

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 614 380**

51 Int. Cl.:

A01C 21/00 (2006.01)

A01C 7/10 (2006.01)

A01C 19/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.11.2014** **E 14192624 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.01.2017** **EP 2870848**

54 Título: **Sincronización de un sistema de siembra en filas dobles**

30 Prioridad:

12.11.2013 US 201361902880 P

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

30.05.2017

73 Titular/es:

DICKEY-JOHN CORPORATION (100.0%)

**500 Cardigan Road
St. Paul, MN 55126, US**

72 Inventor/es:

**KUHNEL, DAVID y
STEFFEN, RONALD W.**

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 614 380 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

Sincronización de un sistema de siembra en filas dobles

5 **Antecedentes**

Esta invención se refiere en general a aparatos de siembra de semillas, y más particularmente a un sistema de siembra controlada que controla automáticamente y mantiene una densidad preseleccionada de la población de semillas entregadas a los surcos formados en un campo y mantiene una relación espacial entre las semillas en
10 varias configuraciones de siembra.

Las técnicas de cultivo días actuales incluyen, entre otras cosas, la siembra y la cosecha automática de los cultivos. La siembra de semillas para establecer un campo de cultivo a menudo se logra por la conducción de un tractor u otro vehículo adecuado, mientras que tira de un dispositivo de distribución de semillas, preferentemente varios de
15 tales dispositivos que se extienden transversalmente a la dirección de desplazamiento del tractor, mientras que las semillas se distribuyen de forma continua en un número correspondiente de surcos formados en el campo. Este aparato de distribución de semillas automático es generalmente accionado por una rueda de accionamiento que forma parte de la sembradora. En tal estado de la técnica con respecto a los dispositivos automáticos de distribución de semillas, la tasa a la que se distribuyen las semillas puede ser alterada manualmente ajustando el accionamiento
20 acoplado al distribuidor de semillas.

Con el fin de obtener el máximo rendimiento por acre, un agricultor debe controlar con precisión el número de semillas plantadas por acre. Para lograr esto en el pasado, el agricultor podría incorporar un dispositivo contador en el distribuidor de semillas de la sembradora y contar el número de semillas que está distribuyendo. Durante este
25 período de conteo, el agricultor, ya sea manual o automáticamente incorporaría medios para calcular la distancia recorrida para que pudiera determinar el área cubierta. Después de viajar una distancia predeterminada durante la que se plantan semillas, el agricultor puede calcular la densidad de población de semillas para el área pequeña. Si la densidad de la población está de acuerdo con su rendimiento prescrito para ese campo en particular, el agricultor puede continuar su operación de plantación sin cambios. Sin embargo, si debe introducirse un ajuste en los equipos
30 de siembra, el agricultor debe hacerlo en este momento y tomar una segunda muestra de la cantidad de semillas distribuidas durante el desplazamiento sobre otra área prescrita. Mientras que es de alguna forma un sistema automático para la siembra de semillas, esta disposición tiene la desventaja de que requiere grandes cantidades de tiempo para configurar y comprobar antes de que la operación de siembra continua pueda comenzar. Además, la exactitud de la densidad de población de las semillas plantadas de esta manera es como mucho solamente una
35 aproximación cercana debido a la posibilidad de semillas muy poco espaciadas que se distribuyen en una manera de producir impulsos de conteo de semilla coincidentes que se registrarían como un solo número de semillas.

Con referencia al documento US 7.726.251, los conceptos inventivos descritos anteriormente difieren significativamente de los que se enseñan en esta patente. En particular, en la patente '251 parece operar en el
40 campo del tiempo en la realización de sus comparaciones. Se menciona que los distribuidores de fila podrían ser desplazados a lugares de proa a popa, pero no explica cómo se va a ser gestionado por el método de la comparación basada en el tiempo. Con respecto al documento EP 1.415.523, se describe un sistema de siembra de semillas orientado a la sembradora en filas que parece utilizar un sistema de posicionamiento externo para depositar las semillas en un surco. En la práctica, este enfoque no tiene en cuenta la velocidad del tractor que puede aumentar
45 o disminuir el espaciado de semillas, aunque es posible saber dónde se desea liberar la semilla, pero no sabría la ubicación final de la depositada. El documento EP 2227932 describe una máquina sembradora que tiene medios para generar una señal de referencia y la unidad de fila con un dispositivo de dosificación de semillas y el sensor para detectar un parámetro relacionado con la ubicación de semillas en un surco debajo de la unidad de fila. Los medios de control alteran la acción de medición para establecer una relación deseada entre la señal de referencia y
50 una señal de índice basada en el parámetro.

Los sistemas de siembra antes mencionados y la capacidad para realizar un seguimiento de las semillas plantadas en un campo se complican aún más cuando el agricultor tiene la intención de aumentar la densidad de semillas a ser
55 plantadas por acre y las condiciones del terreno pueden cambiar. Además, el ajuste de la sembradora para el control de la relación espacial entre dos unidades de plantación (o filas individuales) adyacentes añade una complicación adicional.

Sumario

60 Según la presente invención, se proporciona un sistema de distribución de las semillas como se ha definido en la reivindicación 1 del conjunto de reivindicaciones adjuntas. Variaciones preferibles se exponen en las reivindicaciones dependientes.

Breve descripción de los dibujos

65 La figura 1 ilustra un conjunto típico de sembradora que es tirada por un tractor.

Las figuras 2A-2B ilustran una vista lateral y una vista posterior, respectivamente, de un dispositivo distribuidor de semillas.

La figura 3 representa un esquema de un sistema de fila de plantación y doble control de acuerdo con las enseñanzas del presente documento.

La figura 4 representa un esquema de un sistema de siembra y de control en filas dobles para controlar múltiples unidades de fila individuales de acuerdo con las enseñanzas del presente documento.

Las figuras 5A-5C ilustran un par unidades de distribución de semillas de doble fila con una disposición proa a popa y la dirección de desplazamiento junto con un gráfico que muestra los datos para ajustar el eje del motor de una unidad de motor del distribuidor de semillas de acuerdo con la invención.

La figura 6 ilustra una disposición de doble fila de plantación y logra la separación de semillas deseada en una configuración escalonada de acuerdo con las enseñanzas del presente documento.

La figura 7 ilustra una disposición de doble fila de plantación y lograr la separación de semillas deseada en una configuración escalonada de acuerdo con las enseñanzas del presente documento.

La figura 8 ilustra un diagrama de flujo de un método de depósito de semillas en una doble fila o configuraciones de filas múltiples.

Descripción detallada de la invención

Los siguientes son descripciones más detalladas de diversos conceptos relacionados con, y realizaciones de, los métodos y aparato de acuerdo con la presente descripción. Debe apreciarse que diversos aspectos de la materia introducidos anteriormente y se discuten en mayor detalle a continuación pueden implementarse en cualquiera de numerosas formas, ya que la materia no se limita a ningún modo particular de aplicación. Ejemplos de implementaciones y aplicaciones específicas se proporcionan principalmente con fines ilustrativos.

Con referencia ahora a la figura 1, se ilustran los componentes básicos de un aparato de deposición controlada de semillas de la invención, que incluye un tractor 10, o cualquier otro vehículo adecuado, para transportar un material (grano/semilla o productos químicos o fertilizantes) de la tolva 11, o una pluralidad de tales tolvas (o sembradoras) en un brazo sembrador que se extiende transversalmente a la dirección de desplazamiento del tractor, sobre un campo a ser plantado o tratado. La conexión hecha entre el tractor 10 y la tolva 11 puede ser por cualquier disposición adecuada, aquí se ilustra por medio de un enganche 12 que puede incluir un eje de rotación y la disposición de la bomba hidráulica para hacer funcionar hidráulicamente motores de accionamiento asociados con la porción de distribución de la tolva 11. En una realización relacionada, el motor de accionamiento es un motor eléctrico. En otra realización relacionada, las enseñanzas en el presente documento son aplicables a sembradoras neumáticas y configuraciones de línea de semillas para la siembra.

