

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 702 297**

51 Int. Cl.:

B02C 18/18 (2006.01)

B02C 18/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.03.2014 PCT/US2014/030548**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.09.2014 WO14153288**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.03.2014 E 14770671 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.09.2018 EP 2976157**

54 Título: **Dispositivo de reducción de material**

30 Prioridad:

18.03.2013 US 201361802968 P

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

28.02.2019

73 Titular/es:

**ASTEC INDUSTRIES, INC. (100.0%)
1725 Shepherd Road
Chattanooga, TN 37421, US**

72 Inventor/es:

**PETERSON, ARNOLD NEIL;
BITTROLF, GLENN FORD y
DEUERLING, BRADLY MICHAEL**

74 Agente/Representante:

ZUAZO ARALUZE, Alexander

ES 2 702 297 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

DISPOSITIVO DE REDUCCIÓN DE MATERIAL**5 Campo de la invención**

La presente invención se refiere en general a máquinas para su uso en la reducción de diversos materiales, especialmente los obtenidos en un procedimiento de demolición estructural de modo que tales materiales pueden transportarse de manera más conveniente desde un sitio de demolición. Más particularmente, esta invención es particularmente útil en la reducción de traviesas de ferrocarril que contienen o están contaminadas con escarpas y placas de traviesa metálicas.

Antecedentes de la invención

Se conocen bien máquinas de reducción de material para su uso con relación a la demolición de una casa u otra estructura. Tales máquinas incluyen normalmente un transportador para mover residuos tales como madera, cerramiento, materiales para tejado e incluso aparatos tales como calentadores de agua hacia un tambor rotatorio que tiene herramientas en el mismo que está contenido dentro de un alojamiento que tiene una barra de yunque ubicada muy cerca a los extremos libres de las herramientas de tambor rotatorio. Las herramientas del tambor rotatorio portan material para que entre en contacto con la barra de yunque cuando se rompe en fragmentos más pequeños. De manera más habitual, una pluralidad de secciones de criba están ubicadas adyacentes a y aguas abajo de la barra de yunque de modo que una rotación adicional del tambor provoca que el material reducido parcialmente se reduzca adicionalmente mediante impactos sucesivos de las herramientas del tambor rotatorio hasta que pase a través de las aberturas en una u otra de las cribas.

El documento US 5052630A describe una trituradora/astilladora rotativa que tiene un árbol 40 rotativo dispuesto horizontalmente que está montado en el bastidor 22. La máquina tiene un orificio 32 de parte de arriba para recibir el material que va a triturarse, y un orificio 34 de parte de abajo a través del cual se descarga el material triturado. El orificio 32 de parte de arriba está en la posición de las doce en punto (tal como se muestra en la figura 2) y el orificio 34 de parte de abajo está en la posición de las seis en punto. Una pluralidad de cuchillas 50 circulares de diámetro pequeño y una pluralidad de cuchillas 52 circulares de diámetro más grande están montadas en el árbol 40 en una disposición alternante pequeña-grande-pequeña. Cada cuchilla está formada de chapa de acero plana, y cada una tiene cuatro dientes que están espaciados de manera equitativa alrededor de la periferia de la cuchilla. Barras 58 de cizalladura rectangulares cortas y barras 60 de cizalladura rectangulares largas están ubicadas en el lado 36 del bastidor y están dispuestas en una relación alternante unas al lado de otras en la posición de las tres en punto (tal como se muestra en la figura 2) de modo que cada cuchilla 50 de diámetro pequeño está alineada con una barra 60 de cizalladura larga y cada cuchilla 52 de diámetro más grande está alineada con una barra 58 de cizalladura corta. Un segundo juego de barras 58' de cizalladura rectangulares cortas y barras 60' de cizalladura rectangulares largas están ubicadas en el lado 38 del bastidor en la posición de las nueve en punto (tal como se muestra en la figura 2) de modo que cada cuchilla 50 de diámetro pequeño está alineada con una barra 60' de cizalladura larga y cada cuchilla 52 de diámetro más grande está alineada con una barra 58' de cizalladura corta. Puesto que las barras de cizalladura son rectangulares y simétricas, tal como se muestra en las figuras 8 y 9, cada una de ellas puede hacerse rotar alrededor de sus ejes X-X', Y-Y' y Z-Z' a medida que se desgastan los bordes de cizalladura para prolongar su vida útil.

Puede que las máquinas de reducción de material conocidas no sean adecuadas para su uso en la reducción de todos los tipos de materiales, particularmente si existe la posibilidad de que un objeto que no puede reducirse, tal como un fragmento o componente de metal denso grande, o una traviesa de ferrocarril que contiene escarpas y placas de traviesa metálicas, pueda introducirse en la máquina. Algunas máquinas incluyen pasadores de cizalladura que se romperán cuando se introduce un objeto que no puede reducirse, permitiendo así que una parte del alojamiento de máquina pivote o se mueva de otro modo para agrandar el orificio a través del cual puede pasar el objeto. En máquinas que incluyen un pasador de cizalladura, se requiere la intervención de un operario cuando se cizalla un pasador para volver a poner la máquina en funcionamiento.

Además, puede que las máquinas de reducción de material conocidas no reduzcan de manera eficiente materiales fibrosos como tablillas para tejado, puesto que puede que se requieran múltiples impactos de tales materiales contra el yunque para proporcionar una reducción aceptable. Además, puede que algunas de las máquinas de la técnica anterior no logren producir fragmentos más pequeños conformados de manera uniforme. Algunos tipos de materiales tienden a romperse en formas alargadas en las máquinas de la técnica anterior, y puede que estas formas alargadas sean difíciles de manipular o transportar, y por tanto puede que no sean deseables en general. Cuando estas formas alargadas pueden pasar a través de las secciones de criba de las máquinas de la técnica anterior junto con partículas dimensionadas de manera más uniforme, puede que contaminen el producto resultante con fragmentos de un tamaño no deseable. Finalmente, las máquinas de la técnica anterior no pueden adaptarse fácilmente al procesamiento de diferentes tipos de materiales.

Notas sobre la interpretación

- 5 Debe interpretarse que el uso de los términos “un”, “una”, “el/la” y términos similares en el contexto de describir la invención cubre tanto el singular como el plural, a menos que se indique de otro modo en el presente documento o se contradiga claramente por el contexto. Los términos “que comprende”, “que tiene”, “que incluye” y “que contiene” deben interpretarse como términos abiertos (es decir, que significan “que incluye, pero no se limita a,”) a menos que se observe de otro modo. Los términos “sustancialmente”, “en general” y otras palabras de grado son modificadores relativos con los que se pretende indicar una variación admisible de la característica modificada de este modo. No se pretende que el uso de tales términos para describir una característica física o funcional de la invención limite tal característica al valor absoluto que modifica el término, sino más bien que proporcione una aproximación del valor de tal característica física o funcional. Todos los métodos descritos en el presente documento pueden realizarse en cualquier orden adecuado a menos que se especifique de otro modo en el presente documento o se indique claramente por el contexto.
- 10
- 15 Se pretende que el uso de todos y cada uno de los ejemplos o lenguaje a modo de ejemplo (por ejemplo, “tal como” y “preferiblemente”) en el presente documento meramente aclare mejor la invención y las realizaciones preferidas de la misma, y no que establezca una limitación sobre el alcance de la invención. No debe interpretarse que nada en la memoria descriptiva indica que ningún elemento es esencial para la puesta en práctica de la invención a menos que así se manifieste de manera específica.
- 20
- En el presente documento se definen específicamente diversos términos. Se debe dar a estos términos su interpretación lo más amplia posible compatible con tales definiciones, de la siguiente manera:
- 25 El término “máquina de reducción de material” se refiere a una máquina que está adaptada para cortar, picar, triturar, romper o reducir de otro modo material para dar fragmentos más pequeños.
- 30 Los términos “superior”, “de parte de arriba” y términos similares, cuando se usan con referencia a un sentido o posición relativo en o con respecto a una máquina de reducción de material, o un componente o parte de una máquina de este tipo, se refieren a un sentido o posición relativo que está más alejada de la superficie sobre la que se coloca la máquina de reducción de material para el funcionamiento.
- 35 Los términos “inferior”, “de parte de abajo” y términos similares, cuando se usan con referencia a un sentido o posición relativo en o con respecto a una máquina de reducción de material, o un componente o parte de una máquina de este tipo, se refieren a un sentido o posición relativo que está más próxima a la superficie sobre la que se coloca la máquina de reducción de material para el funcionamiento.
- 40 El término “horizontal”, cuando se usa con referencia a un plano que incluye el eje de rotación del conjunto de rotor de una máquina de reducción de material, se refiere a un plano que es en general paralelo a la superficie sobre la que se coloca la máquina de reducción de material para el funcionamiento.
- 45 El término “extremo delantero” y términos similares se refieren al extremo de una máquina de reducción de material, o un componente o parte de una máquina de este tipo, que es el más próximo al punto en el que el material que va a reducirse se introduce en la máquina.
- 50 Los términos “hacia delante”, “delante de” y términos similares, tal como se usan en el presente documento para describir un sentido o posición relativo en o con relación a una máquina de reducción de material o un componente de una máquina de este tipo, se refieren a un sentido o posición relativo hacia el extremo delantero de la máquina.
- 55 Los términos “extremo posterior”, “extremo trasero” y términos similares se refieren al extremo de una máquina de reducción de material, o un componente o parte de una máquina de este tipo, que está más alejado del extremo delantero de la máquina, componente o parte de la misma.
- 60 Los términos “hacia atrás”, “detrás” y términos similares, tal como se usan en el presente documento para describir un sentido o posición relativo en o con relación a una máquina de reducción de material o un componente de una máquina de este tipo, se refieren a un sentido o posición relativo hacia el extremo trasero de la máquina.
- 65 El término “de ataque”, tal como se usa en el presente documento con relación a una herramienta de corte que está montada en el conjunto de rotor de una máquina de reducción de material, o con relación a un bloque de cizalladura o bloque de machacadora que forma parte del conjunto de machacadora de una máquina de reducción de material, se refiere al borde exterior de la broca de corte de la herramienta de corte que se aproxima al bloque de cizalladura o bloque de machacadora del conjunto de machacadora adyacente a medida que rota el conjunto de rotor, o al borde o superficie exterior del bloque de cizalladura o bloque de machacadora del conjunto de machacadora al que llega en primer lugar el material portado por las herramientas de corte que están montadas en el rotor adyacente a medida que rota el conjunto de rotor.
- El término “larga(s)”, tal como se usa en el presente documento para describir herramientas de corte que están

montadas a lo largo de la longitud del conjunto de rotor, se refiere a las herramientas de corte que tienen una proyección radial hacia fuera más larga desde el eje de rotación que las herramientas de corte "cortas".

5 El término "corta(s)", tal como se usa en el presente documento para describir herramientas de corte que están montadas a lo largo de la longitud del conjunto de rotor, se refiere a las herramientas de corte que tienen una proyección radial hacia fuera más corta desde el eje de rotación que las herramientas de corte "largas".

10 El término "aguas abajo", tal como se usa en el presente documento para describir una posición relativa en o con relación a una máquina de reducción de material, se refiere a una posición relativa en el sentido del movimiento del material que va a reducirse a través de la máquina.

15 El término "aguas arriba", tal como se usa en el presente documento para describir una posición relativa en o con relación a una máquina de reducción de material, se refiere a una posición relativa en un sentido que es opuesto al sentido del movimiento del material que va a reducirse a través de la máquina.

Sumario de la invención

20 La invención comprende una máquina de reducción de material que comprende: (a) un bastidor; (b) un conjunto de rotor que está montado para rotación alrededor de un eje de rotación con respecto al bastidor, comprendiendo dicho conjunto de rotor: (i) una periferia; (ii) una longitud; (iii) una pluralidad de herramientas de corte cortas que están dispuestas en filas que se extienden a lo largo de la longitud del conjunto de rotor, estando una pluralidad de filas espaciadas alrededor de la periferia del conjunto de rotor, en la que cada una de las herramientas de corte cortas comprende una broca de corte con un borde de ataque que está espaciado hacia fuera desde la periferia del conjunto de rotor una distancia de cortadora corta; (iv) una pluralidad de herramientas de corte largas que están dispuestas en filas que se extienden a lo largo de la longitud del conjunto de rotor, estando una pluralidad de filas espaciadas alrededor de la periferia del conjunto de rotor, en la que cada una de las herramientas de corte largas comprende una broca de corte con un borde de ataque que está espaciado hacia fuera desde la periferia del conjunto de rotor una distancia de cortadora larga que es mayor que la distancia de cortadora corta de cada una de las herramientas de corte cortas; (c) medios para hacer rotar el conjunto de rotor con respecto al bastidor en un sentido rotacional; (d) un dispositivo de entrada de material para transportar el material que va a reducirse hacia el conjunto de rotor, estando dicho dispositivo de entrada de material dispuesto de modo que las herramientas de corte cortas y las herramientas de corte largas en el conjunto de rotor entran en contacto inicial con el material que va a reducirse en un sentido hacia arriba; (e) un conjunto de machacadora que está ubicado adyacente al conjunto de rotor, comprendiendo dicho conjunto de machacadora: (i) una placa de apoyo; (ii) una pluralidad de bloques de cizalladura que están montados en la placa de apoyo y cada uno de los cuales está espaciado de modo que está alineado con una herramienta de corte corta; caracterizada porque la superficie de ataque de cada uno de los bloques de cizalladura comprende uno cualquiera de: un ángulo de deslizamiento mayor de 100°, un ángulo de resbalamiento que está dentro del intervalo de 80°-100°, un ángulo de yunque que está dentro del intervalo de 50°-80° o un ángulo de captación que está dentro del intervalo de 40°-50°, cuando se mide desde un plano horizontal que incluye el eje de rotación del conjunto de rotor; y se proporciona una pluralidad de dichas placas de apoyo que pueden intercambiarse dependiendo de los tipos de materiales que se estén procesando.

45 En una realización preferida de la invención, el conjunto de machacadora incluye una pluralidad de bloques de machacadora. Los bloques de cizalladura se extienden hacia el conjunto de rotor una distancia mayor que los bloques de machacadora opcionales, y las herramientas de corte en el conjunto de rotor y los bloques de cizalladura y los bloques de machacadora están dispuestos de modo que las herramientas de corte largas están alineadas con los bloques de machacadora y las herramientas de corte cortas están alineadas con los bloques de cizalladura.

