



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 360 050**

(51) Int. Cl.:
E04F 21/24 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **04025229 .8**

(96) Fecha de presentación : **22.10.2004**

(97) Número de publicación de la solicitud: **1529901**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **11.05.2005**

(54) Título: **Fratasarora que se maneja caminando tras ella, equilibrada dinámicamente.**

(30) Prioridad: **07.11.2003 US 704105**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
31.05.2011

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
31.05.2011

(73) Titular/es: **WACKER CORPORATION**
N92 W15000 Anthony Avenue
Menomonee Falls, Wisconsin 530, US

(72) Inventor/es: **Lutz, Todd J.;**
Kruepke, Gregory;
Dauffenbach, Darrin W. y
Goldberg, Richard D.

(74) Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

ES 2 360 050 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).

DESCRIPCION

Fratasadora que se maneja caminando tras ella, equilibrada dinámicamente.

ANTECEDENTES DEL INVENTO1. Campo del invento

5 El invento se refiere a fratasadoras para el acabado de hormigón y, más particularmente, se refiere a una fratasadora giratoria para el acabado de hormigón que se maneja caminando tras ella, que está dinámicamente equilibrada para reducir el esfuerzo del operario. El invento se refiere, además, a un método para hacer funcionar una fratasadora de esta clase.

2. Descripción de la técnica relacionada

10 Las fratasadoras que se manejan caminando tras ellas son generalmente conocidas para el acabado de superficies de hormigón. Una fratasadora que se maneja caminando tras ella incluye, generalmente, un rotor formado por una pluralidad de palas de fratar que descansan sobre el suelo. El rotor es accionado por un motor montado en un bastidor o "jaula" que se encuentra sobre el rotor. La fratasadora es controlada por un operario a través de un mango que se extiende en varios decímetros desde la jaula. Las palas de fratar giratorias proporcionan una máquina muy efectiva para acabar losas de hormigón de tamaño medio y grande. Sin embargo, las fratasadoras que se manejan caminando tras ellas presentan varios inconvenientes.

20 Por ejemplo, las palas giratorias imponen un par de torsión/fuerzas sustanciales sobre la jaula que deben ser contrarrestados por el operario a través del mango. Específicamente, la rotación de las palas impone un par sobre la jaula y el mango que tiende a hacer que el mango gire en sentido contrario al de las agujas del reloj o hacia la derecha del operario. Además, la rotación de las palas tiende a empujar a toda la máquina en dirección lineal, principalmente hacia atrás, exigiéndole al operario que empuje hacia delante sobre el mango para contrarrestar esas fuerzas. Las fuerzas y el par de torsión combinados, soportados por el operario son sustanciales y tienden a aumentar al incrementarse el coeficiente dinámico de fricción encontrado por las palas giratorias y que, a su vez, varía con la humedad del hormigón que está fraguando. El contrarrestar estas fuerzas puede resultar extremadamente fatigoso, en particular considerando el hecho de que la máquina es hecha funcionar, típicamente, durante varias horas cada vez.

25 El documento US 4.629.359 A describe una fratasadora para el acabo de hormigón que comprende un bastidor, un motor, un mango de guía controlado por el operario y un rotor con una pluralidad de palas, por lo que la fratasadora está equilibrada dinámicamente de tal manera que las fuerzas transmitidas al mango al girar las palas en contacto con una superficie que ha de ser acabada se reduzcan sustancialmente en comparación con una fratasadora no equilibrada dinámicamente.

30 El objeto del invento es proporcionar una fratasadora para el acabado de hormigón y un método para hacer funcionar una fratasadora giratoria de acabado que se maneja caminando tras ella, que sea más fácil de manipular para un operario.

35 El objeto se consigue mediante una fratasadora de acuerdo con la reivindicación 1 y un método de acuerdo con la reivindicación 17.

40 Los inventores han investigado técnicas para reducir la combinación de par de torsión/fuerzas de reacción que debe ser soportada por el operario. Han supuesto que estas fuerzas se reducirían si la fratasadora estuviese mejor equilibrada estáticamente de lo que es el caso ahora, típicamente, con las fratasadoras que se manejan caminando tras ellas, en las que el centro de gravedad está situado ligeramente por detrás y hacia la izquierda del eje de rotación del rotor. Los inventores han supuesto, por tanto, que desplazando el centro de gravedad de la fratasadora hacia delante, se reducirían las fuerzas de reacción. Sin embargo, han encontrado que este desplazamiento, en realidad, daba lugar a un incremento de las fuerzas de reacción generadas durante el funcionamiento de la fratasadora.

45 Por tanto, ha surgido la necesidad de proporcionar una fratasadora del tipo que se maneja caminando tras ella, que le exija al operario un esfuerzo sustancialmente menor para dirigirla y controlarla que en el caso de las fratasadoras usuales del tipo que se maneja caminando tras ellas.

Además ha surgido la necesidad de reducir el esfuerzo exigido al operario para dirigir y controlar una fratasadora del tipo que se maneja caminando tras ella.

SUMARIO DEL INVENTO

50 De acuerdo con el invento, una fratasadora giratoria que se maneja caminando tras ella está configurada de manera que esté mejor "equilibrada dinámicamente" con el fin de reducir al mínimo la combinación de fuerzas/par de torsión que el operario debe soportar para controlar y guiar la fratasadora. El diseño tiene en cuenta el funcionamiento tanto en condiciones estáticas como dinámicas y los atributos de la fratasadora, y "equilibra" estos atributos con las características funcionales del acabado del hormigón. Las características que se han tenido en cuenta para este diseño incluyen, aunque sin limitarse a ellas, la fricción, el par del motor, el centro de gravedad de la máquina y la posición del

mango de guía. Como resultado, se ha encontrado que el equilibrado dinámico y la consiguiente reducción de fuerza/par se conseguían cuando el centro de gravedad de la máquina estaba desplazado sustancialmente con relación a la posición del centro de gravedad de una máquina típica. Este efecto puede conseguirse de la forma más práctica invirtiendo la orientación del motor con relación al conjunto del mango de guía, en comparación con las fratasadoras giratorias tradicionales del tipo que se maneja caminando tras ellas y desplazando el motor hasta el máximo práctico hacia la derecha. Se ha encontrado que este desplazamiento reduce las fuerzas y el par de torsión que el operario debe soportar durante el funcionamiento, al menos, en un 50% en comparación con el caso de las máquinas tradicionales. De esta manera se reduce sustancialmente la fatiga del operario.

- 5
- 10 Estas y otras ventajas y características del invento resultarán evidentes para los expertos en la técnica a partir de la descripción detallada y de los dibujos adjuntos. Sin embargo, debe comprenderse que la descripción detallada y los dibujos adjuntos, si bien se refieren a realización preferidas del presente invento, se ofrecen a modo de ilustración y no con fines limitativos.

El invento comprende además una fratasadora para el acabado de hormigón, que incluye:

- (A) un bastidor;
- 15 (B) un motor que está montado en el citado bastidor;
- (C) un mango de guía controlado por el operario, que se extiende hacia atrás desde el bastidor; y
- (D) un rotor que incluye una pluralidad de palas que pueden ser hechas girar alrededor de un eje geométrico de rotación,
- 20 cuya fratasadora tiene un centro de gravedad que está desplazado longitudinalmente por detrás y lateralmente hacia la derecha del eje de rotación del rotor.

