

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 583 838**

51 Int. Cl.:

E01C 23/088 (2006.01)

G05D 1/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.05.2014 E 14168749 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.04.2016 EP 2806066**

54 Título: **Dispositivo de máquina de construcción y método de fresado de una superficie del terreno**

30 Prioridad:

23.05.2013 US 201313901263

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

22.09.2016

73 Titular/es:

**WIRTGEN GMBH (100.0%)
Reinhard-Wirtgen-Strasse 2
53578 Windhagen, DE**

72 Inventor/es:

**FRITZ, MATTHIAS;
BERNING, CHRISTIAN;
BARIMANI, DR. CYRUS y
HÄHN, DR. GÜNTER**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 583 838 T3

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

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de máquina de construcción y método de fresado de una superficie del terreno

Antecedentes de la invención

1. Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un dispositivo de máquina de construcción de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 y a un método de fresado de una superficie de grupo.

2. Descripción de la técnica anterior

10 Un ejemplo del estado de la técnica anterior se puede encontrar en el documento EP 2 336 424 A2. Durante el fresado de una gran zona de superficie de carretera, es común utilizar una máquina fresadora grande, tal como una máquina fresadora de medio carril, para fresar la gran mayoría de la zona de la superficie de la carretera, dejando solo pequeñas zonas restantes que no pueden ser alcanzadas por la máquina fresadora grande. Esas pequeñas zonas restantes son fresadas después mediante una máquina fresadora más maniobrable y más pequeña.

15 Al realizar una operación de fresado tal como un fresado de la superficie de una carretera, u otra superficie del terreno, a menudo, hay zonas de la superficie de la carretera que han de ser evitadas por el tambor de fresado con el fin de prevenir daños en el tambor de fresado y/o en la zona de la superficie de la carretera en cuestión. Dichas zonas las cuales es deseable evitar con el tambor de fresado pueden por ejemplo incluir tapas de alcantarillas, rejillas de drenaje, tapas de boca de riego y en general cualquier zona que sería dañada por el tambor de fresado o que supone una amenaza de daño al tambor de fresado, o que no van a ser fresadas por cualquier otra razón.

20 Así, por ejemplo, en el proceso de fresado de una carretera, cuando el tambor de fresado se aproxima a la posición de una tapa de alcantarilla, es deseable fresar una posición cercana a la tapa de alcantarilla, después elevar el tambor y pasarlo por encima de la tapa de alcantarilla y luego descender el tambor de nuevo para el fresado en contacto con la superficie de la carretera.

La práctica actual para hacer frente a estos obstáculos es generalmente como sigue:

25 1. Un operador o conductor de máquina fresadora y un operador de campo trabajan como un equipo. El operador de campo camina a lo largo del terreno al lado de la máquina fresadora, y buscará visualmente obstáculos tales como tapas de alcantarillas en el camino de la máquina fresadora. El operador de campo marcará la posición de los obstáculos dibujando líneas en el terreno con una pintura altamente visible. El operador de campo y asistente del operador normalmente tirarán un hilo perpendicular al trayecto de la máquina fresadora en el borde inicial y el borde final del obstáculo, y pintarán líneas rectas paralelas al hilo lateralmente fuera del lado del trayecto de la máquina de manera que las líneas sean visibles cuando el obstáculo desaparece por debajo de la fresadora.

30 2. A continuación, un observador de campo debe determinar donde la posición del borde de corte delantero de la máquina fresadora está dentro de la carcasa del tambor. Se apreciará que a medida que aumenta la profundidad de fresado, aumenta la longitud de corte efectiva del tambor de fresado en la dirección del movimiento y por lo tanto la posición de la intersección del tambor de fresado con la superficie de la carretera se mueve hacia delante con respecto a la placa lateral de la carcasa del tambor de fresado. Normalmente las máquinas fresadoras tienen un gráfico ilustrado dispuesto en cada placa lateral de la carcasa del tambor de fresado el cual indica dónde está situado el borde de corte delantero del tambor para varias profundidades de fresado. Esto se indica en referencia a varios pernos u otras características cercanas al borde inferior de la placa lateral. Con este gráfico el observador de campo identifica en donde están situados los bordes de corte delanteros del tambor de fresado dentro de la carcasa del tambor.

35 3. El operador de campo advertirá al conductor de la máquina fresadora cuando el obstáculo está cercano. Después el operador de campo comunicará al conductor de la máquina fresadora cuando se debe parar el avance de la máquina fresadora. Esta comunicación se realiza normalmente mediante señales de mano. La decisión por parte del operador de campo de cuando tiene que parar el avance de la máquina fresadora es una opinión subjetiva, y el operador de campo puede errar en el lado en el que se evita el contacto del tambor de fresado con el obstáculo. Debido a las incertidumbres en el procedimiento existente, el operador de campo normalmente pedirá al operador de la máquina fresadora que detenga el fresado más pronto de lo que normalmente sería necesario para evitar el contacto con el obstáculo. Esto provoca una superficie restante más grande que debe ser fresada más tarde con un costo mayor mediante una máquina fresadora más maniobrable y más pequeña

40 4. Al recibir la señal de parada, el conductor de la máquina fresadora deberá detener el avance de la máquina fresadora y elevar el tambor de fresado. El conductor de la máquina fresadora entonces avanza de nuevo la máquina fresadora con el tambor elevado hasta que el operador de campo le señala de nuevo al conductor de la máquina fresadora que pare y que baje el tambor de fresado de nuevo en posición de fresado con el terreno. Esta

segunda decisión del operador de campo es de nuevo subjetiva, y se debe tener cuidado de evitar descender el tambor de fresado demasiado pronto y de golpear el borde posterior del obstáculo.

5 Hay varias dificultades encontradas en el proceso que se acaba de describir. Una dificultad es la incapacidad del observador de campo para ver realmente tanto los obstáculos como el tambor de fresado, y por lo tanto la necesidad de hacer un juicio subjetivo en lo que se refiera a cuando elevar o cuando descender el tambor de fresado. Otra dificultad es la comunicación entre el conductor de la máquina fresadora y el operador de campo debido al ruido y a otras condiciones adversas en el lugar de trabajo. Ambas dificultades, se incrementan cuando el trabajo de fresado tiene que hacerse de noche, lo cual hace incluso más difícil para el observador de campo localizar obstáculos, y para el observador de campo y el conductor de la máquina fresadora comunicarse con señales de mano.

10 Como resultado de estas dificultades hay una falta de consistencia en el rendimiento de varios equipos de operadores en el fresado cercano a obstáculos. El resultado final es en gran medida dependiente de la habilidad y la experiencia del equipo de operadores. Algunos equipos pueden ser capaces de fresado de forma consistente dentro de un par de pulgadas a los obstáculos sin chocar con el obstáculo. Otros equipos pueden dejar hasta 10 pulgadas o más de material sin prestar en cada lado de un obstáculo y/o dañar de forma repetida el equipo al golpear los
15 obstáculos.

Por lo tanto hay una necesidad de un sistema mejorado para evitar obstáculos o zonas que no han de ser fresadas durante el funcionamiento de una máquina fresadora de gran tamaño.

Resumen de la invención

20 En un modo de realización un dispositivo de máquina de construcción comprende una pluralidad de soportes de conexión al terreno, un bastidor de máquina apoyado en los soportes de conexión al terreno, y un tambor de fresado apoyado en el bastidor de máquina. Se dispone un sistema de detección de la posición del tambor de fresado configurado para determinar la posición del tambor de fresado identificando la posición en una zona que ha de ser evitada en un sistema de referencia externo. El sistema indicador de la posición también incluye un controlador configurado para comparar la posición del tambor con la posición de la zona que ha de ser evitada y
25 para proporcionar una salida correspondiente a una proximidad del tambor de fresado a la posición de la zona que ha de ser evitada.

En otro modo de realización, se proporciona un método para el fresado de una superficie del terreno. El método puede incluir las etapas de:

30 (a) almacenar información en un controlador, identificando en un sistema de referencia externa una posición de una zona que ha de ser evitada;

(b) hacer avanzar una máquina fresadora;

(c) determinar una posición de tambor de un tambor de fresado de la máquina fresadora en el sistema de referencia externo a medida que avanza la máquina fresadora;

(d) comparar en el controlador la posición del tambor con la posición de la zona que ha de ser evitada; y

35 (e) proporcionar desde el controlador una salida correspondiente a una proximidad de la posición del tambor a la posición de la zona que ha de ser evitada.

40 En cualquiera de los modos de realización anteriores, la señal correspondiente a una proximidad de la posición del tambor a la posición de la zona que ha de ser evitada puede ser una señal de control para detener de forma automática el avance de la máquina fresadora si la posición del tambor está dentro de un rango seleccionado de la posición de la zona que ha de ser evitada.

En cualquiera de los modos de realización anteriores, la salida correspondiente a una proximidad de la posición del tambor a la posición de la zona que ha de ser evitada puede ser una señal de control para elevar de forma automática el tambor de fresado de la máquina fresadora si la posición del tambor está dentro de un rango seleccionado de la posición de la zona que ha de ser evitada.

45 En cualquiera de los modos de realización anteriores, se puede disponer un vehículo controlado de forma remota de campo configurado para recopilar la información que identifica la posición de la zona que ha de ser evitada en el sistema de referencia externo. El vehículo controlado de forma remota de campo puede ser completamente independiente de la máquina fresadora o puede ser conectable de forma extraíble a la máquina fresadora de tal manera que cuando el vehículo controlado de forma remota de campo está conectado a la máquina fresadora el
50 vehículo controlado de forma remota de campo comprende una parte del sistema de detección de la posición del tambor de fresado.

En cualquiera de los modos de realización anteriores, el controlador puede incluir una entrada configurada para recibir, desde el vehículo controlado de forma remota de campo, la información que identifica la posición de la zona que ha de ser evitada. La entrada puede ser un puerto o un dispositivo de memoria, una interfaz para una conexión por cable, o la entrada puede ser una entrada inalámbrica.

5 En cualquiera de los modos de realización anteriores, el sistema de detección de la posición del tambor de fresado puede estar configurado de tal manera que la posición del tambor de fresado corresponde a una porción del tambor de fresado a una elevación correspondiente a una elevación de la posición de la zona que ha de ser evitada. Esta elevación será normalmente la elevación de la superficie del terreno que se va a fresar. La intersección del tambor de fresado con la superficie del terreno, en la elevación de la superficie, define una huella rectangular que incluye una línea de corte delantera, una línea de corte trasera y dos líneas laterales del tambor de fresado. La porción del tambor de fresado afectada puede ser cualquiera de esas cuatro líneas dependiendo de la operación que se vaya a realizar.

10 En cualquiera de los modos de realización anteriores, la zona que ha de ser evitada puede ser de cualquier forma. La zona puede ser definida como un lado de una línea recta. La línea recta puede ser por ejemplo una línea de partida para una operación de fresado o una línea de llegada para la operación de fresado. La zona que ha de ser evitada puede ser un círculo. La zona que ha de ser evitada puede ser una forma de múltiples lados definida por las posiciones de múltiples esquinas.

En cualquiera de los modos de realización anteriores, el controlador puede incluir una pantalla visual gráfica que representa la proximidad del tambor de fresado a la posición de la zona que ha de ser evitada.

20 En cualquiera de los modos de realización anteriores, el controlador puede incluir un indicador de alerta audible configurado para proporcionar una alerta acústica al operador de la máquina si la posición del tambor se encuentra dentro de un rango seleccionado de la posición de la zona que ha de ser evitada.

25 En cualquiera de los modos de realización anteriores, el controlador puede incluir un indicador de alerta visual configurado para proporcionar una alerta visual al operador de la máquina si la posición del tambor se encuentra dentro de un rango seleccionado de la posición de la zona que ha de ser evitada.

En cualquiera de las realizaciones anteriores, la posición del sistema de detección de tambor de fresado puede incluir un receptor GNSS para la decodificación de señales de satélite de un sistema global de navegación por satélite.

30 En cualquiera de los modos de realización anteriores, el sistema de detección de la posición del tambor de fresado puede incluir un sensor u otro componente operacional que pertenece a un sistema de medida no satelital.