50 Por tanto, los bloques de cizalladura pueden configurarse de manera diferente con el fin de amoldarse a diferentes materiales que se estén procesando o diferentes condiciones de funcionamiento. En una realización, los bloques de cizalladura pueden tener un borde de ataque biselado, un borde de ataque en ángulo o un borde de ataque plano. Los bloques de cizalladura pueden tener una superficie exterior que está interrumpida por muescas o ranuras, o la superficie exterior puede ser lisa. En otras realizaciones de la invención, cada uno de los bloques de cizalladura tiene una superficie exterior que es curva para describir un arco que es en general paralelo al arco descrito por el borde de ataque de la herramienta de corte corta con la que está alineado. Los bloques de cizalladura están montados en la placa de apoyo del conjunto de machacadora, lo que permite que un operario mantenga una pluralidad de placas de apoyo que pueden intercambiarse fácil y rápidamente, dependiendo de los tipos de materiales que se estén procesando.

60 Además, los bloques de machacadora de la realización preferida pueden configurarse de manera diferente con el fin de amoldarse a diferentes materiales que se estén procesando o diferentes condiciones de funcionamiento. En algunas realizaciones de la invención, el conjunto de machacadora incluye bloques de machacadora que tienen una superficie exterior y un borde de ataque que forma un ángulo recto o un ángulo aproximadamente recto con la superficie exterior. En otras realizaciones de la invención, los bloques de machacadora tienen una superficie de ataque que aumenta gradualmente hasta un punto de máxima proyección hacia fuera desde la placa de apoyo y una superficie de salida que disminuye gradualmente desde el punto de máxima proyección hacia fuera.

En algunas realizaciones de la invención, hay un yunque montado aguas arriba del conjunto de machacadora, y en otras realizaciones, no hay ningún yunque. En algunas realizaciones de la invención, el yunque forma parte del conjunto de machacadora, y los bloques de machacadora están unidos al yunque.

En una realización preferida de la invención, se proporciona un mecanismo de resistencia y desplazamiento entre el bastidor y el árbol de pivote en el que están montados el brazo de pivote y el brazo de derivación que portan el conjunto de machacadora. En esta realización de la invención, también se proporciona un mecanismo de resistencia y desplazamiento entre el bastidor y el brazo de derivación.

Con el fin de facilitar la comprensión de la invención, las realizaciones preferidas de la invención se ilustran en los dibujos, y sigue una descripción detallada de las mismas. Sin embargo, no se pretende que la invención esté limitada a las realizaciones particulares descritas o a un uso con relación al aparato ilustrado en el presente documento. Diversas modificaciones y realizaciones alternativas tales como aquellas que resultarán evidentes habitualmente para un experto en la técnica a la que se refiere la invención también se contemplan e incluyen dentro del alcance de la invención descrita y reivindicada en el presente documento.

Ventajas de las realizaciones preferidas de la invención

Entre las ventajas de una realización preferida de la invención está que proporciona una máquina de reducción de material que rompe y reduce materiales para dar fragmentos dimensionados de manera uniforme. Todavía otra ventaja de una realización preferida de la invención es que proporciona una máquina de este tipo que funciona con mayor eficiencia que dispositivos de la técnica anterior. Todavía otra ventaja de una realización preferida de la invención es que proporciona una máquina de este tipo que puede procesar materiales que no pueden reducirse sin dañar la máquina o detener su funcionamiento. Aún otra ventaja de una realización preferida de la invención es que proporciona una máquina de reducción de material que puede modificarse fácilmente, cambiando el conjunto de machacadora, para permitir el procesamiento de diferentes tipos de materiales y para su funcionamiento dentro de una amplia gama de velocidades. Otra ventaja de una realización preferida de la invención es que permite que la máquina de reducción de material funcione de manera eficaz a velocidades más lentas, reduciendo el consumo de combustible, el desgaste y los niveles de ruido. Otras ventajas y características de esta invención resultarán evidentes a partir de un examen de los dibujos y la posterior descripción.

Breve descripción de los dibujos

Las realizaciones actualmente preferidas de la invención se ilustran en los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 es una ilustración esquemática de una máquina de reducción de material que tiene un conjunto de machacadora que incluye bloques de cizalladura que comprenden un ángulo de yunque y bloques de machacadora que tienen una superficie exterior y un borde de ataque que forma un ángulo recto con la superficie exterior.

La figura 2 es una vista en perspectiva del conjunto de machacadora mostrado en la figura 1.

La figura 3 es una vista en perspectiva de una primera realización alternativa del conjunto de machacadora de la máquina de reducción de material ilustrada en la figura 1.

La figura 4 es una vista desde arriba de la realización del conjunto de machacadora de la máquina de reducción de material ilustrada en la figura 3.

La figura 5 es una vista en perspectiva de una segunda realización alternativa del conjunto de machacadora de la máquina de reducción de material ilustrada en la figura 1.

La figura 6 es una vista esquemática de una máquina de reducción de material que tiene un conjunto de machacadora con una pluralidad de bloques de cizalladura que están configurados para formar un ángulo de deslizamiento preferido, que ilustra el conjunto de machacadora en la posición cerrada.

La figura 7 es una vista esquemática de una máquina de reducción de material que tiene un conjunto de machacadora con una pluralidad de bloques de cizalladura que están configurados para formar un ángulo de deslizamiento preferido, que ilustra el conjunto de machacadora en la posición abierta.

La figura 8 es una vista esquemática de una máquina de reducción de material que tiene un conjunto de machacadora con una pluralidad de bloques de cizalladura que están configurados para formar un ángulo de resbalamiento preferido, que ilustra el conjunto de machacadora en la posición cerrada.

La figura 9 es una vista esquemática de una máquina de reducción de material que tiene un conjunto de machacadora con una pluralidad de bloques de cizalladura que están configurados para formar un ángulo de resbalamiento preferido, que ilustra el conjunto de machacadora en la posición abierta.

5 La figura 10 es una vista esquemática de una máquina de reducción de material que tiene un conjunto de machacadora con una pluralidad de bloques de cizalladura que están configurados para formar un ángulo de resbalamiento preferido, que muestra el radio interior de los bloques de cizalladura y los radios de los arcos de rotación de los bordes de ataque de las herramientas de corte cortas y largas montadas en el conjunto de rotor.

10 La figura 11 es una vista esquemática de una máquina de reducción de material que tiene un conjunto de machacadora con una pluralidad de bloques de cizalladura que están configurados para formar un ángulo de yunque preferido, que ilustra el conjunto de machacadora en la posición cerrada.

La figura 12 es una vista esquemática de una máquina de reducción de material que tiene un conjunto de machacadora con una pluralidad de bloques de cizalladura que están configurados para formar un ángulo de yunque preferido, que ilustra el conjunto de machacadora en la posición abierta.

15 La figura 13 es una vista esquemática de una máquina de reducción de material que tiene un conjunto de machacadora con una pluralidad de bloques de cizalladura que están configurados para formar un ángulo de captación preferido, que ilustra el conjunto de machacadora en la posición cerrada.

20 La figura 14 es una vista esquemática de una máquina de reducción de material que tiene un conjunto de machacadora con una pluralidad de bloques de cizalladura que están configurados para formar un ángulo de captación preferido, que ilustra el conjunto de machacadora en la posición abierta.

25 La figura 15 es una vista esquemática de una máquina de reducción de material que tiene un conjunto de machacadora con una pluralidad de bloques de machacadora que tienen una superficie de ataque que aumenta gradualmente hasta un punto de máxima proyección hacia fuera desde la placa de apoyo y una superficie de salida que disminuye gradualmente desde el punto de máxima proyección hacia fuera, que muestra el radio interior de los bloques de machacadora y los radios de los arcos de rotación de los bordes de ataque de las herramientas de corte cortas y largas montadas en el conjunto de rotor.

30 La figura 16 es una ilustración esquemática de una máquina de reducción de material, que incluye un conjunto de machacadora que comprende una pluralidad de bloques de cizalladura, cada uno de los cuales está unido a la placa de apoyo, y cada uno de los cuales comprende una superficie interior que es curva para describir un arco que es en general paralelo al arco descrito por la broca de corte de la herramienta de corte corta con la que está alineado, y un yunque al que están unidos una pluralidad de bloques de machacadora.

35 La figura 17 es una vista en perspectiva de una parte de la máquina de reducción de material mostrada en la figura 16.

40 La figura 18A es una vista frontal del conjunto de yunque que comprende una parte de la máquina de reducción de material mostrada en las figuras 16 y 17.

La figura 18B es una vista lateral del conjunto de yunque mostrado en la figura 18A.

45 La figura 18C es una vista en perspectiva del conjunto de yunque mostrado en las figuras 18A y 18B.

La figura 19A es una vista frontal de la placa de apoyo y los bloques de cizalladura que comprenden una parte de la máquina de reducción de material mostrada en las figuras 16 y 17.

50 La figura 19B es una vista en perspectiva de la placa de apoyo y los bloques de cizalladura mostrados en la figura 19A.

Descripción de las realizaciones preferidas de la invención

55 En la figura 1 se ilustra una primera realización de la invención. Tal como se muestra en la misma, la máquina 20 de reducción de material incluye un dispositivo de entrada de material en general horizontal tal como el transportador 21 de entrada. El transportador 21 está adaptado para mover el material que va a reducirse en el sentido indicado por la flecha 22 hacia el conjunto 23 de rotor. En otras realizaciones de la invención (no mostradas en los dibujos), el dispositivo de entrada de material puede comprender una rampa, y puede estar colocado con respecto al conjunto de rotor en una orientación distinta de una en general horizontal.

60 El conjunto 23 de rotor comprende una pluralidad de placas de rotor en general circulares, una de las cuales, la placa 24, se muestra en la figura 1. Debido a sus placas de rotor en general circulares, el conjunto de rotor tiene una periferia 26 en general cilíndrica. El conjunto 23 de rotor está adaptado para rotar en sentido rotacional en sentido horario, tal como se muestra en la figura 1, alrededor de su eje 28 de rotación. El conjunto 23 de rotor comprende una pluralidad de herramientas de corte cortas que comprenden soportes 30 de herramienta corta con brocas 32 de corte montadas en los mismos y una pluralidad de herramientas de corte largas que comprenden soportes 34 de

herramienta larga con brocas 36 de corte montadas en los mismos. Las herramientas de corte están dispuestas en filas que se extienden a lo largo de la longitud del conjunto de rotor (es decir, a lo largo de la anchura del bastidor de la máquina), y hay filas de herramientas de corte espaciadas alrededor de la periferia del conjunto de rotor. Debido a la ubicación del transportador 21 de entrada con respecto al conjunto 23 de rotor y el sentido de rotación del conjunto 23 de rotor, las herramientas de corte en el conjunto 23 de rotor entrarán en contacto inicial con un material que está introduciéndose mediante el transportador de entrada en un sentido hacia arriba (o de corte ascendente). Por consiguiente, a medida que se hace rotar el conjunto de rotor, las herramientas portarán material desde el transportador 21 hacia arriba y hasta que entre en contacto con un conjunto de machacadora que está ubicado adyacente al conjunto de rotor. Los bordes de ataque de las brocas 32 de corte de las herramientas de corte cortas montadas en el conjunto 23 de rotor definen un arco que está espaciado hacia fuera desde la periferia 26 una distancia de cortadora corta. Una parte 38 de este arco se muestra en la figura 1. De manera similar, los bordes de ataque de las brocas 36 de corte de las herramientas de corte largas montadas en el conjunto 23 de rotor definen un arco que está espaciado hacia fuera desde la periferia 26 una distancia de cortadora larga que es mayor que la distancia de cortadora corta. Una parte 40 de este arco también se muestra en la figura 1. Tal como se muestra en la figura 1, se prefiere que las herramientas de corte cortas estén dispuestas en filas que son paralelas al eje 28 de rotación, filas que se extienden todo a lo largo de la longitud del conjunto de rotor. De manera similar, se prefiere que las herramientas de corte largas estén dispuestas en filas que son paralelas al eje de rotación, filas que se extienden todo a lo largo de la longitud del conjunto de rotor. También se prefiere que filas alternantes de herramientas de corte cortas y herramientas de corte largas estén espaciadas de manera equitativa alrededor de la periferia del conjunto de rotor, de modo que cada fila de herramientas de corte largas es adyacente a una fila de herramientas de corte cortas.

La máquina 20 de reducción de material también incluye un conjunto de machacadora que está ubicado adyacente al conjunto de rotor. El conjunto de machacadora incluye una placa 42 de apoyo curva con una pluralidad de bloques 44 de cizalladura y bloques 46 de machacadora dispuestos a lo largo de la anchura de la máquina en el lado de la placa 42 de apoyo adyacente al conjunto 23 de rotor. En algunas realizaciones de la invención, tal como, por ejemplo, la realización mostrada en las figuras 19A y 19B, la placa de apoyo incluye una pluralidad de aberturas a través de las cuales puede pasar el material reducido. Los bloques de cizalladura se extienden desde la placa de apoyo hacia el conjunto de rotor una distancia mayor que los bloques de machacadora, y las herramientas de corte en el conjunto de rotor y los bloques de cizalladura y los bloques de machacadora en la placa de apoyo están dispuestos de modo que las herramientas de corte largas están alineadas con los bloques 46 de machacadora y las herramientas de corte cortas están alineadas con los bloques 44 de cizalladura. Además, también se prefiere que las herramientas de corte del conjunto de rotor y los bloques de cizalladura y los bloques de machacadora del conjunto de machacadora estén dispuestos de modo que al menos una herramienta 30 de corte corta pasa sobre un bloque 44 de cizalladura con el que está alineada, y al menos una herramienta 34 de corte larga pasa entre un par de bloques 44 de cizalladura adyacentes y sobre el bloque 46 de machacadora con el que está alineada. Más particularmente, tal como se muestra en las figuras 1 y 2, se prefiere que las herramientas de corte cortas y las herramientas de corte largas estén espaciadas a lo largo de la longitud del conjunto de rotor, y los bloques de cizalladura y los bloques de machacadora estén espaciados a lo largo de la placa de apoyo de tal manera que todas las herramientas de corte cortas pasen sobre las superficies 48 exteriores curvas de los bloques 44 de cizalladura, y las herramientas de corte largas pasen entre los bloques 44 de cizalladura adyacentes y sobre los bloques 46 de machacadora. Los bordes 50 de ataque de los bloques 44 de cizalladura están biselados, tal como se muestra mejor en la figura 2. La placa 42 de apoyo es parte del brazo 52 de derivación, que está adaptado para pivotar alrededor del eje 54 de pivote cuando llega material no triturable al conjunto de machacadora.

