que comprende una cesta 160 montada en un patín 165. Se hace vibrar la cesta 150 mediante el aparato 157 de vibración. Desde un tanque 151 con aliviadero, el fluido cargado de sólidos (por ejemplo, fluido de perforación con detritos de perforación y desechos en el mismo) fluye a una primera criba 153 que está soportada por un soporte de criba conectado a la cesta 160. Parte del fluido fluye entonces a las  
10 cribas 154, 155, 156 primarias en una plataforma 152 primaria. Parte del fluido fluye al interior de un receptáculo 159 y los sólidos sobredimensionados salen por un extremo 166 de salida de la criba 156.

El fluido cargado de sólidos forma una acumulación (no mostrada) por encima de las cribas 154-156. Dependiendo del fluido, de la viscosidad del fluido, del contenido en sólidos del fluido, de la velocidad de flujo del fluido y de la  
15 producción de las cribas, se crea una playa en el extremo 166 de salida de la criba 156.

Un aparato 167 de medición de sensor de transductor ultrasónico está conectado a la cesta 160 y está colocado opcionalmente por encima de la acumulación (no mostrada). Tales ubicaciones para el aparato 167 proporcionan  
20 medición en ubicaciones que proporcionan el mayor intervalo de profundidad de acumulación. El aparato 167 está en comunicación con un aparato 168 de control. El aparato 167 de sensor genera una señal indicativa de la distancia del sensor a la acumulación que indica la profundidad de la acumulación por debajo del aparato de sensor para evaluar el tamaño de la acumulación. El aparato 168 de control calcula el volumen de fluido cargado de sólidos en la  
25 cesta 160 a partir de la medición recibida desde el aparato 167 de medición de sensor de transductor ultrasónico y el ángulo conocido de las cribas 154-156. El aparato 168 de control puede estimar la masa de fluido cargado de sólidos en la cesta usando una densidad estimada o predeterminada para el fluido de perforación cargado de sólidos. Entonces se envía una señal indicativa de la masa en la cesta 160 a un inversor 168 programable al que se proporcionan las mismas reglas tal como se describió anteriormente con referencia a las figuras 2, 3 y 4.

En un aspecto, un separador vibratorio o colador vibratorio puede emplear un sensor 180 de flujo de material que  
30 produce una señal indicativa de la presencia o ausencia de material que fluye al aparato de cribado, por ejemplo, pero sin limitarse a, fluido de perforación con sólidos perforados que fluyen a un aparato de cribado de un colador vibratorio. Si la señal del mismo indica una ráfaga repentina de fluido al interior de la cesta 160, se envía una señal del sensor 180 de flujo al aparato 168 de control que procesa la señal y envía una señal a un aparato elevador, tal como el aparato 7 elevador mostrado en la figura 1, para aumentar el ángulo de la cesta 160 y por tanto de las  
35 cribas 154-156 para inhibir la posibilidad de que el fluido de perforación salga a borbotones del extremo 166 de descarga del colador 150 vibratorio.

