



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 281 955**

51 Int. Cl.:
E01C 19/40 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **99308506 .7**

86 Fecha de presentación : **27.10.1999**

87 Número de publicación de la solicitud: **0997579**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **03.05.2000**

54 Título: **Aparato y método para el contorno tridimensional.**

30 Prioridad: **27.10.1998 US 179648**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.10.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.10.2007

73 Titular/es: **Somero Enterprises, Inc.**
82 Fitzgerald Drive
Jaffrey, New Hampshire 03452, US
Michigan Technological University

72 Inventor/es: **Kieranen, Carl B.;**
Hallstrom, Charles A.;
Simula, Glen R.;
Ruonavaara, Nils P. y
Waineo, James D.

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 281 955 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

Aparato y método para el contorno tridimensional.

Este invento se refiere en general a métodos y dispositivos para contorneo o suavizar hormigón recién vertido, arena, grava, basuras, u otros materiales susceptibles de ser extendidos sueltos y, más en particular, a un aparato y un método para el contorno y la colocación de tales materiales con un vehículo, ya sea situado adyacente a los materiales a ser contorneados, o ya sea conducido a través de los materiales a ser contorneados.

En el pasado, el enrasado o suavizado de hormigón no fraguado mediante máquinas de enrasar, ha quedado limitado principalmente a superficies planas, de una o dos dimensiones, con objeto de enrasar una superficie de hormigón tridimensional. Con objeto de enrasar una superficie de hormigón tridimensional, se requería que el aparato de enrasar siguiese formas predeterminadas o previamente establecidas, tales como alambres, planchas o carriles, estacionados a ambos lados de la superficie a ser enrasada. Cada extremo de la enrasadora seguiría la forma física predeterminada. Usando formas físicas previamente establecidas de diferentes formas o pendientes, a uno y otro lado de la superficie a ser enrasada, es posible crear una superficie lisa que tenga una curvatura tridimensional. El uso de formas físicas previamente establecidas, sin embargo, tiene varias desventajas.

La creación de las formas físicas es un proceso que requiere el empleo intensivo de mano de obra, que aumenta el tiempo y los gastos necesarios para establecer una superficie contorneada. Las formas físicas previamente establecidas son también típicamente solo aproximadas a la forma deseada de la superficie a ser contorneada, disminuyéndose por ello la calidad de la superficie contorneada. Por ejemplo, si la forma física consiste en un alambre, es virtualmente imposible definir una curvatura deseada. Por el contrario, el alambre se aproxima a la curvatura mediante una serie de segmentos rectos sucesivos. Estas y otras desventajas de las técnicas de enrasado de materiales han dado lugar al deseo de reducir la confianza puesta en las formas físicas previamente establecidas.

En el pasado, se han desarrollado máquinas de contornear materiales distintos al hormigón para contornear superficies tridimensionales sin el uso de formas físicas previamente establecidas. Estos dispositivos de seguimiento, sin embargo, requieren sensores de contacto para crear un perfil de la base de apoyo sobre la cual se coloca un material y se contornea. Estos dispositivos de seguimiento han estado también limitados al enrasado de tierras, al tendido de asfalto, o a otras tareas de nivelación de materiales distintos al hormigón. UN ejemplo de uno de tales dispositivos de seguimiento anterior se ha descrito en el documento US-A-5549412. En esa Patente se describe un dispositivo para perfilar y pavimentar superficies de asfalto en tres dimensiones. El dispositivo de pavimentar incluye un dispositivo de almacenamiento de datos para almacenar el perfil de la base de apoyo a ser contorneado. La precisión del perfil depende de las características de rozamiento y físicas del sensor de contacto con respecto a la base de apoyo. La naturaleza del contacto del sensor puede introducir errores en la creación del perfil, que no son deseables.

Algunas máquinas de nivelar de la técnica anterior

han sido también dependientes del perfil de la base de apoyo. Tales máquinas solamente pueden ser usada de un modo efectivo después de que haya do contorneada la base de apoyo, dándole la forma deseada. Esto aumenta la cantidad de trabajo que se requiere para enrasar una superficie de hormigón. Algunos dispositivos de seguimiento de nivelar de la técnica anterior han requerido también la generación del perfil haciendo pasar para ello los sensores sobre la subnivelación antes del paso de contorno. Este paso de generación del perfil puede dar por resultado imprecisiones adicionales, debido a errores de alineación del sensor de contacto durante el paso de contorno, si se compara con el paso de perfilado. Esto aumenta también las imprecisiones del sistema.

Otra desventaja de la técnica anterior está en el uso que se requiere de múltiples sensores para determinar la posición de la estructura de contorno en tres dimensiones. Por ejemplo, en el documento US-A-4807131, se describe un sistema de nivelación en el que se usa un haz de láser de referencia, en combinación con un par de codificadores de rueda. El haz de láser de referencia se usa para establecer la altura vertical de la hoja de nivelar, mientras que los codificadores miden la posición horizontal de la hoja de nivelar. El uso de múltiples sensores aumenta la complejidad y el coste que lleva asociado el sistema de nivelación, y no es por lo tanto deseable para muchas aplicaciones. Un objeto del presente invento es atenuar los problemas de la técnica anterior.

En el documento WO-A-9401812 se describe un sistema para controlar automáticamente una máquina para trabajar tierras o el suelo, de modo que se facilite la nivelación del terreno. Una estación de partida está anclada en un punto fijo adyacente a un área a ser trabajada y sigue a un reflector montado en la máquina. La estación de partida envía la posición en 3-D del reflector a un ordenador de control en la máquina, por un enlace por radio. Una hoja de aplanar carreteras de la máquina es controlada verticalmente con relación a una superficie objetivo mediante un ordenador de control, el cual calcula también continuamente la pendiente de la hoja de aplanar determinada por los datos de entrada de la superficie objetivo.

El presente invento, tal como queda definido en las reivindicaciones independientes 1, 38 y 46, proporciona un control del dispositivo de suavizar la superficie, un equipo con un sistema de control para una máquina de nivelar, y un método de suavizar, respectivamente, para contornear hormigón vertido no fraguado, arena, grava, basuras, o materiales susceptibles de ser extendidos fluidos o plásticos igualmente sueltos sobre el terreno, o bien sobre cubiertas suspendidas, estructuras de aparcamientos, u otras superficies. El presente invento proporciona un dispositivo y un método para contornear superficies curvadas tridimensionales, sin necesidad de formas físicas previamente establecida a ambos lados de la superficie a ser contorneada. El presente invento proporciona también un modo simple y eficaz de contornear superficies, que supera las imprecisiones de la medición de varias máquinas de la técnica anterior.

En las reivindicaciones subordinadas se mencionan varias características opcionales.

Una construcción preferida proporciona un sistema de control mejorado para controlar una máquina para contornear mientras se mueve un conjunto para contornear de la máquina sobre un área a ser contor-

neada. El sistema incluye un controlador para controlar la altura de un primer extremo del conjunto para contornear. Uno de un dispositivo de seguimiento y un objetivo, está situado en el primer extremo del conjunto para contornear, y el otro del dispositivo de seguimiento y el objetivo está situado a distancia del conjunto para contornear. El dispositivo de seguimiento sigue la posición del objetivo y mide la posición del objetivo en tres dimensiones, a medida que va siendo movido el conjunto sobre el área a ser contorneada. La medición del objetivo se usa por un controlador, el cual ajusta la altura del primer extremo del conjunto para contornear para que se corresponda con un perfil almacenado de la forma deseada de la superficie a ser contorneada.

Otra construcción preferida proporciona un dispositivo para contornear una superficie, que incluye un conjunto para contornear que tiene extremos primero y segundo. Un primer aparato de percepción está situado en un extremo del conjunto, mientras que un segundo aparato de percepción, que es diferente al primer aparato de percepción, está situado en el segundo extremo del conjunto. Un controlador ajusta la altura del primer extremo del conjunto en base a un perfil guardado en memoria, de la forma deseada, de la superficie a ser contorneada. El controlador ajusta la altura del segundo extremo del conjunto en base a la distancia entre el segundo extremo del conjunto y una superficie de referencia a lo largo de un lado del área a ser contorneada.

Otra construcción preferida proporciona un dispositivo para contornear una superficie que incluye un aguilón montado de modo móvil sobre una base. Un conjunto para contornear está montado en un extremo del aguilón opuesto a la base, y el conjunto tiene un primer y un segundo extremos que son ajustados independientemente por un sistema de control. Al ser movido el conjunto para contornear sobre el área a ser contorneada, el control independiente de los extremos primero y segundo del conjunto permite que el dispositivo contornee una superficie tridimensional.

Otra construcción preferida proporciona un conjunto para contornear para contornear una superficie a su forma deseada. El conjunto incluye un soporte que tiene extremos primero y segundo, un conjunto para contornear alargado, y un mecanismo de ajuste de la altura unido al soporte y al conjunto para contornear. El mecanismo de ajuste de la altura está adaptado para ajustar la altura del conjunto para contornear con respecto al soporte, en base a la forma deseada de la superficie a ser contorneada. El conjunto para contornear está unido a pivotamiento al soporte y controlado por un mecanismo de ajuste del pivotamiento que hace pivotar al conjunto para contornear alrededor de un eje de pivotamiento en base también a la forma deseada de la superficie a ser contorneada.

Un método preferido para contornear una superficie a una forma tridimensional deseada, incluye los pasos de guardar en una memoria de ordenador la forma tridimensional deseada y proporcionar un conjunto para contornear que tenga extremos primero y segundo. Al ser movido el conjunto para contornear sobre el área a ser nivelada, se determina la posición del primer extremo del conjunto para contornear en tres dimensiones. Se ajusta después la altura del primer extremo del conjunto para contornear para que se corresponda con la altura de la forma tridimensional deseada. También se determina la distancia entre el

segundo extremo del conjunto para contornear y una superficie de referencia al ser movido el conjunto para contornear sobre el área a ser contorneada, y se ajusta la altura del segundo extremo del conjunto para contornear para mantener una altura constante por encima de la superficie de referencia.

Otra construcción preferida proporciona un equipo para modificar una máquina de enrasar mono o bidimensional previamente existente, con objeto de permitir que la misma sea capaz de contornear superficies curvadas tridimensionalmente. El equipo está preferiblemente adaptado para uso con máquinas anteriores de nivelación uni o bidimensionales, las cuales incluyen un conjunto nivelador con extremos primero y segundo, que cada uno es controlado uniformemente por mecanismos de ajuste de la altura. El equipo incluye un objetivo para unir a ya sea el primero o ya sea el segundo de los extremos del conjunto de nivelar, y un dispositivo de seguimiento que sigue el objetivo y mide su posición en tres dimensiones. Va incluido un sistema de control en el equipo que opera cada mecanismo de ajuste de la altura, independientemente del otro, en base a la posición medida del objetivo. El control independiente de los mecanismos de ajuste de la altura permite que sea contorneada una forma curvada tridimensionalmente, si se desea. En diferentes realizaciones, el equipo puede incluir diferentes componentes. Por ejemplo, el equipo puede incluir una enrasadora segmentada, además de los componentes previamente relacionados, para permitir enrasar una superficie que se aproxime a una curvatura de más alto grado. En otras realizaciones, el equipo puede incluir un par de alambres para unir a dos puntos de referencia separados, un par de codificadores de distancia que miden la longitud de los alambres a medida que se vaya moviendo el conjunto nivelador o suavizamiento, y un par de codificadores de ángulos, que miden los ángulos definidos entre los alambres y el conjunto nivelador. Un sistema de control va incluido en el equipo que determina la posición del conjunto nivelador en base a la longitud de cada uno de los alambres desde los dos puntos de referencia.

Otra construcción preferida proporciona una máquina para contornear que comprende una enrasadora para materiales susceptibles de ser extendidos que incluyen hormigón vertido sin fraguar, un mecanismo de ajuste de la altura para ajustar la altura del enrasado en la máquina para contornear, un objetivo, un dispositivo de seguimiento que sigue el objetivo y mide la posición del objetivo en al menos dos dimensiones, uno del objetivo y el dispositivo de seguimiento situado en la máquina y el otro del objetivo y el dispositivo situado en un lugar a distancia de la máquina, y un controlador para controlar el mecanismo de ajuste de la altura en base a la posición del objetivo con respecto al dispositivo de seguimiento. La máquina puede ser hecha funcionar moviendo para ello la enrasadora sobre el material susceptible de ser extendido, y ajustando la altura de la enrasadora a medida que va siendo movida la enrasadora sobre el material susceptible de ser extendido, de tal modo que el material susceptible de ser extendido sea contorneado.

Otra construcción preferida proporciona un sistema de control de una máquina para contornear que comprende: un miembro de contornear que tiene extremos primero y segundo, adaptado dicho miembro de contornear para ser movido sobre un área a ser contorneada; un objetivo; un dispositivo de seguimiento

que sigue el objetivo y mide la posición de dicho objetivo en tres dimensiones al ser movido dicho miembro de contornear sobre el área a ser contorneada, estando uno de dicho objetivo y dicho dispositivo de seguimiento situado en dicho primer extremo de dicho miembro de contornear, y estando el otro de dicho objetivo y dicho dispositivo de seguimiento situado en una posición a distancia de dicho miembro de contornear; un perfil guardado en memoria de una superficie deseada a ser contorneada; y un controlador para controlar la altura de dicho primer extremo de dicho miembro de contornear, en que dicho controlador ajusta la altura de dicho primer extremo de dicho miembro de contornear como una función del perfil guardado en memoria, y la posición tridimensional de dicho primer extremo de dicho miembro de contornear.

Preferiblemente, dicho objetivo está situado en el primer extremo del miembro de contornear, y dicho dispositivo de seguimiento está situado a distancia de dicho miembro de contornear, incluyendo dicho dispositivo de seguimiento un transmisor para transmitir la información de posición tridimensional de dicho objetivo a dicho controlador. El sistema incluye, preferiblemente, un conjunto de sensor de proximidad montado en dicho segundo extremo de dicho miembro de contornear, que detecta la proximidad de dicho segundo extremo de dicho miembro de contornear a una superficie, y ajusta la altura de dicho segundo extremo de dicho miembro de contornear en base a la proximidad de dicho segundo extremo a dicha superficie.

Preferiblemente, dicho conjunto de sensor de proximidad incluye un sensor ultrasónico.

El sistema incluye además, preferiblemente: un segundo objetivo situado en dicho segundo extremo de dicho miembro de contornear; un segundo dispositivo de seguimiento que sigue dicho segundo objetivo y mide la posición de dicho segundo objetivo en tres dimensiones, situado dicho dispositivo de seguimiento en una posición a distancia de dicho miembro de contornear; y un segundo transmisor para transmitir dicha información de posición tridimensional de dicho segundo objetivo a dicho controlador, con lo que dicho controlador ajusta la altura de dicho segundo extremo de dicho miembro de contornear para que se corresponda con dicho perfil guardado en memoria independientemente de dicho primer extremo de dicho miembro de contornear.

Preferiblemente, dicho miembro de contornear está adaptado para nivelar hormigón no fraguado. Preferiblemente, dicho miembro de contornear está adaptado para vibrar.

Preferiblemente, dicho miembro de contornear es un conjunto que incluye una barrena situada adyacente a un lado de una viga de contornear vibratoria, orientada dicha barrena sustancialmente paralela a dicha viga de contornear vibratoria.

El sistema incluye, preferiblemente, un arado situado adyacente a un lado de dicha barrena opuesto a dicha viga de contornear vibratoria, de tal modo que dicha barrena está situada entre dicho arado y dicha viga de contornear vibratoria, estando dicho arado orientado sustancialmente paralelo a dicha barrena.

El sistema incluye, preferiblemente, un eje de pivotamiento orientado sustancialmente paralelo a dicha barrena, y un dispositivo de pivotamiento para hacer pivotar a dicha viga de contornear vibratoria,

a dicha barrena, y a dicho arado, alrededor de dicho eje de pivotamiento.

El sistema incluye, preferiblemente, un controlador de la inclinación, que activa dicho dispositivo de pivotamiento para inclinar dicha viga de contornear vibratoria, dicha barrena, y dicho arado, alrededor de dicho eje de pivotamiento, en base a dicho perfil guardado en memoria.

Preferiblemente, dicho controlador para controlar el primer extremo de dicho miembro de contornear incluye un cilindro de fluido para subir y bajar el primer extremo. El sistema incluye, preferiblemente, un segundo cilindro de fluido para subir y bajar dicho segundo extremo de dicho miembro de contornear.

El sistema incluye, preferiblemente, una base que tiene un aguilón en voladizo movable, sobre el cual está montado dicho miembro de contornear, estando adaptado dicho miembro de contornear para ser movido hacia dicha base en dicho aguilón, para extender y suavizar el hormigón no fraguado.

Preferiblemente, dicho miembro de contornear está montado telescópicamente en dicha base.

Preferiblemente, dicho dispositivo de seguimiento emite un haz de láser que es reflejado por dicho objetivo, de vuelta a dicho dispositivo de seguimiento, estando dicho dispositivo de seguimiento adaptado para determinar la distancia de dicho objetivo desde dicho dispositivo de seguimiento en base al haz de láser reflejado.

Preferiblemente, dicho objetivo incluye una fuente de infrarrojos y dicho dispositivo de seguimiento incluye sensores de infrarrojos para seguir dicho objetivo, con lo que se determina la posición angular de dicho objetivo.

El sistema incluye, preferiblemente, un mecanismo de ajuste del pivotamiento que hace pivotar a dicho miembro de contornear alrededor de un eje que se extiende transversal a la dirección del movimiento de dicho miembro de contornear, basado dicho pivotamiento en el perfil almacenado de la superficie a ser contorneada.

Otra construcción preferida proporciona un dispositivo de suavizamiento de la superficie que comprende: un conjunto para contornear que tiene un primer extremo y un segundo extremo; un perfil guardado en memoria de la forma deseada de la superficie; un primer aparato de percepción que percibe la posición y la altura de dicho primer extremo de dicho conjunto para contornear; un segundo aparato de percepción que percibe la altura de dicho segundo extremo de dicho conjunto para contornear, siendo dicho segundo aparato de percepción diferente a dicho primer aparato de percepción; y un controlador que ajusta la altura de dicho primer extremo de dicho conjunto para contornear en base a la posición y a la altura percibidas por dicho primer sensor y dicho perfil guardado en memoria, y que ajusta la altura de dicho segundo extremo de dicho conjunto para contornear en base a la distancia entre dicho segundo extremo de dicho conjunto para contornear y una forma física.

Preferiblemente, dicho conjunto para contornear incluye una enrasadora adaptada para enrasar hormigón no fraguado.

El dispositivo incluye, preferiblemente, una barrena situada adyacente a un lado de dicha enrasadora, estando dicha barrena orientada sustancialmente paralela a dicha enrasadora.

El dispositivo incluye, preferiblemente, un arado

situado adyacente a un lado de dicha barrena, opuesto a dicha enrasadora, de tal modo que dicha barrena está situada entre dicho arado y dicha enrasadora, estando dicho arado orientado sustancialmente paralelo a dicha barrena.

Preferiblemente, dicho conjunto para contornear está montado en un aguilón en voladizo desde una base, estando dicho conjunto para contornear adaptado para ser movido hacia dicha base en dicho aguilón, para extender y suavizar el hormigón no graduado.

Preferiblemente, dicho controlador ajusta la altura de dicho primer extremo de dicho conjunto para contornear, controlando para ello un cilindro de fluido unido a dicho primer extremo de dicho conjunto para contornear.

Preferiblemente, dicho controlador envía al menos un impulso de señal de control modulado en anchura a una válvula que controla el flujo de fluido a dicho cilindro hidráulico.

Preferiblemente, dicho primer aparato de percepción comprende: un objetivo situado en dicho primer extremo de dicho conjunto para contornear; un dispositivo de seguimiento que sigue el movimiento de dicho objetivo al ser movido dicho objetivo, estando dicho dispositivo de seguimiento adaptado para medir la posición de dicho objetivo en tres dimensiones; y un transmisor que transmite la medición de la posición en tres dimensiones a dicho controlador.

Preferiblemente, dicho segundo aparato de percepción comprende un sensor de proximidad situado en dicho segundo extremo de dicho conjunto para contornear.

Preferiblemente, dicho dispositivo de suavizamiento de la superficie incluye una base adaptada para ser situada adyacente a una superficie a ser suavizada, estando dicho conjunto para contornear montado para movimiento con respecto a dicha base mientras dicha base permanece estacionaria, con lo que dicha superficie es contorneada por dicho conjunto para contornear.

Preferiblemente, dicho primer aparato de percepción comprende un láser de seguimiento y un sensor de infrarrojos situado a distancia de dicha base y un objetivo situado en dicho primer extremo de dicho conjunto para contornear, estando dicho sensor de infrarrojos adaptado para percibir una fuente de infrarrojos o dicho objetivo, y estando dicho láser de seguimiento adaptado para seguir el movimiento de dicho objetivo.

Preferiblemente, dicho segundo aparato de percepción comprende un sensor ultrasónico.

Preferiblemente, dichos aparatos de percepción primero y segundo operan sin hacer contacto físico con el terreno.

Preferiblemente, dicho primer aparato de percepción utiliza satélites de posicionamiento global para percibir la posición y la altura de dicho primer extremo de dicho conjunto para contornear.

Otra construcción preferida proporciona un dispositivo para contornear superficies que comprende: una base, un aguilón montado de modo movable sobre dicha base; un conjunto para contornear montado sobre dicho aguilón, teniendo dicho conjunto para contornear un primer y un segundo extremos, montado dicho conjunto para contornear en dicho aguilón para movimiento con respecto a dicha base y adaptado para suavizar una superficie mientras está siendo movido sobre dicho aguilón mientras dicha base per-

manece estacionaria; y un sistema de control adaptado para ajustar independientemente las alturas de dichos extremos primero y segundo de dicho conjunto para contornear al moverse dicho conjunto para contornear, con lo que dicho conjunto para contornear es capaz de suavizar una superficie tridimensional.

Preferiblemente, dicho conjunto para contornear incluye una enrasadora vibratoria y una barrena dispuesta sustancialmente paralela a dicha enrasadora vibratoria.

El dispositivo incluye, preferiblemente, un mecanismo de ajuste del pivotamiento adaptado para hacer pivotar a dicha enrasadora vibratoria y a dicha barrena con objeto de adaptarse a la superficie tridimensional, estando dicho mecanismo de ajuste del pivotamiento adaptado para hacer pivotar a dicha enrasadora vibratoria y a dicha barrena alrededor de un eje sustancialmente paralelo a dicha enrasadora vibratoria y a dicha barrena.

Preferiblemente, dicho sistema de control comprende: un objetivo situado en uno de dicho primer extremo de dicho conjunto para contornear y un lugar alejado de dicho primer extremo de dicho conjunto para contornear; un dispositivo de seguimiento situado en el otro de dicho primer extremo de dicho conjunto para contornear y la posición alejada de dicho conjunto para contornear, midiendo dicho dispositivo de seguimiento la posición de dicho objetivo en tres dimensiones; y un sensor de medición de distancias unido en dicho segundo extremo de dicho conjunto para contornear.

Preferiblemente, dicho conjunto para contornear incluye una enrasadora vibratoria adaptada para vibrar y suavizar hormigón recién vertido.

Preferiblemente, dicho sistema de control comprende al menos dos cilindros de fluido adaptados para subir y bajar independientemente dicho primer y dicho segundo extremos de dicho conjunto para contornear.

Preferiblemente, dicho sistema de control incluye un sensor de medición de distancias para controlar la altura de uno de dicho primer y dicho segundo extremos de dicho conjunto para contornear.

Preferiblemente, dicho sensor de medición de distancias es uno de un sensor de láser y de un sensor de ultrasonidos.

Preferiblemente, dicho conjunto para contornear comprende una pluralidad de segmentos individualizados, unidos a pivotamiento entre sí, estando dicho sistema de control adaptado para ajustar las alturas de cada uno de dichos segmentos individualizados, con independencia de cada uno con respecto a los demás.

Preferiblemente, dicho sistema de control incluye un sensor de posición que mide la posición de dicho conjunto para contornear en tres dimensiones.

Preferiblemente, dicho sensor de posición comprende un primer y un segundo alambres, que tienen extremos primero y segundo; un par de puntos de referencia a los cuales están fijados el primer extremo de dicho primer y de dicho segundo alambres; un par de rodillos unidos a dicho conjunto para contornear, estando dichos alambres primero y segundo unidos a, y arrollados sobre, dichos rodillos en dicho segundo extremo, adaptados dichos rodillos para enrollar y desenrollar al ser movido dicho conjunto para contornear; un par de codificadores de medición de distancias, que miden el número de rotaciones de dichos rodillos como dicho conjunto para contornear nivelador;

y un par de codificadores de ángulos que miden los ángulos formados entre cada uno de dichos alambres primero y segundo y dicho conjunto para contornear.

Preferiblemente, el dispositivo incluye: un haz de láser que gira y define con ello un plano a una altura específica; y un sensor de láser dispuesto en dicho conjunto para contornear, que detecta la altura de dicho sensor de láser con respecto a dicho plano.