Situado en la parte inferior de la tolva 11 hay un sistema de distribución de semillas 13 que incluye un distribuidor o mecanismo de semillas 13A, que dirige las semillas para ser plantadas hacia abajo dentro de los surcos formados en el campo. El mecanismo distribuidor de semillas 13A puede ser operado por un accionamiento de velocidad variable de medios tales como un motor hidráulico o eléctrico de velocidad variable, o similares. Inmediatamente debajo del distribuidor de semillas 13A hay un sensor de semillas 14 (óptico, de microondas o de infrarrojos o similar) que produce una señal eléctrica, de preferencia en forma de una señal de impulsos, para cada semilla que en realidad pasa a su través de camino al surco. Por lo tanto, se genera una señal eléctrica en respuesta a las semillas en efecto distribuidas. Montada en el tractor 10, en cualquier lugar conveniente para la manipulación y la observación por el operador del tractor, hay una unidad de control y de monitor de fila 16 que está acoplada operativamente a los dispositivos del distribuidor de semillas y de detección de semillas a través de un cable de control 17. Sin embargo, se entenderá que se pueden incorporar otros medios (inalámbricos a través de RF o Bluetooth o de acoplamiento de luz láser o de otras formas de comunicación inalámbrica) para acoplar el equipo de monitor y de distribución y de detección de semillas.

En funcionamiento, el agricultor solo necesita arrancar el tractor, establecer la información deseada en la unidad de controlador de la fila 16 (o un controlador principal) en cuanto a la densidad (u otro parámetro) de la población de semillas deseada, y luego tirar de la tolva o tolvas detrás el tractor a cualquier velocidad deseada. La velocidad de movimiento del tractor sobre el suelo es detectada por un dispositivo de medición de distancia que produce señales de impulso que se entregan a la unidad de control de fila 16 para la comparación con las señales de control generadas por el sensor de semillas 14 (en una forma de realización relacionada, se utilizan múltiples sensores de semillas). Estas dos señales se utilizan para controlar la velocidad de operación del sistema de dosificación de semillas 13 para mantener de ese modo automáticamente una densidad deseada de la población de semillas a ser plantadas sobre el campo independientemente de las variaciones en la eficiencia de la sembradora. En caso de que el número de semillas que se plantan varíe como resultado de una entrada de frecuencia de pulso de un GPS recibida por la unidad de distribución de semillas 13A, o como resultado de un mal funcionamiento de esta unidad de

distribución de semillas, se generará una señal de control correspondiente para variar el funcionamiento del distribuidor de semillas de manera que se mantiene una densidad constante de la población de semillas o para dar una señal de aviso al operador de que se ha producido un mal funcionamiento o se proporciona dicha señal a un sistema de control a fin de modificar el dispositivo de distribución de semillas en la cantidad de semillas que se depositan. Un abridor de surcos 25 también se proporciona en esta configuración de sembradora.

Con referencia ahora a las figuras 2A a 2B, se proporciona una vista lateral y una vista posterior de un posible mecanismo de distribución de semillas, que en este ejemplo es un distribuidor de semillas accionado por vacío 26 (otros distribuidores de semillas también pueden ser utilizados). No se muestra una unidad de vacío que mantiene un vacío en el lado del disco de semillas de rotación 26 (que gira en la dirección de la flecha A) que está lejos de la fuente de semilla. En este ejemplo de realización, las semillas 30 se obtienen a través de una canaleta transportadora 27. Cuando el disco 26 gira a través de un montón de semillas 30 en la parte inferior de una carcasa del conjunto de disco, los orificios 26A en el disco 26 llevan las semillas hacia arriba, una semilla por orificio debido al vacío en el lado opuesto del disco. Cuando la semilla llega al punto de liberación 29, el vacío se bloquea y una semilla 31 cae en una depresión que deja caer en una rampa o tubo de semillas 28. Esta rampa transporta la semilla a través de la gravedad hacia el surco. Un sensor de semilla puede estar situado en cualquier lugar a lo largo de la rampa de semillas. No se muestra es un motor (eléctrico o hidráulico o neumático) que está acoplado operativamente al disco de semillas 26 y está configurado para controlar y variar la velocidad de rotación del disco de semillas 26 mediante el control de la rotación del árbol.

En este ejemplo de realización, el disco de semillas 26 se hace girar a una velocidad que distribuirá la cantidad deseada de granos de semillas, dada la distancia de desplazamiento predicha de la sembradora y la población deseada. El disco de semillas 26 puede ser conducido a través de un componente de accionamiento común para múltiples distribuidores de semillas o puede ser accionado de forma individual para un control preciso de cada distribuidor de semillas con compensación para la distancia exacta recorrida de la fila individual. La compensación de distancia de recorrido de la fila predicho individual es importante para mantener la población precisa en surcos curvos en el campo.

Con referencia ahora a las figuras 3 y 4 se ilustran respectivamente una vista esquemática de un conjunto de módulo de control de fila individual (IRC) 100, que es un conjunto de varios que se acoplan entre sí en un brazo sembrador de un sistema sembrador y un sistema sembrador global 200 según las enseñanzas de este documento. En este ejemplo de realización, el módulo de conjunto de módulo de IRC 100 controla la velocidad de deposición de semillas de dos unidades de fila 110 y 120 que tiene discos de semillas utilizando un motor eléctrico en cada disco. En este ejemplo de realización, las dos filas se componen de una configuración de doble fila, pero estas enseñanzas no están limitadas y se pueden usar en unidades de fila adyacentes. En el sistema de siembra 200, que utiliza estampado o etiquetado de la distancia para controlar y modificar la separación de semillas, el brazo sembrador incluye una pluralidad de unidades sembradoras de filas dobles tales como 110 y 120 que son controladas por al menos un módulo IRC 102 (uno por uno o dos elementos de siembra) cada uno de los cuales tienen motores 112 y 122 que accionan distribuidores de siembra junto a cada tubo de semillas 114 y 124 de cada unidad de siembra, cada tubo o rampa teniendo su propio sensor de semillas 116 y 126. El módulo IRC 102 está eléctricamente y comunicativamente acoplado a cada unidad de fila 110 y 120 por medio de un arnés de control IRC 104. El módulo IRC 102 está además acoplado operativamente a un sensor de medición de distancia del suelo 130 como una entrada de datos que proporciona la distancia recorrida del movimiento de avance del tractor. Un módulo de alimentación de CC de 24 voltios 140 también se proporciona al conjunto de alimentación 100 a través de una línea troncal de energía 142 que no sólo las alimenta de los motores, sino que también alimenta el módulo IRC 102 (y puede alimentar un controlador principal también).

En este ejemplo de realización, el sistema de siembra parcial mostrada en el módulo 100 incluye un controlador principal 150 (parcialmente mostrado) que se comunica con uno o más módulos de IRC y se comunica a través de los sensores de semillas de la unidad de fila, motores, y otros accesorios a modo de un protocolo de comunicación CAN BUS. En este ejemplo de realización, un arnés 152 conecta el controlador principal 150 a una unidad de arnés y fila adyacente y también se conecta a través de una red troncal del arnés 154 al módulo de IRC 100. Cualquier controlador principal 150 o el módulo de IRC 100 es configurable para recibir una señal de radar o GPS (u otro dispositivo de posición o geo-ubicación) inicialmente como una entrada de datos al sistema de deposición de posición de la invención. La información del sensor de medición de la distancia desplazada por el suelo (tal como el sensor 130) y del sensor de semilla también puede ser proporcionada al módulo de control IRC. En este ejemplo de realización, un estimador de distancia está incluido en cada uno de los módulos de IRC y está configurado para estar en sintonía con un sensor de medición de distancia del suelo que se encuentra en el brazo de la varilla de siembra o de la unidad sembradora. En una realización relacionada, el estimador de medición de distancia de suelo (o velocidad respecto al suelo en una forma de realización relacionada) está en sincronía con el radar o GPS o señal de posicionamiento del controlador principal 150. En otra realización relacionada, un sensor de medición de distancia del suelo se encuentra en cada extremo del brazo de siembra para medir la diferencia de velocidades de avance en cada extremo cuando el tractor está girando o viajando en un terreno irregular para servir como una entrada adicional al módulo IRC o controlador principal.

En un ejemplo de realización, la información de medición de distancia al suelo se introduce en el módulo de IRC a una tasa de un impulso por centímetro (cm), mientras que el estimador de distancia se hace funcionar para estar en sintonía con esta señal de medida de distancia del suelo y proporciona un pulso cada milímetro (mm). Donde hay dos sensores de tierra de medición de distancia el estimador de distancia ajusta la unidad de plantación en particular sobre la base de la distancia real medida al suelo o recorrida de la unidad de plantación y en base a la posición de la unidad de siembra o fila respecto a los dos sensores de medición de distancia del suelo (la posición a lo largo del tramo del brazo de la sembradora en que se encuentra esa unidad de fila). Cada pulso de la semilla (disparado cuando la semilla pasa un haz óptico o interrumpe un campo eléctrico de un sensor de microondas) inicia un proceso de interrogación del estimador de distancia y registrando el número de pulsos de distancia en mm a partir del paso o disparador por una semilla de referencia inicial. Así, para un período de muestra, cada semilla de la fila A y de la fila B (tal como en una configuración de fila doble, ver figuras 5A y 5B) sería la distancia estampada o etiquetada. Donde se tiene una configuración de doble fila que tiene las unidades de plantación dispuestas en posiciones o localizaciones de proa y de popa, con toda la distancia de las semillas estampada, una corrección para el desplazamiento del distribuidor de semillas puede ser fácilmente realizada mediante la aplicación de la distancia de desplazamiento como un sesgo a una de las filas. Esto pone la comparación del sello o la etiqueta de la distancia de cada distribuidor en una relación adecuada para poder sacar conclusiones y las medidas exactas. En un ejemplo de realización, una serie de módulos de control de IRC están conectados a un bus de comunicación CAN que es controlado a su vez por el controlador o módulo principal (WSMT3 – Working Set Master 3) 150.