Las figuras 3 y 4 ilustran una segunda realización del conjunto de machacadora. Tal como se muestra en la misma, el conjunto de machacadora incluye la placa 42 de apoyo curva con una pluralidad de bloques 144 de cizalladura y bloques 46 de machacadora dispuestos a lo largo de la anchura de la máquina en el lado de la placa 42 de apoyo que será adyacente al conjunto 23 de rotor si este conjunto de machacadora sustituye al mostrado en las figuras 1 y 2. En ese caso, los bloques 144 de cizalladura se extenderán desde la placa 42 de apoyo hacia el conjunto de rotor una distancia mayor que los bloques 46 de machacadora, y las herramientas de corte en el conjunto de rotor y los bloques de cizalladura y los bloques de machacadora en la placa de apoyo estarán dispuestos de modo que las herramientas de corte largas estarán alineadas con los bloques 46 de machacadora y las herramientas de corte cortas estarán alineadas con los bloques 144 de cizalladura. En esta realización de la invención, las herramientas de corte cortas pasarán sobre las superficies 148 exteriores curvas de los bloques 144 de cizalladura, y las herramientas de corte largas pasarán entre los bloques 144 de cizalladura adyacentes. Los bordes 150 de ataque de los bloques 144 de cizalladura están en ángulo.

En la figura 5 se ilustra una tercera realización del conjunto de machacadora. Tal como se muestra en la misma, el conjunto de machacadora incluye la placa 42 de apoyo curva con una pluralidad de bloques 244 de cizalladura y bloques 46 de machacadora dispuestos a lo largo de la anchura de la máquina en el lado de la placa 42 de apoyo que será adyacente al conjunto 23 de rotor si este conjunto de machacadora sustituye al mostrado en las figuras 1 y 2. En ese caso, los bloques 244 de cizalladura se extenderán desde la placa 42 de apoyo hacia el rotor una distancia mayor que los bloques 46 de machacadora, y las herramientas de corte en el rotor y los bloques de cizalladura y los bloques de machacadora en la placa de apoyo estarán dispuestos de modo que las herramientas de corte largas estarán alineadas con los bloques 46 de machacadora y las herramientas de corte cortas estarán

alineadas con los bloques 244 de cizalladura. En esta realización de la invención, las herramientas de corte cortas pasarán sobre las superficies 248 exteriores curvas de los bloques 244 de cizalladura, superficies que incluyen una pluralidad de muescas 249. Las herramientas de corte largas pasarán entre los bloques 244 de cizalladura adyacentes. Tal como se muestra en la figura 5, los bordes 250 de ataque de los bloques 244 de cizalladura son planos.

La máquina 20 de reducción de material incluye el rodillo 56 de compresión que tiene nervaduras 58. El rodillo 56 de compresión está montado en el brazo 60 de pivote, que está montado para rotación en el árbol 54 de pivote. El brazo 52 de derivación también está montado para rotación en el árbol 54 de pivote delante del brazo 60 de pivote (tal como se observa en la figura 1), de modo que el brazo de derivación puede pivotar en el árbol 54 de pivote independientemente del brazo 60 de pivote. Se proporciona el collar 62 en el árbol 54 de pivote de modo que puede montarse un primer mecanismo de resistencia y desplazamiento, tal como el resorte 66, entre el bastidor 67 de la máquina 20 y el collar 62 para proporcionar un movimiento elástico hacia arriba limitado del árbol de pivote para minimizar el riesgo de daño o rotura del árbol 54 de pivote provocado por fuerzas generadas durante el funcionamiento de la máquina de reducción. El peso y la colocación del brazo 60 de pivote y el rodillo 56 de compresión provocan que el rodillo de compresión impulse el material en el transportador 22 hacia abajo y hacia el rotor 24.

Un segundo mecanismo de resistencia y desplazamiento, tal como el resorte 68, está montado entre el bastidor de la máquina y el extremo 70 trasero del brazo 52 de derivación y adaptado para impulsar el conjunto de machacadora hacia el conjunto 23 de rotor. El material que se transporta mediante el transportador 22 de entrada al conjunto 23 de rotor se portará mediante el rotor para que entre en contacto con el conjunto de machacadora, donde puede romperse para dar fragmentos más pequeños mediante el contacto entre las herramientas de corte cortas en el conjunto 23 de rotor y los bordes 50 de ataque y las superficies 48 superiores de los bloques 44 de cizalladura y/o mediante las herramientas de corte largas en el conjunto de rotor y los bordes 72 de ataque y las superficies 74 exteriores de los bloques 46 de machacadora. En las realizaciones de la invención ilustradas en las figuras 1-5, los bloques 46 de machacadora del conjunto de machacadora tienen una superficie 74 exterior y un borde 72 de ataque que forma un ángulo recto o un ángulo aproximadamente recto con la superficie exterior.

A medida que el material se porta más allá del conjunto de machacadora mediante las herramientas de corte en el conjunto 23 de rotor, la rotación continuada del conjunto de rotor provoca que el material reducido parcialmente se reduzca aún más mediante impactos sucesivos de las herramientas de corte del conjunto de rotor hasta que pase a través de las aberturas en una u otra de las secciones 76, 78 u 80 de criba y caiga sobre el transportador 81 de salida para su retirada de la máquina en el sentido indicado por la flecha 82. El material que no pasa a través de ninguna de las secciones de criba en una primera pasada puede portarse mediante las herramientas de corte en el conjunto de rotor para que entre en contacto con el conjunto de machacadora de nuevo.

La invención permite un funcionamiento de la máquina de reducción de material en una amplia gama de velocidades rotacionales. Más particularmente, el conjunto de rotor de la invención puede hacerse rotar alrededor de su eje de rotación a una tasa dentro del intervalo de 50-1000 RPM. El extremo inferior de este intervalo está fuera del intervalo en el que pueden hacerse funcionar de manera eficaz máquinas convencionales. Cuando la placa de apoyo de la invención está dotada de aberturas a través de las cuales puede pasar el material reducido (tal como se muestra en las figuras 19A y 19B), la invención permite la retirada de una o más de las secciones 76, 78 y 80 de criba, de modo que parte o la totalidad del material reducido pasará a través de las aberturas en la placa de apoyo y caerá sobre el transportador 81 de salida. Sin embargo, cuando se retiran algunas o todas las secciones de criba, es deseable que se instale una placa 79 desviadora a lo largo de la longitud del conjunto 23 de rotor para desviar el material reducido que pasa a través de las aberturas en la placa de apoyo, protegiendo así el transportador 81 de salida, especialmente cuando el transportador de salida comprende una cinta que el material reducido puede rasgar o cortar.

Dentro del alcance de la invención se incluyen bloques de cizalladura que pueden formarse en diversas configuraciones dependiendo de la naturaleza de los materiales que se estén procesando mediante la máquina de reducción de material, así como de las condiciones y los parámetros de funcionamiento de la máquina. Las figuras 6 y 7 ilustran una parte de una máquina 100 de reducción de material que tiene un conjunto 123 de rotor en el que están montadas herramientas 130 de corte cortas y herramientas 134 de corte largas. La máquina 100 también incluye un conjunto de machacadora que está ubicado adyacente al rotor. El conjunto de machacadora incluye una placa 142 de apoyo curva con una pluralidad de bloques 344 de cizalladura y bloques de machacadora (no mostrados) dispuestos a lo largo de la anchura de la máquina en el lado de la placa 142 de apoyo adyacente al conjunto 123 de rotor. Los bloques 344 de cizalladura incluyen una superficie 372 de ataque. Cada uno de los bloques de cizalladura se extiende desde la placa de apoyo hacia el conjunto de rotor una distancia mayor que los bloques de machacadora, y las herramientas de corte en el conjunto de rotor y los bloques de cizalladura y los bloques de machacadora en la placa de apoyo están dispuestos de modo que las herramientas 134 de corte largas están alineadas con los bloques de machacadora y las herramientas 130 de corte cortas están alineadas con los bloques 344 de cizalladura. La placa 142 de apoyo es parte del brazo 152 de derivación, al igual que el yunque 153, y el brazo de derivación está adaptado para rotar alrededor del árbol 154 de pivote. En la realización de la invención ilustrada en las figuras 6 y 7, las superficies de ataque de los bloques de cizalladura comprenden un ángulo de

deslizamiento mayor de 100° , preferiblemente de aproximadamente 115° , cuando se mide desde un plano horizontal que incluye el eje 128 de rotación del conjunto 123 de rotor. Los bloques de cizalladura de esta configuración presentan una resistencia mínima al flujo de materiales dentro de la máquina, y pueden emplearse cuando se prevé que hay materiales sobredimensionados incluidos entre materiales que pueden reducirse fácilmente en el transportador de entrada. Cuando se emplean bloques de cizalladura que incluyen superficies de ataque que comprenden un ángulo de deslizamiento y llega al conjunto de machacadora un objeto que no puede reducirse, la fuerza del impacto del objeto en el conjunto de machacadora, o bien sola o bien en combinación con las fuerzas de impacto añadidas conferidas al objeto por las herramientas en el conjunto 123 de rotor que rota, provocará que el brazo 152 de derivación pivote sobre el árbol 154 de pivote desde la posición cerrada mostrada en la figura 6 hasta la posición abierta mostrada en la figura 7. Esto permitirá que el objeto sobredimensionado caiga fuera de la máquina sobre el transportador de salida. Luego, cuando el objeto sobredimensionado ha salvado el conjunto de barras de machacadora, se retira la fuerza de apertura, y un resorte (similar al resorte 68 de la máquina 20) puede aplicar una fuerza de desplazamiento para mover el brazo 152 de derivación desde la posición abierta mostrada en la figura 7 hasta la posición cerrada mostrada en la figura 6.

Las figuras 8 y 9 ilustran una parte de una máquina 200 de reducción de material que tiene un conjunto 223 de rotor en el que están montadas herramientas 230 de corte cortas y herramientas 234 de corte largas. La máquina 200 también incluye un conjunto de machacadora que está ubicado adyacente al conjunto de rotor. El conjunto de machacadora incluye una placa 242 de apoyo curva con una pluralidad de bloques 444 de cizalladura y bloques de machacadora (no mostrados) dispuestos a lo largo de la anchura de la máquina en el lado de la placa 242 de apoyo adyacente al conjunto 223 de rotor. Cada uno de los bloques 444 de cizalladura tiene una superficie 472 de ataque y una superficie 476 de salida. Los bloques 444 de cizalladura se extienden desde la placa de apoyo hacia el rotor una distancia mayor que los bloques de machacadora, y las herramientas de corte en el rotor y los bloques de cizalladura y los bloques de machacadora en la placa de apoyo están dispuestos de modo que las herramientas 234 de corte largas están alineadas con los bloques de machacadora y las herramientas 230 de corte cortas están alineadas con los bloques 444 de cizalladura. La placa 242 de apoyo es parte del brazo 252 de derivación, que está adaptado para rotar alrededor del árbol 254 de pivote. En la realización de la invención ilustrada en las figuras 8 y 9, las superficies 472 de ataque de los bloques de cizalladura comprenden un ángulo de resbalamiento que está dentro del intervalo de 80° - 100° , preferiblemente de aproximadamente 90° , cuando se mide desde un plano horizontal que incluye el eje 228 de rotación del conjunto 223 de rotor. Los bloques de cizalladura de esta configuración presentan una resistencia mayor al flujo de materiales dentro de la máquina que los bloques de cizalladura que incluyen superficies de ataque que comprenden un ángulo de deslizamiento, y pueden emplearse cuando se prevé que se transportará una mezcla de objetos que no pueden reducirse y materiales que pueden reducirse hacia el rotor en el transportador de entrada. Cuando se emplean bloques de cizalladura que incluyen superficies de ataque que comprenden un ángulo de resbalamiento y llega al conjunto de machacadora un objeto que no puede reducirse, la fuerza del impacto del objeto en el conjunto de machacadora, o bien sola o bien en combinación con las fuerzas de impacto añadidas conferidas al objeto por las herramientas en el conjunto 223 de rotor que rota, provocará que el brazo 252 de derivación pivote sobre el árbol 254 de pivote desde la posición cerrada mostrada en la figura 8 hasta la posición abierta mostrada en la figura 9. Esto permitirá que el objeto que no puede reducirse caiga fuera de la máquina sobre el transportador de salida. Luego, cuando el objeto que no puede reducirse ha salvado el conjunto de barras de machacadora, se retira la fuerza de apertura, y un resorte (similar al resorte 68 de la máquina 20) puede aplicar una fuerza de desplazamiento para mover el brazo 252 de derivación desde la posición abierta mostrada en la figura 9 hasta la posición cerrada mostrada en la figura 8.

La figura 10 ilustra las relaciones entre el radio R_T de la superficie 476 de salida de los bloques 444 de cizalladura, el radio del arco de rotación de los bordes de ataque de las herramientas de corte cortas R_S y el radio del arco de rotación de los bordes de ataque de las herramientas de corte largas R_L en el conjunto de rotor. En esta realización de la invención, R_S está dentro del intervalo de $0,90 R_T$ - $0,995 R_T$, y R_L es mayor de $1,05 R_T$. Además, R_S está dentro del intervalo de $0,5 R_L$ - $0,9 R_L$.

Las figuras 11 y 12 ilustran una parte de una máquina 300 de reducción de material que tiene un conjunto 323 de rotor en el que están montadas herramientas 330 de corte cortas y herramientas 334 de corte largas. La máquina 300 también incluye un conjunto de machacadora que está ubicado adyacente al conjunto de rotor. El conjunto de machacadora incluye una placa 342 de apoyo curva con una pluralidad de bloques 544 de cizalladura y bloques de machacadora (no mostrados) dispuestos a lo largo de la anchura de la máquina en el lado de la placa 342 de apoyo adyacente al conjunto 323 de rotor. Cada uno de los bloques 544 de cizalladura tiene una superficie 572 de ataque y una superficie 576 de salida. Los bloques 544 de cizalladura se extienden desde la placa de apoyo hacia el conjunto de rotor una distancia mayor que los bloques de machacadora, y las herramientas de corte en el conjunto de rotor y los bloques de cizalladura y los bloques de machacadora en la placa de apoyo están dispuestos de modo que las herramientas 334 de corte largas están alineadas con los bloques de machacadora y las herramientas 330 de corte cortas están alineadas con los bloques 544 de cizalladura. La placa 342 de apoyo es parte del brazo 352 de derivación, que está adaptado para rotar alrededor del árbol 354 de pivote. En la realización de la invención ilustrada en las figuras 11 y 12, la superficie de ataque de cada uno de los bloques de cizalladura comprende un ángulo de yunque que está dentro del intervalo de 50° - 80° , preferiblemente de aproximadamente 65° , cuando se mide desde un plano horizontal que incluye el eje 328 de rotación del rotor 324. Los bloques de cizalladura de esta configuración presentan una resistencia mayor al flujo de materiales dentro de la máquina que los bloques de cizalladura que

tienen superficies de ataque que comprenden un ángulo de resbalamiento, y pueden emplearse cuando se prevé que se transportarán pocos objetos que no pueden reducirse hacia el rotor en el transportador de entrada. Los bloques de cizalladura que tienen superficies de ataque que comprenden un ángulo de yunque crean una resistencia que es similar a la de yunques convencionales en máquinas de reducción de material. Cuando se emplean bloques de cizalladura que tienen superficies de ataque que comprenden un ángulo de yunque y llega al conjunto de machacadora un objeto que no puede reducirse, la fuerza del impacto del objeto en el conjunto de machacadora, o bien sola o bien en combinación con las fuerzas de impacto añadidas conferidas al objeto por las herramientas en el conjunto 323 del rotor que rota, provocará que el brazo 352 de derivación pivote sobre el árbol 354 de pivote desde la posición cerrada mostrada en la figura 11 hasta la posición abierta mostrada en la figura 12. Esto permitirá que el objeto que no puede reducirse caiga fuera de la máquina sobre el transportador de salida. Luego, cuando el objeto que no puede reducirse ha salvado el conjunto de barras de machacadora, se retira la fuerza de apertura, y un resorte (similar al resorte 68 de la máquina 20) puede aplicar una fuerza de desplazamiento para mover el brazo 352 de derivación desde la posición abierta mostrada en la figura 12 hasta la posición cerrada mostrada en la figura 11.