Preferiblemente, dicho sistema de control comprende: un dispositivo de seguimiento que sigue el movimiento de dicho conjunto para contornear y mide la posición de dicho conjunto para contornear en dos dimensiones; un haz de láser que gira y define con ello un plano a una altura específica; un sensor de láser dispuesto en dicho conjunto para contornear, que detecta la altura de dicho sensor de láser con respecto a dicho plano; y un giróscopo montado en dicho conjunto para contornear, que mide la orientación de dicho conjunto para contornear.

Otra construcción preferida proporciona una máquina para contornear para contornear una superficie a una forma deseada, que comprende: un soporte que tiene extremos primero y segundo; un conjunto para contornear alargado montado a pivotamiento en dicho soporte; un mecanismo de ajuste de la altura unido a dicho primer extremo de dicho soporte y a dicho conjunto para contornear, estando adaptado dicho mecanismo de ajuste de la altura para ajustar la altura de dicho conjunto para contornear con respecto a dicho soporte en base a dicha forma deseada; un eje de pivotamiento orientado paralelo a la dirección de alargamiento de dicho conjunto para contornear; y un mecanismo de ajuste del pivotamiento unido a dicho soporte y a dicho conjunto para contornear, estando adaptado dicho mecanismo de ajuste del pivotamiento para hacer pivotar el conjunto para contornear alrededor de dicho eje de pivotamiento en base a dicha forma deseada.

Preferiblemente, dicha forma deseada está guardada en la memoria de un ordenador.

La máquina incluye, preferiblemente, una barrena, un arado, y una enrasadora vibratoria, estando dispuesta dicha barrena entre dicho arado y dicha enrasadora vibratoria y unida a pivotamiento a dicho soporte, en que dicha barrena, dicha enrasadora vibratoria y dicho arado están adaptados para pivotar juntos.

La máquina incluye, preferiblemente, un segundo mecanismo de ajuste de la altura unido a dicho segundo extremo de dicho soporte, estando adaptado dicho segundo mecanismo de ajuste de la altura para ajustar la altura de dicha barrena con respecto a dicho soporte, en base a dicha forma deseada.

Preferiblemente, dicho mecanismo de ajuste de la altura incluye al menos un dispositivo de seguimiento de láser, que sigue un objetivo situado en dicho conjunto para contornear y mide la posición de dicho objetivo en tres dimensiones.

Preferiblemente, dicho mecanismo de ajuste de la altura incluye al menos un microprocesador configurado para calcular una señal de error entre dicha forma deseada y la posición medida del objetivo.

La máquina incluye, preferiblemente, un arado unido a pivotamiento a dicho soporte y a dicho mecanismo de ajuste del pivotamiento, con lo que dicho arado pivota con dicho conjunto para contornear.

Preferiblemente, dicho conjunto para contornear es una enrasadora vibratoria adaptada para nivelar hormigón no fraguado.

Un método preferido permite obtener el suavizado de una superficie con una forma tridimensional deseada, que comprende: guardar en la memoria de un ordenador dicha forma tridimensional deseada; proporcionar un conjunto para contornear que tiene un primer y un segundo extremos; mover dicho conjunto para contornear sobre dicha superficie tridimensional a ser suavizada; determinar la posición de dicho primer extremo de dicho conjunto para contornear en tres dimensiones al moverse dicho conjunto para contornear; ajustar la altura de dicho primer extremo de dicho conjunto para contornear para que se corresponda con la altura de dicha forma tridimensional deseada; determinar la altura de dicho segundo extremo de dicho conjunto para contornear desde una superficie independientemente de la determinación de la posición del primer extremo de dicho conjunto para contornear; y ajustar la altura de dicho segundo extremo de dicho conjunto para contornear para mantener una altura constante por encima de dicha superficie.

Preferiblemente, la determinación de la posición de dicho primer extremo de dicho conjunto para contornear en tres dimensiones comprende: situar un dispositivo de seguimiento en una localización estacionaria en una posición a distancia de dicho conjunto para contornear; seguir el lugar de dicho primer extremo de dicho conjunto para contornear con dicho dispositivo de seguimiento; y transmitir la localización de dicho primer extremo de dicho conjunto para contornear desde dicho dispositivo de seguimiento a un controlador que controla dicho primer extremo de dicho conjunto para contornear.

Preferiblemente, la transmisión de la localización de dicho primer extremo de dicho conjunto para contornear se efectúa mediante un enlace por radio entre dicho dispositivo de transmisión y dicho controlador.

Preferiblemente, la determinación de la altura de dicho segundo extremo de dicho conjunto para contornear desde la superficie, se realiza mediante un sensor de proximidad ultrasónico.

Preferiblemente, la determinación de la altura de dicho segundo extremo de dicho conjunto para contornear desde la superficie, se realiza mediante un sensor de proximidad de láser.

Preferiblemente, el paso de determinar la posición de dicho primer extremo de dicho conjunto para contornear en tres dimensiones comprende: medir la distancia de alejamiento de dicho conjunto para contornear desde dos puntos de referencia conocidos; medir la altura de dicho primer extremo de dicho conjunto para contornear con respecto a una altura de referencia conocida; medir los ángulos formados entre cada uno de dichos puntos de referencia y dicho conjunto para contornear; y calcular la posición de dicho primer extremo de dicho conjunto para contornear en base a las mediciones de la altura y de la distancia, y a las mediciones angulares.

Preferiblemente, el paso de medir la distancia de alejamiento de dicho conjunto para contornear desde dos puntos de referencia conocidos, comprende: fijar los extremos de dos alambres a dicho conjunto para contornear; fijar los otros extremos de dichos dos alambres a puntos de referencia separados y situados en lugares conocidos; y determinar la longitud de cada uno de dichos dos alambres desde dicho conjunto para contornear hasta cada uno de dichos puntos de referencia.

Preferiblemente, los pasos para determinar la posición de dicho primer extremo de dicho conjunto para contornear en tres dimensiones, comprenden: determinar la localización de dicho primer extremo de dicho conjunto para contornear en dos dimensiones con respecto a una primera referencia; y determinar la localización de dicho primer extremo de dicho conjunto para contornear en una tercera dimensión con respecto a una segunda referencia.

Preferiblemente, dichas referencias primera y segunda son dispositivo de seguimiento de emisión de láser.

Un método preferido hace posible suavizar material hasta darle una forma deseada, comprendiendo: proporcionar un objetivo; proporcionar un conjunto para contornear para el contorneo de dicho material, teniendo dicho conjunto para contornear extremos primero y segundo; proporcionar una base sobre la cual está montado de modo movable dicho conjunto para contornear; proporcionar un dispositivo de seguimiento que sigue dicho objetivo; guardar en memoria un perfil de la forma deseada del material a ser suavizado; situar uno de dicho objetivo y dicho dispositivo de seguimiento en un primer extremo de dicho conjunto para contornear, y el otro de dicho dispositivo de seguimiento y dicho objetivo en un lugar a distancia de dicho conjunto para contornear; mover dicho conjunto para contornear sobre dicho material; medir la posición del objetivo en tres dimensiones al moverse dicho conjunto para contornear; y ajustar la altura de dicho primer extremo de dicho conjunto para contornear como función del perfil guardado en memoria y de la posición tridimensional de dicho primer extremo de dicho conjunto para contornear.

Preferiblemente, dicho objetivo está situado en dicho primer extremo de dicho conjunto para contornear, y dicho dispositivo de seguimiento está situado a distancia de dicho conjunto para contornear.

El método incluye, preferiblemente: proporcionar un conjunto de sensor de proximidad montado en dicho segundo extremo de dicho conjunto para contornear; percibir la proximidad de dicho segundo extremo de dicho conjunto para contornear a una superficie; y ajustar la altura de dicho segundo extremo de dicho conjunto para contornear en base a su proximidad a dicha superficie.

Preferiblemente, dicho conjunto para contornear incluye una dimensión longitudinal, incluyendo además dicho método calcular una pendiente del perfil guardado en memoria en la dirección de movimiento del conjunto para contornear; mover dicho conjunto para contornear en una dirección transversal a dicha dirección longitudinal; e inclinar dicho conjunto para contornear alrededor de un eje paralelo a la dimensión longitudinal de dicho nivelador, estando basada dicha inclinación en la pendiente calculada del perfil guardado en memoria.

Preferiblemente, dicha medición de la posición del objetivo incluye: emitir un haz de láser desde dicho dispositivo de seguimiento a dicho objetivo; reflejar dicho haz de láser desde dicho objetivo de vuelta a dicho dispositivo de seguimiento; y detectar dicho haz de láser reflejado de vuelta desde dicho objetivo.

Preferiblemente, dicha medición de la posición del objetivo incluye, además, emitir una señal de infrarrojos desde dicho objetivo, detectar dicha señal de infrarrojos con dicho dispositivo de seguimiento; y ajustar la dirección en la que se emite dicho haz de

láser desde dicho dispositivo de seguimiento en base a dicha señal de infrarrojos detectada.

Otra construcción preferida proporciona un equipo para modificar una máquina de nivelar bidimensional convirtiéndola en una máquina para contornear tridimensional; teniendo dicha máquina para contornear tridimensional un conjunto nivelador con extremos primero y segundo, al menos un sensor para percibir una señal que define una altura de referencia, un par de mecanismos de ajuste de la altura dispuestos respectivamente en dichos extremos primero y segundo de dicho conjunto nivelador, y un controlador que controla uniformemente la altura de dichos extremos primero y segundo de dicho conjunto nivelador en base a dicha altura de referencia; comprendiendo dicho equipo: un objetivo adaptado para ser unido a uno de dichos extremos primero y segundo de dicho conjunto nivelador; un dispositivo de seguimiento que sigue a dicho objetivo al moverse dicho objetivo y que mide la posición de dicho objetivo en tres dimensiones; y un sistema de control que opera el mecanismo de ajuste de la altura de dicho conjunto nivelador independientemente del mecanismo de ajuste de la altura el citado segundo extremo de dicho conjunto nivelador en base a la posición medida de dicho objetivo, de tal modo que dicho conjunto nivelador es capaz de nivelar una superficie curvada tridimensionalmente.

Preferiblemente, dicho dispositivo de seguimiento está adaptado para medir la posición de dicho objetivo, emitiendo para ello un haz de láser que incide en dicho objetivo.

Preferiblemente, dicho objetivo incluye además un emisor de señales de infrarrojos y dicho dispositivo de seguimiento incluye además un sensor de infrarrojos que hace posible que dicho dispositivo de seguimiento apunte dicho haz de láser a dicho objetivo al moverse dicho objetivo.

El equipo incluye, preferiblemente, un sensor de proximidad adaptado para ser unido al otro de dichos extremos primero y segundo del conjunto nivelador, estando dicho sensor de proximidad adaptado para medir la distancia entre dicho sensor de proximidad y una referencia fija.

Preferiblemente, dicho sistema de control está adaptado para ajustar la altura de dicho primer extremo de dicho conjunto nivelador en base a dicha posición tridimensional de dicho objetivo, y para ajustar la altura de dicho segundo extremo de dicho conjunto nivelador en base a una salida de dicho sensor de proximidad.

Preferiblemente, dicho sistema de control incluye al menos un ordenador y al menos un dispositivo de memoria legible por ordenador, estando dicho ordenador programado para controlar la altura de dicho primer extremo de dicho conjunto nivelador en base a una comparación entre la posición de dicho objetivo y una posición almacenada en dicha memoria legible por ordenador.

Preferiblemente, dicho al menos un ordenador está además programado para controlar el paso de dicho conjunto nivelador al moverse dicho conjunto nivelador sobre un área a ser contorneada.

Preferiblemente, dicho sistema de control incluye al menos un ordenador y al menos un dispositivo de memoria legible por ordenador, estando dicho ordenador programado para controlar la altura de dicho primer extremo de dicho conjunto nivelador en base a una comparación entre la posición de dicho objetivo y

una posición guardada en dicha memoria legible por ordenador.

Preferiblemente, dicho sistema de control incluye un ordenador que está programado para controlar el paso de dicho conjunto nivelador al moverse dicho conjunto nivelador sobre un área a ser contorneada.

El equipo incluye, preferiblemente, un segundo objetivo y un segundo dispositivo de seguimiento para controlar el otro de dichos extremos primero y segundo de dicho conjunto.

Preferiblemente, dicho conjunto nivelador incluye una enrasadora dividida en segmentos, teniendo cada segmento dos extremos, estando adaptado el sistema de control para controlar independientemente la altura de cada uno de dichos extremos de dichos segmentos.

Otra construcción preferida proporciona un equipo para modificar una máquina niveladora bidimensional, convirtiéndola en una máquina para contornear tridimensional. Teniendo dicha máquina niveladora bidimensional un conjunto nivelador con extremos primero y segundo, al menos un sensor para percibir una señal que define una altura de referencia, un par de mecanismos de ajuste de la altura dispuestos respectivamente en dichos extremos primero y segundo de dicho conjunto nivelador, y un controlador que controla uniformemente la altura de dichos extremos primero y segundo de dicho conjunto nivelador en base a dicha altura de referencia; comprendiendo dicho equipo: un par de alambres extensibles, estando uno de esos alambres adaptado para ser unido por un extremo de dicho conjunto nivelador y por el extremo opuesto a uno de un par de puntos de referencia estacionarios, estando adaptado el otro de dichos alambres para ser unido por un extremo a dicho conjunto nivelador y por el extremo opuesto al otro de dicho par de puntos de referencia; un par de codificadores de distancia adaptados para determinar la extensión de cada uno de dichos alambres, respectivamente, desde dicho conjunto nivelador a dichos puntos de referencia, al moverse dicho conjunto nivelador sobre un área a ser contorneada; un par de codificadores de ángulo adaptados para medir los ángulos definidos entre dicho conjunto nivelador y dicho par de alambres extensibles; y un sistema de control adaptado para operar independientemente el mecanismo de ajuste de la altura en un extremo de dicho conjunto nivelador, independientemente del mecanismo de ajuste de la altura en el segundo extremo de dicho conjunto nivelador, en base a la extensión y a la orientación angular de cada uno de dichos alambres, tal como son medidas por dichos codificadores.

Otra construcción preferida proporciona una máquina para contornear, que comprende: una enrasadora para materiales susceptibles de ser extendidos, incluido el hormigón vertido, no fraguado; un mecanismo de ajuste de la altura para ajustar la altura de dicha enrasadora en dicha máquina para contornear; un objetivo; un dispositivo de seguimiento que sigue a dicho objetivo y mide la posición de dicho objetivo en el menos dos dimensiones, estando uno de dicho objetivo y dicho dispositivo de seguimiento situado en dicha máquina, y el otro de dicho objetivo y dicho dispositivo de seguimiento situado en un lugar estacionario, a distancia de dicha máquina; un controlador para controlar dicho mecanismo de ajuste de la altura en base a la posición de dicho objetivo con respecto a dicho dispositivo de seguimiento.

Preferiblemente, dicha enrasadora incluye además

una barrena que tiene un eje longitudinal orientado en general paralelo a un eje longitudinal de dicha enrasadora.

Preferiblemente, dicha enrasadora incluye además un miembro vibratorio que tiene un eje longitudinal orientado en general paralelo al eje longitudinal de dicha enrasadora, estando dicho miembro vibratorio situado en la parte trasera de dicha barrena, de tal modo que cuando dicha enrasadora se mueve sobre el material susceptible de ser extendido a ser contorneado, dicho miembro vibratorio sigue a dicha barrena.

Preferiblemente, dicha enrasadora incluye además un arado que tiene un eje longitudinal orientado en general paralelo a los ejes longitudinales de dicha barrena y de dicho miembro vibratorio, estando situada dicha barrena entre dicho arado y dicho miembro vibratorio.

Preferiblemente, dicha enrasadora está soportada en forma de voladizo por un aguilón montado sobre una base móvil.

Preferiblemente, dicho aguilón es retráctil y extensible con respecto a dicha base.

Preferiblemente, dicho aguilón se retrae y se extiende telescópicamente.

Preferiblemente, dicha enrasadora incluye extremos izquierdo y derecho, y dicho mecanismo de ajuste de la altura incluye un ajustador de la altura derecho y un ajustador de la altura izquierdo, en que dicho ajustador de la altura derecho controla la altura del extremo derecho de dicha enrasadora, y dicho ajustador de la altura izquierdo controla la altura del extremo izquierdo de dicha enrasadora, independientemente del ajustador de la altura derecho.

Preferiblemente, uno de dichos ajustadores de la altura derecho e izquierdo es controlado en base a la posición medida de dicho objetivo, y el otro de dichos ajustadores de la altura derecho e izquierdo es controlado en base a la salida de un sensor de proximidad situado adyacente a un extremo de la enrasadora.

Preferiblemente, dicho dispositivo de seguimiento utiliza un haz de láser para medir la posición de dicho objetivo en al menos dos dimensiones.

Preferiblemente, dicha enrasadora está adaptada para ser pivotable alrededor del eje longitudinal de dicha enrasadora.

Preferiblemente, dicha enrasadora está adaptada para ser pivotable alrededor de un eje longitudinal de dicha enrasadora, el cual está orientado en general perpendicular a una dirección en la cual dicha enrasadora se mueve sobre el material susceptible de ser extendido a ser contorneado.

Otro método preferido para proporcionar los materiales susceptibles de ser extendidos a contornear, incluido el hormigón vertido no fraguado, comprende: proporcionar una enrasadora; proporcionar un objetivo que proporciona un dispositivo de seguimiento que sigue y mide la posición de dicho objetivo en al menos dos dimensiones; unir uno de dicho objetivo y dicho dispositivo de seguimiento a dicha enrasadora; situar el otro de dicho objetivo y dicho dispositivo de seguimiento en un lugar estacionario a distancia de dicha enrasadora; mover dicha enrasadora sobre el material susceptible de ser extendido; y ajustar la altura de dicha enrasadora al ser movida dicha enrasadora sobre el material susceptible de ser extendido, de tal modo que el material susceptible de ser extendido sea contorneado.

El método incluye, preferiblemente, proporcionar

una barrena, orientar dicha barrena en general paralela a un eje longitudinal de dicha enrasadora, y hacer girar dicha barrena para mover el material susceptible de ser extendido a lo largo de dicha barrena, al moverse dicha enrasadora sobre el material susceptible de ser extendido.

El método incluye, preferiblemente, proporcionar un miembro vibratorio, orientar dicho miembro vibratorio paralelo a, y por detrás de, dicha barrena, y hacer vibrar dicho miembro vibratorio al moverse dicha enrasadora sobre el material susceptible de ser extendido.

El método incluye, preferiblemente, proporcionar un arado, orientar dicho arado en general paralelo a dicha barrena, y situar dicho arado adyacente a dicha barrena, en un lado opuesto a dicho miembro vibratorio.

El método incluye además, preferiblemente, soportar dicha enrasadora en voladizo en un aguilón montado sobre una base móvil.

El método incluye además, preferiblemente, mover dicho aguilón hacia dicha base con objeto de mover dicha enrasadora sobre el material susceptible de ser extendido.

El método incluye además, preferiblemente, proporcionar un ajustador derecho y uno izquierdo, ajustar la altura de un extremo derecho de dicha enrasadora con dicho ajustador derecho, y ajustar independientemente un extremo izquierdo de dicha enrasadora con dicho ajustador izquierdo.

El método incluye además, preferiblemente, medir la altura de un extremo de la enrasadora por encima de una estructura de referencia, controlar uno de los ajustadores derecho e izquierdo en base a la altura medida de la enrasadora, y controlar el otro de dichos ajustadores derecho e izquierdo en base a la posición del objetivo, tal como es medida por dicho dispositivo de seguimiento.

El método incluye además, preferiblemente, guardar en memoria un perfil del contorno deseado del material susceptible de ser extendido antes de contornear el material susceptible de ser extendido.

El método incluye además, preferiblemente, hacer pivotar dicha enrasadora alrededor del eje longitudinal de dicha enrasadora al moverse dicha enrasadora.

Preferiblemente, dicho pivotamiento de dicha enrasadora es controlado en base a dicho perfil guardado en memoria.

El método incluye además, preferiblemente, guardar en memoria un perfil del contorno deseado del material susceptible de ser extendido, hacer pivotar dicha enrasadora alrededor de un eje longitudinal de dicha enrasadora al moverse dicha enrasadora sobre el material susceptible de ser extendido en una dirección perpendicular a dicho eje, en que dicho pivotamiento está basado en dicho perfil guardado en memoria.

Otra construcción preferida proporciona un dispositivo para contornear y un método para contornear superficies curvadas tridimensionalmente, e incluye un conjunto para contornear que está soportado en los extremos opuestos por un par de cilindros de fluido. Los cilindros de fluido son controlados para subir y bajar los extremos del conjunto para contornear independientemente cada uno del otro, permitiendo con ello que el conjunto para contornear cree una superficie curvada tridimensionalmente al pasar sobre un área a ser contorneada. El control de uno de los cilindros de fluido está basado en una comparación de

la posición medida de un primer extremo del conjunto para contornear con un perfil de la superficie a ser nivelada, que está guardado en memoria de un ordenador. La medición de la posición del primer extremo del conjunto para contornear se consigue mediante un dispositivo de seguimiento que sigue a la posición de un objetivo situado en el primer extremo del conjunto para contornear, y el cual determina la posición tridimensional del objetivo. Un sensor de proximidad mide la posición del segundo extremo del conjunto para contornear desde una superficie, y da salida a una señal de control que ajusta la altura del segundo extremo del conjunto para contornear para que siga la superficie. Alternativamente, un segundo objetivo situado en el segundo extremo del conjunto para contornear es seguido por un segundo dispositivo de seguimiento para determinar la posición tridimensional del segundo extremo. El conjunto para contornear tiene, preferiblemente, un arado, una barrena giratoria, y una enrasadora vibratoria situados adyacentes y paralelos unos a otros según una orientación transversal a la dirección de movimiento del conjunto para contornear. El arado, la barrena giratoria, y la enrasadora vibratoria, son todos pivotables alrededor de un eje paralelo a su dirección longitudinal. Un controlador del pivotamiento y de la inclinación controla la inclinación del arado, de la barrena giratoria y de la enrasadora vibratoria, para seguir la pendiente del perfil guardado en la memoria del ordenador.

En consecuencia, los presentes dispositivo y método para contornear proporcionan, en realizaciones preferidas, mejoras y ventajas sobre los dispositivos de seguimiento y métodos de contornear anteriores. El invento permite, preferiblemente, suavizar una superficie curvada, ya sea uni, bi, o tridimensional, sin el uso de sensores de contacto, y también sin el uso de formas físicas previamente establecidas en ambos lados del dispositivo para contornear. El presente invento elimina con ello, preferiblemente, una cantidad sustancial de tiempo y de gastos en mano de obra, al tiempo que proporciona una mejor precisión en la superficie final contorneada. El uso de un solo dispositivo de medición para seguir la posición de un extremo del conjunto para contornear reduce además la complejidad y el coste de las realizaciones preferidas del invento. Las realizaciones preferidas no requieren hacer pasar el dispositivo sobre la superficie a ser contorneada antes del paso de contorneo real, reduciéndose con ello el número de pasos que intervienen en el proceso de contorneado. Además, el dispositivo para contornear no tiene, preferiblemente, que ser movido en una dirección predeterminada durante el proceso de contorneo, simplificándose por ello el procedimiento de contorneo. Realizaciones preferidas pueden suavizar una superficie, ya sea independientemente de la base de apoyo, o ya sea dependiendo de la base de apoyo, si se desea. Realizaciones preferidas pueden también ser usadas como un equipo para actualizar máquinas de nivelación existentes que sean únicamente capaces de suavizar superficies uni, o bidimensionales.

Estos y otros objetos, ventajas, fines y características del invento, se pondrán mejor de manifiesto del estudio de la descripción que sigue, considerada conjuntamente con los dibujos.

El presente invento puede ser puesto en práctica de varias formas y a continuación se describirán varias realizaciones preferidas, a modo de ejemplos, con

referencia a los dibujos que se acompañan, en los cuales:

La Fig. 1 es una vista en perspectiva de una primera realización preferida del dispositivo para contornear de acuerdo con el presente invento;

La Fig. 2 es una vista en alzado del dispositivo para contornear de la Fig. 1, en la que se ha ilustrado en línea de trazos el movimiento de un aguilón preferido del mismo;

La Fig. 3 es una vista en planta del dispositivo para contornear de la Fig. 1, en la que se ha ilustrado en línea de trazos el movimiento del aguilón;

La Fig. 4 es una ilustración esquemática del dispositivo para contornear y de un dispositivo de seguimiento preferido;

La Fig. 5 es un diagrama bloque de un sistema de control para controlar un primer extremo de un conjunto para contornear preferido en el dispositivo para contornear;

La Fig. 6 es un diagrama bloque de un sistema de control hidráulico preferido para el conjunto para contornear;

La Fig. 7 es una vista en perspectiva, en despiece ordenado, del conjunto para contornear;

La Fig. 8 es una vista en perspectiva, en despiece ordenado, fragmentaria, ampliada, de un conjunto de inclinación preferido para inclinar el conjunto para contornear;

La Fig. 9a es una vista en alzado, fragmentaria, ampliada, del conjunto para contornear preferido representado según una orientación de no girado.