Con referencia ahora a la figura 4, se muestra más detalle respecto al sistema sembrador 200 que incorpora el módulo de IRC que se muestra en la figura 3. En este ejemplo de realización, el sistema de siembra 200 (vista parcial) comprende seis ramas de 8 motores cada una (solamente se muestran 212 y 222) que son alimentados por una fuente de alimentación de 24V 240 y que alimenta y se comunica con un controlador de fila individual (IRC) 201 a través un BUS CAN 255, cada controlador de IRC 201 controlando un par de unidades de fila 210 y 220 accionadas por motores 212 y 222 que conducen a los distribuidores de semillas que distribuyen las semillas a través de tubos individuales de semillas 210 y 220. En este ejemplo de realización, tubos de siembra de semillas incluyen sensores 216 y 226, que constan de sensores ya sean ópticos, de radiofrecuencia, infrarrojos o de ultrasonidos. El módulo IRC 201 incluye una unidad de control electrónico (ECU) 230 que puede aceptar una entrada de impulsos de frecuencia de una función de GPS o radar 232 o, pero no limitado a, un sensor de medición de distancia del suelo. En una realización relacionada, se proporciona un suministro de 24 V aislado en el IRC (controlador de fila individual) de un controlador CANopen integrado en el motor. El sistema sembrador 200 también incluye un transmisor-receptor aislado CANopen para la interfaz de comunicación IRC/Motor. Por último, un sistema de control global (WSMT3) 250 proporciona la coordinación entre los distintos módulos de IRC y proporciona datos y la retroalimentación a través del CAN bus 251 a un terminal virtual 253 en una cabina del tractor. Algunas de las comunicaciones en este sistema se puede producir como se describe en los documentos PCT/US2013/020464 (WO/2013/103937) y en la patente US n.º 5.635.911.

En este ejemplo de realización, el controlador principal 250 también se comunica con y controla una serie de sensores de velocidad de aplicación 260, válvulas de solenoide 262, al menos una válvula servo 264, uno o más sensores 266 de la tolva de semillas y una pluralidad de interruptores y sensores diversos 268.

Con respecto a las ramas de motores alimentadas por la fuente 24, la guía de programación para el motor/controlador de motor para un motor de ejemplo utilizado en el presente documento, como el Dunkermotor (BG 65X25 CI), proporciona ejemplos de aumentar la velocidad de rampa de 3000 rpm/1000 ms. Para disminuir la velocidad, la velocidad de la rampa por defecto se demuestra que es 10 veces más rápida - 3000 rpm/100 ms. Estas parecen ser rampas razonables para una aplicación descrita en este documento. Un sensor de medición de distancias ejemplo planta de DICKY-John está diseñado para realizar un seguimiento de una rampa de aceleración de $< 4,0 \text{ MPH/s}$ ($1,788 \text{ m/s}^2$). En este ejemplo, el motor estará funcionando menos de 1000 rpm a una velocidad de avance de quizás 5 MPH (8,04672 km/h). Por lo tanto, la rampa de aceleración de 3 RPM/ms parece satisfactoria y alcanzable. Sería preferible desacelerar más rápido por lo tanto el 10 X parece ser un punto de partida aceptable.

Con referencia ahora a las figuras 5A - 5C, en este ejemplo de realización, se proporciona un método de escalonamiento de doble fila y un sistema configurado para escalonar una unidad de siembra sembrador de dos (o doble o dos filas adyacentes) en una configuración de sembradora de doble fila 300. En particular, el escalonamiento de las dos unidades de distribución de semillas de doble fila 310 y 330 en una sembradora 300 y brazo de la sembradora 302 tal que la separación del grano de semilla resultante en el suelo es tal que los granos de la fila F (frontal o proa) están escalonados en relación con los de la fila R (posterior o popa) de tal manera de maximizar la distancia entre semillas. El concepto de doble fila (o filas adyacentes) agrupa unidades de distribución de fila en pares, donde cada par está separado relativamente cerca unos de otros en comparación con la distancia entre filas entre pares de distribuidores de unidades de siembra. Esto tiene ciertas ventajas en las semillas que utilizan los nutrientes del suelo y la luz solar. Especialmente cuando la separación de filas es muy pequeña, la colocación de cierto tipo de semillas en la dirección de desplazamiento de la sembradora se convierte en un problema importante de manejar. Maximizar la distancia entre semillas (en la misma fila y de las filas adyacentes) se convierte en una consideración importante. Un par de unidades de distribución de semillas de doble fila normalmente son filas espaciadas con una anchura W de aproximadamente 0,19 metros (7,5 pulgadas) de distancia. Cada conjunto de par está normalmente más espaciado, unos 0,77 metros (30 pulgadas). En el sentido de la marcha, las unidades de fila

en la configuración doble tienen un desplazamiento L de alrededor de 0,36 metros (14 pulgadas). El resultado deseado es que la separación de semillas en el suelo de la fila R y la fila F son tales que las semillas están escalonadas o alternadas en su posición. Esto proporciona la máxima separación entre las semillas que es una condición deseable.

Para diversas realizaciones de ejemplo descritas en este documento, un motor eléctrico acciona el árbol de accionamiento del disco y la velocidad del disco de semillas se controla por medio del motor, como se ilustra en la figura 5C. Teniendo en cuenta que un ejemplo extremo de la corrección en la dirección de aumentar una de las dos velocidades del motor requiere un desplazamiento de 4,5 grados en la eliminación de eje entre un par de motores, una corrección de fase del motor de 225 grados se dirigiría con una caja de cambios 50:1 (por ejemplo, Dunkermotor SG 80) entre el motor y el árbol de accionamiento del disco de semillas. Utilizando la rampa de aceleración de 3 RPM/ms, la figura 5C ilustra el tiempo necesario para realizar diversas correcciones de la posición del árbol del motor para lograr o mantener la separación deseada de la semilla.

Ejemplos de una capacidad de accionamiento de velocidad variable para controlar la velocidad de distribución de las semillas desde el distribuidor se proporcionan en US 3.912.121 y US 4.085.862. El escalonamiento de dos distribuidores de semillas de doble fila normalmente se llevaría a cabo en las semillas similares al maíz donde la separación es más crítica que en las semillas como la soja que es la semilla "perforada" con menos énfasis en la distancia del núcleo a núcleo. Por lo tanto, en este ejemplo de realización, se utiliza el maíz como una semilla de ejemplo para la siembra para ilustrar las enseñanzas en el presente documento.

Con referencia ahora a la figura 6, en este ejemplo de realización de una configuración de doble fila 400 con corredores de distribución de semillas que se mueven hacia la izquierda, el desplazamiento de los corredores en la dirección del recorrido es de unos 0,36 metros (14 pulgadas) (ΔD). La configuración 400 incluye una unidad de fila de proa 410 y una unidad de fila de popa 420. Dado que todas las comparaciones de separación se están realizando en la dimensión "espacial", cada semilla será marcada o estampada con un valor de distancia desde un punto de partida arbitrario. El punto de partida arbitrario puede ser cualquier ubicación en la que se inicia un análisis. Para etiquetar o estampar una semilla con un valor de distancia, la distancia desde el punto de partida debe ser conocida en todo momento. El movimiento del suelo se puede medir desde típicos sensores de medición de distancia al suelo que llevarán a cabo un impulso para una distancia dada movida. Por ejemplo, muchos sensores de medición de distancia de radar de suelo generan un pulso por centímetro recorrido. Para esta aplicación de ejemplo, sería deseable tener una resolución mayor de un centímetro y, preferentemente, de un milímetro. En una realización relacionada, donde un sensor de medición de distancia del suelo no está fácilmente disponible para proporcionar la presente resolución, un estimador de distancia recorrida se puede utilizar para sincronizarse con un sensor de medición de distancias del suelo de resolución inferior. Este estimador podría generar un pulso cada milímetro y mantenerse en sincronía con el sensor de medición de distancia del suelo que está emitiendo un pulso por centímetro.

