

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 639 389**

51 Int. Cl.:

G01C 21/00 (2006.01)

A01C 21/00 (2006.01)

H04L 5/00 (2006.01)

A01C 7/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.07.2011 PCT/US2011/045587**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.02.2012 WO12015957**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.07.2011 E 11749985 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.07.2017 EP 2598840**

54 Título: **Método y sistema de control de siembra**

30 Prioridad:

27.07.2010 US 368117 P

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

26.10.2017

73 Titular/es:

**PRECISION PLANTING LLC (100.0%)
23207 Townline Road
Tremont, IL 61568, US**

72 Inventor/es:

**BAURER, PHIL;
BEYER, KEITH;
SCHLIPF, BEN y
KOCH, JUSTIN**

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 639 389 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

Método y sistema de control de siembra

- 5 Esta solicitud se refiere a un método para generar un mapa de colocación de semillas para un campo y controlar una sembradora. También se refiere a un sistema de control de siembra para una sembradora agrícola.

Antecedentes

- 10 Las sembradoras con sistemas de control de siembra de velocidad variable (VRS) que permiten variar la tasa de siembra mientras están en marcha basándose en el tipo de suelo y las condiciones del suelo son bien conocidas en la técnica. Del mismo modo, también es bien conocido en la técnica de las sembradoras proporcionar sistemas de "control de hileras" para iniciar y detener las semillas que se están sembrando en filas individuales o conjuntos de filas mientras están en movimiento para minimizar el sobresembrado en filas puntuales o el subsembrado al entrar o salir de los promontorios, alrededor de cursos de agua y límites de campo.

15 Los sistemas de control de VRS e hilera disponibles en la actualidad cooperan con sistemas de posición global (GPS) y mapas de cobertura de campo para controlar el medidor de semillas aplicando y desaplicando los embragues de accionamiento para controlar la rotación y/o la velocidad de rotación del disco de semillas para los medidores de vacío o la rotación de los dedos para medidores de selección de dedos. Sin embargo, tales sistemas se basan en la ubicación de la sembradora en el instante en que las órdenes se envían a los sistemas de control de VRS e hilera en vez de determinar con precisión cuándo en realidad se coloca la semilla físicamente en el campo. Como resultado, pueden producirse sobresembrados, subsembrados u otras imprecisiones significativas con sembradoras equipadas con sistemas de control de VRS e hilera que se basan únicamente en GPS y mapas de cobertura. Por ejemplo, si un agricultor comienza a sembrar pero una o más unidades de fila no están dispensando semillas debido a un mal funcionamiento, el mapa de cobertura de campo mostrará que el área ha sido sembrada aunque no se haya dispensado realmente ninguna semilla. Sería entonces difícil sembrar realmente esa área una vez que el granjero se dé cuenta del error.

- 20 En consecuencia, existe la necesidad de un sistema de control de siembra mejorado que proporcione las ventajas del control de VRS e hilera, pero que se basa en un mapeo preciso de colocación de semillas en oposición al mapeo de cobertura basada en GPS para minimizar el sobresembrado y el subsembrado de campos.

25 El documento US-A-2003009282 divulga generar un mapa de plantación mediante la monitorización de pulsos de semillas y ubicación GPS.

30 La invención proporciona un método para generar un mapa de colocación de semillas para un campo y controlar una sembradora como se define en la reivindicación 1. Características opcionales son el objeto de las reivindicaciones 2 a 11. La invención también proporciona un sistema de control de siembra para una sembradora agrícola como se define en la reivindicación 12. Características opcionales son el objeto de las reivindicaciones 13 a 15.

Breve descripción de los dibujos

35 La figura 1 muestra una sembradora de ocho filas sin control de hileras que ilustra el subsembrado de un promontorio.

40 La figura 2 muestra una sembradora de ocho filas sin control de hileras que ilustra el sobresembrado de un promontorio.

45 La figura 3 muestra una sembradora de ocho filas sin control de hileras que ilustra un subsembrado-sobresembrado de 50/50 de un promontorio.

50 La figura 4 muestra una sembradora de ocho filas con un control de hileras de una fila que ilustra la plantación ideal sin sobresembrado o subsembrado de un promontorio.

55 La figura 5A muestra una sembradora de ocho filas que ilustra el subsembrado con un sistema de control de hileras de dos filas.

60 La figura 5B muestra una sembradora de ocho filas que ilustra el sobresembrado con un sistema de control de hileras de dos filas.

65 La figura 5C muestra una sembradora de ocho filas que ilustra un subsembrado/sobresembrado de 50/50 con un sistema de control de hileras de 2 filas.

La figura 6 muestra un campo con un límite interior que ilustra diferentes poblaciones de semillas sembradas utilizando una VRS con un control de hileras de una fila.

- La figura 7 es una ilustración esquemática de una realización del sistema de control de siembra
- 5 La figura 8 ilustra una realización de una pantalla de monitor para introducir desviaciones de GPS con respecto a un tractor.
- La figura 9 ilustra una realización de una pantalla de monitor para introducir desviaciones con respecto a un eje de pivote de una sembradora.
- 10 La figura 10A ilustra una realización de una pantalla de monitor para iniciar una rutina de verificación de desviaciones de GPS.
- La figura 10B ilustra una realización de una pantalla de monitor para continuar una rutina de verificación de desviaciones de GPS.
- 15 La figura 10C ilustra una realización de una pantalla de monitor para completar una rutina de verificación de desviaciones de GPS.
- La figura 10D ilustra una realización de una pantalla de monitor para mostrar desviaciones de GPS medidos e introducidos por el operario.
- 20 La figura 11 ilustra una realización de una pantalla de monitor para configurar controladores de hileras seleccionando un patrón de cobertura.
- 25 La figura 12 es una ilustración esquemática de una realización de un método para determinar un retardo de parada de accionamiento de velocidad variable.
- La figura 13A es una ilustración esquemática de una realización de un método para determinar un retardo de inicio de accionamiento de velocidad variable.
- 30 La figura 13B es una ilustración esquemática de una realización de un método para detener un accionamiento de velocidad variable basado en un retardo de parada de accionamiento de velocidad variable.
- La figura 13C es una ilustración esquemática de una realización de un método para iniciar un accionamiento de velocidad variable basado en un retardo de inicio de accionamiento de velocidad variable.
- 35 La figura 14 es una ilustración esquemática de una realización de un método para determinar una relación de accionamiento entre un medidor de semillas y un accionamiento de velocidad variable.
- 40 La figura 15A es una ilustración esquemática de una realización de un método para determinar un retardo de inicio y un retardo de parada de un controlador de hileras.
- La figura 15B es una ilustración esquemática de una realización de un método para desaplicar un controlador de hileras basado en un retardo de parada de control de hileras.
- 45 La figura 15C es una ilustración esquemática de una realización de un método para aplicar un controlador de hileras basado en un retardo de inicio de control de hileras.
- La figura 16A es un gráfico de datos empíricos que ilustran varios retardos asociados con un controlador de hileras.
- 50 La figura 16B es una ilustración esquemática de una realización de un método de determinación de componentes de un retardo de parada de control de hileras.
- La figura 17A es una ilustración esquemática de una realización de un método para seleccionar una entrada de velocidad.
- 55 La figura 17B es una ilustración esquemática de una realización de un método para detener y arrancar un motor de velocidad variable basado en la aceleración.
- 60 La figura 18 es una ilustración esquemática de una realización de una pantalla de interfaz de usuario utilizada para seleccionar condiciones de parada de plantación.
- La figura 19A es una ilustración esquemática de una realización de un método para identificar un problema de funcionamiento con un sistema de control de siembra.
- 65 La figura 19B ilustra una realización de una pantalla de monitor para mostrar un resumen de funcionamiento de un

sistema de control de siembra.

La figura 19C es una ilustración esquemática de otra realización de un método para identificar un problema de funcionamiento con un sistema de control de siembra.

5

Descripción

Haciendo referencia ahora a los dibujos, en los que números de referencia similares designan partes idénticas o correspondientes a lo largo de las diversas vistas, las figuras 1-5 muestran una sembradora 10 que planta semillas 11 en un campo 13 en el que el promontorio 15 ha sido previamente plantado. Las figuras 1-5 pretenden ilustrar, con fines de comparación, técnicas de plantación de "sobresembrado" y "subsemebrado" utilizando una sembradora de ocho filas sin control de hileras (figuras 1-3) y luego con control de hileras (figuras 4-5).

10

La figura 1 muestra una sembradora de ocho filas sin control de hileras que sobresiembra el promontorio 15 (es decir, donde la plantación continúa a través de todas las filas hasta que la última fila está dentro del promontorio 15). La figura 2 ilustra una sembradora de ocho filas sin control de hileras que subsemebra el promontorio 15 (es decir, cuando la plantación se detiene en todas las filas tan pronto como la primera fila entra en el promontorio 15). La figura 3 muestra una sembradora de ocho filas sin control de hileras que ilustra el subsemebrado-sobresembrado de 50-50 del promontorio 15 (es decir, donde la plantación continúa a través de todas las filas hasta que la mitad de las filas entran en el promontorio 15). Debe entenderse que ocurre lo opuesto al salir de un promontorio. Es decir, al salir de un promontorio utilizando la técnica de sobresembrado, la plantación comienza en todas las filas tan pronto como la primera fila de la sembradora sale del promontorio. Del mismo modo, al salir de un promontorio utilizando la técnica de subsemebrado, la plantación no comienza en todas las filas hasta que la última fila sale del promontorio. Con la técnica 50/50, la plantación comienza en todas las filas cuando la mitad de las filas salen del promontorio.

15

20

25

La figura 4 muestra una sembradora de ocho filas con control de hileras en cada fila de la sembradora (en lo sucesivo, un "control de hileras de 1 fila"). Las figuras 5A a 5C ilustran una sembradora de ocho filas con control de hileras para cada dos filas de la sembradora (en lo sucesivo, "control de hileras de 2 filas"). Debería apreciarse que el control de hileras puede incluir cualquier número deseado de filas. Comparando las figuras 1-3 con la figura 4, se puede ver claramente que un sistema de control de hileras de 1 fila idealmente sembrará un campo con poca o ningún sobresembrado o subsemebrado minimizando así la semilla desperdiciada y las áreas no sembradas dando como resultado un rendimiento mejorado, siendo todos los demás factores iguales. De forma similar, comparando las figuras 1-3 con las figuras 5A, 5B y 5C, se puede ver claramente que un sistema de control de hileras de 2 filas idealmente sembrará un campo con sólo sobresembrado o subsemebrado mínima en comparación con sembradoras convencionales sin control de hileras.

30

35

La figura 6 muestra un campo 13 que tiene dos tipos de suelo 15, 17 diferentes designados por diferentes patrones de sombreado, separados por un límite interior 19. Los diferentes tipos de suelo se muestran plantados con diferentes poblaciones de semillas (obsérvese diferente espaciamiento de las semillas 11 entre los diferentes tipos de suelos 15, 17) utilizando una sembradora con control de VRS y de hileras de 1 fila en la que cuando cada unidad de fila pasa el límite interior 19, la VRS se comprometió a cambiar la población de semillas al tipo de suelo diferente.

40

Sin embargo, debería apreciarse que incluso si la sembradora está equipada con un sistema de control de hileras, a menos que se conozca la colocación exacta de semillas y a menos que el sistema de control de hileras tenga en cuenta ciertos factores, un sobresembrado y un subsemebrado significativos pueden tener lugar si estos factores no son tomados en consideración. Estos factores incluyen la velocidad de la sembradora, los retardos de tiempo en el arranque y la parada del medidor de semillas y los retardos de sincronización entre la semilla que se descarga desde el medidor de semillas hasta que la semilla pasa por el tubo de semillas y dentro del surco y otros factores. También debería apreciarse que el sobresembrado y el subsemebrado de filas pueden ocurrir al entrar o salir de diferentes tipos de suelo con diferentes poblaciones de semillas deseadas si estos mismos factores no se tienen en cuenta.

45

50

Visión general

La figura 7 ilustra un sistema 1005 de control de siembra que coopera con las unidades 12 de fila de una sembradora 10 para mejorar el rendimiento tomando en consideración los factores identificados anteriormente y otros factores para un mapeo preciso de la colocación de semillas en el campo.

55

En la figura 7, la unidad 12 de fila se ilustra como una unidad de fila para una sembradora de llenado central tal como se divulga en la patente de EE.UU. nº 7.438.006, pero debería apreciarse que el sistema 1005 de control de siembra puede utilizarse con unidades de fila más convencionales, tal como se divulga en la patente de EE.UU. nº 4.009.668, o cualquier otro tipo de unidad de fila para cualquier marca o modelo de sembradora. Las unidades 12 de fila están espaciadas a lo largo de una barra 14 de herramientas del bastidor principal de la sembradora. El bastidor principal de la sembradora está unido a un tractor (no mostrado) de manera convencional, tal como por una barra de remolque o disposición de enganche de tres puntos como es bien conocido en la técnica. Los conjuntos de ruedas del suelo (no mostrados) soportan el bastidor principal por encima de la superficie del suelo y son móviles con

60

65

respecto al bastidor principal mediante el accionamiento del sistema hidráulico de la sembradora (no mostrado) acoplado al sistema hidráulico del tractor para elevar y bajar el bastidor principal de la sembradora entre una posición de transporte y una posición de plantación, respectivamente.

5 Cada unidad 12 de fila está preferentemente soportada desde la barra 14 de herramientas por una conexión en paralelo 16 que permite que cada unidad 12 de fila se mueva verticalmente independientemente de la barra 14 de herramientas y las otras unidades de fila espaciadas para adaptarse a cambios de terreno o en la unidad de fila al encontrar una piedra u otra obstrucción mientras la sembradora va a través del campo. Cada unidad 12 de fila incluye un medidor 30 de semillas, un tubo 32 de semillas u otra trayectoria de semillas, un conjunto 34 de apertura de surco y un conjunto 36 de cierre de surco. El conjunto de apertura de surco hace un surco 38 en la superficie 40 del suelo a medida que la sembradora 10 va a través del campo. Un suministro constante de semilla 11 se comunica al medidor 30 de semillas. El medidor 30 de semillas descarga las semillas individuales 11 en el tubo 32 de semillas a intervalos espaciados basándose en la población de semillas deseada y la velocidad a la que la sembradora va a través del campo. La semilla 11 cae desde el extremo del tubo 32 de semillas en el surco 38 formado por el conjunto 34 de apertura de surco. Las semillas 11 son entonces cubiertas de tierra por el conjunto 36 de rueda de cierre.

En funcionamiento, a medida que cada semilla 11 pasa a través del tubo 32 de semillas, el sensor 200 de semillas envía un pulso de semilla al monitor 1000 de sembradora. El monitor 1000 de sembradora asocia el instante del pulso de semilla con una ubicación de la unidad 100 de GPS para determinar la ubicación precisa de la semilla sembrada dentro del campo teniendo en cuenta la velocidad de la sembradora, la población de semillas, las distancias de desplazamiento, etc., todo ello determinado y calibrado durante las fases de configuración y calibración (que se discuten más adelante) para generar un mapa preciso de colocación de semillas. Basándose en el mapa de colocación de semillas generado, el monitor 1000 de sembradora determinará si existe una condición de "parada de plantación" cuando una unidad de fila o hilera (es decir, una o más unidades de fila controladas por un controlador 1500 de hileras) de la sembradora 10 pasa sobre una semilla previamente sembrada o cuando una unidad de fila o hilera se desplaza a través de un promontorio, un límite exterior o un límite interior del campo. Si existe una condición de parada de plantación para una unidad de fila o hilera en particular, se generará una señal para desaplicar un embrague teniendo en cuenta diversos factores tales como la velocidad de la sembradora, cambios en la aceleración, retardos del embrague, retardos de la caída de semilla, etc., todo determinado y calibrado durante las fases de configuración y calibración (que se discuten más adelante) de modo que los correspondientes medidores de semillas cesen en la dispensación de semillas en el instante apropiado y reanuden la dispensación de semillas en el instante apropiado después de que la condición de "parada de plantación" haya parado para asegurar un sobresembrado o subsembrado mínimo del campo.

35 Componentes del sistema de control de siembra preferidos

El sistema 1005 de control de siembra incluye preferentemente una unidad 100 de GPS (sistema de posicionamiento global), sensores 200 de semilla, una unidad 350 de control y sensores 705 de altura, un monitor 1000 de sembradora, un módulo 105 de cabina y un sistema 1205 de radar que cooperan para controlar un accionamiento 40 1600 de velocidad variable y los controladores 1500 de hileras de la sembradora 10 para minimizar el sobresembrado y el subsembrado de campos.

El monitor 1000 de sembradora está típicamente montado en la cabina del tractor de modo que pueda ser fácilmente visualizado e interconectado por el operario durante la plantación. Un monitor 1000 de sembradora preferido es el 45 20/20 SeedSense® de Precision Planting, Inc., 23207 Townline Road, Tremont, IL 61568 y como se divulga en la solicitud de patente de EE.UU. publicada nº de pub. US 2010/0010667. El monitor de sembradora utiliza preferentemente una interfaz gráfica de usuario de pantalla táctil (GUI) e incluye microprocesador, memoria y otro equipo físico y equipo lógico aplicable para recibir, almacenar, procesar, comunicar, mostrar y realizar las diversas características y funcionalidades descritas a continuación (en adelante, colectivamente, la "circuitaría de procesamiento") tal como se comprende fácilmente por los expertos en la técnica. El monitor 1000 de sembradora está preferentemente configurado para comunicarse con un dispositivo de transferencia de datos tal como una 50 unidad flash USB, conexión a Internet o cualquier otro medio de transferencia de datos para la entrada y recuperación de tasas de población de semillas, información de mapeo de campo, etc. Además, el monitor 1000 de sembradora está en comunicación eléctrica (a través de cables o inalámbricamente) para recibir señales de entrada desde los sensores 200 de semillas, una unidad 100 de GPS y el módulo 1105 de cabina.

Los sensores 200 de semilla están montados en los tubos 32 de semilla de las unidades 12 de fila para detectar el paso de la semilla a través del mismo. Un sensor 200 de semilla común es un sensor fotoeléctrico, tal como el 60 fabricado por Dickey-John Corporation, 5200 Dickey-John Road, Auburn, Ill. 62615. Un sensor fotoeléctrico típico incluye generalmente un elemento de fuente de luz y un elemento receptor de luz dispuesto sobre aberturas en las paredes delantera y trasera del tubo de semilla. En funcionamiento, cuando una semilla pasa entre la fuente de luz y el receptor de luz, la semilla de paso interrumpe el haz de luz, haciendo que el sensor 200 genere un pulso de semilla o señal eléctrica que indica la detección del paso de una semilla. Debería apreciarse que se puede utilizar cualquier tipo de sensor de semillas capaz de producir una señal eléctrica para designar el paso de una semilla.

65 La unidad 100 de GPS está configurada para recibir una señal GPS, comprende una serie de cadenas de datos

GPS, desde un satélite (no mostrado). La señal GPS se comunica al monitor 1000 de sembradora. Una unidad 100 de GPS preferida es un Deluo PMB-288 disponible de Deluo, LLC, 10084 NW 53rd Street, Sunrise, FL 33351, u otro dispositivo adecuado. La unidad 100 de GPS, se utiliza para monitorizar la velocidad y las distancias recorridas por la sembradora 10. Como se describirá con más detalle más adelante, preferentemente la salida de la unidad 100 de GPS, que incluye la velocidad de la sembradora y las distancias recorridas por la sembradora, se comunica al monitor 1000 de sembradora para su visualización al operario de la sembradora y/o para su uso en diversos algoritmos para obtener datos relevantes utilizados en relación con el sistema y método preferidos de la presente invención. En realizaciones alternativas, la unidad 100 de GPS comprende un sistema de posicionamiento configurado para utilizar las señales de otros sistemas de satélite tales como GLONASS o Galileo. En otras realizaciones, la unidad 100 de GPS puede comprender cualquier otro sistema de posicionamiento configurado para determinar la posición latitudinal y longitudinal de la sembradora 10.

Además de una unidad de GPS, el sistema 1005 de control de siembra incluye preferentemente un sistema 1205 de radar para determinar una velocidad de la sembradora 10 porque los datos empíricos han mostrado que los datos de la unidad 100 de GPS se retrasan y no son fiables a velocidades inferiores a aproximadamente 1,6 km por hora. Los datos empíricos también han mostrado que la unidad 100 de GPS indicará velocidades de 0,16 ó 0,32 km/hora cuando la sembradora 10 está realmente detenida. Por estas razones, las entradas de velocidad proporcionadas por los sistemas GPS por sí solas no son ideales para determinar con precisión cuándo se ha detenido una sembradora 10 o para predecir cuándo se detendrá la sembradora (por las razones discutidas más adelante) o para determinar si la sembradora 10 ha reanudado su recorrido. El sistema 1205 de radar se coloca en una ubicación fija y envía una señal de radar al módulo 1105 de cabina que a su vez comunica la señal de radar al monitor 1000 de sembradora para mostrar la velocidad de la sembradora.

El módulo 1105 de cabina se monta preferentemente en la cabina del tractor de modo que también pueda ser fácilmente visualizado e interconectado por el operario durante la plantación. El módulo 1105 de cabina incluye preferentemente conmutadores configurados para permitir que el operario encienda y apague los accionamientos 1600 de velocidad variable y que aplique y desaplique selectivamente los controladores 1500 de hileras durante las rutinas de calibración de pre-plantación (discutidos más adelante). El módulo 1105 de cabina también comunica con el sistema 1205 de radar e incluye circuitería de procesamiento configurada para determinar si la velocidad reportada por radar es estable por razones discutidas más adelante.

Los sensores 705 de altura pueden comprender un conmutador de contacto configurado para cerrar o abrir un circuito cuando los brazos de rueda de calibración del conjunto 34 de apertura de surco ya no están en contacto con el tope del brazo de rueda de calibración que indica que la sembradora está en una posición de transporte o de otro modo elevada sobre el suelo. En otras realizaciones, el sensor 705 de altura puede comprender también cualquier sensor montado en la sembradora 10 que determina la altura de dicha ubicación con relación a la superficie 40 del suelo con el propósito de indicar que la unidad de fila está en una posición de transporte o de otro modo elevada sobre el suelo.

