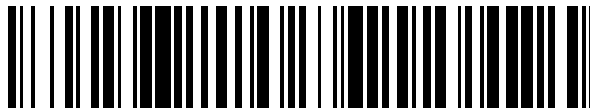


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 956 416**

51 Int. Cl.:

G01N 15/14 (2006.01)

A01C 7/10 (2006.01)

G01N 21/85 (2006.01)

G01N 15/00 (2006.01)

G01N 15/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.03.2020 PCT/IB2020/052582**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.10.2020 WO20194150**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.03.2020 E 20716941 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.07.2023 EP 3942278**

54 Título: **Aparato, sistemas y métodos de recuento de partículas**

30 Prioridad:

22.03.2019 US 201962822655 P

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

20.12.2023

73 Titular/es:

PRECISION PLANTING LLC (100.0%)

23207 Townline Road

Tremont, IL 61568, US

72 Inventor/es:

PLATTNER, CHAD y

STEINER, PHILIP

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 956 416 T3

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

DESCRIPCIÓN

Aparato, sistemas y métodos de recuento de partículas

5 Antecedentes

Al hacer funcionar sembradoras neumáticas, en concreto, cuando se aplica el producto a índices de aplicación elevados, tal como semillas pequeñas (por ejemplo, colza, linaza, mijo, avena, trigo, centeno, cebada, etc.) el producto fluye, en general, a través de líneas de distribución hasta cada unidad de fila por una corriente de producto sustancialmente continua. Por tanto, debe tenerse en cuenta que, para obtener un recuento exacto de las semillas, se necesita un sistema de detección que sea capaz de detectar y contar las múltiples semillas que atraviesan las líneas de distribución al mismo tiempo y diferenciar las semillas de los desechos que pueden estar atravesando las líneas de distribución con las semillas.

15 El documento US 4.675.520 divulga un método según el preámbulo de la reivindicación 1 y un sistema según el preámbulo de la reivindicación 14.

Breve descripción de los dibujos

20 La figura 1A es una vista en perspectiva de una realización de una sola matriz de un conjunto contador de partículas dispuesto a lo largo de un conducto.

La figura 1B es una vista en perspectiva de una realización de matriz doble de un conjunto contador de partículas dispuesto a lo largo de un conducto.

25 La figura 2A es una vista en sección transversal del conjunto contador de partículas de una sola matriz visto a lo largo de las líneas 2A-2A de la figura 1A.

30 La figura 2B es una vista en sección transversal del conjunto contador de partículas de matriz doble visto a lo largo de las líneas 2B-2B de la figura 1B.

La figura 3A es una representación de las señales de tensión sin procesar de las semillas que se muestran en las figuras 2A o 2B atravesando el primer plano ligero del conjunto contador de partículas.

35 La figura 3B es una representación de un registro de señal de salida normalizada (NOS) después de las señales de tensión sin procesar de la figura 3A que están invertidas y normalizadas.

La figura 4 es un diagrama de flujo lógico de un proceso para identificar estados de inicio y estados de parada del registro NOS de la figura 3B para definir y etiquetar eventos maestros.

40 La figura 5 es un diagrama de flujo lógico de un proceso para identificar celdas de punto mínimo en el registro NOS de la figura 3B.

45 La figura 6 es un diagrama de flujo lógico de un proceso para dividir eventos maestros y etiquetar los eventos divididos.

La figura 7 es una representación del registro NOS de la figura 3B, que muestra el etiquetado de los eventos maestros.

50 La figura 8A es una representación de la división del evento maestro y el etiquetado de los eventos divididos después de la identificación de la primera columna de punto mínimo.

La figura 8B es una representación de la división adicional del evento maestro y el etiquetado adicional de los eventos divididos después de la identificación de la segunda columna de punto mínimo.

55 La figura 8C es una representación de otra división del evento maestro y de otro etiquetado de los eventos divididos después de la identificación de la segunda columna de punto mínimo.

La figura 9 es un diagrama de flujo lógico de un proceso para caracterizar eventos maestros.

60 La figura 10A es un diagrama que resume el proceso para analizar el Grupo resultante del plano de luz de la matriz única para conseguir emitir y visualizar un recuento final de semillas y la velocidad de las semillas.

65 La figura 10B es un diagrama que resume el proceso para comparar los Grupos resultantes de cada uno de los planos de luz de la realización de matriz doble para conseguir emitir y visualizar un recuento final de semillas y la velocidad de las semillas.

La figura 11 es una vista en alzado lateral de una realización de una sembradora neumática convencional.

5 La figura 12 es una ilustración esquemática de la sembradora neumática de la figura 11 con conjuntos contadores de partículas dispuestos a lo largo de las líneas de distribución de la sembradora neumática.

La figura 13 es una vista en alzado lateral de una unidad de fila de una plantadora singularizadora con un conjunto contador de partículas dispuesto en un tubo de siembra de la unidad de fila.

10 La figura 14 es una ilustración esquemática de una realización de un sistema de control que muestra la comunicación de datos con el conjunto contador de partículas y otros componentes que pueden usarse con la sembradora neumática de la figura 11 o la plantadora singularizadora de la figura 13.

15 La figura 15 es una realización de un proceso para configurar el sistema de monitorización, controlar la sembradora neumática o la plantadora singularizadora y almacenar y trazar los datos operativos.

Descripción

20 Haciendo referencia a los dibujos en donde números de referencia similares designan partes iguales o correspondientes a lo largo de las diversas vistas, la figura 1A es una vista en perspectiva ampliada que ilustra una realización de un conjunto contador de partículas de una sola matriz 200A que se muestra dispuesto a lo largo de una sección de un tubo o conducto 202 que atraviesan las partículas. La figura 2A es una vista en sección transversal a través del contador de partículas 200A y el conducto 202 según se ve a lo largo de las líneas 2A-2A de la figura 1A.

25 La figura 1B es una vista en perspectiva ampliada que ilustra una realización de un conjunto contador de partículas de matriz doble 200B que se muestra dispuesto a lo largo de una sección de un tubo o conducto 202 que atraviesan las partículas. La figura 2B es una vista en sección transversal a través del contador de partículas 200B y el conducto 202 según se ve a lo largo de las líneas 2B-2B de la figura 1B.

30 A lo largo de esta descripción, el número de referencia 200 se utiliza para hacer referencia, en general, al conjunto contador de partículas 200A o 200B a menos que una descripción específica se refiera a solo una de las realizaciones, en cuyo caso, se utilizará el número de referencia 200A cuando se analice únicamente la realización de una sola matriz y el número de referencia 200B cuando se analice únicamente la realización de matriz doble.

35 Debe apreciarse que las partículas pueden ser transportadas por una corriente de aire a través del conducto 202 o pueden caer a través del conducto 202 gracias a la fuerza de la gravedad. Por ejemplo, como se muestra en las figuras 11 y 12, el conjunto contador de partículas 200 puede estar dispuesto en una línea de distribución 58 de una sembradora neumática 10 (comentada más adelante) o, como se muestra en la figura 13, a lo largo de un tubo de sembrado 332 de una unidad de fila de una plantadora singularizadora 300 (explicada más adelante). En tales aplicaciones, el conjunto contador de partículas 200 se emplea para detectar y contar el paso de semillas. En algunas sembradoras neumáticas, las semillas y el fertilizante (u otros insumos agrícolas) atraviesan las líneas de distribución 58 y, por lo tanto, el conjunto contador de partículas 200 puede diferenciar entre las semillas y otros insumos agrícolas para que solo se cuenten las semillas. El conjunto contador de partículas también puede diferenciar entre semillas y suciedad u otros desechos que atraviesan las líneas de distribución de sembradora neumática 58 de la sembradora neumática 10 o el tubo de sembrado 332 de las plantadoras singularizadoras 300 para que solo se cuenten las semillas. De manera adicional, en tales aplicaciones, el conjunto contador de partículas 200 puede emplearse para caracterizar las partículas con el fin de diferenciar entre "buena semilla" y fragmentos de semilla para contar solo la "buena semilla" que se espera que germine. Si bien las sembradoras neumáticas y las plantadoras singularizadoras son dos ejemplos ilustrativos de aplicaciones para el conjunto contador de partículas 200, debe apreciarse que el conjunto contador de partículas 200 se puede utilizar en cualquier otra aplicación agrícola, industrial o comercial donde se desee contar las partículas que atraviesan un tubo o conducto para detectar y contar solo determinados tipos de partículas que atraviesen el tubo o conducto.

55 En la realización de una sola matriz del conjunto contador de partículas 200A ilustrado en las figuras 1A y 2A, se genera un solo plano de luz 210-1 a través del conducto 202. El plano de luz único 210-1 lo genera una matriz de emisores LED 212-1 dispuesta dentro de una carcasa para emisores 214-1 ubicada en un lado del conducto 202. En el lado opuesto del conducto 202 y directamente en oposición a la matriz de emisores LED 212-1 hay una matriz de receptores 216-1 correspondiente dispuesta dentro de una carcasa para receptores 218-1.

60 En la realización de matriz doble del conjunto contador de partículas 200B ilustrada en las figuras 1B y 2B, se generan dos planos de luz 210-1, 210-2 distintos a través del conducto 202, estando los planos de luz 210-1, 210-2 desplazados longitudinalmente entre sí a lo largo del conducto 202 una distancia "D", de modo que una partícula pasará consecutivamente a través del primer plano de luz 210-1 y luego a través del segundo plano de luz 210-2. Cada plano de luz 210-1, 210-2 lo genera una respectiva matriz de emisores LED 212-1, 212-2, estando cada matriz dispuesta dentro de una carcasa para emisores 214-1, 214-2 respectiva ubicada en dos lados del conducto 202

orientados 90 grados entre sí alrededor del eje longitudinal 204 del conducto 202 para detectar el paso de partículas en tres dimensiones. En los lados opuestos del conducto 202 y directamente en oposición a cada una de las matrices LED 212-1, 212-2 respectivas hay una matriz de receptores 216-1, 216-2 correspondiente, estando cada matriz de receptores 216-1, 216-2 dispuesta dentro de una respectiva carcasa para receptores 218-1, 218-2.

5 En cualquiera de las realizaciones de matriz 200A, 200B, las matrices LED 212-1, 212-2, según corresponda, comprenden una hilera de emisores LED 220 separados a poca distancia, cada uno de los cuales produce un haz de luz o canal de luz 222 a través del ancho o diámetro del conducto 202. Las respectivas matrices de receptores 216-1, 216-2, según corresponda, comprenden un número correspondiente de receptores de fotodiodo 224 separados a
10 poca distancia, que reciben los haces de luz o los canales de luz 222 del emisor de LED 220 en oposición. En una realización, los receptores de fotodiodo 224 y los emisores LED 220 están directamente alineados entre sí, de manera que una línea entre ellos sea perpendicular a cada uno de los receptores de fotodiodo 224 y los emisores LED 220. En otras realizaciones, las líneas no son perpendiculares.