En este ejemplo de realización, cada semilla que se detecta o interrumpe una señal u onda o rayo (tales como la interrupción de un haz óptico en un sensor óptico o la interrupción de un campo eléctrico en un sensor de microondas), con lo que actúa como un disparador, para crear una distancia del terreno estampada en la que el sello es la distancia de la semilla desde el punto de partida arbitrario. Un ajuste se puede realizar en los valores de distancia estampados de una fila para el desplazamiento de la fila (ΔD). Después de ajustar este desplazamiento de proa a popa (tal como en una disposición de doble fila), se puede determinar la sincronización espacial de las semillas de las dos filas. Cualquier error de desplazamiento puede ser corregido por el incremento de la velocidad del motor distribuidor de fila apropiado para el intervalo de espaciado correcto.

En un ejemplo de realización, se utilizó un disco de semillas de maíz de las Great Plains de sus sembradores de doble fila todos los cuales tienen 40 aberturas en el disco de semillas por revolución. Con 40 semillas por revolución del disco de distribución, hay 9 grados de rotación del árbol de accionamiento del disco entre las caídas de semillas. Para obtener cualquier tipo de relación escalonamiento entre dos distribuidores de semillas, el caso extremo de corrección requerida es, pues, de 4,5 grados. Por lo tanto, cualquiera de los dos distribuidores de fila 410 (F) o 420 (A) puede ser utilizado para la actividad de corrección, ya que cada unidad de fila se controla individualmente y la actividad de corrección implicaría un aumento momentáneo de la velocidad del árbol del distribuidor a través del motor en lugar de una disminución. En este ejemplo de realización, la velocidad de la rampa del motor del árbol de accionamiento del disco se dirige en la dirección de aumento de la deposición de semillas. En una realización relacionada, si el disco de semillas tuviera 60 aberturas, hay 6 grados de rotación del árbol de accionamiento del disco entre las caídas de semillas. Por lo tanto, la corrección de destino en este ejemplo sería de unos 3 grados para lograr la relación de escalonamiento. Por lo tanto, el grado de rotación del árbol dividido por un número mayor de uno, tal como 2, (o multiplicado por 0,5) proporcionaría la diferencia de fase apropiada entre los discos de siembra de filas adyacentes de separación escalonada adecuada en estos ejemplos.

En este ejemplo de realización, los ajustes de fase se han previsto en los segmentos o tamaños de muestra de 200 semillas (para cada distribuidor de semillas, por lo tanto, un tamaño de la muestra para cada uno de las unidades de fila 410 y 420 de proa/de popa). Cuando 200 semillas (un primer tamaño de la muestra) se han distribuido desde el distribuidor de semillas de la primera unidad de fila 410 (F) y 200 semillas (un segundo tamaño de la muestra) desde

el distribuidor de semillas de segunda unidad de fila 420 (R/trasero), se realiza un análisis para determinar qué fase necesita corrección de desplazamiento para proporcionar una individualización óptima cuando los tamaños de las muestras de semillas de cada uno de los distribuidores 410 y 420 se combinan en una muestra de un tercer tamaño. La "individualización" será el parámetro que se optimiza mediante el ajuste de desviación espacial adecuada en uno de los distribuidores de semillas. El módulo de IRC sabe la distancia instantánea recorrida por el plantador de la sembradora para cada semilla distribuida. De este modo, cada semilla tiene "estampada o etiquetada la distancia" en contra de algún lugar de referencia inicial o evento.

Por lo tanto, a la hora del análisis en este ejemplo de realización, una vez que el módulo de IRC ha reunido datos sobre 400 semillas estampadas con distancia, 200 de cada distribuidor. La distancia de separación en una de las filas puede sesgarse previamente basada en la distancia a la popa de los dos distribuidores. Por lo tanto, cuando se combinan, las 400 semillas (un tercio o de otro tamaño de la muestra) simulan o son vistas como una unidad de fila con separación nominal de semilla de la mitad de la distancia asociada con cada distribuidor fila. De ahí que el ejercicio de la separación conceptual de semilla se convierte en uno de lograr la separación de semillas para una fila. El concepto de individualización de las semillas también es un factor o parámetro importante en nuestra invención, ya que ayuda en el logro de los ajustes de fase adecuados para llegar a la configuración de separación deseada. La definición de "individualización" es una extensión de la norma ISO-7256-1 y se utiliza para calcular el porcentaje de individualización de las filas combinadas (o doble o dos filas adyacentes). Un enfoque iterativo (o algún otro enfoque matemático) se puede utilizar para encontrar el sesgo espacial que debe ser añadido a las semillas desde el distribuidor 420 para proporcionar el porcentaje máximo de individualización. La individualización máxima es el objetivo de hacer este ajuste de fase.

Una vez que el sesgo óptimo se determina para el máximo porcentaje de individualización, se aplica al distribuidor de las semillas de cualquiera de la unidad de fila 410 o la unidad de fila 420 y comienza la siguiente toma de muestras. Al aplicar el sesgo, el distribuidor de semilla que es apropiado para "acelerar" se ajusta momentáneamente. Por lo tanto, si el sesgo de la unidad 420 es positivo, unidad de fila del distribuidor de semillas 420 debe desplazarse hacia adelante para entrar en fase óptima. Si el sesgo en la unidad de fila 420 es negativo, el distribuidor de semilla de la unidad de fila 410 debe desplazarse hacia adelante. La corrección se hace siempre acelerando momentáneamente uno de los distribuidores de semillas y preferiblemente no mediante la desaceleración.

Así, cuando los dos patrones de semillas espaciales (posición de al menos dos granos de semillas individuales en el suelo) se comparan y el factor de corrección que determina la fila proporciona la menor corrección (corrección mediante el aumento de la velocidad del motor del distribuidor de semillas) se somete a un aumento de la velocidad por la rampa programada en un controlador de motor. La velocidad objetivo real de este aumento podría ser fijada arbitrariamente a velocidad de funcionamiento normal X2. La sincronización se basa en el factor de rampa y al satisfacer o incluso aproximarse a la velocidad objetivo satisface las necesidades de la invención. Cuando se cumple la velocidad objetivo del motor en el distribuidor de semillas, hará que la etapa de ajuste sea más conservadora.

En otro ejemplo, se necesitarían alrededor de 157 ms para cambiar la posición de fase relativa de dos ejes del motor en 225 grados. Esta vez sólo aumentaría la velocidad del motor del motor que está operando en alrededor de 471 RPM. Con una velocidad típica del motor de 1000 a 2000 RPM, esto aumentaría la velocidad normal de funcionamiento del motor por un margen razonable (menos del doble) para la última fracción de los 157 ms. El retorno a la velocidad normal pasaría antes de los 157 ms ya que es un factor de desaceleración involucrado que debe tenerse en cuenta al volver a la velocidad normal de funcionamiento. Además, sería más preciso para no sobrepasar sino más bien aproximarse a la condición de funcionamiento ideal. El gráfico de la figura 5C ilustra un punto de conmutación 95 % (95 % de tiempo de cálculo de 157 ms), donde la velocidad del motor comenzaría su regreso a su velocidad normal. En general, se provoca una corrección de fase de 220 grados que se acerca a los 225 grados deseados o específicos.

Ejemplo

Supongamos que se necesita una corrección de desplazamiento de 1" (2,54 cm) en fase en la que la separación de semillas nominal es de 6,3" (16 cm).

$(1/6,3) * 9 \text{ grados del árbol} * 50 \text{ relación de la caja de cambios} = 71,4 \text{ grados de desplazamiento del árbol del rotor del motor}$

- Usando la línea de tendencia en la figura 5C, el desplazamiento de 71,4 grados mtr (desplazamiento del motor) requiere 88,5 ms
- Ajustando el motor que requerirá la menor cantidad de ajuste cuando se aumenta la velocidad
- Rampa a una velocidad más alta para el 95 % de los 88,5 ms = 84,0 ms tiempo en el que regresa a la velocidad normal

La función de rampa en el controlador del motor se utiliza para ajustar la fase de distribuidor de semillas. Cuando no está en un proceso de corrección, los dos motores que accionan las unidades distribuidoras 410 y 420 están

funcionando a la misma velocidad. Si el distribuidor 410 o F necesita ser movido hacia adelante para entrar en la sincronización correcta con 420 o R, se da una orden de mayor velocidad a 410. En este ejemplo de realización, el punto de ajuste final de velocidad real no es importante, ya que el tiempo de aceleración se utiliza para llevar el motor hasta la velocidad para que coincida con la fase necesaria para la correcta sincronización. La duración requerida en la aplicación de la orden de velocidad más alta al motor de la unidad 410 es un valor calculado sobre la base de la pendiente rampa. Poco antes de que el distribuidor de semillas alcance la relación de fase óptima, el comando de velocidad se devuelve a la normalidad. Por lo tanto, la corrección calculada a partir de las actuales 400 semillas se aplica a las siguientes 400 semillas. Se prevé que el bucle se cerrará muy rápidamente en la relación de fase correcta y pasará ligeramente alrededor de la relación de fase óptima.