La unidad 350 de control incluye preferentemente un clinómetro 600, un acelerómetro vertical 500, un acelerómetro horizontal 400 y circuitería de procesamiento apropiada, todos físicamente integrados en una sola unidad que está preferentemente montada en la barra 14 de herramientas de la sembradora 10, pero que puede montarse en otra ubicación adecuada y en cualquier orientación apropiada para medir la aceleración horizontal, la aceleración vertical y la inclinación del tractor y/o la barra 14 de herramientas. La unidad 350 de control está en comunicación eléctrica (a través de cables o de forma inalámbrica) con el control 1500 de hileras, los accionamientos 1600 de velocidad variable, los sensores 705 de altura y el módulo 1105 de cabina. Se puede utilizar más de una unidad 350 de control.

Configuración

En una fase de configuración, el operario puede preferentemente seleccionar la marca y el modelo del tractor y la marca y modelo de la sembradora preferentemente a través de menús de selección desplegables. La geometría de las diversas marcas y modelos de tractores y sembradoras se almacena preferentemente en la memoria para hacer la fase de configuración más rápida y más fácil para que el operario no tenga que medir físicamente cada una de las diversas distancias que se describen a continuación para modelar la geometría de la sembradora y las distancias desplazamiento hasta la unidad 100 de GPS. El sistema 1005 de control de siembra utiliza estas distancias para determinar la ubicación de cada sensor 200 de semillas basándose en una ubicación de la unidad 100 de GPS. El siguiente método e ilustraciones asumen que la unidad 100 de GPS está montada en la cabina del tractor, aunque debería apreciarse que son posibles otras ubicaciones de montaje (tales como la propia sembradora 10).

La figura 8 ilustra una realización de una pantalla 1200 de configuración mostrada por el monitor 1000 de sembradora para introducir desviaciones de GPS con respecto al tractor. Como se ilustra en la pantalla 1200, las distancias de desplazamiento incluyen la distancia 1202 desde la unidad 100 de GPS a la línea central de las ruedas traseras del tractor, una distancia 1206 a la línea central del tractor, una distancia 1210 desde la línea central de las ruedas traseras del tractor al pivote del tractor, y una distancia 1214 al suelo. Debería apreciarse que aunque las otras distancias introducidas en la fase de configuración como se describe en el presente documento se utilizan para

establecer la ubicación de la salida del tubo de semillas, la distancia 1202 a la línea central de las ruedas traseras del tractor se utiliza para modelar la ubicación de la sembradora 10 mientras se eleva en una posición de transporte detrás del tractor.

5 La figura 9 ilustra una realización de otra pantalla 1300 de configuración mostrada por el monitor 1000 de sembradora para introducir ubicaciones en la sembradora 10 con respecto al punto de pivote de sembradora. Además de seleccionar una marca y un modelo, se puede pedir al operario que seleccione el tipo de bastidor de sembradora y/o el estilo de enganche, tal como se dibuja, pivote de 2 puntos y de 3 puntos. El monitor 1000 de sembradora visualiza preferentemente una imagen 1306 que representa la geometría del tipo de bastidor de la
10 sembradora y/o el estilo de enganche y le pide al operario que introduzca las distancias necesarias para modelar la geometría de la sembradora. En el ejemplo ilustrativo de la figura 9, el monitor 1000 de sembradora requiere que el operario introduzca la distancia 1308 entre el pivote y la línea central de las ruedas 48 de calibración, así como la distancia 1312 entre el pivote y la salida de semilla. Otros tipos de bastidor y estilos de enganche requerirán que el operario mida e introduzca distancias adicionales o diferentes. El monitor 1000 de sembradora adopta distancias transversales desde las salidas de semillas de cada una de las unidades de fila hasta la línea central del tractor basándose en la marca y el modelo de sembradora introducido previamente por el operario. Alternativamente, el operario selecciona la ventana 1316 de configuración de tabla personalizada e introduce las distancias transversales 1318 desde cada salida de semillas hasta la línea central de la sembradora 10.

20 Como parte de la configuración inicial, se solicita preferentemente al operario que realice una rutina de verificación para verificar los desplazamientos GPS introducidos en las pantallas 1200 y 1300 de configuración anteriores. La figura 10A ilustra otra realización de una pantalla 1400 de configuración que solicita al operario que coloque las banderas 1405 junto a las ruedas 48 de calibración de las unidades de fila más a la derecha e izquierda de la sembradora 10. Cuando el operario indica que la sembradora 10 está en su sitio, el monitor 1000 de sembradora registra una primera ubicación de prueba de la unidad 100 de GPS. Las figuras 10B y 10C ilustran realizaciones de pantallas 1410 y 1420 de configuración subsiguientes que inducen al operario a darle la vuelta a la sembradora 10 de tal manera que las banderas 1405 son adyacentes a las ruedas 48 de calibración en los lados opuestos de la sembradora 10. Cuando el operario indica que la sembradora 10 está en su sitio, el monitor de sembradora registra una segunda ubicación de prueba de la unidad 100 de GPS.

30 En otra realización más de una pantalla 1430 de configuración como se ilustra en la figura 10D, se calcula la suma 1432 de las distancias 1202, 1210 y 1308 introducidas previamente por el operario. La distancia medida 1435 desde la unidad 100 de GPS a las ruedas de calibre de sembradora también se determina dividiendo la distancia a lo largo de la dirección de desplazamiento entre la primera ubicación de prueba y la segunda ubicación de prueba por dos. Se pide al operario que vuelva a medir los desplazamientos GPS introducidos previamente si la distancia medida 1435 es diferente de la suma 1432. Asimismo, se visualiza la distancia 1206 introducida previamente por el operario. La distancia medida 1445 correspondiente a la distancia 1206 se determina dividiendo la distancia transversal entre la primera ubicación de prueba y la segunda ubicación de prueba por dos. Se pide al operario que vuelva a medir los desplazamientos GPS introducidos previamente si la distancia medida es diferente de la distancia 1206 introducida
40 previamente por el operario.

Como se ilustra en otra pantalla 1502 de configuración, el operario configura el control de hileras de la sembradora. El operario introduce el número de controladores 1500 de hileras y el número de unidades de fila controladas por cada controlador de hileras. El operario puede preferentemente elegir un patrón de cobertura. En la realización
45 ilustrativa de la figura 11, la sembradora ilustrada 10 tiene cuatro controladores 1500 de hileras que controlan cada uno dos unidades de fila. El operario selecciona las ventanas 1510a, 1510b o 1510c para elegir si los controladores 1500 de hileras encuentran un límite 1505 de parada de plantación en la semilla previamente sembrada, a una desviación de media fila de la semilla previamente sembrada, o a una desviación de fila completa desde la semilla previamente sembrada, respectivamente. En el ejemplo ilustrativo de la figura 11, el operario ha seleccionado una desviación de fila completa (1510c). El operario selecciona las ventanas 1520a, 1520b o 1520c para elegir si los controladores de hileras deben detener la plantación cuando cualquier fila del controlador de hileras cruza el límite 1505 de parada de plantación ("subsembrado"), cuando cualquier fila a lo largo de la línea transversal 1515 de la sembradora cruza el límite 1505 de parada de plantación ("50%-50%"), o cuando cada fila controlada por el controlador de hileras ha cruzado el límite 1505 de parada de plantación ("sobresembrado"), respectivamente. En el
50 ejemplo ilustrativo de la figura 11, el operario ha seleccionado 50%-50% (1520b).

En una fase de configuración adicional, el operario configura los accionamientos 1600 de velocidad variable. El operario indica qué filas son accionadas por cada accionamiento 1600 de velocidad variable. El operario introduce el número de pulsos del codificador por rotación (discutido más adelante) y la frecuencia de señal del pulso del codificador (discutida más adelante) de cada accionamiento 1600 de velocidad variable. Alternativamente, el operario selecciona una marca o tipo de accionamiento 1600 de velocidad variable que está asociado con las mismas características de pulso y frecuencia.
60

Continuando la fase de configuración, se solicita además al operario que introduzca el número de semillas por disco en los medidores 30 de semillas accionados por cada accionamiento 1600 de velocidad variable. El operario inicia además una rutina de calibración (discutida más adelante) en la que el sistema 1005 de control de siembra acciona
65

los medidores 30 de semillas y determina una relación de accionamiento entre los accionamientos 1600 de velocidad variable y los medidores 30 de semilla. Alternativamente, el operario introduce una relación de accionamiento. Además, el operario prescribe una tasa de población de semillas por defecto para ser utilizada por el accionamiento 1600 de velocidad variable si el sistema 1005 de control de siembra pierde la señal de la unidad 100 de GPS.

El operario configura adicionalmente el sistema 1205 de radar en una prueba de funcionamiento. El operario acciona el tractor y el monitor 1000 de sembradora recibe pulsos de radar del sistema 1205 de radar. El monitor 1000 de sembradora determina hasta qué longitud ha recorrido el tractor utilizando la señal de la unidad 100 de GPS. El monitor 1000 de sembradora determina entonces cuántos pulsos de radar se reciben por unidad de distancia recorrida. El operario selecciona además si la unidad 100 de GPS o el sistema 1205 de radar es la fuente de velocidad primaria o más confiable utilizada por el monitor 1000 de sembradora. Como se describe más adelante en "funcionamiento", el monitor 1000 de sembradora determinará si se anula la elección del operario de la fuente de velocidad primaria basándose en la aceleración de la sembradora.

Volviendo a la figura 19A, en una fase de configuración adicional, el sistema 1005 de control de siembra está configurado preferentemente para ejecutar un proceso 1610 para identificar un problema de funcionamiento con los accionamientos 1600 de velocidad variable o controladores 1500 de hileras. Cuando el proceso es iniciado por el operario en el bloque 1611, la unidad 350 de control inicia preferentemente uno o más accionamientos 1600 de velocidad variable y se aplica a uno o más controladores 1500 de hileras para accionar los medidores de semillas. Después de que haya transcurrido un periodo de tiempo predeterminado (por ejemplo, 5 segundos) en el bloque 1612, la unidad 350 de control almacena el subconjunto de filas 12 en el que no se observan pulsos de semilla. Preferentemente, la unidad 350 de control desaplica entonces uno o más controladores 1500 de hileras en el bloque 1613 y almacena el subconjunto de filas 12 en el que los pulsos de semilla se observan después de un tiempo predeterminado en el bloque 1614. En el bloque 1615, la unidad 350 de control compara la presencia real con la esperada de semillas para cada configuración probada y asigna un descriptor operativo (por ejemplo, "Bueno" o "Fallido") a cada controlador 1500 de hileras y accionamiento de velocidad variable 1600. En el bloque 1616, el monitor 1000 de sembradora presenta preferentemente un resumen de funcionamiento que indica si los componentes (por ejemplo, los controladores 1500 de hileras o los accionamientos 1600 de velocidad variable) están funcionando correctamente. Volviendo a la figura 19B, el resumen de funcionamiento puede comprender una pantalla 1620 que incluye un resumen 1622 de resultados de observación esperada y real de pulsos de semilla para cada componente probado, e incluye preferentemente un indicador 1624 de alarma que alerta al operario de que un componente asociado con el indicador ha fallado.

En otras realizaciones, la unidad 350 de control puede configurarse para aplicar o desaplicar cada accionamiento de velocidad variable y controlador de hileras en serie (por ejemplo, de derecha a izquierda) durante una fase de configuración, permitiendo al operario determinar mediante la vista o sonido si cada componente está funcionando correctamente.

40 Calibración

El sistema 1005 de control de siembra está configurado preferentemente para utilizar los pulsos de semilla generados por los sensores 200 de semilla para calibrar los controladores 1500 de hileras y los accionamientos 1600 de velocidad variable. Las rutinas de calibración descritas en el presente documento miden un retardo entre una señal de control y un cambio de funcionamiento detectado por los sensores 200 de semilla. El cambio de funcionamiento puede incluir cambiar la tasa de entrega de semillas, detener la entrega de semillas o iniciar la entrega de semillas. Debería apreciarse, sin embargo, que un retardo asociado con cualquier cambio de funcionamiento que implicara la entrega de semillas podría medirse de acuerdo con las rutinas de calibración descritas en el presente documento.

50 Calibración del retardo de parada de un accionamiento de velocidad variable

La figura 12 ilustra una realización de un proceso 2000 para calibrar los accionamientos 1600 de velocidad variable. En el bloque 2100, la unidad 350 de control ordena al accionamiento 1600 de velocidad variable que funcione. En el bloque 2200, si la unidad 350 de control no recibe un pulso de semilla dentro de un intervalo de tiempo predefinido, entonces en el bloque 2250, el monitor 1000 de sembradora pide al operario que compruebe la tolva de semillas para las semillas 11 o corrija de otra manera el funcionamiento de la sembradora 10 de tal manera que las semillas 11 comenzarán a ser descargadas por el medidor 30 de semillas a través del tubo 32 de semillas. Si la unidad 350 de control recibe un pulso de semilla, entonces en el bloque 2300, después de un tiempo predefinido, la unidad 350 de control ordena al accionamiento 1600 de velocidad variable que deje de accionar el medidor 30 de semillas en un instante t_0 . El instante t_0 es almacenado por la unidad 350 de control. La unidad 350 de control recibe entonces pulsos de semilla en el bloque 2400 hasta que no se recibe pulso de semilla durante un tiempo predeterminado (por ejemplo, 5 segundos). En el bloque 2450, la unidad de control registra entonces la hora del último pulso de semilla (t_{stop}). La diferencia entre t_{stop} y t_0 representa un retardo de parada asociado con el accionamiento 1600 de velocidad variable, cuyo retardo de parada es calculado y almacenado por la unidad 350 de control en el bloque 2455.

Calibración del retardo de inicio de un accionamiento de velocidad variable

La figura 13A ilustra una realización de un proceso 2500 para calibrar los accionamientos 1600 de velocidad variable. En el bloque 2510, la unidad 350 de control ordena al accionamiento 1600 de velocidad variable que se detenga. En el bloque 2520, después de un tiempo predeterminado, la unidad 350 de control ordena al accionamiento 1600 de velocidad variable que comience a accionar el medidor 30 de semillas en un instante t_0 . El instante t_0 es almacenado por la unidad 350 de control. Si un pulso de semilla es recibido por la unidad 350 de control en el bloque 2530, entonces la unidad de control registra el instante del primer pulso de semilla (t_{start}) en el bloque 2540. La diferencia entre t_{start} y t_0 representa un retardo de inicio asociado con el accionamiento 1600 de velocidad variable, cuyo retardo de inicio es calculado y almacenado por la unidad 350 de control en el bloque 2545.

Con el retardo de arranque y el retardo de parada calibrados, la unidad 350 de control utiliza preferentemente el retardo de arranque y el retardo de parada para ajustar el instante en el que la unidad 350 de control envía señales de control a los accionamientos 1600 de velocidad variable de manera que la semilla comience a dispensar o pare de dispensar en la posición deseada en el campo.

De acuerdo con un proceso preferido 2550 ilustrado en la figura 13B, la unidad 350 de control estima el tiempo hasta el próximo límite de parada de plantación en el bloque 2552 (preferentemente utilizando la velocidad actual de la sembradora y la distancia hasta el límite) y compara dicho tiempo con el retardo de parada del motor en el bloque 2554. Si el tiempo hasta el siguiente límite de parada de plantación es igual al retardo de parada del motor, entonces la unidad 350 de control detiene preferentemente el motor en el bloque 2556.

De acuerdo con un proceso preferido 2560 ilustrado en la figura 13C, la unidad 350 de control estima el tiempo hasta el siguiente límite de inicio de plantación en el bloque 2562 (preferentemente utilizando la velocidad actual de la sembradora y la distancia hasta el límite) y compara dicho tiempo con el retardo de parada del motor en el bloque 2564. Si el tiempo hasta el siguiente límite de inicio de plantación es igual al retardo de parada del motor, entonces la unidad 350 de control arranca preferentemente el motor en el bloque 2566.

De este modo, la unidad 350 de control cronometra las señales de control posteriores basadas en los diversos retardos medidos como se describe en el presente documento. El proceso de calibración anterior puede realizarse durante el funcionamiento en el campo para determinar el retardo de arranque y el retardo de parada de los accionamientos de velocidad variable bajo condiciones de funcionamiento actuales o casi actuales.

Calibración de la relación de accionamiento entre el medidor de semillas y el accionamiento de velocidad variable

La figura 14 ilustra una realización del proceso 3000 para determinar una relación de accionamiento entre el accionamiento 1600 de velocidad variable y el medidor 30 de semillas. En el bloque 3100, la unidad 350 de control ordena al accionamiento 1600 de velocidad variable que accione el medidor 30 de semillas. En el bloque 3200, si la unidad 350 de control no recibe un pulso de semilla, en el bloque 3250, el monitor 1000 de sembradora solicita al operario que verifique la tolva de semillas para las semillas 11 o de otra manera corrija el funcionamiento de la sembradora 10 de modo que las semillas 11 comenzarán a ser descargadas por el medidor 30 de semillas a través del tubo 32 de semillas. Una vez que la unidad de control recibe un pulso de semilla en el bloque 3200, la unidad 350 de control almacena el instante del primer pulso de semilla observado (t_1) en el bloque 3300. Una vez que la unidad 350 de control recibe un número predeterminado de pulsos de semilla, por ejemplo, 30, en el bloque 3400, la unidad 350 de control almacena el instante del trigésimo pulso de semilla (t_{30}) en el bloque 3450. La diferencia entre t_{30} y t_1 dividida por el número de pulsos de semilla es igual a un tiempo asociado con un tiempo entre la liberación de semillas 11 por el medidor 30 de semillas ($t_{nominal}$). La velocidad w_m del medidor 30 de semillas se determina entonces según la siguiente ecuación:

$$w_m = \frac{1}{(\text{Número de semillas por medidor}) \times t_{nominal}}$$

donde: número de semillas por medidor = número total de cavidades o aberturas de semilla u otras características de arrastre de semillas en cada medidor 30 de semillas.

La relación R de accionamiento entre el accionamiento 1600 de velocidad variable y el medidor 30 de semillas es igual a la relación entre el número de pulsos de codificador que debe observarse antes de que el medidor 30 de semillas haya hecho una revolución completa y el número de pulsos de codificador por revolución del accionamiento 1600 de velocidad variable. La relación R de accionamiento se utiliza preferentemente por la unidad 350 de control para determinar la velocidad a la que se acciona el accionamiento 1600 de velocidad variable con el fin de obtener una velocidad dada w_m del medidor de semillas y por tanto un tiempo correspondiente $t_{nominal}$ entre la liberación de semillas 11. Los valores de $t_{nominal}$, w_m y R se calculan preferentemente en el paso 3455 del flujo 3000 de proceso.

Calibración de retardo de inicio y retardo de parada de un controlador de hileras

La figura 15A ilustra una realización de un proceso 3500 para determinar un retardo de inicio del embrague y un retardo de parada del embrague asociado con un controlador 1500 de hileras. En el bloque 3510, la unidad 350 de control ordena al accionamiento 1600 de velocidad variable que funcione. En el bloque 3525, si la unidad 350 de control no recibe un pulso de semilla dentro de un tiempo predeterminado en el bloque 3520 (por ejemplo, 5 segundos), entonces el monitor 1000 de sembradora solicita al operario que compruebe la tolva de semillas para las semillas 11 o de otro modo corregir el funcionamiento de la sembradora 10 de modo que las semillas 11 comiencen a ser descargadas por el medidor 30 de semillas a través del tubo 32 de semillas. En el bloque 3530, si la unidad 350 de control recibe un pulso de semilla, entonces, después de un tiempo predeterminado, la unidad 350 de control ordena al controlador 1500 de hileras que se desaplique en un instante t_0 para parar el medidor 30 de semillas de ser accionado por el accionamiento 1600 de velocidad variable. El instante t_0 es almacenado por la unidad 350 de control. La unidad 350 de control recibe entonces pulsos de semilla en el bloque 3540 hasta que no se recibe pulso de semilla durante un tiempo predeterminado. En el bloque 3550, la unidad de control registra entonces el instante del último pulso de semilla (t_{stop}). La diferencia entre t_{stop} y t_0 representa un retardo de parada de embrague asociado con el controlador 1500 de hileras. La unidad 350 de control calcula preferentemente el retardo de parada del embrague en el bloque 3555. Después de un tiempo predeterminado, en el bloque 3560, la unidad 350 de control indica a continuación al controlador 1500 de hileras que se aplique en un instante t_1 de tal manera que el medidor 30 de semillas sea accionado de nuevo por el accionamiento 1600 de velocidad variable. El instante t_1 es almacenado por la unidad 350 de control. En el bloque 3580, si un pulso de semilla es recibido por la unidad 350 de control en el bloque 3570, entonces la unidad de control registra el instante del primer pulso de semilla (t_{start}). La diferencia entre t_{start} y t_1 representa un retardo de arranque del embrague asociado con el controlador 1500 de hileras. La unidad 350 de control calcula preferentemente el retardo de inicio del embrague en el bloque 3585.

La unidad 350 de control utiliza preferentemente el retardo de inicio del embrague y el retardo de parada del embrague para ajustar el instante en el que la unidad 350 de control envía señales de control al controlador 1500 de hileras de tal manera que la semilla comience a dispensar o pare de dispensar en la posición deseada en el campo.

De acuerdo con un proceso 3600 preferido ilustrado en la figura 15B, la unidad 350 de control estima el tiempo hasta el próximo límite de parada de plantación en el bloque 3652 (preferentemente utilizando la velocidad actual de la sembradora y la distancia hasta el límite) y compara dicho tiempo con el retardo de parada del embrague en el bloque 3654. Si el tiempo hasta el siguiente límite de parada de plantación es igual al retardo de parada de embrague, entonces la unidad 350 de control desaplica preferentemente el embrague en el bloque 3656. De acuerdo con un proceso 3700 preferido ilustrado en la figura 15C, la unidad 350 de control estima el tiempo hasta el próximo límite de inicio de plantación en el bloque 3762 (preferentemente utilizando la velocidad de la sembradora actual y la distancia hasta el límite) y compara dicho tiempo con el retardo de parada del motor en el bloque 3764. Si el tiempo hasta el siguiente límite de inicio de plantación es igual al retardo de parada del motor, entonces la unidad 350 de control arranca preferentemente el motor en el bloque 3766. El proceso anterior 3500 puede realizarse durante el funcionamiento en campo para determinar el retardo de arranque del embrague y el retardo de parada del embrague bajo condiciones de funcionamiento actuales o casi actuales.