15 En ambas realizaciones 200A, 200B, la primera matriz LED 212-1 se muestra con 12 emisores LED 220 que producen haces de luz o canales de luz 222 (indicados con los símbolos C1-C12) que se extienden a lo ancho o por el diámetro del conducto 202. En la realización de matriz doble 200B, la segunda matriz LED 212-2 también se muestra con 12 emisores LED que producen haces de luz o canales de luz 222 (indicados con los símbolos C13-C24) que se extienden a lo ancho del conducto 202 perpendicular a los canales de luz C1-C12 de la primera matriz
20 LED 212-1. Cada matriz de receptores 216-1, 216-2 correspondiente, según corresponda, se muestra con 12 fotodiodos 224 correspondientes. Debe apreciarse que pueden emplearse más o menos emisores LED y fotodiodos receptores con separaciones mayores o menores. También se debe tener en cuenta que se pueden usar LED con intensidades de luz o ángulos de haz más amplios o más estrechos dependiendo de la aplicación específica, incluyendo el ancho o diámetro del conducto 202 y los tamaños de las partículas que vayan a detectarse que
25 atraviesan el conducto 202, y varios otros factores reconocidos por las personas expertas en la materia. A modo de ejemplo solamente, en aplicaciones para detectar las semillas que atraviesan las líneas de distribución 58 de una sembradora neumática 10, los emisores LED adecuados pueden ser emisores LED SM1206NHC-IL disponibles en Bivar, Inc., con unos ángulos de haz de 30 grados y con los emisores LED 220 separados a 0,08 pulgadas (0,2 cm), y los fotodiodos adecuados 224 pueden ser fotodiodos TEMD7000X01 disponibles en Vishay Intertechnology, Inc.,
30 que pueden estar separados a 0,08 pulgadas (0,2 cm). En la realización de matriz doble 200B, la distancia de desplazamiento longitudinal adecuada "D" entre los planos de luz 210-1, 210-2 puede ser de 0,125 pulgadas (0,32 cm), entre 0,05 y 1 pulgada (0,13 a 2,5 cm) o entre 0,1 y 0,5 pulgadas (0,2 cm a 1,3 cm).

Las figuras 2A y 2B pretenden representar una fotografía de un grupo de semillas S1-S5 que atraviesan un conducto
35 202, tal como la línea de distribución 58 de una sembradora neumática 10. Debe apreciarse que, en una aplicación de sembradora neumática, las semillas se transportan en una corriente de aire a través de las líneas de distribución 58 a un índice relativamente elevado y en una corriente sustancialmente continua (particularmente cuando se plantan semillas pequeñas a índices de aplicación elevados, tales como colza, linaza, mijo, avena, trigo, centeno, cebada, etc.), de modo que la ilustración del grupo de semillas en las figuras 2A o 2B se proporciona para explicar
40 de forma simple el registro de las señales mostradas en la figura 3A generadas por ese grupo de semillas que atraviesan el plano de luz único 210-1 o los dos planos de luz 210-1, 210-2 y los otros procesos llevados a cabo para analizar las señales con el fin de contar y caracterizar las semillas como se explica más adelante. Si bien la siguiente descripción se refiere a las semillas con el propósito de explicar el proceso en una sembradora neumática o en una aplicación de plantadora singularizadora, debe apreciarse que el término "semilla" se usa solo como un ejemplo y,
45 por lo tanto, el término "semilla" puede intercambiarse por el término "partícula".

Funcionamiento

Como se sabe en la técnica, un fotodiodo consume energía luminosa para generar una corriente eléctrica, aumentando la tensión proporcionalmente a la intensidad de la luz. Por tanto, debe apreciarse que cuando una
50 partícula atraviesa un canal de luz 222 generado por un emisor de LED 220, el fotodiodo alineado 224 quedará momentáneamente "ensombrecido", produciendo una caída en la señal de salida de la tensión. Después de que la partícula atraviese el canal de luz 222, de manera que el canal de luz esté desbloqueado por completo, la señal de salida del fotodiodo 224 volverá a su máxima intensidad.

55 Las señales de salida de los fotodiodos 224 del plano de luz único 210-1 o del plano de luz doble 210-1, 210-2 las recibe un controlador 110 y se almacenan en la memoria para su posterior procesamiento. El controlador 110 puede formar parte del sistema de monitorización de semillas 100 (comentado más adelante). El controlador 110 puede estar dispuesto en la cabina de un tractor que tira de la sembradora neumática 10 o de la plantadora singularizadora
60 300, como se explicará más adelante.

La figura 3A representa una fotografía de las señales de tensión "sin procesar" (V_{simp}) generadas por los fotodiodos 224 y registradas por el controlador 110 cuando el grupo de semillas S1-S5 atraviesa el primer plano de luz 210-1 (es decir, los canales C1-C12). El controlador 110 registra las señales de salida de cada uno de los fotodiodos 224
65 asociados a cada canal de luz 222 en celdas de datos consecutivas de una serie de registros, estando cada una de las celdas de datos consecutivas para cada uno de los canales de luz 222 dispuesta en paralelo (es decir, en filas o

columnas). En el ejemplo de la figura 3A, la fotografía incluye una serie de 50 ciclos o registros de recopilación de datos, correspondiendo cada fila a un ciclo o registro de recopilación de datos de cada uno de los canales de luz 222 (C1-C12) organizados por columnas. Debe apreciarse que las señales de salida pueden disponerse alternativamente con los registros de datos organizados en columnas consecutivas y los canales de luz 222 organizados en filas. A modo de ejemplo solamente, los datos pueden ser recopilados o registrados por el controlador 110 a 10 kHz, pero pueden recopilarse a frecuencias mayores o menores según el tamaño y el índice de punto mínimo de las partículas que se vayan a detectar y contar. Aunque no se muestra, debe apreciarse que en la realización de matriz doble 200B, el controlador 110 generaría y recopilaría un conjunto similar de datos de tensión sin procesar a medida que las semillas S1-S5 atraviesan el segundo plano de luz 210-2 (es decir, los canales C13-C24) orientado a 90 grados del primer plano de luz 210-1.

Proceso de normalización de datos

Una vez que el controlador 110 ha recopilado y almacenado las señales V_{sinp} , el controlador 110 ejecuta un programa de *software* 101 para invertir y "normalizar" las señales V_{sinp} a valores entre 0 y 1 (sin unidades). La figura 3B representa la misma fotografía de la figura 3A después haber invertido y normalizado las señales V_{sinp} mediante el proceso que se describe a continuación, en lo sucesivo denominadas "señales de salida normalizadas" o "NOS". Las señales V_{sinp} se invierten y normalizan de tal manera que, cuando un canal de luz 222 está en su máxima intensidad de luz (es decir, no bloqueado por una semilla pasante), el valor de la señal es 0. Cuando el canal de luz 222 está en su intensidad de luz más baja (es decir, está completamente bloqueado por una semilla pasante) el valor de la señal es 1. Por tanto, los valores de señal entre 0 y 1 indican que el canal de luz 222 está parcialmente bloqueado por una semilla pasante.

Para invertir y normalizar la tensión de la señal sin procesar (V_{sinp}), como se representa en la figura 3A para los canales C1-C12, y generar los datos NOS, como se representa en la figura 3B para los canales C1-C12, se utiliza la siguiente ecuación:

$$NOS = 1 - \frac{V_{sinp} - V_b}{V_u - V_b}$$

Donde:

NOS = señal de salida normalizada

V_{sinp} = la tensión real detectada del canal de luz 222

V_b = la tensión promedio cuando el canal de luz 222 está bloqueado

V_u = la tensión promedio cuando el canal de luz 222 está sin bloquear

El valor V_b puede establecerse como una constante (por ejemplo, 0,025 voltios) o V_b puede ser un promedio de la emisión de tensión de cada fotodiodo 224 con su correspondiente emisor de LED 216 apagado.

El valor V_u puede ser un búfer primero en entrar, primero en salir (FIFO, por sus siglas en inglés) en ejecución de 100 registros de los datos V_{sinp} de cada fotodiodo 224 cuando no hay ninguna partícula atravesando el respectivo canal de luz 222 (por ejemplo, C1-C12) y en donde la tensión V_{sinp} tiene un cambio de menos de $\pm 0,01$ V del registro anterior al registro actual.

Debe apreciarse que en la realización de matriz doble 200B, el proceso para generar los datos NOS en los canales C13-C24 es el mismo que se describió anteriormente para los canales C1-C12.

Con referencia a la figura 2, las semillas se enumeran S1-S5 desde la semilla más antigua (la más baja) hasta la semilla más reciente (la más alta). Cuando la única semilla más antigua S1 atraviesa el primer plano de luz 210-1, se generan los valores NOS, como se muestra en la figura 3B, como una pequeña agrupación de celdas unidas que tienen valores entre 0,1 y 1 en una serie de columnas (canales C2-C4 en este ejemplo) y en una serie de filas de registro (filas 3-17 en este ejemplo). Cabe señalar que el registro más antiguo (es decir, la fila de registro 1) está en la parte inferior de las figuras 3A y 3B. Continuando con la referencia a la figura 2, cuando el grupo de semillas S2-S5 (que están muy cerca entre sí y con las semillas S2, S3 y las semillas S4, S5 y las semillas S4, 25 superpuestas o tocándose) atraviesa el primer plano de luz 210-1, los valores NOS se generan como se muestra en la FIGURA 3B como una gran agrupación de celdas unidas que tienen valores entre 0,2 y 1 en una serie de columnas (canales C4-C10 en este ejemplo) y en una serie de filas de REGISTRO (filas 15-48 en este ejemplo). Cada agrupación de valores NOS entre 0,2 y 1 se denomina "evento maestro". Por tanto, debe apreciarse que un evento maestro puede comprender una sola semilla específica (como la semilla S1) o un evento maestro puede comprender múltiples semillas (como las semillas S2-S5) que pasan a través de los planos de luz 210-1 muy cerca. En la realización de matriz doble 200B, se generará un conjunto similar de eventos maestros para las semillas que atraviesen posteriormente los canales C13-C24 del segundo plano de luz 210-2 (no mostrado).

Identificación de eventos maestros

Una vez que se generan los datos NOS, el controlador 110 utiliza el programa de software 101 para analizar los datos NOS e identificar las agrupaciones de celdas y asociar cada agrupación de celdas con una identificación única para su posterior procesamiento, como se explica más adelante. Para diferenciar entre agrupaciones de celdas y asociar cada agrupación de celdas a un evento maestro distinto, los datos NOS se analizan con el fin de identificar cuándo en cada canal C1-C12 aparece primero una celda con un valor NOS mayor que un valor mínimo predefinido (por ejemplo, 0,15), lo que indica que una semilla empieza a atravesar ese canal (es decir, un "estado de inicio"), y cuándo en cada canal C1-C12 aparece por última vez una celda NOS con un valor mayor que un valor mínimo predeterminado (por ejemplo, 0,15), lo que indica que la semilla ha atravesado el canal (es decir, un "estado final"). Todas las celdas que se unen directamente en todas las columnas entre un estado de inicio y un estado final constituyen una sola agrupación de celdas y definen un solo evento maestro. Debe apreciarse que en la realización de matriz doble 200B, el proceso para diferenciar entre agrupaciones de celdas y para asociar cada agrupación de celdas como un evento maestro distinto para los canales C13-C24 es el mismo que se describió anteriormente para los canales C1-C12.

15 Proceso de identificación de estado de inicio/final

Para identificar el estado de inicio de cada canal de columna y el estado final de cada canal de columna, el proceso de identificación de estado de inicio/fin 400 de la figura 4 lo ejecuta el programa de software 101 del controlador 110. Con el objetivo de describirlo, solo se explican los valores NOS de los canales C1-C12. En la realización de matriz doble 200B, el mismo proceso se realiza con los canales C13-C24.

Con referencia a la figura 4, en la etapa inicial 402, la celda de datos NOS que se analiza para un canal en concreto, es decir, se lee y se almacena en la memoria la celda NOS actual (NOS-c) y, al principio, se supone que está en un estado final hasta que se defina lo contrario, como se expone en el presente documento. En la etapa 404, se lee y se almacena en la memoria la celda NOS inmediatamente anterior (NOS-p) de ese canal. En la etapa 406, se lee y se almacena en la memoria la celda NOS inmediatamente siguiente (NOS-f) de ese canal. En la etapa 408, el valor "delta posterior" (Delta-lb) de ese canal se calcula restando el valor de la celda NOS-p al valor de la celda NOS-c. El Delta-lb calculado se almacena en la memoria.

En la etapa 410, el "delta anterior" (Delta-la) de ese canal se calcula restando el valor de la señal de la celda NOS-c al valor de la celda NOS-f. El valor Delta-la se almacena en la memoria. En la etapa 412, se busca en la memoria para identificar el estado asociado (es decir, estado de inicio o estado final) de la celda NOS-p del ciclo anterior. Si la celda NOS-p está en un estado final (es decir, la respuesta en la etapa 412 es "sí"), el programa continúa con la etapa 414.