Para una discusión general sobre las correcciones de separación, en referencia a la figura 7, sería deseable corregir la separación basado en un tamaño de muestra predeterminado o el número de granos de semillas en lugar de sólo uno o dos granos. Teniendo en cuenta que un distribuidor de fila individual no tendrá separación de semillas perfecto entre su propia tolva de semillas, sería beneficioso promediar una cierta información de ubicación de semillas entre dos filas para determinar la corrección óptima. Se añade un valor Δd (distancia delta o diferencia) a cada semilla R (semillas desde el distribuidor de semillas de fila trasero o de popa R) en el estudio y la suma de los errores cuadrados se calculan en base a la diferencia (con respecto a la distancia) entre cada semilla R y su semilla F vecina más cercana (semillas del distribuidor de semillas F). El valor Δd se incrementa desde $-\frac{1}{2}$ de separación nominal de semillas a $+\frac{1}{2}$ de separación nominal de semillas en pequeños incrementos relativos a la separación de semillas nominal. El valor de interés Δd es que el valor que da la suma más baja de errores cuadrados o de la individualización máxima cuando se combinan las dos filas. Esto se denomina Δd_{final} . Este valor Δd_{final} proporciona la diferencia de cambio de fase entre F y R. Idealmente, este valor debe ser igual a la mitad de la separación de semillas nominal (+/-) ya que ello escalona las semillas de la mejor manera posible. La figura 7 ilustra un ejemplo en el que las semillas del distribuidor de semillas R están perfectamente escalonadas para estar entre las semillas de distribuidor F. El posicionamiento de las semillas para el distribuidor R también se muestra después de que se aplican diversos Δd . En este caso $+\frac{1}{2}$ Nom y $-\frac{1}{2}$ Nom proporcionarían el menor error y Δd_{final} serían ya sea separación $\pm \frac{1}{2}$ Nom.

Se añade un valor de sesgado Δd a cada semilla R en el estudio y el % de individualización calculado para las semillas combinadas de F y de R. El Δd se incrementa entre $-\frac{1}{2}$ NSS a $+\frac{1}{2}$ NSS para determinar el valor requerido para el % de individualización máxima.

Si el valor Δd_{final} óptimo (que da el menor error o máxima individualización) es positivo, la unidad de fila R necesita ser acelerada momentáneamente. Del mismo modo, si el valor Δd_{final} óptimo es negativo, la unidad de fila F necesita un impulso momentáneo. La diferencia del ideal en el escalonamiento se utiliza para determinar la duración de la distancia recorrida (o la duración del tiempo en otro ejemplo de realización) de la corrección como se explicó anteriormente. Se reconoce que otros algoritmos pueden ser utilizados para determinar la relación de escalonamiento entre las semillas de distribuidor F y las del distribuidor R. Esta es un enfoque diferente y más directo en la comparación de la ubicación semilla en la tierra que la que se enseña en la técnica anterior.

Haciendo referencia a la figura 8, se ilustra un diagrama de flujo 500 que describe las etapas de un método de depósito de semillas en un surco de una configuración de doble fila o de dos filas cercanas. Un ejemplo de realización del método incluye la siguiente secuencia de etapas para llevar a cabo este enfoque de corrección: en la etapa 505 los datos de separación de semillas en forma de un sello de distancia para cada semilla se recogen para cada una de la fila F (proa) y A (trasera/popa) hasta un tamaño de muestra definido. En un ejemplo, el tamaño de la muestra comienza en 200 semillas por unidad de fila de datos de la colección de separación de las semillas. En la etapa 510, los datos de cada unidad de siembra se añaden en conjunto para generar un nuevo tamaño de la muestra y este nuevo tamaño de la muestra se trata o se utiliza como un ejercicio o cálculo de separación de una sola fila. Por lo tanto, en este ejemplo, se han recogido 400 separaciones de semillas (fila F y la fila A), y luego el nuevo tamaño de la muestra se utiliza en la etapa 515 para calcular el sesgo óptimo para la individualización máxima de las semillas (u otro método de evaluación aritmética o matemática). En la etapa 520, un distribuidor de semillas de unidad de siembra se selecciona para su corrección y se aplica la corrección, que en este caso se aplica un punto de ajuste de RPM más alto para ΔT (mediante el envío de una señal desde un controlador de fila individual o el controlador principal para acelerar temporalmente la unidad de fila seleccionada). En la etapa 525, después de que se ha realizado la corrección y verificado el proceso se repite una vez más y se recogen dos tamaños de las muestras y se calcula de nuevo la separación y el calibrado. En una realización relacionada, los sensores de medición de tierra situados en cada extremo de un brazo sembrador proporcionan datos útiles para mantener la separación de semillas adecuada entre las distintas unidades de fila a lo largo del brazo sembrador.

Un bloque de código de Visual Basic (modificado) que calcula la individualización se muestra a continuación y refleja el funcionamiento del diagrama de flujo 500. Este cálculo se basa en algunos de los cálculos de la norma ISO 7256-1.

'Inicializa todos los registros de las explotaciones

```

a = 0
b = 0
5   c = 0
    d = 0
    e = 0
10  f = 0
    g = 0
15  NSS = XXXX (espaciado de semillas nominal de 400 semillas)
    Para cada separación de semillas (400 en total)
    'Obtener la separación de semillas
20  ss = Sello de distancia Semilla n + 1 – Sello de Distancia Semilla n
    'Bin ss
25  Si ss < (0,5 * NSS) a continuación,
        a = a + 1
30  Más
    Si ss < (1,5 * NSS) a continuación,
        b = b + 1
35  Más
    Si ss < (2,5 * NSS) a continuación,
40  c = c + 1
    Más
    Si ss < (3,5 * NSS) a continuación,
45  d = d + 1
    Más
    Si ss < (4,5 * NSS) a continuación,
50  e = e + 1
    Más
55  Si ss < (5,5 * NSS) a continuación,
        f = f + 1
60  Más
        g = g + 1
    Termina si
65

```

Termina si

Termina si

5 Termina si

Termina si

Termina si

10 Siguiendo espaciado de semillas

$$n = a + b + c + d + e + f + g$$

15 $np = b + 2 * c + 3 * d + 4 * e + 5 * f + 6 * g$

$$sing = 100 * (n - 2 * a) / np$$

20 Un enfoque iterativo se utilizó inicialmente para determinar el sesgo en R que proporcionaría la máxima individualización de las filas combinadas. El sesgo se itera de $-NSS/2$ a $+ NSS/2$ (NSS siendo el espaciado de semillas nominal de una de las filas). A continuación, se muestra un ejemplo de la iteración en las primeras 400 semillas y la aplicación del sesgo que proporciona la individualización más alta al segundo conjunto de 400 semillas. El segundo conjunto estuvo mucho más cerca de ser ideal después de aplicar la corrección del sesgo inicial.

25 La resolución requerida para los valores de sesgo no tiene que ser extremadamente precisa. Para este ejemplo donde el NSS fue de 0,12 metros (4,4 pulgadas), se decidió que 0,0013 metros (0,05 pulgadas) fue más de lo necesario, mientras que bastarían 0,0025 metros (0,1 pulgadas). Además, un algoritmo podría ser utilizado aquí para encontrar el valor de pico más rápidamente que interactuar en todo el rango de separación de semillas. Varias técnicas están disponibles para permitir elecciones eficientes de valores de sesgo para tratar de encontrar el valor de pico de individualización. Por ejemplo, como se ve en el ejemplo anterior, después de que se hizo la corrección inicial, correcciones de las desviaciones posteriores tienden a estar cerca de "0". Por lo tanto, el proceso iterativo podría empezar en "0" y ampliarse por debajo y por encima de este valor hasta que se observa un pico.