En cualquiera de los modos de realización anteriores, el controlador puede incluir un componente de selección de rango configurado de manera que un operador puede seleccionar un espacio libre por defecto para todas las zonas que han de ser evitadas.

35 En cualquiera de los modos de realización anteriores, el componente de selección de rango está configurado de manera que un operador también puede seleccionar espacios libres individuales para cualquier zona seleccionada que ha de ser evitada.

40 En cualquiera de los modos de realización anteriores, el componente de selección de rango puede incluir un componente de integración automático de tal manera que si el espacio libre entre dos zonas que han de ser evitadas es menor que un múltiplo prestablecido de las distancias combinadas de las dos zonas, las dos zonas se combinan en una zona más grande.

45 En cualquiera de los modos de realización anteriores, el controlador puede incluir un componente de determinación del restante configurado para grabar un trayecto de fresado por el tambor de fresado, correspondiendo las posiciones de las zonas que han de ser evitadas y las posiciones de las zonas sin fresar con posiciones en las que el tambor de fresado se ha elevado para evitar las zonas que han de ser evitadas. Esto permite proporcionar una grabación de las posiciones de las zonas restantes que se han de fresar después del paso del dispositivo de la máquina fresadora grande.

Numerosos objetos, características y ventajas de la presente invención serán fácilmente evidentes para los expertos en la materia tras una lectura de la siguiente divulgación cuando se toma en conjunción con los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

50 La figura 1 es una vista esquemática en planta de una longitud de una carretera, con numerosos obstáculos y zonas que han de ser evitadas situadas en la carretera, y que muestra las diversas pasadas de una máquina fresadora y

en la que se eleva y se desciende la máquina fresadora para pasar por encima de las zonas que han de ser evitadas.

5 La figura 2 es una vista esquemática en alzado lateral de una máquina fresadora de carreteras grande del tipo en la que la profundidad del tambor de fresado se ajusta elevando y descendiendo el bastidor de la máquina que tiene el tambor de fresado rígidamente unido al mismo para un movimiento vertical junto al mismo. La figura 2 muestra el tambor de fresado cortando a una profundidad de fresado más profunda.

La figura 2A es una vista esquemática en planta de la huella del tambor de fresado de la figura 2 en la que el tambor de fresado intersecta con la superficie del terreno.

10 La figura 3 es una vista esquemática en alzado lateral de la máquina fresadora de la figura 2, que muestra al tambor de fresado cortando a una profundidad de fresado menor.

La figura 3A es una vista esquemática en planta de la huella del tambor de fresado de la figura 3 en la que el tambor de fresado intersecta con la superficie del terreno. Se ha de señalar que la longitud de la huella en la dirección de desplazamiento es más corta en la figura 3A que en la figura 2A.

15 La figura 4 es una vista en alzado lateral esquemática de una máquina de construcción del tipo recicladora o estabilizadora en la que la profundidad de fresado del tambor de fresado se ajusta elevando y descendiendo el tambor de fresado con respecto al bastidor de la máquina.

La figura 5 es una vista en planta esquemática de la máquina fresadora de la figura 2, y su sistema de detección de la posición del tambor de fresado y el sistema indicador de la posición, incluyendo un vehículo controlado de forma remota separado.

20 La figura 6 es una vista en planta esquemática similar a la figura 5 de un modo de realización alternativo de la máquina fresadora en la que el vehículo controlado de forma remota se puede montar con posibilidad de desmontaje en la máquina fresadora y puede servir como una parte del sistema de detección de la posición del tambor de fresado de la máquina fresadora. El vehículo controlado de forma remota se muestra en sus dos posiciones de montaje y desmontaje.

25 La figura 7 es una vista esquemática de un panel de visualización y control de las máquinas fresadoras de las figuras 2-6.

La figura 8 es una vista esquemática de un panel de visualización y control del vehículo controlado de forma remota.

Descripción detallada

30 Con referencia ahora a las figuras 2 y 3, se muestra un primer modo de realización de una constitución de un dispositivo de máquina 10 en forma de una máquina fresadora grande para el fresado de carreteras. La máquina 10 fresadora incluye una pluralidad de soportes de conexión al terreno tales como pistas 12A anteriores y pistas 12B posteriores y un bastidor 14 de máquina apoyado desde los soportes 12A y 12B de conexión al terreno.

35 Un tambor 16 de fresado se apoya desde el bastidor de la máquina. Una profundidad 18 de fresado del tambor 16 de fresado en el terreno debajo de la superficie 20 se determina extendiendo y contrayendo unos brazos 22A y 22B hidráulicos asociados a las pistas 12A y 12B.

En la figura 2 la profundidad 18 de fresado se muestra en una profundidad relativamente grande. En la figura 3, los brazos 22A y 22B hidráulicos se han extendido para elevar el tambor 16 de fresado de manera que se reduce la profundidad 18 de fresado.

40 La figura 4 es una vista esquemática en alzado lateral de una máquina de construcción del tipo recicladora o estabilizadora de terreno generalmente designada por el número 24. La máquina 24 de construcción incluye una pluralidad de soportes de conexión al terreno en forma de ruedas delanteras 26A y traseras 26B. Un bastidor 28 de la máquina está soportado desde los soportes de 26A y 26B conexión al terreno. Un tambor 30 de fresado se apoya desde el bastidor 28 en brazos 32 pivotantes que pivotan alrededor de un eje 34 de pivotamiento. Así, una profundidad 36 de fresado del tambor 30 por debajo de una superficie 38 del terreno está controlada elevando y descendiendo el tambor 30 en los brazos 32 pivotantes a través de un mecanismo 40 de elevación.

45 La figura 5 muestra la máquina 10 fresadora de las figuras 2 y 3 esquemáticamente, junto con un sistema de referencia cartesiano, independiente y externo a la máquina 10 fresadora. El sistema de referencia cartesiano se ilustra como el sistema de medición de coordenadas (X, Y, Z). El sistema de medición de coordenadas (X, Y, Z) puede ser seleccionado al azar, y se mantiene en la misma posición y orientación a medida que la máquina 10 fresadora se mueve a través de él.

La máquina 10 fresadora incluye un sistema de detección de la posición del tambor de fresado designado en general por el número 42. El propósito del sistema 42 de detección de la posición del tambor de fresado es determinar la posición de la máquina 10 fresadora y por lo tanto la posición del tambor 16 de fresado que es portado por la máquina 10 fresadora, en el sistema de referencia externo (X, Y, Z).

5 En un modo de realización, la posición y orientación de la máquina 10 fresadora y por tanto del tambor 16 de fresado se determinan mediante un sistema global de navegación por satélite (GNSS). En particular, debido a los requisitos de precisión con la que se determina la posición y la orientación, lo que se utiliza preferiblemente es el satélite basado en el sistema global de navegación por satélite que es conocido como el sistema de navegación global por satélite diferencial (DGNS). El método DGNS de determinación de la orientación se basa en este caso en la medición de la posición por dos receptores DGNS que están dispuestos en diferentes puntos S1 y S2 en la máquina 10 fresadora como se ve en la figura 5. Alternativamente, se puede utilizar un único receptor GNSS o DGNS, y la dirección de desplazamiento de la máquina puede ser determinada una vez que la máquina comienza a moverse hacia adelante, proporcionando de este modo tanto la posición como la orientación de la máquina.

10 La máquina 10 fresadora tiene una estación 44 de conducción (ver la figura 2) desde la que el operador de la máquina controla el funcionamiento de la máquina 10 fresadora. El operador puede dirigir manualmente la máquina 10 fresadora a través de un sistema 46 de direccionamiento que controla la dirección de las pistas 12A y/o 12B de dirección. Un controlador 48 está situado en la máquina 10 fresadora y va a interactuar con el sistema 42 de detección de la posición del tambor de fresado de la manera descrita más adelante. El controlador 48 es parte de un sistema 50 indicador de la posición que incluye el controlador 48, una memoria 52, y una estación 54 de visualización y de entrada (véase la figura 7).

15 El sistema GNSS proporciona datos de la posición en tres dimensiones, X, Y, y Z. El sistema descrito a continuación, sin embargo, puede funcionar usando solamente los datos en X e Y para localizar la máquina fresadora en el plano de la superficie del terreno. No se necesitan los datos de elevación, ya que como se describe a continuación la posición vertical del tambor de fresado con respecto a la superficie que debe ser fresada puede ser determinada fácilmente por otros medios, y se utilizan estos datos para determinar la posición vertical del tambor de fresado con respecto a los diversos obstáculos o a otras zonas de la superficie del terreno que han de ser evitadas. Sin embargo, en un aspecto más general de la invención, los datos de elevación del sistema GNSS o cualquier otro sistema de posicionamiento podrían utilizarse además de la información de la posición en X e Y.

20 También, en lugar de un sistema de posicionamiento basado en satélite, la posición de la máquina 10 fresadora y de los demás obstáculos y objetos que se discute más adelante, se puede determinar usando un sistema de medición terrestre no satelital, tal como por ejemplo una estación total.

25 Como se describe más adelante, el sistema 42 de detección de la posición del tambor de fresado está configurado para determinar una posición de tambor del tambor 16 de fresado en el sistema de referencia externo (X, Y, Z). El sistema 50 indicador de la posición incluye la memoria 52 y una estación 54 de visualización y de entrada. La memoria 52 está configurada para almacenar información de identificación de una posición de una zona que ha de ser evitada en el sistema externo de referencia (X, Y, Z), dicha zona que ha de ser evitada, por ejemplo, siendo una tapa de alcantarilla o similar. El controlador 48 está configurado para comparar la posición de tambor con la posición de la zona que ha de ser evitada, y para proporcionar una salida correspondiente a la proximidad del tambor 16 de fresado a la posición de la zona que ha de ser evitada. Esa salida puede ser una indicación visual o audible proporcionada a un operador de la máquina fresadora, de modo que el operador puede entonces reaccionar a la indicación y tomar las medidas adecuadas para evitar el obstáculo. Esta salida puede ser alternativamente una señal de control operable para detener de forma automática la máquina fresadora o para elevar de forma automática el tambor de fresado.

30 Por ejemplo, la figura 1 ilustra esquemáticamente una vista en planta de una longitud de carretera 56 que ha de tener su superficie fresada en una serie de pasadas de la máquina 10 fresadora. En el ejemplo de la figura 1, la carretera 56 tiene una anchura 58 que se va a requerir que la máquina 10 fresadora realice aproximadamente cinco pasadas paralelas a lo largo de la longitud de la calzada para fresar toda la anchura de la calzada.

35 En la Figura 1, una serie de obstáculos que han de ser evitados durante la operación de fresado han sido identificados como OB1, OB2, OB3, OB4, OB5, OB6, y OB7. Cada uno de estos objetos o los objetos que han de ser evitados se muestra de forma esquemática y están destinados para representar varios tipos de obstáculos u objetos que se pueden encontrar durante la operación de fresado.

40 Por ejemplo, el obstáculo OB1 representa una rejilla de drenaje de forma generalmente rectangular ubicada cerca de un borde de la carretera. El obstáculo OB2 es una zona poligonal o de múltiples lados de forma arbitraria. El obstáculo OB3 es otra rejilla de drenaje de forma generalmente rectangular situada cerca del lado opuesto de la carretera 56. El obstáculo OB4 representa una tapa de alcantarilla circular. Los obstáculos OB5, OB6 y OB7 representan un conjunto de objetos tales como una boca de riego muy cercanas entre sí, las cuales como se describe con más detalle a continuación pueden ser tratadas por el controlador 48 como una sola zona que ha de ser evitada la cual contiene todo el grupo de objetos OB5, OB6 y OB7.

Los obstáculos ilustrados son sólo ejemplos. Otros tipos de operaciones de la máquina fresadora pueden encontrarse con diferentes obstáculos. Por ejemplo, en una operación de minería de superficie a veces hay "puntos duros" que se encuentran dentro de los depósitos de minerales que se extraen. Una forma de "punto duro" irregular podría ser identificada como similar al obstáculo OB2 que se muestra en la figura 1, y el minero de superficie podría evitar el "punto duro" el cual podría ser dejado para la extracción posterior mediante voladura u otras técnicas.