La Fig. 9 es una vista en alzado, fragmentaria, ampliada, del conjunto para contornear representado tal como ha sido girado según una orientación a izquierdas;

La Fig. 9c es una vista en alzado, fragmentaria, ampliada, del conjunto para contornear representado tal como ha sido girado en un sentido a derechas;

La Fig. 10 (Fig. 10A y Fig. 10B) es un organigrama que ilustra un método preferido del presente invento para contornear una superficie tridimensional;

La Fig. 11 es un organigrama que ilustra un método preferido para crear un perfil guardado en memoria de la superficie deseada a ser contorneada;

La Fig. 12 es una vista en alzado, frontal de un dispositivo para contornear preferido, de acuerdo con una segunda realización del presente invento;

La Fig. 13 es una vista en planta de un dispositivo para contornear preferido, de acuerdo con una tercera realización del presente invento; y

La Fig. 14 es una vista en planta de un dispositivo para contornear preferido, de acuerdo con una cuarta realización del presente invento.

A continuación se describirán realizaciones preferidas específicas de acuerdo con el presente invento, a modo de ejemplos, con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que los números de referencia que son iguales corresponden a los mismos elementos en los diversos dibujos. En la Fig. 1 se ha representado un dispositivo o máquina para contornear 20 de acuerdo con el presente invento. La máquina para contornear 20 incluye una base 22 sobre la cual un operador 24 controla la máquina para contornear 20. La base 22 incluye una plataforma 38 sobre la cual está montado para rotación un bastidor superior 40. La base 22 puede ser movida llevándola a cualquier posición deseada mediante ruedas 42, las cuales son activadas por un motor incorporado en la base 22. La plataforma 38 es

plantada con seguridad en un lugar deseado mediante cuatro patas estabilizadoras 44, que son retráctiles cuando se conduce la máquina para contornear 20 a diferentes lugares. Un aguilón 26 está montado telescópicamente en un extremo frontal del bastidor superior 40. Una viga de soporte 27 está fijada al aguilón 26 en un extremo opuesto al bastidor superior 40. Un miembro de contornear incluye, preferiblemente, un conjunto para contornear 28 montado sobre el soporte 27 por medio de un cilindro hidráulico derecho y otro izquierdo 52 y 54, respectivamente. Los cilindros hidráulicos 52 y 54 suben y bajan independientemente los respectivos extremos primero y segundo del conjunto para contornear 28 con respecto al soporte 27. Aparte de los controles para controlar independientemente los extremos individuales del conjunto para contornear 28, e inclinarlo alrededor de un eje, tal como se ha representado en las Figs. 9a-c, la estructura de la máquina para contornear 20 es la misma que la descrita en el documento cedido en común US-A 4930935.

Cuando se haya de usar la máquina para contornear 20 para contornear una superficie, se sitúa adyacente a un área de material sin tratar 30 que haya de ser contorneado (Figs. 2 y 3). Para fines de estudio aquí en lo que sigue, se supondrá que el material 30 es hormigón recién vertido, no fraguado, y que la máquina para contornear incluye una enrasadora o unidad o miembro de contornear adaptado para extender, distribuir, suavizar, nivelar y/o aplanar tal hormigón no fraguado. Esta hipótesis es únicamente para fines de estudio, y se comprenderá que el material 30 puede ser cualquiera de entre una diversidad de otros materiales sueltos, nivelables, tales como basuras, arena, o tierra. También se comprenderá que, además, la máquina para contornear 20 puede ser usada para suavizar material 30 para que tenga una superficie uni, bi, o tridimensional. El miembro de contornear podría también ser una hoja u otro dispositivo para mover tierra o para mover material. En funcionamiento, el aguilón 26 está extendido hacia fuera del bastidor superior 40. Preferiblemente, se deposita el hormigón 30 en el área a ser contorneada antes de que sea extendido el aguilón 26. Después se extiende el aguilón 26 sobre el hormigón vertido, sin que haga contacto con el hormigón. Después se retrae el aguilón hacia y dentro del bastidor superior 40, mientras el conjunto para contornear 28 contornea el hormigón 30 no fraguado, al ser retraído el aguilón 26. Alternativamente, la máquina 20 puede ser movida a través del hormigón, o de otro material, tal como se expone en el documento US-A-4930936.

El conjunto para contornear 28 incluye un primer extremo o lado derecho 46 y un segundo extremo o lado izquierdo 48, tal como se ve desde la posición del operador 24 (Figs. 1-3). El soporte 27 se extiende entre los lados derecho e izquierdo del conjunto para contornear 28. El cilindro hidráulico derecho 52 está montado en el extremo primero o derecho 46 del soporte 27, y sube y baja de modo ajustable el lado derecho 46 del conjunto para contornear 28 con respecto al soporte 27. El cilindro hidráulico izquierdo 54 está montado en el extremo segundo o izquierdo 48 del soporte 27, y sube y baja de modo ajustable el extremo segundo o izquierdo 48 del conjunto para contornear 28, con respecto al soporte 27. Controlando independientemente el cilindro hidráulico derecho 52 y el cilindro hidráulico izquierdo 54, se puede ajus-

tar la pendiente cruzada del conjunto para contornear 28, tal como se desee, en un plano transversal a la dirección de movimiento del conjunto para contornear 28 cuando se retrae el aguilón 26. Ajustando la pendiente transversal del conjunto para contornear 28, se puede producir una superficie curvada tridimensional sobre un área dada grande, mediante la máquina para contornear 20. Alternativamente, ajustando la altura de los lados derecho e izquierdo 46 y 48 del conjunto para contornear 28 uniformemente, se puede crear una superficie uni o bidimensional.

El conjunto para contornear 28 incluye, preferiblemente, uno o más de un arado 32, una enrasadora o viga de contornear vibratoria 32, y una barrena giratoria 36 (Figs. 1, 2, 7 y 9a-9c). El arado 32, la enrasadora 34, y la barrena 36, se extienden todos en general paralelos entre sí y están orientados transversalmente a la dirección de movimiento del conjunto para contornear 28, al ser éste extendido y retraído mediante el aguilón 26. El arado 32, la barrena 36, y la enrasadora 34, están todos montados en una viga central 29 que se extiende paralela al arado 32, la barrena 36 y la enrasadora 34. El arado 32 está situado en un lado delantero 41 del conjunto para contornear 28 (cuando está siendo retraído el aguilón 26) y sirve para empujar el exceso de hormigón fuera de la barrena 36 y de la enrasadora vibratoria 34, al tiempo que determina también la nivelación inicial del hormigón u otro material 30. La barrena 36 está situada entre el arado 32 y la enrasadora 34, y se extiende hacia abajo en aproximadamente 19 mm más que el arado 32. Un motor 43 unido al lado izquierdo 48 de la viga central 29 hace girar a la barrena 36. La barrena 36 gira y mueve el exceso de hormigón o material 30 en una dirección desde el lado izquierdo 48 hacia el lado derecho 46, aunque puede también usarse movimiento en el sentido opuesto, desde el lado derecho 46 hacia el lado izquierdo 48. La enrasadora o la viga de contornear vibratoria 34 está situada adyacente a una barrena 36. La enrasadora vibratoria 34 está construida para vibrar por medio de un sistema de motor contrapesado excéntricamente, tal como se ha descrito en el documento cedido en común US-A-4930935, y suaviza el hormigón no curado al pasar sobre el área a ser contorneada, después de que el arado 32 y la barrena 36 hayan retirado el exceso de hormigón y extendido y distribuido el hormigón, en general uniformemente, a través de la trayectoria de recorrido del conjunto 28. La enrasadora 34 se extiende hacia abajo en aproximadamente 6 mm más que la barrena 36.

El conjunto nivelador 28 puede también incluir, si se desea, un miembro de aplicación oscilante (no representado) del tipo descrito y expuesto en el documento cedido en común US-A-8 183 160, titulado "Aparato y método para enrasar que incorpora un accesorio oscilante", presentada con fecha 31 de marzo de 1998, y en el documento EP-A-0953683. Como se describe en ellos, un miembro de aplicación oscilante está situado entre la barrena 36 y la enrasadora 34, y orientado en general paralelo a ellos. El miembro oscilante oscila en su dirección longitudinal, paralela al conjunto para contornear 28, y sirve además para suavizar y distribuir el hormigón antes de la nivelación final de la enrasadora 34.

Un objetivo 56 está situado encima de del cilindro hidráulico derecho 52 (Figs. 1-5). El objetivo 56 comprende una fuente de calor de infrarrojos y espejo de reflexión de láser de cubo en esquina. La posi-

ción del objetivo 56 e seguida por un dispositivo de seguimiento de infrarrojos 58 (Figs. 4-5) al ser movido el conjunto para contornear 28 sobre la superficie a ser contorneada. En la realización actualmente preferida, el dispositivo de seguimiento 58 emite un haz de láser 60 que es reflejado por el objetivo 56, de vuelta al dispositivo de seguimiento 58. A partir del haz reflejado, el dispositivo de seguimiento 58 calcula la distancia entre sí mismo y el objetivo 56. El dispositivo de seguimiento 58 incluye además servomotores y sensores de infrarrojos, que controlan la orientación del haz de láser emitido 60, de tal modo que éste irá detrás (es decir, seguirá) al objetivo 56 a donde quiera que sea movido éste. A partir de la distancia medida al objetivo 56 y de los ángulos medidos por el dispositivo de seguimiento 58, con los cuales se ha emitido el haz de láser 60 desde el dispositivo de seguimiento 58, el dispositivo de seguimiento 58 es capaz de calcular la posición del objetivo 56 en tres dimensiones (por ejemplo, X, Y y Z) a partir de un punto de referencia conocido. El dispositivo de seguimiento 58 incluye además un transmisor por radio, que transmite la posición medida del objetivo 56 a un receptor 62 en la base 22. En la realización actualmente preferida, el dispositivo de seguimiento 58 proporciona una medición actualizada de la posición del objetivo 58, aproximadamente cuatro veces por segundo. Esta frecuencia de la actualización de la medición de la posición ha sido comprobado que es suficiente en la realización actual. Pueden usarse, por supuesto, otras frecuencias. El dispositivo de seguimiento 58 es un dispositivo que se encuentra en el comercio, tal como el sistema de seguimiento automático-control de máquina (ATS-MC) que puede obtenerse de la firma Geotronics/Spectra-Precision de Dayton, Ohio (EE.UU.), y la estructura interna no se describirá aquí con mayor detalle. El objetivo 56 es una combinación de receptor de láser de cubo de esquina y fuente de calor de infrarrojos, que también se encuentra en el comercio conjuntamente con el dispositivo de seguimiento 58. Un objetivo aceptable para la puesta en práctica de las realizaciones preferidas del presente invento es el fabricado por la firma Geotronics/Spectra-Precision de Dayton, Ohio (EE.UU.) como modelo N° "Tracker Target" (RMT 380). También pueden ser aceptables otros sistemas de seguimiento y medición del objetivo que se encuentran en el comercio.

La posición del objetivo 56, tal como es medida por el dispositivo de seguimiento 58, es transmitida a través de un módem de radio 64 (Fig. 5) a un sistema de control 55, para controlar el lado derecho 46 del conjunto para contornear 28. El sistema de control 55 recibe la información de posición transmitida en un segundo módem de radio 66 en la máquina para contornear 20. El módem de radio 68 comunica la información de posición a través de un puerto de comunicaciones 68, el cual envía la información de posición a un procesador de seguimiento 70. El procesador de seguimiento 70 toma la información de posición recibida del dispositivo de seguimiento 58 y traslada la información de posición desde el bastidor de referencia del dispositivo de seguimiento 58 al bastidor del lugar de referencia. El dispositivo de seguimiento 58 solamente mide la información de posición con respecto a sí mismo, y el procesador 70 convierte ésta en información de posición con respecto al lugar a ser nivelado. La traslación de las coordenadas de referencia a los bastidores está basada en un procedimiento de

inicialización que se emprende antes de contornear, el cual se describe con más detalle en lo que sigue. El procesador de seguimiento 70 da salida a la información de posición trasladada (X, Y, y Z) a un procesador principal 72. El procesador principal 72 tiene acceso al perfil de la forma deseada de la superficie a ser contorneada, guardada en alguna forma de memoria, tal como en una RAM (Memoria de Acceso Directo), no representada. El procesador principal 72 compara la información de posición trasladada, recibida desde el procesador de seguimiento 70, con la información de coordenadas del perfil guardado en memoria de la superficie a ser contorneada. El procesador principal 72 calcula entonces la diferencia en la altura medida (eje Z) del lado derecho 46 del conjunto para contornear 28 y la altura correspondiente deseada (eje Z) en el perfil guardado en memoria. Como ejemplo, si el procesador de seguimiento 70 transmite al procesador principal 72 la información de lugar medida de X=10, Y=15, y Z=5, el procesador principal 72 buscará el perfil guardado en memoria para la coordenada Z guardada en memoria (altura) en el lugar X=10 e Y=15. El procesador principal 72 comparará entonces la coordenada Z (coordenada de la altura) guardada en memoria con la coordenada medida en el eje Z recibida del procesador de seguimiento 70. La diferencia entre estas dos coordenadas según el eje Z, representa un error de la altura del lado derecho 46 del conjunto para contornear 28. En este ejemplo, su la coordenada del eje Z guardada en memoria para X=10 e Y=15 es de 3, entonces la señal de error será de 2.

El procesador principal 72 transmite la señal de error a un procesador 74 modulado en anchura de impulsos. El procesador 74 modulado en anchura de impulsos genera una señal modulada en anchura de impulsos que es proporcional a la señal de error que recibió del procesador principal 72. La señal modulada en anchura de impulsos es dada de salida a una de dos válvulas de solenoide 86 y 88 que controlan el cilindro hidráulico derecho 52 (Figs. 5-6). Las válvulas de solenoide 86 y 88 controlan el flujo de aceite en el sistema hidráulico 80 de la máquina para contornear 20. La altura del lado derecho 46 del conjunto para contornear 28 se ajusta con ello para que se corresponda actualmente con el perfil guardado en memoria de la superficie a ser contorneada. El control del cilindro hidráulico derecho 52 es independiente del control del cilindro hidráulico izquierdo 54, el cual se describe en lo que sigue.

Los cilindros hidráulicos derecho e izquierdo 52 y 54 son controlados por un solo sistema hidráulico 80, ilustrado en la Fig. 6. El sistema hidráulico 80 incluye una bomba hidráulica 82 y un colector 84, que se ramifica a los cilindros hidráulicos derecho e izquierdo 52 y 54. Una válvula de solenoide de subir derecha 86 controla el flujo de fluido hidráulico al cilindro derecho 52, de tal modo que se sube el cilindro derecho 52. La válvula de solenoide de bajar derecha 88 controla el flujo de fluido hidráulico al cilindro derecho 52, de tal modo que se baja el cilindro derecho 52. La válvula de solenoide de bajar izquierda 90 y la válvula de solenoide de subir izquierda 92 controlan igualmente la subida y la bajada del cilindro hidráulico izquierdo 54, respectivamente. Como se ha descrito en lo que antecede, las válvulas de solenoide derechas 86 y 88 son controladas por un sistema de control 55 representado en la Fig. 5. Las válvulas de solenoide izquierdas 90 y 92 son controladas en base a la sali-

da de un sensor 78 de medición de la distancia, que se describe en lo que sigue. Las válvulas de solenoide 86, 88, 90, 92 pueden ser cualesquiera de las válvulas hidráulicas, accionadas por solenoide, usuales, las cuales son hechas funcionar eléctricamente para ya sea abrir por completo o ya sea cerrar por completo. Alternativamente, las válvulas de solenoide 86, 88, 90, 92 pueden ser válvulas de solenoide hidráulicas proporcionales que ajusten de modo variable entre las posiciones de completamente abierta y completamente cerrada, en proporción al voltaje eléctrico aplicado.

El cilindro hidráulico izquierdo 54 es controlado por un sistema de control separado del usado para controlar el cilindro hidráulico derecho 52. El cilindro hidráulico izquierdo 54 es controlado en base a una distancia detectada por un sensor de proximidad o un sensor de medición de la distancia 78, unido al lado izquierdo 48 del conjunto para contornear 28 (Figs. 1, 2 y 9a, 9c). El sensor 78 de medición de la distancia mide su distancia vertical por encima de cualquier superficie o forma de referencia sobre la que esté situado. Típicamente, el sensor 78 de medición de la distancia estará situado por encima de una sección de hormigón previamente contorneada. Sin embargo, el sensor 78 de medición de la distancia puede ser situado, alternativamente, sobre cualquiera de entre una diversidad de diferentes formas físicas predeterminadas. En uno u otro caso, el sensor 78 de medición de la distancia proporcionará una señal que represente su distancia desde la superficie que esté debajo del mismo. La señal proporcionada por el sensor 78 de medición de la distancia es comunicada a un controlador separado (no representado) que ajusta la altura del lado izquierdo 48 del conjunto para contornear 28, con objeto de mantenerla en una altura deseada. El controlador para el lado izquierdo 48 del conjunto para contornear 28 ajusta la altura del lado izquierdo 48, controlando para ello el cilindro hidráulico izquierdo 54. El sensor 78 de medición de la distancia, juntamente con su controlador asociado, asegura que la superficie contorneada por la máquina para contornear 20 se corresponderá suavemente con una superficie previamente contorneada a la izquierda de, y adyacente a, la superficie que esté siendo actualmente contorneada. En la realización actualmente preferida, el sensor 78 de medición de la distancia es un sensor ultrasónico, que puede ser del tipo lanzado al mercado por la firma Spectra-Physics de Dayton, Ohio (EE.UU.) como modelo N° ST2-20. Se comprenderá, sin embargo, que el sensor 78 de medición de la distancia puede ser cualquiera de entre una diversidad de sensores basados en tecnologías diferentes, tal como sensores de láser, sensores mecánicos, o de otros tipos.

Como se ve mejor en la Fig. 8, el conjunto para contornear 28 está montado, preferiblemente a pivotamiento, alrededor de un par de ejes de pivotamiento ortogonales en cada extremo del conjunto para contornear 28, con respecto a la viga de soporte 27, por medio de un conjunto de inclinación 83. La estructura mecánica para inclinar el conjunto para contornear 28 es la misma que la descrita en el documento cedido en común US-A-4930935. Cada conjunto de inclinación 83 incluye un yugo de pivotamiento rectangular 85, que está ajustado entre partes espaciadas lateralmente de un par de placas extremas 87, 87a, y que está asegurado para movimiento de pivotamiento en un plano vertical sobre un eje en general horizontal 118, que se extiende paralelo a la dirección del alargamiento del

conjunto para contornear 28, por medio de pernos de sujeción 89 y casquillos 91 que pasan a través de placas extremas 87, 87a, y del yugo de pivotamiento 85 (Figs. 7 y 8). Un cilindro de fluido hidráulico 95 está asegurado a pivotamiento a las placas extremas verticales 87, 87a, por medio de un eje de pivotamiento 97 que se extiende lateralmente asegurado a un extremo del cilindro y montado a pivotamiento en casquillos 99 que se extienden hacia dentro desde las placas extremas 87, 87a. Una barra cilíndrica 101 se extiende desde el extremo opuesto del cilindro de fluido 95 y está asegurada por un pasador de pivote 103 entre un par de placas verticales espaciadas 105, las cuales están aseguradas rígidamente a un extremo del yugo de pivotamiento 85. El eje de pivotamiento horizontal 118 proporcionado por el yugo 85 y los pernos y casquillos 89, 91, están alineado verticalmente y centrado por encima del eje de rotación de la barrena 36. En consecuencia, el funcionamiento del cilindro de fluido 95 para retraer la barra cilíndrica 101, produce la rotación de sentido a izquierdas del conjunto para contornear 28 alrededor del eje 118 sobre los pernos y casquillos 89, 91, como se ha ilustrado en la Fig. 9b, subiendo con ello el arado 32 y bajando la enrasadora vibratoria 34 (paso 119 de la Fig. 5). La extensión de la barra cilíndrica 101 hace subir a la enrasadora vibratoria 34, y bajar el arado 32, al producir rotación de sentido a derechas alrededor del eje de pivotamiento horizontal (paso 117 de la Fig. 5; Fig. 9c). En uno u otro caso, puesto que la barrena giratoria 36 está alineada verticalmente con el eje de pivotamiento 118, la rotación a través del cilindro de fluido 95 origina poca variación en la posición o en la altura de la barrena giratoria 36. Una colocación en posición precisa del arado 32 por delante de la barrena 36 y de la enrasadora vibratoria 34, evita que se desgarré la superficie de hormigón, lo cual podría por lo demás producirse si el arado 32 siguiese a la barrena 36. También se impide el desgarramiento de la superficie contorneada suavizada manteniendo para ello una relación vertical constante entre el arado 42, la barrena 36, y la enrasadora vibratoria 34, a pesar de cualquier desviación del aguilón 26 originada por la gravedad, o bien por superficies de trabajo inclinadas. La máquina para contornear 20 puede estar también equipada con un sistema de autonivelación, tal como el que se ha descrito en el documento cedido en común US-A-4930935. El sistema de autonivelación se emplea cuando se haya de suavizar una superficie esencialmente plana.

Se comprenderá que se pueden sustituir los cilindros 95 por otras fuentes alternativas de potencia, para hacer girar el conjunto para contornear 28 sobre el eje 118, tales como motores hidráulicos que hagan girar a barras roscadas que encajen en miembros pivotables en los yugos 85.

El conjunto para contornear 28 está montado sobre una viga de soporte 27 de un conjunto nivelador rectilíneo sujeta a la cara inferior del aguilón 26, de tal modo que la viga de soporte 27 se extiende paralela a la extensión axial del conjunto para contornear 28 (Fig. 8). En los lados izquierdo y derecho del soporte 27, están montados respectivamente cilindros hidráulicos derecho e izquierdo 52 y 54. Cada cilindro hidráulico incluye un tubo cilíndrico que se extiende verticalmente 53, a través del cual está montado para deslizamiento un tubo de elevación interior 57 sobre cojinetes metidos a presión dentro del tubo 53. El extremo inferior de cada tubo de elevación interior 57

incluye un pie de pivotamiento tubular 61 (Fig. 8) que es ligeramente menor que la dimensión longitudinal interna del yugo de pivotamiento 85, de tal modo que puede ser asegurado a pivotamiento dentro del yugo 85 mediante un perno de pivote 63. El perno de pivotamiento 63 pasa a través del yugo en una dirección perpendicular a la dirección horizontal de alargamiento del conjunto para contornear 28, y el eje de pivotamiento horizontal 118 constituido por pernos 89 y casquillos 91 descritos en lo que antecede. Los pernos de pivotamiento 63 en uno u otro extremo del conjunto para contornear en los tubos de elevación 57, permiten que sea ajustada la inclinación lateral del conjunto para contornear, subiendo y bajando para ello tubos 57. Por consiguiente, la inclinación o pendiente lateral de la viga de soporte 27, y por lo tanto se pueden ajustar del arado 32, la barrena 36, y la enrasadora vibratoria 34 montados sobre ella, con respecto a la viga 27, para varias pendientes y contornos del terreno, permitiendo con ello contornear una superficie curvada tridimensionalmente sobre un área relativamente grande.

En la Fig. 10 se han representado en forma de organigrama los pasos de la operación de la máquina para contornear 20. Un paso inicial 94 requiere la creación de un mapa de ordenador del perfil de la superficie deseada a ser contorneada. La información del perfil de la superficie puede tomarse de ya sean los datos de medición reales del lugar de trabajo (paso 120), o bien pueden estar basados en los datos de arquitectura de un plano teórico del lugar de trabajo (paso 122). Con independencia de su fuente, el mapa del perfil de la superficie es luego cargado y guardado en memoria de un ordenador incorporado en la máquina para contornear 20 durante el paso inicial 96. En lo que sigue se describe un ejemplo del algoritmo general para crear ese perfil, aunque se comprenderá que se pueden usar una diversidad de diferentes algoritmos, dentro del alcance del invento.

En el paso 98 de inicialización, se determina la localización del dispositivo de seguimiento 58 con respecto al lugar (Fig. 10). El paso 98 de inicialización se requiere debido a que el dispositivo de seguimiento 58 puede ser situado en cualquier lugar dentro de un radio de aproximadamente 1 milla (1,6 km) a la vista de la superficie a ser contorneada. Sin conocer la posición del dispositivo de seguimiento 58 con relación al lugar, la información de posición transmitida desde el dispositivo de seguimiento 58 no tendría valor alguno para la máquina para contornear 20. Por lo tanto, se debe determinar la posición del dispositivo de seguimiento 58 con relación al lugar de trabajo. Aunque el paso 98 de inicialización puede realizarse en una diversidad de formas, una forma aceptable es la de llevar un objetivo portátil 56A (no representado) a varias localizaciones de lugares conocidos y leer y registrar las mediciones producidas por el dispositivo de seguimiento 58. Tomando al menos tres de tales mediciones, se puede establecer la correlación entre el bastidor de referencia del dispositivo de seguimiento 58 y el bastidor de referencia del lugar de trabajo.