Los datos empíricos han demostrado que incluso en condiciones de funcionamiento casi equivalentes, hay una variación en el retardo de parada del embrague. La figura 16A muestra un gráfico 4000 que ilustra componentes de retardo asociados con los controladores 1500 de hileras. El eje X 4145 del gráfico 4000 representa la distancia (en pulgadas) recorrida por la sembradora 10 después de que el embrague del controlador 1500 de hileras se desaplique. Los conjuntos 4150 y 4155 de datos representan pruebas realizadas a diferentes tasas de población de semillas 4140 en unidades de semillas por acre. Las barras 4100 representan un retardo físico (medido en pulgadas recorridas) asociado con los componentes electrónicos y neumáticos del accionamiento 1600 de velocidad variable. Las barras 41, 10 representan un retardo de rotación (medido en pulgadas recorridas) resultante de la acción mecánica del embrague en el controlador 1500 de hileras. Las barras 4120 representan un retardo (medido en pulgadas recorridas) asociado con el tiempo requerido para que la última semilla 11 sea liberada desde el medidor 30 de semillas y pase el sensor 200 de semillas. Cada conjunto 4160 de datos muestra (de abajo hacia arriba) el retardo total que incluye el retardo 4110 de rotación, el retardo total que no incluye el retardo 4110 de rotación y un último intervalo 4130 de planta que representa el intervalo entre el retardo total sin retardo 4110 de rotación y con retardo 4110 de rotación.

Continuando con la referencia a la figura 16A, el retardo 4110 de rotación varía debido a que una vez que el embrague se desaplica en una posición de rotación aleatoria de un eje que gira dentro del embrague, el embrague tendrá que girar en grados variables antes de ponerse en contacto con un miembro de detención. El intervalo en el retardo 4110 de rotación cambiará basándose en la tasa de población de semillas porque el embrague estará girando más rápido a tasas de población de semillas más altas.

De este modo, una realización preferida del sistema 1005 de control de siembra está configurada para determinar un intervalo de retardos entre una señal de control enviada al controlador 1500 de hileras y un cambio de funcionamiento en el controlador 1500 de hileras, es decir, aplicar o desaplicar el embrague. La unidad 350 de control realiza preferentemente este proceso varias veces para obtener una distribución de los retardos de parada del embrague. El décimo percentil de la distribución de los retardos de parada del embrague es aproximadamente

igual al retardo físico 4100.

En un proceso 4500 preferido ilustrado en la figura 16B, la unidad 350 de control determina y almacena un retardo de parada de embrague total (preferentemente determinado en los bloques 3530 a 3555 en el proceso 3500 de la figura 6) en el bloque 4510. Este proceso se repite (preferentemente a la misma tasa de población de semillas) hasta que se ha determinado un retardo de parada del embrague un número de umbral de veces (por ejemplo, cinco) en el bloque 4520. En el bloque 4530, la unidad 350 de control determina preferentemente el retardo 4100 de parada de embrague físico fijo (por ejemplo, encontrando el décimo percentil de la distribución de retardos totales). En el bloque 4540, la unidad 350 de control determina preferentemente el retardo 4110 de parada del embrague de rotación dependiente de la población (por ejemplo, restando el 10^o percentil de la distribución de los retardos totales del noveno percentil de la distribución de los retardos totales).

En funcionamiento, cuando la unidad 350 de control accede al retardo de parada del embrague (por ejemplo, en el paso 3654 del proceso 3600 ilustrado en la figura 15B), la unidad de control modifica preferentemente el retardo 4110 de rotación basándose en la relación entre la tasa de población a la que se determinó el retardo 4110 de rotación y la tasa de población activa. Por ejemplo, si se determinó el retardo 4110 de rotación en una población de 40000 semillas por acre, entonces el retardo de rotación se duplicaría en una población de 20000 semillas por acre. De este modo, la unidad 350 de control ajusta preferentemente un componente predicho del retardo de parada del embrague basado en la tasa de población activa.

Como se ilustra en el conjunto 4150 de datos y el conjunto datos de 4155 de la figura 16A, ajustando el instante en el que la señal de control es enviada al controlador 1500 de hileras de acuerdo con este método en cada tasa 4140 de población de semillas, los últimos intervalos 4130 de plantas se centran a una distancia deseada 4160 en cada tasa 4140 de población de semillas.

Además, el monitor 1000 de sembradora muestra preferentemente el retardo físico 4100, el retardo 4110 de rotación y el retardo 4120 de caída al operario. El monitor de sembradora también muestra la suma del retardo 4120 de caída y el retardo físico 4100 al operario. El monitor 1000 de sembradora visualiza preferentemente dicha suma como un "retardo fijo" y dicho retardo 4110 de rotación como un "retardo variable". El monitor 1000 de sembradora aísla así una porción fija del retardo del embrague de una porción variable del retardo del embrague asociada con los sistemas 1500 de control de hileras. Con esta información, el operario puede ver el beneficio de realizar cambios en la ubicación de montaje del embrague con el fin de reducir el retardo variable.

Debería apreciarse que cada rutina de calibración descrita en el presente documento podría realizarse antes de la plantación o en el campo durante la plantación. Antes de la plantación, el operario puede iniciar una rutina de calibración utilizando una serie de pantallas en el monitor 1000 de sembradora. El módulo 1105 de cabina incluye preferentemente conmutadores configurados para permitir al operario ejecutar brevemente los accionamientos 1600 de velocidad variable con el fin de cargar los medidores 30 de semillas con semillas 11 antes de una rutina de calibración de pre-plantación. Estos conmutadores también se pueden utilizar para activar y desactivar los accionamientos 1600 de velocidad variable durante una rutina de calibración de pre-plantación. Los conmutadores también se pueden utilizar para aplicar y desactivar selectivamente los controladores 1500 de hileras durante una rutina de calibración de pre-plantación. Durante la plantación, cuando los accionamientos 1600 de velocidad variable y los controladores 1500 de hileras se utilizan realmente en el campo, los sensores 200 de semillas continúan preferentemente proporcionando pulsos de semilla a la unidad 350 de control. De este modo, la unidad 350 de control es preferentemente capaz de medir retardos asociados con los accionamientos 1600 de velocidad variable y los controladores 1500 de hileras durante la plantación.

Funcionamiento

Como se ha expuesto anteriormente, con referencia a la figura 7, los pulsos de semilla procedentes de los sensores 200 de semillas en cada unidad 12 de fila de la sembradora 10 se comunican al monitor 1000 de sembradora. El monitor 1000 de sembradora está en comunicación eléctrica con la unidad 100 de GPS, el módulo 1105 de cabina, el sistema 1205 de radar y la unidad 350 de control. La unidad 350 de control está en comunicación eléctrica con los controladores 1500 de hileras individuales y los accionamientos 1600 de velocidad variable y el sensor 705 de altura.

El monitor 1000 de sembradora está preferentemente configurado para permitir que un operario introduzca las órdenes y datos de entrada incluyendo tasas de población de semillas e información de mapeo. El operario introduce una tasa de población de semillas deseada en el monitor 1000 de sembradora. A continuación, el operario tira de la sembradora 10 a través del campo. El monitor 1000 de sembradora envía la población de semillas deseada a la unidad 350 de control y determina la velocidad de la sembradora 10 utilizando señales de la unidad 100 de GPS y/o del sistema 1205 de radar. El monitor 1000 de sembradora muestra la velocidad al operario y transmite la velocidad a la unidad 350 de control. La unidad 350 de control determina una velocidad apropiada del medidor 30 de semillas para obtener la tasa de población de semilla deseada basándose en la velocidad de la sembradora 10 y otros criterios incluyendo el tamaño del medidor 30 de semillas, el número de características de arrastre de semillas en el medidor 30 de semillas, y otros criterios que afectan a la tasa de entrega de semillas. La unidad 350 de control determina la velocidad real actual del medidor 30 de semillas basándose en el pulso del codificador del

accionamiento 1600 de velocidad variable y envía una señal de control apropiada a los accionamientos 1600 de velocidad variable. Cada accionamiento 1600 de velocidad variable está configurado para accionar individualmente de forma variable un medidor 30 de semillas en cada unidad de fila de la sembradora 10 a una velocidad basándose en la señal de control recibida desde la unidad 350 de control.

5 La unidad 350 de control utiliza una señal desde el sensor 705 de altura para determinar si la sembradora 10 es elevada en una posición de transporte. Si la unidad 350 de control determina que la sembradora 10 está en una posición de transporte, dirigirá preferentemente los accionamientos 1600 de velocidad variable para detener el accionamiento de los medidores 30 de semillas.

10 El sistema 1005 de control de siembra también genera un mapa de colocación de semillas. A medida que cada semilla 11 pasa a través del tubo 32 de semillas, el sensor 200 de semillas envía un pulso de semilla a la unidad 350 de control. El monitor 1000 de sembradora asocia el instante del pulso de semilla con una ubicación de la unidad 100 de GPS y determina la ubicación en el campo en la que se dispuso la semilla 11 basándose en los desplazamientos de GPS introducidos por el operario en la fase de configuración como se ha descrito anteriormente. El monitor 1000 de sembradora añade entonces la posición de la semilla 11 a un mapa de colocación de semillas que se muestra preferentemente al operario y se utiliza para determinar las condiciones de "parada de plantación".

20 El monitor 1000 de sembradora determina si existe una condición de parada de plantación para cualquier hilera (que comprende una unidad de una sola fila o un conjunto de unidades de fila) de la sembradora 10, el monitor 1000 de sembradora envía una señal de parada de plantación a la unidad 350 de control. La unidad 350 de control envía entonces una señal para accionar el controlador 1500 de hileras de tal manera que el embrague se desaplica de modo que los medidores 30 de semillas en la hilera no se accionen hasta que el embrague se vuelva a aplicar cuando pasa la condición de parada de plantación. Los embragues pueden ser cualquier embrague neumático o eléctrico como son conocidos en la técnica.

30 El sistema 1005 de control de siembra también puede utilizarse para alertar al operario de problemas de funcionamiento dentro de los accionamientos 1600 de velocidad variable y los controladores 1500 de hileras que utilizan pulsos de semilla durante las operaciones en campo. Con referencia a la figura 19C, se ilustra un proceso 1630 preferido para proporcionar tales alertas al operario en el campo. En el bloque 1631, la unidad de control determina si el accionamiento 1600 de velocidad variable asociado con la unidad 12 de fila está encendido. Una vez que el accionamiento de velocidad variable está activado, la unidad de control determina en el bloque 1632 si el controlador 1500 de hileras asociado con la unidad de fila es aplicado. Si el controlador de hileras asociado no es aplicado, entonces en el bloque 1634 la unidad de control determina si se están depositando semillas en la fila. Si no se depositan semillas, se almacena un descriptor de funcionamiento satisfactorio en el bloque 1635. Si se depositan semillas, se almacena un descriptor de funcionamiento de embrague fallido en el bloque 1638 y se muestra preferentemente una alarma al usuario. Volviendo al bloque 1632, si el controlador 1500 de hileras asociado es aplicado, entonces en el bloque 1633 la unidad de control determina si se están depositando semillas. Si se depositan semillas, entonces se almacena un descriptor de funcionamiento satisfactorio en el bloque 1635. Si no se depositan semillas, entonces se almacena un descriptor de funcionamiento de motor fallido en el bloque 1637 y se muestra preferentemente una alarma al usuario.

45 Cuando se muestra una alarma como resultado del proceso 1630, el sistema de control de siembra también está configurado preferentemente para determinar si se ha producido un error eléctrico o hidráulico. Debería apreciarse que el sistema 1005 de control de siembra también podría utilizarse para detectar otros problemas de funcionamiento con la sembradora 10 que afectan a la entrega de semillas.

50 La figura 17A ilustra un proceso preferido 5000 utilizado por el sistema 1005 de control de siembra para determinar la velocidad de la sembradora 10. En el bloque 5100, la unidad 350 de control determina si la aceleración de la sembradora 10 es mayor que un umbral superior (preferentemente 46 cm/s^2) basado en la señal proporcionada por el acelerómetro horizontal 400 en el bloque 5100. Si la aceleración es mayor que el umbral superior, la unidad 350 de control determina la velocidad de la sembradora 10 utilizando el valor más alto reportado por la unidad 100 de GPS (la "velocidad reportada por GPS") y el sistema 1205 de radar (la "velocidad reportada por radar") en el bloque 5150. El monitor 1000 de sembradora determina si la velocidad reportada por GPS es estable utilizando un algoritmo u otro método como es conocido en la técnica. El módulo de cabina también incluye circuitería de procesamiento configurada para determinar si la velocidad reportada por radar es estable utilizando un algoritmo u otro método como es conocido en la técnica. En el bloque 5200, si la aceleración es menor que la aceleración de umbral superior, entonces la unidad 350 de control determina si la aceleración de la sembradora 10 es menor que un umbral inferior (preferentemente $-1,5 \text{ ft/s}^2$) basándose en la señal proporcionada por el acelerómetro horizontal 400. En el bloque 5250, si la aceleración es menor que la tasa de umbral inferior, la unidad 350 de control determina la velocidad de la sembradora 10 utilizando el valor estable más bajo reportado por la unidad 100 de GPS (la "velocidad reportada por GPS") y el sistema 1205 de radar (la "velocidad reportada por radar"). En el bloque 5300, si la aceleración es mayor que la tasa de umbral inferior, la unidad 350 de control determina la velocidad de la sembradora 10 utilizando la entrada de velocidad previamente seleccionada por el operario. Como se describe en el presente documento en "Configuración", el monitor 1000 de sembradora está configurado para permitir que un usuario seleccione una entrada de velocidad preferida.

La unidad 350 de control necesitará a menudo parar los accionamientos 1600 de velocidad variable cuando la sembradora 10 no se mueve. Igualmente, la unidad 350 de control tendrá que iniciar los accionamientos 1600 de velocidad variable cuando la sembradora 10 reanude el movimiento. Como se discutió anteriormente, los datos empíricos han mostrado que los datos de la unidad 100 de GPS se retrasan y no son fiables a velocidades inferiores a aproximadamente 1,6 km por hora. Los datos empíricos también han mostrado que la unidad 100 de GPS indicará velocidades de 0,16 ó 0,32 km por hora cuando la sembradora 10 está realmente detenida. Por estas razones, las entradas de velocidad proporcionadas por estos sistemas no son ideales para determinar cuándo la sembradora 10 se detendrá o determinar cuándo la sembradora 10 ha reanudado su recorrido. De este modo, en una realización preferida, la unidad 350 de control predice un tiempo de parada de la sembradora 10 utilizando la señal del acelerómetro horizontal 400 y envía una señal de control apropiadamente sincronizada para detener el accionamiento 1600 de velocidad variable.

Un proceso 5500 preferido para llevar a cabo este método se ilustra en la figura 17B. Cuando la sembradora 10 desacelera a una velocidad inferior a una velocidad umbral (preferentemente 137 cm/s) en el bloque 5510, la unidad 350 de control determina un tiempo de parada estimado basado en las velocidades de entrada y desaceleración de velocidad utilizadas actualmente indicadas por el acelerómetro horizontal 400 en el bloque 5520. Cuando el tiempo de parada es aproximadamente igual al retardo de parada asociado con el accionamiento de velocidad variable (preferentemente determinado como se ha descrito anteriormente) en el bloque 5530, la unidad 350 de control ordena preferentemente a los accionamientos 1600 de velocidad variable que detengan el accionamiento de los medidores 30 de semillas en el bloque 5540.

Continuando con la referencia a la figura 17B, después de que la sembradora 10 se ha detenido, la unidad 350 de control determina preferentemente que la sembradora 10 ha reanudado el recorrido integrando la señal proporcionada por el acelerómetro horizontal 400 en el bloque 5550. Cuando la velocidad determinada a partir de este método alcanza un valor de umbral en el bloque 5560, la unidad 350 de control instruye preferentemente a los accionamientos 1600 de velocidad variable para reanudar el accionamiento de los medidores 30 de semillas en el bloque 5570.

Debería apreciarse que los métodos descritos en el presente documento pueden utilizarse para alternar automáticamente entre otras entradas de velocidad como se conocen en la técnica. Por lo tanto, el método descrito en el presente documento puede aplicarse siempre que se prefiera una entrada de velocidad sobre otra en un cierto intervalo de cualquier criterio cinemático incluyendo aceleración o velocidad de la sembradora 10.

El monitor 1000 de sembradora determina que existe una condición de parada de plantación cuando una sección de la sembradora 10 está pasando sobre una semilla previamente sembrada basándose en el mapa de colocación de semillas descrito anteriormente. El monitor 1000 de sembradora también determina que existe una condición de parada de plantación cuando una sección de la sembradora 10 se desplaza a través de un límite 1505 establecido por el operario. El límite 1505 puede comprender un límite exterior del campo a sembrar o un límite interior dentro de dicho campo que encierra un canal u obstáculo en el que el operario no desea dispensar semillas. El límite 1505 también puede encerrar un promontorio en el que el operario tiene la intención de sembrar semillas más tarde. El operario puede importar tales límites al monitor 1000 de sembradora utilizando cualquier dispositivo de almacenamiento de datos adecuado, incluyendo una unidad flash USB, una conexión a Internet, etc. El monitor 1000 de sembradora también puede registrar dichos límites almacenando la ubicación de la unidad 100 de GPS mientras el operario conduce cerca del límite. El monitor 1000 de sembradora está preferentemente configurado para permitir que el operario ordene a los controladores 1500 de hileras que detengan los medidores 30 de semillas durante un, todo o cualquier subconjunto de las condiciones de parada de plantación descritas en el presente documento.

La figura 18 ilustra una pantalla 6000 de interfaz de usuario visualizada en el monitor 1000 de sembradora y configurada para permitir que un usuario seleccione condiciones de parada de plantación como se ha descrito anteriormente. El operario puede presionar o seleccionar las ventanas 6100, 6200, 6300 ó 6400 para activar o desactivar una condición de parada de plantación. Cuando se desactiva una condición de parada de plantación, la ventana asociada preferentemente muestra la misma utilizando un tachado u otro indicador como se ilustra en la ventana 6300. El operario pulsa o selecciona la ventana 6600 para guardar el conjunto de condiciones de parada de plantación activadas. La ventana 6500 indica si los controladores 1500 de hileras están habilitados para cualquier condición de parada de plantación.

Debería apreciarse que además de las condiciones de parada de plantación descritas en el presente documento, podrían incorporarse otras condiciones de parada de plantación s basadas en la ubicación, velocidad, orientación o configuración de la sembradora 10 en el monitor 1000 de sembradora o designadas por el operario.

Debería apreciarse que las funciones de procesamiento llevadas a cabo por la unidad 350 de control, tal como se describen en el presente documento, también podrían ser realizadas por el monitor 1000 de sembradora. Además, las funciones de procesamiento realizadas por el monitor 1000 de sembradora como se describe en el presente documento también podrían ser realizadas por la unidad 350 de control.

5 La descripción anterior se presenta para permitir a un experto en la técnica hacer y utilizar la invención y se proporciona en el contexto de una solicitud de patente y sus requisitos. Varias modificaciones a la realización preferida del aparato, y los principios generales y características del sistema y métodos descritos en el presente documento serán fácilmente evidentes para los expertos en la técnica. Por lo tanto, la presente invención no se limita a las realizaciones del aparato, sistema y métodos descritos anteriormente e ilustrados en las figuras de los dibujos, sino que debe concederse el alcance más amplio compatible con el alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

- 1.- Un método para generar un mapa de colocación de semillas para un campo (13) y controlar una sembradora (10), comprendiendo dicho método:
- 5 a) detectar cada pulso de semilla generado por un sensor (200) de semilla a medida que la semilla pasa a través de una trayectoria de semillas de una unidad (12) de fila de la sembradora a medida que atraviesa un campo (13) durante las operaciones de plantación;
- 10 b) determinar una ubicación de colocación de semillas de cada semilla en dicho campo (13) asociando un instante de cada pulso de semilla generado con una ubicación de una unidad (100) de GPS;
- c) almacenar en memoria cada una de dichas ubicaciones de colocación de semillas dentro de dicho campo;
- 15 caracterizado por:
- d) almacenar en memoria un retraso en el tiempo medido entre un instante asociado con una señal de control de entrega de semillas y dicho instante asociado con uno de dichos pulsos de semilla generados.
- 20 2.- El método de la reivindicación 1, en el que dicha sembradora (10) comprende una pluralidad de hileras, comprendiendo cada hilera al menos una de dichas unidades (12) de fila.
- 3.- El método de la reivindicación 2, en el que cada hilera incluye un accionamiento (1600) que controla la dispensación de semillas (11) desde dicha hilera.
- 25 4.- El método de la reivindicación 3, en el que cada hilera incluye un controlador (1500) de hileras que, al actuar, desaplica operativamente dicho accionamiento (1600) para detener que las semillas (11) sean dispensadas por dicha hilera.
- 30 5.- El método de la reivindicación 4, por el que, a medida la sembradora (10) atraviesa dicho campo (13) durante las operaciones de plantación, dichos controladores (1500) de hileras son accionados para desaplicar operativamente dichos accionamientos (1600) para detener que las semillas (11) sean dispensadas por dichas hileras correspondientes sobre dichas hileras correspondientes que pasan sobre cualquier ubicación de colocación de semillas previamente almacenada.
- 35 6.- El método de la reivindicación 5, en el que un límite (1505) de parada de plantación se define por uno de un grupo que comprende: cualquier ubicación de colocación de semillas previamente almacenada; un límite exterior (1505) de campo; y un límite interior (19, 1505) de campo.
- 40 7.- El método de la reivindicación 6, que incluye además la selección de un patrón de cobertura deseado de un grupo que comprende: subsembrado; sobressebrado; y 50/50 de sobressebrado/subsembrado de dicho límite (1505) de parada de plantación.
- 45 8.- El método de la reivindicación 3, en el que dicha señal de control es enviada a dicho accionamiento (1600) y en el que dicho retardo corresponde a un tiempo entre dicha señal de control y un cambio deseado en la colocación de semillas, y que comprende además:
- sincronizar una señal de control subsiguiente basándose en dicho retardo.
- 50 9.- El método de la reivindicación 4, en el que dicha señal de control es enviada a dicho controlador (1500) de hileras y en el que dicho retardo corresponde a un tiempo entre dicha señal de control y un cambio deseado en la colocación de semillas, y que comprende además:
- sincronizar una señal de control subsiguiente basándose en dicho retardo.
- 55 10.- El método de la reivindicación 3, que comprende además:
- activar dicho accionamiento (1600) en un instante de activación; y
- 60 mostrar una alerta a un usuario si no se detectan pulsos de semilla en un tiempo predeterminado después de dicho instante de activación.
- 11.- El método de la reivindicación 4, que comprende además:
- 65 accionar dicho controlador (1500) de hileras en un instante de activación; y

mostrar una alerta a un usuario si se detectan pulsos de semilla después de un tiempo predeterminado después de dicho instante de activación.