Una realización de dicha fratasadora comprende un motor con un árbol de salida dirigido hacia la derecha de dicha fratasadora y un silenciador orientado hacia el frente de dicha fratasadora.

Un método de construir la fratasadora para el acabado de hormigón comprende las operaciones de:

- (A) proporcionar un bastidor;
- 25 (B) proporcionar un rotor que pueda montarse en el mencionado bastidor, incluyendo dicho rotor una pluralidad de palas que pueden ser hechas girar en torno a un eje geométrico de rotación;
- (C) proporcionar un motor que pueda montarse en el citado bastidor;
- (D) proporcionar un mango de guía configurado para extenderse hacia atrás desde dicho bastidor;
- 30 (E) determinar un desplazamiento entre el eje de rotación del rotor y el centro de gravedad de la fratasadora, que dé como resultado un equilibrio dinámico deseado durante el funcionamiento de la fratasadora; y
- (F) montar la fratasadora con el fin de conseguir dicho desplazamiento.

En otra realización, dicha fratasadora comprende la operación de determinación que incluye determinar un desplazamiento lateral deseado.

- 35 Este método, según el cual el desplazamiento lateral deseado se determina en otra realización, tiene en cuenta la ecuación siguiente:

$$c = \frac{ha\mu}{b}$$

donde:

c = el desplazamiento lateral;

h = la altura del mango de guía;

- 40 a = la longitud de una línea horizontal que conecta el eje de rotación del rotor con el baricentro de las fuerzas que actúan sobre una de las palas de la fratasadora, suponiéndose que "a" es la misma para todas las palas de la fratasadora;

μ = el coeficiente dinámico de fricción de la superficie acabada; y

b = la distancia longitudinal existente entre el eje de rotación de la fratasadora y el mango de guía.

En otra realización, el método primeramente mencionado incluye, además, la operación de determinación que comprende determinar un desplazamiento longitudinal deseado.

En otra realización, este método según el cual se determina el desplazamiento longitudinal deseado, tiene en cuenta la siguiente ecuación.

$$5 \quad d = \frac{a^2}{b}$$

donde:

c = el desplazamiento lateral;

h = la altura del mango de guía;

10 a = la longitud de una línea horizontal que conecta el eje de rotación del rotor con el baricentro de las fuerzas que actúan sobre una de las palas de la fratasadora, suponiéndose que "a" es la misma para todas las palas de la fratasadora;

μ = el coeficiente dinámico de fricción de la superficie acabada; y

b = la distancia longitudinal existente entre el eje de rotación de la fratasadora y el mango de guía.

El método primeramente mencionado incluye, en otra realización, la operación de determinación que comprende determinar los desplazamientos longitudinal y lateral deseados, mutuamente dependientes.

15 En otra realización, en la que se determinan los desplazamientos longitudinal y lateral, este método se basa al menos en parte en, por lo menos, una de las siguientes ecuaciones:

$$F_{23} = \frac{dF_w - \frac{a^2}{b}(F_w - F_{45}) - bF_{45}}{\left(h - \frac{ea}{b\mu}\right)}$$

donde:

F_{23} = las fuerzas longitudinales combinadas comunicadas al mango de guía;

20 d = el desplazamiento longitudinal;

F_w = la fuerza de la gravedad en el centro de gravedad de la fratasadora;

a = la longitud de una línea horizontal que conecta el eje de rotación del rotor con el baricentro de las fuerzas que actúan sobre una de las palas de la fratasadora, suponiéndose que "a" es la misma para todas las palas de la fratasadora;

b = la distancia longitudinal existente entre el eje de rotación de la fratasadora y el mango de guía;

25 F_{45} = las fuerzas verticales combinadas que se comunican al mango de guía;

h = la altura del mango de guía;

e = la mitad de la longitud lateral del mango de guía; y

μ = el coeficiente de fricción dinámico de la superficie acabada; y

$$F_{45} = F_w \frac{(\mu b^2 hc - ceab - h^2 a \mu^2 b + hea^2 \mu + ehb \mu d - eh \mu a^2 + ab^2 d - a^3 b)}{(-h^2 a \mu^2 + hea^2 \mu - eh \mu a^2 + ehb^2 \mu - a^3 b + ab^3)}$$

30 donde:

c = el desplazamiento lateral.

El primer método mencionado comprende, en otra realización, un desplazamiento que se determina teniendo en cuenta la longitud y la posición del mango de guía, el centro de gravedad de la máquina y el par del motor.

En otra realización este método comprende un desplazamiento que se determina teniendo en cuenta el coefi-

ciente de fricción de la superficie acabada.

El método primeramente mencionado comprende, en otra realización, una operación de montaje que incluye montar el motor en el bastidor de tal manera que el árbol de salida del motor esté dirigido hacia la derecha de la fratasadora y un silenciador del motor esté orientado hacia delante de la fratasadora.

5 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Una realización ilustrativa preferida del invento se representa en los dibujos adjuntos, en los que números de referencia similares representan partes similares en todos ellos, y en los que:

la fig. 1 es una vista en perspectiva de una fratasadora que se maneja caminando tras ella, construida de acuerdo con una realización preferida del presente invento;

10 la fig. 2 es una vista en alzado lateral, de la fratasadora de la fig. 1;

la fig. 3 es una vista en alzado frontal de la fratasadora de las figs. 1 y 2;

la fig. 4 ilustra una serie de gráficas que representan la fuerza en función de las rpm para una variedad de condiciones de funcionamiento; y

15 las figs. 5A-5C muestran una serie de diagramas de fuerzas que ilustran esquemáticamente las fuerzas generadas en el funcionamiento de una fratasadora que se maneja caminando tras ella.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES PREFERIDAS

1. Construcción de la fratasadora

20 Una fratasadora 10 que se maneja caminando tras ella, construida de acuerdo con una realización preferida del invento, se ilustra en las figs. 1-3. En general, la fratasadora 10 que se maneja caminando tras ella incluye un rotor 12, un bastidor o "jaula" 14 superpuesto al rotor 12 y soportado sobre él, un motor 16 que está soportado en la jaula 14, un tren de transmisión 18 que acopla funcionalmente el motor 16 al rotor 12, y un mango 20 para controlar y dirigir la fratasadora 10. Haciendo referencia a la fig. 2, el rotor 12 incluye una pluralidad de palas 22 de fratasado que se extienden radialmente desde un cubo 24 que, a su vez, es accionado por un eje vertical 26.