Después de la inicialización, la retracción del aguilón 26 inicia el movimiento del conjunto para contornear 28 sobre el área a ser contorneada. Al moverse el conjunto para contornear 28 sobre la superficie a ser contorneada, se mide continuamente la localización tridimensional (es decir, los valores de X, Y, y Z) del objetivo 56, mediante el dispositivo de se-

guimiento 58 (paso 100) (Fig. 10). La posición del objetivo 56 con relación al dispositivo de seguimiento 58 es transmitida al procesador de seguimiento 70, donde esa información de posición es trasladada al bastidor de referencia del lugar (paso 102). La traslación del paso 102 está basada en la información obtenida durante el paso 98 de inicialización. En el paso 104, el procesador principal 72 consulta la altura (valor Z) del perfil almacenado correspondiente a la localización en X, Y del objetivo 56, tal como viene determinada por el dispositivo de seguimiento 58. A partir del perfil del mapa del lugar de trabajo guardado en memoria, el procesador principal 72 determina qué valor Z del objetivo 56 deberá corresponder a la localización de X, Y. El procesador principal 72 compara entonces el valor Z deseado del perfil guardado en memoria con el valor Z medido transmitido desde el dispositivo de seguimiento 58.

En el paso 106 (Fig. 10), el procesador principal 72 calcula una señal de error de altura, que es la diferencia entre el valor Z deseado del perfil del mapa del lugar de trabajo guardado en memoria y el valor Z medido del dispositivo de seguimiento 58. La señal de error es transmitida desde el procesador principal 72 al procesador 74 modulado en anchura de impulsos. En el paso 107, el procesador 74 modulado en anchura de impulsos calcula una señal de control modulada en anchura de impulsos que es transmitida a ya sea la válvula de solenoide de subir derecha 86, o ya sea la válvula de solenoide de bajar derecha 88, dependiendo del signo de la señal de error. La anchura de la señal modulada en anchura de impulsos corresponde a la magnitud de la señal de error calculada por el procesador principal 72. La anchura de la señal modulada en anchura de impulsos es también dependiente del signo de la señal de error calculada por el procesador principal 72, ya que se han de medir volúmenes diferentes de fluido hidráulico, dependiendo de qué dirección (lado del émbolo hacia arriba o lado del émbolo hacia abajo) del cilindro hidráulico 52 haya de ser movido. El movimiento hacia arriba o hacia abajo del cilindro hidráulico derecho 56 hace que se mueva el lado derecho 46 del conjunto para contornear 28 hacia arriba o hacia abajo, independientemente del lado izquierdo 48. La máquina para contornear 20 es por ello capaz de no solamente contornear superficies planas, sino también superficies curvadas que se aproximen a ser tridimensionales.

Además de la capacidad de ajuste vertical del conjunto para contornear 28 a través de los cilindros hidráulicos 52 y 54, el conjunto para contornear 28 puede ser también hecho pivotar o inclinado alrededor de un eje 118, como se vio anteriormente (Figs. 9a-9c). Después del paso 102, se ajusta opcionalmente la inclinación (es decir, el paso) del conjunto para contornear 28 en base al perfil del mapa del lugar de trabajo guardado en memoria de la superficie a ser contorneada (Fig. 10). El control de la inclinación del conjunto para contornear 28 se efectúa, opcionalmente, por pasos 104B, 110 y 112, mediante el ordenador 72. Los pasos 104B, 110 y 112, son opcionales, ya que la máquina para contornear 20, en una realización, puede no incluir la capacidad de inclinar el conjunto para contornear 28. En el paso 104B, el ordenador 72 determina la pendiente real del conjunto para contornear 28 con relación al lugar de trabajo. La determinación de la pendiente real del conjunto para contornear 28 mediante el ordenador 72 puede conseguirse por cual-

quiera de entre una diversidad de sensores conocidos, para medir la inclinación. En el paso 110, el procesador principal 72 calcula la pendiente del perfil guardado en memoria para el lugar actual del objetivo 56. En el paso 112, el procesador principal 72 da salida a una señal de control de la inclinación digital a un cuadro 114 de DAC (Conversión de Digital a Analógica), el cual convierte la señal digital en una señal analógica en la realización actual del invento. El cuadro DAC 114 pasa luego la señal de control de inclinación analógica a un controlador de la inclinación 116 (Fig. 5). La señal de control de la inclinación altera la inclinación del conjunto para contornear 28, como se ha ilustrado en las Figs. 9a-9c. Si la pendiente del perfil guardado en memoria es horizontal, no se inclina el conjunto para contornear 28, como se ha ilustrado en la Fig. 9a. Si la pendiente del perfil guardado en memoria es positiva en la dirección en que se mueve el conjunto para contornear 28, se hace girar a izquierdas (pendiente positiva) el conjunto para contornear 28, como se ha ilustrado en la Fig. 9b. La extensión de la rotación se corresponde con la pendiente del perfil guardado en memoria. Si el perfil guardado en memoria tiene pendiente en el sentido opuesto, se inclina el conjunto para contornear 28 en sentido a derechas (pendiente negativa) como se ha ilustrado en la Fig. 9c. De nuevo, el grado de rotación se corresponde con la pendiente del perfil guardado en memoria. La inclinación del conjunto para contornear 28 permite que la máquina para contornear 20 suavice una superficie que se corresponda con mayor precisión con el perfil deseado.

El procesador de seguimiento 70, además de efectuar las traslaciones del cuadro de referencia, vigila las transmisiones recibidas desde el dispositivo de seguimiento 58. Si el procesador de seguimiento 70 no recibe una transmisión del dispositivo de seguimiento 58 durante un tiempo que exceda de 2 a 5 segundos, el procesador de seguimiento 70 llega a la conclusión de que el dispositivo de seguimiento 58 ha perdido la pista del objetivo 56. El dispositivo de seguimiento 70 da salida a una señal correctora, que da instrucciones al dispositivo de seguimiento 58 para que conmute a un modo de búsqueda. La señal correctora pasa a través del puerto de comunicaciones 68 al módem de radio 66, donde es transmitida por radio al dispositivo de seguimiento 58. Cuando el dispositivo de seguimiento recibe la señal correctora, conmuta a un modo de búsqueda. En el modo de búsqueda, el dispositivo de seguimiento 58 mueve a un ojo sensor de infrarrojos (no representado) sobre el área donde fue últimamente detectado el objetivo 56 en un esfuerzo para volver a localizar el objetivo 56 y su fuente de calor de infrarrojos. El modo de búsqueda es parte de los dispositivos de seguimientos disponibles comercialmente que son adecuados para uso en el presente invento. El algoritmo usado para controlar el movimiento del haz de láser 60 cuando el dispositivo de seguimiento 58 está en el modo de búsqueda, puede alterarse con respecto al incorporado en el dispositivo de seguimiento disponible comercialmente, si se desea. Si el dispositivo de seguimiento 56 no vuelve a localizar el objetivo 56 en el modo de búsqueda, el procesador de seguimiento 70 envía una señal al procesador principal 72. La señal puede, o bien originar la retracción del aguilón 26 para pararlo automáticamente, o bien puede presentar un mensaje en una pantalla de presentación, que indique que todavía no ha sido hallado el

objetivo, permitiendo al operador tomar manualmente la acción apropiada. Si el dispositivo de seguimiento 58 no vuelve a localizar el objetivo 56 dentro del tiempo asignado, el dispositivo de seguimiento 58 conmuta fuera del modo de búsqueda y reanuda su funcionamiento normal de seguimiento y transmisión de la posición del objetivo 56 al procesador de seguimiento 70.

En la Fig. 11 se ha ilustrado la creación del perfil deseado a ser contorneado. El perfil puede ser entrado en un ordenador, ya sea directamente a partir de las mediciones 120 del lugar 6, como alternativa, a partir de las entradas 122 del usuario, en base a los dibujos de ingeniería o a alguna otra compilación previamente creada del perfil deseado. En uno u otro caso, la información es dada de entrada a un archivo 124 que guarda en memoria los valores de X, Y y Z para cada uno de los puntos, o nodos, que sean entrados en el ordenador. Se debe dar entrada en el archivo 124 a suficientes nodos como para definir la forma de la superficie a ser contorneada. El ordenador puede, o bien ser el ordenador que está incorporado en la máquina para contornear 20, que comprende el procesador principal 72, un teclado 73 y una pantalla de presentación 75, o bien puede ser un PC ordinario, u otro ordenador programado como aquí se ha visto.

Del archivo 124 de nodos, un usuario selecciona tres o cuatro de esos nodos para definir una superficie en el paso 126. Esos tres o cuatro nodos pueden definir la superficie entera a ser contorneada, o bien pueden definir solamente una parte de la superficie a ser contorneada, dejando el resto de la superficie para que quede definida mediante la selección de nodos adicionales (véase el paso 126). En base a los nodos seleccionados, el ordenador crea una superficie, ya sea plana o ya sea curvada, que une los nodos seleccionados (paso 128). Si solamente se han seleccionado tres nodos, el ordenador calcula tres líneas que unen esos tres nodos, creando con ello un triángulo y definiendo un plano. Si el número de nodos que hayan sido seleccionados es de cuatro, entonces el ordenador divide los nodos en dos pares y calcula una línea que conecte cada par. El ordenador calcula después dos líneas adicionales que unen cada par de nodos a cada otro par, para definir con ello un cuadrilátero. En el paso 128, el ordenador calcula todas las alturas, o valores de Z, para las áreas circunscritas por el triángulo o el cuadrilátero. Los valores de Z calculados son presentados en el paso 130. En el paso 132, se guarda en la memoria del ordenador el perfil calculado, para uso por la máquina para contornear 20. Se hace retornar el control del proceso de creación del perfil al paso 126, donde un usuario puede seleccionar nodos adicionales para crear superficies adicionales, o bien completar de otro modo el perfil. Cuantos más nodos se seleccionen, tanto más compleja puede ser la curvatura del perfil. Aunque el cálculo de los triángulos o los cuadriláteros que unen los nodos seleccionados, juntamente con los valores de Z definidos por esas formas, se han descrito como utilizando el cálculo de líneas, se comprenderá que se pueden usar otros algoritmos de cálculo, dentro del alcance del invento, tales como el cálculo de arcos, por interpolación, con junquillo de trazar curvas, o por cualquier otra técnica adecuada.

El perfil generado de la forma deseada de la superficie a ser contorneada puede o bien seguir el perfil de la base de apoyo, o bien ser independiente de la base

de apoyo. Si la superficie contorneada ha de ser independiente de la base de apoyo, se seleccionan nodos que tengan cualquier valor de Z que se desee, sin tener en cuenta la base de apoyo. Las variaciones en la altura de la base de apoyo se mostrarán como variaciones en el grosor del hormigón contorneado. Si el perfil ha de seguir la forma de la base de apoyo, se crea el perfil seleccionando para ello nodos que estén situados a una altura constante, deseada, por encima de la base de apoyo. Como alternativa, se pueden seleccionar los nodos que definen la base de apoyo, y se puede añadir automáticamente, en software, una altura predeterminada (correspondiente al grosor del hormigón) a cada uno de los valores de Z para los nodos. En uno u otro caso, la superficie contorneada del hormigón u otro material seguirá los contornos de la base de apoyo.

El control independiente del lado derecho 46 y del lado izquierdo 48 del conjunto para contornear 28, permite que la máquina para contornear 20 contornee una superficie curvada tridimensionalmente, si se desea. Si los lados derecho e izquierdo, 46 y 48, son controlados para que permanezcan a la misma altura durante todo el proceso de enrasado, se puede enrasar una superficie bidimensional. Si los lados derecho e izquierdo 46 y 48 son controlados para que tengan alturas diferentes en todo el proceso de enrasado, se puede enrasar una superficie curvada tridimensionalmente. La unidad 78 de medición de la distancia asegura que el lado izquierdo 48 del conjunto para contornear 28 seguirá una superficie de referencia, tal como una sección de hormigón previamente enrasada, o bien otra superficie como se desee, tal como la del terreno, u otra forma física. Si se enrasan secciones paralelas de hormigón, la unidad 78 de medición de la distancia asegura que las nuevas secciones sean enrasadas sin solución de continuidad con las secciones enrasadas existentes adyacentes. Se comprenderá que el objetivo 256 y la unidad 78 de medición de la distancia pueden ser intercambiadas a lados opuestos, si es deseable. También se comprenderá que la unidad 78 de medición de la distancia en el lado izquierdo 48 puede ser o bien sustituida o bien suplementada con otro objetivo 256a que sea seguido por otro dispositivo de seguimiento, como se ha ilustrado en la Fig. 12.

En la Fig. 12 se ha ilustrado una realización alternativa de la máquina para contornear o enrasadora 220. Las partes que se corresponden con la realización anterior tienen como referencias los mismos números, aumentados en 200. En esta realización, se ha incluido un objetivo adicional 256a en el segundo extremo o lado izquierdo 248 del conjunto para contornear 228. Se puede usar un segundo dispositivo de seguimiento 258 (no representado) para seguir un segundo objetivo 256a. Cuando se usa de esta manera, no es necesario usar la unidad 278 de medición de la distancia, ni está presente el requisito de una forma o superficie previamente establecida a lo largo de un lado de la superficie. El control para el cilindro hidráulico izquierdo 254 es el mismo que el que se ha descrito en lo que antecede con respecto al cilindro hidráulico derecho 52. Como alternativa, se puede usar la unidad 278 de medición de la distancia cuando se desee controlar el cilindro hidráulico izquierdo 54. La máquina enrasadora 220 tiene por lo tanto la opción de controlar el lado izquierdo 48 del conjunto para contornear 28 con referencia a ya sea un perfil guardado en memoria o ya sea una forma física previamente es-

tablecida, dependiendo de que sea lo más adecuado para la aplicación.

La máquina para contornear 220 puede ser también modificada para incluir una pluralidad de objetivos intermedios 256n y 256c (Fig. 12). En esta realización alternativa, la máquina para contornear 220 incluye un conjunto para contornear 228 que está dividido en segmentos 239a-c, los cuales están conectados a pivotamiento entre sí. Cada extremo de cada segmento 239, o la unión de pivotamiento entre dos segmentos, es controlado independientemente por un objetivo separado 256 montado en un cilindro hidráulico. Se usa un dispositivo de seguimiento 258 separado para cada objetivo 256. El uso de un conjunto para contornear segmentado 228 permite un más alto grado de curvatura lateral (es decir, de lado a lado) de aproximación a la superficie contorneada. Alternativamente, se puede controlar la altura de cada segmento por referencia a la altura relativa de los segmentos vecinos. En esta variante, solamente se usa un único objetivo y dispositivo de seguimiento, en vez de un objetivo separado y un dispositivo de seguimiento para cada segmento.

En todavía otra realización, la máquina para contornear 320 utiliza un dispositivo de seguimiento 358 en combinación con un haz de láser 359 que es hecho girar para definir un plano horizontal (Fig. 13). En esta realización, el dispositivo de seguimiento 358 determina solamente la localización X, Y del primer extremo o lado derecho 346 del conjunto para contornear 328. El lado derecho 346 del conjunto para contornear 328 incluye un objetivo 356 que es seguido por el dispositivo 358. La altura, o posición Z, del lado derecho 346 del conjunto para contornear 328 se determina mediante la incidencia del haz de láser giratorio 359 sobre un par de matrices de láser móviles verticalmente (no representadas). Las matrices de láser consisten en una matriz vertical de receptores o sensores de láser. Una de las matrices de láser está situada en el lado derecho 346 de la máquina para contornear 320, mientras que la otra matriz está situada en el segundo extremo o lado izquierdo 348. Se controla la posición vertical de cada una de las matrices de láser para asegurar que uno al menos de los sensores en la matriz vertical permanece en el plano definido por el haz de láser giratorio 359. El haz de láser 359 incidirá sobre uno o más de los sensores de láser que sean de la misma altura que el haz de láser 359. Determinando cual es el sensor de láser en el que se incide, la matriz de sensores de láser permite que sea determinada la altura de los lados del conjunto para contornear con respecto al plano horizontal creado por el haz de láser 359. La posición X, Y del lado izquierdo 348 del conjunto para contornear 328 se determina a partir de la salida de un giróscopo direccional (no representado) montado sobre el conjunto para contornear 328. El giróscopo direccional está montado según una orientación tal que produce una señal indicadora de la dirección horizontal del conjunto para contornear 328 (por ejemplo, norte, sur, etc.). Esta señal direccional permite que sea añadido un vector a las localizaciones X, Y y Z del lado derecho 346 del conjunto para contornear 328, para determinar con ello la posición del lado izquierdo 348 del conjunto para contornear 328. En resumen, se determina la posición X, Y del lado derecho 346 a partir del dispositivo de seguimiento 358 y del objetivo 356 montado en el lado derecho 346. Se determina la posición Z tanto

del lado derecho como del lado izquierdo, 346 y 348, a partir del plano de láser de referencia creado por el haz de láser giratorio 359 y que es percibido por el par de matrices de sensores a cada lado del conjunto para contornear 328. La posición Z del lado izquierdo 348 se determina a partir del giróscopo, en combinación con la localización conocida del lado derecho 346. La máquina para contornear 320 tiene la ventaja de no requerir un dispositivo de seguimiento 358 que pueda seguir el objetivo 356 en tres dimensiones. El dispositivo de seguimiento 358 puede ser, por lo tanto, un dispositivo más simple y económico que el dispositivo de seguimiento 58. La máquina para contornear 320 incluye una base 322 y un aguilón telescópico 326, y se usa igualmente para suavizar hormigón no fraguado, 330, u otro material susceptible de ser extendido suelto hasta darle una forma o contorno deseado. Al igual que con la máquina para contornear 20, el hormigón u otro material 331 se contornea ya sea independientemente del, o con referencia al, sub-nivel 333.

En todavía otra realización, representada en la Fig. 14, la máquina para contornear o enrasadora 420 utiliza un par de alambres 435a, 435b unidos por un extremo al centro del conjunto para contornear 428. Los otros extremos de los alambres 435 son unidos en puntos de referencia 437a y b, respectivamente, los cuales están en una localización conocida. Los alambres están hechos, preferiblemente, de titanio o de otro material suficientemente resistente. Un haz de láser 459 es hecho girar para definir un plano horizontal que es detectado por una matriz vertical de sensores de láser (no representados) en el conjunto para contornear 428, que es similar a la matriz de receptores en la máquina 320 anterior. La matriz vertical de sensores de láser permite determinar la altura del conjunto para contornear 428. Al ser movido el conjunto para contornear 428 por el aguilón telescópico 426, se desenrollan los alambres 435a y b. En los arrollamientos de cada alambre 435a, 435b, están situados un par de codificadores de medición de la distancia, y los codificadores permiten que la máquina para contornear 420 calcule la distancia en que se haya extendido cada alambre desde los puntos de referencia 437a, b. Mediante el cálculo de la longitud desenrollada de los alambres 435a, b, se calcula la posición del conjunto para contornear 428. Un par de codificadores de ángulos están también situados en los alambres 435a, 435b y miden los ángulos entre cada alambre y el conjunto para contornear 428. A partir de la información angular proporcionada por los dos codificadores de ángulos, juntamente con la longitud del conjunto para contornear, se puede determinar la posición X, Y de cada extremo del conjunto para contornear. Las posiciones de los lados derecho e izquierdo 446, 448 del conjunto para contornear 428 son comparadas por un microprocesador, u otro dispositivo electrónico adecuado, con la posición deseada guardada en memoria en el perfil de la superficie a ser contorneada. En base a la diferencia entre las posiciones medidas y las posiciones deseadas, se ajustan los cilindros hidráulicos derecho e izquierdo 452 y 454 mediante un controlador (no representado) para que sigan el perfil deseado. El controlador puede comprender uno o más microprocesadores y válvulas para el sistema hidráulico, tal como se ha representado en la Fig. 5, o bien otra forma adecuada. Se puede determinar la dirección del movimiento del nivelador 428 (es decir, la

norte, la sur, etc.) en un paso de calibración cuando la dirección no cambie durante el paso de nivelación, o bien puede ser determinada dinámicamente mediante un giróscopo o por otros medios adecuados, o bien puede determinarse a partir de los cambios de posición de la niveladora al moverse ésta.

También se comprenderá que, en cualquiera de las realizaciones descritas en lo que antecede, se pueden conmutar las localizaciones del dispositivo de seguimiento 58 y el objetivo 56. En otras palabras, el objetivo 56 puede ser un objetivo estacionario situado fuera de la máquina 20, en un lugar conocido, mientras que el dispositivo de seguimiento 58 está situado integrado en la máquina para contornear 20. En esta configuración alternativa, se elimina la necesidad de transmitir por radio la información de posición medida por el dispositivo de seguimiento 58, ya que el dispositivo de seguimiento 58 está ya a bordo de la máquina para contornear. El dispositivo de seguimiento 58 estaría situado a bordo de la máquina para contornear 20 en cualquier lugar donde fuese capaz de detectar el movimiento de un extremo del conjunto para contornear 28 con respecto al objetivo 56. En otra variante, los microprocesadores 70, 72 y 74 pueden ser también situados fuera del vehículo, en un ordenador separado, si se desea. En tal situación, solamente se transmite a la máquina 20 la señal modulada en anchura de impulsos del procesador 74, juntamente con la señal de control de inclinación del procesador 72.

En otra realización (no representada) el dispositivo de seguimiento 58 y el objetivo 56 han sido sustituidos por un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) o Sistema de Posicionamiento Global Diferencial (DGPS). El receptor de GPS o de DGPS está situado ya sea en el mismo lugar que el objetivo 56, o ya sea en cualquier otro lugar adecuado en el lado derecho 46 del conjunto para contornear 28. El receptor de GPS o de DGPS detecta su movimiento en tres dimensiones al ser movido el conjunto para contornear 28 sobre el material a ser contorneado. La información de posición tridimensional del receptor de GPS o de DGPS se comunica al procesador de seguimiento 70 y es utilizada de la misma manera que se utiliza la información de posición del objetivo 56.

En todavía otra realización, el presente invento es un equipo para actualizar máquinas de nivelación o suavizamiento existentes, con objeto de dotarlas de la capacidad de contornear superficies curvadas tridimensionalmente. Este equipo se usa, preferiblemente, con máquinas de nivelación existentes, tales como la descrita en el documento US-A-4930935. Tales máquinas de nivelación existentes incluyen un conjunto nivelador que es controlado uniformemente por sus dos extremos, nivelando por lo tanto únicamente superficies curvadas uni o bidimensionalmente. Las máquinas existentes incluyen típicamente un par de sensores de láser dispuestos en los extremos del conjunto nivelador. Un haz de láser giratorio está situado en un lugar a distancia de la máquina niveladora, a una altura designada. Al girar el haz de láser, el láser define un plano situado a una altura designada por encima de la superficie a ser suavizada. El par de sensores se extienden en una dirección vertical, y detectan el haz de láser giratorio. Sobre la base de dónde incida el haz de láser en los sensores, se determina la altura de la niveladora con respecto al haz de láser giratorio. Después se ajusta la altura de la niveladora para que se corresponda con la altura deseada de la superficie

a ser suavizada. El equipo incluye el objetivo 56, que puede estar situado o bien en el conjunto nivelador, o bien a distancia de la máquina niveladora. El equipo incluye también el dispositivo de seguimiento 58 que está situado en el lugar opuesto al del objetivo 56, es decir, ya sea en el conjunto nivelador, o a distancia de éste. Hay además incluido en el equipo un sistema de control 67 (Fig. 5) para controlar independientemente los lados derecho e izquierdo del conjunto nivelador, transformando con ello el conjunto en un conjunto para contornear, tal como el conjunto para contornear 28. El sistema de control 67 controla también el pivotamiento o la inclinación de la niveladora, como se ha explicado en lo que antecede en el caso de que el conjunto para contornear esté montado a pivotamiento. El sistema de control puede, o bien controlar un par de cilindros hidráulicos 52 y 54, basándose solamente en la posición de uno o más objetivos 56, o bien puede controlar los cilindros 52 y 54 basándose en la combinación de la posición del objetivo 56 y la salida del sensor de proximidad 78. El sensor de proximidad 78 está también incluido en el equipo, si un extremo del conjunto para contornear 28 ha de seguir una forma física. Si la máquina niveladora incluye un conjunto nivelador con una inclinación ajustable, el sistema de control 67 puede ser programado para controlar la inclinación del conjunto nivelador en base a la pendiente de la superficie a ser suavizada.