En la etapa 414, si el valor Delta-lb es superior a 0,1 (es decir, la ecuación se cumple), la celda NOS-c se asocia a un estado de inicio en la etapa 420 y el estado asociado se registra en la memoria. A continuación, el programa saltará a la etapa 430 para cambiar de ciclo hasta la siguiente celda NOS en la siguiente columna en la misma fila de registro. Debe apreciarse que, cuando el programa salta a la siguiente celda NOS en la siguiente columna de la misma fila, la celda que había sido la celda NOS-f en el ciclo anterior ahora se convierte en la celda NOS-c en el nuevo ciclo. De la misma manera, la celda que había sido la celda NOS-c en el ciclo anterior ahora se convierte en la celda NOS-p en el nuevo ciclo. Volviendo a la etapa 414, si la ecuación de la etapa 414 no se cumple, se analiza adicionalmente la señal NOS-c en la etapa 418.

En la etapa 418, si el valor NOS-c es superior a 0,15 voltios (es decir, la ecuación se cumple), la celda NOS-c se asocia a un estado de inicio en la etapa 420 y el estado asociado se registra en la memoria. A continuación, el programa saltará a la etapa 430 para cambiar de ciclo hasta la siguiente celda NOS de la siguiente columna en la misma fila de registro. Sin embargo, si la ecuación de la etapa 418 no se cumple, el programa procede a la etapa 430 para cambiar de ciclo hasta la siguiente celda NOS de la siguiente columna en la misma fila de registro.

Volviendo a la etapa 412, si la celda NOS-p no está en un estado final (es decir, la respuesta en la etapa 412 es "no"), el programa continúa con la etapa 422. En la etapa 422, si la celda NOS-p está en un estado de inicio (es decir, la respuesta a la etapa 422 es "sí"), entonces el programa continúa con la etapa 424. En la etapa 424, si el valor Delta-lb es inferior a -0,2 y el valor Delta-la es inferior a -0,012 (es decir, la ecuación se cumple), la celda NOS-c se asocia en la etapa 428 a un estado final y su estado asociado se registra en la memoria. A continuación, el programa saltará a la etapa 430 para cambiar de ciclo hasta la siguiente celda NOS de la siguiente columna en la misma fila de registro. Sin embargo, si la ecuación de la etapa 424 no se cumple, se analiza adicionalmente la celda NOS-c en la etapa 426.

En la etapa 426, si el valor de la celda NOS-c es inferior a 0,15 voltios (es decir, la ecuación se cumple), la celda NOS-c se asocia a un estado final en la etapa 428 y su estado asociado se registra en la memoria. A continuación, el programa saltará a la etapa 430 para cambiar de ciclo hasta la siguiente celda NOS de la siguiente columna en la misma fila de registro. Sin embargo, si la ecuación de la etapa 426 no se cumple, el programa saltará a continuación a la etapa 430 para cambiar de ciclo hasta la siguiente celda NOS de la siguiente columna en la misma fila de registro.

El proceso se repite con cada una de las celdas de la fila en todos los canales de columna (C1-C12). Cuando se completa una fila de registro, el programa salta a la siguiente fila de registro y repite el proceso con cada una de las celdas de esa fila en todas las columnas (C1-C12), y así sucesivamente, identificando así cada estado de inicio y cada estado final.

5 Una vez que se identifican la celda de estado de inicio y la celda de estado final en cada canal de columna, todas las celdas dentro de esa columna desde la celda de estado de inicio hasta la celda de estado final se asocian como una agrupación de columna. De manera adicional, todas las agrupaciones de columna que están unidas directamente por al menos una celda se asocian entonces como parte de un evento maestro. A todas las celdas que comprenden ese evento maestro se les asigna una etiqueta de evento maestro única generada por el programa y se almacenan en la memoria para referencias posteriores, como se comenta a continuación. Por ejemplo, la etiqueta de evento maestro única puede ser un número entero y a cada evento maestro posterior se le puede asignar el siguiente número entero consecutivo, de modo que cada evento maestro tenga un identificador único en incrementos de números enteros.

10 Por ejemplo, como se muestra en la figura 3B, la agrupación de celdas directamente contiguas después de la celda de inicio más antigua (es decir, la celda de inicio más baja) define el primer evento maestro en el registro. Como se muestra en la figura 7, todas las celdas contiguas que componen ese evento maestro están etiquetadas con el número entero 999. La siguiente agrupación de celdas directamente contiguas después de la siguiente celda de inicio más antigua define el siguiente evento maestro y cada una de las celdas contiguas que comprenden ese evento maestro se muestran en la figura 7 etiquetadas con el siguiente número entero consecutivo 1000.

15 En la realización de matriz doble 200B, el mismo proceso se repite con el registro de datos NOS con respecto a los canales C13-C24 del segundo plano de luz 210-2. Como se explicará más adelante, debe apreciarse que el segundo plano de luz 210-2 (que está orientado 90 grados desde el primer plano de luz 210-1), puede generar un registro de datos NOS que produce diferencias en las agrupaciones de semillas identificadas debido a las diferencias en la proximidad y las relaciones de superposición de las semillas en el registro bidimensional del segundo plano de luz 210-2. Por tanto, estas diferencias en las agrupaciones de semillas pueden generar diferencias en la numeración de los eventos maestros debido a las diferencias entre los estados de inicio y los estados finales que se identifican durante el proceso de identificación de inicio/fin 400 de las agrupaciones de semillas cuando se "ven" en la orientación del segundo plano de luz 210-2. Estas diferencias se tienen en cuenta durante el proceso de comparación de grupos 900A, 900B comentado más adelante.

35 Análisis de eventos maestros

Para obtener un recuento exacto de semillas, el registro de datos NOS se analiza adicionalmente para determinar si un evento maestro corresponde a una única semilla o si el evento maestro comprende una o más semillas a través del proceso de análisis de eventos maestros 500 de la figura 5. El proceso de análisis de eventos maestros 500 incluye dos subprocesos: (A) identificar las "columnas de punto mínimo" para determinar si el evento maestro debe dividirse o separarse aún más en eventos distintos; y (B) etiquetar cada uno de los eventos distintos con un identificador único para referencias posteriores. El proceso de análisis de eventos maestros 500 (y cada uno de sus subprocesos) lo realiza el controlador 110 del sistema de monitorización 100 (comentado más adelante) a través del programa de software 101. Con el fin de describir el proceso de análisis de eventos maestros 500 (y cada uno de sus subprocesos), solo se explica el registro de los canales C1-C12. Sin embargo, debe apreciarse que en la realización de matriz doble 200B, se realiza el mismo proceso 500 en los canales C13-C24.

A. Proceso de identificación de columnas de punto mínimo

50 Una "columna de punto mínimo" es donde el valor de una celda NOS es más bajo que los valores de las celdas NOS inmediatamente a la izquierda y derecha de la celda NOS actual que se está analizando. En general, en los sitios donde se identifica un valor NOS más bajo entre dos celdas NOS de alto valor en columnas adyacentes, se sugiere que dos semillas están atravesando muy cerca la una de la otra el plano de luz 210-1 en una relación una al lado de la otra o en una relación parcialmente superpuesta. Por ejemplo, si la agrupación de tensión de señales generada por el paso de dos semillas se considera una montaña o meseta, las columnas de punto mínimo son los valles entre las montañas o mesetas que se distinguen entre las dos semillas. La columna de punto mínimo solo incluye las celdas dentro del registro de datos NOS que conectan la agrupación de celdas que comprende un evento maestro en el lado izquierdo y derecho de la celda NOS actual (NOS-c) que se está analizando. Haciendo referencia al registro de datos NOS de la figura 3B, no hay columnas de punto mínimo en el evento maestro 999, pero hay tres columnas de punto mínimo 1000A, 1000B, 1000C mostrados dentro del evento maestro 1000. Debido a la presencia de columnas de punto mínimo en el evento maestro 1000, debe dividirse en eventos distintos, como se explicará más adelante en el proceso de división y etiquetado de eventos maestros 600, pero primero, el proceso para identificar las columnas de punto mínimo se explica a continuación.

65 Haciendo referencia a la figura 3B y al diagrama de flujo lógico de la figura 5, las columnas de punto mínimo se identifican analizando cada celda en cada fila de registro de las columnas de canal (C1-C12) antes de pasar a la siguiente fila de registro. En la etapa inicial 502, primero se determina si la celda NOS que se está analizando (es

decir, la celda NOS actual (NOS-c)) y la celda NOS inmediatamente a su izquierda (NOS-l) y la celda NOS inmediatamente a su derecha (NOS-r) están asociadas con un evento maestro (como se describe anteriormente). Si la celda NOS-c no se ha asociado previamente a un evento maestro, el programa salta a la etapa 530 para analizar la siguiente celda NOS en la siguiente columna de la misma fila de registro. Si la respuesta en la etapa 502 es "sí", el programa procede a la etapa 504 y analiza el registro de datos NOS para identificar la primera celda de inicio después de una celda final en esa columna y determinar si alguna celda NOS después de la celda de inicio identificada en esa columna hasta la celda NOS-c ha sido etiquetada como una columna de punto mínimo (como se explica a más adelante). Si la respuesta a la etapa 504 es "no", el programa salta a la etapa 530. Si la respuesta en la etapa 504 es "sí", el programa continúa con la etapa 506.

Por ejemplo, con referencia a la figura 3B, se supone que la celda en la fila de registro 23 en el canal o la columna 5 (en lo sucesivo, denominada r26:c5) es la celda actual que se analiza (es decir, la celda NOS-c). En la etapa 502, la celda NOS-c r26:c5 se asoció previamente a la etiqueta de evento maestro 1000 y la celda inmediatamente a su derecha (es decir, la celda NOS-r en r26:c6) también se asoció previamente a la etiqueta de evento maestro 1000. Sin embargo, la celda inmediatamente a su izquierda (es decir, la celda NOS-l r26:c4) no está asociada a ningún evento maestro, por lo que la respuesta en la etapa 502 es que "no", y el programa salta a la etapa 530 y avanza a la siguiente celda de la misma fila en la siguiente columna. Debe apreciarse que si las celdas a la derecha o a la izquierda de la celda NOS-c no están asociadas al mismo evento maestro, la celda NOS-c no puede ser una columna de punto mínimo. Pasando a la celda en r26:c7 como celda NOS-c, y repitiendo la etapa 502, la celda en r26:c7 se asoció previamente con la etiqueta de evento maestro 1000, y la celda inmediatamente a su derecha (es decir, la celda NOS-r en r26:c8) también se asoció previamente a la etiqueta de evento maestro 1000. De la misma manera, la celda inmediatamente a su izquierda (es decir, la celda r26:c6) también se asoció al evento maestro 1000, por lo que la respuesta en la etapa 502 es "sí" y el programa procede a la etapa 504. En la etapa 504, el programa busca registros anteriores en la misma columna (es decir, la columna 7) hasta la primera celda de inicio en esa columna (que, en este caso, es la celda NOS-c en r26:c7) e identifica que no ha habido celdas anteriores a r26:c7 que hayan sido etiquetadas previamente como una columna de punto mínimo porque la columna de punto mínimo más antigua determina la columna de punto mínimo. Debido a que la respuesta en la etapa 504 con respecto a la celda r26:c7 es "sí", el programa continúa con la etapa 506.

En la etapa 506, el registro de datos NOS se analiza para determinar si la celda NOS-c está en una columna que bordea directamente una celda NOS que se ha etiquetado previamente como una columna de punto mínimo (explicada a continuación). Si la respuesta en la etapa 506 es "sí", el programa salta a la etapa 530. Si la respuesta a la etapa 506 es "no", el programa continúa con la etapa 510. Haciendo referencia al ejemplo anterior con respecto a la celda en r26:c7, el programa confirma que la celda en r26:c7 no bordea ninguna celda previamente etiquetada como columna de punto mínimo, pues dos celdas de punto mínimo o columnas de punto mínimo no pueden estar una al lado de la otra. Debido a que la respuesta en la etapa 506 con respecto a la celda r26:c7 es "sí", el programa continúa con la etapa 510.