25 El motor 16 comprende un motor de combustión interna montado en la jaula 14 por encima del rotor 12. Haciendo referencia de nuevo a las figs. 1-13, el motor 16 es del tipo comúnmente utilizado en fratasadoras del tipo que se maneja caminando tras ellas. Por tanto, incluye un cárter 30, un depósito 32 de combustible, un sistema 34 de alimentación de aire, un silenciador 36, un arrancador 38 del tipo de cuerda de tracción, un árbol de salida (no mostrado), etc. El tren de transmisión 18 puede tener cualquier estructura configurada para transmitir el par de torsión desde el árbol de salida del motor al eje 26 de entrada del rotor. En la realización ilustrada, comprende un embrague centrífugo (no mostrado) acoplado al árbol de salida del motor y una caja de engranajes 40 que transmite el par desde el embrague al eje 26 de entrada del rotor. La caja de engranajes está acoplada al embrague mediante un conjunto 42 de transmisión por correa, representado esquemáticamente en la fig. 1. La caja de engranajes 40 preferida es una caja de engranajes de husillo del tipo comúnmente utilizado en las fratasadoras que se manejan caminando tras ellas.

35 El conjunto de mango 12 incluye una barra 44 y un manillar 46. La barra 44 tiene un extremo inferior 48 unido a la caja de engranajes 40 y un extremo superior 50 dispuesto varios decímetros por encima y por detrás del extremo inferior 48. El manillar 46 está montado en el extremo superior 50 de la barra 44. Un mando 52 de regulación del paso de las palas está montado en el extremo superior 50 de la barra 44. Otros controles, tales como un control del acelerador, un interruptor de parada de emergencia, etc., pueden estar montados en la barra 44 y/o en el manillar 46.

40 La jaula 14 está formada por una pluralidad de anillos 54 concéntricos, verticalmente espaciados, situados bajo una cubierta 56 e interconectados por varios brazos 58 en ángulo, cada uno de los cuales se extiende hacia abajo desde el fondo de la cubierta 56 hasta los anillos 54 situados más abajo. Los anillos 54 pueden estar hechos con tubos, material en barra o cualquier otra estructura adecuadamente rígida y fuerte para soportar la fratasadora 10 y proteger el rotor 12. Con el fin de distribuir el peso en la forma deseada, uno o más anillos 54 pueden estar segmentados, estando hechos uno o más de los segmentos arqueados de tubo relativamente ligero, estando hechos otros segmentos de material en barra más pesado, y/o habiéndose eliminado otros segmentos. Uno o más de los brazos 58 podría estar segmentado similarmente. También podría haber pesos montados en la jaula 14, en puntos estratégicos, para conseguir la distribución estratégica adicional del peso.

2. Desplazamiento del centro de gravedad

50 Haciendo referencia todavía a las figs. 1-3 y de acuerdo con el invento, el centro de gravedad "C/G" de la fratasadora está desplazado lateral y longitudinalmente con respecto al eje geométrico "A" de rotación del rotor. Específicamente, el centro de gravedad está separado hacia atrás y hacia la derecha del eje de rotación A. Las consideraciones que hay tras este posicionamiento y las situaciones óptimas se describen con mayor detalle en la Sección 3 siguiente. En la realización ilustrada, el equilibrado dinámico se consigue en la práctica del mejor modo gracias a dos efectos. En

5 primer lugar, en comparación con una máquina usual, el motor 16 está girado 180° con relación al mango de guía 20. Por ello, el depósito 32 de combustible mira hacia atrás, o hacia el operario, y el sistema 34 de alimentación de aire y el silenciador 36 miran hacia delante, en dirección contraria al operario. Además, el sistema 18 de transmisión del par está posicionado a la derecha del operario, y no a su izquierda, y la cuerda de tracción 38 está posicionada a la izquierda del operario y no a su derecha. Por tanto, puede considerarse que el motor 16 "mira hacia delante" en lugar de "mirar hacia atrás". Como consecuencia, el centro de gravedad C/G del motor está dispuesto a la derecha del centro geométrico de la fratasadora. La caja de engranajes 40 también está girada en 180° para adaptarla a la reorientación del motor. El efecto combinado de estos cambios de orientación es un desplazamiento significativo del centro de gravedad C/G de la máquina hacia la derecha, en comparación con las máquinas anteriores. De este modo también se desplaza el centro de gravedad C/G hacia un punto situado por detrás del eje de rotación A del rotor.

15 En la realización ilustrada de una fratasadora de 122 cm (48 pulgadas), es decir, una fratasadora cuya circunferencia de las palas tiene un diámetro de 122 cm (48 pulgadas), los resultados óptimos dadas las limitaciones prácticas del diseño de la máquina, tales como longitud del mango de guía, masa del motor, limitaciones sobre la separación entre motor y caja de engranajes, etc., se conseguían cuando se desplazaba el motor 16 con el fin de desplazar o reposicionar el centro de gravedad C/G en un punto situado 9,525 cm (3,75 pulgadas) hacia atrás y 0,9525 cm (0,375 pulgadas) hacia la derecha respecto del eje geométrico A de la fratasadora. Los desplazamientos longitudinal y lateral resultantes, "d" y "c", se ilustran en las figs. 2 y 3, respectivamente. Naturalmente, algunos de los beneficiosos efectos de equilibrado se obtendrían con desplazamientos más pequeños, en particular con desplazamientos laterales (X) más pequeños, tales como de 0,3175 cm (0,125 pulgadas). En la Sección 3 siguiente se describen los cálculos para conseguir los desplazamientos óptimos y la interdependencia entre los desplazamientos.

20 Se ha encontrado que este reposicionamiento casi elimina las fuerzas lineales que actúan sobre el mango de guía 46, haciendo necesario solamente que el operario contrarreste el par de rotación comunicado al mango y las fuerzas lineales resultantes de ese par. Este efecto se ilustra en la serie de gráficas de la fig. 5, que comparan las fuerzas soportadas por un operario de una fratasadora de 122 cm (48 pulgadas) de la técnica anterior con las impuestas por una fratasadora construida como se ha descrito en lo que antecede. Se midieron las fuerzas con palas estándar funcionando sobre una chapa de acero. Una comparación de las curvas 60 a 64 confirma que, dependiendo de las rpm del motor, las fuerzas totales soportadas se reducen desde unos 289-337 N (65-75 libras) a unos 89-133 N (20-30 libras). Una comparación de las curvas 62 y 66 revela que las fuerzas lineales, es decir, las resultantes de factores distintos del par de las palas y compensadas por el desplazamiento del centro de gravedad de la máquina en la forma anteriormente descrita, se reducen de unos 178-200 N (40-45 libras) a menos de 44 N (10 libras).

Un beneficio secundario de esta reorientación del motor es que aumenta la comodidad del operario porque el calor y los humos procedentes del escape son dirigidos, ahora, lejos del operador en vez de hacia él.

3. Determinación de los desplazamientos del centro de gravedad

35 Los desplazamientos óptimos, lateral y longitudinal, "c" y "d", del centro de gravedad con relación al eje de rotación A del rotor, es decir, la posición óptima del centro de gravedad para un diseño de fratasadora dado, podrían determinarse de manera puramente empírica por el método de prueba y error. También podrían determinarse matemáticamente teniendo en cuenta consideraciones prácticas tales como la geometría de la máquina y los cambios del coeficiente dinámico de fricción experimentados por la fratasadora durante el proceso de fraguado del hormigón, etc. Estos cálculos se explicarán ahora con referencia a las figs. 5A-5C que ilustran esquemáticamente las fuerzas generadas durante el funcionamiento de la fratasadora que se maneja caminando tras ella.