El equipo puede incluir también otros componentes cuando se use para modificar una máquina niveladora existente, convirtiéndola en una de las realizaciones alternativas anteriormente descritas. Por ejemplo, el equipo puede incluir un conjunto nivelador segmentado, en el cual la altura de cada uno de los segmentos del conjunto sea ajustable individualmente, permitiendo con ello que pueda ser contorneado un mayor grado de curvatura tridimensional. Tal equipo para un conjunto nivelador segmentado puede también incluir objetivos y dispositivo de seguimiento adicionales a ser usados para medir la posición de cada uno de los segmentos. La posición de cada segmento se alimenta a un sistema de control que controla cada segmento individual. En otras realizaciones, el equipo puede incluir un par de alambres extensibles que van montados por un extremo en el conjunto nivelador y unidos por sus otros extremos a dos puntos de referencia separados. Tal equipo incluye, además, un par de codificadores de distancia que miden la longitud de los alambres, y un par de codificadores de ángulos que miden los ángulos definidos por los alambres y el conjunto nivelador. Está incluido un sistema de control que calcula la posición del conjunto nivelador en base a la longitud de los alambres, y ajusta la altura de los extremos de la niveladora independientemente, permitiendo con ello que la máquina niveladora anteriormente existente contornee superficies tridimensionales.

Aunque se ha descrito el presente invento en términos de las realizaciones preferidas representadas en los dibujos y consideradas en la anterior memoria descriptiva, comprenderán quienes sean expertos en la técnica que el presente invento no queda limitado a esas realizaciones preferidas particulares, sino que incluye todas y cada una de tales modificaciones en cuanto estén dentro del alcance del presente invento, tal como éste queda definido por las reivindicaciones que se acompañan.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de control de un dispositivo para suavizar una superficie, que comprende: un conjunto para contornear (28; 228; 328; 428) que tiene un primer extremo (46; 246; 346) y un segundo extremo (48; 248; 348); estando provisto el sistema de control de un controlador (70; 72; 74) dispuesto para ajustar la altura de dicho primer extremo de dicho conjunto para contornear en base a la posición y la altura percibidas por un primer aparato de percepción (56, 58; 256; 358, 359; 435a, 435b, 437a, 437b, 459) y un perfil almacenado, con lo que dicho conjunto para contornear es capaz de suavizar una superficie tridimensional; **caracterizado** porque el sistema de control está dispuesto para ajustar la altura de dicho segundo extremo (48) de dicho conjunto para contornear, independientemente, en base a la distancia entre dicho segundo extremo de dicho conjunto para contornear y una referencia física.

2. Un sistema según la reivindicación 1, en el que dicho conjunto para contornear incluye una enrasadora (34) adaptada para enrasar hormigón no fraguado; que incluye, preferiblemente, una barrena (36) situada adyacente a un lado de dicha enrasadora, orientada dicha barrena sustancialmente paralela a dicha enrasadora; que incluye, preferiblemente, un arado (32) situado adyacente a un lado de dicha barrena opuesto a dicha enrasadora, de tal modo que dicha barrena está entre dicho arado y dicha enrasadora, orientado dicho arado sustancialmente paralelo a dicha barrena; y preferiblemente en el que dicho conjunto para contornear está montado en un aguilón (26; 326; 426) en voladizo desde una base (22; 322; 422), adaptado dicho conjunto para contornear para ser movido hacia dicha base en dicho aguilón para extender y suavizar el hormigón no fraguado.

3. Un sistema según la reivindicación 1, en el que dicho conjunto para contornear incluye una enrasadora (34) adaptada para enrasar hormigón no fraguado; en que dicho controlador (70, 72, 74) está dispuesto para ajustar la altura de dicho primer extremo (46) de dicho conjunto para contornear, controlando para ello un cilindro de fluido (52) unido a dicho primer extremo de dicho conjunto para contornear; y preferiblemente en el que dicho controlador está dispuesto para enviar al menos una señal de control modulada en anchura de impulsos a una válvula (86, 88) que controla el flujo de fluido a dicho cilindro hidráulico.

4. Un sistema según la reivindicación 1, en el que el primer aparato de percepción (56, 58) está dispuesto para percibir la posición y la altura de dicho primer extremo, comprendiendo dicho primer aparato de percepción un objetivo (56; 256) situado en dicho primer extremo (46; 246) de dicho conjunto para contornear; y en el que hay dispuesto un dispositivo de seguimiento para seguir el movimiento de dicho objetivo al ser movido dicho objetivo, estando adaptado dicho dispositivo de seguimiento para medir la posición de dicho objetivo en tres dimensiones; y en el que se ha previsto un transmisor (64) que está dispuesto para transmitir la medición de la posición tridimensional a dicho controlador.

5. Un sistema según la reivindicación 1, en el que se ha previsto un segundo aparato de percepción (78; 278) para percibir la altura de dicho segundo extremo (48; 248), comprendiendo dicho segundo aparato de percepción un sensor de proximidad situado en dicho

segundo extremo de dicho conjunto para contornear.

6. Un sistema según la reivindicación 1, en el que dicho dispositivo para suavizar una superficie incluye una base (22, 322) que está adaptada para ser situada adyacente a una superficie a ser suavizada, estando montado dicho conjunto para contornear (28, 328) para movimiento con respecto a dicha base mientras dicha base permanece estacionaria, con lo que dicha superficie es contorneada por dicho conjunto para contornear; preferiblemente en el que dicho primer aparato de percepción (56, 58; 358, 359) comprende un láser de seguimiento (59, 359) y un sensor de infrarrojos situado a distancia de dicha base, y un objetivo (56; 356) situado en dicho primer extremo (46; 346) de dicho conjunto para contornear, estando adaptado dicho sensor de infrarrojos para percibir una fuente de infrarrojos de dicho objetivo, y estando adaptado dicho láser de seguimiento para seguir el movimiento de dicho objetivo; y preferiblemente en el que se ha previsto un segundo aparato de percepción (78; 278) que comprende un sensor ultrasónico para percibir la altura de dicho segundo extremo (48; 248).

7. Un sistema según la reivindicación 5 ó la reivindicación 6, en el que dichos aparatos de percepción primero y segundo están dispuestos para operar sin hacer contacto físico con el terreno.

8. Un sistema según la reivindicación 1, en el que dicho primer aparato de percepción está dispuesto para usar satélites de posicionamiento global, para percibir la posición y la altura de dicho primer extremo de dicho conjunto para contornear.

9. Un sistema según la reivindicación 1, que incluye: un objetivo (56; 256); un dispositivo de seguimiento (58) que está dispuesto para seguir el objetivo y medir la posición de dicho objetivo en tres dimensiones al ser movido dicho conjunto para contornear sobre el área a ser contorneada, estando uno (56; 256) de dicho objetivo y dicho dispositivo de seguimiento, situado en dicho primer extremo (46; 246) de dicho conjunto para contornear, y estando el otro (58) de dicho objetivo y dicho dispositivo de seguimiento situado en una posición a distancia de dicho miembro de contornear.

10. Un sistema según la reivindicación 9, en el que dicho objetivo (56; 256) está situado en el primer extremo del conjunto para contornear, y dicho dispositivo de seguimiento (58) está situado a distancia de dicho conjunto para contornear, incluyendo dicho dispositivo de seguimiento un transmisor (64) para transmitir la información de posición tridimensional de dicho objetivo a dicho controlador.

11. Un sistema según la reivindicación 10, que incluye un conjunto de sensor de proximidad (78; 278) montado en dicho segundo extremo (48; 248) de dicho conjunto para contornear, para detectar la proximidad de dicho segundo extremo de dicho conjunto para contornear a la referencia física, y para ajustar la altura de dicho segundo extremo de dicho miembro de contornear en base a la proximidad de dicho segundo extremo a dicha forma física; y en el que, preferiblemente, dicho conjunto de sensor de proximidad (78; 27) incluye un sensor ultrasónico.

12. Un sistema según la reivindicación 10, que incluye un segundo objetivo (256a) situado en dicho segundo extremo de dicho conjunto para contornear (228); un segundo dispositivo de seguimiento (258) que está dispuesto para seguir a dicho segundo objetivo y medir la posición de dicho segundo objetivo

en tres dimensiones, estando situado dicho dispositivo de seguimiento en una posición a distancia de dicho miembro de contornear, y un segundo transmisor para transmitir dicha información de posición tridimensional de dicho segundo objetivo a dicho controlador (70, 72, 74), con lo que dicho controlador ajusta la altura de dicho segundo extremo de dicho miembro de contornear para que se corresponda con dicho perfil guardado en memoria, independientemente de dicho primer extremo de dicho miembro de contornear.

13. Un sistema según la reivindicación 10, en el que dicho conjunto para contornear (28; 228) está adaptado para nivelar hormigón no fraguado; preferiblemente en el que dicho conjunto para contornear incluye un miembro de contornear que está adaptado para vibrar; preferiblemente en el que dicho conjunto para contornear incluye una barrena (36) situada adyacente a un lado de una viga de contornear vibratoria (34), estando orientada dicha barrena sustancialmente paralela a dicha viga de contornear vibratoria e incluyendo, preferiblemente, un arado (32) situado adyacente a un lado de dicha barrena opuesto a dicha viga de contornear vibratoria, de tal modo que dicha barrena está entre dicho arado y dicha viga de contornear vibratoria, estando orientado dicho arado sustancialmente paralelo a dicha barrena.

14. Un sistema según la reivindicación 13, que incluye un eje de pivotamiento (116) orientado sustancialmente paralelo a dicha barrena (36) y un dispositivo de pivotamiento (95) para hacer pivotar a dicha viga de contornear vibratoria (34), a dicha barrena y a dicho arado (32), alrededor de dicho eje de pivotamiento; que incluye, preferiblemente, un controlador de la inclinación (116) que activa a dicho dispositivo de pivotamiento para hacer girar a dicha viga de contornear vibratoria, a dicha barrena, y a dicho arado, alrededor de dicho eje de pivotamiento en base a dicho perfil guardado en memoria.

15. Un sistema según la reivindicación 13, que incluye un controlador (79, 72, 74, 86, 88) para controlar el primer extremo (45) de dicho conjunto para contornear, que incluye un cilindro de fluido (52) para subir y bajar el primer extremo; incluyendo preferiblemente un segundo cilindro de fluido (54) para subir y bajar dicho segundo extremo de dicho conjunto para contornear.

16. Un sistema según la reivindicación 13, que incluye una base (22; 322; 422) que tiene un aguilón movable en voladizo (26; 326; 426) sobre el cual va montado dicho conjunto para contornear; estando adaptado dicho conjunto para contornear para ser movido hacia dicha base en dicho aguilón, para extender y suavizar el hormigón no fraguado; preferiblemente en el que dicho conjunto para contornear está montado telescópicamente en dicha base.

17. Un sistema según la reivindicación 10, en el que dicho dispositivo de seguimiento (58) está dispuesto para emitir un haz de láser que se refleja en dicho objetivo (56), de vuelta a dicho dispositivo de seguimiento, estando adaptado dicho dispositivo de seguimiento para determinar la distancia de dicho objetivo desde dicho dispositivo de seguimiento, en base al haz de láser reflejado, y, preferiblemente, en el que dicho objetivo incluye una fuente de infrarrojos y dicho dispositivo de seguimiento incluye sensores de infrarrojos para seguir a dicho objetivo de modo que se pueda determinar la posición angular de dicho objetivo.

18. Un sistema según la reivindicación 10, que incluye un mecanismo de ajuste de pivotamiento (83) que está dispuesto para hacer pivotar a dicho conjunto para contornear alrededor de un eje (118) que se extiende transversal a la dirección de movimiento de dicho conjunto para contornear, estando basado dicho pivotamiento en el perfil guardado en memoria de la superficie a ser contorneada.

19. Un dispositivo para contornear una superficie, que comprende una base (22; 322; 422); un aguilón (26; 326; 426) montado de modo movable sobre dicha base; y un sistema de control de un dispositivo para suavizar una superficie según la reivindicación 1, estando montado el conjunto para contornear del sistema sobre dicho aguilón, y siendo capaz de suavizar una superficie tridimensional.

20. Un dispositivo según la reivindicación 19, en el que dicho conjunto para contornear incluye una enrasadora vibratoria (34) y una barrena (36) dispuesta sustancialmente paralela a dicha enrasadora vibratoria; y que comprende además, preferiblemente, un mecanismo de pivotamiento (83) adaptado para hacer pivotar a dicha enrasadora vibratoria y a dicha barrena, con objeto de conformar a la superficie tridimensional, estando adaptado dicho mecanismo de pivotamiento para hacer pivotar a dicha enrasadora vibratoria y a dicha barrena alrededor de un eje (118) sustancialmente paralelo a dicha enrasadora vibratoria y a dicha barrena.

21. Un dispositivo según la reivindicación 19, en el que dicho sistema de control incluye un objetivo (56; 256) situado en uno de dicho primer extremo de dicho conjunto para contornear y un lugar a distancia de dicho primer extremo de dicho conjunto para contornear; un dispositivo de seguimiento (58) situado en el otro de dicho primer extremo de dicho conjunto para contornear y la posición a distancia desde dicho conjunto para contornear, midiendo dicho dispositivo de seguimiento la posición de dicho objetivo en tres dimensiones; y un sensor de medición de la distancia (78) unido en dicho segundo extremo de dicho conjunto para contornear; y preferiblemente en el que dicho conjunto para contornear incluye una enrasadora vibratoria (34) adaptada para hacer vibrar y suavizar hormigón recién vertido.

22. Un dispositivo según la reivindicación 19, en el que dicho sistema de control incluye al menos dos cilindros de fluido (52, 54) adaptados para subir y bajar independientemente dichos extremos primero y segundo de dicho conjunto para contornear.

23. Un dispositivo según la reivindicación 21, en el que dicho sensor de medición de la distancia (78) está dispuesto para controlar la altura de uno de dichos extremos primero y segundo de dicho conjunto para contornear.

24. Un dispositivo según la reivindicación 21, en el que dicho sensor de medición de la distancia es uno de un sensor de láser y un sensor ultrasónico.

25. Un dispositivo según la reivindicación 19, en el que dicho conjunto para contornear comprende una pluralidad de segmentos individualizados (239a, 239b, 239c) unidos entre sí a pivotamiento, estando adaptado dicho sistema de control para ajustar las alturas de cada uno de dichos segmentos individualizados, independientemente la de cada uno con respecto a las de los otros.

26. Un dispositivo según la reivindicación 19, en el que dicho sistema de control incluye un sensor de

posición que mide la posición de dicho conjunto para contornear en tres dimensiones; preferiblemente en el que dicho sensor de posición comprende: un primer y un segundo alambres (435a, 435b) que tienen extremos primero y segundo; un par de puntos de referencia (437a, 437b) a los cuales están fijados los primeros extremos de dichos alambres primero y segundo; un par de rodillos unidos a dicho conjunto para contornear, unidos dichos alambres primero y segundo a, y enrollados sobre, dichos rodillos en dichos segundos extremos, adaptados dichos rodillos para enrollar y desenrollar al ser movido dicho conjunto para contornear; un par de codificadores de medición de la distancia que miden el número de rotaciones de dichos rodillos como dicho conjunto para contornear nivelador; y un par de codificadores de ángulos, que miden los ángulos formados entre cada uno de dichos alambres primero y segundo y dicho conjunto para contornear; y que incluye además, preferiblemente, un haz de láser (459) que gira y define al hacerlo un plano a una altura específica; y un sensor de láser dispuesto en dicho conjunto para contornear, que detecta la altura de dicho sensor de láser con respecto a dicho plano.

27. Un dispositivo según la reivindicación 19, en el que dicho sistema de control incluye un sensor de posición que mide la posición de dicho conjunto para contornear en tres dimensiones y en el que dicho sistema de control comprende: un dispositivo de seguimiento (358) que sigue el movimiento de dicho conjunto para contornear y mide la posición de dicho conjunto para contornear en dos dimensiones; un haz de láser (359) que gira y define al hacerlo un plano de una altura específica; un sensor de láser dispuesto en dicho conjunto para contornear que detecta la altura de dicho sensor de láser con respecto a dicho plano; y un giróscopo montado en dicho conjunto para contornear que mide la orientación de dicho conjunto para contornear.

28. Una máquina para contornear para el contorneo de la superficie a una forma deseada, que comprende: un sistema de control de suavizamiento de la superficie según la reivindicación 1, un soporte que tiene extremos primero y segundo; siendo el conjunto para contornear alargado y estando montado a pivotamiento en dicho soporte; teniendo el sistema de control un mecanismo de ajuste de la altura unido a dicho primer extremo de dicho soporte y a dicho conjunto para contornear, estando adaptado dicho mecanismo de ajuste de la altura para ajustar la altura de dicho conjunto para contornear con respecto a dicho soporte en base a dicha forma deseada; un eje de pivotamiento (118) orientado paralelo a la dirección del alargamiento de dicho conjunto para contornear; y un mecanismo de ajuste del pivotamiento (83) unido a dicho soporte y a dicho conjunto para contornear, estando adaptado dicho mecanismo de ajuste del pivotamiento para hacer pivotar al conjunto para contornear alrededor de dicho eje de pivotamiento en base a dicha forma deseada.

29. Una máquina para contornear según la reivindicación 28, en la que dicha forma deseada está guardada en la memoria de un ordenador, que preferiblemente incluye además una barrena (30), un arado (32), y una enrasadora vibratoria (34), estando dispuesta dicha barrena entre dicho arado y dicha enrasadora vibratoria y unida a pivotamiento a dicho soporte, en la que dicha barrena, dicha enrasadora vibratoria y dicho arado están adaptados para pivotar

juntos; y que incluye además, preferiblemente, un segundo mecanismo de ajuste de la altura unido a dicho segundo extremo de dicho soporte, estando adaptado dicho segundo mecanismo de ajuste de la altura para ajustar la altura de dicha barrena con respecto a dicho soporte, en base a dicha forma deseada.

30. Una máquina para contornear según la reivindicación 28, en la que dicha forma deseada está guardada en la memoria de un ordenador, y en el que dicho mecanismo de ajuste de la altura incluye al menos un dispositivo de seguimiento de láser que está adaptado para seguir un objetivo situado sobre dicho conjunto para contornear y para medir la posición de dicho objetivo en tres dimensiones.

31. Una máquina para contornear según una cualquiera de las reivindicaciones 28 a 30, en la que dicho mecanismo de ajuste de la altura incluye al menos un microprocesador (72) configurado para calcular una señal de error entre dicha forma deseada y la posición medida del objetivo.

32. Una máquina para contornear según la reivindicación 28, que incluye además un arado (32) unido a pivotamiento a dicho soporte y a dicho mecanismo de ajuste del pivotamiento, con lo que dicho arado está dispuesto para pivotar con dicho conjunto para contornear.

33. Una máquina para contornear según la reivindicación 28, en la que dicho conjunto para contornear es una enrasadora vibratoria (34) adaptada para nivelar hormigón no fraguado.

34. Una máquina para contornear, que comprende un sistema de control del dispositivo de suavizamiento de la superficie según la reivindicación 1; y una enrasadora (34) para materiales susceptibles de ser extendidos, incluyendo hormigón vertido no fraguado, teniendo el sistema de control un mecanismo de ajuste de la altura para ajustar la altura de dicha enrasadora en dicha máquina para contornear; comprendiendo dicho primer aparato de percepción un objetivo (56; 256) y un dispositivo de seguimiento (68) dispuesto para seguir a dicho objetivo y medir la posición de dicho objetivo en al menos dos dimensiones, estando situado dicho objetivo (56; 256) en dicha máquina, y estando situado dicho dispositivo de seguimiento en un lugar estacionario, a distancia de dicha máquina; habiéndose previsto un controlador (70, 72, 74) para controlar dicho mecanismo de ajuste de la altura en base a la posición de dicho objetivo con respecto a dicho dispositivo de seguimiento.

35. Una máquina para contornear según la reivindicación 34, en la que dicha enrasadora incluye además una barrena (36) que tiene un eje longitudinal orientado en general paralelo a un eje longitudinal de dicha enrasadora; preferiblemente en la que dicha enrasadora incluye además un miembro vibratorio (34) que tiene un eje longitudinal orientado en general paralelo al eje longitudinal de dicha enrasadora, estando situado dicho miembro vibratorio en la parte trasera de dicha barrena, de tal modo que cuando se mueve dicha enrasadora sobre el material susceptible de ser extendido a ser contorneado, dicho miembro vibratorio sigue a dicha barrena; preferiblemente en la que dicha enrasadora incluye además un arado (32) que tiene un eje longitudinal orientado en general paralelo a los ejes longitudinales de dicha barrena y de dicho miembro vibratorio, estando dicha barrena situada entre dicho arado y dicho miembro vibratorio; preferiblemente en la que dicha enrasadora está so-

portada en voladizo mediante un aguilón (26; 326; 426) montado sobre una base móvil (22; 322; 422), preferiblemente en la que dicho aguilón es retráctil y extensible con respecto a dicha base; preferiblemente en la que dicho aguilón está dispuesto para retraerse y extenderse en forma telescópica; preferiblemente en el que dicha enrasadora incluye extremos izquierdo y derecho, y dicho mecanismo de ajuste de la altura incluye un ajustador de la altura derecho y un ajustador de la altura izquierdo, en que dicho ajustado de la altura derecho controla la altura del extremo derecho de dicha enrasadora, y dicho ajustador de la altura izquierdo controla la altura del extremo izquierdo de dicha enrasadora, independientemente del ajustador de la altura derecho; y preferiblemente en que uno de dichos ajustadores derecho e izquierdo es controlado en base a la posición medida de dicho objetivo, y el otro de dichos ajustadores derecho e izquierdo es controlado en base a la salida de un sensor de proximidad (78; 278) situado adyacente a un extremo de la enrasadora.

36. Una máquina para contornear según la reivindicación 34 ó la reivindicación 35, en la que dicho dispositivo de seguimiento está dispuesto para usar un haz de láser para medir la posición de dicho objetivo en al menos dos dimensiones.

37. Una máquina para contornear según la reivindicación 34, ó la reivindicación 35, ó la reivindicación 36, en la que dicha enrasadora está adaptada para que sea pivotable alrededor de un eje longitudinal (118) de dicha enrasadora; estando dicho eje longitudinal orientado preferiblemente en general perpendicular a una dirección en la cual es movable dicha enrasadora sobre el material susceptible de ser extendido a ser contorneado.

38. Un equipo para modificar una máquina niveladora bidimensional convirtiéndola en una máquina para contornear tridimensional; teniendo dicha máquina niveladora tridimensional un conjunto nivelador con extremos primero y segundo, al menos un sensor (56, 58) para percibir una señal que define una altura de referencia, un par de mecanismos de ajuste de la altura (52, 54) dispuestos en dichos extremos respectivos primero y segundo de dicho conjunto nivelador, y un controlador dispuesto para controlar uniformemente la altura de dichos extremos primero y segundo de dicho conjunto nivelador, en base a dicha altura de referencia; comprendiendo dicho equipo: un sistema de control dispuesto para operar el mecanismo de ajuste de la altura de dicho segundo extremo de dicho conjunto nivelador, independientemente del mecanismo de ajuste de la altura de dicho primer extremo de dicho conjunto nivelador en base a la distancia entre el segundo extremo y una referencia física, de tal modo que dicho conjunto nivelador es capaz de nivelar una superficie curvada tridimensionalmente.

39. Un equipo según la reivindicación 38, que incluye un objetivo (56; 256) adaptado para ser unido a uno de dichos extremos primero y segundo de dicho conjunto nivelador, y un dispositivo de seguimiento (58) dispuesto para seguir a dicho objetivo al moverse dicho objetivo, y para medir la posición de dicho objetivo entres dimensiones, siendo operado el mecanismo de ajuste de la altura del conjunto nivelador en base a la posición medida de dicho objetivo.

40. Un equipo según la reivindicación 39, en el que dicho dispositivo de seguimiento está adaptado para medir la posición de dicho objetivo, emitiendo para ello un haz de láser que incide en dicho objeti-

vo, y preferiblemente en el que dicho objetivo incluye además un emisor de señales de infrarrojos, y dicho dispositivo de seguimiento incluye además un sensor de infrarrojos que capacita a dicho dispositivo de seguimiento para apuntar dicho haz de láser a dicho objetivo, al moverse dicho objetivo.

41. Un equipo según la reivindicación 39, que incluye además un sensor de proximidad (78; 278) adaptado para ser unido al otro de dichos extremos primero y segundo del conjunto nivelador, estando adaptado dicho sensor de proximidad para medir la distancia entre dicho sensor de proximidad y una referencia fija; preferiblemente en el que dicho sistema de control está adaptado para ajustar la altura de dicho primer extremo de dicho conjunto nivelador en base a dicha posición tridimensional de dicho objetivo, y para ajustar la altura de dicho segundo extremo de dicho conjunto nivelador en base a una salida de dicho sensor de proximidad; preferiblemente en el que dicho sistema de control incluye al menos un ordenador (72) y al menos un dispositivo de memoria legible por ordenador, estando programado dicho ordenador para controlar la altura de dicho primer extremo de dicho conjunto nivelador, en base a una comparación entre la posición de dicho objetivo y una posición guardada en dicha memoria legible por ordenador; y preferiblemente en el que dicho al menos un ordenador está además programado para controlar la posición de rotación de dicho conjunto nivelador, al ser movido dicho conjunto nivelador sobre un área a ser contorneada.