La figura 1 también muestra esquemáticamente la posición de una secuencia de pasadas de fresado a realizar por la máquina fresadora cuyas pasadas son identificadas secuencialmente como 1a, 1b, 2a, 2b, 2c, 2d, 3, 4a, 4b, 4c y 5. Por lo tanto en la notación utilizada, las pasadas 1a y 1b están alineadas entre sí y están separadas por una zona sin fresar en la proximidad del obstáculo OB1 que ha de ser evitado. Se ha de señalar que al evitar el obstáculo OB1 el operador de la máquina fresadora elevará el tambor de fresado cuando la máquina fresadora pasa por encima del objeto OB1 y después descenderá el tambor de fresado para comenzar la pasada de fresado 1b.

También se ha de señalar como se observa en la pasada 5 de fresado, que es posible que el operador de la máquina fresadora evite obstáculos rodeándolos, como es evidente en el desplazamiento cerca del extremo inferior de la pasada 5 de fresado en el que el operador de la máquina fresadora ha dirigido la máquina fresadora para evitar el obstáculo OB2. Dependiendo del diseño de la máquina fresadora puede ser posible para el operador tomar otras acciones para evitar el contacto del tambor de fresado con el obstáculo; por ejemplo, en algunas máquinas el operador puede tener la capacidad de cambiar el tambor de fresado de lado para evitar el obstáculo.

Se ha de señalar que cuando se realiza cada pasada, también habrá una línea de partida y una línea de llegada donde se desea comenzar y finalizar la operación de fresado, y la zona en el otro lado de cualquiera de la línea de partida o la línea de llegada puede ser tratada como una zona que ha de ser evitada durante la operación de fresado. Por ejemplo, la línea 60 recta define la línea de partida para la pasada 1a, la pasada 3 y la pasada 5, y define la línea de llegada para las pasadas 2d y 4c. En el extremo inferior de la figura 1 la línea 62 recta puede ser definida como la línea de llegada para la pasada 5 y, como la línea de partida para los pases 4a y 2a. En consecuencia, la zona por encima de la línea 60 puede ser identificada como el obstáculo OB8, y la zona por debajo de la línea 62 puede ser identificada como el obstáculo OB9.

También se observa que la figura 1 ilustra que las zonas asociadas con cada objeto incluirán un espacio libre alrededor del objeto con el fin de proporcionar un margen de seguridad para evitar la colisión entre el tambor 16 de fresado y los diversos obstáculos. Por ejemplo, con respecto al obstáculo OB1 que es una rejilla de drenaje de forma rectangular, hay una zona A1 asociada definida alrededor del obstáculo OB1 que proporciona un espacio C1 libre alrededor del obstáculo OB1. La manera de establecer estos espacios libres con el fin de determinar la zona alrededor de cada obstáculo se describe más adelante.

Hay varios aspectos del sistema actual que permiten al operador de la máquina fresadora fresar de manera eficiente dentro de una estrecha proximidad de los diversos obstáculos que se presentan en la calzada, evitando la colisión del tambor de fresado con esos obstáculos. En primer lugar, es necesario determinar la posición del tambor de fresado en el sistema de referencia (X, Y, Z). En segundo lugar, es necesario conocer la posición de las distintas zonas que han de ser evitadas en el sistema de referencia (X, Y, Z). En tercer lugar, debe haber una comparación de la posición del tambor con la posición de las zonas que han de ser evitadas.

Finalmente, la información que indica la proximidad del tambor de fresado a las diversas zonas que han de ser evitadas se comunica al operador de la máquina fresadora de modo que el operador puede reaccionar de una manera correspondiente para elevar y descender el tambor de fresado en los momentos apropiados o para dirigir la máquina fresadora con el fin de evitar los obstáculos, o, alternativamente, se genera una señal de control para detener de forma automática la máquina fresadora y/o elevar de forma automática el tambor de fresado.

La determinación de la posición del tambor 16 de fresado en el sistema de referencia (X, Y, Z) se lleva a cabo mediante el sistema 42 de detección de la posición del tambor de fresado señalado anteriormente. Como se ilustra esquemáticamente en la figura 5, los dos sensores S1 y S2 DGNSS ubicados en la máquina 10 fresadora reciben señales del sistema de satélites y pueden determinar sus posiciones en el plano X, Y como se ilustra esquemáticamente en la figura 5. Así, el sensor S1 se encuentra en las coordenadas XS1 y YS1 como se indica en la figura. 5. Del mismo modo las coordenadas de receptor S2 se encuentran en XS2 y YS2. Al conocer las posiciones de los dos sensores S1 y S2, se puede determinar la posición de cualquier punto de la máquina 10 fresadora. Por lo tanto, con una máquina 10 fresadora del tipo mostrado en las figuras 2 y 3 en la que el tambor 16 de fresado se fija en posición con relación al bastidor 14 de la máquina 10 fresadora, la posición del tambor 16 de fresado se conoce a partir de las posiciones de los sensores S1 y S2 y de la geometría de la máquina 10 fresadora y de la posición del tambor 16 de fresado sobre la misma.

Entonces para conocer la posición vertical de tambor 16 de fresado con respecto a la superficie 20 que ha de ser fresada, es necesario conocer la profundidad 18 de fresado. La profundidad 18 de fresado se puede determinar en una variedad de formas conocidas, muchas de las cuales son ilustradas y descritas en detalle en la Patente de Estados Unidos N° 8,246,270 a Berning y otros, y asignada al cesionario de la presente invención.

Como se ha indicado anteriormente la parte del tambor de fresado de mayor interés es la huella de la intersección del tambor de fresado con la superficie del terreno. Como se ve en las figuras 2A y 3A, la huella es generalmente de forma rectangular e incluye una línea 64 de corte delantera, una línea 65 de corte trasera, y dos líneas 67 y 69 laterales.

5 La posición particular en el tambor 16 de fresado de interés cuando se avanza en la dirección de avance es la línea 64 de corte delantera, en la que los dientes 16A de fresado del tambor 16 de fresado intersectan con la superficie 20 que se está fresando. También es de interés, en la situación en la que el tambor de fresado se está descendiendo de nuevo en la posición de fresado con el terreno, la línea 65 de corte trasera. También son de interés, en una máquina que puede cambiar el tambor 16 de fresado lateralmente, las líneas 67 y 69 laterales. Debido a que los
10 obstáculos se encuentran generalmente a ras con la superficie del terreno es la intersección del tambor de fresado con la superficie del terreno el factor de mayor interés.

Se apreciará cuando se comparan las figuras 2 y 3 que como la profundidad 18 de fresado cambia, varía la posición de la línea 64 de corte delantera y de la línea 65 de corte trasera con respecto a las posiciones de los sensores S1 y S2 en el bastidor 14 de la máquina fresadora 10. La huella de corte del tambor de fresado en la superficie del terreno es de forma rectangular como se ve en las figuras 2A y 3A, y la longitud de corte del rectángulo en la dirección de desplazamiento representada por las líneas laterales 67 y 69 aumenta cuando aumenta la profundidad de fresado.
15

Conociendo la posición de los sensores S1 y S2 en el sistema de coordenadas (X, Y, Z) y conociendo la geometría de la máquina 10 fresadora y el valor de la profundidad 18 de fresado, el controlador 48 puede determinar la posición de la línea 64 de corte delantera y la línea de corte 65 trasera del tambor 16 de fresado en el sistema de coordenadas (X, Y, Z). Por lo tanto el sistema 42 de detección de la posición del tambor de fresado y el controlador 48 determinan la posición de tambor del tambor 16 de fresado. Esta posición del tambor se moverá en el sistema de coordenadas (X, Y, Z) cuando la máquina 10 fresadora se mueve en el sistema de coordenadas (X, Y, Z).
20

Identificando posiciones de obstáculos

Otro aspecto de la presente invención es la identificación de la posición dentro del sistema de referencia (X, Y, Z) de los diversos obstáculos o zonas que han de ser evitados y la introducción de la información en la memoria 52 del controlador 48. Una forma preferida de recopilación de esa información es a través del uso de un vehículo 66 de campo controlado de forma remota que se ilustra esquemáticamente en las figuras 5 y 6. El vehículo 66 controlado de forma remota incluye una varilla 68. Un extremo 70 inferior de la varilla se coloca en una posición sobre la superficie 20 del terreno para la que se han de determinar las coordenadas DGNSS. Un receptor S66 DGNSS se encuentra en el extremo superior de la varilla 68 y puede ser conectado a una unidad 72 de control del vehículo controlado de forma remota a través de la conexión 74 eléctrica. De forma opcional, la unidad de control del vehículo controlado de forma remota se puede configurar como una unidad 72' de control separada manejada a mano, conectada a través de una conexión 76 inalámbrica al receptor S66, como se indica en la figura 5.
25
30

La unidad 72 de control del vehículo controlado de forma remota se muestra esquemáticamente en la figura 8, e incluye un componente 78 de determinación de datos de la posición del vehículo controlado de forma remota que recibe señales desde el receptor S66 DGNSS para determinar los datos de la posición para definir la posición del vehículo 66 de campo controlado de forma remota en relación con el sistema de referencia independiente (X, Y, Z). El vehículo 66 de campo controlado de forma remota también puede incluir una radio 80 para la comunicación con una estación base DGNSS, y una batería 82 para proporcionar energía.
35

El vehículo 66 controlado de forma remota también puede construirse para su uso con cualquiera de las otras tecnologías de posicionamiento adecuadas. Por ejemplo, el receptor S66 DGNSS puede ser reemplazado por un prisma para su uso con una estación total. Otras tecnologías de posicionamiento basadas en satélites pueden ser también utilizadas.
40

La unidad 72 de control del vehículo controlado de forma remota incluye un sistema 84 de entrada, tal como una pantalla táctil o un teclado que permite al operador del vehículo controlado de forma remota introducir diversos parámetros relacionados con los datos que fueron reunidos por el vehículo controlado de forma remota.
45

El sistema 84 de entrada puede incluir un selector 83 de puntos, un selector 85 de identificación de objetos, un selector 87 de forma de objetos, y un selector 89 de espacio libre de objetos. Cada selector incluye un conjunto de llaves de palanca y una ventana de visualización asociada. Un botón 81 de lectura puede dar instrucciones al vehículo controlado de forma remota para tomar una lectura de coordenadas a través del sensor S66. Un botón de 91 de almacenamiento puede introducir valores seleccionados.
50

El selector 83 de puntos puede asignar un identificador de punto tal como P1 a una lectura. El selector 85 de identificación de objetos puede permitir la selección de identificadores de objetos tales como OB1, OB2, etc., para el objeto con el que se va a asociar el punto. El selector 87 de forma permite al operador identificar la forma del objeto, tal como "línea", "círculo", "polígono", etc. El selector 89 de espacio libre permite introducir un valor para el espacio
55

libre alrededor del objeto, si se desea. Una pantalla 93 de visualización puede mostrar los puntos estudiados y el objeto asociado.

5 El operador del vehículo 66 controlado de forma remota puede utilizar el vehículo controlado de forma remota para recoger información que indica la posición de los diversos obstáculos, o zonas que rodean los obstáculos que han de ser evitados, de la siguiente manera. En el ejemplo mostrado en la figura 8, el operador del vehículo 66 controlado de forma remota ha identificado la posición de la línea de partida 60, colocando el extremo 70 inferior del vehículo 66 controlado de forma remota en el punto P1 y registrando la posición del punto P1 en el sistema de referencia (X, Y, Z), y a continuación, colocando el vehículo controlado de forma remota en el punto P2 y registrando la posición del punto P2 en el sistema de referencia (X, y, Z). A continuación, a través del sistema 84 de entrada el operador del vehículo controlado de forma remota indica que se requiere establecer una línea recta entre los puntos P1 y P2 y que la máquina fresadora tiene que evitar cualquier zona por encima de la línea recta como se ve en la figura 1, cuya zona se identifica como el obstáculo OB8.