40 El equilibrado dinámico de la fratasadora exige la eliminación de tantas fuerzas de las que actúan sobre el mango como sea posible. Haciendo referencia en primer lugar a la fig. 5A, que es un diagrama de fuerzas en el plano horizontal (XY), las líneas 70 designan las palas, suponiéndose que cada pala tiene la misma longitud efectiva "a", medida desde el eje de rotación A del rotor hasta el baricentro de las fuerzas que actúan sobre la pala de fratasado. La línea 72 designa el mango en el plano lateral (X) y tiene longitudes efectivas "e" a cada lado de la barra central 44 (figs. 1-3), es decir, el mango de guía y tiene una longitud lateral igual a 2e. El mango 12 tiene una longitud efectiva "b" medida desde el eje de rotación A del rotor hasta las empuñaduras del manillar, como se representa esquemáticamente mediante la línea 74. En funcionamiento, las cuatro palas son sometidas a fuerzas horizontales, generadas por la fricción, F_{Af} , F_{Bf} , F_{Cf} y F_{Df} , respectivamente, que tienen como resultado correspondientes brazos de momento aF_{Af} , aF_{Bf} , aF_{Cf} y aF_{Df} respecto al eje A del rotor. El mango 12 está sometido a fuerzas longitudinales (Y) horizontales F_{H2} y F_{H3} y a una fuerza lateral (X) F_{H1} .

Las fuerzas que actúan sobre el mango en la dirección X pueden equilibrarse o hacerse cero haciendo uso de la ecuación:

$$F_{H1} + F_{Af} = F_{Bf} \quad \text{Ecuación 1}$$

55 Las fuerzas que actúan sobre el mango en la dirección Y pueden equilibrarse o hacerse cero haciendo uso de la ecuación:

$$F_{Cf} = F_{Df} + F_{H2} + F_{H3} \quad \text{Ecuación 2}$$

El momento en el plano XY puede equilibrarse o hacerse cero haciendo uso de la ecuación:

$$a(F_{Af} + F_{Bf} + F_{Cf} + F_{Df}) = bF_{H1} + eF_{H2} - eF_{H3} \quad \text{Ecuación 3}$$

- 5 Puede utilizarse el mismo procedimiento para representar el equilibrio de fuerzas en los planos restantes. Por ello, haciendo referencia a la fig. 5B, que representa la fratasadora en el plano XZ, las fuerzas verticales (Z) que actúan sobre el mango pueden equilibrarse o hacerse cero haciendo uso de la ecuación:

$$F_w = F_{AZ} + F_{BZ} + F_{CZ} + F_{DZ} + F_{H4} + F_{H5} \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde, además de las fuerzas antes definidas:

F_{AZ} , F_{BZ} , F_{CZ} y F_{DZ} = las fuerzas verticales que actúan sobre las palas;

- 10 F_{H4} y F_{H5} = las fuerzas verticales que actúan sobre los extremos del mango de guía;

F_w = la fuerza de la gravedad que actúa a través del centro de gravedad de la máquina

y

c = el desplazamiento lateral (X) entre el centro de gravedad C/G de la máquina y el centro de la máquina, que coincide con el eje de rotación A del rotor.

- 15 El momento en el plano XZ puede equilibrarse o hacerse cero haciendo uso de la ecuación:

$$aF_{Dz} + hF_{H1} + eF_{H5} - eF_{H4} - aF_{Cz} - cF_w = 0 \quad \text{Ecuación 5}$$

Donde: h = altura del mango de guía (véase la línea 76 en la fig. 5B).

Haciendo referencia a la fig. 5C, que representa la fratasadora en el plano YZ, el momento en el plano YZ puede equilibrarse o hacerse cero haciendo uso de la ecuación:

- 20 $aF_{AZ} + dF_w = aF_{Bz} + bF_{A4} + bF_{A5} + hF_{H2} + hF_{H3} \quad \text{Ecuación 6}$

Donde: d = el desplazamiento longitudinal (Y) entre el centro de gravedad C/G de la máquina y el centro de la máquina, que coincide con el eje A de rotación del rotor.

- 25 Haciendo uso de los anteriores parámetros, el centro de gravedad de lado a lado, c, en función de las fuerzas que actúan sobre el mango, las dimensiones de la fratasadora y el coeficiente de fricción, μ , de la superficie que ha de acabarse, pueden expresarse como:

$$\frac{hF_{H1} + e(F_{H5} - F_{H4}) - \left[\frac{bF_{H1} + e(F_{H2} - F_{H3})}{\mu^2(F_w - F_{H4} - F_{H5})} \right] (F_{H2} + F_{H3})}{F_w} = c \quad \text{Ecuación 7}$$

- 30 La fuerza F_{H1} es el resultado del par de torsión impuesto por la rotación de las palas y no puede eliminarse ajustando el centro de gravedad de la fratasadora. Sin embargo, simplificando la ecuación 7 para hacer que las restantes fuerzas F_{H2} , F_{H3} , F_{H4} y F_{H5} sean iguales a cero, el desplazamiento lateral, c, requerido para eliminar esas fuerzas puede determinarse mediante la ecuación:

$$c = \frac{ha\mu}{b} \quad \text{Ecuación 8}$$

Similarmente, el centro de gravedad, d, de delante hacia atrás, en función de las fuerzas impuestas sobre el mango, las dimensiones de la fratasadora y el coeficiente de fricción, μ , de la superficie acabada, puede expresarse como:

$$d = \frac{\frac{bF_{H1}^2 + eF_{H1}(F_{H2} - F_{H3})}{\mu^2(F_w - F_{H4} - F_{H5})} + b(F_{H4} + F_{H5}) + h(F_{H2} + F_{H3})}{F_w} \quad \text{Ecuación 9}$$

Simplificando la ecuación 9 para hacer que las fuerzas F_{H2} , F_{H3} , F_{H4} y F_{H5} sean iguales a cero, puede resolverse d en la ecuación 9 empleando la ecuación:

$$d = \frac{a^2}{b} \quad \text{Ecuación 10}$$

5 Por ello, una máquina configurada para tener un centro de gravedad C/G desplazado lateral y longitudinalmente respecto del centro de la máquina (determinado por el eje de rotación A del rotor) en valores c y d , determinados haciendo uso de las ecuaciones 8 y 10, no impondría sobre el mango, en teoría, fuerzas no inducidas por el par de torsión.

10 Los valores teóricos de c y d no son prácticos para la mayoría de las configuraciones existentes de fratasadora que se maneja caminando tras ella e, incluso, podrían no ser posibles para algunas fratasadoras. Por ejemplo, el mejor desplazamiento lateral c teórico podría quedar tan alejado del eje de rotación A del rotor que éste tendría que estar montado en voladizo al lado de la máquina, fuera de ella.