En la etapa 510, el programa lee y almacena en la memoria el valor de la celda NOS-c. En la etapa 512, el programa lee y almacena en la memoria el valor de la celda NOS inmediatamente a su izquierda (NOS-l). En la etapa 514, el programa lee y almacena en la memoria el valor de la celda NOS inmediatamente a su derecha (NOS-r). En la etapa 516, el programa calcula el "valor Delta-L", que es el valor de la diferencia entre el valor de la celda NOS-l y la celda NOS-c. En la etapa 518, el programa calcula el "valor Delta-R", que es el valor de la diferencia entre el valor de la celda NOS-r y la celda NOS-c. Haciendo referencia al ejemplo anterior con respecto a la celda NOS-c en r26:c7, su valor en la figura 3B es 0,2; el valor NOS-l en la celda r26:c6 es 0,8; el valor NOS-r de la celda r26:c8 es 0,2 y, por lo tanto, el valor Delta-L es 0,6 (es decir, 0,8-0,2) y el valor Delta-R es 0 (es decir, 0,2- 0,2).

En la etapa 520, si el valor Delta-L y el valor Delta-R es mayor o igual a 0,03 (es decir, la ecuación se cumple), el programa en la etapa 522 asocia que la celda NOS-c es una "columna de punto mínimo" que se almacena en la memoria. A continuación, el programa salta a la etapa 530 para cambiar de ciclo hasta la siguiente celda NOS en la siguiente columna en la misma fila de registro. Si el valor Delta-L o el valor Delta-R es inferior a 0,03 (es decir, la ecuación en la etapa 520 no se cumple), el programa continúa con la etapa 524. Haciendo referencia al ejemplo anterior con respecto a la celda en r26:c7, aunque el valor Delta-L de 0,6 calculado anteriormente es superior a 0,03, el valor Delta-R de 0 es inferior a 0,03, por lo que el programa procede a la etapa 524.

En la etapa 524, el programa identifica el valor de la celda NOS dos columnas a la derecha (NOS-2r) de la celda NOS-c y determina el "valor Delta-2R", que es el valor de la diferencia entre el valor de la celda NOS-2r y el celda NOS-r. Si el valor Delta-2R es mayor o igual a 0,03 y el valor Delta-L es mayor o igual a 0,03 (es decir, ambas ecuaciones se cumplen), el programa continúa con la etapa 526. Sin embargo, si cualquiera de las ecuaciones de la etapa 524 no se cumple, el programa salta a la etapa 530. Haciendo referencia al ejemplo anterior con respecto a la celda en r26:c7, el valor de la celda NOS-2r (es decir, la celda r26:c9) es 1,0.

Por tanto, debido a que el valor de Delta-L de 0,6 es mayor o igual a 0,03 y el valor de Delta-2R de 0,8 (es decir, 1,0-0,2) es mayor o igual a 0,03, la ecuación se cumple y el programa avanza a la etapa 526.

En la etapa 526, el programa determina si el valor NOS-c es menor o igual al valor NOS-r. Si es que sí, la celda NOS-c se asocia y almacena en la memoria como una columna de punto mínimo en la etapa 522. Haciendo

referencia al ejemplo anterior con respecto a la celda en r26:c7, debido a que el valor de la celda r26:c7 es igual al valor de r26:c8, la ecuación se cumple, por lo que la celda r26:c7 se etiqueta como una columna de punto mínimo. A continuación, el programa se desplaza a la celda r23:c10. Si la respuesta a la etapa 526 es "no", la celda NOS-r se asocia y almacena en la memoria como una columna de punto mínimo en la etapa 528.

5 A continuación, el programa pasa a la etapa 530 cambiando de ciclo hasta la siguiente columna a la derecha en la misma fila de registro. Al cambiar de ciclo hasta la siguiente columna, debe apreciarse que la celda que había sido la celda NOS-r en el ciclo anterior se convertirá en la celda NOS-c en el nuevo ciclo y en la celda que había sido la celda NOS-c del ciclo anterior se convertirá en la celda NOS-l en el nuevo ciclo.

10 El proceso anterior se repite con cada una de las celdas de la fila en todos los canales de columna (C1-C12). Cuando se completa una fila de registro, el programa salta a la siguiente fila de registro y repite el proceso con cada una de las celdas de esa fila en todas las columnas (C1-C12), y así sucesivamente, identificando así todas las celdas de punto mínimo. Todas las celdas de punto mínimo directamente contiguas forman una columna de punto mínimo.

15 En la realización de matriz doble 200B, el mismo proceso se repite con el registro de datos NOS con respecto a los canales C13-C24 del segundo plano de luz 210-2. Como se explicó con anterioridad, debe apreciarse que el segundo plano de luz 210-2 (que está orientado 90 grados desde el primer plano de luz 210-1), puede generar un registro de datos NOS que produce diferencias en las agrupaciones de semillas identificadas debido a las diferencias en la proximidad y las relaciones de superposición de las semillas en el registro bidimensional del segundo plano de luz 210-2. Por tanto, estas diferencias en las agrupaciones de semillas pueden generar diferencias en la numeración de los eventos maestros debido a las diferencias entre los estados de inicio y los estados finales que se identifican durante el proceso de identificación de inicio/fin 400 de las agrupaciones de semillas cuando se "ven" en la orientación del segundo plano de luz 210-2. De manera adicional, debido a la diferencia de 90 grados en la orientación del primer y segundo plano de luz 210-1, 210-2 pueden identificarse diferentes columnas de punto mínimo para los eventos maestros respectivos. Por ejemplo, con referencia a la figura 2B, el segundo plano de luz 210-2 puede detectar un espacio o columna de punto mínimo entre semillas no detectada en la "vista" bidimensional del primer plano de luz 210-1 durante el proceso de identificación de columnas de punto mínimo 500 en los canales C13-C24.

B. Proceso de división y etiquetado de eventos maestros

35 La figura 7 muestra las etiquetas de eventos maestros 999 y 1000 originales asignadas durante el proceso de identificación de eventos maestros 400 con las columnas de punto mínimo 1000A, 1000B, 1000C identificadas de acuerdo con el proceso de identificación de columnas de punto mínimo 400 descrito anteriormente. La figura 8A muestra el evento maestro 1000 de la figura 7 inicialmente dividido en dos eventos distintos etiquetados con 1000 y 1001 de conformidad con el proceso de división y etiquetado de eventos maestros 600 (explicado más adelante). La figura 8B muestra el evento maestro 1000 dividido adicionalmente en tres eventos 1000, 1001, 1002 de conformidad con el proceso de división y etiquetado de eventos maestros 600 (comentado más adelante). Y la figura 8C muestra el evento maestro 1000 dividido adicionalmente en cuatro eventos 1000, 1001, 1002, 1003 de conformidad con el proceso de división y etiquetado de eventos maestros 600 (comentado más adelante).

45 Una vez que se han identificado las columnas de punto mínimo (si las hay) en un evento maestro, el programa realiza el proceso de división y etiquetado de eventos maestros 600 como se representa en el diagrama de flujo lógico de la figura 6. Si no hay columnas de punto mínimo presentes en el evento maestro, el proceso de división y etiquetado de eventos maestros 600 se salta ese evento maestro y el programa procede a determinar las métricas de los eventos (comentadas más adelante).

50 Con referencia a la figura 6, en la etapa inicial 602, el registro de datos NOS se analiza para identificar el evento maestro más antiguo que tiene una columna de punto mínimo que, con referencia a la figura 7, es el evento maestro etiquetado con el número 1000. En la etapa 604, el programa identifica la columna de punto mínimo más antigua (es decir, más baja) dentro de dicho evento maestro que, en la figura 8A, es la columna de punto mínimo 1000A en la fila de registro 26 de la columna C7 (es decir, r26:c7).

55 En la etapa 606, el programa divide el evento maestro en dos eventos distintos (es decir, un evento izquierdo y un evento derecho). Todas las celdas en el evento maestro a la derecha de la columna de punto mínimo junto con todas las celdas en la mitad inferior de la columna de punto mínimo están asociadas al evento derecho. Todas las celdas a la izquierda de la columna de punto mínimo y por encima de la columna de punto mínimo junto con las celdas en la mitad superior de la columna del valle están asociadas al evento izquierdo.

60 En la etapa 608, a todas las celdas asociadas al evento derecho se les asigna la misma etiqueta que se usó por última vez. En la etapa 610, a todas las celdas asociadas al evento izquierdo se les asigna una nueva etiqueta que recibe el número entero siguiente consecutivo. En el ejemplo de la figura 8A, se puede ver que todas las celdas a la derecha de la primera columna de punto mínimo 1000A y las celdas que comprenden la mitad inferior de la columna de punto mínimo 1000A conservan su etiqueta original (es decir, la etiqueta 1000). Todas las celdas a la

izquierda de la columna de punto mínimo 1000A y por encima de la columna de punto mínimo 1000A, así como la mitad superior de la columna de punto mínimo 1000A están etiquetadas con el siguiente número entero consecutivo (es decir, 1001).

5 El programa pasa luego a la etapa 612 para identificar si el evento maestro incluye otras columnas de punto mínimo. Si no hay otra columna de punto mínimo en el evento maestro (es decir, la respuesta en la etapa 612 es "no") el proceso de división y etiquetado de eventos maestros finaliza y el programa continúa con el proceso de determinación de métricas de eventos explicado más adelante. Si hay otras columnas de punto mínimo en el evento maestro (es decir, la respuesta en la etapa 612 es "sí"), el programa procede a la etapa 616 y se desplaza a la siguiente columna de punto mínimo más antigua (es decir, la columna de punto mínimo con la siguiente columna de punto mínimo más baja). Con referencia a la figura 8A, la siguiente columna de punto mínimo más antigua es la columna de punto mínimo 1000B.

15 Después de desplazarse la siguiente columna de punto mínimo, el programa identifica en la etapa 618 si la etiqueta asociada con la celda a la derecha de la columna de punto mínimo más antigua es diferente de la etiqueta de la columna de punto mínimo más antigua. Si la respuesta en la etapa 618 es "sí", se repite el proceso de las etapas 606 a 612, como se ha descrito anteriormente. Si la respuesta a la etapa 618 es "no", el programa continúa con la etapa 620. En el ejemplo de la figura 8A, las celdas a la derecha de la columna de punto mínimo más antigua (es decir, la celda en r31:c9) en la columna 1000B tiene la misma etiqueta (es decir, 1000) como la columna de punto mínimo más antigua. Por consiguiente, la respuesta en la etapa 618 es "no" y el programa procede a la etapa 620.

25 En la etapa 620, el programa divide de nuevo el evento maestro en dos eventos distintos (es decir, un evento izquierdo y un evento derecho). Todas las celdas en el evento maestro a la izquierda de la columna de punto mínimo, debajo de la columna de punto mínimo y en la mitad inferior de la columna de punto mínimo están asociadas al evento de la izquierda. Todas las celdas en el evento maestro a la derecha de la columna de punto mínimo, por encima de la columna de punto mínimo y en la mitad superior de la columna de punto mínimo están asociadas al evento derecho.

30 En la etapa 622, a todas las celdas asociadas al evento izquierdo se les asigna la misma etiqueta que se usó por última vez. En la etapa 624, a todas las celdas asociadas al evento derecho se les asigna una nueva etiqueta que recibe el número entero siguiente consecutivo. A continuación, haciendo referencia a la figura 8B, se puede ver que todas las celdas a la izquierda de la columna de punto mínimo 1000B y las celdas que comprenden la mitad inferior de la columna de punto mínimo 1000B conservan sus etiquetas originales (es decir, las etiquetas 1000 y 1001). Todas las celdas a la derecha de la columna de punto mínimo 1000B y por encima de la columna de punto mínimo 1000B, así como en la mitad superior de la columna de punto mínimo 1000B están etiquetadas con el siguiente número entero consecutivo (es decir, 1002).