15 Hay que señalar que se puede hacerse cualquier manipulación de datos como la que se acaba de describir para la identificación de la línea recta 60, ya sea en la unidad 72 de control del vehículo 66 controlado de forma remota o en la unidad 48 de control de la máquina 10 fresadora. Se deberá entender que la unidad de control 72 del vehículo controlado de forma remota y la unidad 48 de control de la máquina fresadora pueden tener capacidades redundantes o complementarias y se pueden utilizar juntas si es apropiado.

20 Como otro ejemplo, para identificar la posición de obstáculo OB1 el vehículo 66 controlado de forma remota puede estar situado en los puntos P3, P4, P5 y P6 que son las esquinas del obstáculo OB1 de cuatro lados. Una vez que se identifican las posiciones de las esquinas, el operador del vehículo controlado de forma remota puede indicar a través de selector 87 que el obstáculo OB1 se define como un polígono de cuatro lados definidos por dichas cuatro esquinas.

25 Como se aprecia en la figura 1, cuando la máquina 10 fresadora se acerca al obstáculo OB1 durante una pasada 1a, es deseable que se establezca un espacio libre C1 alrededor de los límites del obstáculo OB1. Un valor para el espacio libre C1 se puede seleccionar ya sea por el operador del vehículo 66 controlado de forma remota e introducirlo a través de selector 89 de la entrada 84 de la unidad 72 de control del vehículo controlado de forma remota, o puede ser introducido por el operador de la máquina 10 fresadora a través del uso del controlador 48 de la máquina fresadora.

30 Como se señaló anteriormente, el controlador 48 de la máquina fresadora puede incluir un sistema 54 de visualización y de entrada que se muestra esquemáticamente en mayor detalle en la figura 7. El sistema 54 de visualización y de entrada puede incluir una pantalla 86 de visualización que incluye una pantalla visual gráfica que representa la proximidad del tambor 16 de fresado a la posición de las diversas zonas, tales como A4, que han de ser evitadas.

35 De forma adicional, la estación 54 de visualización y de entrada puede incluir otros medios visuales y de audio para proporcionar indicaciones al operador de la máquina fresadora de la proximidad del tambor 16 de fresado a una zona que ha de ser evitada. Por ejemplo, como se ve en la esquina superior derecha de la figura 7, la estación 54 de visualización y de entrada pueden incluir una serie de luces de colores incluyendo una luz 88 roja, una luz 90 amarilla y una luz 92 verde. Por lo tanto, un indicador de luz verde que se ilumine puede indicar que no hay ningún obstáculo cerca del tambor, la luz 90 amarilla que se ilumine puede indicar que el tambor se aproxima a un obstáculo, y la luz 88 roja puede indicar que el tambor ha alcanzado una zona que ha de ser evitada y que el fresado debe detenerse y el tambor debe ser elevado.

40 Por ejemplo, la vista mostrada en la pantalla 86 de visualización en la figura 7 representa esquemáticamente tres posiciones secuenciales 16.1, 16.2 y 16.3 del tambor 16 de fresado cuando la máquina 10 fresadora se está moviendo a lo largo de la pasada 4a de fresado mostrada en la figura 1 y acercándose a la tapa de alcantarilla OB4.

45 En la primera posición 16.1, la luz 92 verde puede iluminarse debido a la gran distancia desde el obstáculo OB4 más próximo al tambor 16. Cuando el tambor 16 se mueve a la posición 16.2, la luz amarilla 90 se puede iluminar. Cuando el tambor alcanza la posición 16.3 en la que el borde 64 de corte delantero del tambor 16 toca la zona A4 que ha de ser evitada, la luz 88 indicadora de color rojo se enciende.

50 La estación 54 de visualización y de entrada también puede incluir un indicador 95 audible que es un altavoz que puede emitir una serie de tonos de pitidos de cada vez una mayor urgencia a medida que el tambor 16 de fresado entra en la proximidad de un obstáculo y se acerca más a ese obstáculo.

55 La estación 54 de visualización y entrada puede incluir un conjunto de controles de entrada similares a las descritos anteriormente para la estación 84 de entrada del vehículo controlado de forma remota. Así, la estación 54 de entrada puede incluir un selector 94 de punto, un selector 96 de objetos, un selector 98 de forma, un selector 100 de espacio libre y un botón 102 de almacenamiento, todos los cuales funcionan de manera similar a la descrita anteriormente para las características similares de la estación 84 de entrada del vehículo controlado de forma remota.

Utilizando o bien el sistema 84 de entrada del vehículo controlado de forma remota o el sistema 54 de entrada, se pueden establecer los espacios libres tales como el espacio libre C1 para el obstáculo OB1 los cuales a su vez pueden determinar los límites de la zona A1 alrededor del obstáculo OB1.

5 Como otro ejemplo, para identificar el obstáculo OB2, la posición del obstáculo OB2 se puede determinar con el vehículo 66 controlado de forma remota, colocando el extremo 70 inferior del vehículo 66 controlado de forma remota en los puntos desde P7 hasta P11 y entonces definir el obstáculo OB2 como la forma poligonal definida por las esquinas. A continuación, un espacio libre C2 es introducido en el sistema para el obstáculo OB2 que se traduce en la definición de la zona A2 de cinco lados alrededor del obstáculo OB2.

10 Pasando al obstáculo OB4 circular, su posición puede ser identificada de varias maneras. Una manera de identificar la posición del círculo es identificar la posición del punto P12 central usando el vehículo 66 controlado de forma remota. Después se puede medir un radio R del círculo de forma manual e introducirlo en el controlador 72 del vehículo controlado de forma remota con instrucciones para definir la posición del obstáculo OB4 como un círculo que tiene un centro en P12 con un radio R. De forma alternativa, el radio puede ser determinado mediante el uso del vehículo controlado de forma remota para identificar un punto adicional en la circunferencia del objeto circular.

15 Además, la posición del obstáculo OB4 circular se puede determinar colocando el vehículo controlado de forma remota en un mínimo de tres puntos P13, P14 y P15 e indicando al controlador que los tres puntos P13, P14 y P15 se encuentran en la circunferencia de un círculo, con cuyos datos el controlador 72 puede determinar la posición de todo el círculo. Entonces, con cualquiera de estas técnicas para la identificación de la posición del obstáculo OB4 circular, se puede introducir un espacio libre C4 lo que resulta en la definición completa de la zona A4 circular que ha

20 de ser evitada alrededor del obstáculo OB4.

Los obstáculos OB5, OB6 y OB7 ilustran otra capacidad del presente sistema en la que un grupo de objetos estrechamente agrupados puede ser tratados de manera colectiva y se puede definir una sola zona A5-7 que rodea a los tres objetos.

25 En primer lugar, la posición de cada uno de los objetos OB5, OB6 y OB7 podría determinarse utilizando el vehículo 66 controlado de forma remota de la manera descrita anteriormente para objetos de formas similares. Entonces, se puede introducir el espacio libre alrededor de cada uno de los objetos OB5, OB6 y OB7 en el sistema. La programación del controlador 66 o el controlador 48 puede comparar las posiciones de las zonas A5, A6 y A7 que se definen individualmente alrededor de cada uno de esos objetos, basándose en las distancias asignadas, y si se determina que los espacios libres se solapan o que el espaciado entre los objetos está dentro de un múltiplo predefinido de los espacios libres, a continuación, el software puede definir una única zona A5-7 que rodea a los tres obstáculos. Esta característica puede ser descrita como un componente de integración automática del componente de selección del espacio libre de manera que si la separación entre dos zonas que han de ser evitadas es inferior a un múltiplo prefijado de los espacios libres combinados de las dos zonas, las dos zonas se combinan en una zona más grande.

35 Los selectores 89 o 100 de espacio libre pueden ser descritos como componentes de selección de rango o componentes de selección de espacio libre. Este componente de selección de espacio libre tal y como se ha descrito anteriormente está configurado de modo que el operador de la máquina puede asignar espacios libres individuales a cada obstáculo o cada zona que ha de ser evitada. Este componente de selección de espacio libre también puede estar configurado de modo que el operador puede seleccionar una distancia predeterminada que se aplica a todos

40 los obstáculos a menos que se asigne un espacio libre individual específico a un obstáculo seleccionado dado.

Transferencia de datos

Después de que los datos que identifican las posiciones de los diversos obstáculos se hayan recopilado mediante el vehículo 66 controlado de forma remota, esos datos deben ser comunicados al controlador 48 de la máquina 10 fresadora. Esto puede ocurrir de varias maneras.

45 Una forma de transferir información desde el vehículo 66 controlado de forma remota al controlador 48 es emitir los datos de la salida 104 del vehículo controlado de forma remota, a una tarjeta de memoria o a otros medios de comunicación. Ese dispositivo de memoria u otros medios de comunicación se pueden llevar a un puerto 106 de entrada del controlador 48 de la máquina 10 fresadora para introducir esos datos en el controlador 48 en el cual serán almacenados en la memoria 52. De forma alternativa, el controlador 72 del vehículo controlado de forma remota se puede comunicar con el controlador 48 de la máquina fresadora a través de medios 76 inalámbricos.

50

Además, como se muestra en la figura 6, el vehículo 66 de campo controlado de forma remota puede estar configurado de tal manera que está montado con posibilidad de desmontaje en la máquina 10 fresadora a través de la unidad 108 de acoplamiento, de modo que el sensor S66 del vehículo 66 controlado de forma remota en realidad funciona como el segundo sensor S2 de la máquina 10 fresadora, y la unidad 72 de control del vehículo controlado de forma remota puede o bien complementar a o funcionar como la unidad 48 de control de la máquina fresadora.

55

Comparando posiciones - comparando espacios libres - comunicando al operador

Una vez que los datos que identifican la posición de los diversos obstáculos se almacenan en el controlador 48 de la máquina fresadora, el controlador 48 de la máquina fresadora puede comparar la posición de tambor 16 con las posiciones de las diversas zonas que han de ser evitadas alrededor de los obstáculos que han sido identificados.

5 Como se ha indicado anteriormente con respecto a la figura 7, la estación 54 de visualización y de entrada proporciona varios medios para comunicar al operador de la máquina 10 fresadora la información en relación con la proximidad del tambor 16 de fresado a la posición de las diversas zonas tal como la zona A4 que han de ser evitadas. Varias señales visuales y audibles se pueden proporcionar como se describe anteriormente cuando el tambor 16 de fresado se acerca a la zona que ha de ser evitada. El operador del tambor de fresado entonces eleva el tambor 16 de fresado en los momentos adecuados con el fin de evitar las zonas que han de ser evitadas y luego
10 desciende el tambor 16 de fresado de nuevo en la posición de fresado con la superficie 20 del terreno después de que se ha pasado la zona que ha de ser evitada.

Opcionalmente, el controlador 48 puede estar configurado para generar una señal de control operable para detener de forma automática el avance de la máquina 10 fresadora y/o elevar de forma automática el tambor de fresado si la posición del tambor se encuentra dentro de un rango seleccionado de la posición de la zona que ha de ser evitada.

15 Como se señaló anteriormente, la comparación preferida es comparar la posición de la línea 64 de corte delantera del tambor de fresado con las posiciones de las zonas alrededor de los diversos obstáculos que se definen en dos dimensiones sobre la superficie 20 del terreno que se va a fresar. Por lo tanto, la posición del tambor de fresado se define para que corresponda a la parte del tambor de fresado, es decir, el borde 64 de corte delantero, que está a una elevación correspondiente a la elevación de la posición de la zona que ha de ser evitada, la cual se supone que
20 está en la elevación de la superficie 20 del terreno.

También, después de que el tambor de fresado se ha elevado y está siendo descendido de nuevo en la posición de fresado con el terreno, se debe tener cuidado para evitar golpear el obstáculo con la línea 65 de corte trasera del tambor de fresado durante el proceso de descenso. La determinación de la posición de la línea 65 de corte trasera se realiza de la misma manera como se describió anteriormente para determinar la posición de la línea 64 de corte
25 delantera. Se tiene que conocer la posición del tambor de fresado en coordenadas X e Y, y se necesita saber la profundidad de fresado del tambor de fresado. Debido a que generalmente se desea devolver el tambor de fresado a la misma profundidad de fresado que tenía antes de elevar el tambor para pasar por encima del obstáculo, la máquina fresadora se puede mover hacia adelante hasta que la huella de corte del tambor de fresado, en la profundidad de fresado deseada, despeja la zona que ha de ser evitada, entonces, el tambor de fresado se puede
30 descender verticalmente hacia abajo hasta que se alcanza de nuevo la profundidad de fresado deseada.