Las figuras 13 y 14 ilustran una parte de una máquina 400 de reducción de material que tiene un conjunto 423 de rotor en el que están montadas herramientas 430 de corte cortas y herramientas 434 de corte largas. La máquina 400 también incluye un conjunto de machacadora que está ubicado adyacente al conjunto de rotor. El conjunto de machacadora incluye una placa 442 de apoyo curva con una pluralidad de bloques 644 de cizalladura y bloques de machacadora (no mostrados) dispuestos a lo largo de la anchura de la máquina en el lado de la placa 442 de apoyo adyacente al conjunto 423 de rotor. Cada uno de los bloques 644 de cizalladura tiene una superficie 672 de ataque y una superficie 676 de salida. Los bloques 644 de cizalladura se extienden desde la placa de apoyo hacia el conjunto de rotor una distancia mayor que los bloques de machacadora, y las herramientas de corte en el conjunto de rotor y los bloques de cizalladura y los bloques de machacadora en la placa de apoyo están dispuestos de modo que las herramientas 434 de corte largas están alineadas con los bloques de machacadora y las herramientas 430 de corte cortas están alineadas con los bloques 644 de cizalladura. La placa 442 de apoyo es parte del brazo 452 de derivación, que está adaptado para rotar alrededor del árbol 454 de pivote. En la realización de la invención ilustrada en las figuras 13 y 14, los bloques 644 de cizalladura tienen una superficie 672 de ataque que comprende un ángulo de captación que está dentro del intervalo de 40° - 50° , preferiblemente de aproximadamente 45° , cuando se mide desde un plano horizontal que incluye el eje 428 de rotación de conjunto 423 de rotor. Los bloques de cizalladura de esta configuración presentan una resistencia mayor al flujo de materiales dentro de la máquina que los bloques de cizalladura que tienen superficies de ataque que comprenden un ángulo de yunque, y pueden emplearse cuando se prevé que sólo se transportarán objetos pequeños que no pueden reducirse hacia el rotor en el transportador de entrada. Cuando se emplean bloques de cizalladura que tienen superficies de ataque que comprenden un ángulo de captación y llega al conjunto de machacadora un objeto que no puede reducirse, la fuerza del impacto del objeto en el conjunto de machacadora, o bien sola o bien en combinación con las fuerzas de impacto añadidas conferidas al objeto por las herramientas en el conjunto 423 de rotor que rota, provocará que el brazo 452 de derivación pivote sobre el árbol 454 de pivote desde la posición cerrada mostrada en la figura 13 hasta la posición abierta mostrada en la figura 14. Esto permitirá que el objeto que no puede reducirse caiga fuera de la máquina sobre el transportador de salida. Luego, cuando el objeto que no puede reducirse ha salvado el conjunto de barras de machacadora, se retira la fuerza de apertura, y un resorte (similar al resorte 68 de la máquina 20) puede aplicar una fuerza de desplazamiento para mover el brazo 452 de derivación desde la posición abierta mostrada en la figura 14 hasta la posición cerrada mostrada en la figura 13.

La figura 15 ilustra una parte de una máquina 500 de reducción de material que tiene un conjunto 523 de rotor en el que están montadas herramientas de corte cortas y herramientas de corte largas. La máquina 500 también incluye un conjunto de machacadora que está ubicado adyacente al conjunto de rotor. El conjunto de machacadora incluye una placa 542 de apoyo curva con una pluralidad de bloques de cizalladura (no mostrados) y bloques 546 de machacadora dispuestos a lo largo de la anchura de la máquina en el lado de la placa 542 de apoyo adyacente al conjunto 523 de rotor. Los bloques de cizalladura se extienden desde la placa de apoyo hacia el conjunto de rotor una distancia mayor que los bloques 546 de machacadora, y las herramientas de corte en el conjunto de rotor y los bloques de cizalladura y los bloques de machacadora en la placa de apoyo están dispuestos de modo que las herramientas de corte largas están alineadas con los bloques 546 de machacadora y las herramientas de corte cortas están alineadas con los bloques de cizalladura. La placa 542 de apoyo es parte del brazo 552 de derivación, que está adaptado para rotar alrededor del árbol 554 de pivote. Cada uno de los bloques 546 de machacadora tiene una superficie 572 de ataque que aumenta gradualmente hasta un punto 574 de máxima proyección hacia fuera desde la placa de apoyo y una superficie 576 de salida que disminuye gradualmente desde el punto de máxima proyección hacia fuera hasta la placa de apoyo. La figura 15 también ilustra las relaciones entre el radio R_B de la superficie 576 de salida de los bloques de machacadora, el radio del arco de rotación de los bordes de ataque de las herramientas de corte cortas R_S y el radio del arco de rotación de los bordes de ataque de las herramientas de corte largas R_L en el rotor. En esta realización de la invención, R_S es menor de $0,90 R_B$, y R_L está dentro del intervalo de $0,9 R_B$ - $0,995 R_B$.

Las figuras 16-19B ilustran una parte de una máquina 600 de reducción de material que tiene un conjunto 623 de rotor en el que están montadas herramientas 630 de corte cortas y herramientas 634 de corte largas. El conjunto 623 de rotor comprende una pluralidad de placas de rotor en general circulares (mostradas en la figura 17), una de las cuales, la placa 624, también se muestra en la figura 16. El conjunto 623 de rotor está adaptado para rotar en

sentido horario, tal como se muestra en la figura 16, alrededor de su eje 628 de rotación. Las herramientas 630 de corte cortas y las herramientas 634 de corte largas están dispuestas en filas que se extienden a lo largo de la longitud del conjunto de rotor (es decir, a lo largo de la anchura del bastidor de la máquina), y las filas de las herramientas de corte están espaciadas alrededor de la periferia del conjunto de rotor de modo que a medida que se hace rotar el conjunto de rotor, las herramientas portan material desde el transportador hasta que entre en contacto con un conjunto de machacadora que está ubicado adyacente al conjunto de rotor. Los bordes de ataque de las brocas 632 de corte de las herramientas 630 de corte cortas montadas en el conjunto 623 de rotor definen un arco que está espaciado hacia fuera desde la periferia del conjunto 623 de rotor una distancia de cortadora corta. De manera similar, los bordes de ataque de las brocas 636 de corte de las herramientas 634 de corte largas montadas en el conjunto 623 de rotor definen un arco que está espaciado hacia fuera desde la periferia del conjunto de rotor una distancia de cortadora larga que es mayor que la distancia de cortadora corta. Tal como se muestra en las figuras 16 y 17, se prefiere que las herramientas de corte cortas estén dispuestas en filas que son paralelas al eje 628 de rotación, filas que se extienden todo a lo largo de la longitud del conjunto de rotor. De manera similar, se prefiere que las herramientas de corte largas estén dispuestas en filas que son paralelas al eje de rotación, filas que se extienden todo a lo largo de la longitud del conjunto de rotor. También se prefiere que filas alternantes de herramientas de corte cortas y herramientas de corte largas estén espaciadas alrededor de la periferia del conjunto de rotor.

La máquina 600 de reducción de material también incluye un conjunto de machacadora que está ubicado adyacente al conjunto de rotor. El conjunto de machacadora incluye un yunque 645 (también mostrado en las figuras 18A-18C) y una pluralidad de bloques 646 de machacadora dispuestos a lo largo de la anchura de la máquina en el lado del yunque 645 adyacente al conjunto 623 de rotor. Cada uno de estos bloques de machacadora tiene una superficie 647 de ataque que forma un ángulo θ que está dentro del intervalo de 30° - 75° , preferiblemente de aproximadamente 60° , cuando se mide desde un plano horizontal que incluye el eje 628 de rotación del conjunto de rotor. El conjunto de machacadora de esta realización de la invención también incluye una placa 642 de apoyo curva (también mostrada en las figuras 19A y 19B), que está dotada de una pluralidad de aberturas 643 (mostradas mejor en las figuras 19A y 19B) a través de las cuales puede pasar el material reducido. Una pluralidad de bloques 644 de cizalladura están dispuestos a lo largo de la anchura de la máquina en el lado de la placa 642 de apoyo adyacente al conjunto 623 de rotor. Los bloques de cizalladura se extienden desde la placa de apoyo hacia el conjunto de rotor una distancia mayor que los bloques de machacadora, y las herramientas de corte en el conjunto de rotor y los bloques de cizalladura y los bloques de machacadora en la placa de apoyo están dispuestos de modo que las herramientas 634 de corte largas están alineadas con los bloques 646 de machacadora y las herramientas 630 de corte cortas están alineadas con los bloques 644 de cizalladura. Cada uno de los bloques 644 de cizalladura tiene una superficie 648 exterior curva que es paralela al arco descrito por el borde de ataque de la broca 632 de corte de la herramienta 630 de corte corta con la que está alineado. Se prefiere que las herramientas de corte del conjunto 623 de rotor y los bloques 644 de cizalladura y los bloques 646 de machacadora del conjunto de machacadora estén dispuestos de modo que al menos una herramienta 630 de corte corta pasa sobre un bloque 644 de cizalladura con el que está alineada, y al menos una herramienta 634 de corte larga pasa entre un par de bloques 644 de cizalladura adyacentes y sobre el bloque 646 de machacadora con el que está alineada. Más particularmente, tal como se muestra en la figura 16, las herramientas 630 de corte cortas y las herramientas 634 de corte largas están espaciadas a lo largo de la longitud del conjunto 623 de rotor, y los bloques 644 de cizalladura y los bloques 646 de machacadora están espaciados a lo largo de la placa 642 de apoyo de tal manera que todas las herramientas de corte cortas pasan sobre las superficies 648 exteriores curvas de los bloques 644 de cizalladura, y las herramientas de corte largas pasan entre los bloques 644 de cizalladura adyacentes y sobre los bloques 646 de machacadora. Los componentes del conjunto de machacadora de esta configuración permiten que la máquina se haga funcionar con más acción de "liberación" pero con menos esfuerzo. Esto permite que el conjunto de rotor se haga rotar a una tasa dentro del intervalo de 50-1000 RPM, que incluye tasas que son demasiado lentas para un funcionamiento eficiente de máquinas convencionales. Hacer funcionar la máquina en el extremo inferior de este intervalo reduce el consumo de combustible, el desgaste y los niveles de ruido.

Aunque esta descripción contiene muchos detalles, no debe interpretarse que estos limitan el alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas sino que meramente proporcionan ilustraciones de las realizaciones actualmente preferidas de la misma, así como el mejor modo contemplado por los inventores de llevar a cabo la invención.

La máquina de reducción de material puede incluir:

(a) un brazo de pivote que porta un rodillo de compresión;

(b) un brazo de derivación en el que está montado el conjunto de machacadora, brazo de derivación que porta un mecanismo de resistencia y desplazamiento que se proporciona entre el bastidor y un árbol de pivote en el que están montados el brazo de pivote que porta el rodillo de compresión y el brazo de derivación que porta el conjunto de machacadora;

(c) un mecanismo de resistencia y desplazamiento entre el bastidor y el brazo de derivación.

ES 2 702 297 T3

La máquina de reducción de material puede estar adaptada para hacerse funcionar a una tasa de rotación del conjunto de rotor dentro del intervalo de 50-1000 RPM.

REIVINDICACIONES

1. Máquina (20) de reducción de material que comprende:
 - 5 (a) un bastidor;
 - (b) un conjunto (23) de rotor que está montado para rotación alrededor de un eje (28) de rotación con respecto al bastidor, comprendiendo dicho conjunto (23) de rotor:
 - 10 (i) una periferia (26);
 - (ii) una longitud;
 - 15 (iii) una pluralidad de herramientas (30, 32) de corte cortas que están dispuestas en filas que se extienden a lo largo de la longitud del conjunto (23) de rotor, estando una pluralidad de filas espaciadas alrededor de la periferia del conjunto de rotor, en la que cada una de las herramientas (30, 32) de corte cortas comprende una broca (32) de corte con un borde de ataque que está espaciado hacia fuera desde la periferia (26) del conjunto de rotor una distancia de cortadora corta;
 - 20 (iv) una pluralidad de herramientas (34, 36) de corte largas que están dispuestas en filas que se extienden a lo largo de la longitud del conjunto (23) de rotor, estando una pluralidad de filas espaciadas alrededor de la periferia (26) del conjunto de rotor, en la que cada una de las herramientas (34, 36) de corte largas comprende una broca (36) de corte con un borde de ataque que está espaciado hacia fuera desde la periferia (26) del conjunto de rotor una distancia de cortadora larga que es mayor que la distancia de cortadora corta de cada una de las herramientas (30, 32) de corte cortas;
 - 25 (c) medios para hacer rotar el conjunto (23) de rotor con respecto al bastidor en un sentido rotacional;
 - (d) un dispositivo (21) de entrada de material para transportar el material que va a reducirse hacia el conjunto (23) de rotor, estando dicho dispositivo (21) de entrada de material dispuesto de modo que las herramientas (30, 32) de corte cortas y las herramientas (34, 36) de corte largas en el conjunto (23) de rotor entran en contacto inicial con el material que va a reducirse en un sentido hacia arriba;
 - 30 (e) un conjunto de machacadora que está ubicado adyacente al conjunto (23) de rotor, comprendiendo dicho conjunto de machacadora:
 - 35 (i) una placa (42; 142; 242; 342; 442; 542; 642) de apoyo;
 - 40 (ii) una pluralidad de bloques (44; 144; 244; 344; 444; 544; 644) de cizalladura, que están montados en la placa (42; 142; 242; 342; 442; 542; 642) de apoyo y cada uno de los cuales está espaciado de modo que está alineado con una herramienta (30, 32) de corte corta;
 - 45 caracterizada porque:
 - la superficie (372; 472; 572; 672) de ataque de cada uno de los bloques de cizalladura comprende uno cualquiera de:
 - 50 un ángulo de deslizamiento mayor de 100°,
 - un ángulo de resbalamiento que está dentro del intervalo de 80°-100°,
 - un ángulo de yunque que está dentro del intervalo de 50°-80°, o
 - 55 un ángulo de captación que está dentro del intervalo de 40°-50°,
 - cuando se mide desde un plano horizontal que incluye el eje (28) de rotación del conjunto (23) de rotor; y
 - se proporciona una pluralidad de dichas placas (42; 142; 242; 342; 442; 542; 642) de apoyo que pueden intercambiarse dependiendo de los tipos de materiales que se estén procesando.
 - 60
 2. Máquina de reducción de material según la reivindicación 1, en la que una pluralidad de filas de herramientas (34, 36) de corte largas están espaciadas alrededor de la periferia (26) del conjunto (23) de rotor de modo que están separadas de la pluralidad de filas de herramientas (30, 32) de corte cortas.
 - 65 3. Máquina de reducción de material según la reivindicación 1 ó 2, en la que:

- (a) el borde de ataque de la broca (32) de corte de cada herramienta (30, 32) de corte corta describe un arco a medida que el conjunto (23) de rotor se hace rotar con respecto al bastidor;
- 5 (b) cada uno de los bloques de cizalladura tiene una superficie exterior que es curva para describir un arco que es en general paralelo al arco descrito por el borde de ataque de la broca (32) de corte de la herramienta (30, 32) de corte corta con la que está alineado.
- 10 4. Máquina de reducción de material según la reivindicación 1, 2 ó 3, en la que cada uno de los bloques (44; 144; 244) de cizalladura tiene un borde (50; 150; 250) de ataque seleccionado del grupo que consiste en bordes de ataque biselados, bordes de ataque en ángulo y bordes de ataque planos, y cada uno de los bloques de cizalladura tiene una superficie (48; 148; 248) exterior que está interrumpida por muescas (249) o ranuras, o la superficie exterior es lisa.
- 15 5. Máquina de reducción de material según cualquier reivindicación anterior, en la que el radio del arco de rotación descrito por el borde de ataque de una broca (32) de corte de una herramienta (30, 32) de corte corta está dentro del intervalo de 0,5-0,9 del radio del arco de rotación descrito por el borde de ataque de la broca (36) de corte de una herramienta (34, 36) de corte larga adyacente.
- 20 6. Máquina de reducción de material según cualquier reivindicación anterior, en la que el conjunto de machacadora incluye una pluralidad de bloques (46; 546; 646) de machacadora, cada uno de los cuales está espaciado de modo que está alineado con una herramienta (34, 36) de corte larga.
- 25 7. Máquina de reducción de material según la reivindicación 6, en la que las herramientas (30, 32, 34, 36) de corte del conjunto (23) de rotor y los bloques (44; 144; 244; 344; 444; 544; 644) de cizalladura y los bloques (46; 546; 646) de machacadora del conjunto de machacadora están dispuestos de modo que al menos una herramienta (30, 32) de corte corta pasa sobre el bloque de cizalladura con el que está alineada, y al menos una herramienta (34, 36) de corte larga pasa entre un par de bloques de cizalladura adyacentes y sobre el bloque de machacadora con el que está alineada.
- 30 8. Máquina de reducción de material según la reivindicación 6 ó 7, en la que cada uno de los bloques (46) de machacadora tiene una superficie (74) exterior y un borde (72) de ataque que forma un ángulo recto con la superficie exterior.