15 En consecuencia, es necesario, en la práctica, determinar los efectos que c y d tienen uno sobre otro en relación con un intervalo de desplazamientos y seleccionar los valores prácticos de c y d mediante los que se obtenga el mejor resultado deseado de equilibrado dinámico. Esto puede hacerse ejecutando las siguientes operaciones:

20 En primer lugar, para simplificar los cálculos dejando de lado las fuerzas menor problemáticas por ser mínimas y/o por ser relativamente improbable su aparición, puede suponerse que sobre el mango de guía 46 no se imponen fuerzas de torsión (es decir, $F_{H4}=F_{H5}$) y que $F_{H3}=0$ debido a que el operario típicamente empuja sobre el mango sólo con la mano izquierda para contrarrestar el par generado por las palas que giran en el sentido de las agujas del reloj. La fuerza combinada F_{23} (resultante de la combinación de las fuerzas longitudinales F_{H2} y F_{H3}) puede determinarse para cada uno de varios desplazamientos longitudinales, d , prácticos haciendo uso de la siguiente ecuación:

$$F_{23} = \frac{dF_w - \frac{a^2}{b}(F_w - F_{45}) - bF_{45}}{\left(h - \frac{ea}{b\mu}\right)} \quad \text{Ecuación 11}$$

25 En segundo lugar, puede determinarse la fuerza combinada F_{45} (resultante de la combinación de las fuerzas verticales F_{H4} y F_{H5}) para cada uno de varios desplazamientos longitudinales, d , prácticos y varios desplazamientos laterales, c , prácticos, haciendo uso de la siguiente ecuación:

$$F_{45} = F_w \frac{(\mu b^2 hc - ceab - h^2 a \mu^2 b + hea^2 \mu + ehb \mu d - eh \mu a^2 + ab^2 d - a^3 b)}{(-h^2 a \mu^2 + hea^2 \mu - eh \mu a^2 + ehb^2 \mu - a^3 b + ab^3)} \quad \text{Ecuación 12}$$

30 Entonces, puede generarse una tabla que le permite al diseñador seleccionar los desplazamientos c y d que consiguen el mejor equilibrio entre F_{23} y F_{45} . Naturalmente, el diseñador puede elegir entre uno de estos valores para asignarle la prioridad, por ejemplo seleccionando un desplazamiento que reduzca F_{45} hasta el máximo práctico sacrificando en cambio una cierta reducción de F_{23} .

35 Los efectos de este análisis y su ejecución en la práctica pueden apreciarse a partir de la Tabla 1, que recoge desplazamientos tradicionales típicos (técnica anterior), desplazamientos teóricos y desplazamientos prácticos, seleccionados siguiendo el procedimiento descrito inmediatamente antes, tanto para una fratasadora de 91 cm (36 pulgadas) como para una fratasadora de 122 cm (48 pulgadas), indicando los valores positivos posiciones situadas por detrás o a la derecha del eje A del rotor e indicando los valores negativos posiciones situadas por delante o a la izquierda del eje A del rotor. Obsérvese que las expresiones "fratasadora de 91 cm (36 pulgadas)" y "fratasadora de 122 cm (48 pulgadas)" son expresiones aceptadas en la técnica para designar tamaños estándar de fratasadoras y que no designan ninguna dimensión precisa de una fratasadora particular. Obsérvese, también, que unos pocos fabricantes se refieren a las que más comúnmente son conocidas como "fratasadora de 122 cm (48 pulgadas)" y "fratasadora de 117 cm (46 pulgadas)".

40

Tabla 1: Desplazamientos típicos

	Fratasadora de 91 cm (36 pulgadas)	Fratasadora de 122 cm (48 pulgadas)
Desplazamiento X estándar	-0,9525 cm (-0,375 pulgadas)	-0.318 cm (-0,125 pulgadas)
Desplazamiento Y estándar	8,255 cm (3,25 pulgadas)	6,35 cm (2,50 pulgadas)
Desplazamiento X teórico	8,79 cm (3,46 pulgadas)	9,86 cm (3,88 pulgadas)
Desplazamiento Y teórico	4,03 cm (1,59 pulgadas)	6,05 cm (2,38 pulgadas)
Desplazamiento X práctico típico	1,95 cm (0,75 pulgadas)	0,953 cm (0,375 pulgadas)
Desplazamiento Y práctico típico	9,84 cm (3,875 pulgadas)	9,53 cm (3,75 pulgadas)

4. Funcionamiento de la fratasadora

5 Durante el funcionamiento normal de la fratasadora 10, el par es transmitido desde el árbol de salida del motor al embrague, el tren de transmisión, la caja de engranajes 40 y al rotor.

10 Las palas 22 son accionadas por ello a rotación y en contacto con la superficie que ha de acabarse, alisando el hormigón. La resistencia a la fricción impuesta por el hormigón varía, por ejemplo con la velocidad o rotación del motor, los tipos de palas o bandejas utilizadas para acabar la superficie y con la orientación de las palas o bandejas con relación a la superficie, y el coeficiente de fricción de la superficie. El operario guía la máquina 10 a lo largo de la superficie durante esta operación empleando el mango de guía. En las anteriores fratasadoras que se manejan caminando tras ellas, esta operación encontraría la resistencia de fuerzas sustanciales, que llegarían a totalizar los 267-337 N (60-75 libras). Sin embargo, como la fratasadora 10 está equilibrada dinámicamente como se ha descrito en lo que antecede, las fuerzas totales soportadas por el operario son de unos 89-133 N (20-30 libras), es decir, se consigue una reducción
15 muy superior al 50%.

REIVINDICACIONES

1. Una fratasadora (10) para el acabado de hormigón, que comprende:

(A) un bastidor (14);

(B) un motor (16) que está montado en dicho bastidor (14) y que tiene una salida giratoria;

5 (C) un mango de guía (46) controlado por un operario, que se extiende hacia atrás desde el bastidor (14); y

(D) un rotor (12) que incluye una pluralidad de palas (22) que pueden ser hechas girar en torno a un eje geométrico de rotación,

caracterizada porque

10 el peso de dicha fratasadora está distribuido de tal manera que dicha fratasadora esté equilibrada dinámicamente de forma que las fuerzas transmitidas al mango (46) al girar las palas (22) en contacto con una superficie que ha de ser acabada, se reduzcan sustancialmente en comparación con el caso de una fratasadora no equilibrada dinámicamente; y porque

el centro de gravedad de la fratasadora (10) está desplazado longitudinalmente por detrás del eje de rotación del rotor (12), hacia el operario, así como lateralmente hacia la derecha del eje de rotación del rotor (12), según mira el operador.

15 2. La fratasadora (10) como se reivindica en la reivindicación 1, cuya fratasadora (10) es una fratasadora (10) de 91 cm (36 pulgadas), y el centro de gravedad de la fratasadora está situado entre 0 cm (0,00 pulgadas) y 5,08 cm (2,00 pulgadas) a la derecha del eje de rotación del rotor (12).

20 3. La fratasadora (10) como se reivindica en la reivindicación 2, y en la que el centro de gravedad de la fratasadora (10) está situado entre 5,08 cm (2,00 pulgadas) y 11,43 cm (4,50 pulgadas) por detrás del eje de rotación del rotor (12).