5 12.- Un sistema de control de siembra para una sembradora agrícola (10) de semillas que tiene una pluralidad de unidades (12) de fila, teniendo cada una de la pluralidad de unidades (12) de fila un medidor de semillas adaptado para descargar semillas (11) en una trayectoria de semillas, comprendiendo el sistema de control de siembra:

10 un controlador (1500) de hileras que controla operativamente la descarga de semillas mediante los medidores de semillas de unidades de fila asociadas de dicha sembradora;
una unidad (100) de GPS;

15 un sensor (200) de semillas dispuesto con respecto a la trayectoria de semillas para generar pulsos de semilla a medida que cada semilla (11) descargada pasa dicho sensor de semillas;

un sistema (1000) de monitor en comunicación con dicha unidad (100) de GPS, dicho sensor (200) de semillas y dicho controlador (1500) de hileras;

20 caracterizado porque:

dicho sistema (1000) de monitor está configurado para determinar una ubicación de colocación de semillas de cada semilla descargada asociando un instante de cada pulso de semilla generado con una ubicación GPS;

25 dicho sistema (1000) de monitor almacena en una memoria un retardo de tiempo medido entre un instante asociado con una señal de control de entrega de semillas y dicho instante asociado con uno de dichos pulsos de semilla generados;

30 dicho sistema (1000) de monitor está configurado para permitir que un usuario seleccione un subconjunto de condiciones de parada de plantación desde una pluralidad de condiciones de parada de plantación; y

dicho sistema (1000) de monitor controla dicho controlador (1500) de hileras basándose en dicho subconjunto seleccionado de condiciones de parada de plantación y una ubicación GPS de las unidades de fila asociadas con dicho controlador de hileras y dicho retardo de tiempo medido.

35 13.- El sistema de control de siembra de la reivindicación 12, en el que una de dicha pluralidad de condiciones de parada de plantación incluye cruzar un límite exterior de campo.

14.- El sistema de control de siembra de la reivindicación 12, en el que una de dicha pluralidad de condiciones de parada de plantación incluye cruzar un límite interior (19) de campo.

40 15.- El sistema de control de siembra de la reivindicación 12, en el que una de dicha pluralidad de condiciones de parada de plantación incluye entrar en un área de un campo en la que dicho usuario definió previamente dicho área para plantar en un instante posterior.

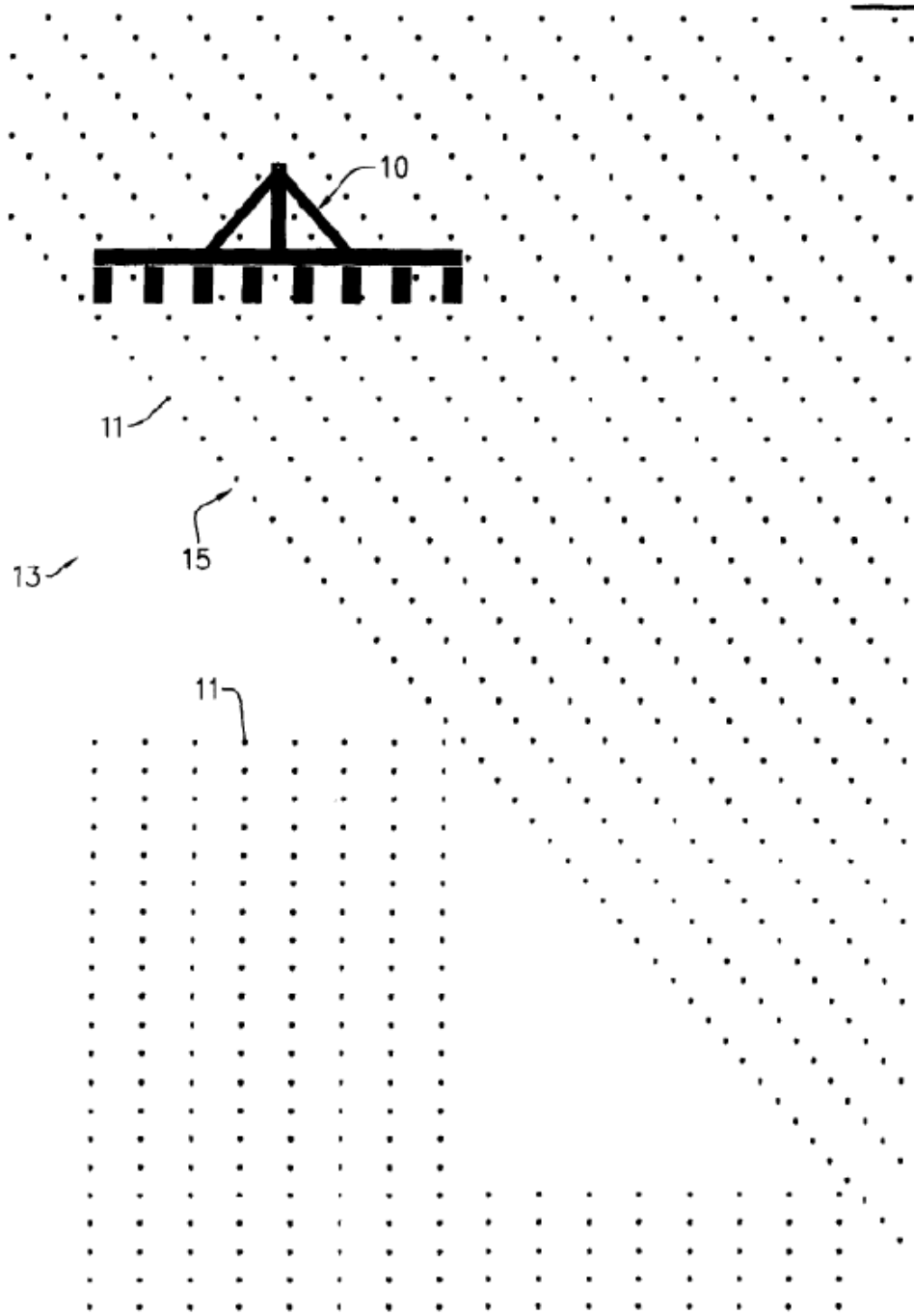


FIG. 1

(Sembradora sin control de hilera- Subsebrado)

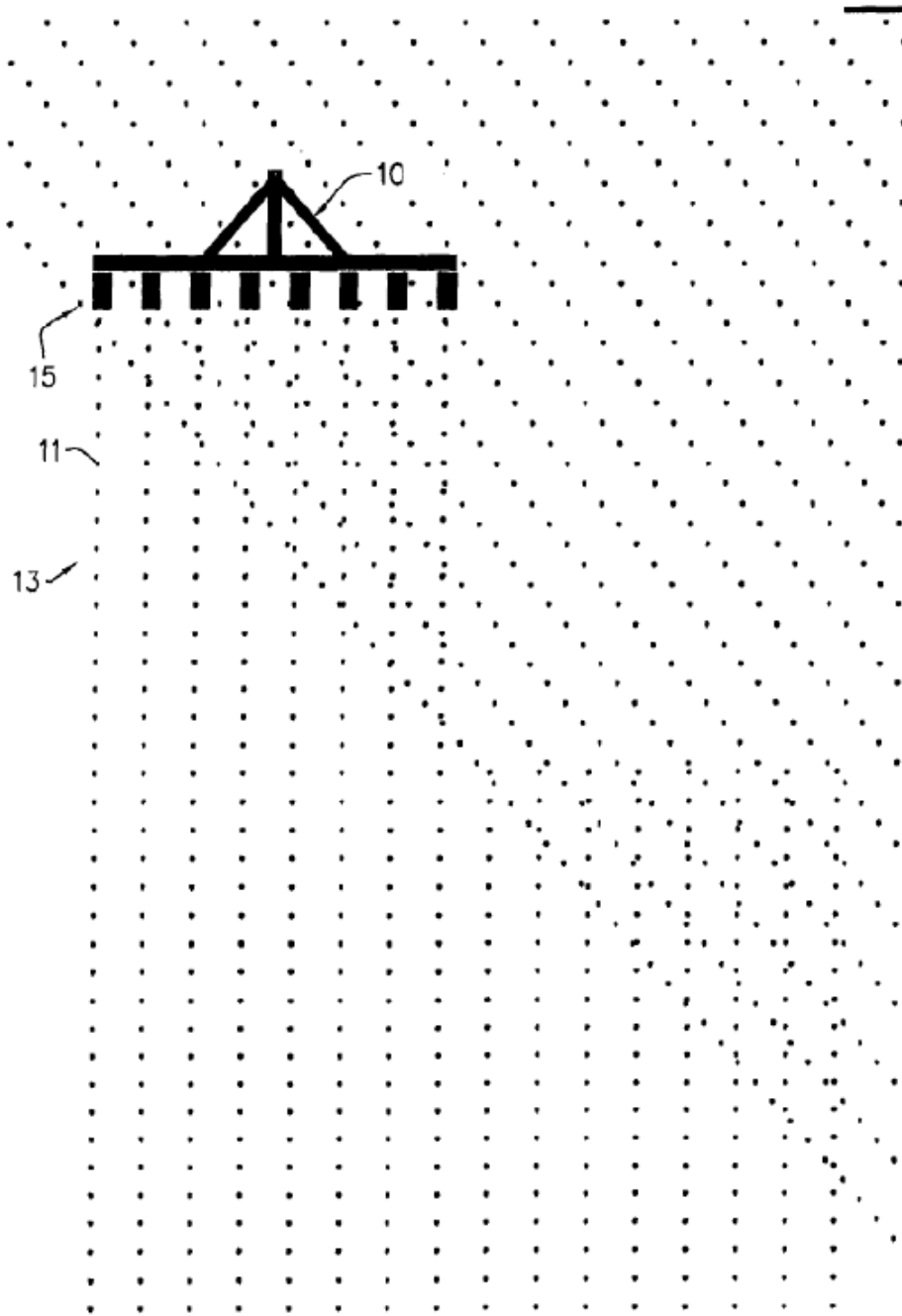


FIG. 2

(Sembradora sin control de hilera- Sobresembrado)

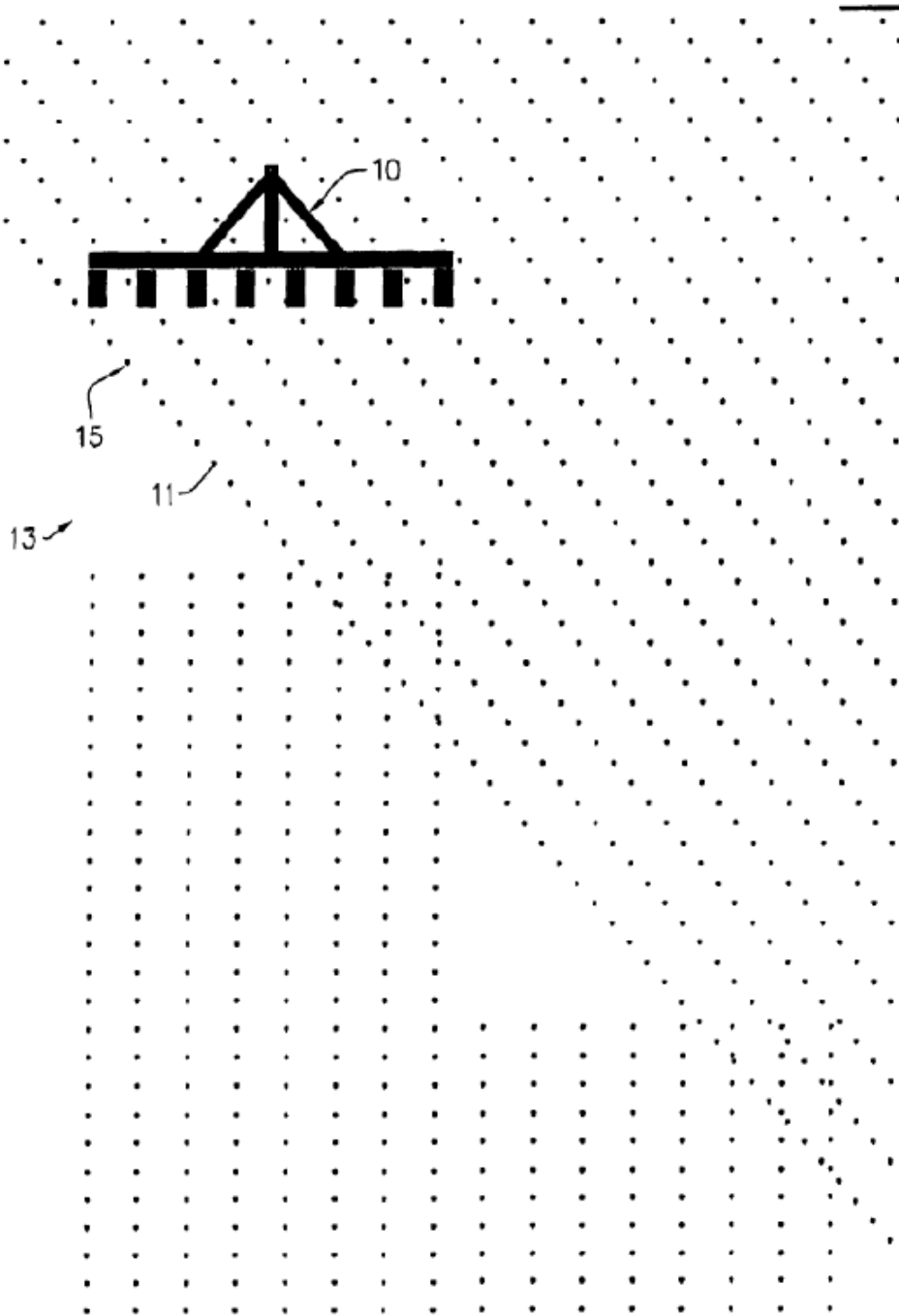


FIG. 3

(Sembradora sin control de hilera- 50/50)

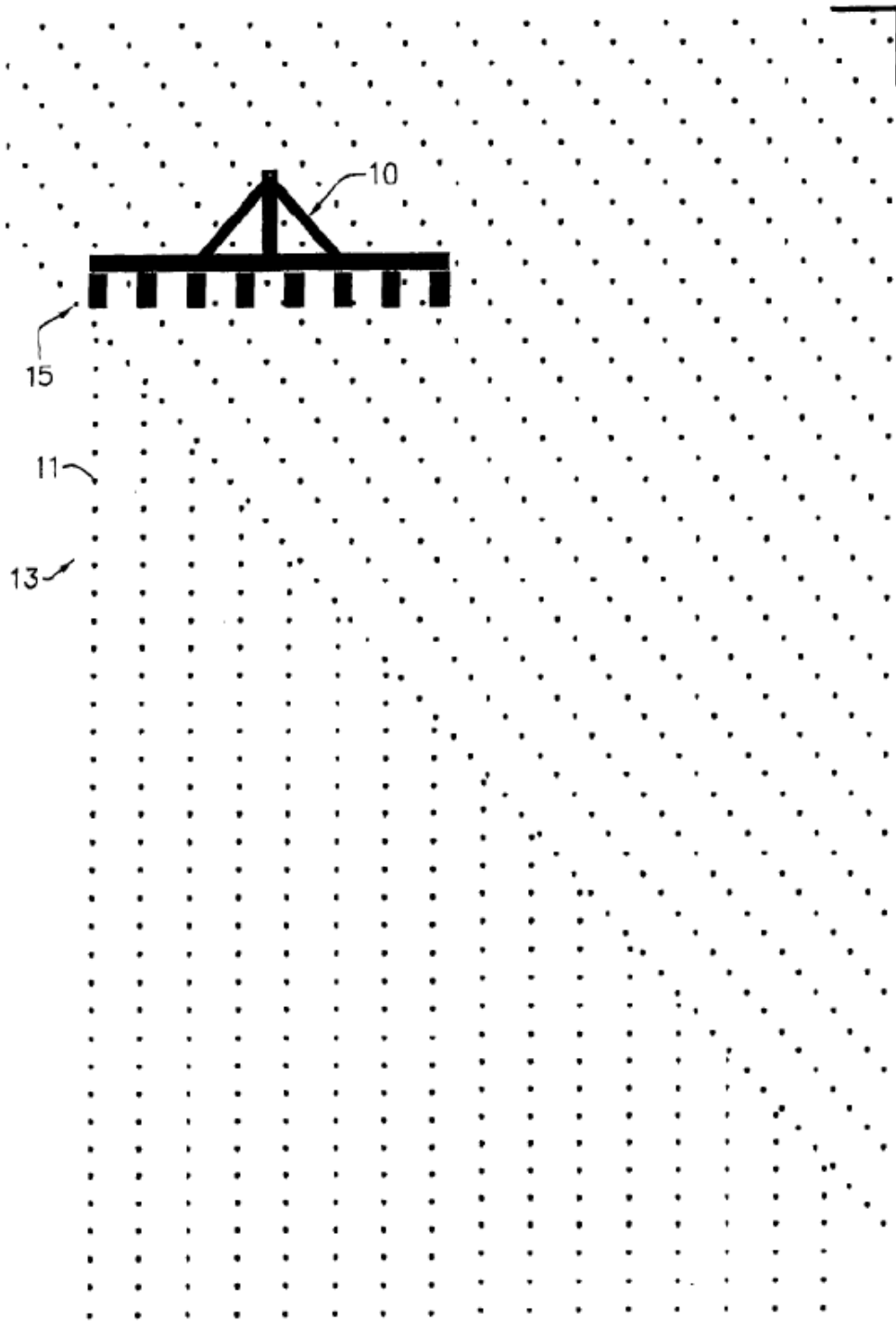


FIG. 4

(Sembradora con control de hilera de 1 fila)

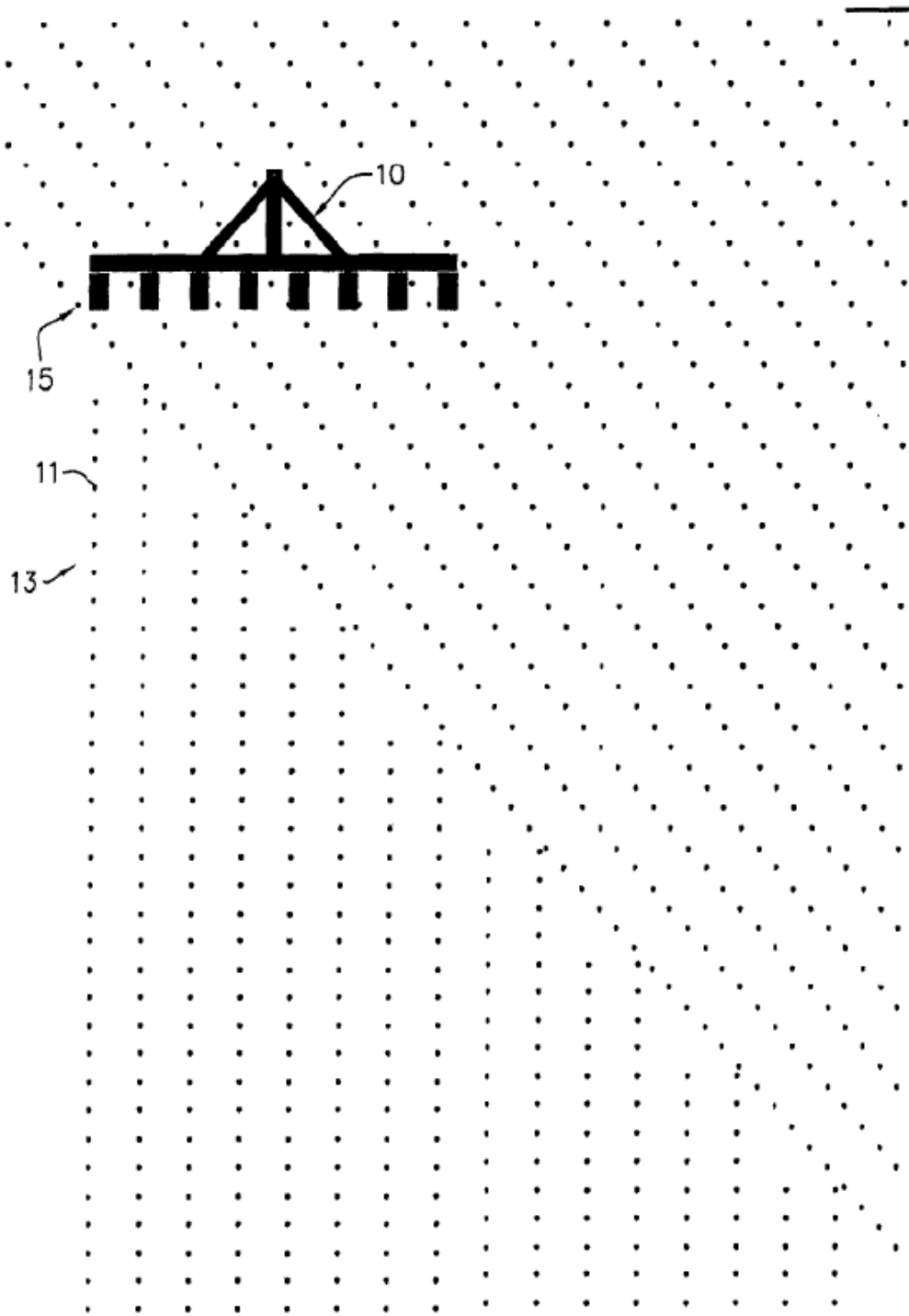


FIG. 5A

(Sembradora con control de hilera de 2 filas - Subsembrado)