35 Los ejemplos de realización de la invención descritos en este documento no utilizan una marca de "índice" o una señal de "referencia" generada por un controlador principal, un sensor de semillas o cualquier otro sensor de generación de parámetros de semillas. El sensor de la semilla real "desencadena" en el conducto o tubo se utiliza para generar un sello de distancia que interroga al estimador de distancia. Por lo tanto, la información real de la distancia del suelo de cada semilla se utiliza para asignar la colocación de las semillas en el suelo. Esto se hace por dos filas y compara la colocación de las semillas con relación a las dos filas de interés. A continuación, ajusta la velocidad del motor de uno de los distribuidores de semillas para proporcionar el objetivo deseado de escalonamiento o separación de las semillas en un patrón óptimo para proporcionar la máxima distancia entre semillas. No favorece el ajuste de una fila con respecto a una señal de referencia o un punto de referencia permanente. Se utiliza cualquiera que sea la fila que se presta a la corrección más conveniente sin ralentizar la tasa de aplicación.

45 Las siguientes patentes se refieren a dispositivos deflectores: patentes US 3.912.121; 4.085.862; 4.225.930 y 5.635.911 y PCT/US2013/020464 (WO/2013/103937).

50 Teniendo varias realizaciones ilustrativas descritas de este modo, es de apreciar que diversas alteraciones, modificaciones y mejoras se les ocurrirán fácilmente a los expertos en la materia. Tales alteraciones, modificaciones y mejoras están destinadas a ser parte de esta descripción, y están destinadas a estar dentro del alcance de esta descripción como se define por las reivindicaciones adjuntas. Mientras que algunos ejemplos presentados en este documento implican combinaciones específicas de funciones o elementos estructurales, se debe entender que las funciones y los elementos se pueden combinar de otras maneras de acuerdo con la presente invención para lograr los mismos o diferentes objetivos. En particular, los actos, elementos y características que se describen en conexión con una realización no están destinados a ser excluidos de papeles u otros similares en otras realizaciones. En consecuencia, la descripción anterior y los dibujos adjuntos son a modo de ejemplo solamente, y no pretenden ser limitantes.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de distribución de semillas que comprende:

- 5 al menos una unidad de primera fila (110) y una unidad de segunda fila (120) adaptadas para distribuir semillas y dispuestas adyacentes entre sí o en una configuración escalonada o ambas, cada unidad de fila incluyendo:
- un dispositivo de distribución de semillas (26) adaptado para proporcionar una acción de distribución para una pluralidad de semillas (30);
- 10 un conjunto de accionamiento (112, 122) configurado para accionar el dispositivo de distribución de semillas; un sensor (116, 126) adaptado para detectar al menos el paso de una semilla y generar una señal correspondiente al paso de semillas; y
- un controlador de fila individual (102) acoplado operativamente al conjunto de accionamiento de cada unidad de fila y configurado para recibir las señales del sensor, asignar etiquetas de distancia para cada semilla relacionada con una posición de la semilla en un surco debajo de cada una de las primeras y segundas
- 15 unidades de fila, y para determinar si la separación de semillas está a un nivel deseado,

caracterizado por que

- 20 el controlador de fila individual está configurado además para almacenar señales de los sensores de cada unidad de fila hasta que se alcanza un tamaño de muestra de unidad de primera fila y un tamaño de muestra de unidad de segunda fila;
- y para combinar el primer y segundo tamaño de la muestra para generar un tercer tamaño de la muestra que simula una configuración de separación de semillas de fila única.
- 25 2. El sistema de distribución de semillas de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el controlador de la fila está configurado para alterar la acción de distribución del dispositivo distribuidor de semillas de la primera o segunda unidad de fila para establecer la separación de semillas deseada u óptima en términos de individualización de la semilla.
- 30 3. El sistema de distribución de semillas de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que el conjunto de accionamiento incluye además un motor (112, 122) adaptado para ser sensible al controlador de fila.
4. El sistema de distribución de semillas de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un dispositivo de suministro de semillas (28) adaptado para recibir la semilla desde el dispositivo de distribución de semillas y entregar una semilla a un surco formado en el suelo debajo de la unidad de fila y en el que el sensor de semilla se encuentra en el dispositivo de suministro de semillas.
- 35 5. El sistema de distribución de semillas de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un sensor de medición de distancia de tierra acoplado operativamente al controlador de fila y adaptado para proporcionar una entrada al controlador de fila en la determinación de si la separación de semillas es óptima o está en el nivel deseado.
- 40 6. El sistema de distribución de semillas de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el controlador es reconfigurable para la separación de las semillas como una función del número de semillas por revolución de un disco de distribución y el número de grados de una rotación del árbol de accionamiento de disco para llegar a un número de grados de rotación del árbol de accionamiento entre las caídas de semillas.
- 45 7. El sistema de distribución de semillas de acuerdo con la reivindicación 6, en el que el controlador está configurado para lograr una configuración de separación de semillas escalonada deseada entre la primera y segunda unidad de fila dividiendo el número de grados de rotación del árbol de accionamiento del disco por un número mayor que uno.
- 50 8. El sistema de distribución de semillas de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además múltiples pares de unidades de fila que están en una configuración escalonada, en el que cada par de unidades de fila incluye un controlador de fila dedicado configurado para controlar la distribución de semillas independiente de una sola adyacente o par de unidades de fila.
- 55 9. El sistema de distribución de semillas de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además un controlador principal (250) configurado para comunicarse con los controladores de fila individual y controlar la separación de semillas a lo largo de un brazo sembrador (302) que tiene una pluralidad de unidades de fila montadas sobre el mismo.
- 60