42. Un equipo según la reivindicación 39, en el que dicho sistema de control incluye al menos un ordenador (72) y al menos un dispositivo de memoria legible por ordenador, estando programado dicho ordenador para controlar la altura de dicho primer extremo de dicho conjunto nivelador en base a una comparación entre la posición de dicho objetivo y una posición guardada en dicha memoria legible por ordenador.

43. Un equipo según la reivindicación 39, en el que dicho sistema de control incluye un ordenador que está programado para controlar la posición de rotación de dicho conjunto nivelador al ser movido dicho conjunto nivelador sobre un área a ser contorneada.

44. Un equipo según la reivindicación 39, que incluye además un segundo objetivo (256a) y un segundo dispositivo de seguimiento para controlar el otro de dichos extremos primero y segundo de dicho conjunto; y preferiblemente en el que dicho conjunto nivelador incluye una enrasadora dividida en segmentos (239a, 239b, 239c), teniendo cada segmento dos extremos, estando adaptado el sistema de control para controlar independientemente la altura de cada uno de dichos extremos de dichos segmentos.

45. Un equipo según la reivindicación 38, que incluye un par de alambres extensibles (435a, 435b), estando adaptado uno de dichos alambres para ser unido por un extremo de dicho conjunto nivelador y por el extremo opuesto a uno de un par de puntos de referencia estacionarios (437a, 437b), estando adaptado el otro de dichos alambres para ser unido por un extremo a dicho conjunto nivelador y por el extremo opuesto al otro de dicho par de puntos de referencia; un par de codificadores de distancia adaptados para determinar la extensión de cada uno de dichos alambres, respectivamente, desde dicho conjunto nivelador a dichos puntos de referencia, al ser movido dicho con-

junto nivelador sobre un área a ser contorneada; un par de codificadores de ángulos adaptados para medir los ángulos definidos entre dicho conjunto nivelador y dicho par de alambres extensibles, estando adaptado el sistema de control para operar independientemente el mecanismo de ajuste de la altura (52) en el primer extremo de dicho conjunto nivelador independientemente del mecanismo de ajuste de la altura (54) en el segundo extremo de dicho conjunto nivelador, en base a la extensión y la orientación angular de cada uno de dichos alambres, tal como son medidas por dichos codificadores.

46. Un método para suavizar una superficie hasta darle una forma tridimensional deseada, que comprende guardar en la memoria de un ordenador dicha forma de perfil tridimensional deseada; disponer un conjunto para contornear que tiene un primer extremo (46; 246; 346) y un segundo extremo (48; 248; 348); mover dicho conjunto para contornear sobre dicha superficie tridimensional a ser suavizada, **caracterizado** por determinar la posición de dicho primer extremo de dicho conjunto para contornear en tres dimensiones al ser movido dicho conjunto para contornear; ajustar la altura de dicho primer extremo de dicho conjunto para contornear para que se corresponda con la altura de dicha forma tridimensional deseada; determinar la altura de dicho segundo extremo de dicho conjunto para contornear desde una referencia física, independientemente de la determinación de la posición del primer extremo de dicho conjunto para contornear; y ajustar la altura de dicho segundo extremo de dicho conjunto para contornear en base a la distancia entre dicho segundo extremo y dicha referencia física.

47. Un método según la reivindicación 46, en el que la determinación de la posición de dicho primer extremo de dicho conjunto para contornear en tres dimensiones, comprende: situar un dispositivo de seguimiento (56) en un lugar estacionario en una posición a distancia de dicho conjunto para contornear; seguir la localización de dicho primer extremo de dicho conjunto para contornear con dicho dispositivo de seguimiento; y transmitir la localización de dicho primer extremo de dicho conjunto para contornear desde dicho dispositivo de seguimiento a un controlador (70, 72, 74) que controla dicho primer extremo de dicho conjunto para contornear; y, preferiblemente, en el que la transmisión de la localización de dicho primer extremo de dicho conjunto para contornear se efectúa mediante un enlace por radio (64, 66) entre dicho dispositivo de transmisión y dicho controlador.

48. Un método según la reivindicación 46, en el que la determinación de la altura de dicho segundo extremo de dicho conjunto para contornear desde la superficie se realiza mediante un sensor de proximidad ultrasónico (78; 278).

49. Un método según la reivindicación 46, en el que la determinación de la altura de dicho segundo extremo de dicho conjunto para contornear desde la superficie se realiza mediante un sensor de proximidad de láser.

50. Un método según la reivindicación 46, en el que el paso de determinar la posición de dicho primer extremo de dicho conjunto para contornear en tres dimensiones, comprende: medir la distancia de alejamiento de dicho conjunto para contornear desde dicho dos puntos de referencia conocidos (437a, 437b); medir la altura de dicho primer extremo de dicho con-

junto para contornear con respecto a una altura de referencia conocida; medir los ángulos formados entre cada uno de dichos puntos de referencia y dicho conjunto para contornear; y calcular la posición de dicho primer extremo de dicho conjunto para contornear en base a las mediciones de la altura y de la distancia y a las mediciones angulares, y preferiblemente en el que el paso de medir la distancia de alejamiento de dicho conjunto para contornear desde los puntos de referencia conocidos, comprende: fijar los extremos de dos alambres (435a, 435b) a dicho conjunto para contornear; fijar los otros extremos de dichos dos alambres a puntos de referencia separados situados en localizaciones conocidas; y determinar la longitud de cada uno de dichos dos alambres desde dicho conjunto para contornear hasta cada uno de dichos puntos de referencia.

51. Un método según la reivindicación 46, en el que los pasos de determinar la posición de dicho primer extremo de dicho conjunto para contornear en tres dimensiones, comprenden: determinar la localización de dicho primer extremo de dicho conjunto para contornear en dos dimensiones con respecto a una primera referencia; y determinar la localización de dicho primer extremo de dicho conjunto para contornear en una tercera dimensión con respecto a una segunda referencia; y, preferiblemente, en el que dichas referencias primera y segunda son dispositivo de seguimiento de emisión de láser.

52. Un método según la reivindicación 46, que incluye: proporcionar un objetivo (56; 256); proporcionar un dispositivo de seguimiento (58) que sigue a dicho objetivo; situar uno de dicho objetivo y dicho dispositivo de seguimiento en el primer extremo de dicho conjunto para contornear y el otro (58) de dicho dispositivo de seguimiento y dicho objetivo en una localización a distancia de dicho conjunto para contornear; mover dicho conjunto para contornear sobre dicho material; y medir la posición del objetivo en tres dimensiones al ser movido dicho conjunto para contornear.

53. Un método según la reivindicación 52, que incluye proporcionar un conjunto de sensor de proximidad (78; 278) montado sobre dicho segundo extremo de dicho conjunto para contornear; percibir la proximidad de dicho segundo extremo de dicho conjunto para contornear a una superficie; y ajustar la altura de dicho segundo extremo de dicho conjunto para contornear en base a su proximidad a dicha superficie; y, preferiblemente, en el que dicho conjunto para contornear incluye una dimensión longitudinal, incluyendo además dicho método el cálculo de una pendiente del perfil guardado en memoria en la dirección del movimiento del conjunto para contornear; mover dicho conjunto para contornear en una dirección transversal a dicha dirección longitudinal; e inclinar dicho conjunto para contornear alrededor de un eje (118) paralelo a la dimensión longitudinal de dicha niveladora, estando basada dicha inclinación en la pendiente calculada del perfil guardado en memoria.

54. Un método según la reivindicación 52, en el que dicha medición de la posición del objetivo (56; 256) incluye: emitir un haz de láser desde dicho dispositivo de seguimiento a dicho objetivo; reflejar dicho haz de láser desde dicho objetivo, de vuelta a dicho dispositivo de seguimiento; y detectar dicho haz de láser reflejado de vuelta desde dicho objetivo; y, preferiblemente, en el que dicha medición de la posi-

ción del objetivo incluye además emitir una señal de infrarrojos desde dicho objetivo, detectar dicha señal de infrarrojos con dicho dispositivo de seguimiento, y ajustar la dirección en la que se emite dicho haz de láser desde dicho dispositivo de seguimiento en base a dicha señal de infrarrojos detectada.

55. Un método según la reivindicación 46, que incluye proporcionar dicho conjunto para contorneo en forma de una enrasadora (34); proporcionar un objetivo (56; 256); proporcionar un dispositivo de seguimiento (58) dispuesto para seguir y medir la posición de dicho objetivo en al menos dos dimensiones; unir uno de dicho objetivo y dicho dispositivo de seguimiento a dicha enrasadora; situar el otro de dicho objetivo y dicho dispositivo de seguimiento en un lugar estacionario a distancia de dicha enrasadora; mover dicha enrasadora sobre el material susceptible de ser extendido; y ajustar la altura de dicha enrasadora al ser movida dicha enrasadora sobre el material susceptible de ser extendido, de tal modo que el material susceptible de ser extendido sea contorneado.

56. Un método según la reivindicación 55, que incluye, además, proporcionar una barrena (36), orientar dicha barrena en general paralela a un eje longitudinal (118) de dicha enrasadora, y hacer girar dicha barrena para mover el material susceptible de ser extendido a lo largo de dicha barrena al moverse dicha enrasadora sobre el material susceptible de ser extendido; que incluye además, preferiblemente, proporcionar un miembro vibratorio (34), orientar dicho miembro vibratorio paralelo a, y por detrás de, dicha barrena, y hacer vibrar dicho miembro vibratorio al ser movida dicha enrasadora sobre el material susceptible de ser extendido; que incluye además, preferiblemente, proporcionar un arado (32), orientar dicho ara-

do en general paralelo a dicha barrena, y situar dicho arado adyacente a dicha barrena, en un lado opuesto a dicho miembro vibratorio, que incluye además, preferiblemente, soportar dicha enrasadora en voladizo en un aguilón (26; 326; 426) montado sobre una base móvil (22; 322; 422); y que incluye además, preferiblemente, mover dicho aguilón hacia dicha base con objeto de mover dicha enrasadora sobre el material susceptible de ser extendido.

57. Un método según la reivindicación 55, que incluye además proporcionar un ajustador derecho (52) y un ajustador izquierdo (54), ajustar la altura del extremo derecho de dicha enrasadora con dicho ajustador derecho, y ajustar independientemente el extremo izquierdo de dicha enrasadora con dicho ajustador izquierdo.

58. Un método según la reivindicación 55, que incluye, además, guardar en memoria un perfil del contorno deseado del material susceptible de ser extendido con anterioridad a contorneo el material susceptible de ser extendido; que incluye además, preferiblemente, hacer pivotar dicha enrasadora (34) alrededor de un eje longitudinal (118) de dicha enrasadora, al ser movida dicha enrasadora; y en el que, preferiblemente, dicho pivotamiento de dicha enrasadora es controlado en base a dicho perfil guardado en memoria.

59. Un método según la reivindicación 46, que incluye, además, hacer pivotar dicho conjunto para contorneo alrededor de un eje longitudinal de dicha enrasadora al ser movida dicha enrasadora sobre el material susceptible de ser extendido en una dirección perpendicular a dicho eje, en que dicho pivotamiento está basado en dicha forma de perfil tridimensional guardado en memoria.

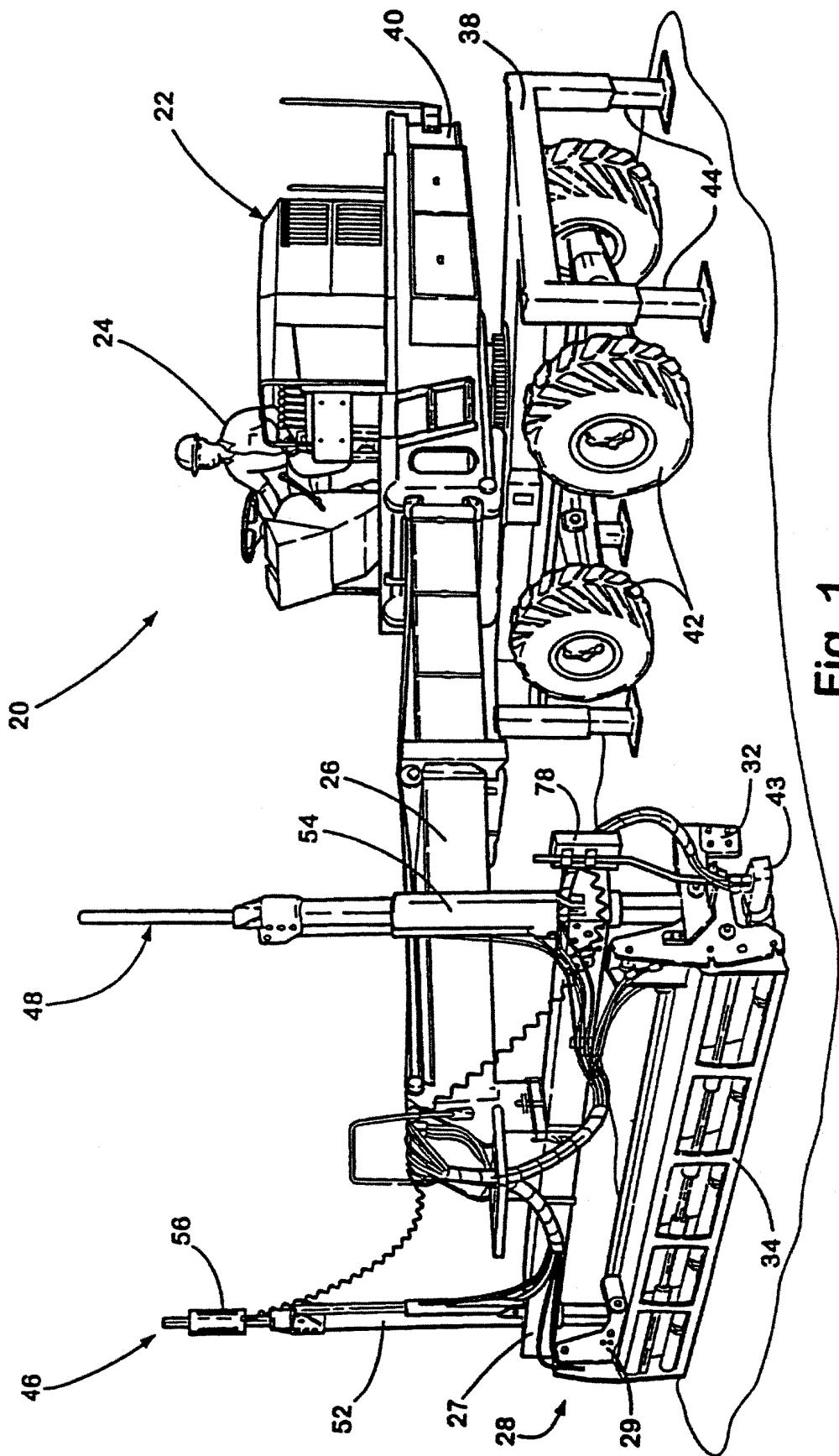


Fig. 1

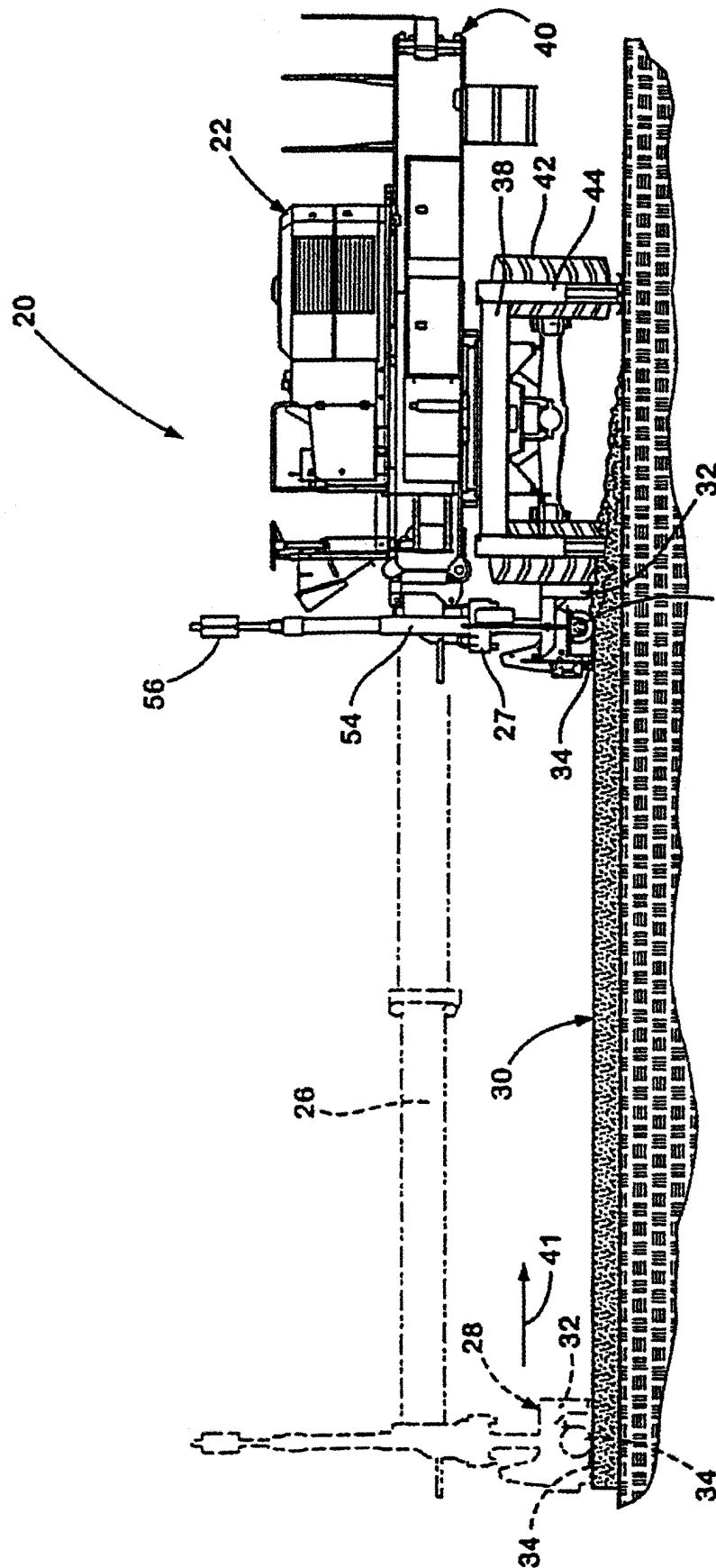
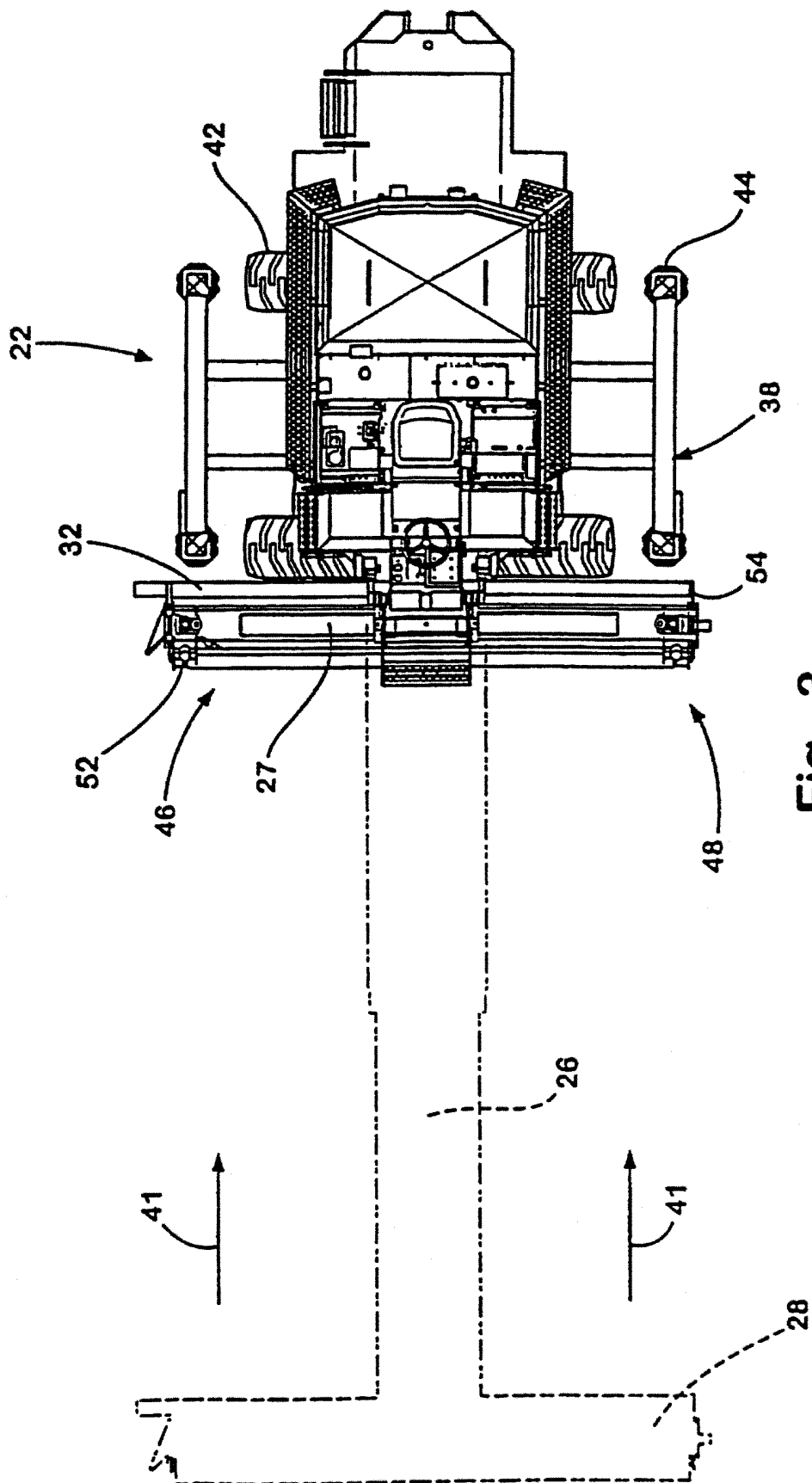