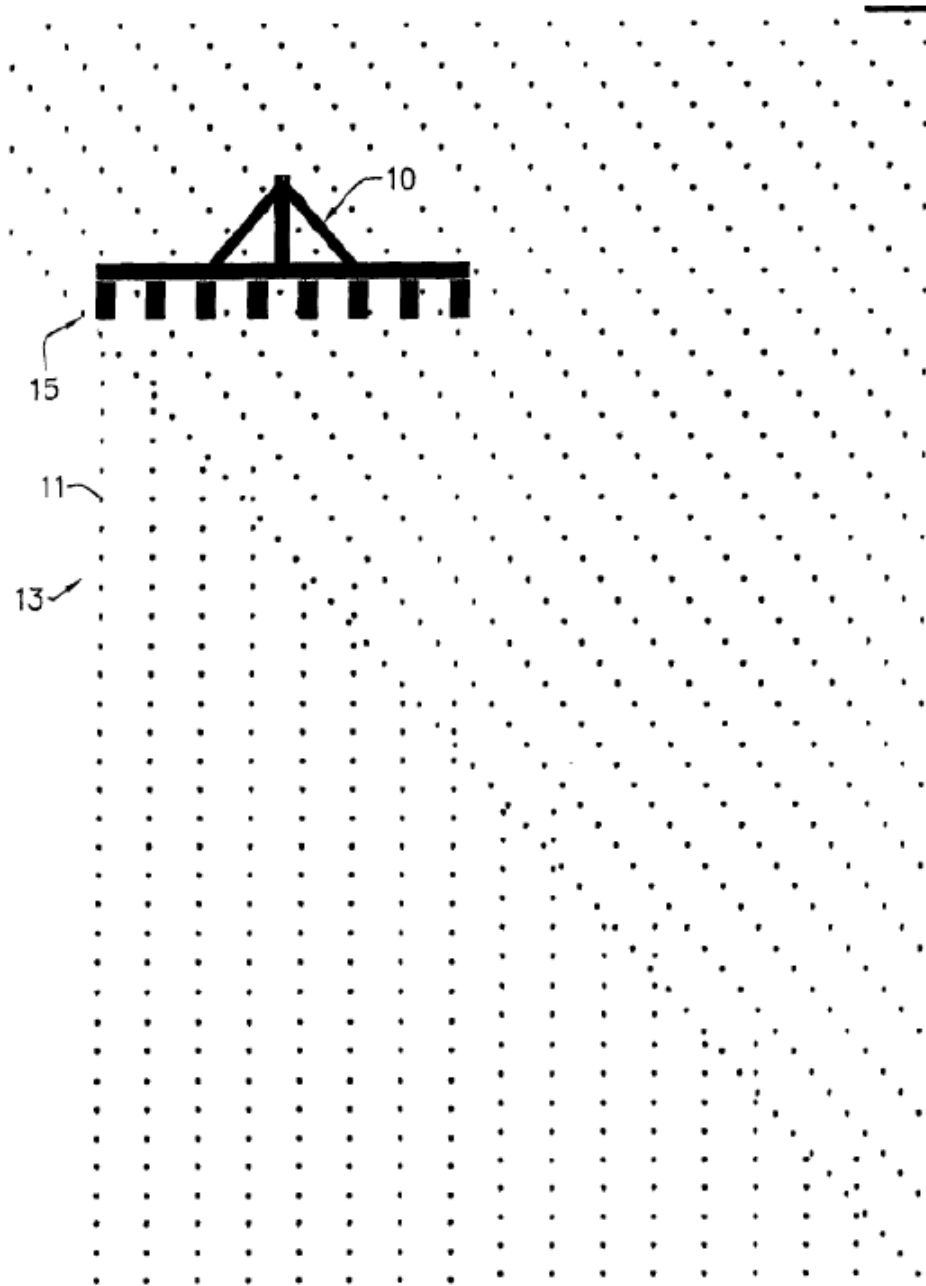


FIG. 5B

(Sembradora con control de hilera de 2 filas - Sobresembrado)

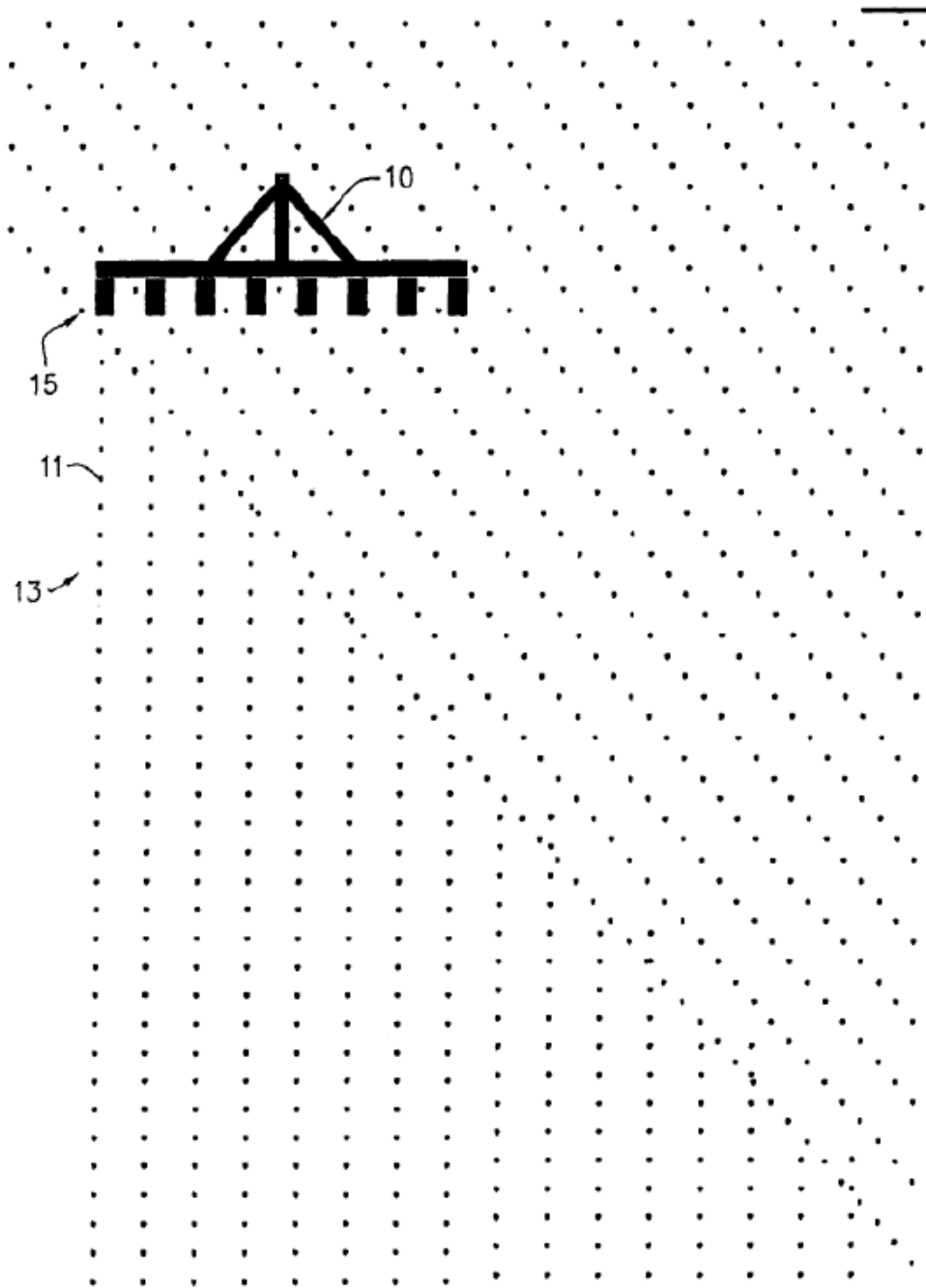


FIG. 5C

(Sembradora con control de hilera de 2 filas – 50/50)

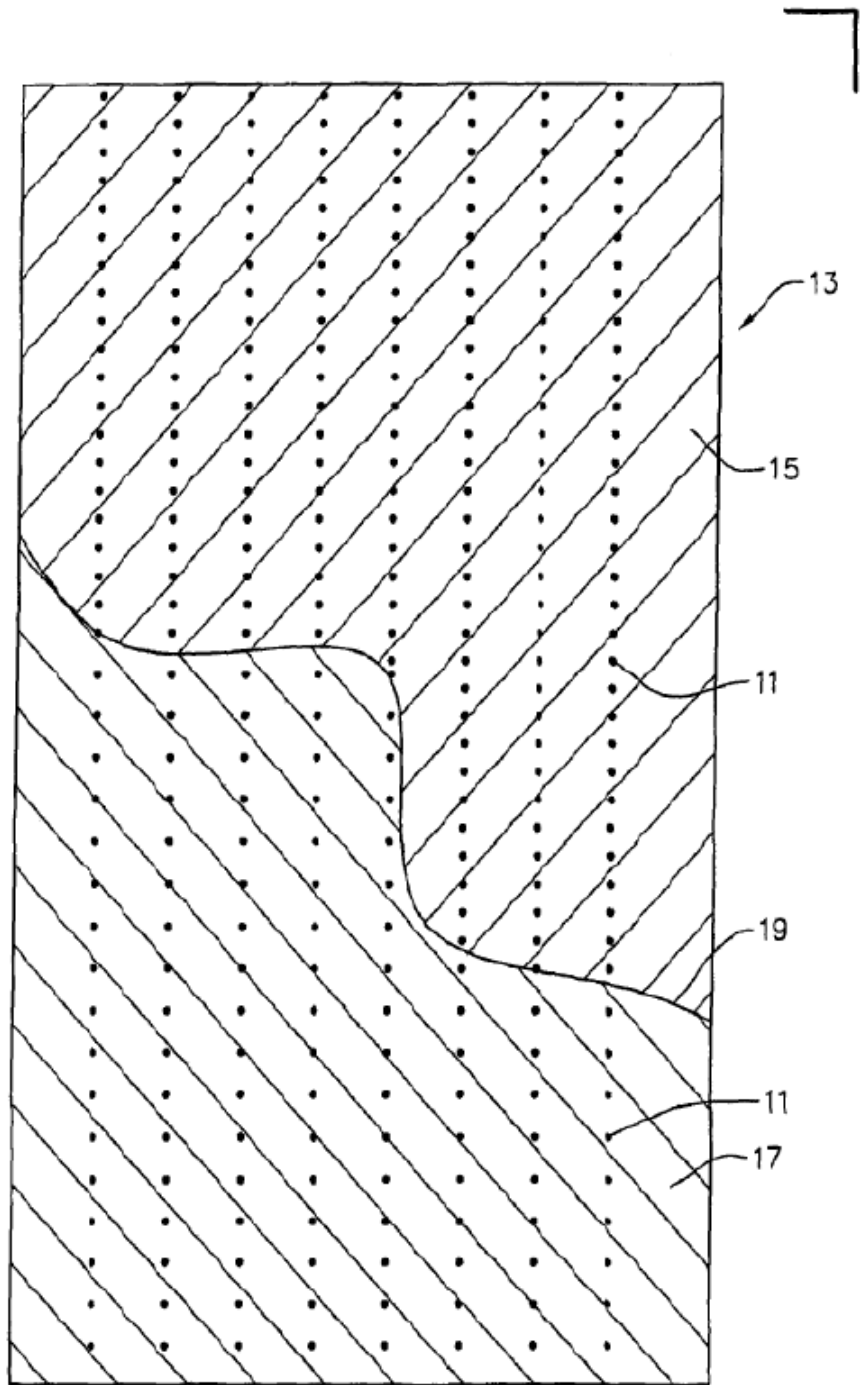


FIG. 6

(Sembradora con VRS y control de hilera de 1 fila)