Hay una serie de cuestiones a tener en cuenta al establecer el espacio libre alrededor de cualquier obstáculo en particular que ha de ser evitado. Esto en parte está relacionado con el grado de precisión con el que son determinables las posiciones dentro del sistema de referencia del sistema de referencia externo (X, Y, Z). Si por ejemplo se utiliza un sistema DGNSS, y se espera que la precisión de las posiciones medidas esté dentro de 1
35 pulgada (2,54 centímetros), entonces se podría seleccionar un espacio libre de 1 pulgada (2,54 centímetros) o quizás de 2 pulgadas (5,08 centímetros).

Si se utiliza un sistema de posicionamiento menos preciso tal como GNSS, entonces el espacio libre debe ser seleccionado de acuerdo con la precisión esperada de los datos de la posición. Si por ejemplo un sistema GNSS tenía una precisión esperada en el intervalo de 2-4 pulgadas (5,08 – 10,16 centímetros), entonces se podría
40 seleccionar un espacio libre de 5 pulgadas (12,7 centímetros) alrededor de cada uno de los obstáculos.

También, dependiendo de la naturaleza del obstáculo o de la zona que ha de ser evitada, podría ser utilizado un espacio libre diferente. Por ejemplo, si la zona que ha de ser evitada es simplemente un lado de la línea 60 de partida, de manera que en realidad no hay obstáculo que pueda ser alcanzado por el tambor de fresado que podría causar daños en el tambor de fresado, entonces puede ser utilizado un espacio libre de valor cero. Por otro lado, si
45 el obstáculo es una tapa de alcantarilla de fibra de vidrio, que podría ser dañada simplemente por la vibración del terreno en las inmediaciones de la tapa de alcantarilla, podría seleccionarse un espacio libre mucho más grande, como por ejemplo 10 pulgadas (25,4 centímetros) de manera que además de evitar el impacto físico del tambor de fresado con el obstáculo se proporciona algo de holgura adicional para evitar daños en el artículo debido a la acción del tambor de fresado en las inmediaciones del artículo.

50 También, cabe señalar la posibilidad de obstáculos que sobresalen en realidad por encima de la superficie que está siendo fresada. Esto podría ocurrir por ejemplo cuando se va a fresar una gran cantidad de material a partir de una superficie y la operación de fresado se realiza en dos pasadas. Así, si por ejemplo se deseaba fresar 20 pulgadas (50,8 centímetros) de la superficie de una carretera, una primera máquina podría hacer una primera pasada y fresar 10 pulgadas (25,4 centímetros) de la superficie, seguida de una segunda máquina fresando 10 pulgadas (25,4 centímetros) adicionales. O una máquina podría realizar dos pases secuenciales. La primera máquina se encontraría inicialmente los diversos obstáculos en una situación en la que los obstáculos estaban sustancialmente a nivel con la superficie de la carretera. Sin embargo, la segunda máquina fresadora, o la segunda pasada de una sola máquina, se acercaría a esos obstáculos en un contexto en el que los obstáculos en realidad sobresalgan 10 pulgadas (25,4
55

centímetros) por encima de la superficie que está siendo fresada por la segunda máquina. Esa situación puede ser manejada por el controlador 48 mediante el aumento de los espacios libres alrededor de los obstáculos o simplemente haciendo que el tambor de fresado de la segunda máquina fresadora frese a una profundidad de 20 pulgadas (50,8 centímetros) por debajo de la superficie del terreno inicial.

5 Funcionamiento del sistema

Con referencia ahora a la figura 1, el funcionamiento general del sistema y su uso por el operador de la máquina fresadora se describirá, a partir de la pasada 1a de fresado que comienza en la línea de partida 60.

10 La primera zona que ha de ser evitada se ha definido como la zona OB8 por encima de la línea 60 de partida en la figura 1. Así, el operador de la máquina fresadora desciende el tambor 60 de fresado en el terreno con el fin de iniciar el corte en la línea 60 de partida. La máquina se está moviendo en la dirección de la flecha 110. La máquina avanza hasta que la máquina alcanza la zona A1 que rodea al obstáculo OB1. Entonces, el avance de la máquina fresadora se detiene y se eleva el tambor de fresado. A continuación, la máquina avanza y el tambor de fresado elevado pasa por encima de la zona A1 a una posición en la que la línea 65 de fresado delantera (en la profundidad de fresado deseada) estará alejada de la zona A1. A continuación, el tambor de fresado desciende de nuevo en posición de fresado con la superficie 20 del terreno para comenzar la segunda pasada 1b de fresado. Se ha de notar que la zona que separa la pasada 1a y la pasada 1b permanece sin fresar.

20 La pasada 1b de fresado continúa en la dirección de la flecha hasta que la posición del borde 64 de corte delantero del tambor 16 de fresado alcanza el punto P20 que intersecta el límite exterior de la zona A2 en cuyo punto el operador de la máquina volverá a elevar el tambor de fresado. Ahora, debido a que la máquina fresadora está cerca de la línea 62 de llegada, la fresadora saltará por encima de toda la zona A2 y la máquina fresadora girará mediante un giro en U y se iniciará la pasada 2a de fresado de abajo hacia arriba como se muestra en la esquina inferior derecha de la figura. 1. La operación de fresado continuará hasta que la fresadora se acerca a la zona A3 alrededor del obstáculo OB3, momento en el cual se elevará el tambor y pasará por encima de la zona A3 y luego descenderá para comenzar la pasada 2b de fresado. La pasada 2b de fresado continuará hasta que el borde 64 de corte delantero del tambor alcanza el límite de la zona A4, momento en el que se eleva de nuevo el tambor de fresado y la máquina fresadora continúa hacia adelante y luego desciende el tambor de fresado para comenzar la pasada 2c. La pasada 2c continuará hasta que el tambor de fresado se aproxima a la zona A5-7, momento en el que el tambor de fresado se vuelve a elevar y luego a descender para realizar la pasada 2d de fresado que termina cuando el tambor de fresado llega a la línea 60 de partida/llegada. El tambor de fresado se eleva de nuevo y la máquina fresadora hace un giro en U y entonces comienza la tercera pasada 3 a partir de la línea de partida 60 y continúa hasta que el tambor de fresado intercepta la zona A2 de nuevo en el punto P21. El tambor de fresado se eleva entonces y la fresadora hace otro giro en U y comienza la pasada 4a. El tambor se eleva al final de la pasada 4a para pasar por encima de la zona A4 de nuevo, entonces se lleva a cabo la pasada 4b. El tambor de fresado se eleva de nuevo para pasar por encima de la zona A5-7, y luego desciende de nuevo para realizar la pasada 4c.

35 Cuando el tambor de fresado alcanza la línea 60 de partida/llegada de nuevo, el tambor de fresado se eleva y la fresadora hace otro giro en U y comienza la pasada número 5. Se observa que durante la pasada 5, cuando la máquina fresadora alcanza las proximidades de la zona A2, el conductor puede ver el perfil de la zona A2 en la pantalla 86 de visualización y puede usar su propio juicio subjetivo para rodear la zona A2 como se indica el desplazamiento en la pasada 5 de fresado mostrada en la figura 1.

40 Se apreciará que después de las pasadas 1-5 de fresado descritas anteriormente, hay una serie de zonas sin fresar que quedan en las inmediaciones de las diversas zonas A1, A2, A3, A4 y A5-7 que fueron evitadas. Estas zonas sin fresar son mucho más grandes que las zonas reales que han de ser evitadas, ya que las grandes máquinas fresadoras en trayectos sustancialmente rectos y la totalidad del tambor de fresado pasa por encima del obstáculo dejando así una zona de la anchura completa del tambor de fresado que está sin fresar. Estas zonas sin fresar deben luego ser fresadas por una fresadora más pequeña, más fácil de manejar, que puede fresar incluso los límites de los diversos obstáculos. Otra característica del sistema descrito en el presente documento, es que el controlador 48 contendrá todos los datos necesarios para crear un registro de estas zonas sin fresar.

50 El controlador 48 puede tener la posición de la propia calzada introducida en el sistema. Como se ha descrito anteriormente, las posiciones de cada uno de los obstáculos son introducidas en el sistema. Después, el controlador puede realizar un seguimiento y registrar la posición de cada una de las trayectorias de fresado a través del uso de los sensores S1 y S2 DGNSS que pueden controlar la trayectoria continua de la máquina fresadora. El controlador 48 también puede registrar los datos que indican cuando el tambor de fresado 16 se eleva fuera de la posición de fresado y luego desciende de nuevo en la posición de fresado. Con esa información, el controlador 48 puede identificar todas las zonas sin fresado y también puede identificar la posición de los obstáculos dentro de esas zonas sin fresar. Esta información puede utilizarse para generar instrucciones de fresado que podrían guiar de forma automática una máquina fresadora más pequeña para fresar las diversas zonas sin fresar alrededor de cada uno de los obstáculos. Esta capacidad del controlador puede ser descrita como un componente de determinación restante configurado para registrar un trayecto fresado por el tambor de fresado, las posiciones de las zonas que han de ser evitadas y la posición de las zonas sin fresar que corresponden a posiciones en los que el tambor de fresado se

eleva para evitar las zonas que han de ser evitadas, de modo que se proporciona un registro de la posición de las zonas restantes que han de ser fresadas después del paso del dispositivo de la máquina fresadora.

El presente sistema también proporciona métodos de fresado de una superficie del terreno. Dicho método puede comprender las etapas de:

- 5 (a) almacenar en el controlador 48 información que identifique en el sistema de referencia externo (X, Y, Z) la posición de una o más zonas que han de ser evitadas;
- (b) hacer avanzar la máquina 10 fresadora;
- (c) determinar una posición de tambor del tambor 16 de fresado de la máquina 10 fresadora en el sistema de referencia externo (X, Y, Z) cuando la máquina 10 fresadora avanza;
- 10 (d) comparar en el controlador 48 la posición del tambor 16 de fresado con las posiciones de las diversas zonas que han de ser evitadas; y
- (e) proporcionar desde el controlador 48 una salida correspondiente a una proximidad de la posición de tambor a la posición de las zonas que han de ser evitadas.

15 De este modo, se aprecia que el dispositivo y los métodos de la presente invención consiguen fácilmente los fines y ventajas mencionados, así como aquellos inherentes a la misma. Mientras que ciertos modos de realización preferidos de la invención se han ilustrado y descrito para los propósitos de la presente divulgación, se pueden hacer numerosos cambios en la disposición y la constitución de las partes y las etapas por los expertos en la materia, cuyos cambios están comprendidos en el alcance de la presente invención como se define mediante las reivindicaciones adjuntas.