4. La fratasadora (10) como se reivindica en la reivindicación 3, en la que el centro de gravedad de la fratasadora está situado a 1,95 cm (0,75 pulgadas) aproximadamente a la derecha y a unos 9,8425 cm (3,875 pulgadas) por detrás del eje de rotación del rotor (12).

25 5. La fratasadora (10) como se reivindica en la reivindicación 1, cuya fratasadora (10) es una fratasadora (10) de 122 cm (48 pulgadas) y en la que el centro de gravedad de la fratasadora está situado entre 0 cm (0,00 pulgadas) y 3,81 cm (1,50 pulgadas) a la derecha del eje de rotación del rotor (12).

6. La fratasadora (10) como se reivindica en la reivindicación 5, en la que el centro de gravedad de la fratasadora está situado entre 5,08 cm (2,00 pulgadas) y 11,43 cm (4,50 pulgadas) por detrás del eje de rotación del rotor (12).

30 7. La fratasadora (10) como se reivindica en la reivindicación 6, en la que el centro de gravedad de la fratasadora está situado a 0,9525 cm (0,375 pulgadas) aproximadamente a la derecha y a unos 9,525 cm (3,750 pulgadas) por detrás del eje de rotación del rotor (12).

8. La fratasadora (10) como se reivindica en la reivindicación 1, en la que dicho motor tiene un árbol de salida dirigido hacia la derecha de dicha fratasadora (10) y un silenciador orientado hacia delante de dicha fratasadora (10).

35 9. La fratasadora (10) como se reivindica en la reivindicación 1, en la que los desplazamientos longitudinal y lateral se seleccionan dependiendo uno de otro.

10. La fratasadora (10) como se reivindica en la reivindicación 8, en la que los desplazamientos longitudinal y lateral se seleccionan basándose, al menos en parte, en por lo menos una de las siguientes ecuaciones:

$$F_{23} = \frac{dF_w - \frac{a^2}{b}(F_w - F_{45}) - bF_{45}}{\left(h - \frac{ea}{b\mu}\right)}$$

donde

40 F_{23} = las fuerzas longitudinales combinadas comunicadas al mango de guía (46);

d = el desplazamiento longitudinal;

F_w = la fuerza de la gravedad en el centro de gravedad de la fratasadora (10);

a = la longitud de una línea horizontal que conecta el eje de rotación del rotor (12) con el baricentro de las fuerzas que actúan sobre una de las palas (22) de la fratasadora (10), suponiéndose que "a" es la misma para todas las palas de la fratasadora (10);

b = la distancia longitudinal existente entre el eje de rotación de la fratasadora (10) y el mango de guía (46);

5 F_{45} = las fuerzas verticales combinadas que se comunican al mango de guía (46);

h = la altura del mango de guía (46);

e = la mitad de la longitud lateral del mango de guía (46); y

μ = el coeficiente de fricción dinámico de la superficie acabada; y

$$F_{45} = F_w \frac{(\mu b^2 hc - ceab - h^2 a \mu^2 b + hea^2 \mu + ehb \mu d - eh \mu a^2 + ab^2 d - a^3 b)}{(-h^2 a \mu^2 + hea^2 \mu - eh \mu a^2 + ehb^2 \mu - a^3 b + ab^3)}$$

10 donde:

c = el desplazamiento lateral.

11. La fratasadora (10) como se reivindica en la reivindicación 1, en la que los desplazamientos lateral y longitudinal se determinan teniendo en cuenta la longitud y la posición del mango de guía (46) y las fuerzas típicas generadas por el par de torsión.

15 12. La fratasadora (10) como se reivindica en la reivindicación 11, en la que los desplazamientos lateral y longitudinal se determinan teniendo en cuenta el coeficiente de fricción de la superficie acabada.

13. La fratasadora (10) como se reivindica en la reivindicación 1, en la que el desplazamiento longitudinal se determina teniendo en cuenta la siguiente ecuación

$$d = \frac{a^2}{b}$$

20 donde:

d = el desplazamiento lateral;

a = la longitud de una línea horizontal que conecta el eje de rotación del rotor (12) con el baricentro de las fuerzas que actúan sobre una de las palas (22) de la fratasadora (10), suponiéndose que "a" es la misma para todas las palas de la fratasadora (10); y

25 b = la distancia longitudinal existente entre el eje de rotación de la fratasadora (10) y el mango de guía (46).

14. La fratasadora (10) como se reivindica en la reivindicación 1, en la que el desplazamiento lateral se determina teniendo en cuenta la siguiente ecuación

$$c = \frac{ha\mu}{b}$$

donde:

30 c = el desplazamiento lateral;

h = la altura del mango de guía (46);

a = la longitud de una línea horizontal que conecta el eje de rotación del rotor (12) con el baricentro de las fuerzas que actúan sobre una de las palas (22) de la fratasadora (10), suponiéndose que "a" es la misma para todas las palas de la fratasadora (10);

35 μ = el coeficiente dinámico de fricción de la superficie acabada; y

b = la distancia longitudinal existente entre el eje de rotación de la fratasadora (10) y el mango de guía (46).

15. La fratasadora (10) como se reivindica en la reivindicación 1, cuya fratasadora (10) está configurada para imponer una fuerza media dirigida hacia atrás sobre el mango de guía (46) no mayor de unos 222 N (50 libras).

16. La fratasadora (10) como se reivindica en la reivindicación 15, cuya fratasadora (10) está configurada para imponer una fuerza media dirigida hacia atrás sobre el mango de guía (46) no mayor de unos 133 N (30 libras).

5 17. Un método de hacer funcionar una fratasadora giratoria de acabado que se maneja caminando tras ella, cuya fratasadora incluye un bastidor (14), un motor (16) que está montado en dicho bastidor, y un mango de guía (46) controlado por un operario, que se extiende hacia atrás desde dicho bastidor (14) y un rotor (12) que incluye una pluralidad de palas (22) que pueden ser hechas girar en torno a un eje geométrico de rotación, cuyo método comprende:

(A) acabar una superficie de hormigón accionando dicho rotor (12) para hacerlo girar con dichas palas (22) en contacto con dicha superficie;