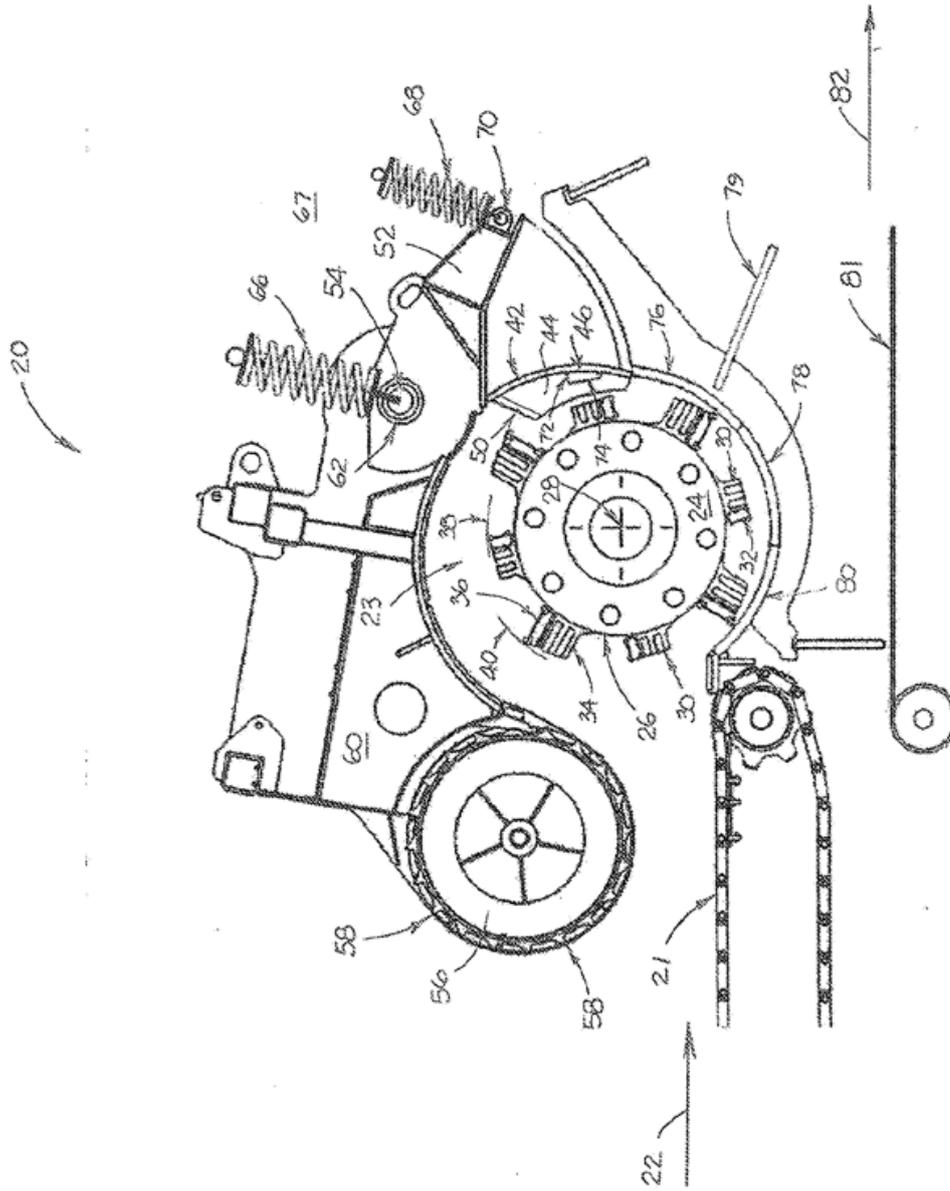


FIGURA 1

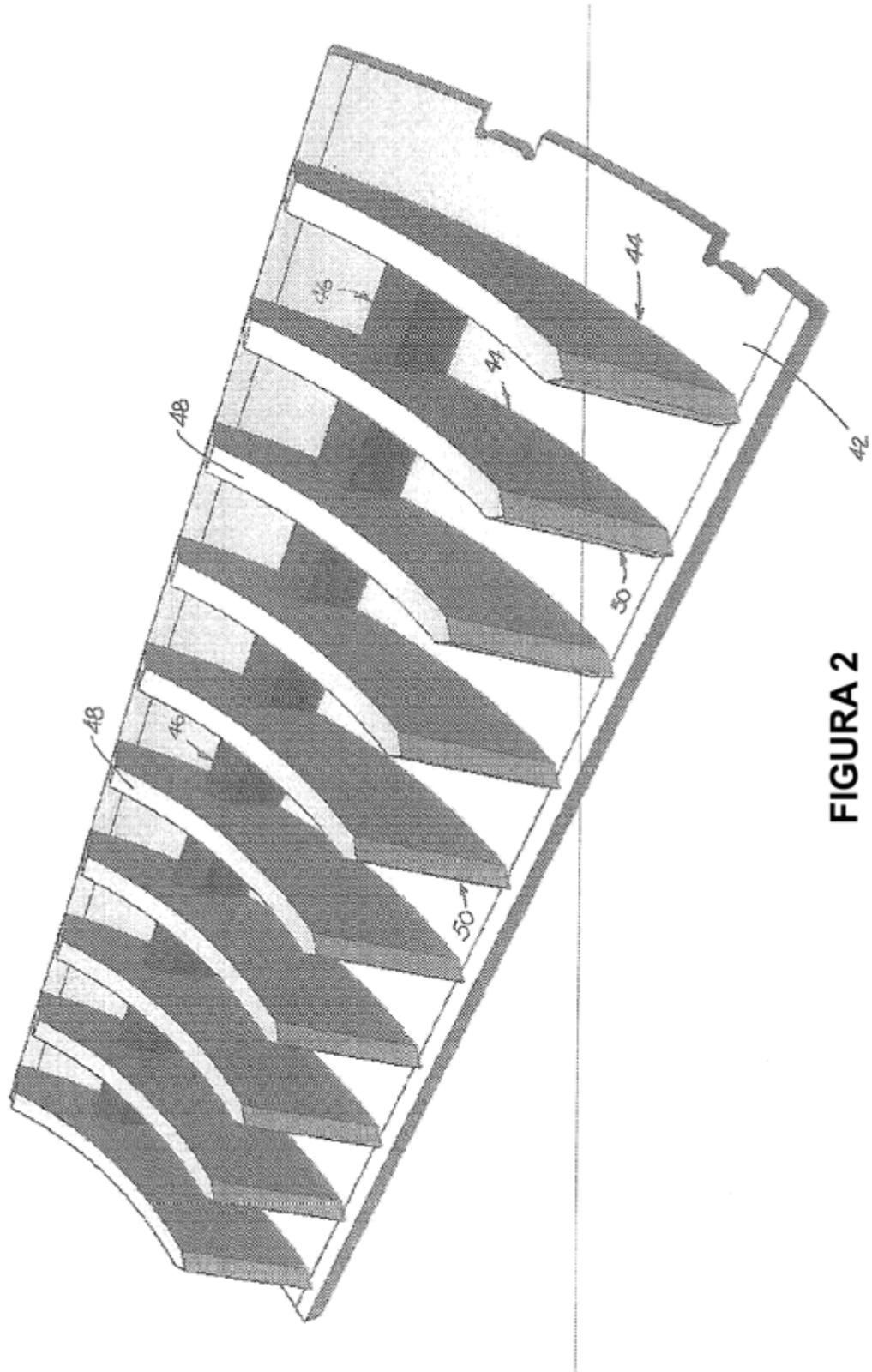


FIGURA 2

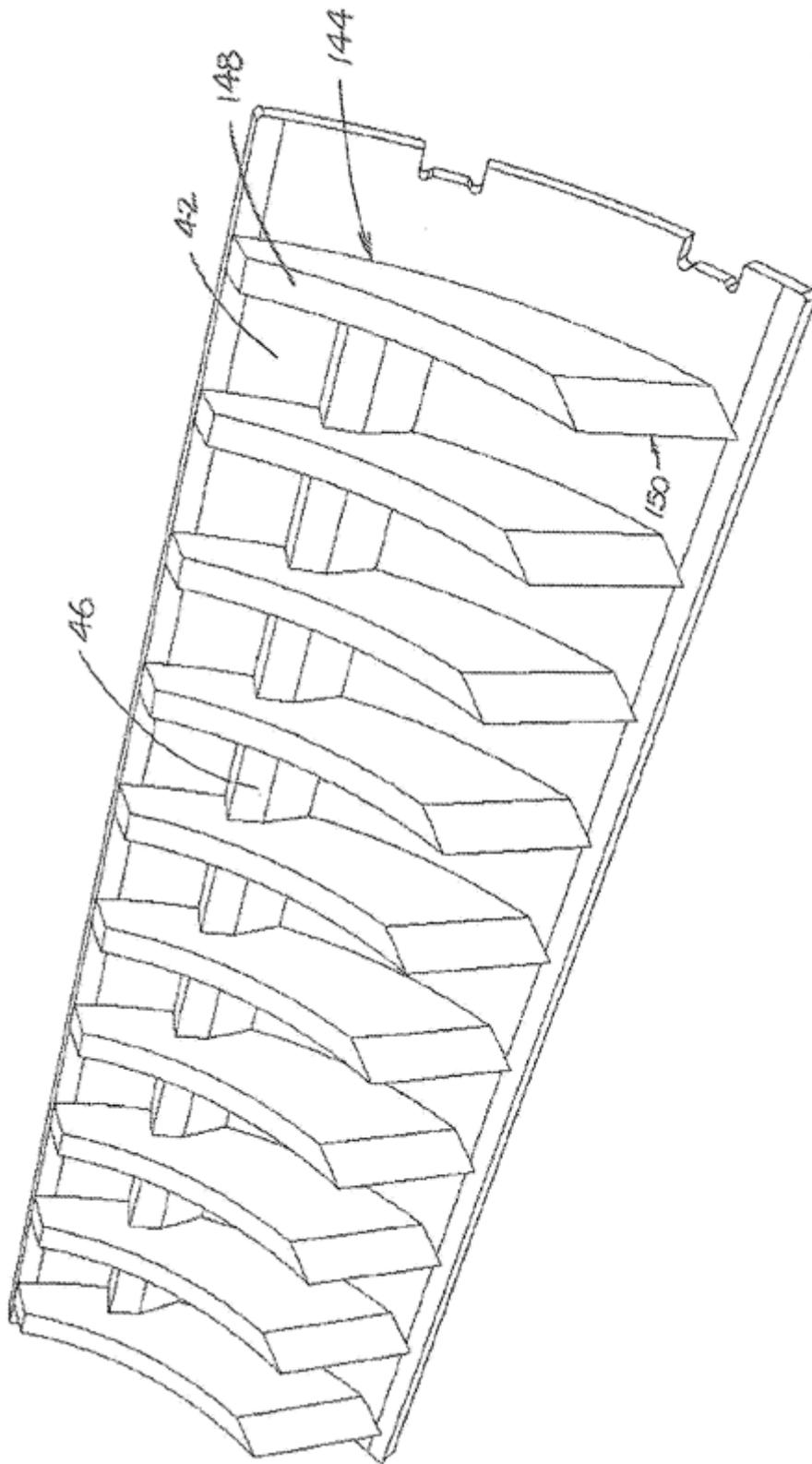


FIGURA 3

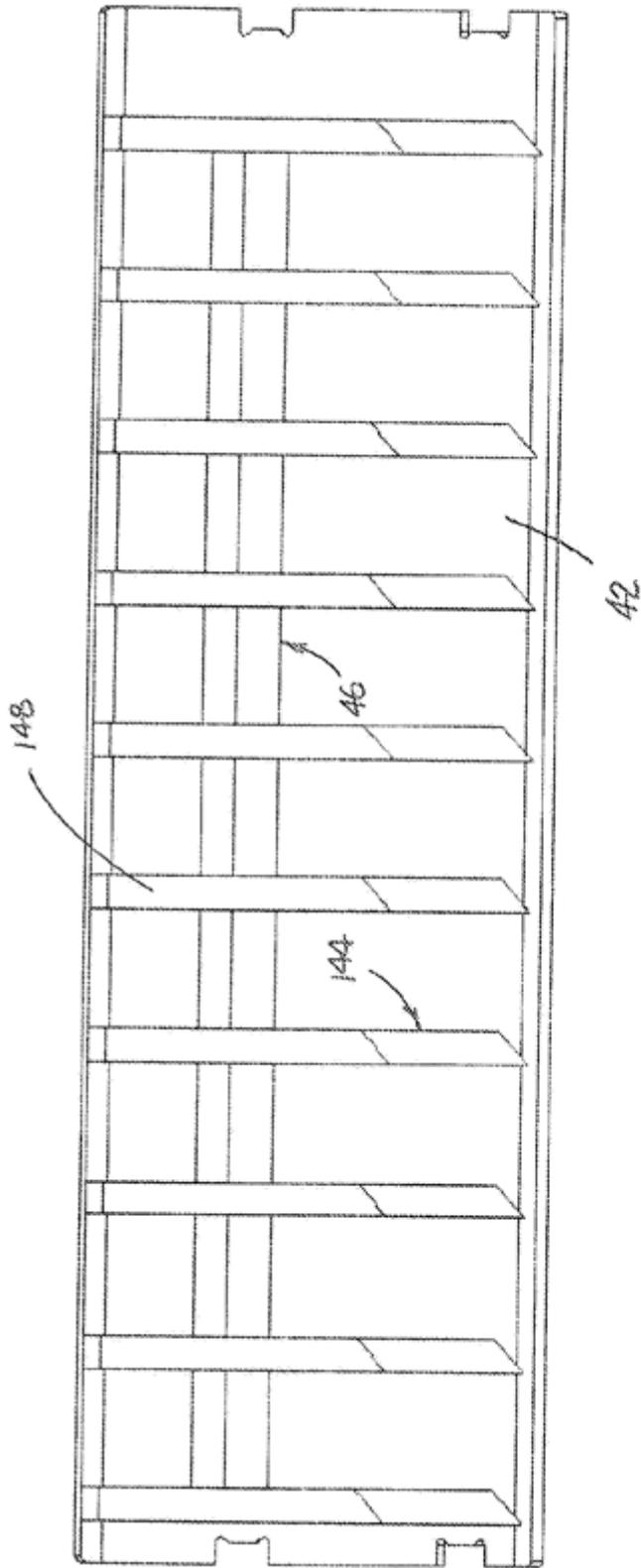


FIGURA 4

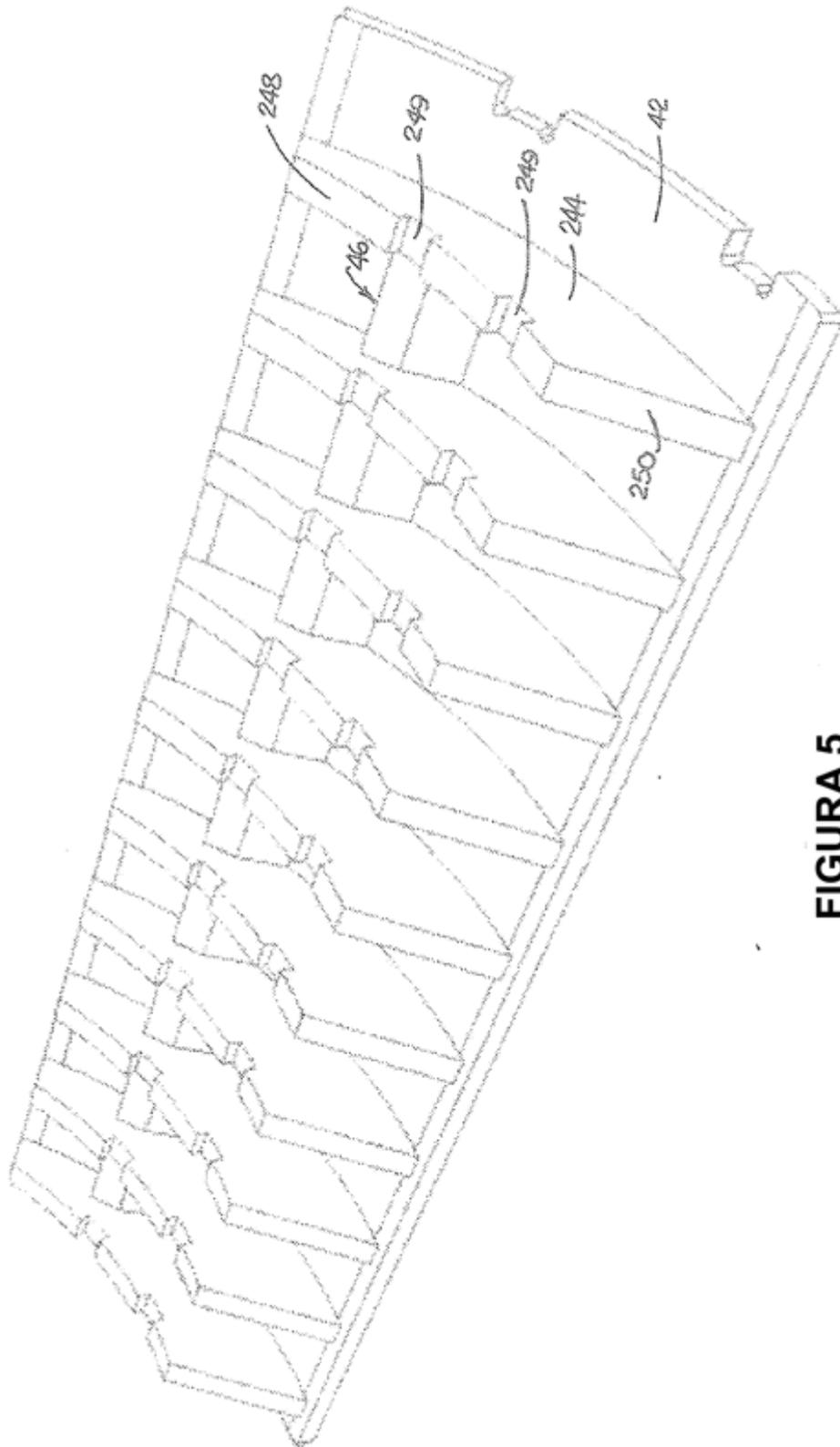


FIGURA 5

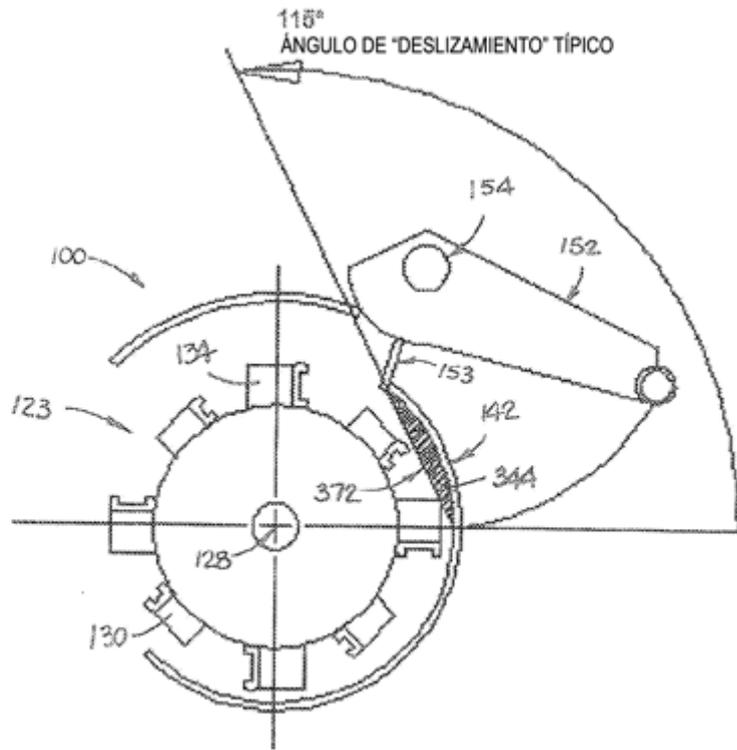


FIGURA 6

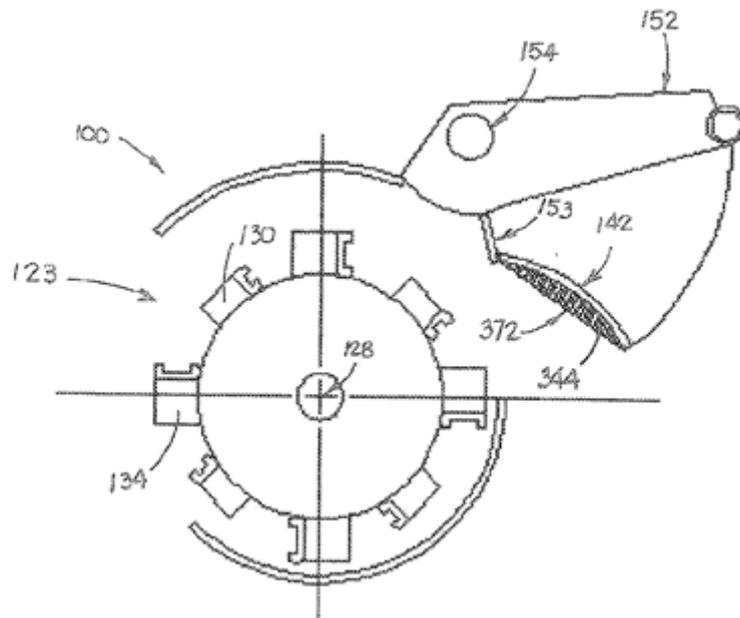


FIGURA 7

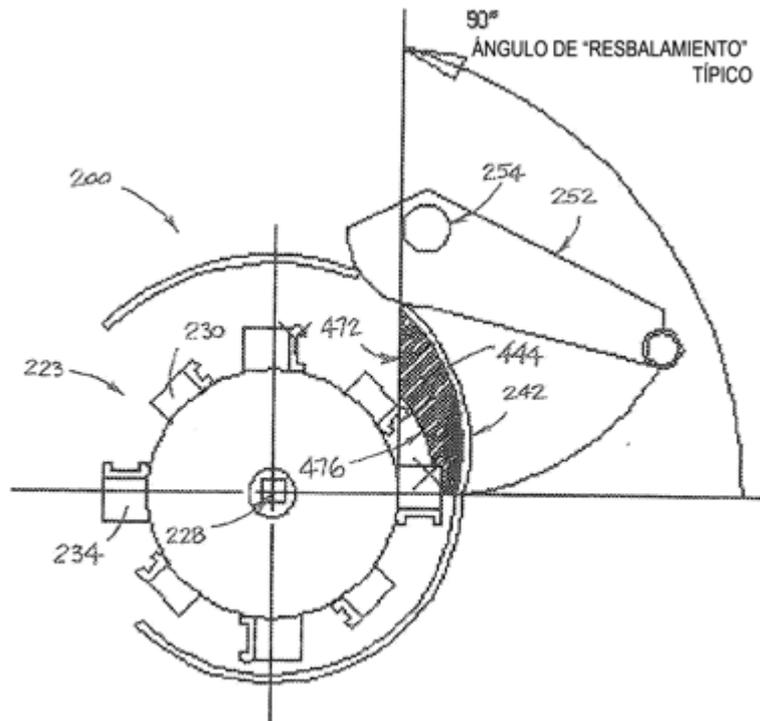