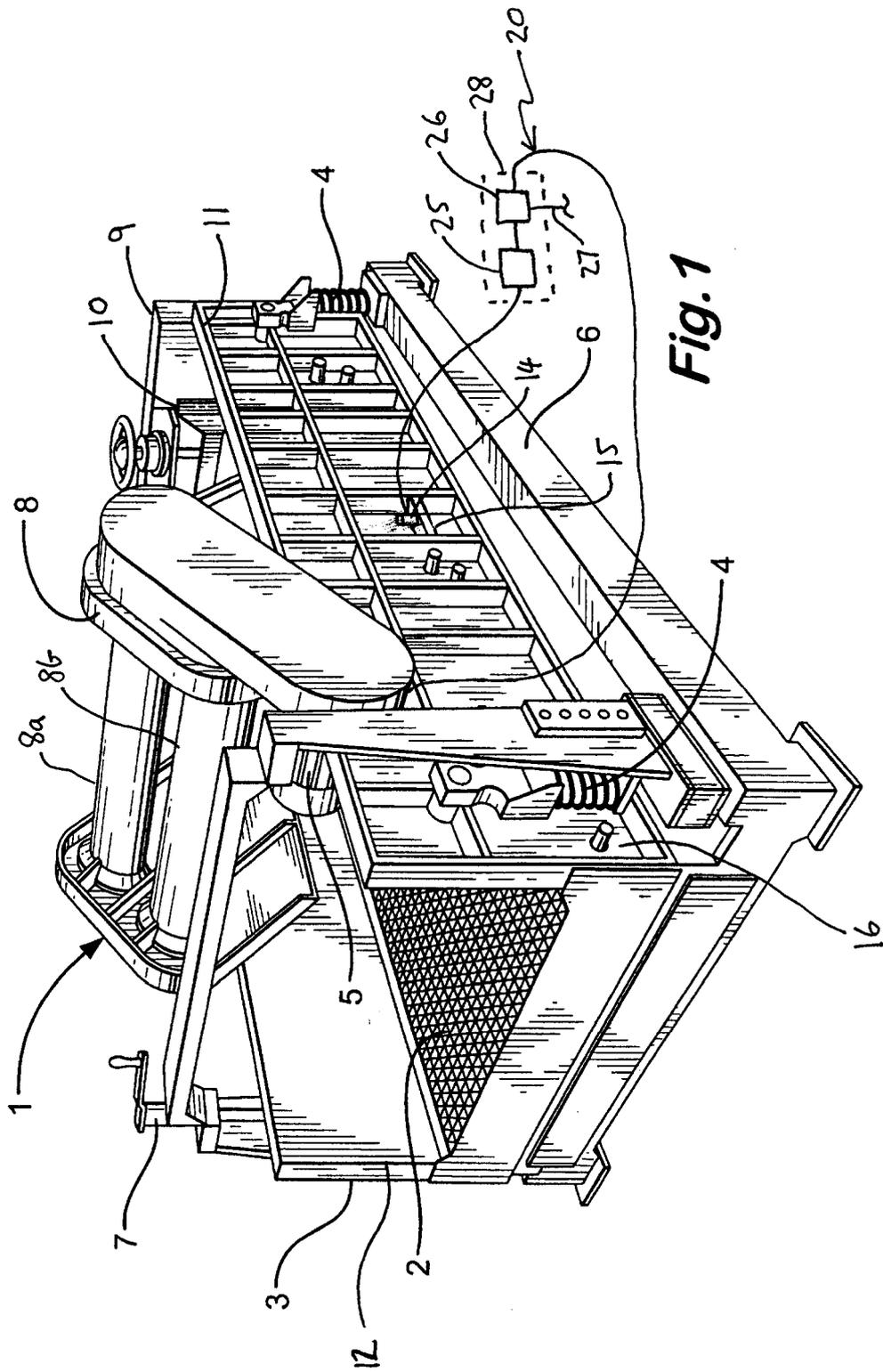
Los expertos en la técnica apreciarán que los sistemas y procedimientos dados a conocer en el presente documento pueden estar completamente automatizados/ser autónomos mediante software configurado con algoritmos para  
40 realizar los procedimientos tal como se describe en el presente documento. Estos aspectos pueden implementarse programando uno o más ordenadores de uso general adecuados que tienen hardware apropiado. La programación puede lograrse mediante el uso de uno o más dispositivos de almacenamiento de programas legibles por el/los procesador(es) y codificando uno o más programas de instrucciones ejecutables por el ordenador para realizar las operaciones descritas en el presente documento. El dispositivo de almacenamiento de programas puede adoptar la  
45 forma de, por ejemplo, uno o más discos flexibles; un CD ROM u otro disco óptico; una cinta magnética; un chip de memoria de solo lectura (ROM); y otras formas del tipo bien conocido en la técnica o desarrolladas posteriormente. El programa de instrucciones puede ser "código objeto," es decir, estar en forma binaria que puede ejecutarse más o menos directamente por el ordenador; en "código fuente" que requiere compilación o interpretación antes de la ejecución; o en alguna forma intermedia tal como código compilado parcialmente. Las formas precisas del dispositivo de almacenamiento de programas y de la codificación de instrucciones son irrelevantes en este caso.  
50

Aunque la presente divulgación describe aspectos específicos de la invención, a los expertos en la técnica les resultarán evidentes numerosas modificaciones y variaciones tras estudiar la divulgación, incluyendo el uso de  
55 sustitutos funcionales y/o estructurales equivalentes para los elementos descritos en el presente documento. Se considera que todas estas variaciones similares evidentes para los expertos en la técnica están dentro del alcance de las reivindicaciones.