20

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de máquina de construcción, que comprende:
una pluralidad de soportes (12A, 12B) de conexión al terreno;
un bastidor (14) de la máquina soportado desde los soportes (12A, 12B) de conexión al terreno;
- 5 un tambor (16) de fresado apoyado desde el bastidor (14) de la máquina;
un sistema (42) de detección de la posición del tambor de fresado configurado para determinar una posición de tambor del tambor de fresado en un sistema de referencia externo (X, Y, Z);
caracterizado porque la máquina de construcción además comprende un sistema (50) indicador de la posición, incluyendo:
- 10 una memoria (52) configurada para almacenar información que identifica una posición de una zona (A) que ha de ser evitada en el sistema de referencia externo (X, Y, Z); y
un controlador (48) configurado para comparar la posición de tambor con la posición de la zona (A) que ha de ser evitada, y para proporcionar una salida correspondiente a una proximidad del tambor (16) de fresado para la posición de la zona (A) que ha de ser evitada.
- 15 2. El dispositivo de la reivindicación 1, que además comprende:
un vehículo (66) de campo controlado de forma remota configurado para recoger la información que identifica la posición de la zona (A) que ha de ser evitada en el sistema de referencia externo (X, Y, Z).
3. El dispositivo de la reivindicación 2, en el que:
el vehículo (66) de campo controlado de forma remota está montado, con posibilidad de desmontaje, en la máquina fresadora y está configurado de tal manera que cuando el vehículo de campo controlado de forma remota está conectado a la máquina fresadora el vehículo de campo controlado de forma remota comprende una parte del sistema (42) de detección de la posición del tambor de fresado.
- 20 4. El dispositivo de una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que:
el controlador (48) incluye una entrada configurada para recibir desde el vehículo (66) de campo controlado de forma remota la información que identifica la posición de la zona (A) que ha de ser evitada, comprendiendo preferiblemente la entrada del controlador (48) un puerto para un dispositivo de memoria o una entrada inalámbrica en comunicación con un transmisor (76) inalámbrico del vehículo (66) de campo controlado de forma remota.
- 25 5. El dispositivo de una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que:
el sistema (42) de detección de la posición del tambor de fresado está configurado de tal manera que la posición del tambor corresponde a una parte del tambor, preferiblemente una línea (64) de corte delantera del tambor y/o una línea (65) de corte trasera del tambor, en una elevación correspondiente a una elevación de la posición de la zona que ha de ser evitada y/o una elevación de una superficie del terreno que ha de ser fresada.
- 30 6. El dispositivo de una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que:
la posición de la zona que ha de ser evitada es un lado de una línea recta, preferiblemente un lado de una línea de partida para una operación de fresado o una línea de llegada para una operación de fresado o la zona que ha de ser evitada es un círculo o una forma de múltiples lados definida por las posiciones de múltiples esquinas.
- 35 7. El dispositivo de una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que:
la salida del controlador (48) incluye una indicación a un operador de la máquina fresadora de la proximidad del tambor (16) de fresado a la posición de la zona (A) que ha de ser evitada, en particular, el controlador (48) incluye:
- 40 una pantalla (68) visual gráfica que representa la proximidad del tambor (16) de fresado a la posición de la zona (A) que ha de ser evitada y/o un indicador de alerta audible configurado para proporcionar una indicación audible al operador de la máquina si la posición tambor está dentro de un rango seleccionado de la posición de la zona que ha de ser evitada y/o,

un indicador de alerta visual configurado para proporcionar una indicación visual al operador de la máquina si la posición del tambor se encuentra dentro de un rango seleccionado de la posición de la zona (A) que ha de ser evitada.

8. El dispositivo de una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que:

- 5 la salida del controlador (48) incluye una señal de control para detener de forma automática el avance de la fresadora si la posición del tambor se encuentra dentro de un rango seleccionado de la posición de la zona (A) que ha de ser evitada o para elevar de forma automática el tambor (16) de fresado de la fresadora si la posición del tambor se encuentra dentro de un rango seleccionado de la posición de la zona (A) que ha de ser evitada.

9. El dispositivo de una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que:

- 10 el sistema (42) de detección de la posición del tambor de fresado incluye un receptor GNSS (GNSS) para la decodificación de señales de satélite desde un sistema de navegación global por satélite o un sensor que pertenece a un sistema de medición no satelital para determinar la posición de tambor del tambor (16) de fresado.

10. El dispositivo de una de las reivindicaciones 1 a 9, en el que:

- 15 el controlador (48) incluye un componente de selección de rango configurado de modo que un operador puede seleccionar una distancia predeterminada para todas las zonas que han de ser evitadas, en particular, el componente de selección de rango está configurado para que el operador pueda seleccionar espacios libres individuales para cualquier zona seleccionada que ha de ser evitada, o

el controlador incluye un componente de selección de rango configurado de modo que un operador puede introducir un espacio libre individual para cada zona que ha de ser evitada.

- 20 11. El dispositivo de las reivindicaciones 1 a 10, en el que:

el controlador (48) incluye un componente de selección de rango que incluye un componente de integración automático, de manera que si una separación entre dos zonas que han de ser evitadas es inferior a un múltiplo prefijado de espacios libres combinados de las dos zonas, las dos zonas se combinan en una zona más grande.

12. El dispositivo de una de las reivindicaciones 1 a 11, en el que:

- 25 el sistema (42) de detección de la posición del tambor de fresado está configurado para determinar una profundidad de fresado del tambor (16) de fresado y la posición del tambor de fresado es una intersección del tambor de fresado con una superficie del terreno que está siendo fresada.

13. El dispositivo de una de las reivindicaciones 1 a 12, en el que:

- 30 el controlador (48) incluye un componente de determinación restante configurado para registrar un trayecto de fresado por el tambor (16) de fresado, las posiciones de las zonas (A) que han de ser evitadas y la posición de zonas sin fresar correspondiente a las posiciones en las que el tambor (16) de fresado se eleva para evitar las zonas que han de ser evitadas, de modo que se proporciona un registro de la posición de las zonas restantes que se han de fresar después del paso del dispositivo.

14. Un método de fresado de una superficie del terreno, comprendiendo el método:

- 35 (a) almacenar en el controlador (48) información que identifique en un sistema de referencia externo (X, Y, Z) la posición de una zona que ha de ser evitada;

(b) hacer avanzar la máquina fresadora;

(c) determinar una posición de tambor del tambor (16) de fresado de la máquina fresadora en el sistema de referencia externo (X, Y, Z) cuando la máquina fresadora avanza;

- 40 (d) comparar en el controlador (48) la posición del tambor con la posición de la zona que ha de ser evitada; y

(e) proporcionar desde el controlador (48) una salida correspondiente a una proximidad de la posición del tambor a la posición de las zonas (A) que han de ser evitadas.

15. El método de la reivindicación 14, en el que la etapa (a) comprende además:

identificar una posición de un obstáculo (OB) que ha de ser evitado;

establecer un espacio libre alrededor del objeto, y de ese modo identificar una posición de una zona (A) que ha de ser evitada alrededor del obstáculo (OB).

16. El método de la reivindicación 14 o 15, en el que la etapa (c) comprende además:

5 determinar la posición de una intersección de una línea (64) de corte delantera del tambor (16) de fresado con la superficie del terreno que se está fresando.

17. El método de una de las reivindicaciones 14 a 16, que comprende además:

elevantar el tambor (16) de fresado y pasar el tambor de fresado por encima de la zona (A) que ha de ser evitada;

descender el tambor (16) de fresado de nuevo en la posición de fresado con la superficie del terreno; y

10 determinar la posición de una intersección de una línea (65) de corte trasera del tambor de fresado (16) descendido con la superficie del terreno.

18. El método de una de las reivindicaciones 14 a 17, en el que:

en la etapa (e), el suministro de una salida incluye proporcionar una indicación a un operador de la máquina fresadora de la proximidad del tambor (16) de fresado a la posición de la zona (A) que ha de ser evitada, preferiblemente

15 proporcionar al operador de la máquina fresadora una pantalla visual gráfica que representa la posición del tambor con respecto a la posición de la zona (A) que ha de ser evitada, y/o

una indicación audible de la proximidad de la posición de tambor a la posición de la zona (A) que ha de ser evitada.

19. El método de una de las reivindicaciones 14 a 18, en el que:

20 en la etapa (e), el suministro de una salida incluye proporcionar una señal de control para detener de forma automática el avance de la fresadora si la posición del tambor se encuentra dentro de un rango seleccionado de la posición de la zona (A) que ha de ser evitada, o

en la etapa (e), el suministro de una salida incluye proporcionar una señal de control para elevar de forma automática la fresadora si la posición del tambor se encuentra dentro de un rango seleccionado de la posición de la zona (A) que ha de ser evitada.