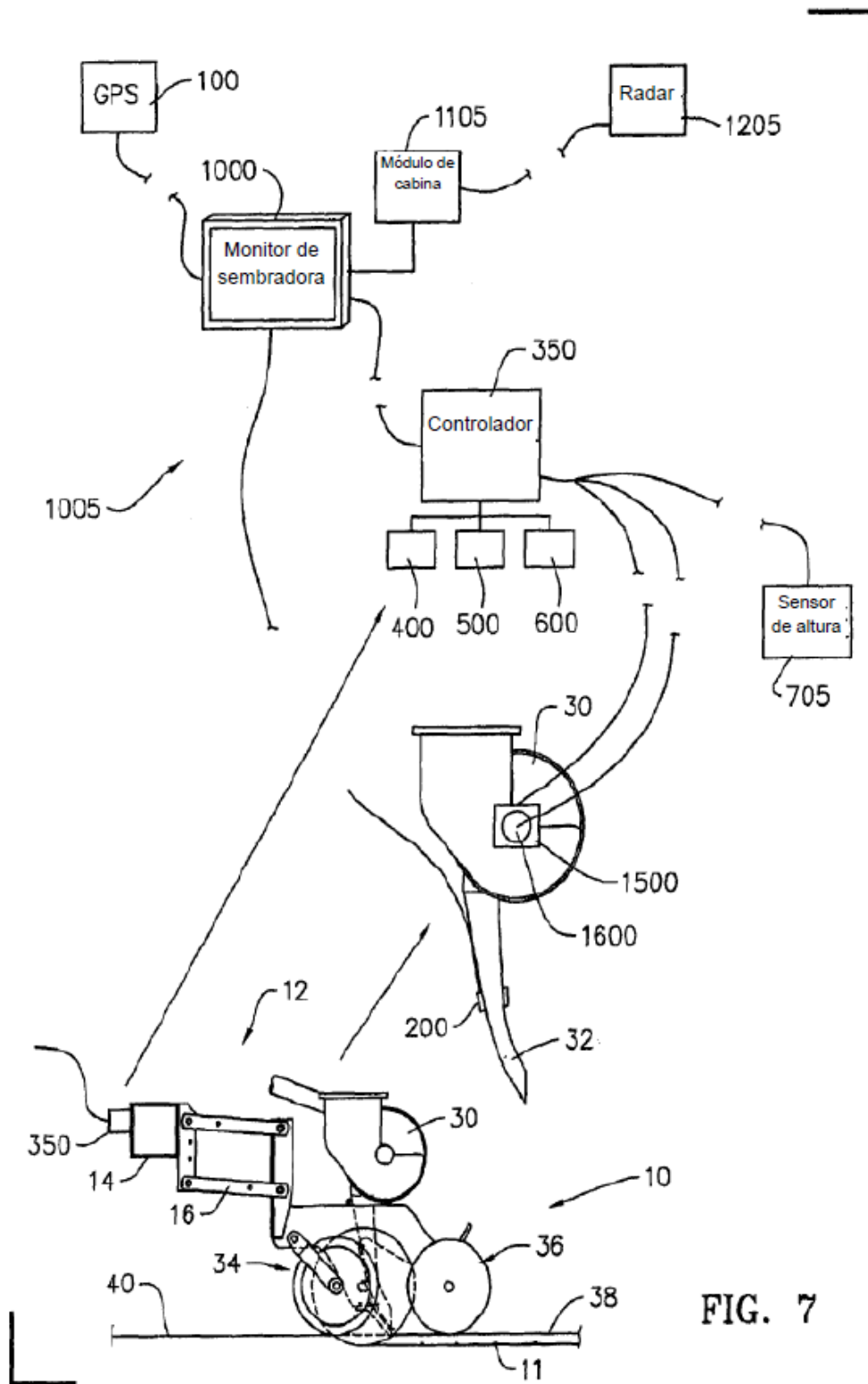


FIG. 7

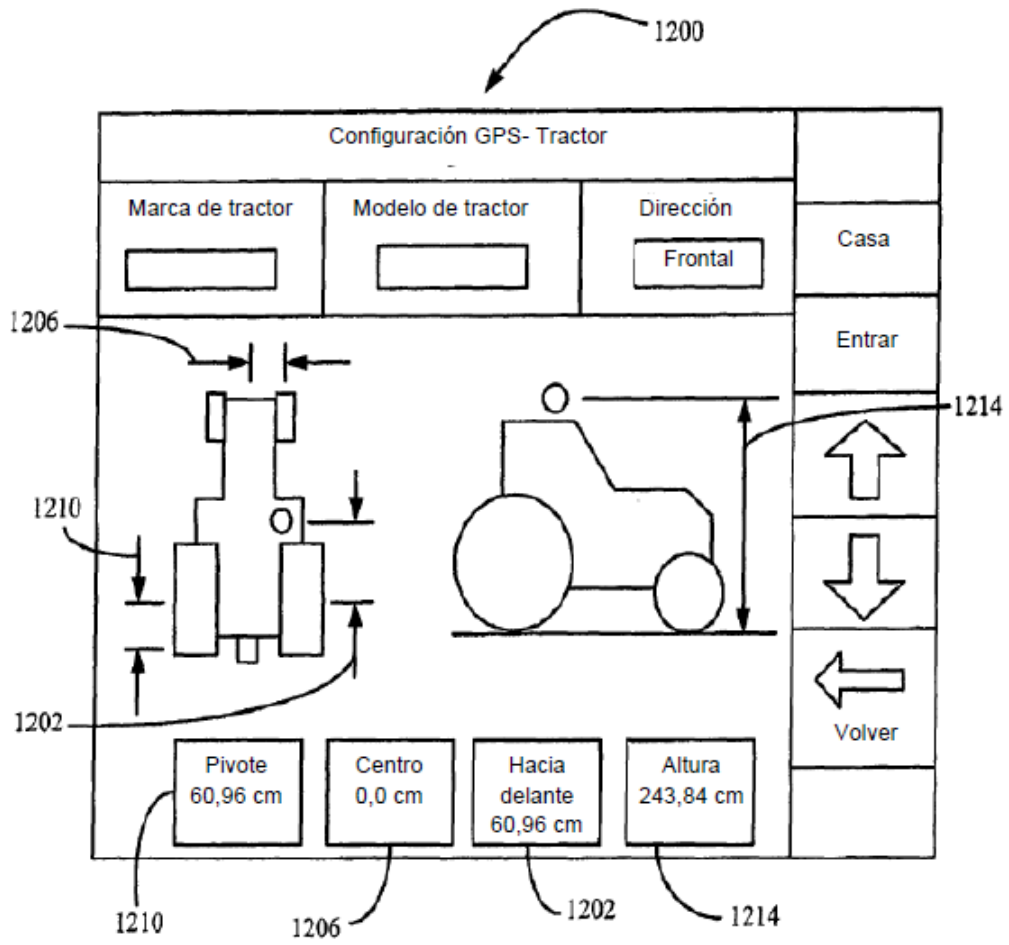


FIG. 8

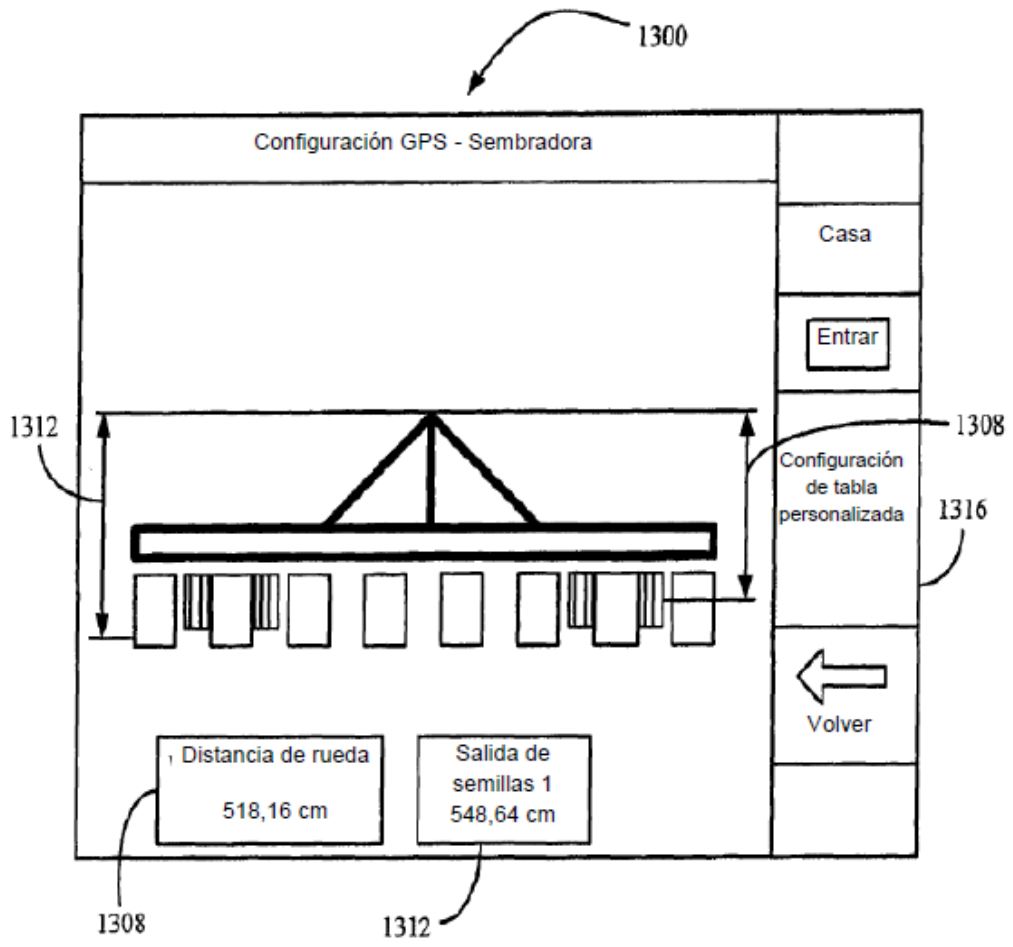


FIG. 9

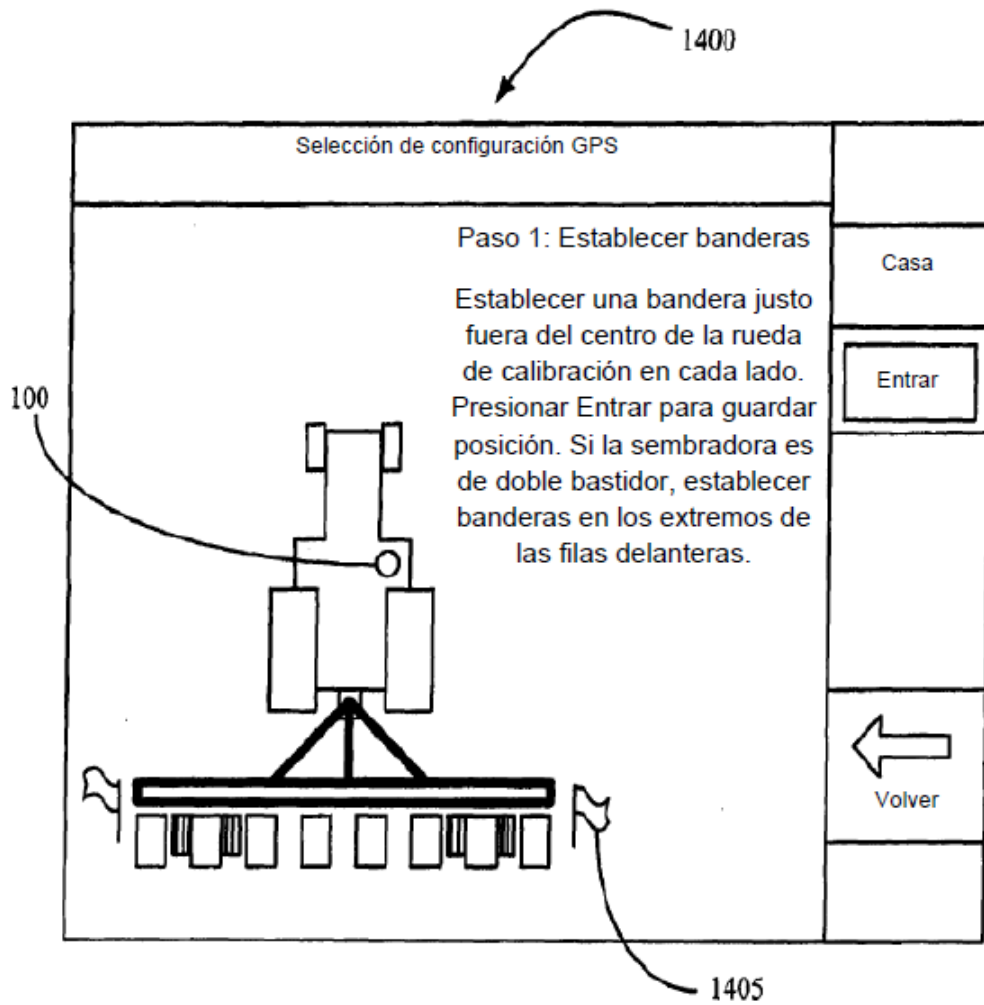


FIG. 10A

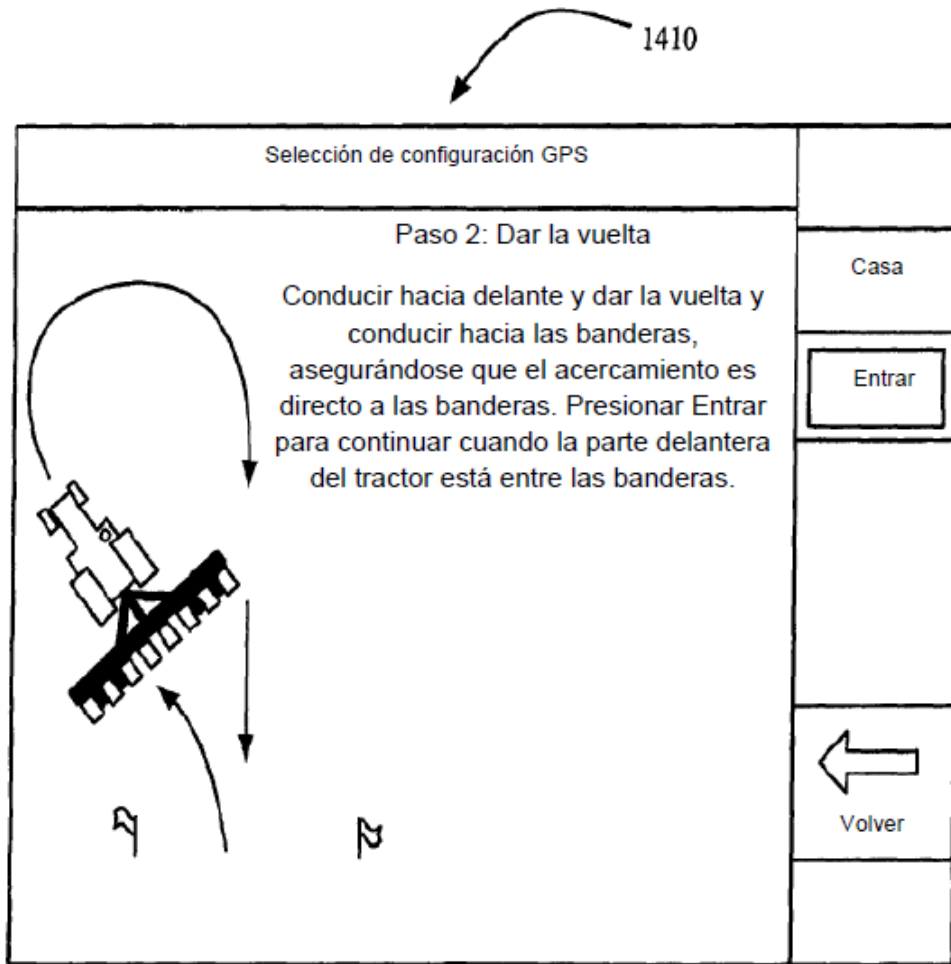


FIG. 10B

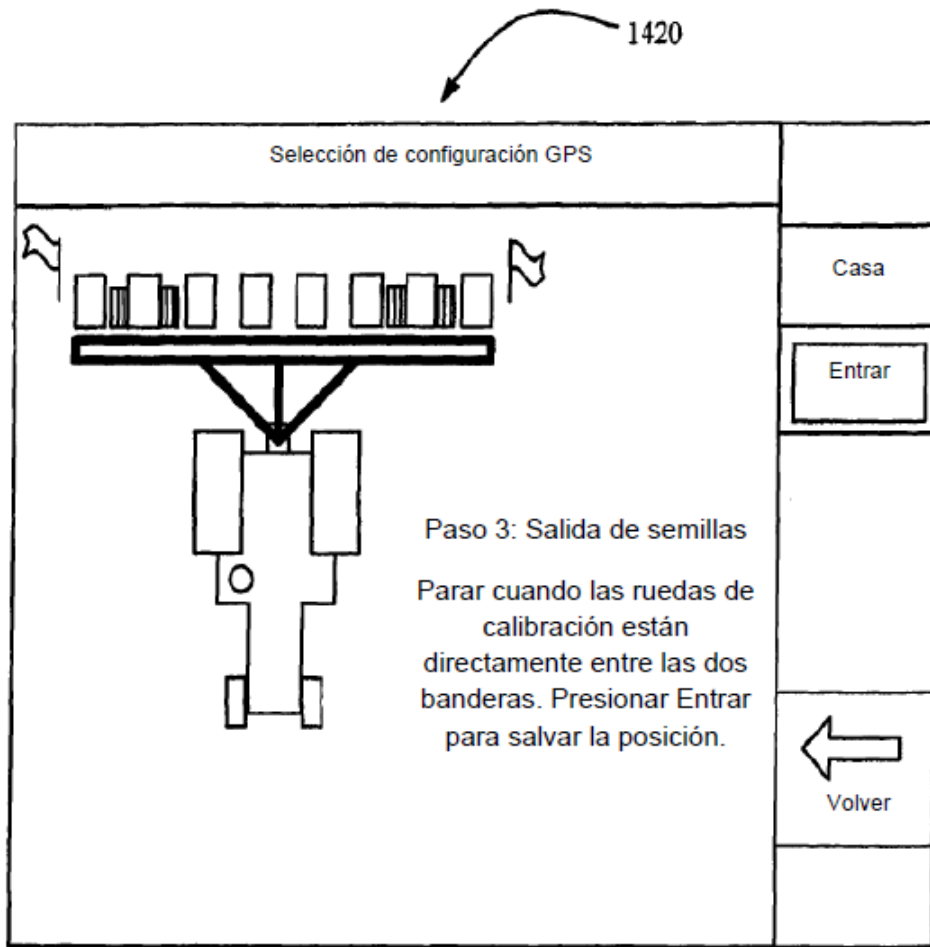


FIG. 10C

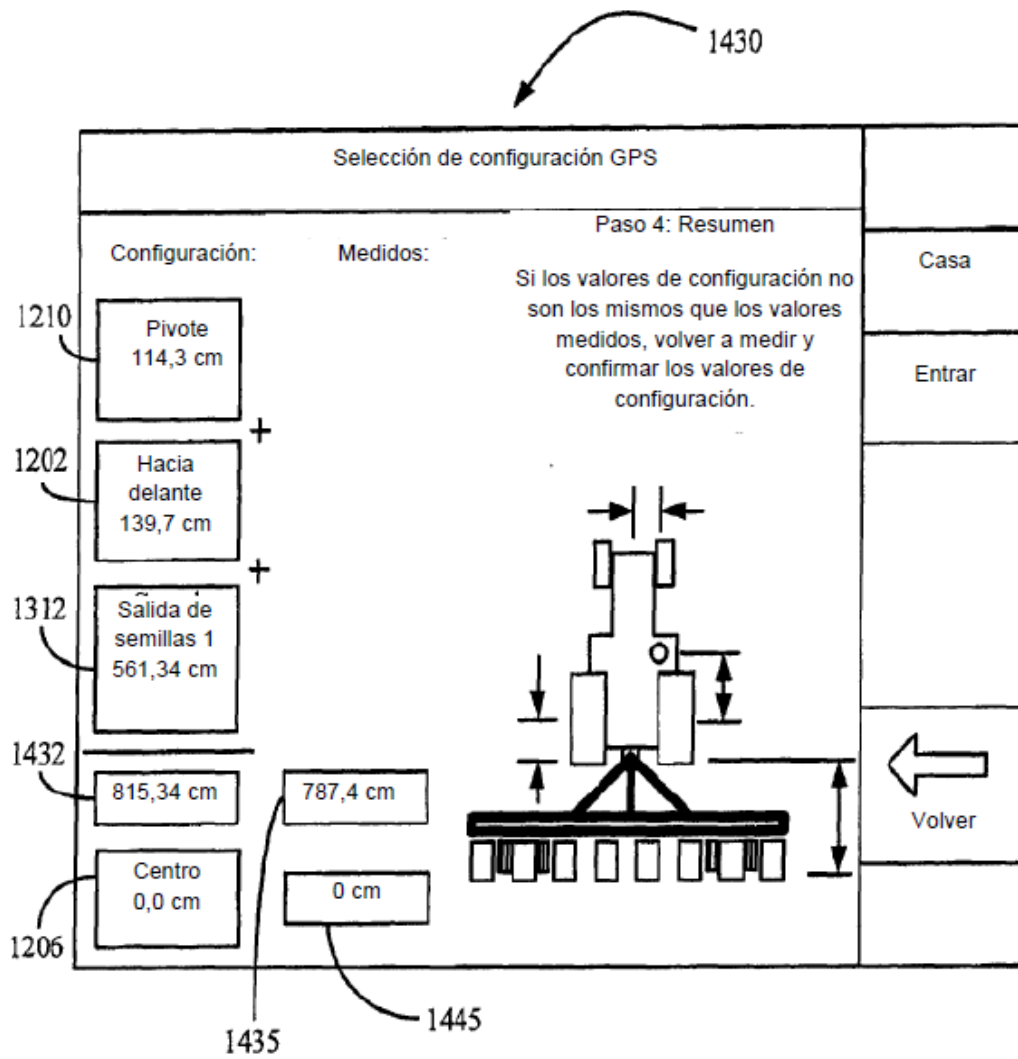


FIG. 10D

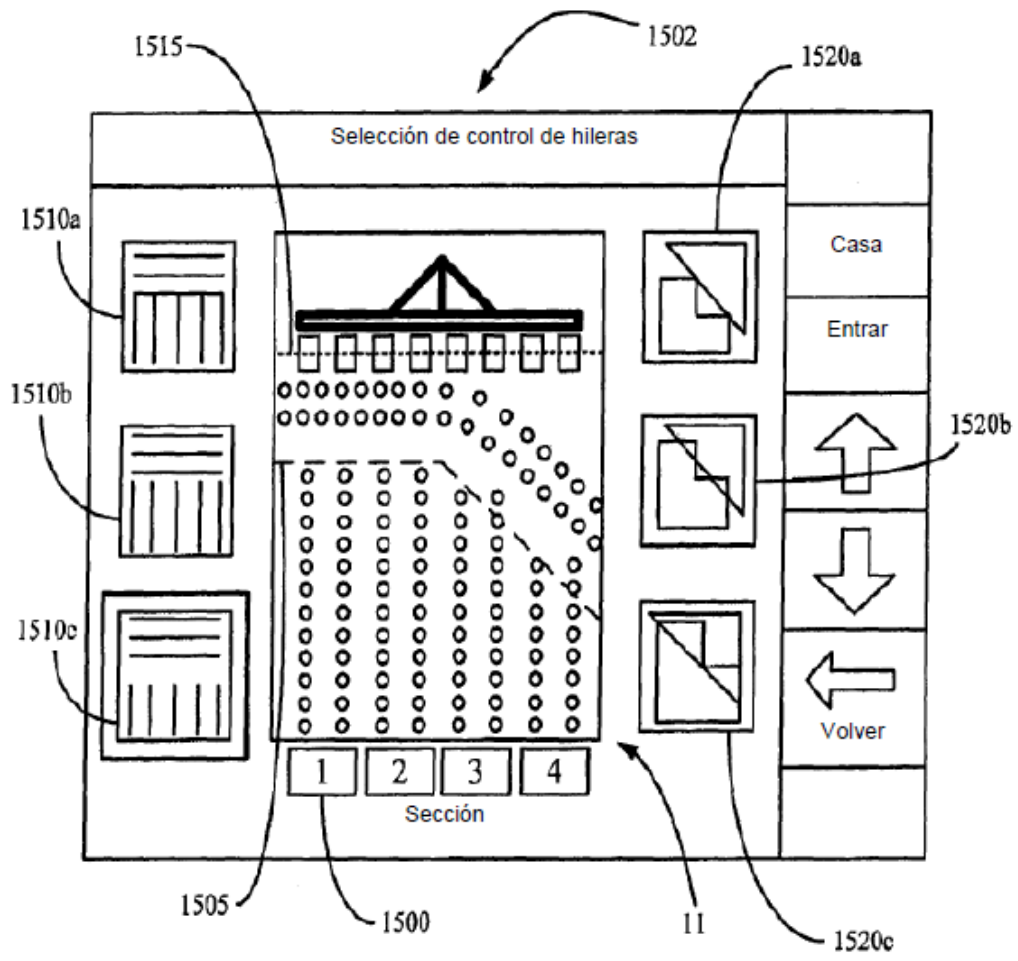


FIG. 11