## REIVINDICACIONES

1. Método para hacer funcionar un colador vibratorio para separar sólidos de un fluido cargado de sólidos, comprendiendo el colador vibratorio una cesta (3) para contener al menos una criba (2) y un mecanismo (5, 8) vibratorio para hacer vibrar dicha cesta (3) hasta un valor de aceleración, comprendiendo el método las etapas de usar un aparato (20) de control para monitorizar de manera continua la magnitud de la carga de fluido cargado de sólidos en la cesta (3) y ajustando el aparato (20) de control el valor de aceleración inducido en dicha cesta (2) según la magnitud de la carga, caracterizado porque dicha aceleración se disminuye hasta un valor de aceleración bajo por debajo de un umbral de carga baja.
2. Método según la reivindicación 1, que comprende además la etapa de usar el aparato (20) de control para monitorizar de manera continua la magnitud de la carga de fluido cargado de sólidos en la cesta (3) y ajustando el aparato (20) de control el valor de aceleración inducido en dicha cesta (2) según la magnitud de la carga, en el que dicha aceleración se aumenta hasta un valor de aceleración mayor por encima de un umbral de carga media.
3. Método según la reivindicación 1 ó 2, que comprende además la etapa de usar el aparato (20) de control para monitorizar de manera continua la magnitud de la carga de fluido cargado de sólidos en la cesta (3) y ajustando el aparato (20) de control el valor de aceleración inducido en dicha cesta (2) según la magnitud de la carga, en el que dicha aceleración se aumenta hasta un valor de aceleración alto a un umbral de carga alta.
4. Método según la reivindicación 1, que comprende además la etapa de usar el aparato (20) de control para monitorizar de manera continua la magnitud de la carga de fluido cargado de sólidos en la cesta (3) y ajustando el aparato (20) de control el valor de aceleración inducido en dicha cesta (2) según la magnitud de la carga para mantener dicho valor de aceleración bajo a cargas variables por debajo de dicho umbral de carga baja.
5. Método según la reivindicación 2, que comprende además la etapa de usar el aparato (20) de control para monitorizar de manera continua la magnitud de la carga de fluido cargado de sólidos en la cesta (3) y ajustando el aparato (20) de control el valor de aceleración inducido en dicha cesta (2) según la magnitud de la carga para mantener dicho valor de aceleración mayor a cargas variables por encima de dicho umbral de carga media.
6. Método según la reivindicación 3, que comprende además la etapa de usar el aparato (20) de control para monitorizar de manera continua la magnitud de la carga de fluido cargado de sólidos en la cesta (3) y ajustando el aparato (20) de control el valor de aceleración inducido en dicha cesta (2) según la magnitud de la carga para mantener dicho valor de aceleración alto a cargas variables por encima de dicho umbral de carga alta.
7. Método según cualquier reivindicación anterior, en el que el aparato (20) de control comprende un acelerómetro (14) comprendiendo el método la etapa de medir la aceleración de la cesta (3), produciendo el acelerómetro (14) una señal indicativa de la aceleración de la cesta.
8. Método según la reivindicación 7, en el que dicho acelerómetro (14) mide la aceleración pico a pico y dicha señal indicativa de la aceleración de la cesta está relacionada con la misma.
9. Método según las reivindicaciones 7 u 8, que comprende además la etapa de que el acelerómetro (14) mide la aceleración en un plano.
10. Método según cualquier reivindicación anterior, en el que la etapa de ajustar el valor de aceleración inducido en dicha cesta (2) se lleva a cabo usando un inversor (26) programable y el mecanismo (5, 8) vibratorio comprende un motor (5) de accionamiento de CA.
11. Método según cualquier reivindicación anterior, en el que el aparato (20) de control comprende un ordenador para analizar la magnitud de la carga.
12. Método según cualquier reivindicación anterior, en el que el umbral de carga baja es de entre 40 Kg y 150 Kg.
13. Método según cualquier reivindicación anterior, en el que el umbral de carga media es de entre 40 Kg y 150 Kg.
14. Método según cualquier reivindicación anterior, en el que el umbral de carga alta es de entre 150 Kg y 300 Kg.