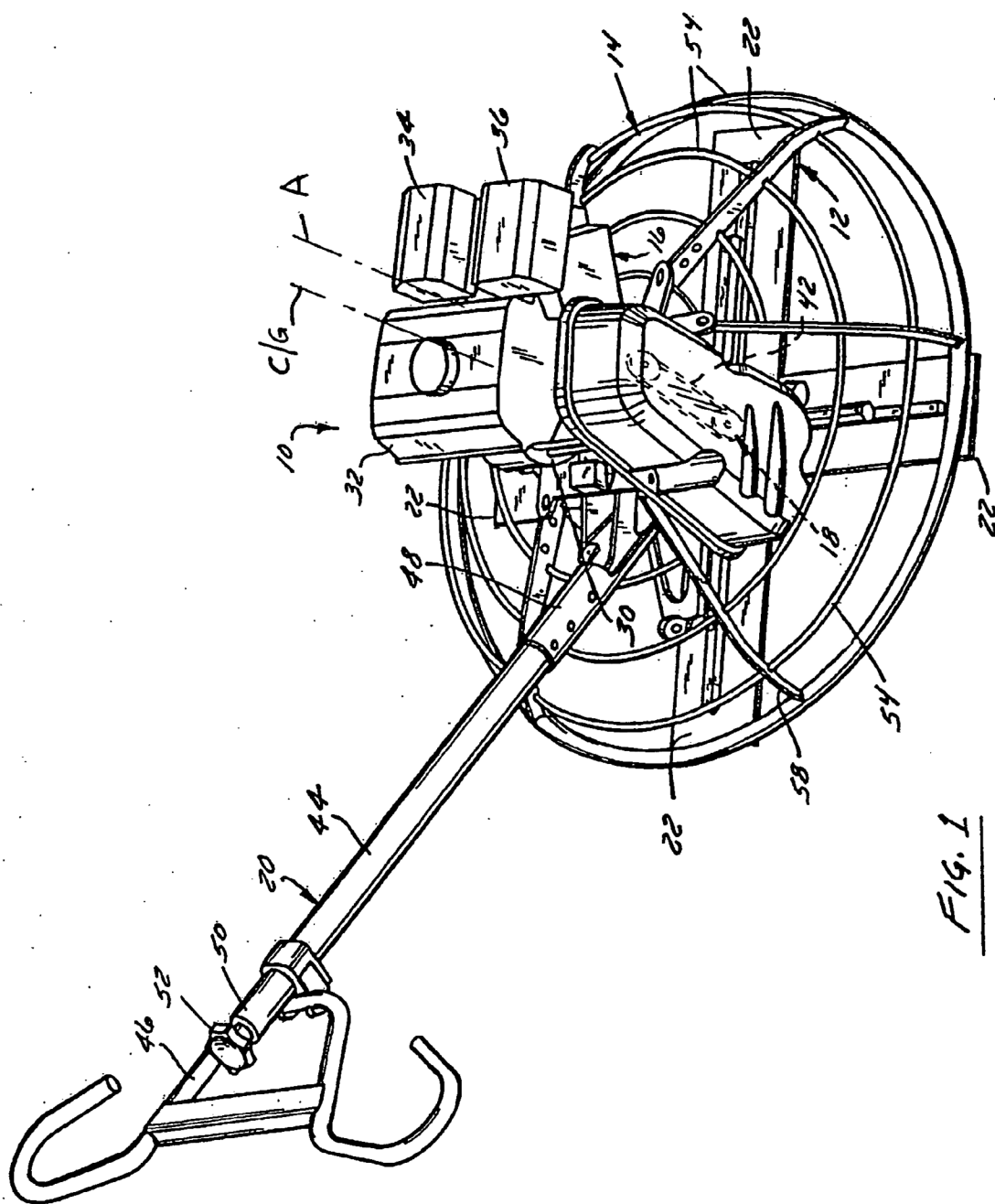
10 (B) durante la operación de acabado, manipular manualmente dicho mango de guía con el fin de guiar dicha fratasadora;

caracterizado porque

los componentes de la fratasadora se sitúan de tal manera que el peso de los componentes de la fratasadora esté distribuido de modo que, durante la operación de acabado, a la manipulación de dicho mango de guía se opongan fuerzas de reacción no mayores que unos 222 N (50 libras); y porque

15 el centro de gravedad de la fratasadora (10) se desplaza longitudinalmente por detrás del eje de rotación del rotor (12), hacia el operario, así como lateralmente hacia la derecha del eje de rotación del rotor (12) según mira el operario.

18. El método reivindicado en la reivindicación 17, en el que a dicha manipulación se oponen fuerzas de reacción no mayores de unos 133 N (30 libras).