Fig. 2



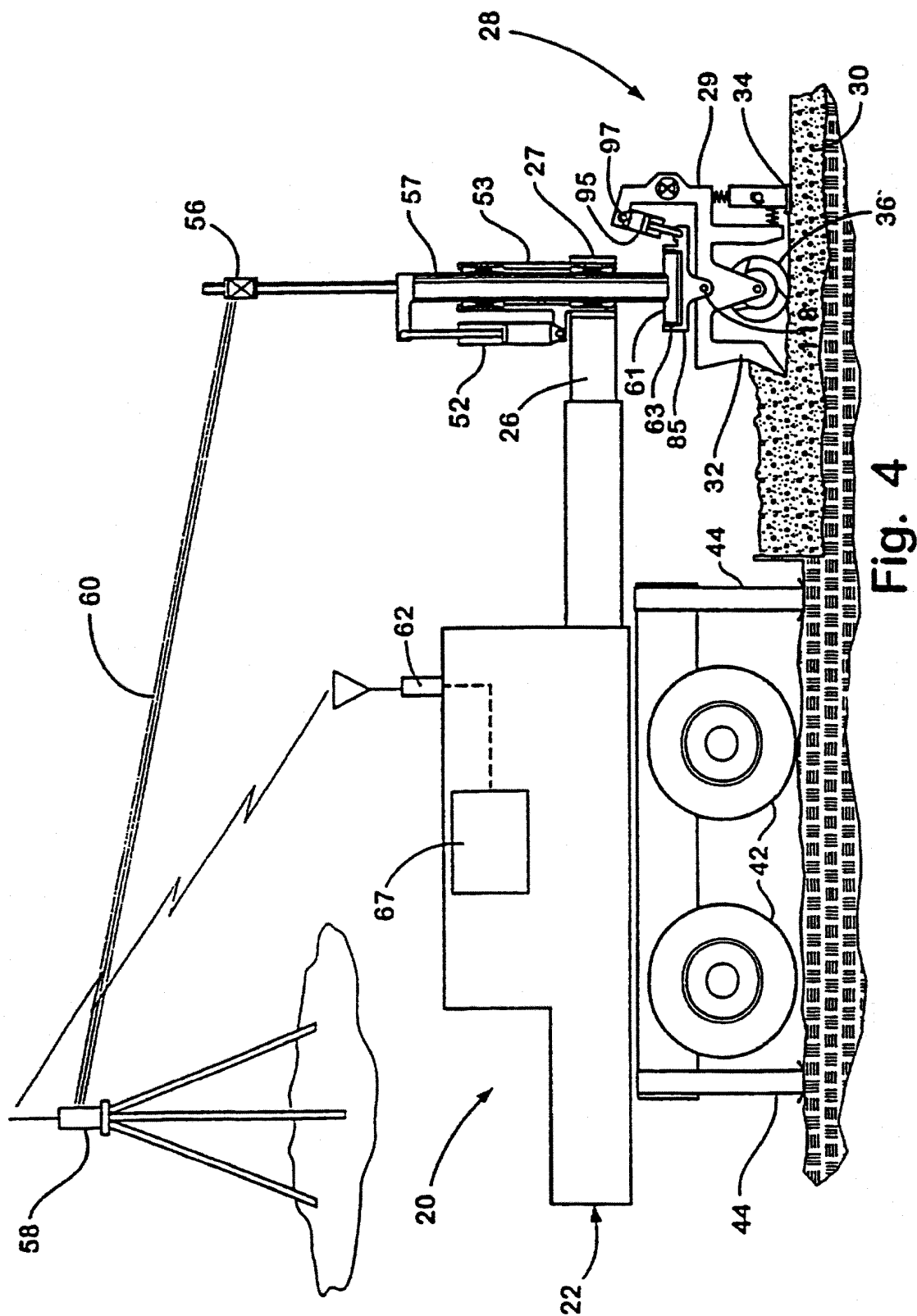


Fig. 4

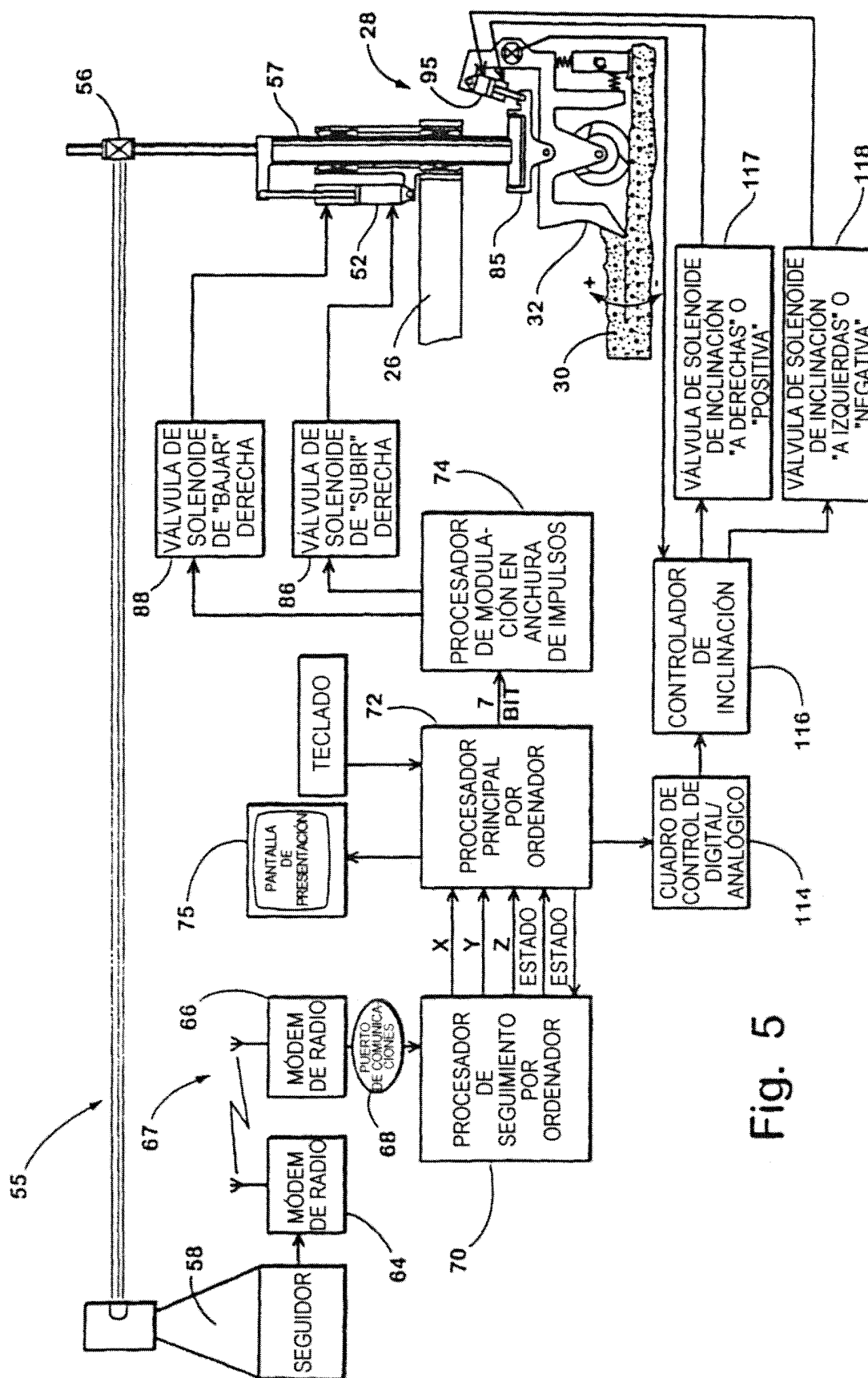


Fig. 5

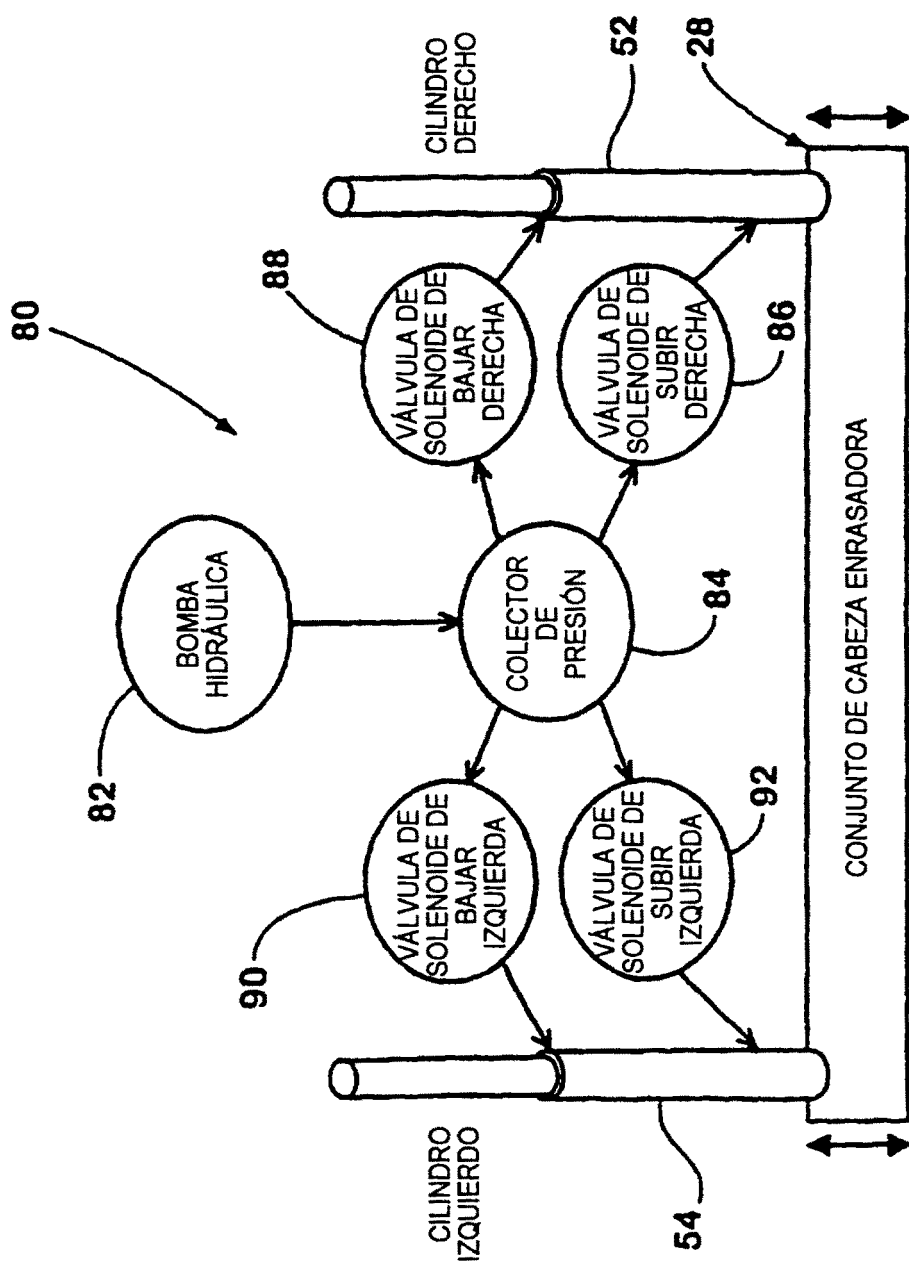


Fig. 6

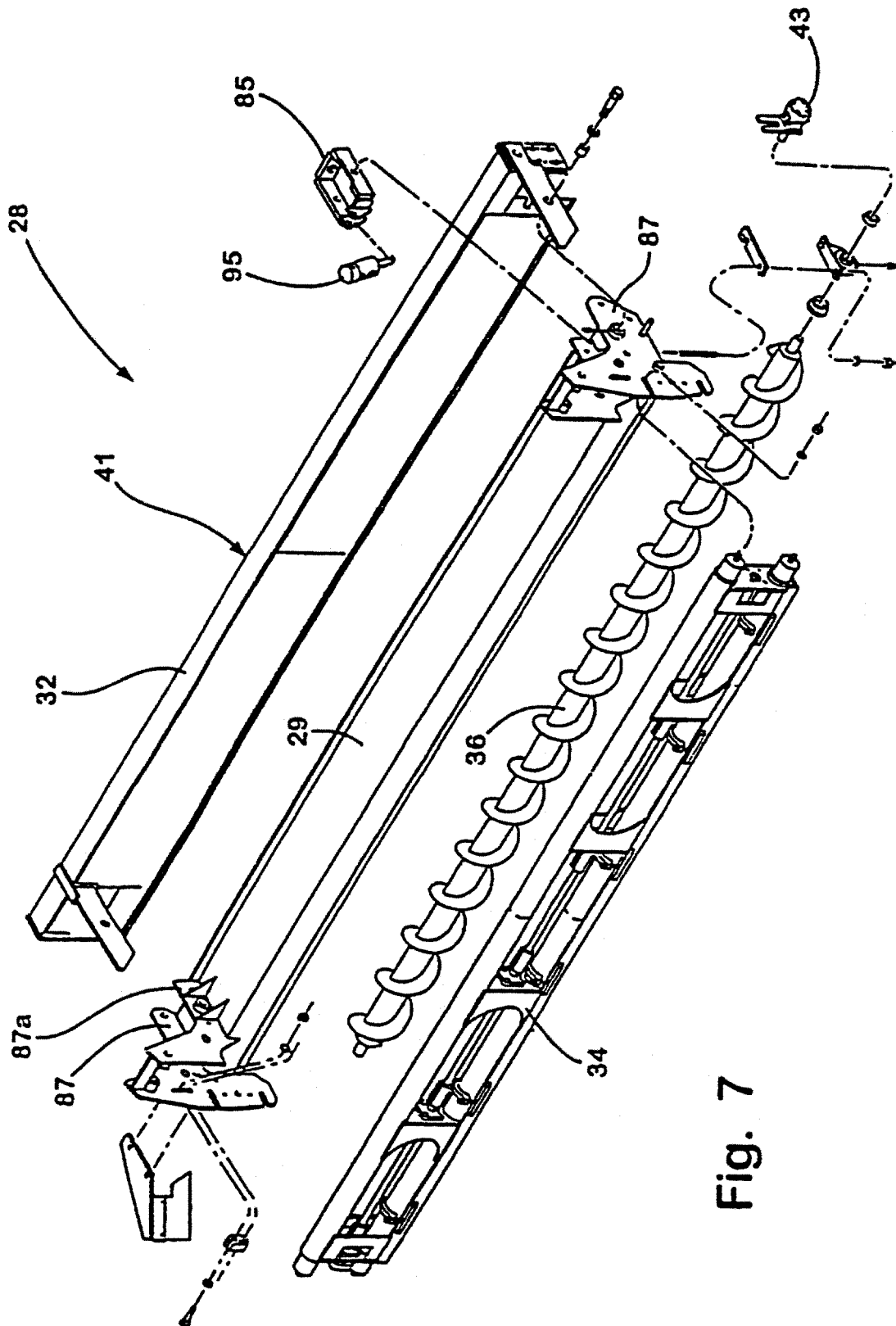


Fig. 7

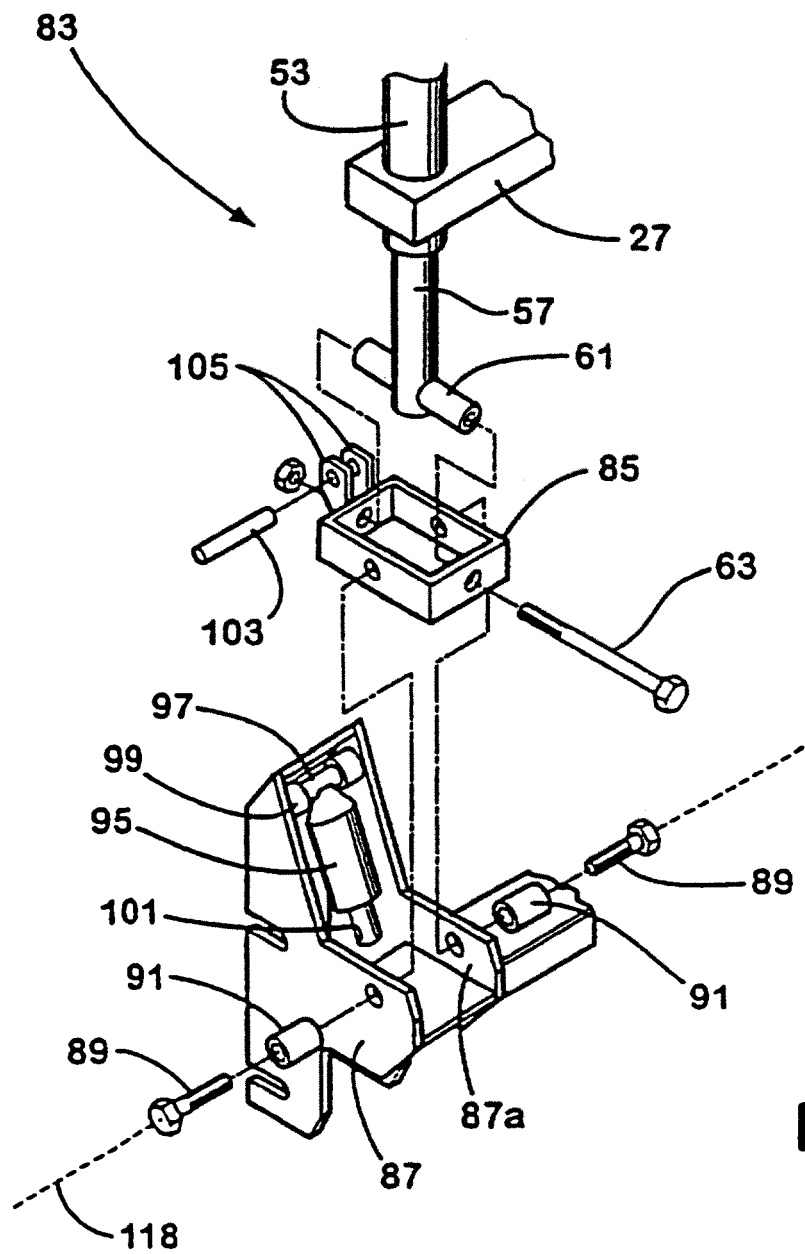
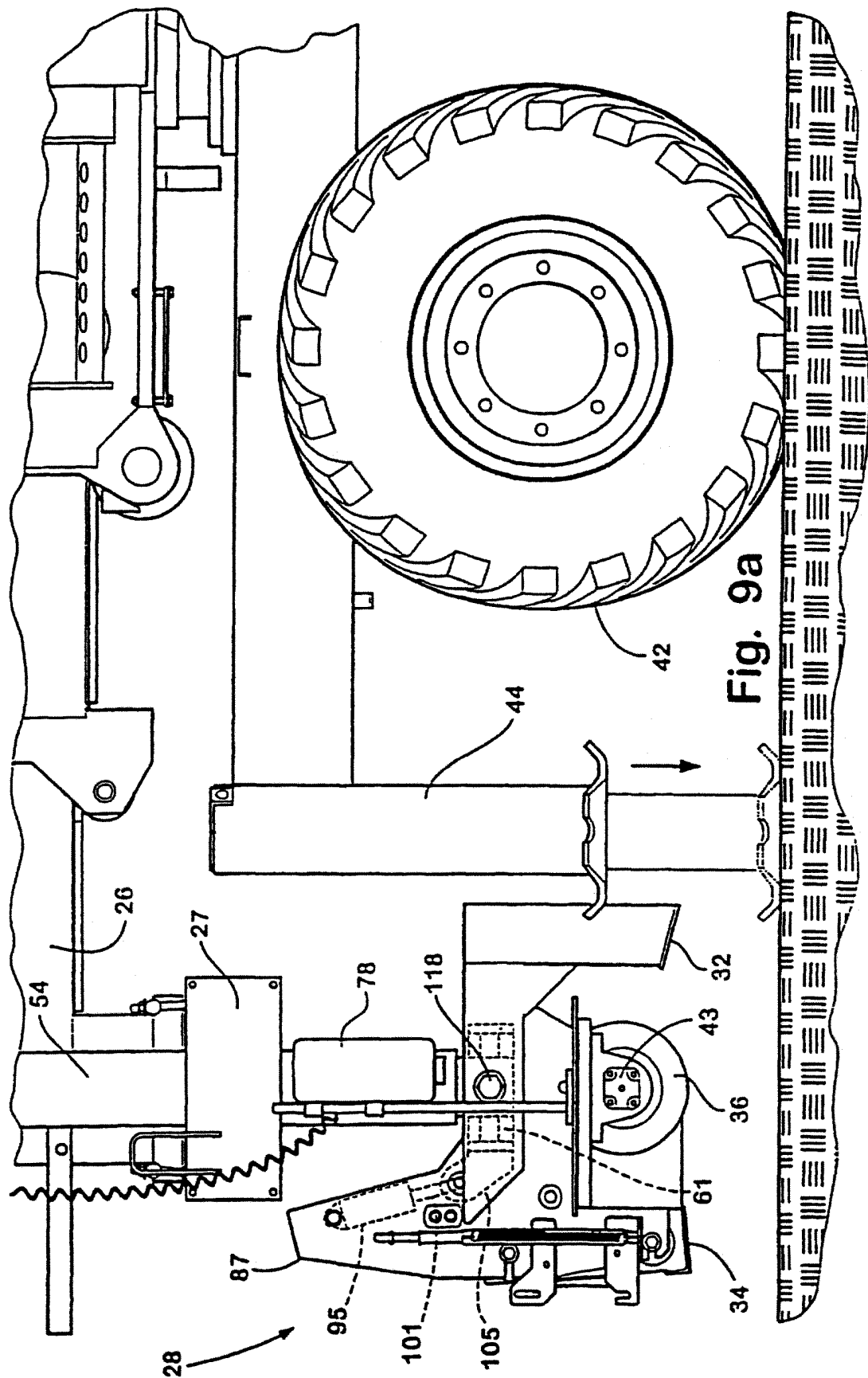
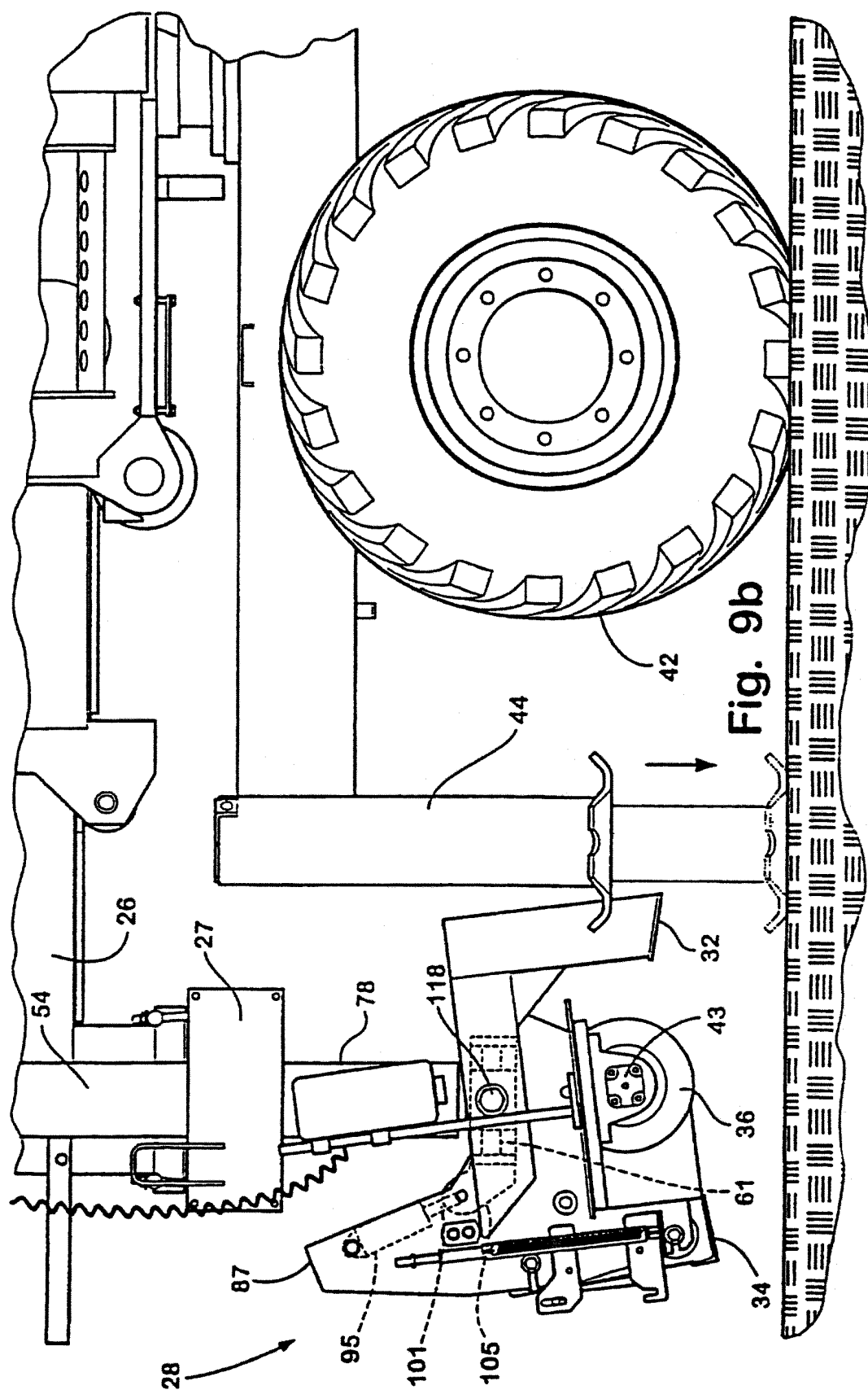
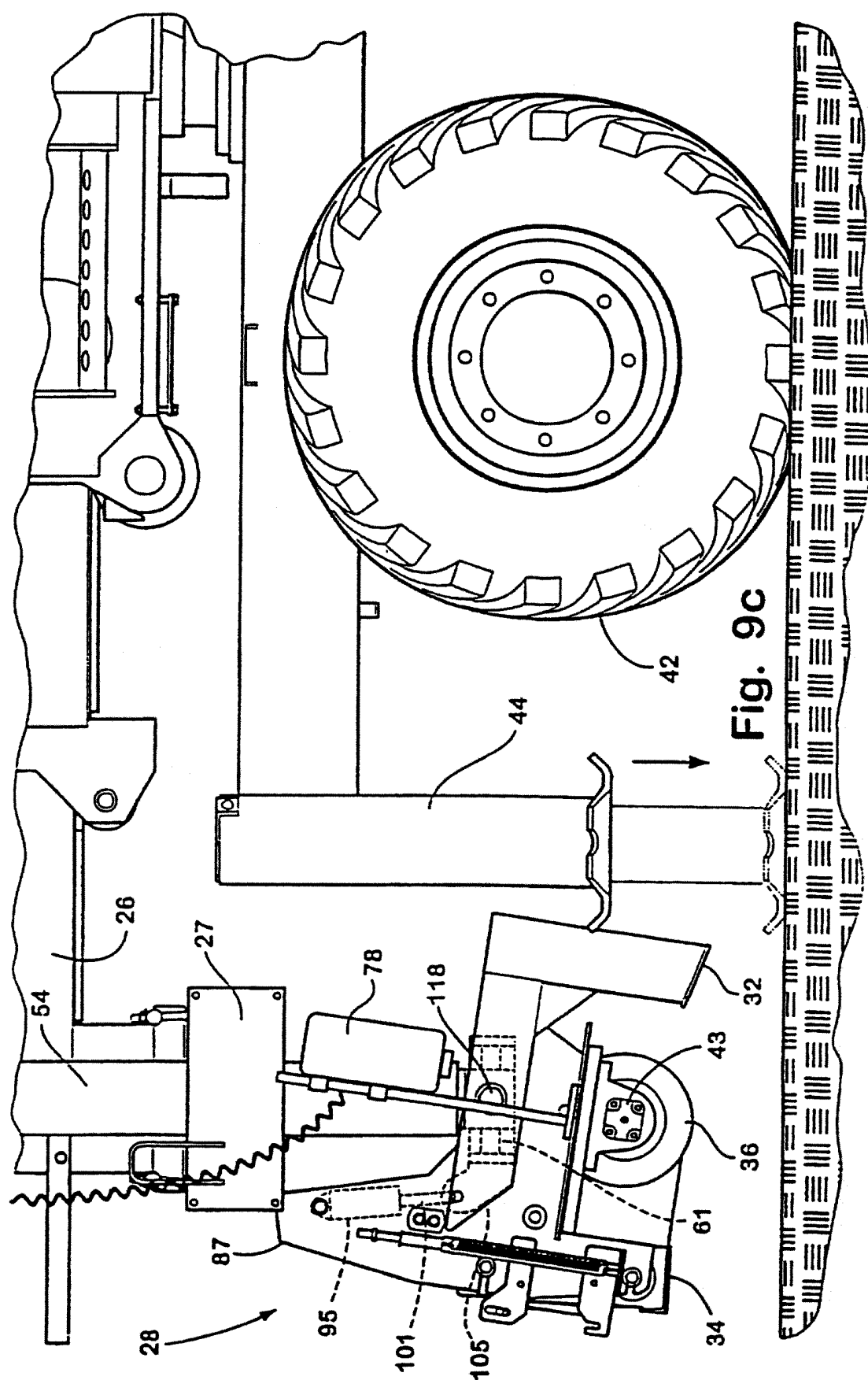