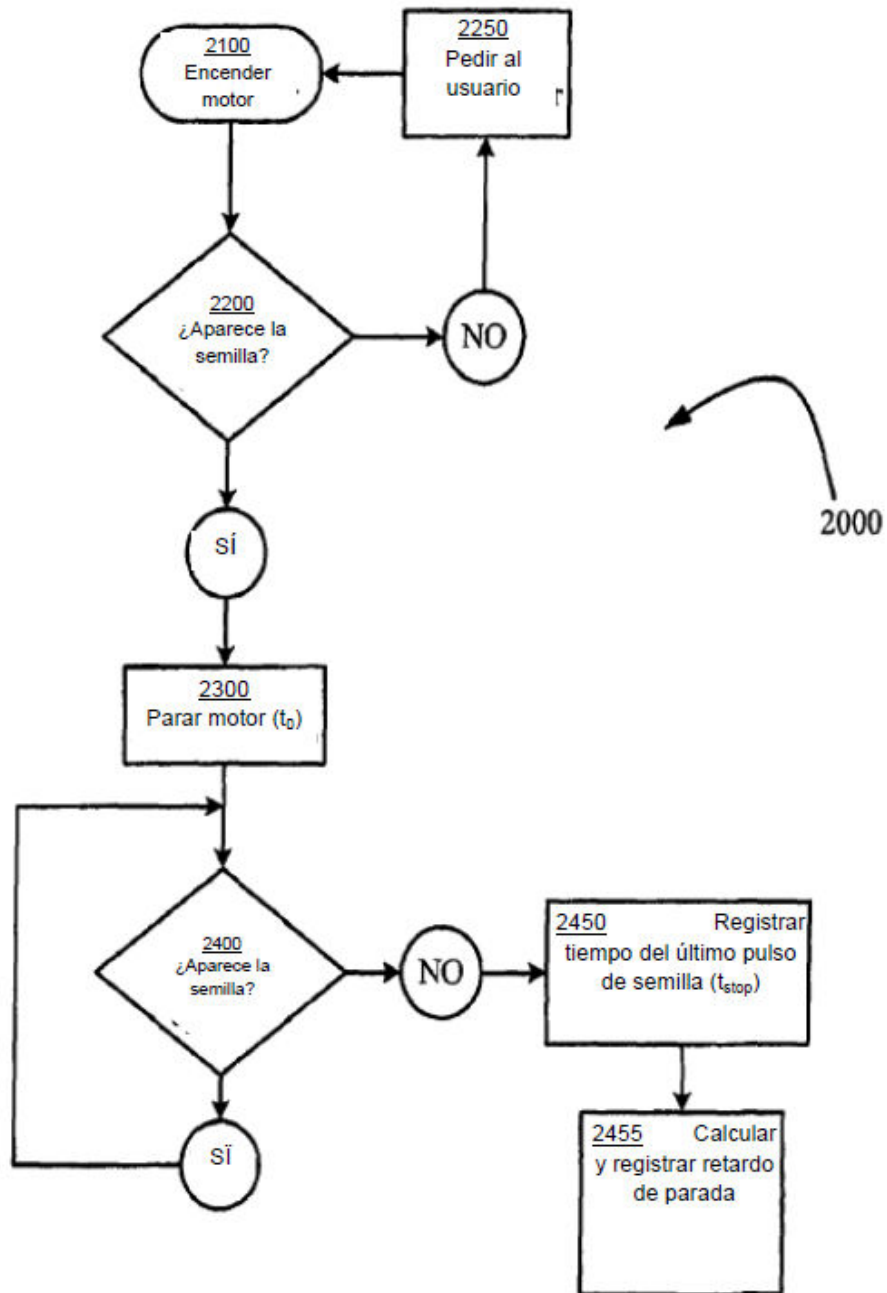


FIG. 12

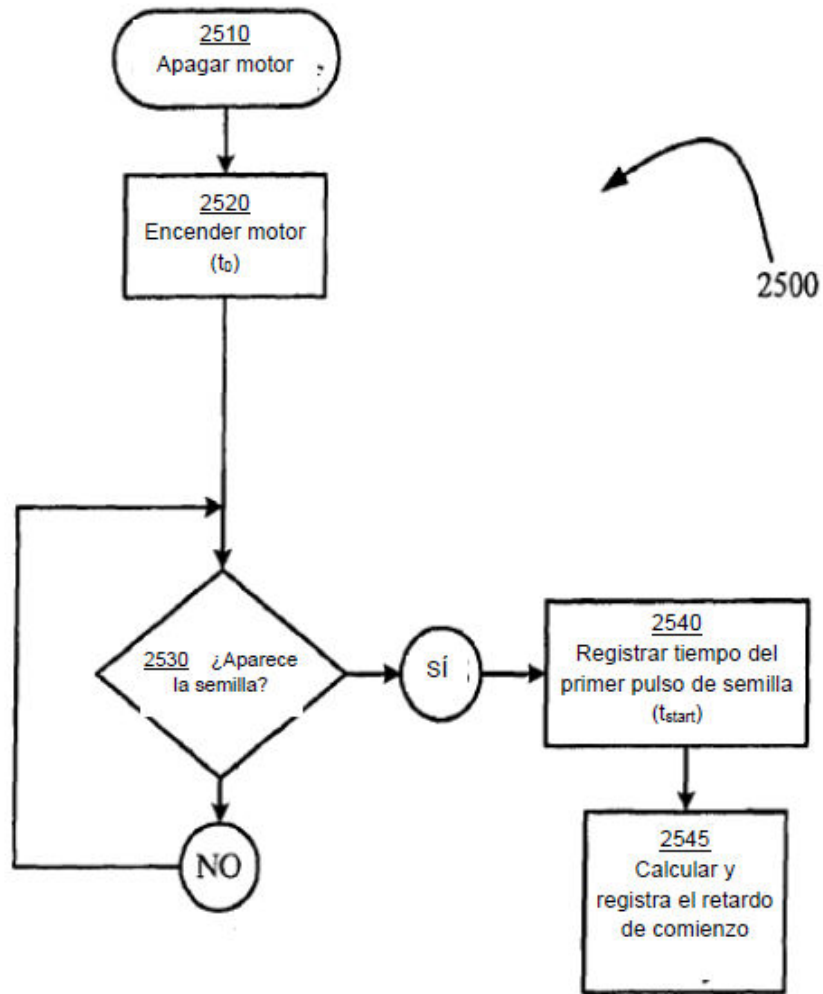


FIG. 13A

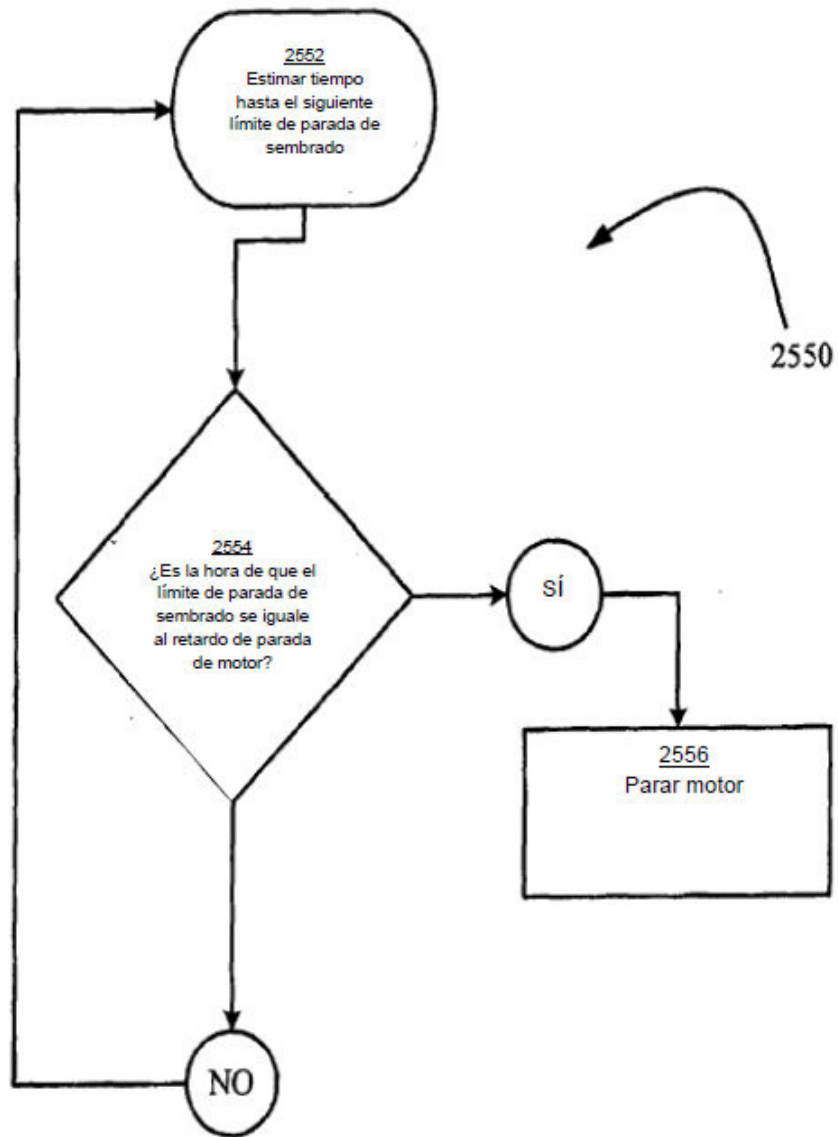


FIG. 13B

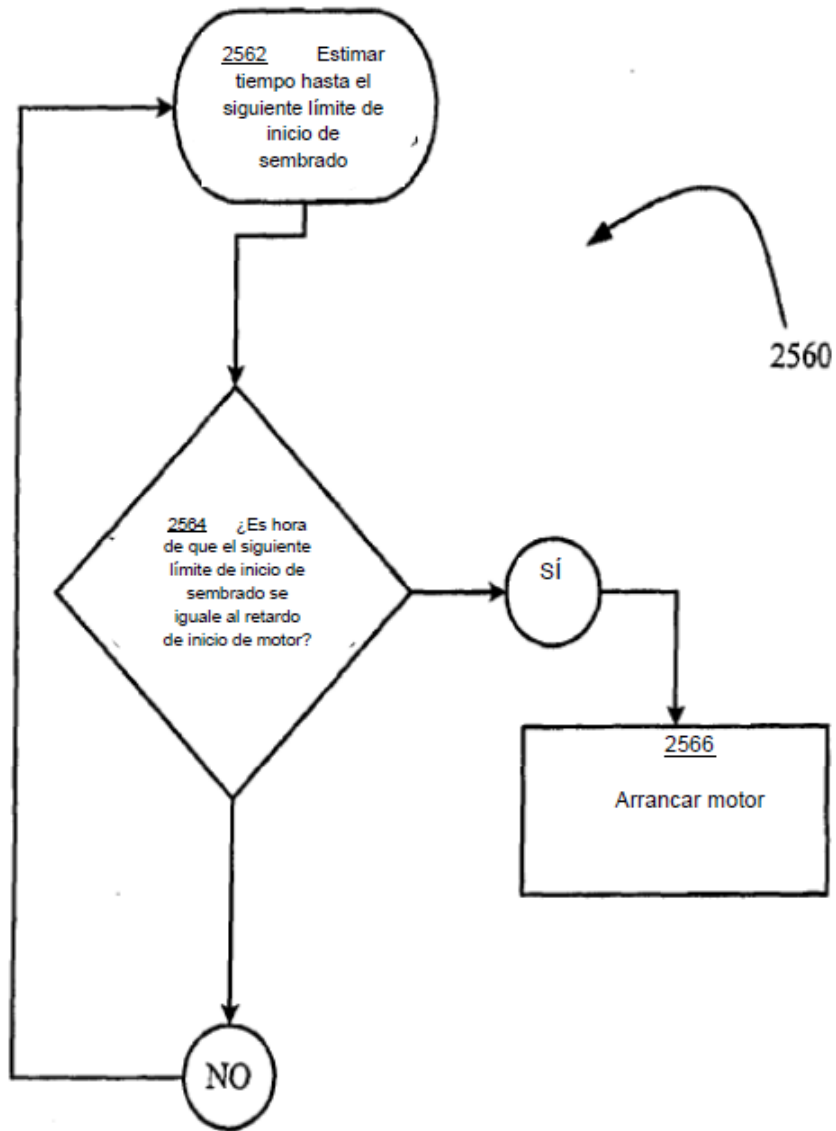


FIG. 13C

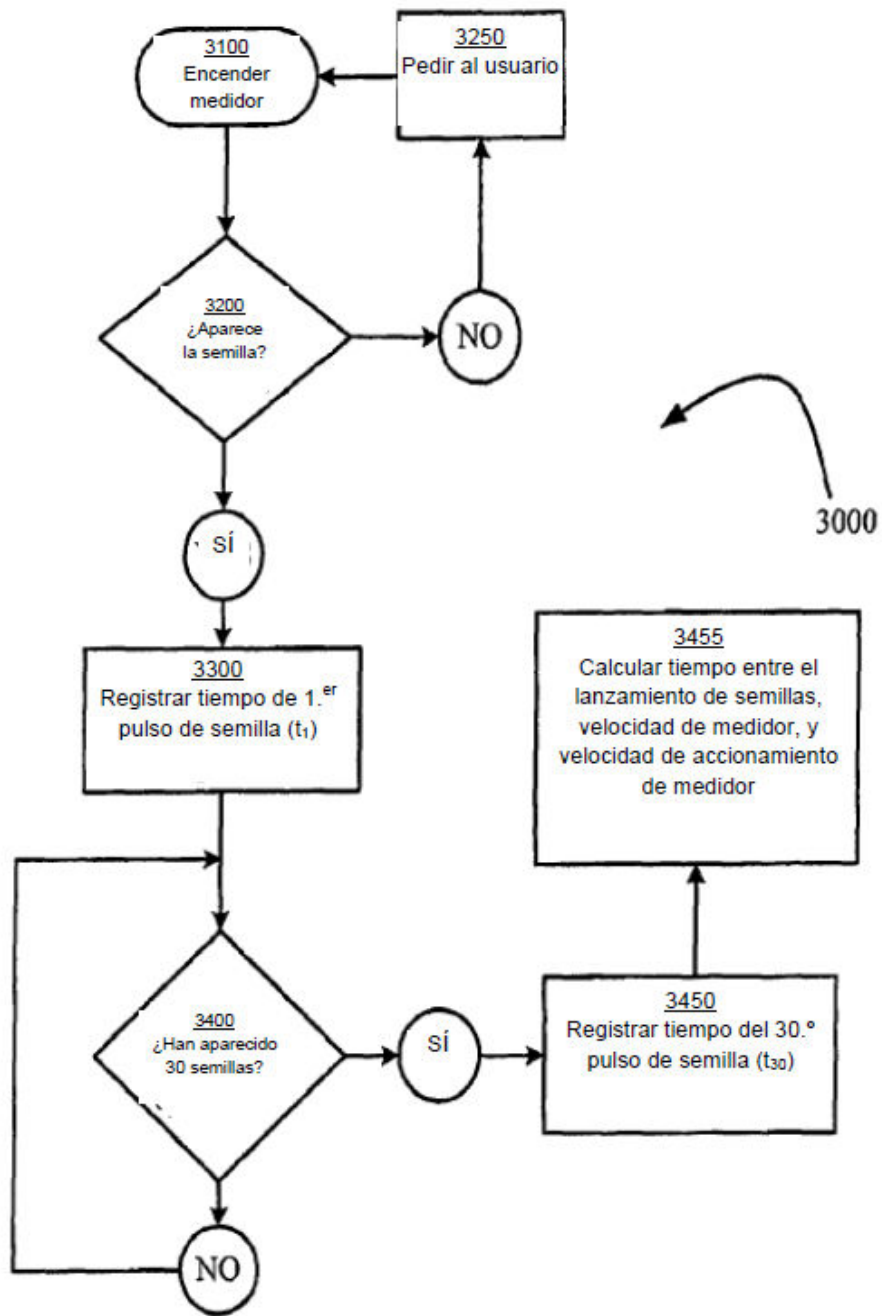


FIG. 14

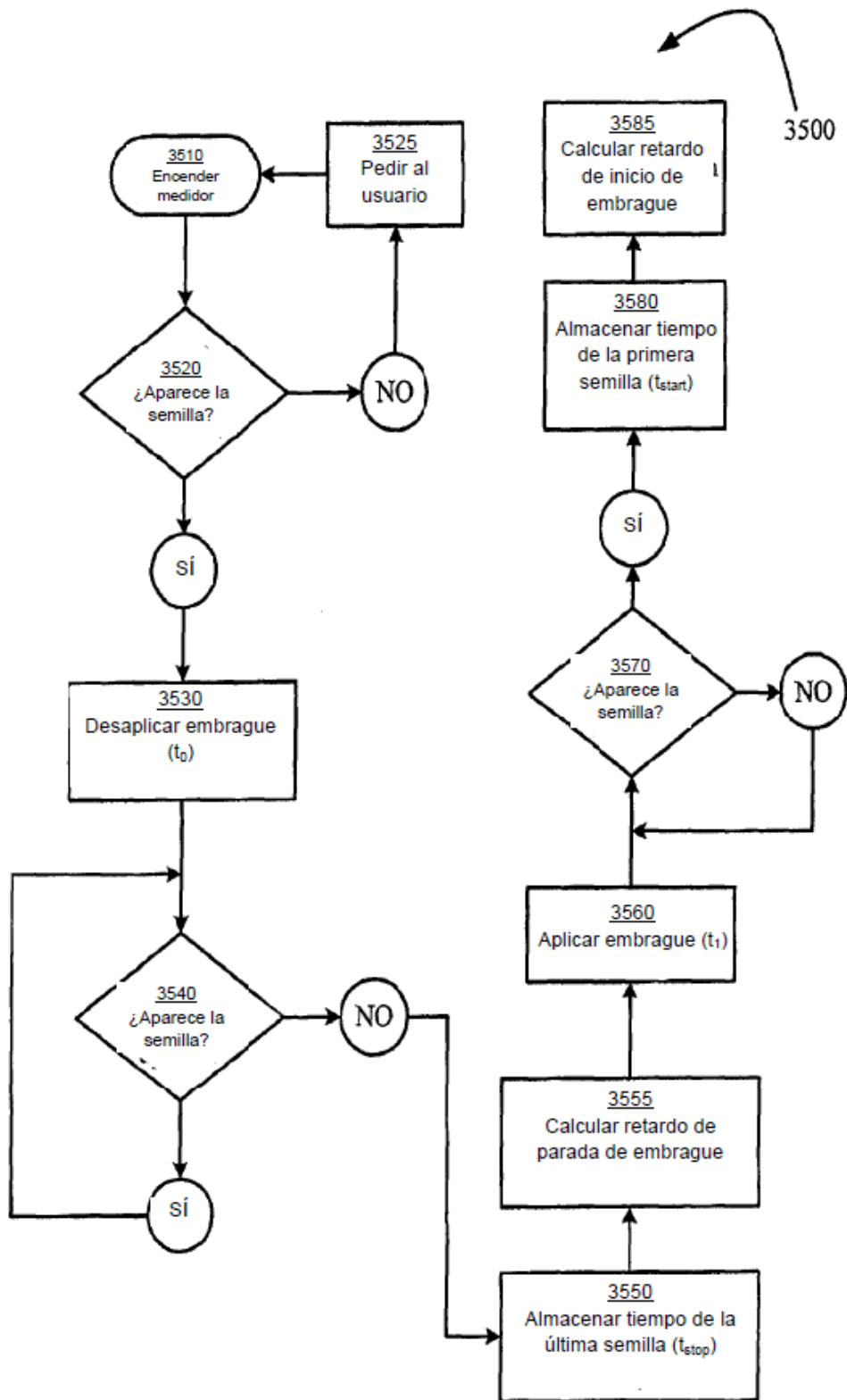


FIG. 15A

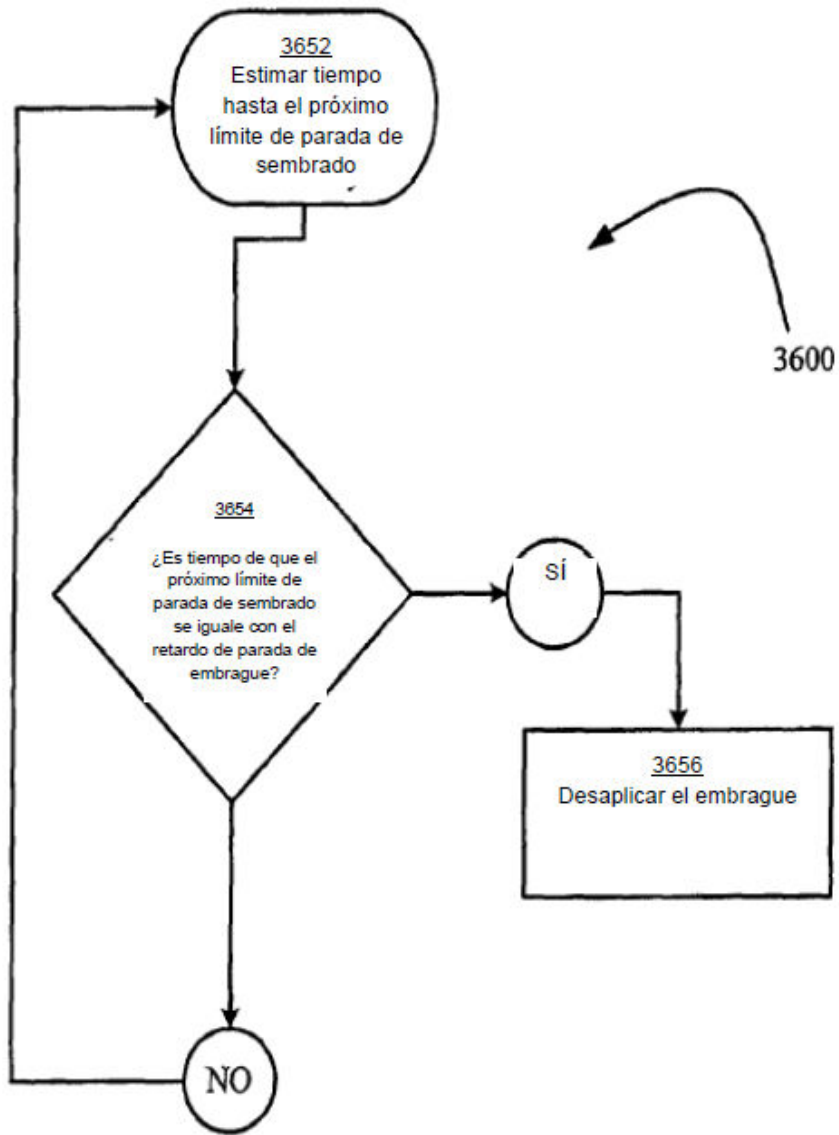


FIG. 15B

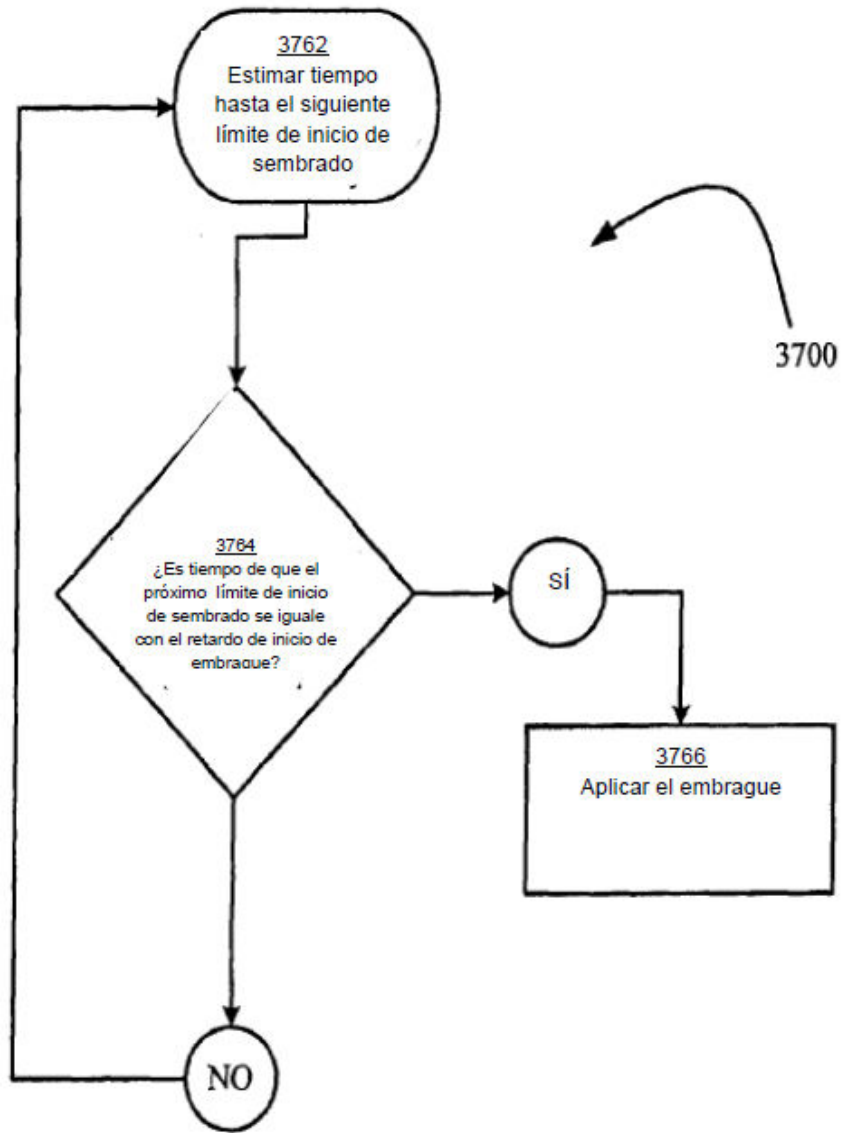


FIG. 15C