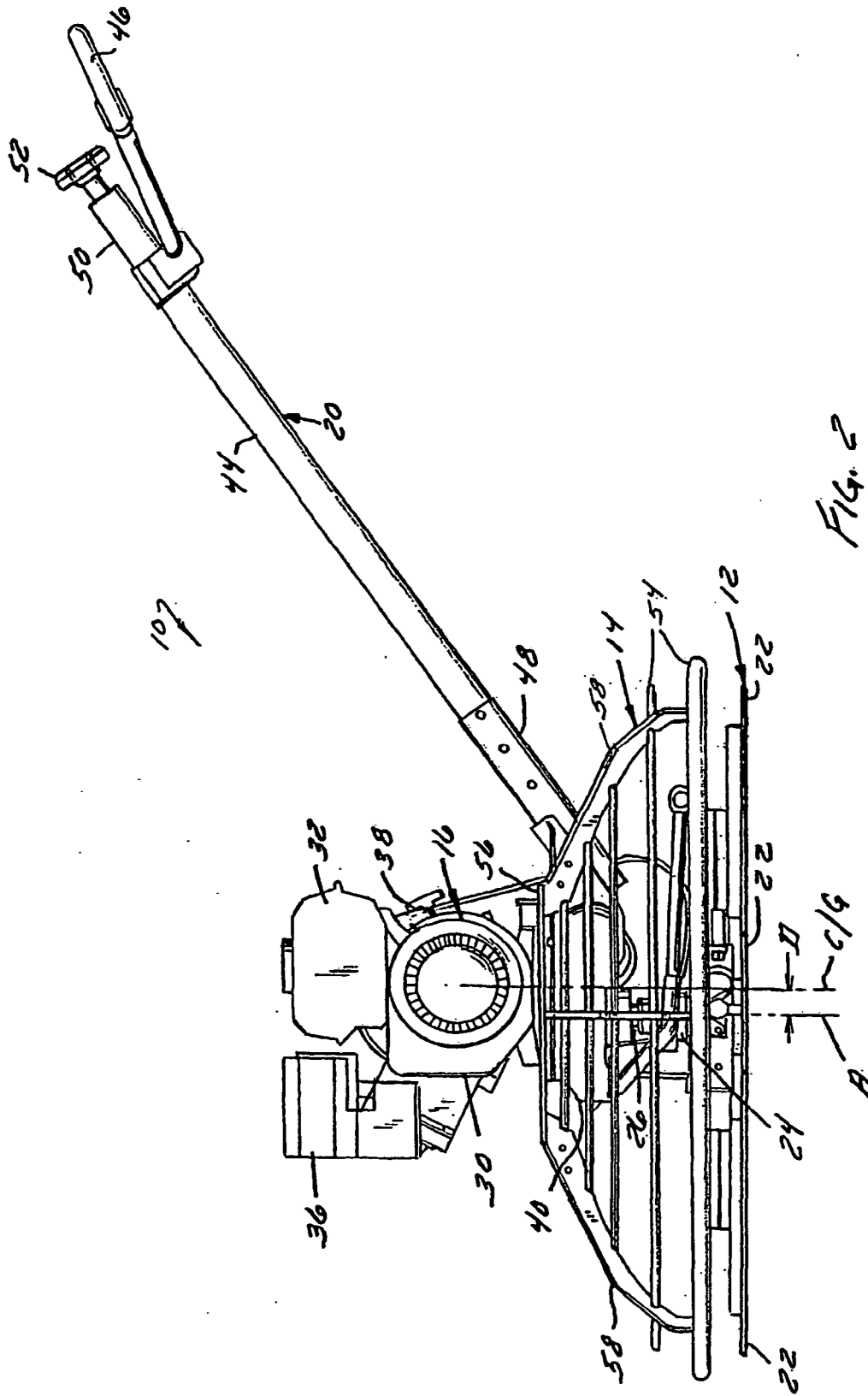
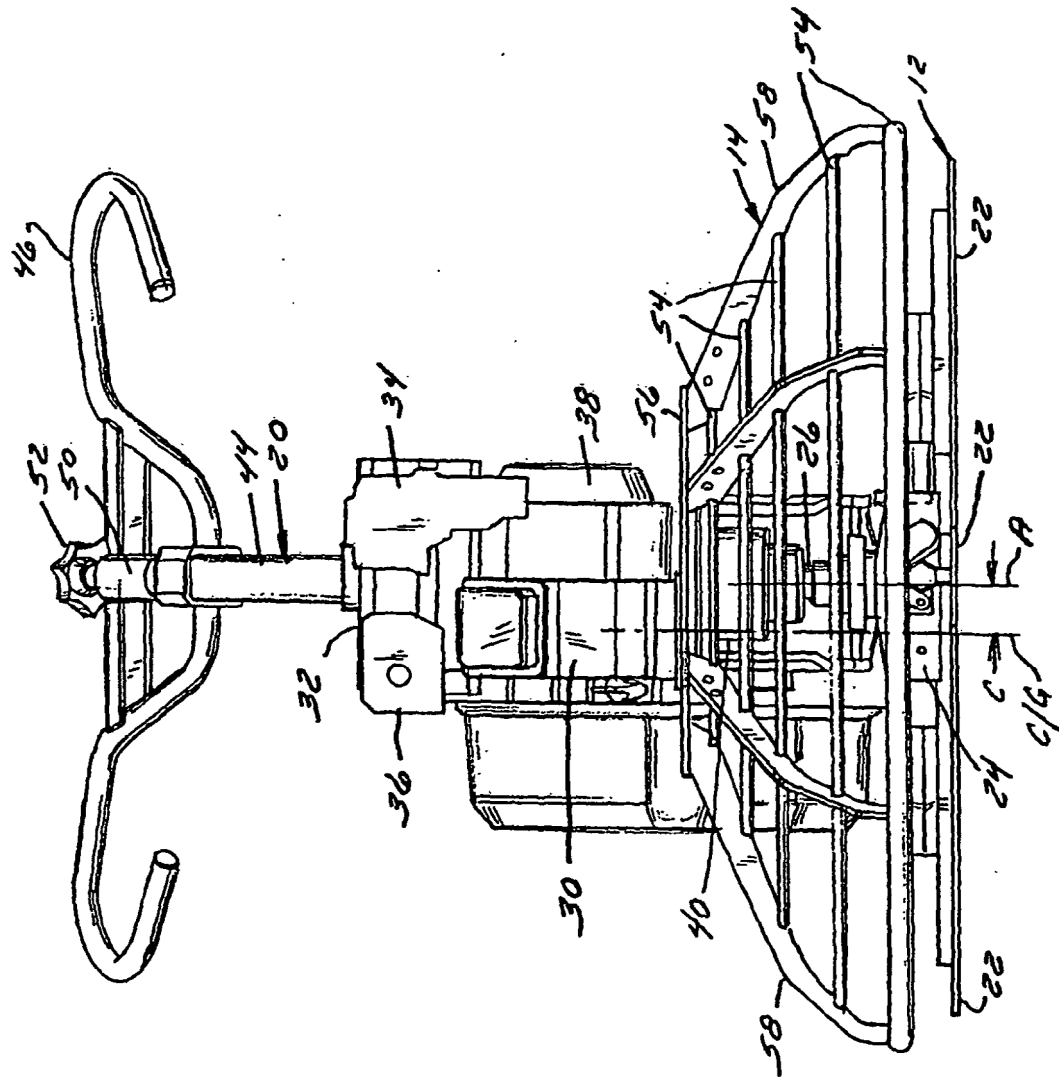


Fig. 3



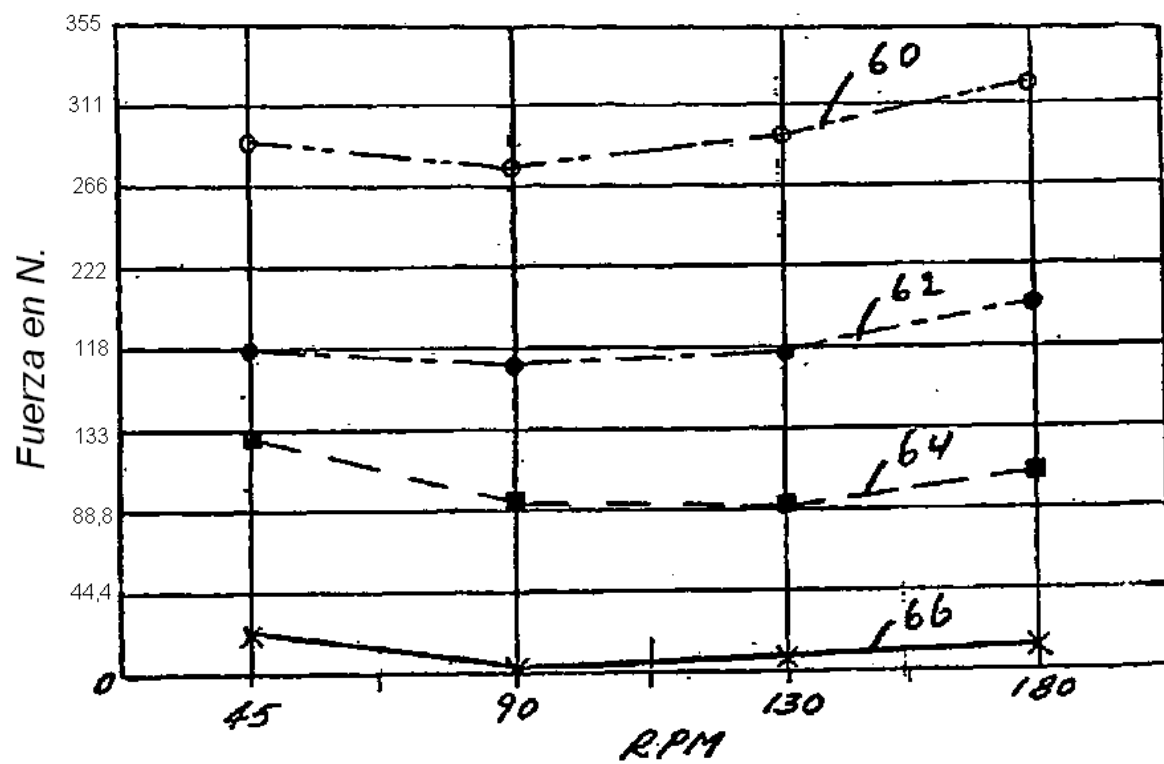


FIG. 4