40 El programa pasa luego a la etapa 612 para identificar si el evento maestro incluye otras columnas de punto mínimo. Si no hay otra columna de punto mínimo en el evento maestro (es decir, la respuesta en la etapa 612 es "no") el proceso de división y etiquetado de eventos maestros finaliza y el programa continúa con el proceso de determinación de métricas de eventos explicado más adelante. Si hay otras columnas de punto mínimo en el evento maestro (es decir, la respuesta en la etapa 612 es "sí"), el programa procede a la etapa 616 y se desplaza a la siguiente columna de punto mínimo más antigua (es decir, la columna de punto mínimo con la siguiente columna de punto mínimo más baja). Con referencia a la figura 8B, la siguiente columna de punto mínimo más antigua es la columna de punto mínimo 1000C.

50 Después de desplazarse la siguiente columna de punto mínimo, el programa repite la etapa 618 y, desde ahí, las respectivas etapas. En el ejemplo de la figura 8B, las celdas a la derecha de la columna de punto mínimo más antigua (es decir, la celda en r41:c7) en la columna de punto mínimo 1000C tienen una etiqueta diferente (es decir, 1000) desde la de la columna de punto mínimo más antigua. Por consiguiente, la respuesta en la etapa 618 es "sí", por lo que el programa procede a la etapa 606.

55 En la etapa 606, el programa divide el evento maestro en dos eventos distintos (es decir, un evento izquierdo y un evento derecho). Todas las celdas en el evento maestro a la derecha de la columna de punto mínimo junto con todas las celdas en la mitad inferior de la columna de punto mínimo están asociadas al evento derecho. Todas las celdas a la izquierda de la columna de punto mínimo y por encima de la columna de punto mínimo junto con las celdas en la mitad superior de la columna del valle están asociadas al evento izquierdo.

60 En la etapa 608, a todas las celdas asociadas al evento derecho se les asigna la misma etiqueta que se usó por última vez. En la etapa 610, a todas las celdas asociadas con el evento izquierdo se les asigna una nueva etiqueta que recibe el número entero siguiente consecutivo. Con referencia ahora a la figura 8C, se puede ver que a todas las celdas a la derecha de la columna de punto mínimo 1000C y a las celdas que comprenden la mitad inferior de la columna de punto mínimo 1000C se les asigna la última etiqueta utilizada (es decir, 1002). Todas las celdas a la izquierda de la columna de punto mínimo 1000C y por encima de la columna de punto mínimo 1000C, así como la mitad superior de la columna de punto mínimo 1000C están etiquetadas con el siguiente número entero consecutivo (es decir, 1003).

El programa pasa luego a la etapa 612 para identificar si el evento maestro incluye otras columnas de punto mínimo. Si no hay otra columna de punto mínimo en el evento maestro (es decir, la respuesta en la etapa 612 es "no") el proceso de división y etiquetado de eventos maestros finaliza y el programa continúa con el proceso de determinación de métricas de eventos explicado más adelante. Si hay otras columnas de punto mínimo en el evento maestro (es decir, la respuesta en la etapa 612 es "sí"), el programa procede a la etapa 616 y se desplaza a la siguiente columna de punto mínimo más antigua (es decir, la columna de punto mínimo con la siguiente columna de punto mínimo más baja). Haciendo referencia a la figura 8C, no hay otras columnas de punto mínimo, por lo tanto, el proceso de división y etiquetado de eventos maestros finaliza y el programa continúa con el proceso de determinación de métricas de eventos que se explica más adelante.

En la realización de matriz doble 200B, el mismo proceso se repite con el registro de datos NOS con respecto a los canales C13-C24 del segundo plano de luz 210-2. Como se explicó con anterioridad, debe apreciarse que el segundo plano de luz 210-2 (que está orientado 90 grados desde el primer plano de luz 210-1), puede generar un registro de datos NOS que produce diferencias en las agrupaciones de semillas identificadas debido a las diferencias en la proximidad y las relaciones de superposición de las semillas en el registro bidimensional del segundo plano de luz 210-2. Por tanto, estas diferencias en las agrupaciones de semillas pueden no solo dar como resultado diferencias en la numeración de los eventos maestros debido a las diferencias entre los estados de inicio y los estados finales que se identifican durante el proceso de identificación de inicio/fin 400 de las agrupaciones de semillas cuando se "ven" en la orientación del segundo plano de luz 210-2, sino que la orientación diferente de 90 grados del primer y segundo plano de luz 210-1, 210-2 puede dar como resultado que se identifiquen diferentes columnas de punto mínimo para los respectivos eventos maestros 1 durante el proceso de identificación de columnas de punto mínimo 500 para los canales C13-C24. Como resultado de las diferencias en las columnas de punto mínimo, puede haber diferencias en la división y el etiquetado de los eventos durante el proceso de división y etiquetado de eventos maestros 600. Estas diferencias se tienen en cuenta durante el proceso de comparación de grupos 900A, 900B comentado más adelante.

Determinación de métricas de eventos

Después de completar el proceso de división y etiquetado de eventos maestros 600, el programa determina varias métricas de cada evento que se utilizan durante el proceso de comparación de grupos 900A, 900B explicado más adelante, incluyendo el tiempo del evento, la amplitud del evento, las pausas del evento, el volumen de tensión del evento y la distancia del evento.

El tiempo del evento es el tiempo total de un evento maestro desde el tiempo en la última fila de registro del evento maestro menos el tiempo en la primera fila de registro del evento maestro. Haciendo referencia a la figura 8C, el tiempo del evento del evento maestro 999 se identifica con el número de referencia 702 y el tiempo del evento del evento maestro 1000 se identifica con el número de referencia 704.

La amplitud del evento es la amplitud total del evento maestro definido por los canales 222 (C1-C12) que tiene un valor en las celdas NOS multiplicado por la separación de los canales 222. Haciendo referencia a la figura 8C, la amplitud de evento del evento maestro 999 se identifica con el número de referencia 706 y la amplitud de evento del evento maestro 1000 original (ahora dividido en eventos distintos 1000, 1001, 1002, 1003) se identifica con el número de referencia 708.

Las pausas del evento son el número total de veces que cualquier canal en cualquier evento maestro pasa de un estado de inicio a un estado final y de vuelta al estado de inicio. Haciendo referencia a la figura 8C, no hay pausas de evento en el evento maestro 999. Sin embargo, en el evento maestro 1000 original (ahora dividido en eventos distintos 1000, 1001, 1002, 1003), las pausas de evento se identifican con el número de referencia 710.

El volumen de tensión del evento es la suma de los valores de las celdas NOS del evento maestro multiplicada por la velocidad del grupo (explicada con más detalle más adelante).

La distancia de evento es la distancia real, que es el tiempo del evento multiplicado por la velocidad del grupo (comentado con más detalle más adelante).

Agrupación de eventos maestros

Los eventos maestros se agrupan con el fin de: (a) comparar los recuentos de semillas de una ventana de registro determinada y (b) calcular la velocidad del grupo. Una ventana de registro comienza cuando comienza el evento maestro más antiguo y la ventana de registro se ejecuta hasta sin que se detecten semillas en un número predefinido de registros (por ejemplo, no se detecta ningún valor NOS superior a 0,15) tras un último estado final de la agrupación unida de celdas NOS que definen ese evento maestro. Por ejemplo, si se supone que el número predeterminado de registros sin que se detecten semillas tras el último estado final del evento maestro más antiguo es de 10 registros, la ventana de registro finalizará tras un lapso de 10 registros en el que no se detecten semillas. Dicho de otra forma, empleando el supuesto lapso de 10 registros, si el índice de registro es de 10 kHz, la ventana

de registro terminará 1 ms después del último estado final del evento maestro más antiguo que inicia la ventana de registro. Todos los eventos maestros capturados dentro de esa ventana de registro se denominan "grupo de eventos maestros" o "grupo" para abreviar.

5 La velocidad del grupo ("velocidad de grupo") se determina de manera diferente dependiendo de si se usa la realización de una sola matriz 200A o si se usa la realización de matriz doble 200B. En la realización de matriz doble 200B, debido a que hay dos planos de luz 210-1, 210-2, la velocidad del grupo se puede calcular con precisión determinando el cambio en el tiempo entre el primer plano de luz 210-1 y el segundo plano de luz 210-2, detectando el primer evento maestro en un grupo, dividido por la distancia entre los planos de luz 210-1, 210-2 (por ejemplo, 10 0,125 pulgadas (0,32 cm) en la realización descrita anteriormente). La velocidad promedio de las semillas pasantes se puede calcular utilizando un búfer primero en entrar, primero en salir (FIFO) sobre un número predeterminado de grupos (por ejemplo, 3000).

15 Para la realización de una sola matriz 200A, debido a que solo hay un plano de luz 210-1, la velocidad del grupo se calcula usando el modo "amplitud del evento" dividido por el modo "tiempo del evento". Como su nombre indica, el modo "amplitud del evento" es la amplitud del evento más común del grupo en un número variable predeterminado de eventos maestros (es decir, el número más común de canales 222 con un valor en las celdas NOS durante un número predeterminado de eventos, multiplicado por la separación de los canales 222). Del mismo modo, el modo "tiempo del evento", como su nombre indica, es el tiempo de evento más común que se produce durante un número 20 predeterminado de eventos maestros. El propósito de usar el modo es obtener la medición promedio de la amplitud y el tiempo de un solo evento maestro, suponiendo que el evento maestro, habitualmente, estará comprendido por una sola partícula.

25 Como se identificó antes, el volumen de tensión del evento y la distancia del evento se calculan usando la velocidad del grupo (calculada por cualquiera de los métodos descritos anteriormente dependiendo de si se utiliza la realización de una sola matriz 200A o la realización de matriz doble 200B). En la realización de matriz doble 200B, que produce una velocidad para cada agrupación de celdas (que indica una semilla o grupo de semillas), se puede aplicar un filtro adicional donde se hace una excepción para el volumen de tensión del evento y la distancia del evento si la velocidad del grupo calculada es mayor que 2,5 veces la velocidad promedio. En tales casos, la 30 agrupación de celdas que define el evento maestro probablemente sean desechos. Para esas situaciones, la velocidad promedio se emplea para cualquier evento que no sea el primer evento maestro de un grupo.

Histogramas de métricas

35 Para caracterizar el producto que fluye a través del conjunto sensor 200, los modos más frecuentes de "volumen de tensión del evento" (EVV), "distancia del evento" y "amplitud del evento" se determinan y almacenan utilizando histogramas para el único plano de luz 210-1 (en la realización de una sola matriz 200A) o para cada plano de luz 210-1, 210-2 (en la realización de matriz doble 200B). Esto se hace usando un búfer FIFO predeterminado (por ejemplo, 3000 eventos maestros).

40 Un histograma de EVV se configura con 30 bins o intervalos que incluyan solo el 90 % más bajo de los eventos maestros. El modo "volumen de tensión" (VVM) se encuentra calculando el promedio de los 4 bins o intervalos más altos.

45 Un histograma de la distancia del evento se configura con 20 bins o intervalos que incluyen solo el 90 % más bajo de los eventos maestros. El modo de distancia se halla calculando el promedio de los 4 bins o intervalos más altos.

50 Un histograma de la amplitud del evento se configura con un rango de bins o intervalos de 0 a 13. El modo de amplitud se halla calculando el promedio de los dos bins o intervalos más altos.