FIGURA 8

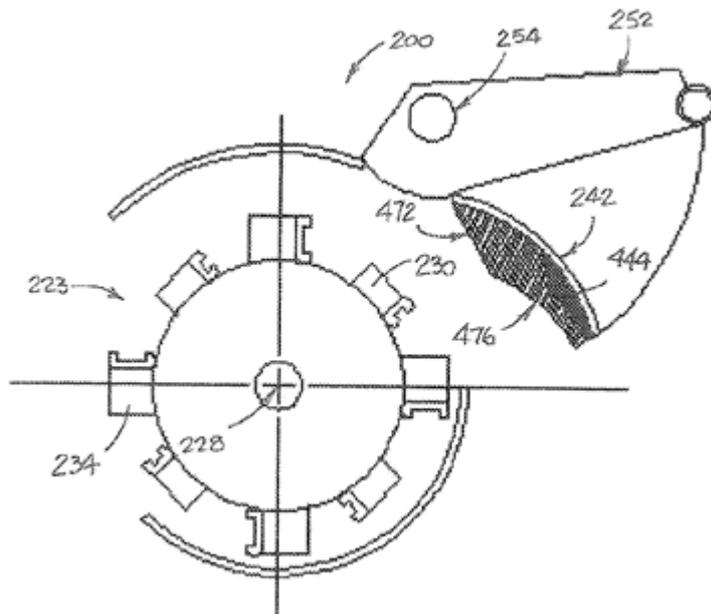


FIGURA 9

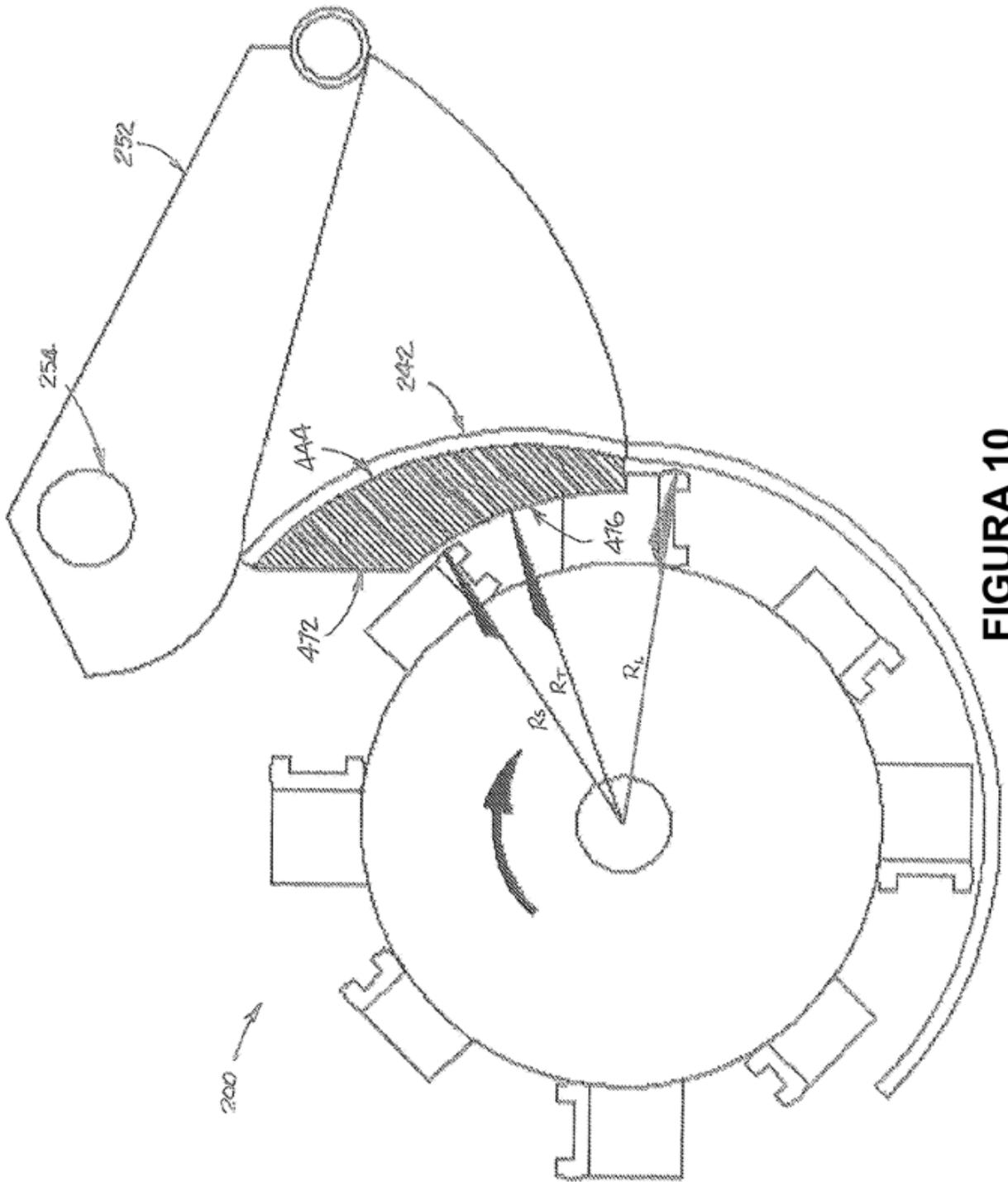


FIGURE 10

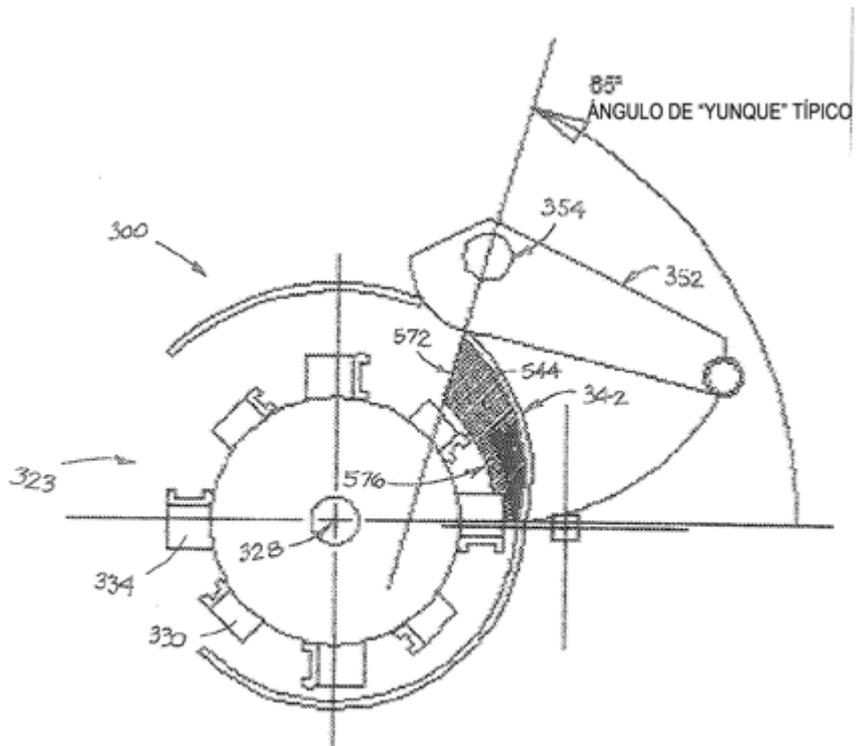


FIGURA 11

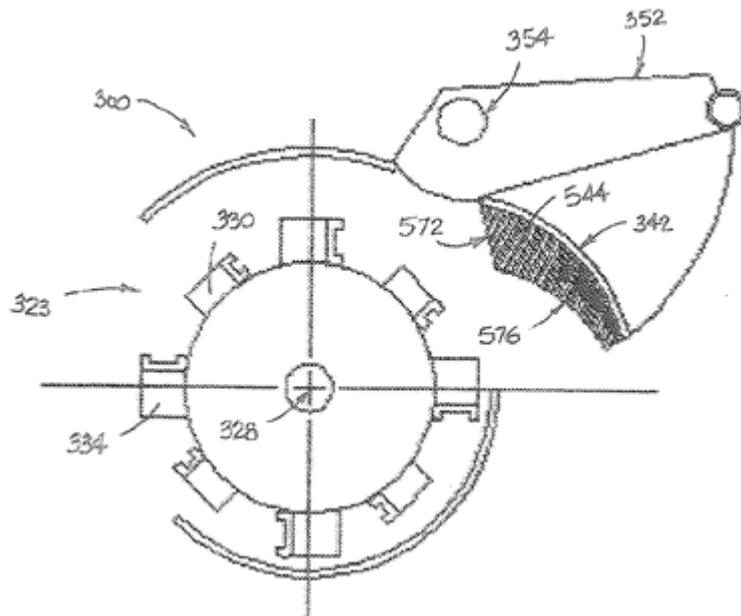


FIGURA 12

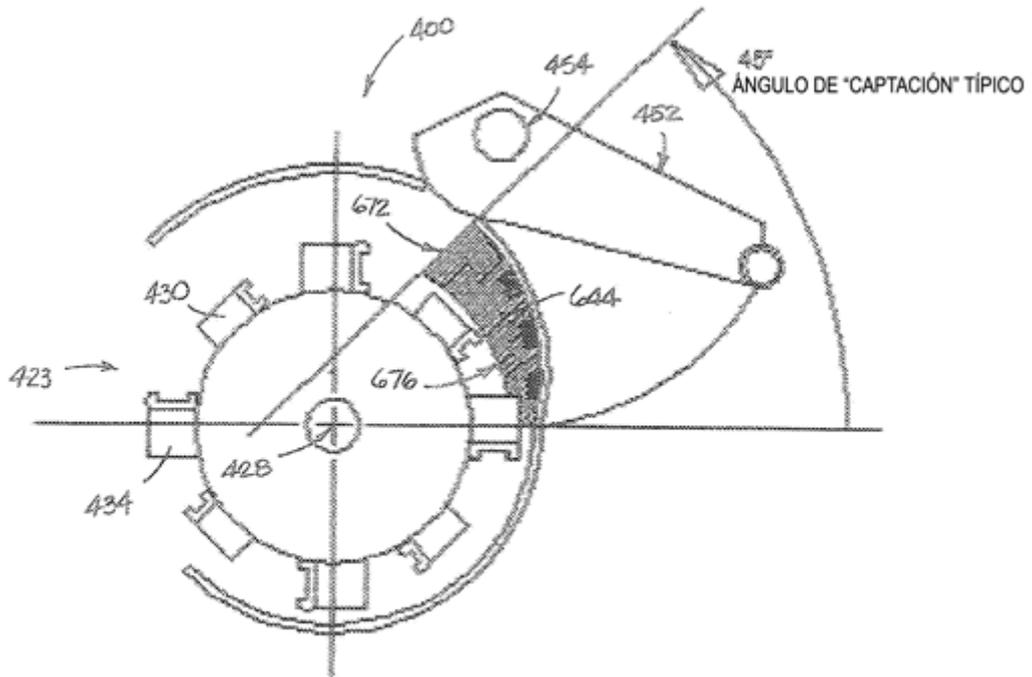


FIGURA 13

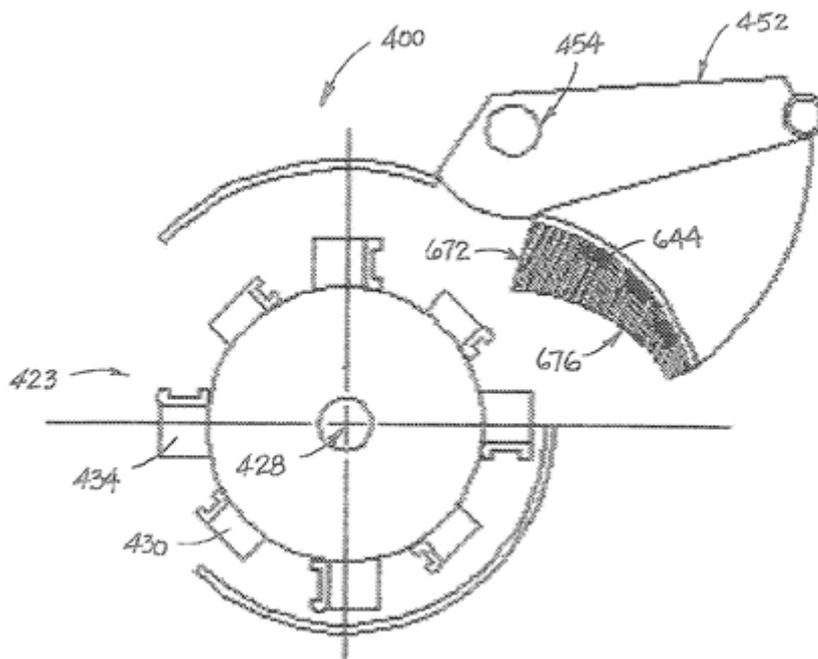


FIGURA 14

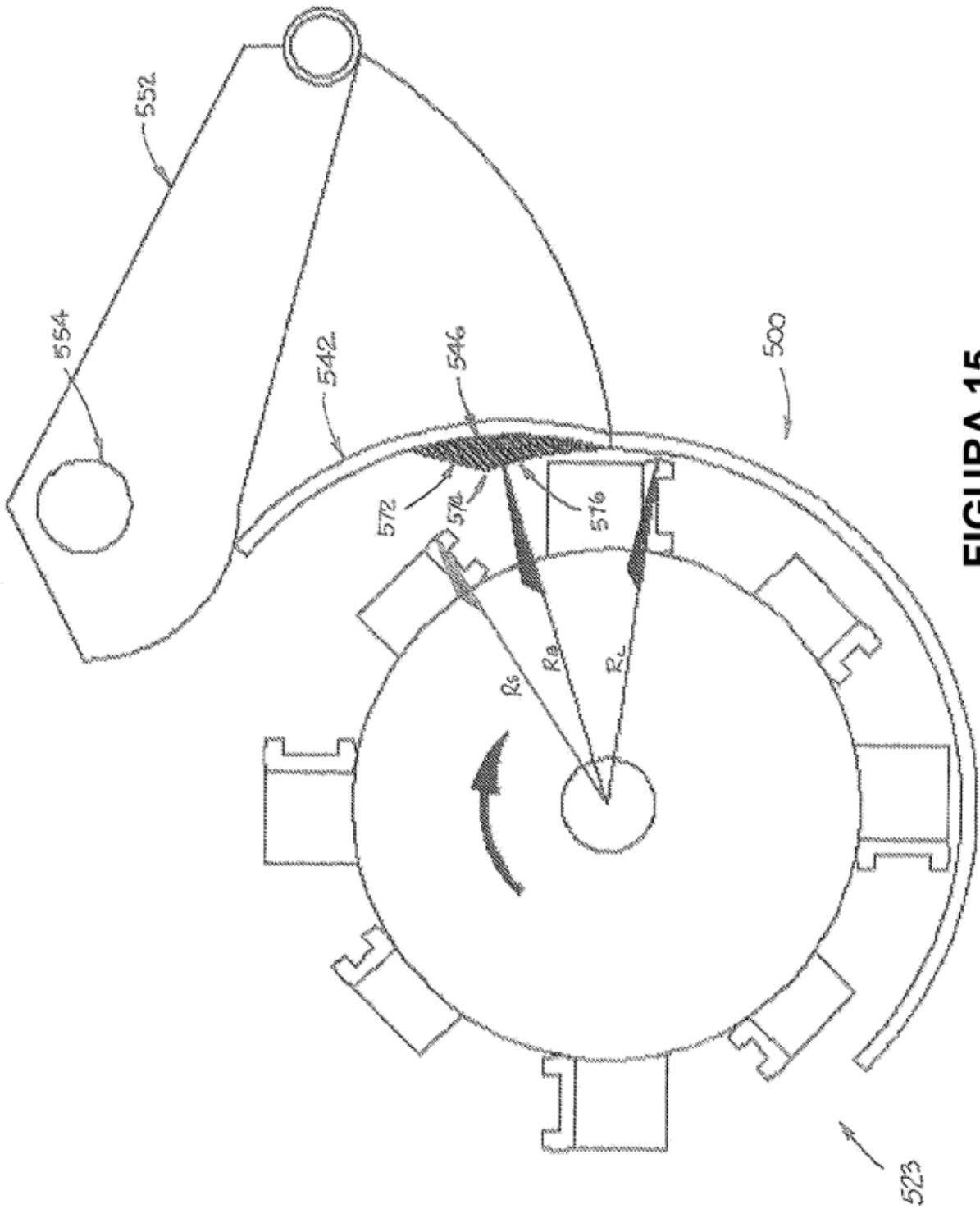