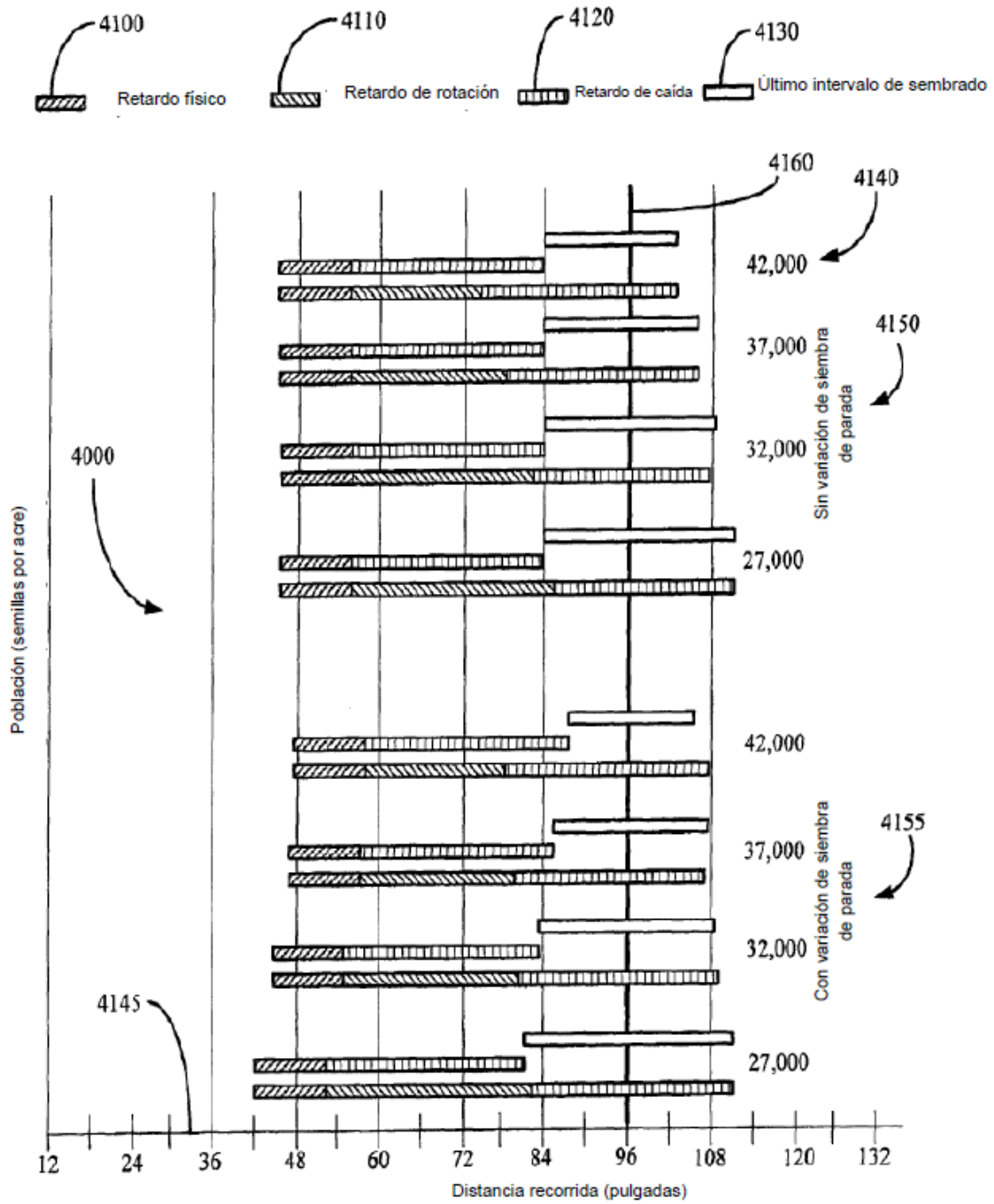


FIG. 16A

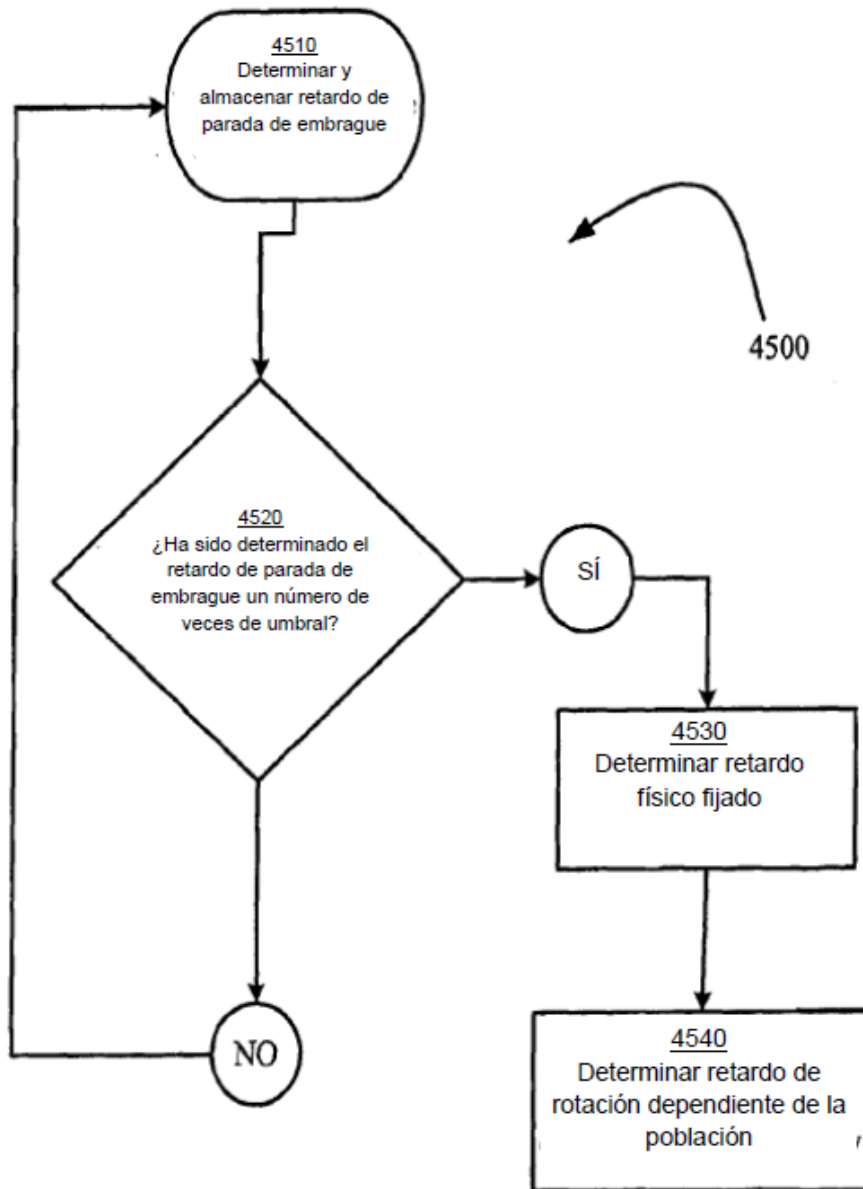


FIG. 16B

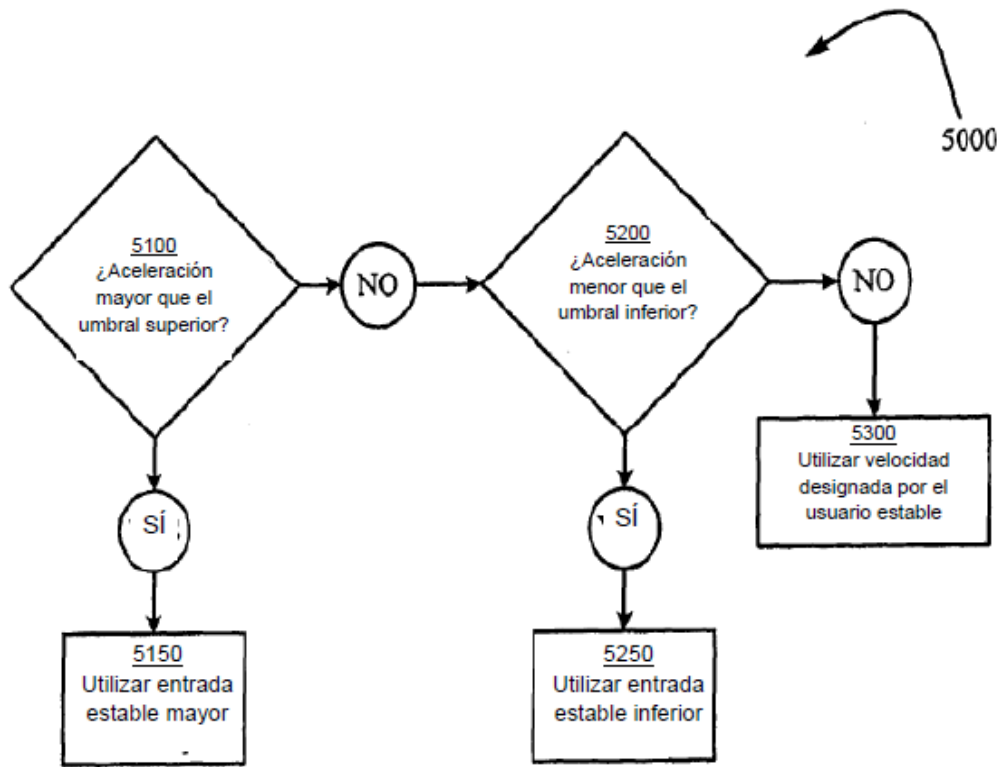


FIG. 17A

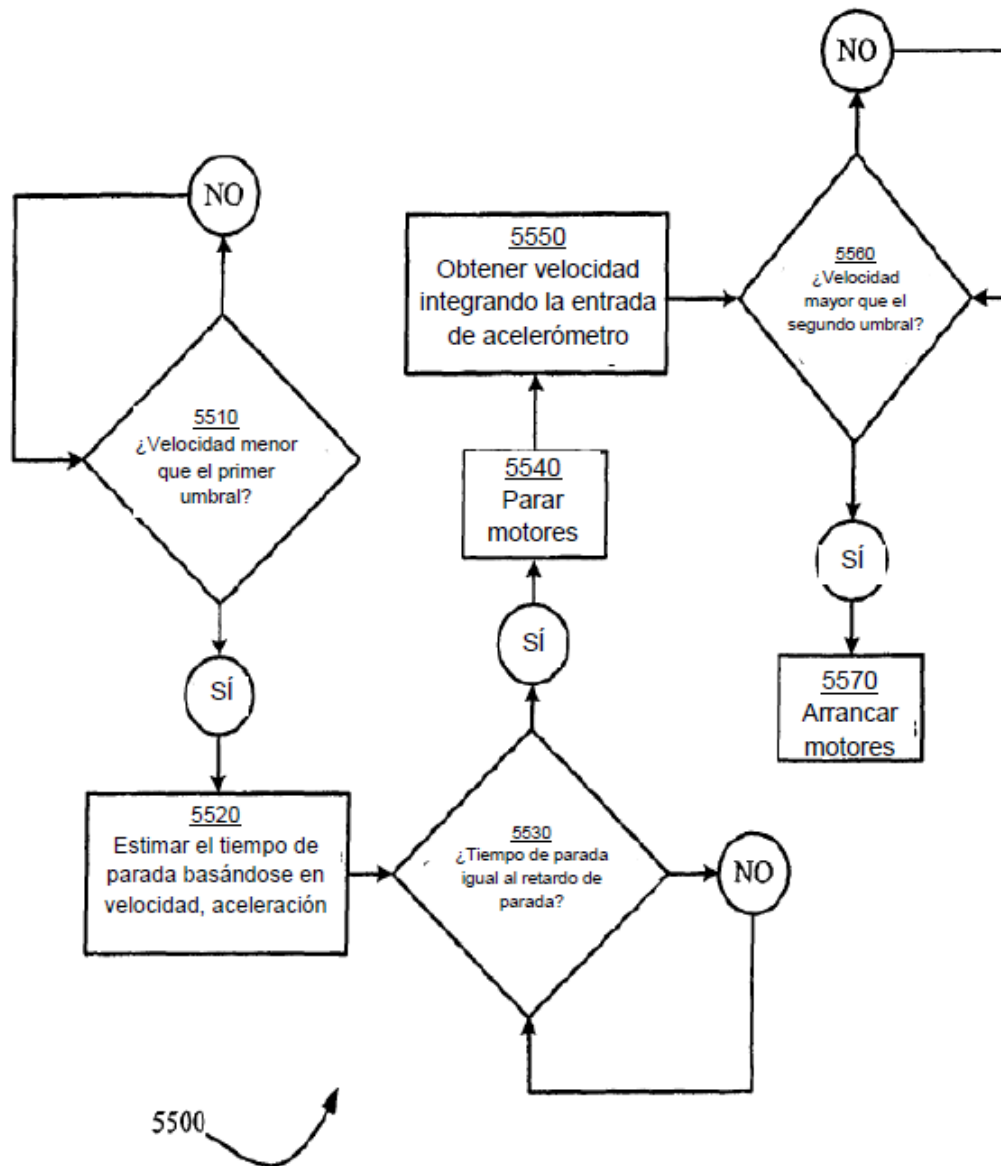


FIG. 17B

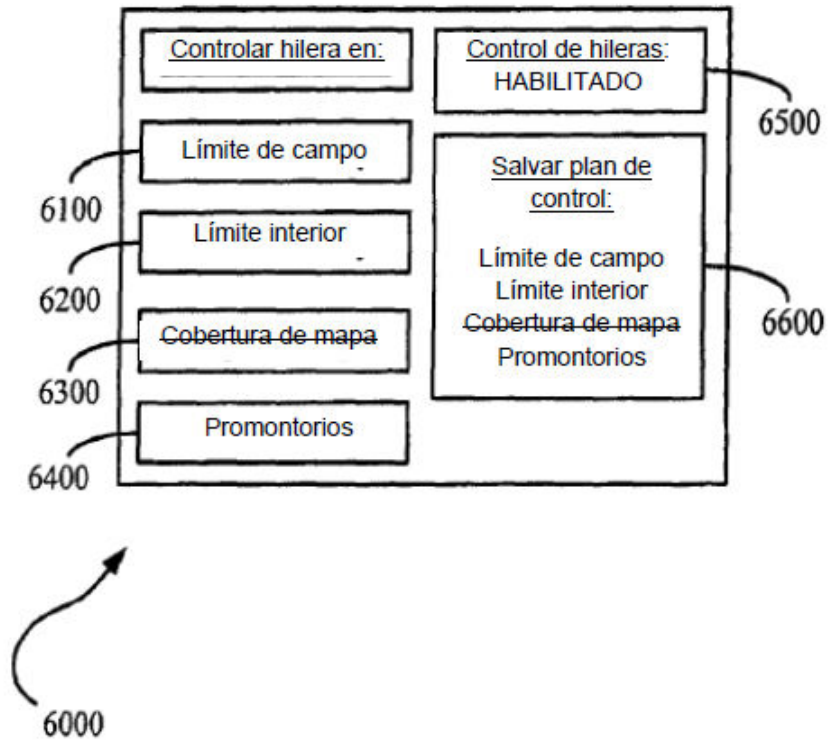


FIG. 18

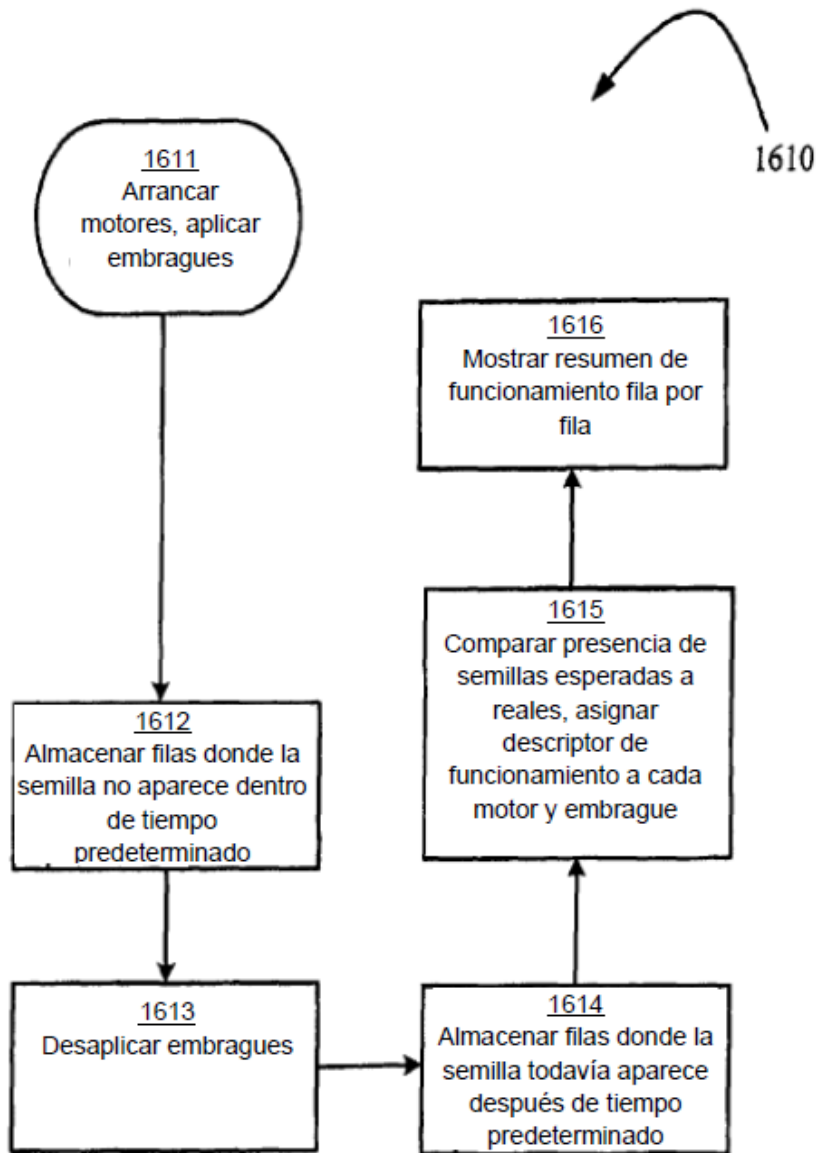


FIG. 19A

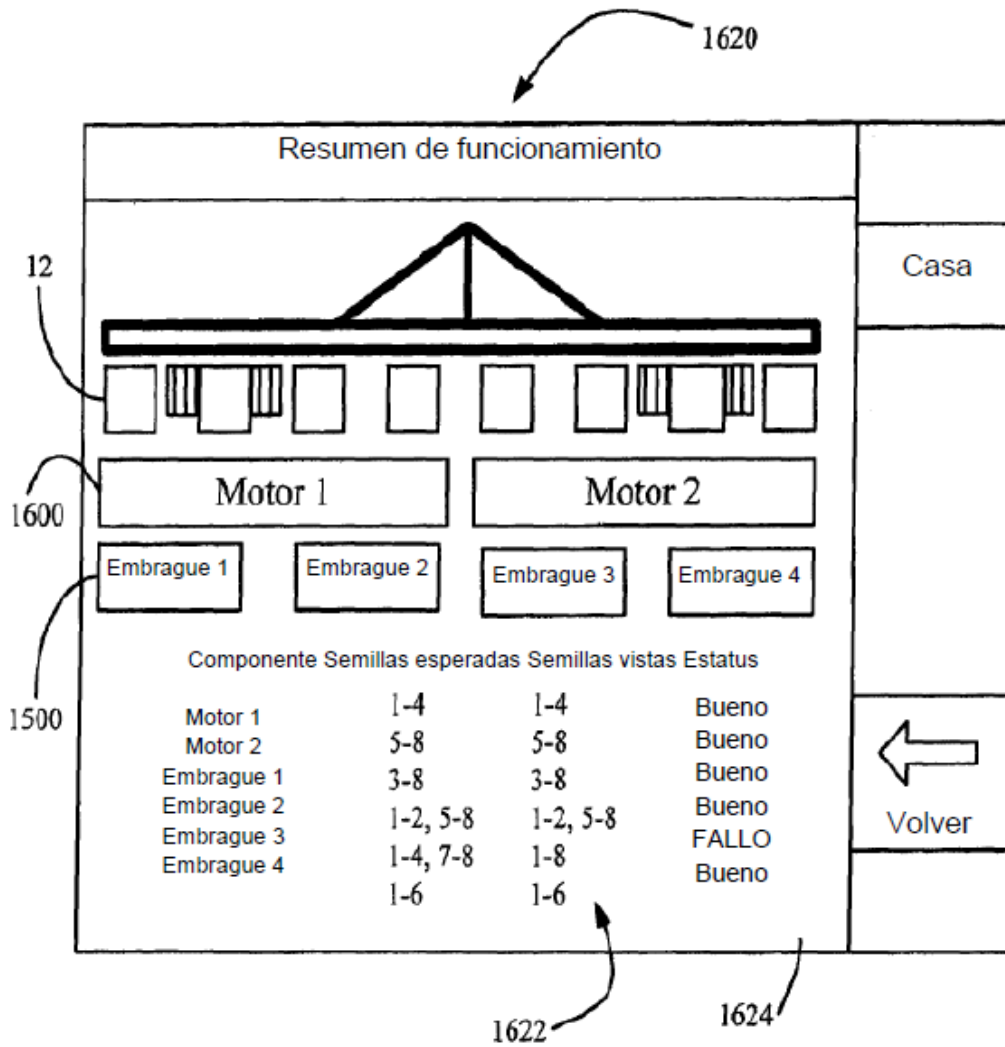


FIG. 19B

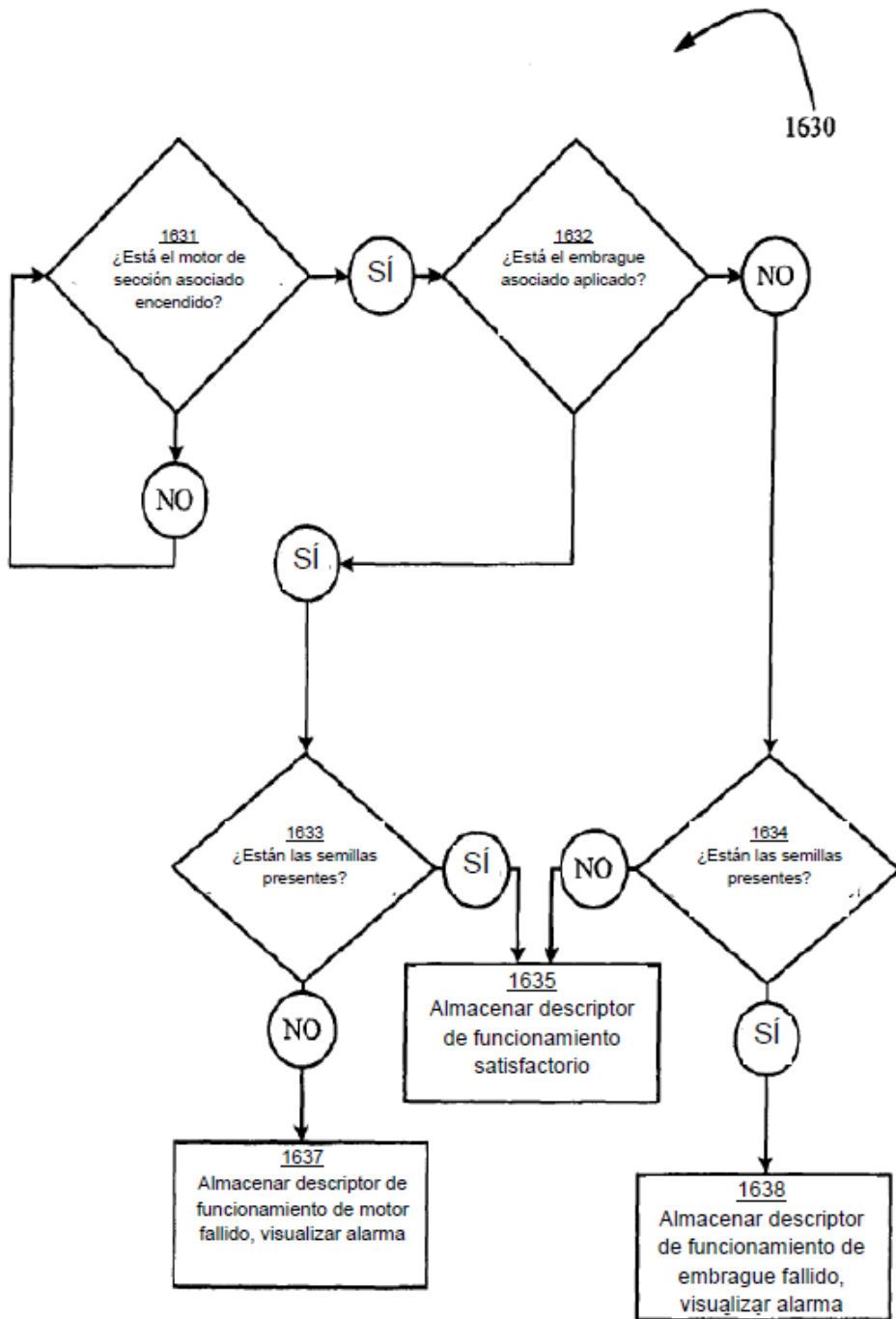


FIG. 19C