Caracterización de eventos maestros

La figura 9 es un diagrama de flujo lógico del proceso de caracterización 800 para caracterizar un evento maestro como "quíntuple" (es decir, cinco semillas), "cuádruple" (es decir, cuatro semillas), "triple" (es decir, tres semillas), 55 "doble" (es decir, dos semillas), un "individual" (es decir, una semilla) o desechos. Bajo el diagrama de flujo lógico de la figura 9, el programa primero verifica si el evento maestro cumple con los criterios para ser clasificado como quántuple, luego como quádruple, luego como triple, luego como doble, luego como individual, luego como desechos. Una vez que el evento maestro se clasifica como que cumple con los criterios para una de estas clasificaciones, el programa sale del bucle y continúa con el siguiente evento maestro. En los cálculos de ejemplo proporcionados a continuación para caracterizar el evento maestro como quántuple, quádruple, triple, doble, individual o como desechos, los valores del volumen de tensión del evento (EVV) se seleccionaron empíricamente para diferenciar 60 entre el número de semillas de un evento maestro. Otros valores de EVV pueden ser más precisos para estimar el número de semillas de un evento maestro y, por lo tanto, los valores de EVV proporcionados en los cálculos de ejemplo deben considerarse valores de EVV no limitantes con el fin de caracterizar un evento maestro al estimar el 65 número real de semillas que comprende el evento maestro.

En la etapa 802, si el volumen de tensión del evento (EVV) es mayor que 6,8 veces el modo volumen de tensión (VVM), de modo que se cumpla la ecuación en la etapa 802, el programa clasifica el evento maestro como quíntuple en la etapa 804 y luego el programa salta a la etapa 840 para caracterizar el siguiente evento maestro. Si no se cumple la ecuación en la etapa 802, el programa continúa con la etapa 806. En la etapa 806, si el EVV es mayor que 5 veces el VVM, de modo que se cumpla la ecuación en la etapa 806, el programa clasifica el evento maestro como cuádruple en la etapa 808 y luego el programa salta a la etapa 840 para caracterizar el siguiente evento maestro. Si no se cumple la ecuación en la etapa 806, el programa continúa con la etapa 810.

En la etapa 810, si el EVV es mayor que 3,9 veces el VVM, de modo que se cumpla la ecuación en la etapa 810, el programa clasifica el evento maestro como triple en la etapa 818 y luego el programa salta a la etapa 840 para caracterizar el siguiente evento maestro. Si no se cumple la ecuación en la etapa 810, el programa procede a la etapa 814 para verificar si el evento maestro incluye una pausa (es decir, un inicio y luego una parada para iniciar la transición). Si el evento maestro incluye una pausa, el programa procede a la etapa 816 para comprobar si el EVV es mayor que 2,2 veces el VVM, si ambas etapas 814, 816 son un "sí", el programa clasifica el evento maestro como triple en la etapa 818 y luego el programa salta a la etapa 840 para caracterizar el siguiente evento maestro. Si la etapa 814 o la 816 es un "no", el programa continúa con la etapa 820.

En la etapa 820, si el EVV es mayor que 2,9 veces el VVM, de manera que se cumple la ecuación en la etapa 820, el programa clasifica el evento maestro como doble en la etapa 826 y el programa salta a la etapa 840 para caracterizar el siguiente evento maestro. Si no se cumple la ecuación en la etapa 820, el programa procede a la etapa 822 para verificar si el evento maestro incluye una pausa (un inicio y luego una parada para iniciar la transición). Si el evento maestro incluye una pausa, el programa procede a la etapa 824 para comprobar si el EVV es mayor que 1,2 veces el VVM, si ambas etapas 822, 824 son un "sí", el programa clasifica el evento maestro como doble en la etapa 826 y luego el programa salta a la etapa 840 para caracterizar el siguiente evento maestro. Si la etapa 822 o la 824 es un "no", el programa continúa con la etapa 828.

En la etapa 828, si el EVV es mayor que 0,85 veces el VVM, de manera que se cumple la ecuación en la etapa 828, el programa clasifica el evento maestro como individual en la etapa 832 y luego el programa salta a la etapa 840 para caracterizar el siguiente evento maestro. Si no se cumple la ecuación en la etapa 828, el programa procede a la etapa 830 para comprobar si la distancia del evento es mayor que 0,6 veces el modo de distancia. Si se cumple la ecuación en la etapa 830, el programa clasifica el evento maestro como individual en la etapa 832 y luego el programa salta a la etapa 840 para caracterizar el siguiente evento maestro. Si no se cumple la ecuación en la etapa 830, el programa clasifica el evento maestro como desechos en la etapa 834 y luego el programa salta a la etapa 840 para caracterizar el siguiente evento maestro.

Proceso de comparación de grupos

Las figuras 10A y 10B ilustran el proceso de comparación de grupos 900A, 900B, respectivamente. Debe apreciarse que la figura 10A ilustra el proceso de comparación de grupos 900A para la realización de una sola matriz 200A porque ilustra las etapas para un solo plano de luz 210-1, mientras que la figura 10B ilustra el proceso de comparación de grupos 900B para la realización de matriz doble 200B porque ilustra las etapas para ambos planos de luz 210-1, 210-2. El proceso de comparación de grupos 900A, 900B lo ejecuta el programa después de completar los procesos 400, 500, 600, 800 y sus respectivos procesos intermedios descritos anteriormente con respecto a los datos generados por el plano de luz 210-1 (para la realización de una sola matriz 200A) o los datos generados por cada uno de los planos de luz 210-1, 210-2 (para la realización de matriz doble 200B). En las dos figuras 10A y 10B, en la etapa 902, el número de eventos distintos dentro de cada grupo (por ejemplo, eventos 999, 1000, 1001, 1002, 1003 en la figura 8C) se suman para determinar un recuento de semillas de grupo. Se supone que el número de eventos individuales sumados de cada grupo es el número de semillas que comprenden el grupo.

En la realización de matriz doble 200B, se realiza una etapa adicional 904, por lo que se compara el recuento total de semillas del grupo de cada plano de luz 210-1, 210-2 y el número mayor se almacena en la memoria como el recuento de semillas de ese grupo. Por ejemplo, el grupo del primer plano de luz 210-1 ha identificado cinco eventos distintos (es decir, 999, 1000, 1001, 1002, 1003) correspondientes a cinco semillas. Sin embargo, el segundo plano de luz 210-2 no puede dividir los grupos de semillas S2-S5 en cuatro eventos distintos porque el plano de luz 210-2 puede no identificar tres canales de punto mínimo si las semillas están dispuestas de tal manera que el registro mediante el segundo plano de luz identifica solo dos canales de punto mínimo. Por tanto, en este ejemplo, el segundo plano de luz 210-2 solo puede identificar cuatro eventos distintos, correspondientes a cuatro semillas. En la etapa 904, el recuento de semillas del primer plano de luz que identifica el mayor número de semillas (es decir, cinco semillas) se usaría entonces para hacer el recuento total semillas del grupo.

En la etapa 906, después de que se haya determinado el recuento total de semillas del grupo y después de que se haya determinado la velocidad del grupo (mediante cualquiera de los métodos descritos con anterioridad para la realización de una sola matriz 200A o la realización de matriz doble 200B), el recuento final de semillas del grupo y la velocidad promedio de las semillas se envían luego al dispositivo de visualización 130 del sistema de monitorización 100 para que el operario los vea.

Debe apreciarse que el uso de una realización de matriz doble 200B puede mejorar la precisión del recuento de semillas porque el segundo plano de luz 210-2 es capaz de diferenciar entre semillas en una tercera dimensión que, de otro modo, no se diferenciarían y se contarían si se empleara una realización de una sola matriz con un único plano de luz que solo fuera capaz de detectar semillas en un espacio bidimensional. Por tanto, ya la realización de matriz doble tiene en cuenta el mayor número de semillas detectado entre los dos planos de luz, la realización de matriz doble 200B será generalmente más precisa que la realización de una sola matriz 200A. Sin embargo, el uso de un segundo plano de luz 210-2 requiere el doble de potencia de procesamiento que el uso de un solo plano de luz (por ejemplo, 12 entradas frente a 24 entradas en el ejemplo proporcionado). En función de las pruebas, se demostró que el recuento de semillas con la realización de una sola matriz 200A tiene una precisión de recuento de semillas del 90 % (es decir, el recuento de semillas medido estuvo dentro del 10 % del recuento real de semillas). La realización de matriz doble 200B aumentó la precisión del recuento de semillas al 97 % (es decir, el recuento de semillas medido estuvo dentro del 3 % del recuento real de semillas). Sin embargo, para sembradoras neumáticas, incluso una precisión de recuento de semillas del 90 % es extremadamente precisa. Por consiguiente, en vista de la potencia de procesamiento adicional requerida para una realización de matriz doble 200B, utilizar una sola realización de matriz 200A puede ser adecuado para muchas, si no la mayoría de las aplicaciones de sembradoras neumáticas.

Sembradora neumática

La figura 11 es una vista en alzado lateral de una sembradora neumática convencional 10, como el tipo divulgado en la publicación de patente de EE. UU. n.º US2010/0264163 y la patente de EE. UU. n.º 8.695.396. La figura 12 es una ilustración esquemática de la sembradora neumática 10 de la figura 11 que muestra el conjunto contenedor de partículas 200 dispuesto en una línea de distribución 58 de la sembradora neumática 10. El sistema de siembra neumática 10 se muestra comprendiendo un carro neumático 11 y una herramienta de contacto con el suelo 24. El carro neumático 11 incluye depósitos de almacenamiento 12, 14 para almacenar semillas, fertilizante u otro producto granular que quiera rociarse por el terreno. Los depósitos de almacenamiento 12, 14 están montados en un bastidor 16 soportado por unas ruedas motrices 18 para desplazarse hacia adelante sobre el suelo gracias a un vehículo remolcador (no mostrado) conectado a un enganche delantero 20. La herramienta de contacto con el suelo 24 incluye un bastidor 26 soportado por ruedas motrices 28 y conectado a la parte trasera del bastidor 16 del carro neumático mediante un enganche 30. El bastidor 26 soporta una pluralidad de unidades de fila 60. En disposiciones alternativas, la herramienta de contacto con el suelo 24 puede estar delante del carro neumático 11 o la herramienta de contacto con el suelo 24 y el carro neumático 11 pueden combinarse en un bastidor en común. Por tanto, todas las referencias a un sistema de siembra neumática 10 o una "sembradora neumática" 10, para abreviar, pretenden abarcar cada una de las disposiciones anteriores.

Funcionamiento de la sembradora neumática

Con referencia a la figura 12, la sembradora neumática 10 incluye un sistema de distribución de aire 34 tal como se divulga en la patente de EE. UU. n.º 6.213.690. El sistema de distribución de aire 34 incluye un ventilador 36 para dirigir el aire a través de un conducto principal 38. Hay un mecanismo dosificador 40 en el fondo de cada depósito 12, 14 para suministrar cantidades dosificadas de semillas, fertilizante u otros productos granulares a través de los conductos de producto 42, 44 desde los respectivos depósitos 12, 14 hacia los conductos principales 38 (solo se muestra un conducto principal 38 en las figuras 10 y 11). El producto dosificado por el mecanismo dosificador 40 en los conductos principales 38 es transportado por la corriente de aire hacia una torre de distribución corriente adelante 50. Normalmente, habrá una torre 50 por cada conducto principal 38. De manera adicional, se pueden proporcionar conductos principales 38 distintos para cada uno de los respectivos depósitos, de modo que los distintos productos dentro de esos respectivos depósitos 12, 14 puedan distribuirse por separado a una torre respectiva 50 para su suministro a través de líneas de distribución 58 distintos hasta unidades de fila individuales 60, como se describe a continuación. Como alternativa, el producto de los respectivos depósitos 12, 14 puede combinarse en un conducto principal en común 38, como se muestra en la figura 12, para distribuirlos conjuntamente. Si bien se muestran dos depósitos 12, 14 con los mecanismos de dosificación asociados 40 y los conductos principales 38, debe apreciarse que se puede proporcionar en la sembradora neumática 10 cualquier número de depósitos, mecanismos dosificadores 40 y conductos principales 38, según sea necesario.