FIGURA 15

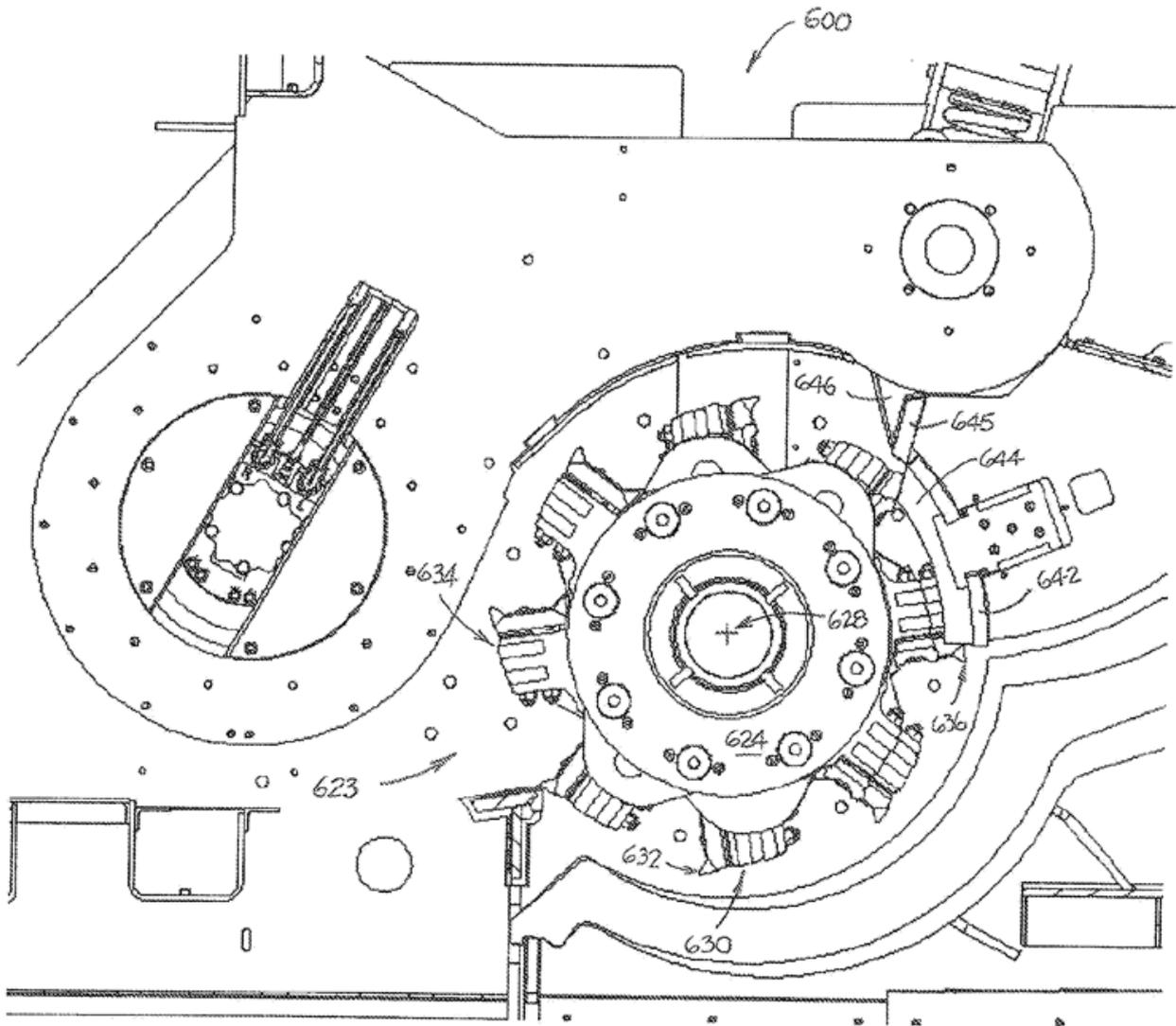


FIGURA 16

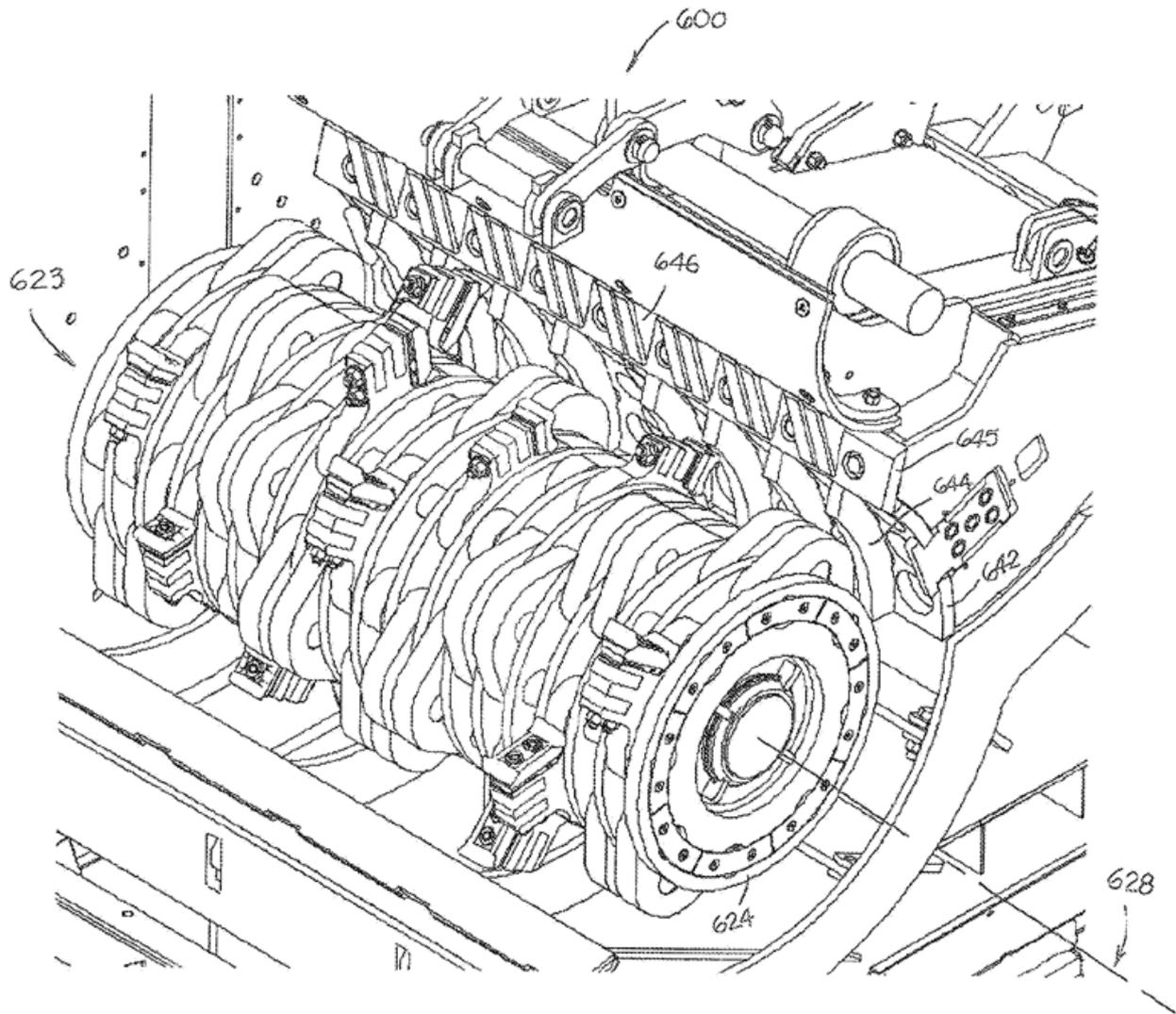


FIGURA 17

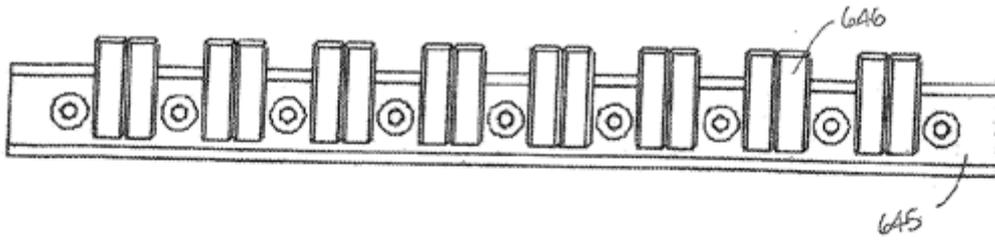


FIGURA 18A

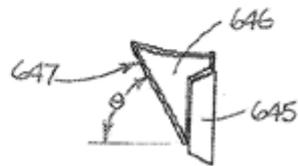


FIGURA 18B

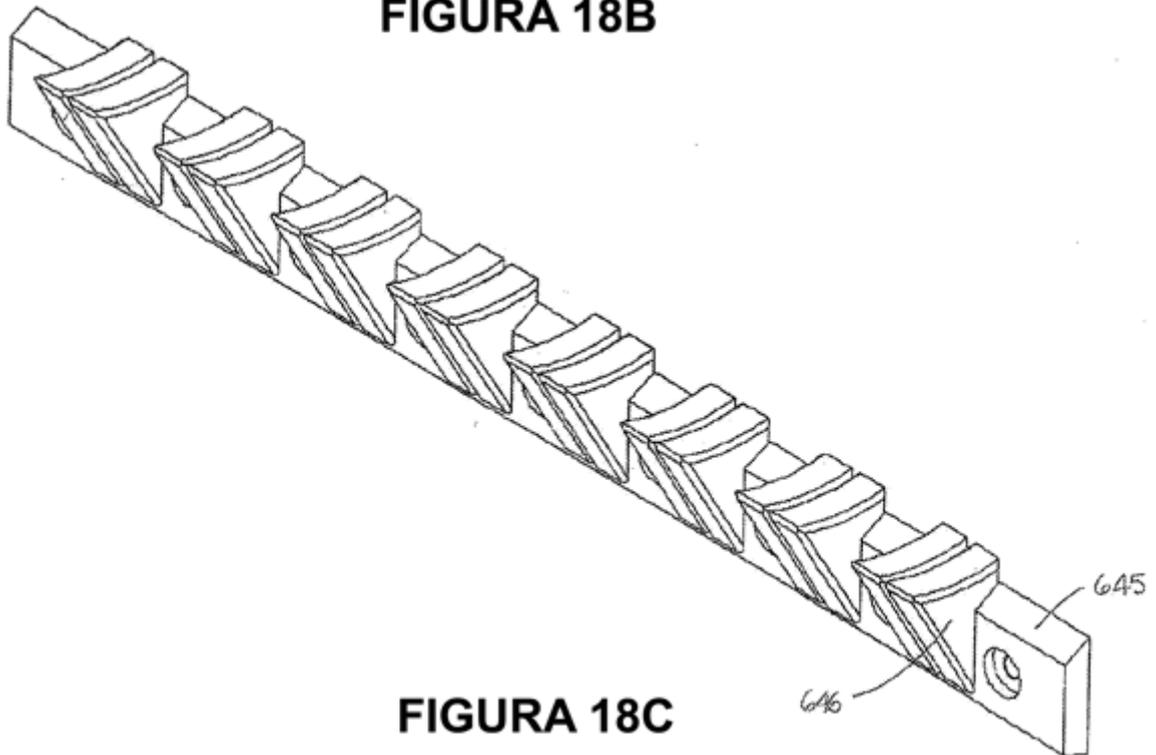


FIGURA 18C

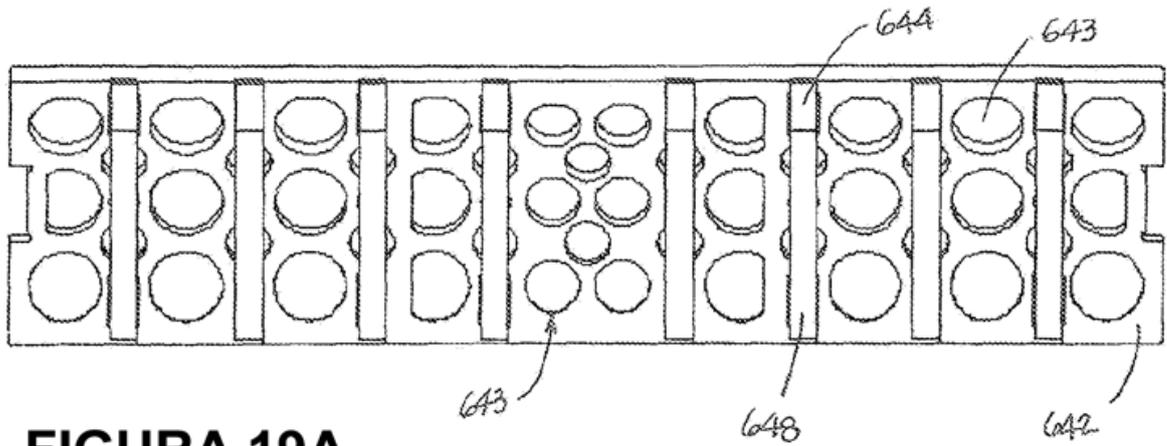


FIGURA 19A

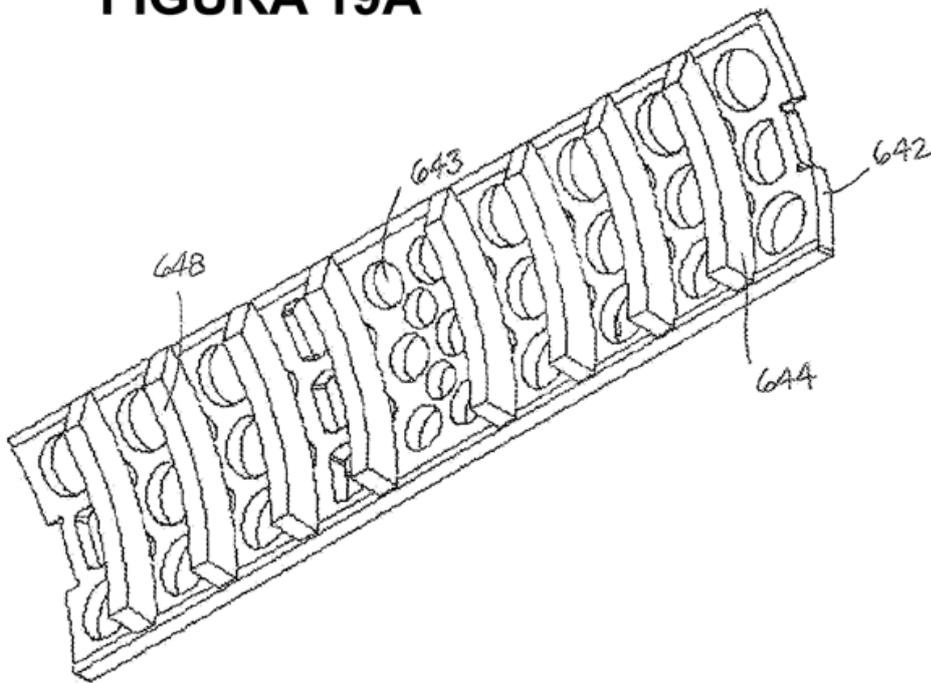


FIGURA 19B