25

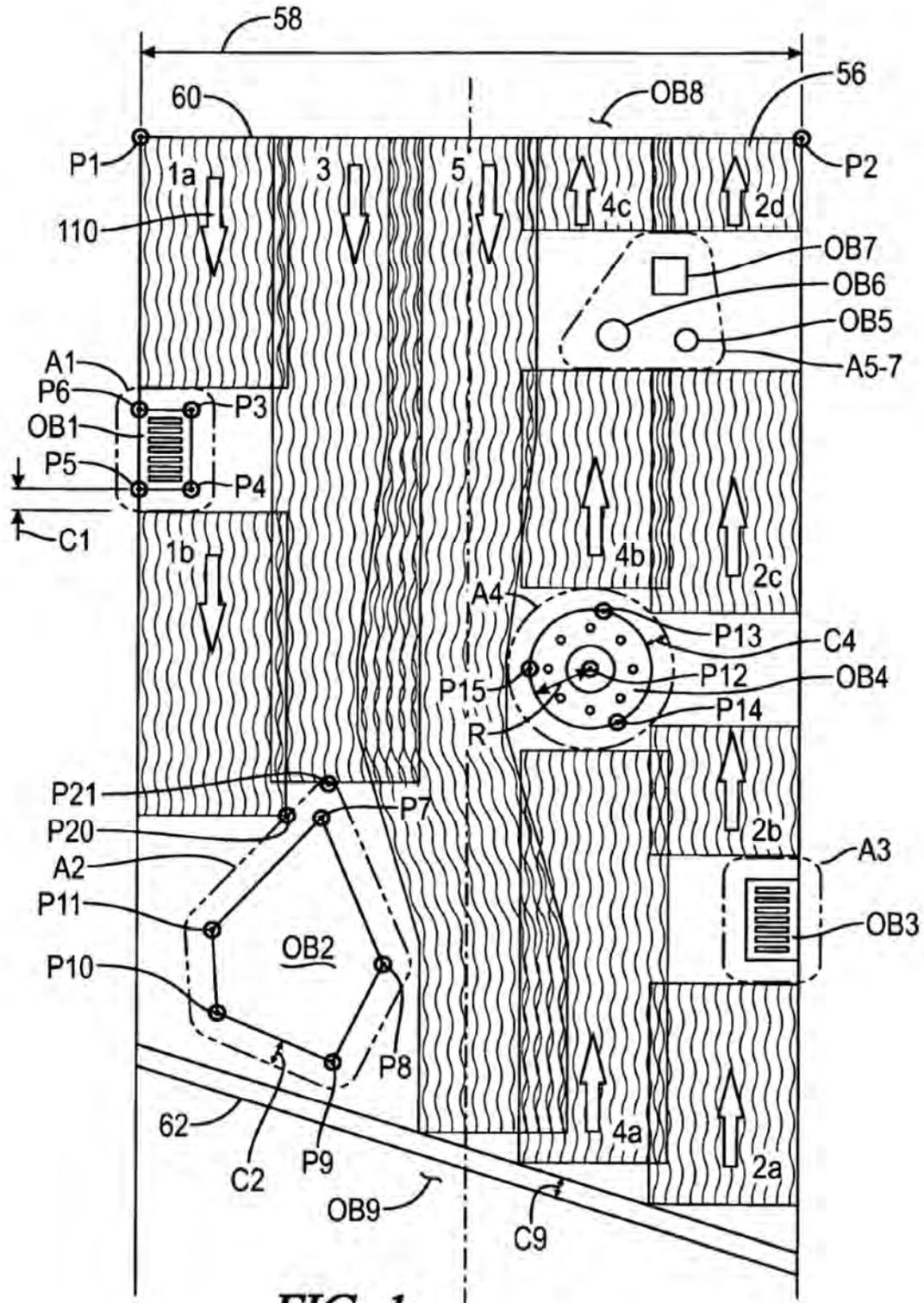


FIG. 1

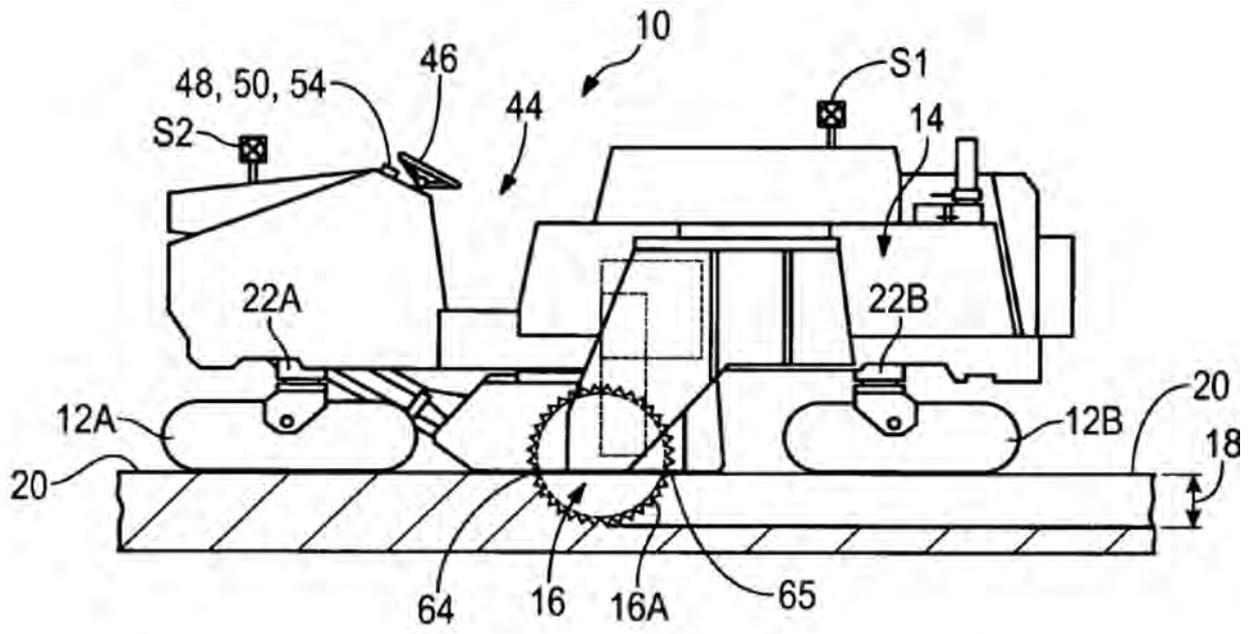


FIG. 2

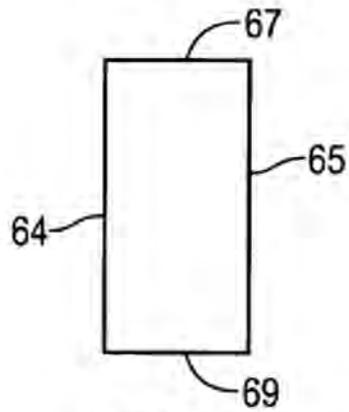


FIG. 2A

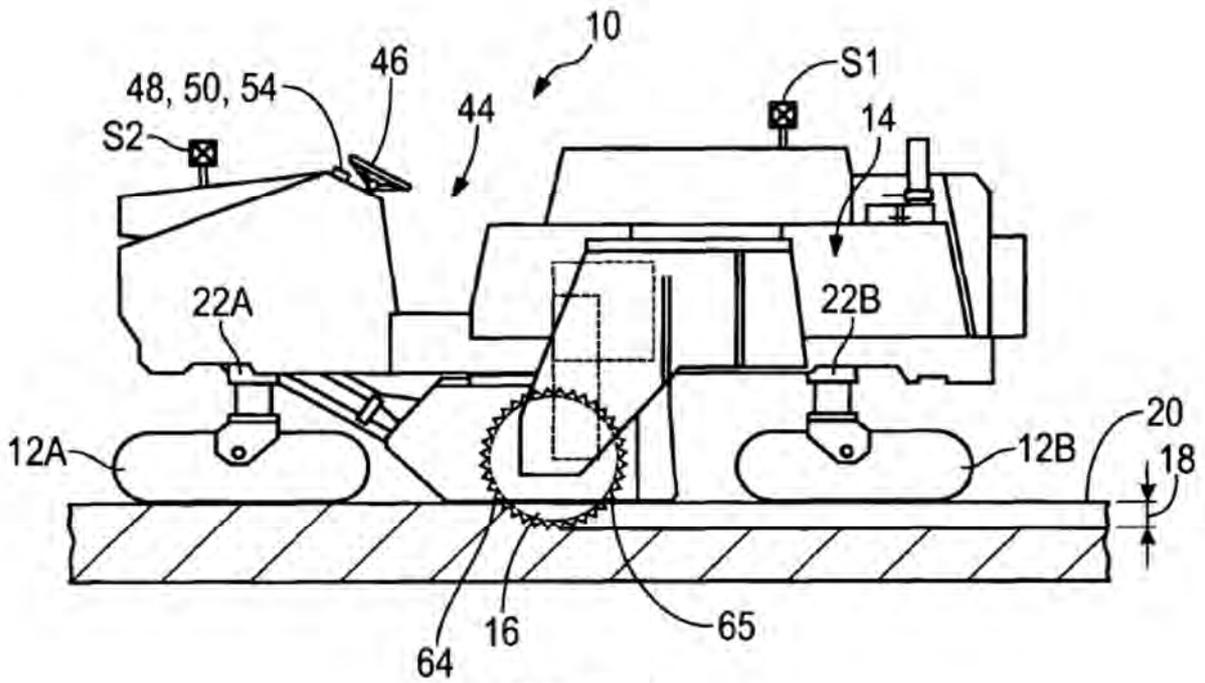


FIG. 3

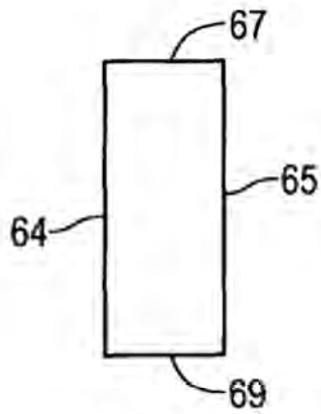


FIG. 3A