El mecanismo dosificador 40 puede ser un mecanismo dosificador volumétrico, aunque puede ser cualquier otro mecanismo dosificador adecuado que se conozca en la técnica o que se explique en lo sucesivo. Como se identificó antes, los conductos de producto 42, 44 dirigen el producto desde el mecanismo dosificador 40 hacia los conductos principales 38 que transportan el producto por la corriente de aire a las torres de distribución corriente adelante 50. Cada torre 50 incluye un cabezal de distribución superior 52 ubicado en el extremo superior de un tubo de distribución vertical 54. El cabezal 52 divide uniformemente el flujo de producto en varias líneas de distribución 58. Cada línea de distribución 58 suministra producto a una unidad de fila corriente adelante 60. La unidad de fila 60 abre un surco 62 en la superficie del terreno. La línea de distribución deposita el producto en el surco 62 y una rueda de arrastre o de cierre 64 (figura 11) reafirma el terreno sobre el producto depositado. Aunque la unidad de fila 60 mostrada en las figuras 11 y 12 muestra un timón con una punta para abrir el surco 62 y muestra solo una línea de distribución 58 hacia cada unidad de fila 60, debe apreciarse que la unidad de fila 60 puede ser de una sola pasada, una unidad de fila de doble agujero que utiliza un disco de corte y una horquilla con líneas de distribución dobles 58

para suministrar semillas y fertilizante en el terreno, tal como se divulga en las patentes de EE. UU. n.º 8.275.525, 9.826.667 y 9.968.030, que se incorporan comercialmente en la sembradora neumática serie Case 500.

Continuando con la referencia a la figura 12, los mecanismos de dosificación 40 incluyen motores de dosificación de velocidad variable 72, 74 conectadas a unos respectivos dosificadores de producto 76, 78 ubicados en el fondo de los depósitos 12, 14 respectivos. A medida que los motores 72, 74 giran los respectivos dosificadores 76, 78, el producto de los respectivos depósitos 12, 14 se envía a través de los respectivos conductos de producto 42, 44 al conducto principal 38 que, a su vez, transporta el producto a la torre de distribución 50. Un controlador de índice de alimentación 84 está conectado a los motores dosificadores de velocidad variable 72, 74.

El controlador de índice de alimentación 84 está en comunicación de señales con el controlador 110 de un sistema de monitorización 100 (que se explica más adelante). Además del controlador 110 que ejecuta el programa de software 101 para realizar cada uno de los procesos, 400, 500, 600, 800, 900 descrito anteriormente, el controlador 110 también está en comunicación con un sensor de velocidad 168 que detecta la velocidad de avance de la sembradora neumática 10. El controlador 110 controla el controlador de índice de alimentación 84 para regular las velocidades del motor dosificador para mantener el índice de alimentación de producto seleccionado con la velocidad de avance cambiante. En una realización alternativa, el controlador del índice de alimentación 84 puede estar acoplado para poder ser accionado desde el terreno a través de una transmisión con una relación de salida regulable desde la cabina del tractor. El controlador 110 también está en comunicación con el receptor GPS 166, 131. El controlador 110 controla el controlador del índice de alimentación 84 para regular los índices de dosificación dependiendo de la ubicación de la sembradora neumática dentro del campo. Como se comenta más adelante, el sistema de monitorización 100 incluye un dispositivo de entrada, tal como la interfaz gráfica de usuario (GUI) 112, para permitir que el operario introduzca el índice de alimentación de producto deseado, como kilos por hectárea o semillas por hectárea, etc.

Plantadora singularizadora para cultivos en filas

La figura 13 es una vista en alzado lateral de una de una pluralidad de unidades de fila 310 de una plantadora de cultivos en filas 300 convencional que muestra el sistema dosificador de partículas 200 dispuesto en un tubo de sembrado 332 de la unidad de fila 310 para contar las semillas a medida que caen por la gravedad a través del tubo de sembrado 332. Cada unidad de fila 310 está soportada desde la barra de herramientas 314 por un varillaje paralelo 316 que permite que cada unidad de fila se mueva en vertical independientemente de la barra de herramientas y las otras unidades de fila separadas para adaptarse a los cambios en el terreno o cuando la unidad de fila dé con una roca u otro tipo de obstáculo a medida que la plantadora sea arrastrada por el campo. Cada unidad de fila 310 puede incluir una horquilla de montaje frontal 320 en la que se monta una barra de soporte de la tolva 322 y un bastidor auxiliar 324. La barra de soporte de la tolva 322 soporta una tolva de semillas 326 y una tolva de fertilizante 328, así como también soporta operativamente un dosificador de semillas 330 y un tubo de sembrado 332. El bastidor auxiliar 324 incluye un timón que se extiende hacia abajo 325 que soporta operativamente un conjunto de apertura de surcos 334. Hay también un conjunto de cierre de surcos 336 soportado operativamente por el extremo trasero del bastidor auxiliar 324. El conjunto de apertura de surcos 334 puede incluir uno o más discos de apertura de surcos 344 soportados operativamente desde el timón 325. El conjunto de apertura de surcos 334 puede incluir una o más ruedas calibradoras 348 soportadas operativamente desde el bastidor auxiliar 324 por unos brazos pivotantes de ruedas calibradoras. Puede instalarse selectivamente un regulador de profundidad 368 para regular la profundidad de los discos de apertura de surcos 344 con respecto a las ruedas calibradoras 348 para modificar la profundidad del surco formado por los discos de apertura de surcos.

En la unidad de fila 300 puede montarse un sensor de calidad de la conducción 364, que puede ser un acelerómetro, y disponerse para medir la velocidad vertical y la aceleración de la unidad de fila 310. En la barra de herramientas 314 o en la unidad de fila 300 pueden montarse unos sensores de velocidad 168, tal como sensores de velocidad por radar o sensores de velocidad por GPS. Un actuador de fuerza descendente 318, tal como una bolsa de aire, cilindro hidráulico o neumático o similar, actúa sobre el varillaje paralelo 316 para ejercer una fuerza descendente sobre la unidad de fila 300. Una válvula de fuerza descendente 174, tal como una servoválvula operada eléctricamente, puede controlar la cantidad de fuerza descendente aplicada por el actuador de fuerza descendente 318.

Durante el funcionamiento, a medida que la plantadora 300 avanza en la dirección de desplazamiento hacia adelante como se indica mediante la flecha 311, el conjunto de apertura de surcos 334 hace un surco 338 en la superficie del terreno. La tolva de semillas 326, que contiene las semillas que van a plantarse, transmite el suministro constante de semillas al dosificador de semillas 330. En una realización alternativa, la plantadora singularizadora 300 puede ser una plantadora de relleno central que incluye una tolva a granel montada en un bastidor, como se conoce en la técnica; en tales realizaciones, la tolva de semillas 326 puede comprender una pequeña tolva auxiliar en comunicación de semillas con la tolva a granel. El dosificador de semillas 330 interactúa selectivamente con el motor 172 a través del embrague 170, de modo que las semillas individuales se dosifican y descargan en el tubo de sembrado 332 a intervalos espaciados regularmente en función de la población de semillas deseada y la velocidad a la que la plantadora 300 es arrastrada a través del campo. El motor 172 y el embrague 170 pueden ser de los tipos divulgados en la patente de EE. UU. n.º 8.307.771. En otras realizaciones, se omite el embrague 170 y los motores

172 comprenden motores eléctricos como los divulgados en la publicación internacional del solicitante n.º WO2017/011355. El conjunto sensor de partículas 200 está soportado por el tubo de sembrado 332 y detecta el paso de las semillas a través del tubo de sembrado 332. La semilla cae desde el extremo del tubo de sembrado 332 al surco 338 y el conjunto de cierre de surcos 336 cubre con tierra las semillas. Como en la realización de la sembradora neumática, en la realización de la plantadora singularizadora 300 el dispositivo de visualización 130, el módulo de comunicación 120 y el controlador 110 pueden montarse en una cabina del tractor que arrastra la plantadora singularizadora 300 por el campo. También se pueden montar en el tractor uno o más sensores de velocidad 168, tal como un sensor de velocidad de las ruedas de efecto Hall o un sensor de velocidad de radar.

10 Sistema de monitorización

La figura 14 es una ilustración esquemática de un sistema de monitorización 100 para su uso con la sembradora neumática 10 o la plantadora singularizadora 300. El sistema de monitorización 100 incluye el controlador 110 que comprende una unidad central de procesamiento CPU 116 e incluye una interfaz gráfica de usuario (GUI) 112, una memoria 114 que ejecuta los programas de software que realizan los procesos 400, 500, 600, 800, 900 y los demás procesos descritos anteriormente. El sistema de monitorización 100 también puede incluir un módulo de comunicación 120 y un dispositivo de visualización 130. El dispositivo de visualización 130, el módulo de comunicación 120 y el controlador 110 pueden montarse en la cabina del tractor. El controlador 110 está en comunicación eléctrica con el módulo de comunicación 120 a través de un arnés 150. El módulo de comunicación 120 puede incluir un chip de autenticación 122 y una memoria 126. El módulo de comunicación 120 está en comunicación eléctrica con el dispositivo de visualización 130 a través de un arnés 152. El dispositivo de visualización 130 puede incluir una GUI 132, una memoria 134, una CPU 136 y una conexión inalámbrica a Internet 154 para conectarse a un servidor de almacenamiento en la "nube" 140. Una conexión a Internet inalámbrica 154 de este tipo puede comprender un módem celular 138. Como alternativa, la conexión inalámbrica a Internet 154 puede comprender un adaptador inalámbrico 139 para establecer una conexión a Internet a través de un enrutador inalámbrico.

El dispositivo de visualización 130 puede ser un dispositivo informático de consumo u otro dispositivo informático multifunción. El dispositivo de visualización 130 puede incluir software de propósito general que incluye un navegador de Internet. El dispositivo de visualización 130 también puede incluir un sensor de movimiento 137, como un giroscopio o un acelerómetro, y puede usar una señal generada por el sensor de movimiento 137 para determinar una modificación deseada de la GUI 132. El dispositivo de visualización 130 también puede incluir una cámara digital 135 mediante la cual, las imágenes tomadas con la cámara 135 pueden asociarse a una posición del sistema de posicionamiento global (GPS), almacenada en la memoria 134 y transferida al servidor de almacenamiento en la nube 140. El dispositivo de visualización 130 también puede incluir un receptor GPS 131.

Durante el funcionamiento, con referencia a la figura 15, el sistema de monitorización 100 puede llevar a cabo un proceso designado generalmente con el número de referencia 1500. Haciendo referencia a la figura 15 en combinación con la figura 14 en la etapa 1505, el módulo de comunicación 120 realiza una rutina de autenticación opcional en la que el módulo de comunicación 120 recibe un primer conjunto de datos de autenticación 190 del dispositivo de monitorización 110 y el chip de autenticación 122 compara los datos de autenticación 190 con una clave, token o código almacenado en la memoria 126 del módulo de comunicación 120 o que se transmite desde el dispositivo de visualización 130. Si los datos de autenticación 190 son correctos, el módulo de comunicación 120 transmite preferentemente un segundo conjunto de datos de autenticación 191 al dispositivo de visualización 130, de modo que el dispositivo de visualización 130 permita la transferencia de otros datos entre el dispositivo de monitorización 110 y el dispositivo de visualización 130 a través del módulo de comunicación 120.