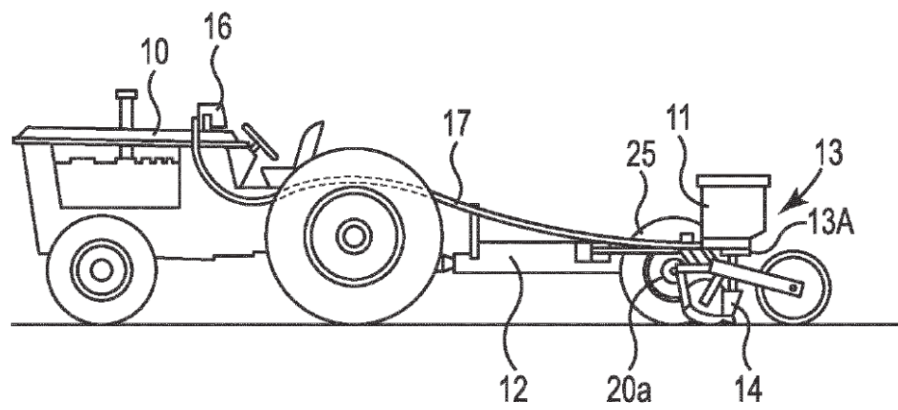


Fig. 1

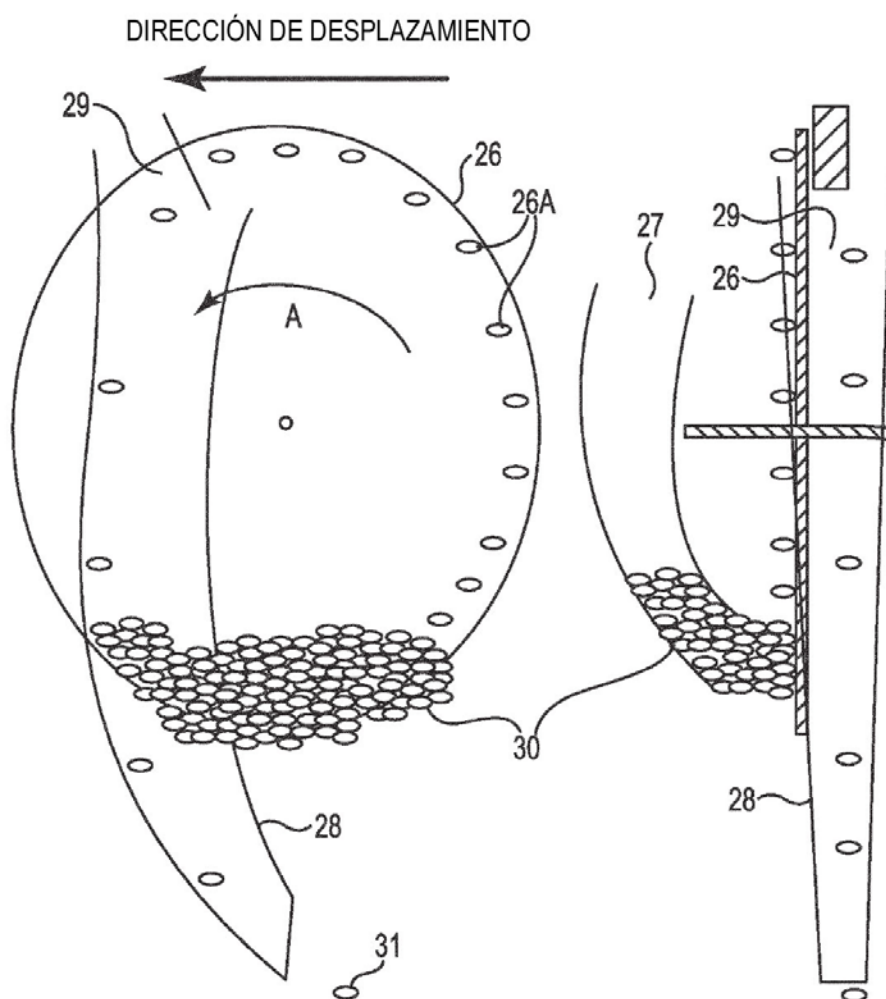


Fig. 2A

Fig. 2B

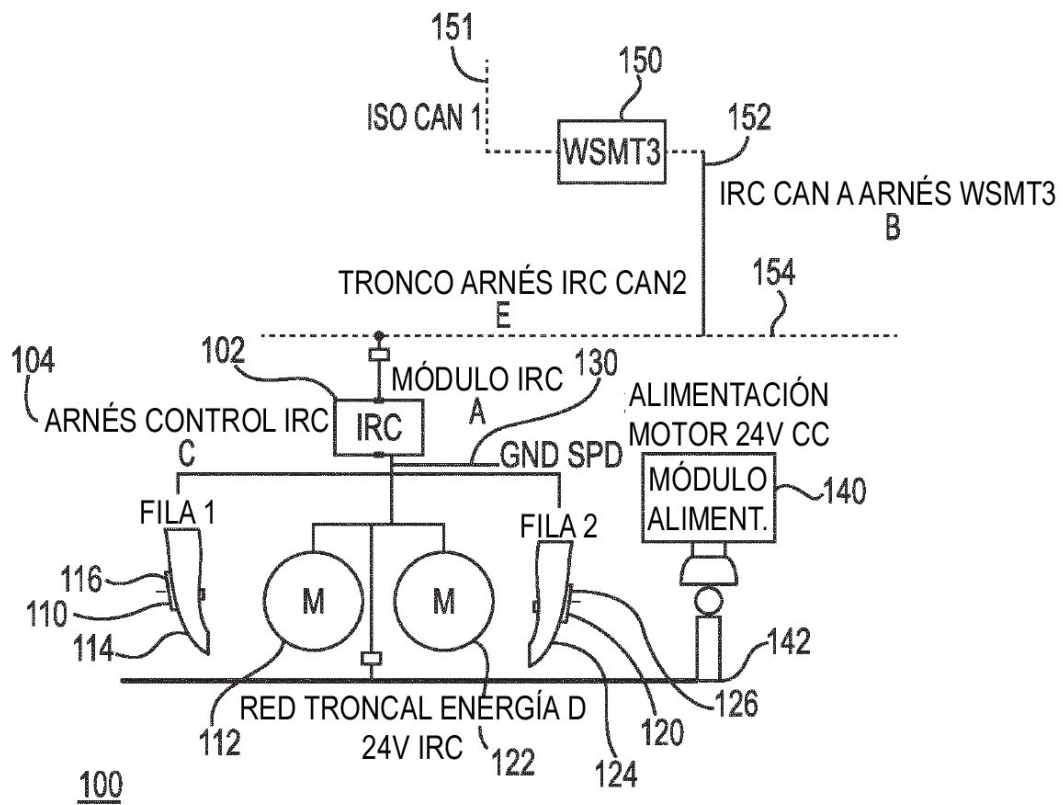


Fig. 3

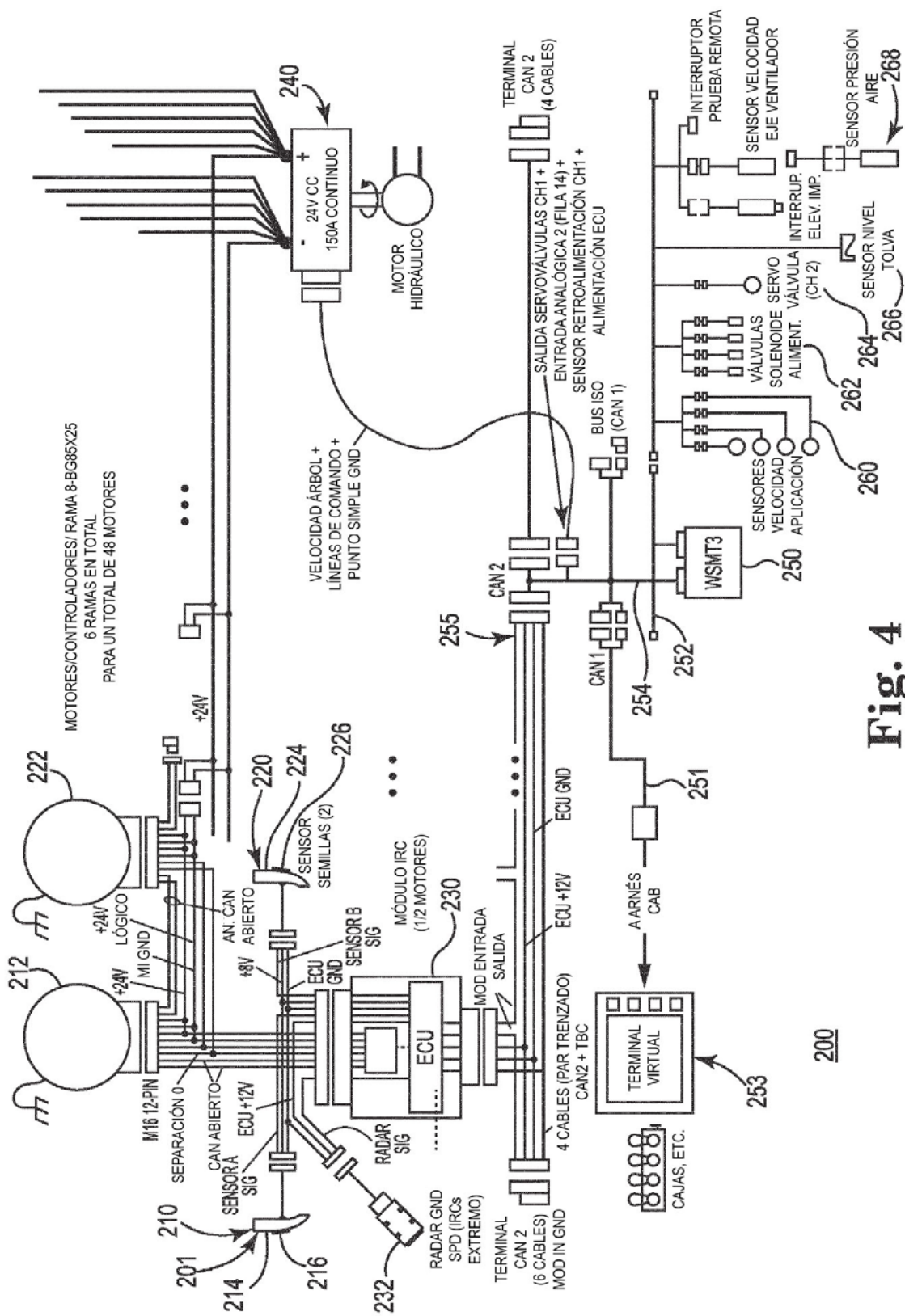


Fig. 4

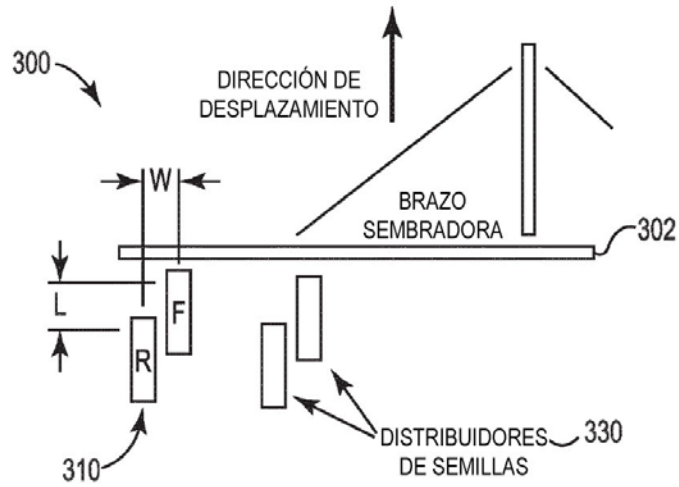