15. Método según cualquier reivindicación anterior, en el que el cambio en aceleración es de al menos  $5 \text{ m/s}^2$  (0,5 g).
- 5 16. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el aparato (168) de control comprende un aparato (167) de medición de distancia, comprendiendo el método la etapa de usar el aparato (167) de medición de distancia para evaluar la profundidad de una acumulación de fluido cargado de sólidos en la cesta (3), produciendo el aparato de control (14) una señal indicativa de la profundidad de la acumulación.



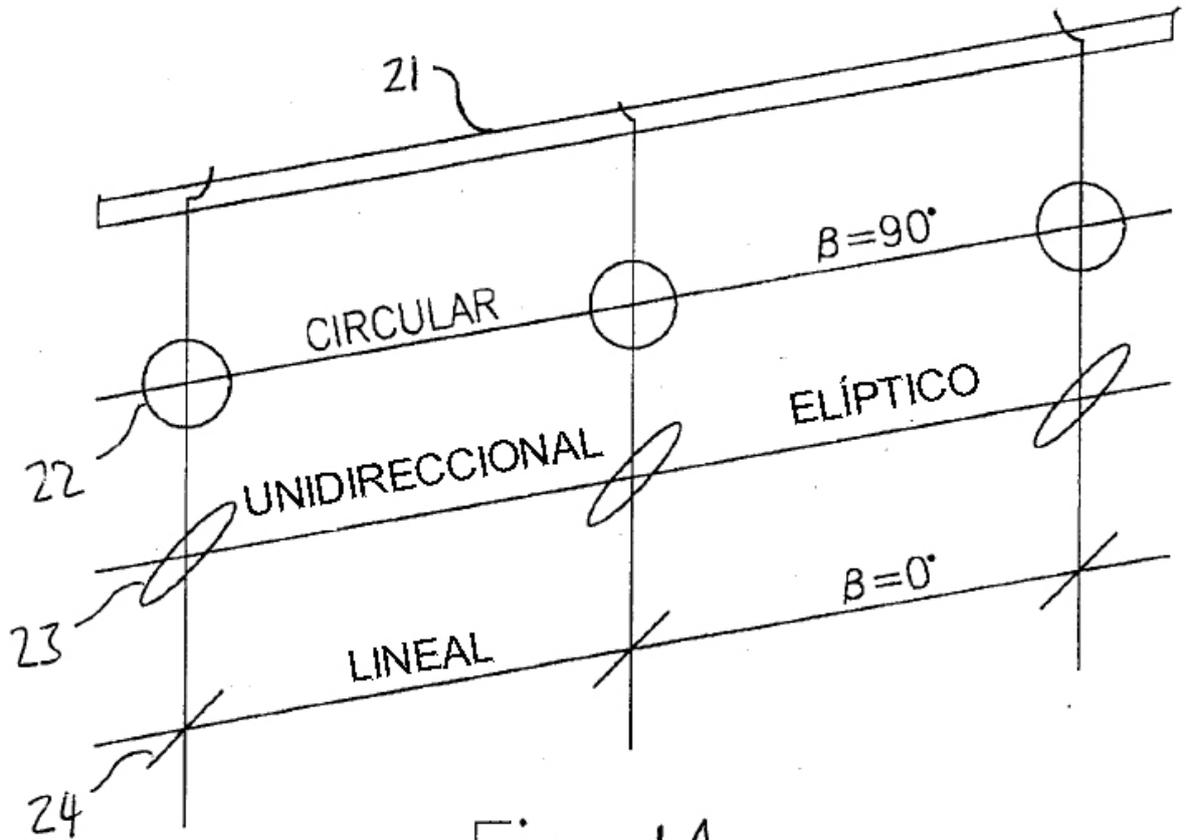


Fig. 1A

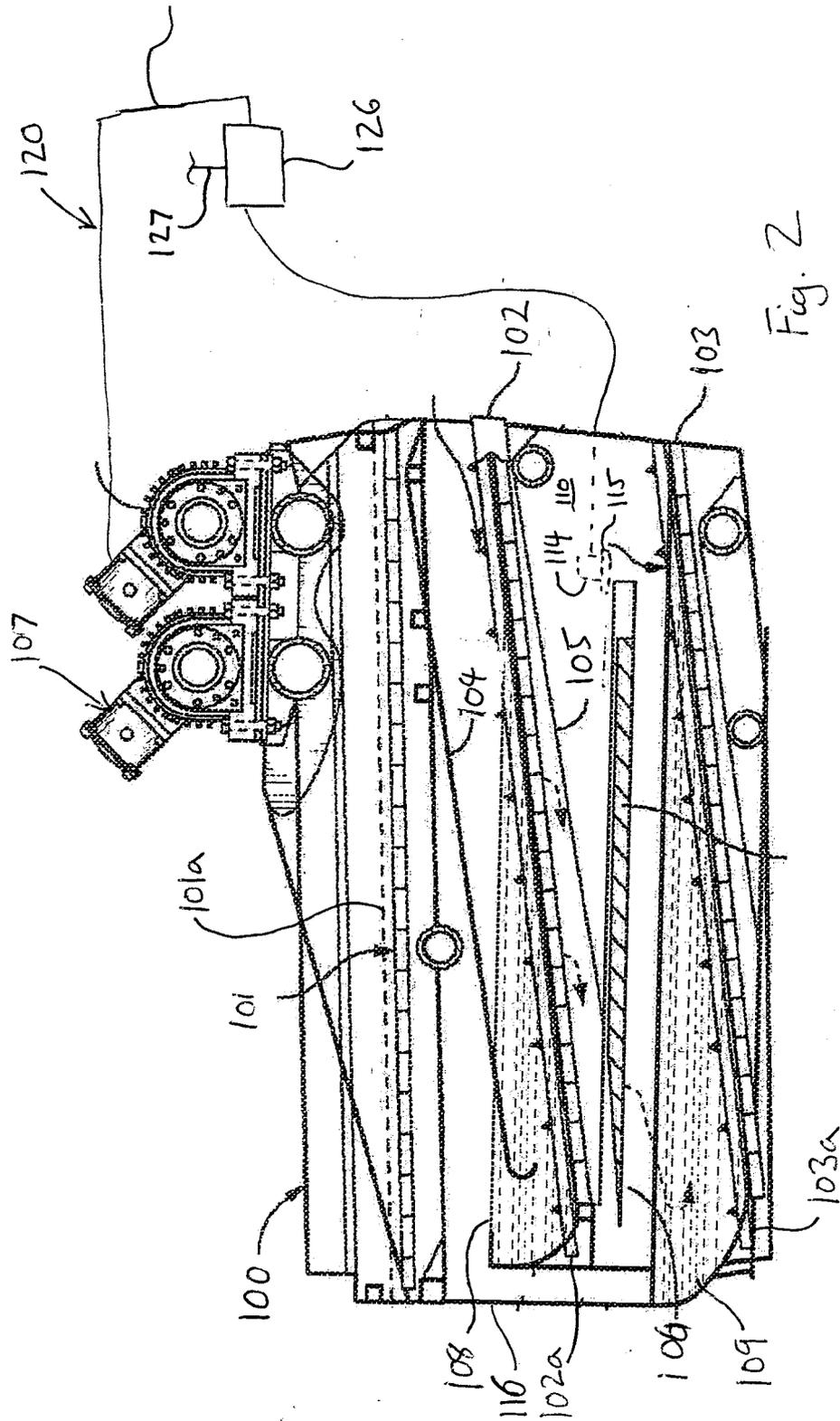


Fig. 3

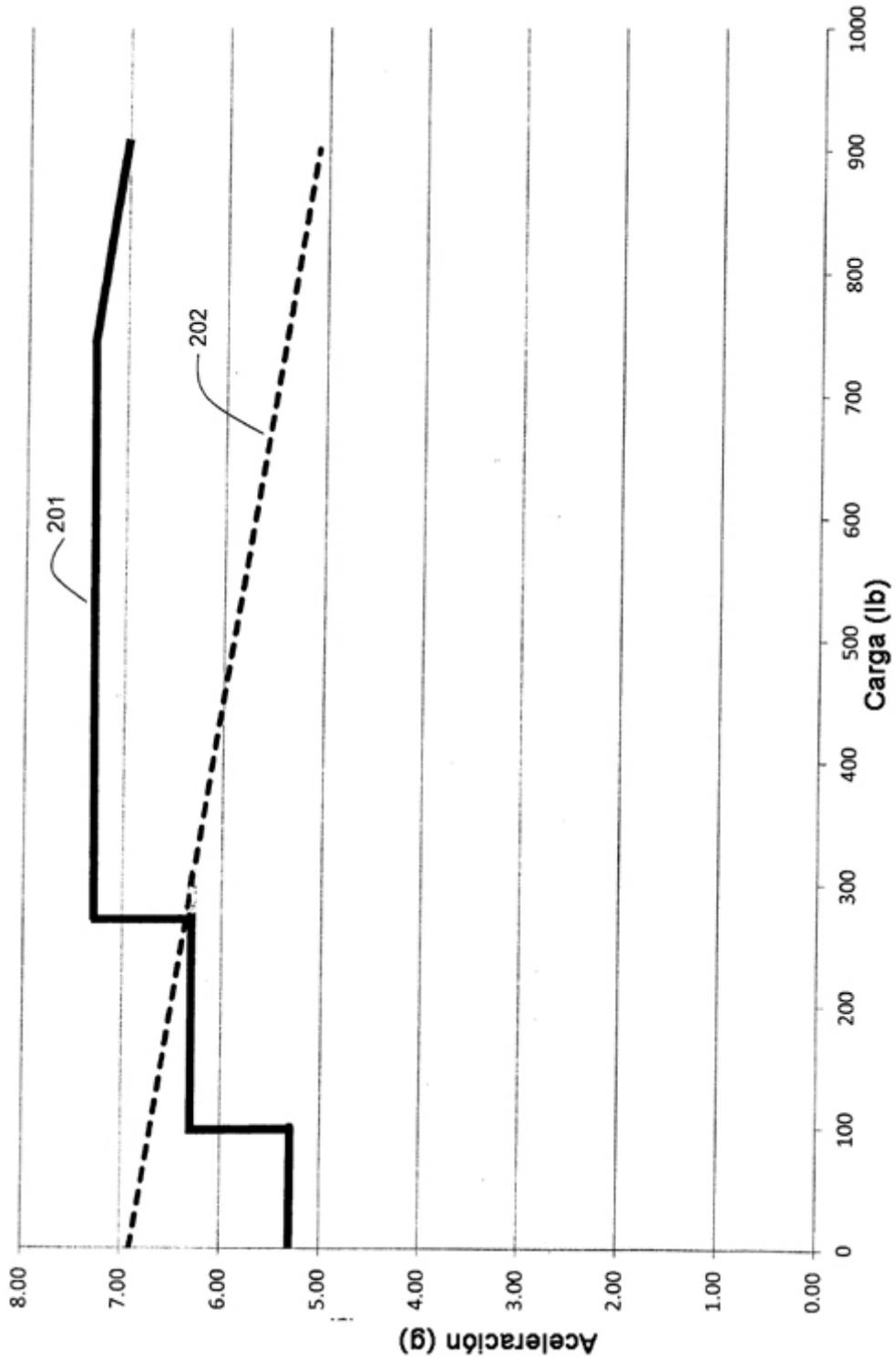
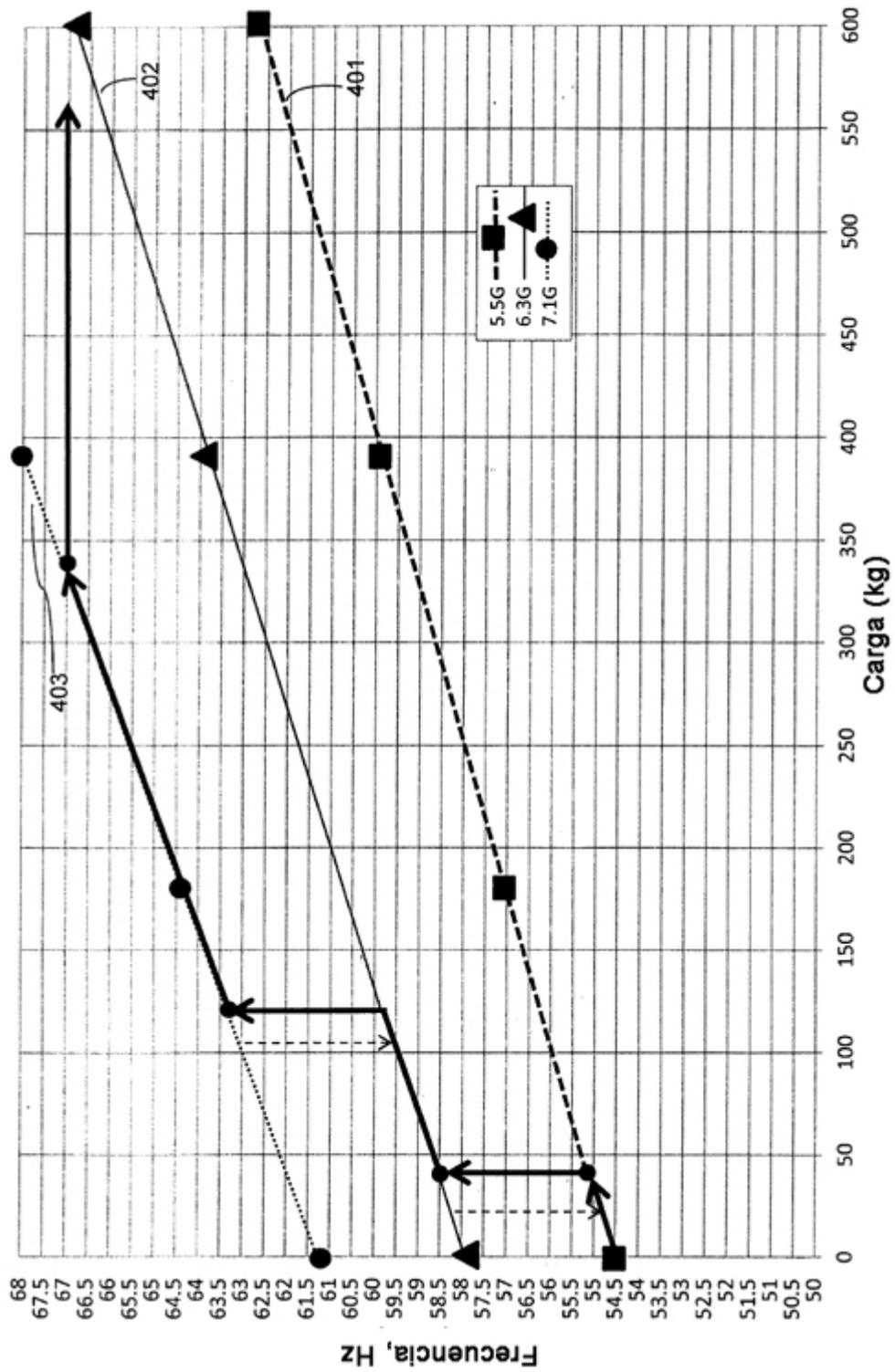


Fig. 4



**Fig.5**