Fig. 8







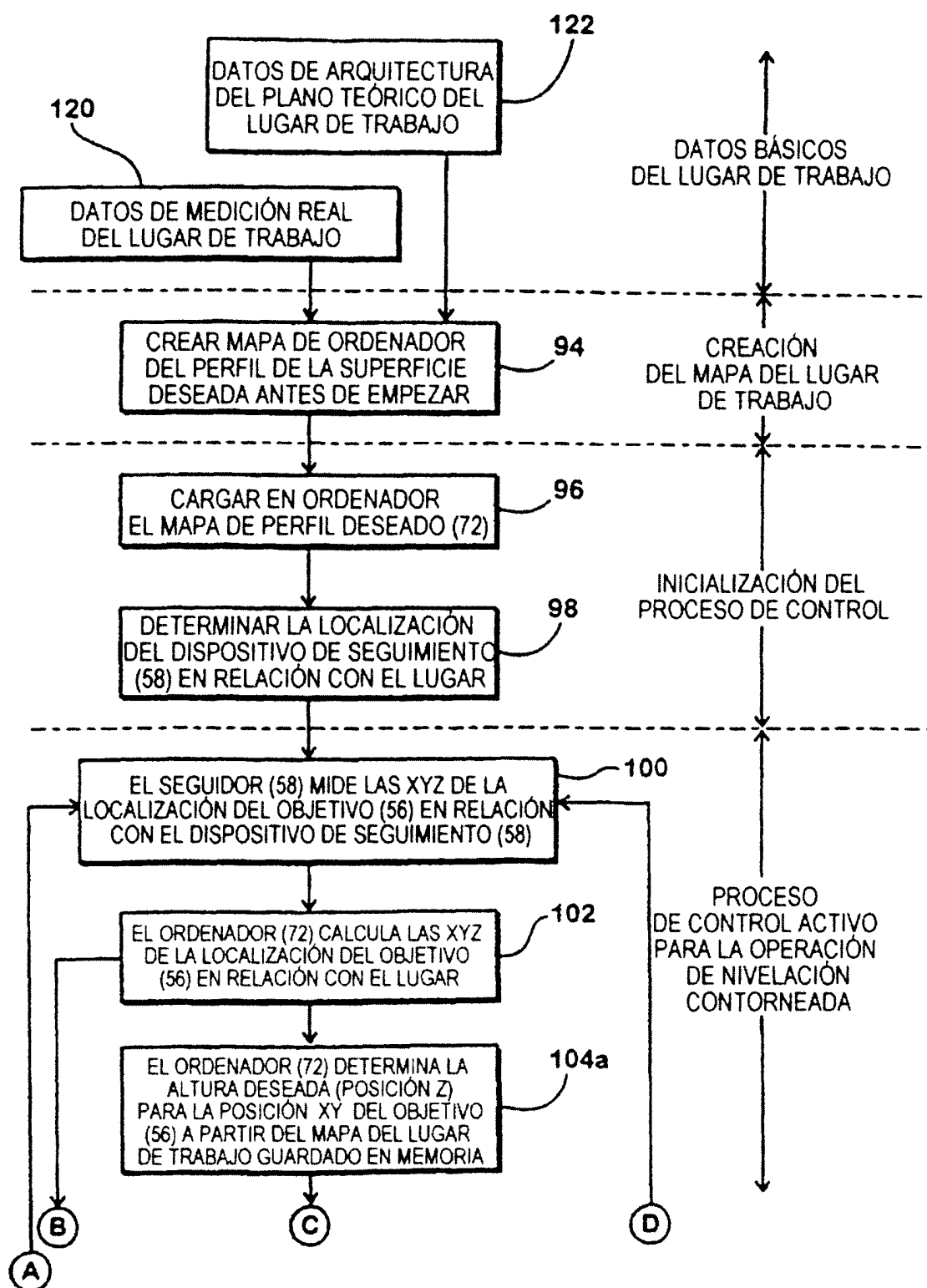


Fig. 10A

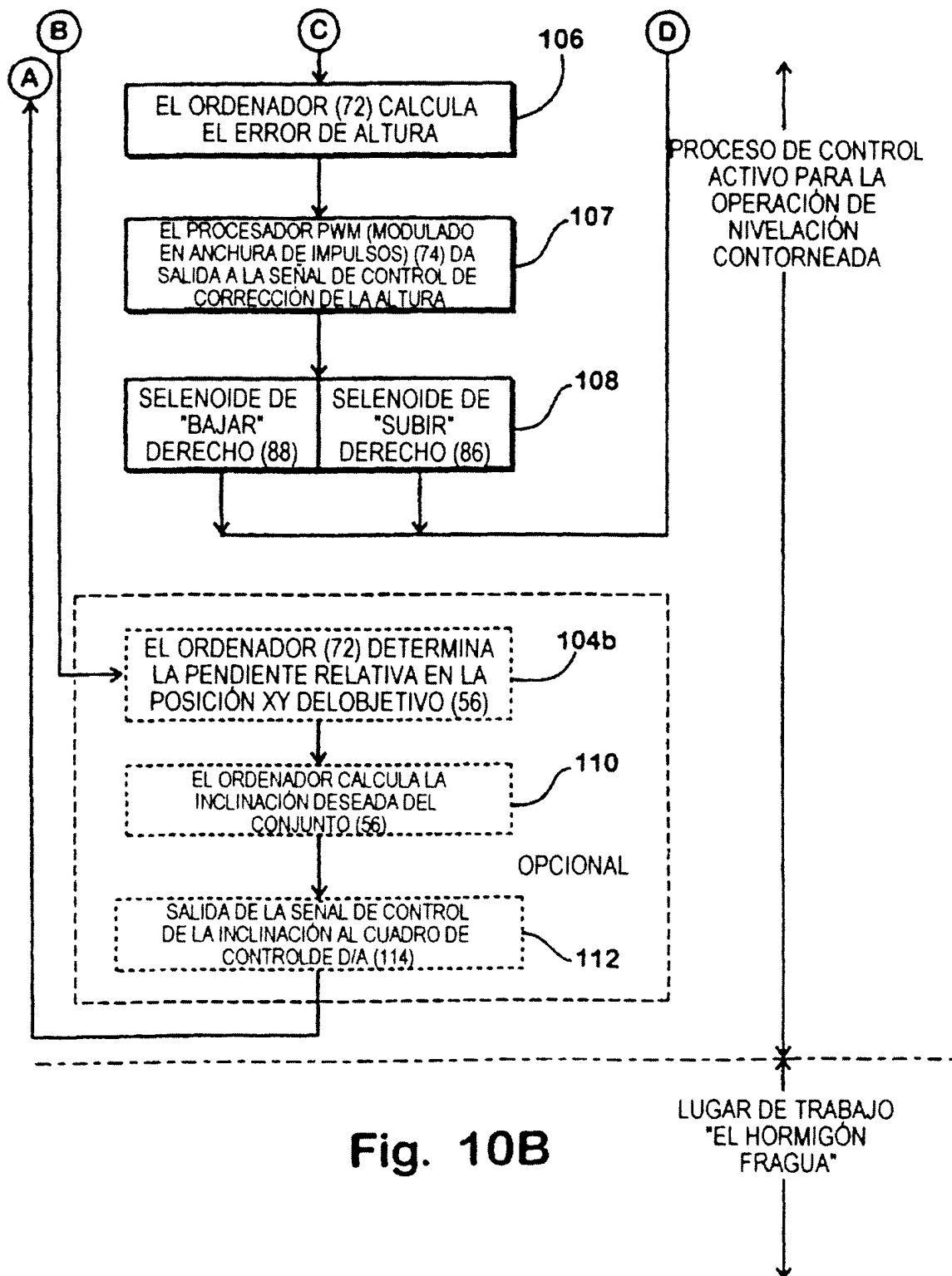


Fig. 10B

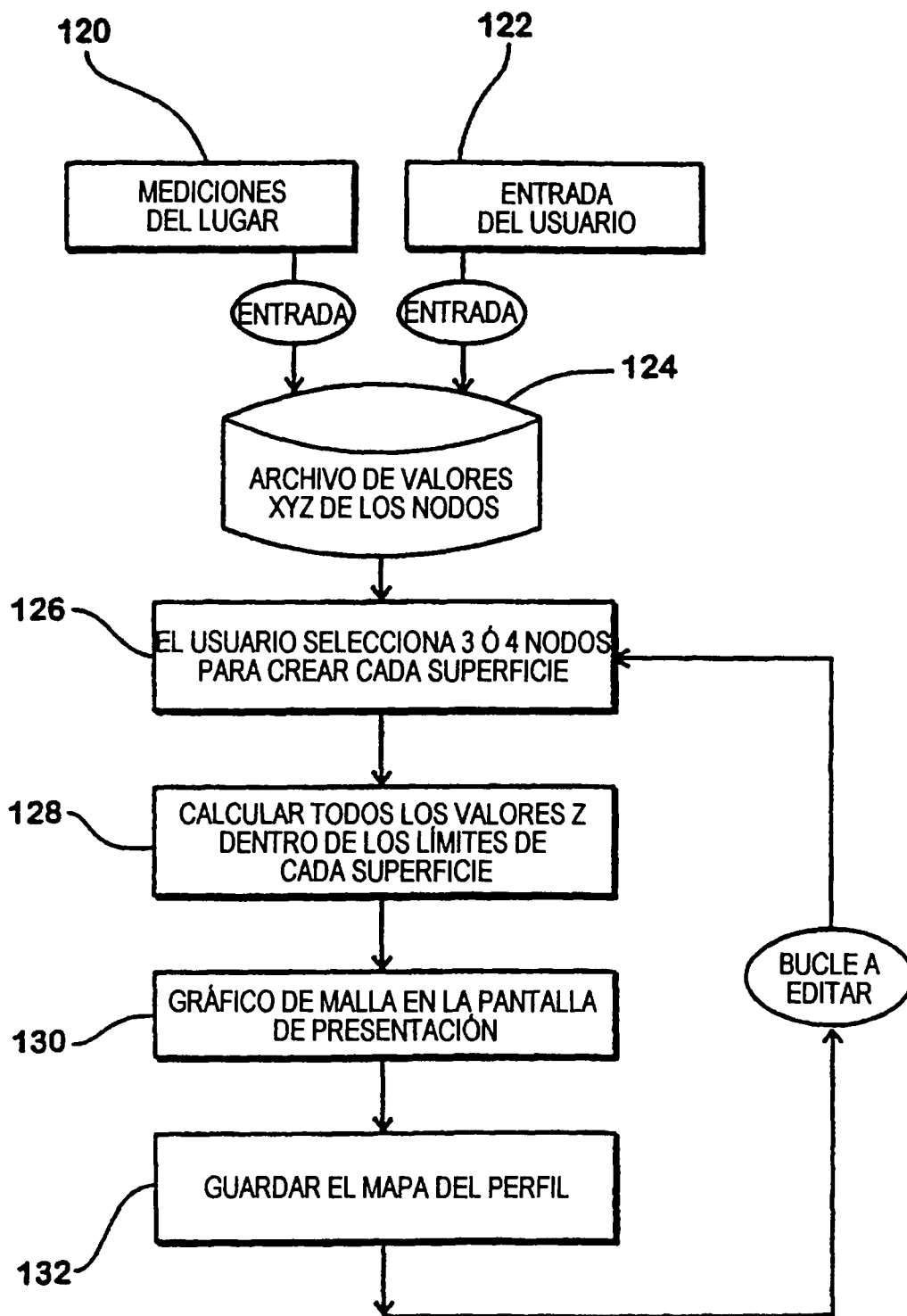


Fig. 11

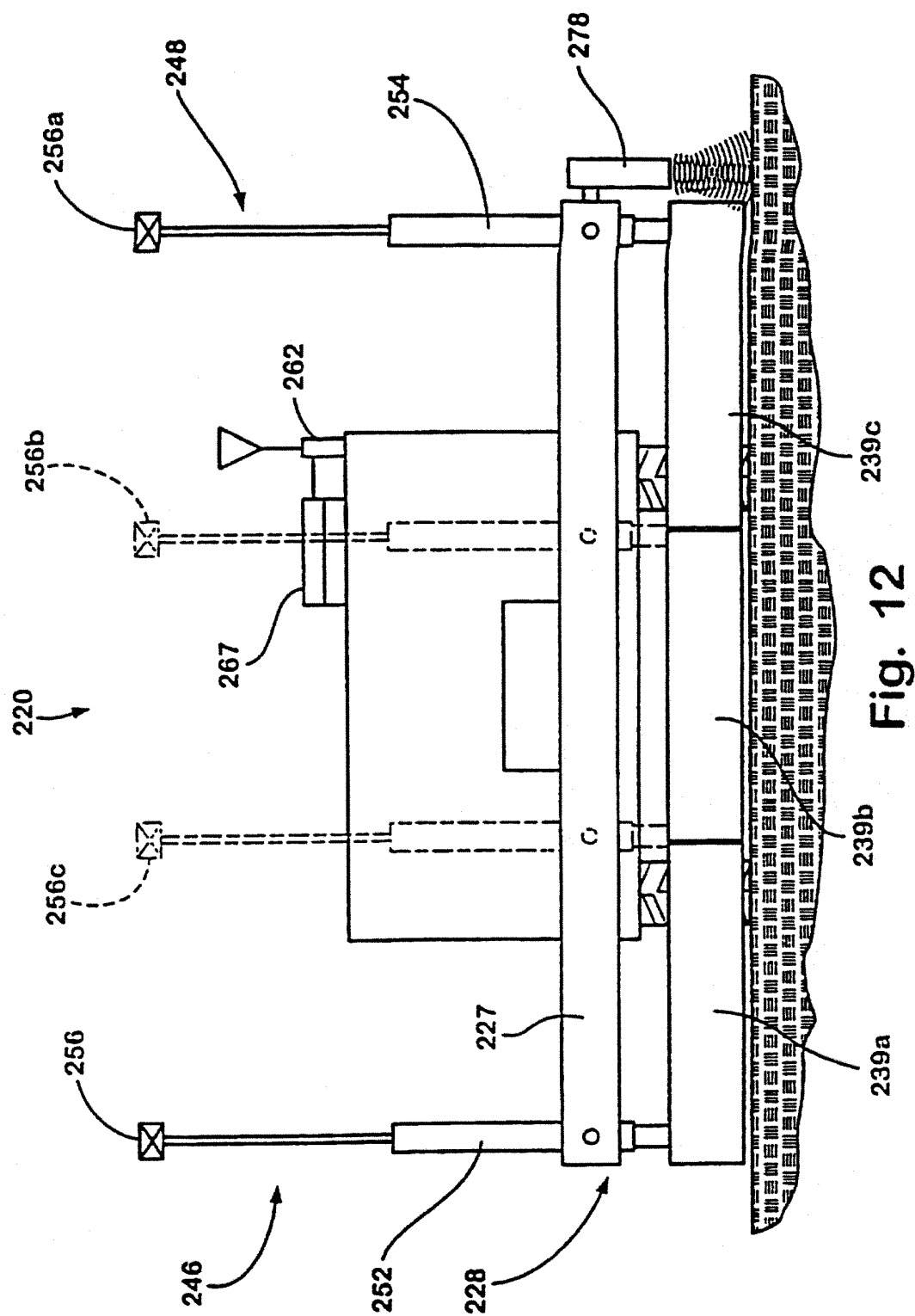


Fig. 12

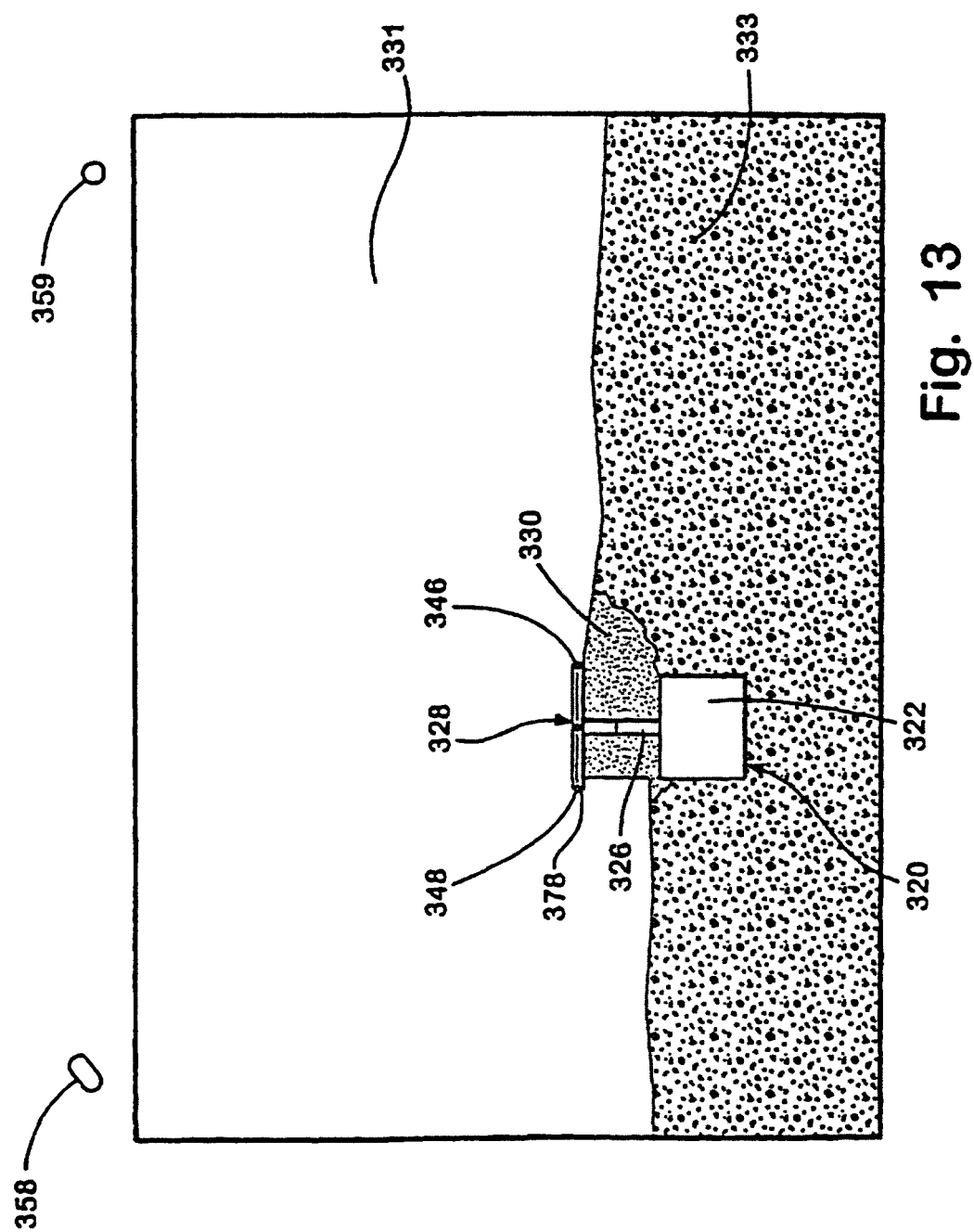


Fig. 13

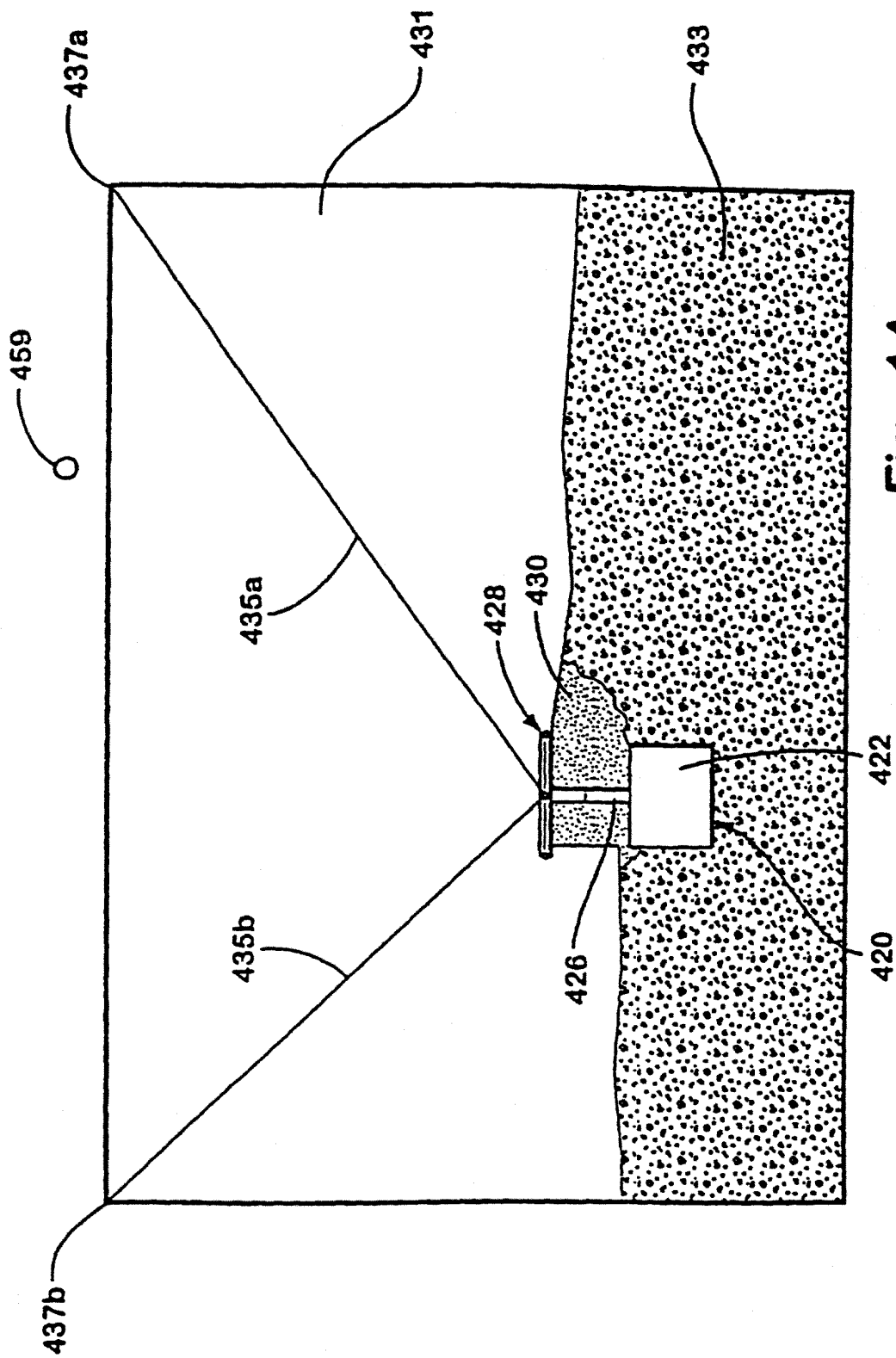


Fig. 14