Fig. 5A



Fig. 5B

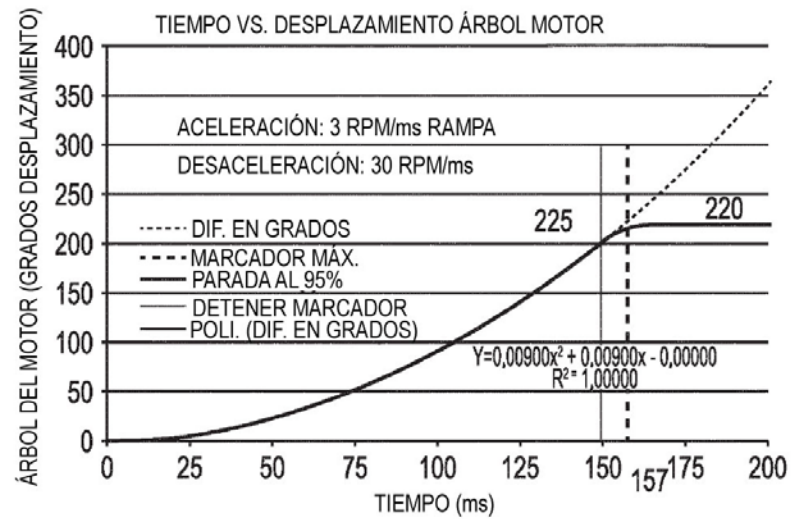


Fig. 5C

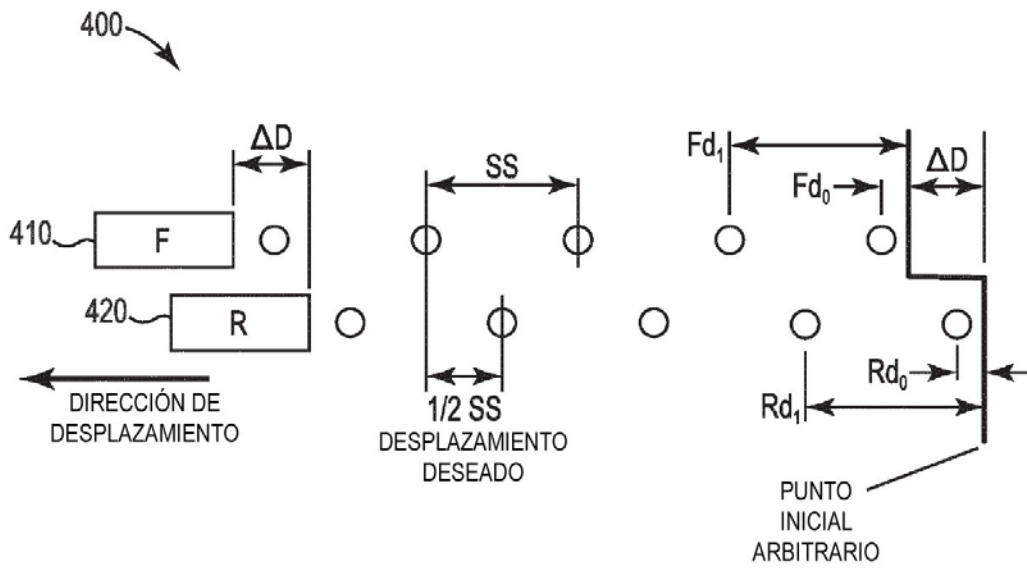


Fig. 6

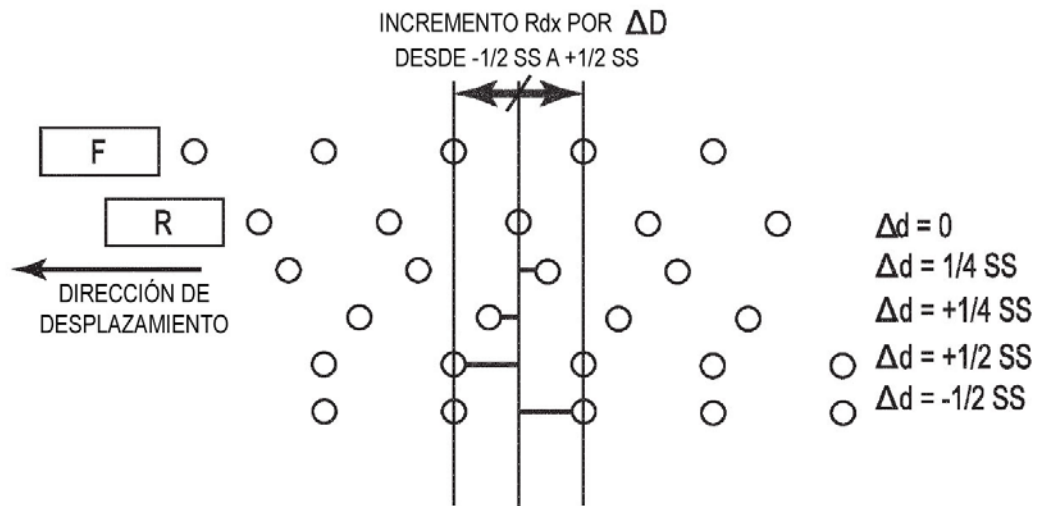


Fig. 7

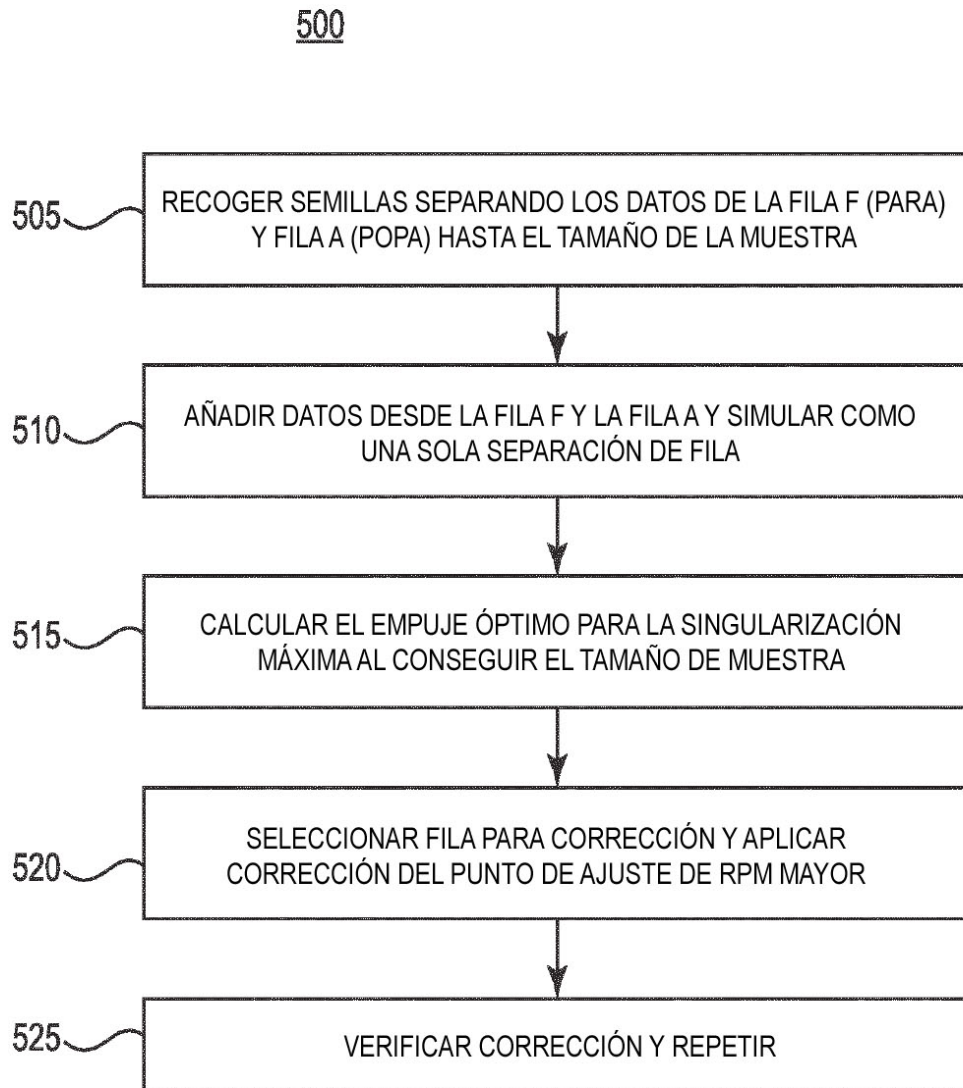


Fig. 8