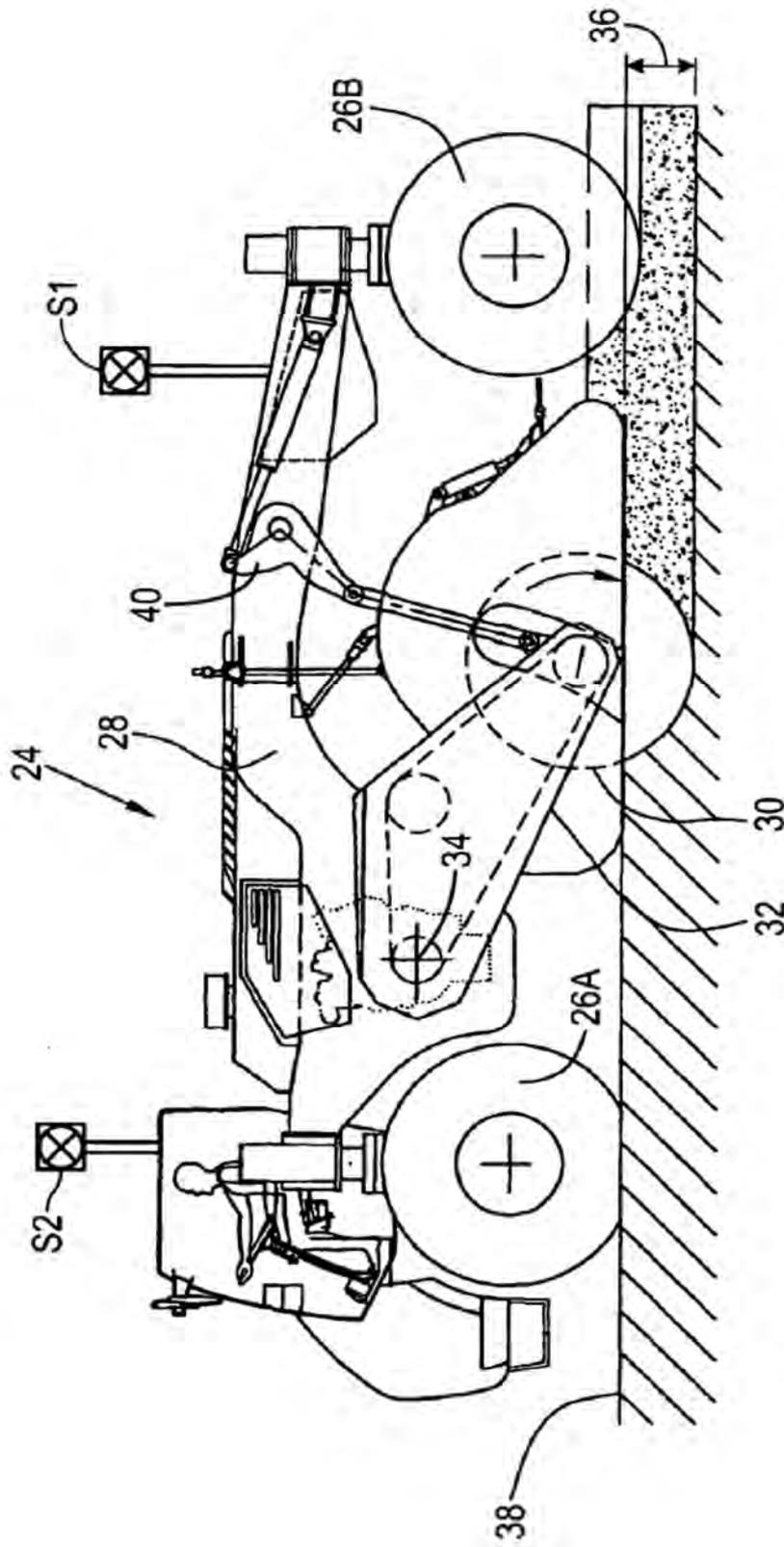


FIG. 4

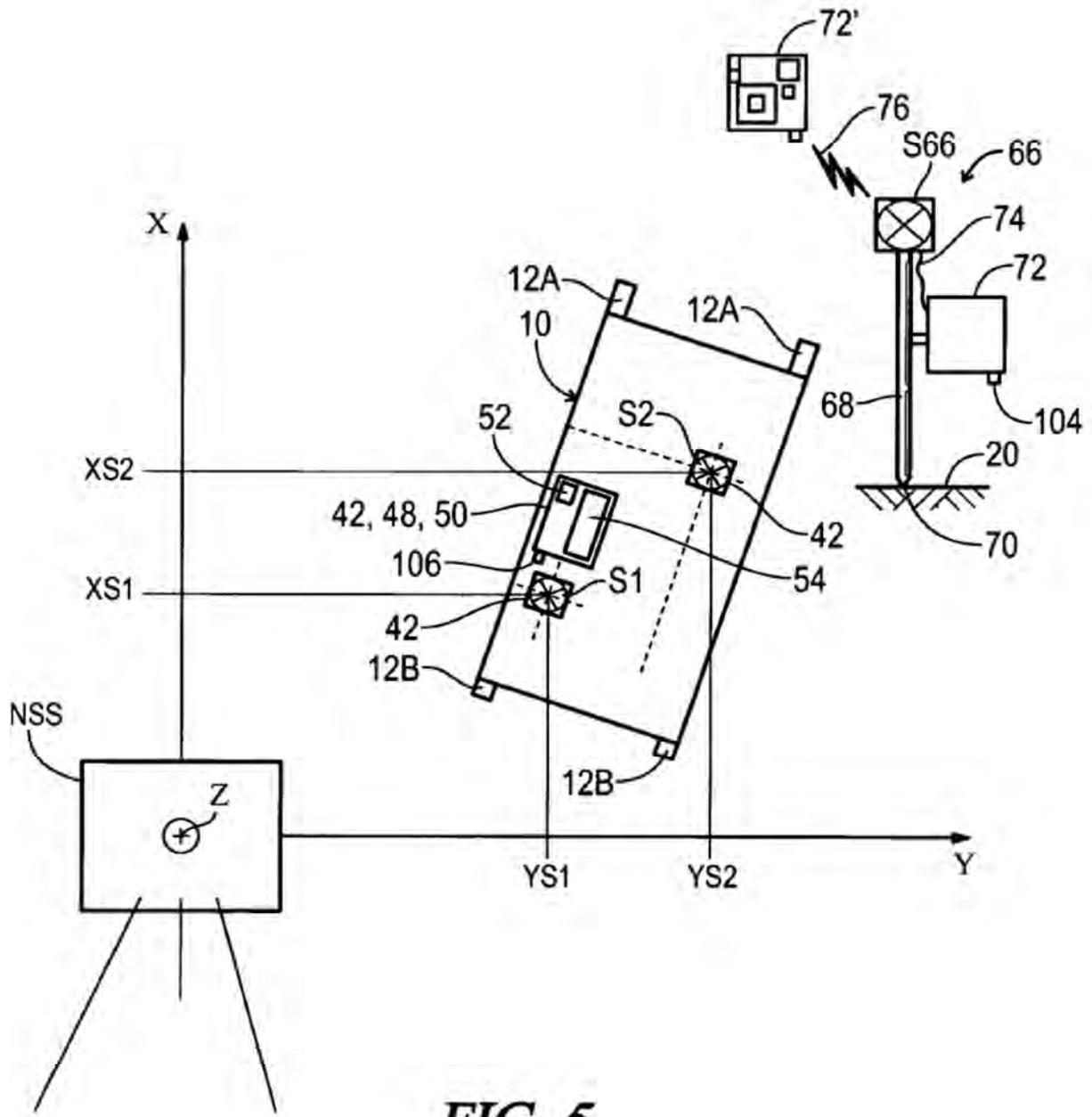


FIG. 5

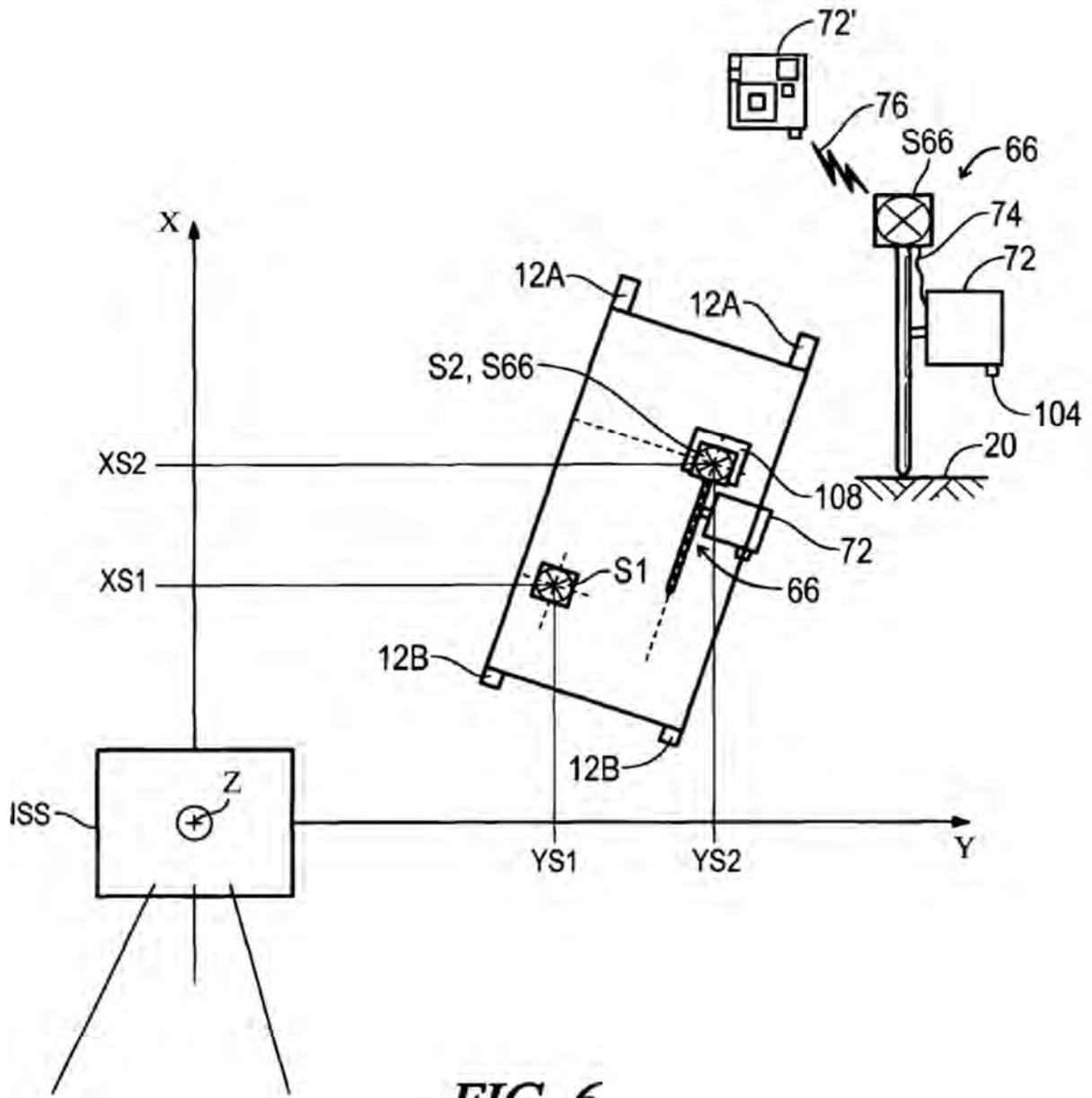


FIG. 6

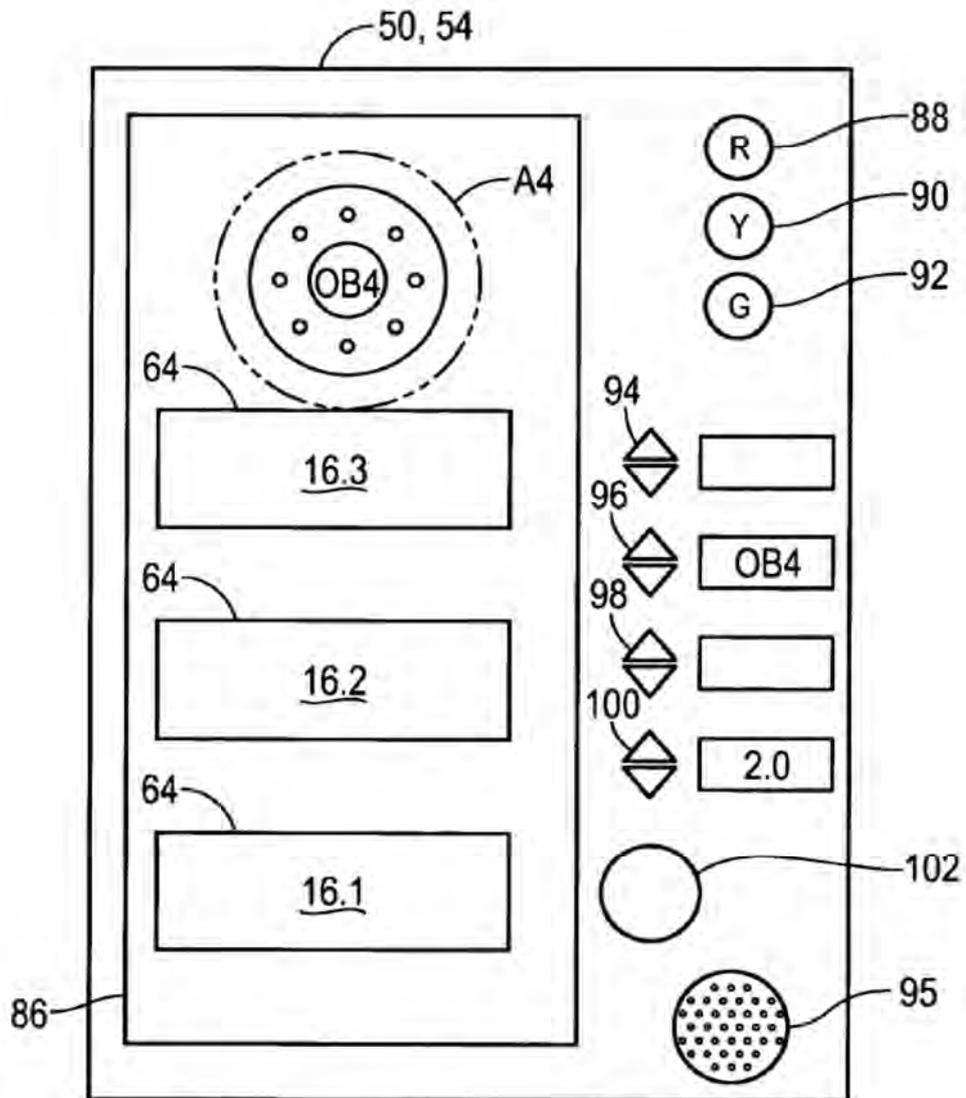


FIG. 7

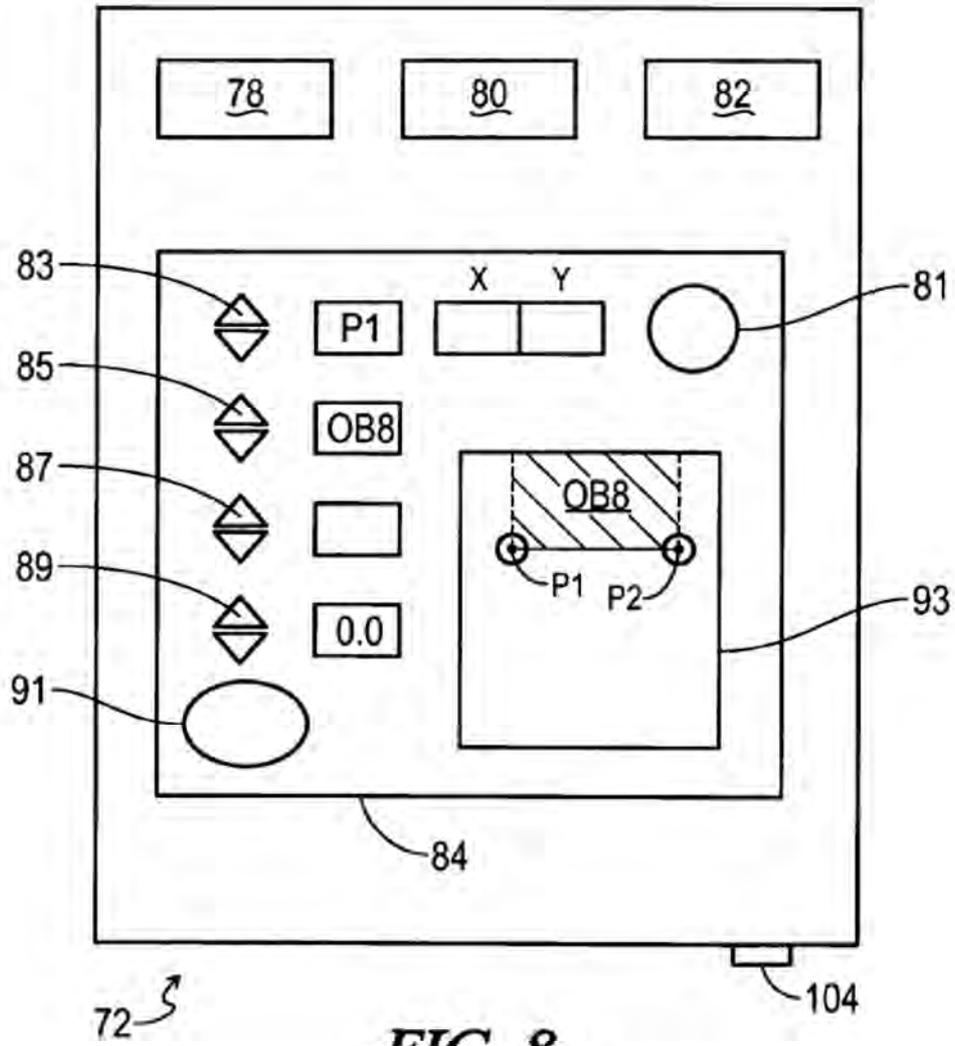


FIG. 8