En la etapa 1510, el dispositivo de monitorización 110 acepta la entrada de configuración ingresada por el usuario a través de la GUI 112. En algunas realizaciones, la GUI 112 puede omitirse y el usuario puede ingresar la entrada de configuración a través de la GUI 132 del dispositivo de visualización 130. La entrada de configuración puede comprender parámetros que incluyen compensaciones dimensionales entre el receptor GPS 166 y las unidades de fila 60, 300 de la respectiva sembradora neumática 10 o plantadora singularizadora 300 y los parámetros operativos de la sembradora neumática 10 o plantadora singularizadora 300 (por ejemplo, embragues 170, motores 172 y válvulas de fuerza descendente 174). El dispositivo de monitorización 110 luego transmite los datos de configuración resultantes 188 al dispositivo de visualización 130 a través del módulo de comunicación 120.

En la etapa 1512, el dispositivo de visualización 130 puede acceder a los archivos de datos de prescripción 186 desde el servidor de almacenamiento en la nube 140. Los archivos de datos de prescripción 186 pueden incluir un archivo (por ejemplo, un archivo de forma) que contiene límites geográficos (por ejemplo, un límite del campo) y ubicaciones geográficas relacionadas (por ejemplo, coordenadas GPS) con los parámetros operativos (por ejemplo, índices de plantación de semillas). El dispositivo de visualización 130 puede permitir al usuario editar el archivo de datos de prescripción 186 usando la GUI 132. El dispositivo de visualización 130 puede reconfigurar el archivo de datos de prescripción 186 para que lo use el controlador 110 y transmite los datos de prescripción resultantes 185 al controlador 110 a través del módulo de comunicación 120.

En la etapa 1514, a medida que la sembradora neumática 10 o la plantadora singularizadora 300 atraviesa el campo,

el controlador 110 envía señales de comando 198 a los embragues, motores y control de fuerza descendente. Estas señales de comando 198 pueden incluir señales para determinar si están activados uno o más embragues, señales que determinan el índice al que se accionan los motores, y señales que determinan la fuerza descendente aplicada en las unidades de fila 60, 310.

5 En la etapa 1515, a medida que la sembradora neumática 10 o la plantadora singularizadora 300 atraviesa el campo, el controlador 110 recibe los datos aplicados sin procesar 181, incluyendo las señales del conjunto sensor de partículas 200, los sensores de fuerza descendente 162, los sensores de calidad de la conducción 164, el GPS y los sensores de velocidad 168. El controlador 110 procesa los datos aplicados sin procesar 181 y almacena los datos aplicados en la memoria 134. El controlador 110 puede transmitir los datos aplicados procesados 182 al dispositivo de visualización 130 a través del módulo de comunicación 120. Los datos aplicados procesados 182 pueden ser datos en flujo, por tramos o parciales. Debe apreciarse que, según el método 1500, el control de la herramienta y el almacenamiento de datos los realiza el controlador 110, de tal manera que si el dispositivo de visualización 130 deja de funcionar, se retira del sistema de monitorización 100 o se usa para otras funciones, las operaciones de la herramienta y el almacenamiento de datos esenciales no se interrumpen.

10 En la etapa 1520, el dispositivo de visualización 130 recibe y almacena los datos aplicados procesados 182 en vivo en la memoria 134. En la etapa 1525, el dispositivo de visualización 130 puede generar un mapa de los datos aplicados procesados 182 (por ejemplo, un mapa de población). En la etapa 1530, el dispositivo de visualización 130 puede mostrar una agregación numérica de datos aplicados (por ejemplo, población sembrada por unidad de fila durante los últimos 5 segundos). En la etapa 1535, el dispositivo de visualización 130 puede almacenar la ubicación, el tamaño y otras características de visualización de las imágenes del mapa de aplicación generadas en la etapa 1525 en la memoria 134. En la etapa 1538, después de completar las operaciones de siembra o plantación, el dispositivo de visualización 130 puede transmitir el archivo de datos aplicados procesados 183 al servidor de almacenamiento en la nube 140. El archivo de datos aplicados procesados 183 puede ser un archivo completo (por ejemplo, un archivo de datos). En la etapa 1540, el dispositivo de monitorización 110 puede almacenar los datos aplicados completados (por ejemplo, en un archivo de datos) en la memoria 114.

20 El método de trazado y visualización de los datos aplicados 182 puede ser igual o similar a los mapas de datos aplicados divulgados en la patente de EE. UU. n.º 9.699.958.

25 La descripción y los dibujos anteriores pretenden ser ilustrativos y no limitantes. Para las personas expertas en la materia serán evidentes varias modificaciones de las realizaciones y los principios y características generales del sistema y los métodos descritos en el presente documento.

35

REIVINDICACIONES

1. Un método de recuento de partículas (S1-S5) que atraviesan un conducto (202), comprendiendo el método:

- 5 (A) generar un primer número de canales de luz (222) a una separación definida a través del conducto (202) transversal a un eje longitudinal (204) del conducto (202), definiendo colectivamente el primer número de canales de luz (222) un primer plano de luz (210-1), generándose cada uno del primer número de canales de luz (222) por uno correspondiente de un primer número de emisores LED (220) dispuesto en un primer lado del conducto (202), teniendo cada uno del primer número de emisores LED (220) una separación conocida y produciendo
10 cada uno una intensidad de luz;
(B) con un primer número de fotodiodos (224) dispuesto en un segundo lado del conducto (202) y con cada uno del primer número de fotodiodos (224) dispuesto en oposición a uno del primer número de emisores LED (220), generando valores de señal de salida sin procesar proporcionales a la intensidad de la luz de cada uno del primer número de canales de luz (222);
15 (C) a medida que las partículas (S1-S5) atraviesan el primer plano de luz (210-1), registrar los valores de señal de salida sin procesar generados a través de cada uno del primer número de canales de luz (222) en relación paralela a lo largo de una serie de registros de datos consecutivos, almacenándose los valores de señal de salida sin procesar (V_{simp}) en celdas de datos dentro de un primer conjunto de datos;
20 (D) normalizar los valores de señal de salida sin procesar en cada una de las celdas de datos del primer conjunto de datos, de manera que cada celda de datos del primer conjunto de datos tenga un valor de señal de salida normalizada, NOS;

estando el método **caracterizado por que**, además, comprende:

- 25 (E) analizar los valores NOS de cada una de las celdas de datos del primer conjunto de datos para identificar las celdas de datos unidas como una agrupación por al menos un valor NOS dentro de un rango predefinido de valores NOS, definiendo cada una de las agrupaciones identificadas de celdas de datos unidas del primer conjunto de datos un evento de primer plano distinto correspondiente a al menos una partícula que atraviesa el primer plano de luz;
30 (F) identificar cada evento de primer plano distinto con un identificador de primer plano único;
(G) sumar los valores NOS de cada evento de primer plano identificado;
(H) determinar una velocidad de grupo de cada evento de primer plano identificado;
(I) determinar el volumen de evento de cada evento de primer plano identificado multiplicando la suma del valor NOS de la etapa (G) por dicha velocidad de grupo de la etapa (H) para cada evento de primer plano identificado;
35 (J) determinar el recuento de partículas de cada evento de primer plano identificado mediante la caracterización del volumen de evento.

2. El método de la reivindicación 1, que comprende, además:

- 40 (K) generar un segundo número de canales de luz (222) a una separación definida a través del conducto (202) transversal a un eje longitudinal (204) del conducto (202), definiendo colectivamente el segundo número de canales de luz (222) un segundo plano de luz (210-2), siendo cada uno del segundo número de canales de luz (222) generado por uno correspondiente de un segundo número de emisores LED (220) dispuesto sobre un tercer lado del conducto (202) orientado 90 grados desde el primer lado del conducto (202), teniendo cada uno del segundo número de emisores LED (220) una separación conocida y produciendo cada uno una intensidad de luz, estando el segundo plano de luz (210-2) desplazado del primer plano de luz (210-1) a lo largo del eje longitudinal (204) del conducto (202) una distancia conocida;
45 (L) con un segundo número de fotodiodos (224) dispuesto en un cuarto lado del conducto (202) y con cada uno del segundo número de fotodiodos (224) dispuesto en oposición a uno del segundo número de emisores LED (220), generar valores de señal de salida sin procesar proporcionales a la intensidad de la luz de cada uno del segundo número de canales de luz (222);
50 (M) a medida que las partículas atraviesan el segundo plano de luz (210-2), registrar los valores de señal de salida sin procesar generados a través de cada uno del segundo número de canales de luz (222) en relación paralela durante una serie de registros de datos consecutivos, almacenándose los valores de señal de salida sin procesar en celdas de datos dentro de un segundo conjunto de datos;
55 (N) normalizar los valores de señal de salida sin procesar en cada una de las celdas de datos del segundo conjunto de datos, de manera que cada celda de datos del segundo conjunto de datos tenga un valor de señal de salida normalizada (NOS);
(O) analizar los valores NOS de cada una de las celdas de datos del segundo conjunto de datos para identificar las celdas de datos unidas como una agrupación por al menos un valor NOS dentro de un rango predefinido de valores NOS, definiendo cada una de las agrupaciones identificadas de celdas de datos unidas del segundo conjunto de datos un evento de segundo plano distinto correspondiente a al menos una partícula que atraviesa el segundo plano de luz;
60 (P) identificar cada evento de segundo plano distinto con un identificador de segundo plano único;
65 (Q) sumar los valores NOS de cada evento de segundo plano identificado;
(R) determinar la velocidad de grupo de cada evento de segundo plano identificado;

- (S) determinar en cada evento de segundo plano identificado un el volumen de evento multiplicando cada suma del valor NOS del evento de segundo plano identificado de la etapa (Q) por cada velocidad de grupo del evento de segundo plano identificado de la etapa (R);
- 5 (T) determinar el recuento de partículas de cada evento de segundo plano identificado mediante la caracterización del volumen de evento de cada evento de segundo plano identificado;
- (U) asociar cada evento de primer plano identificado al correspondiente de dicho evento de segundo plano identificado;
- (V) determinar cuál de dichos eventos de primer plano y segundo plano identificados asociados tiene un mayor recuento de partículas;
- 10 (W) calcular el recuento de partículas pasantes durante un período de funcionamiento sumando el mayor recuento de partículas de la etapa (V) al recuento de partículas de un evento inmediatamente anterior de dichos eventos de primer plano y segundo plano identificados asociados.
3. El método de la reivindicación 1, en donde la etapa (D) de normalizar los valores de señal de salida sin procesar en cada celda de datos del primer conjunto de datos incluye:
- 15 convertir los valores de señal de salida sin procesar de cada celda de datos del primer conjunto de datos a un valor NOS entre 0 y 1, de modo que un valor NOS de 0 corresponde a que la intensidad de la luz es máxima en uno correspondiente del primer número de canales de luz (222) y que indica que ese canal de luz (222) no está bloqueado por ninguna de las partículas que atraviesan ese canal de luz (222), y de modo que un valor NOS de 1
- 20 corresponde a la intensidad de luz mínima en uno correspondiente del primer número de canales de luz (222) y que indica que ese canal de luz (222) está siendo completamente bloqueado por las partículas que atraviesan ese canal de luz (222).
4. El método de la reivindicación 2, en donde la etapa (N) de normalizar los valores de señal de salida sin procesar de cada celda de datos del segundo conjunto de datos incluye:
- 25 convertir los valores de señal de salida sin procesar de cada celda de datos del segundo conjunto de datos a un valor NOS entre 0 y 1, de modo que un valor NOS de 0 corresponde a que la intensidad de la luz es máxima en uno correspondiente del segundo número de canales de luz (222) y que indica que ese canal de luz (222) no está bloqueado por ninguna de las partículas que atraviesan ese canal de luz (222), y de modo que un valor NOS de 1
- 30 corresponde a la intensidad de luz mínima en uno correspondiente del segundo número de canales de luz (222) y que indica que ese canal de luz (222) está siendo completamente bloqueado por las partículas que atraviesan ese canal de luz (222).
5. El método de la reivindicación 1, que comprende, además:
- 35 calcular el recuento de partículas pasantes durante un período de funcionamiento sumando el recuento de partículas de la etapa (J) al recuento de partículas de un evento inmediatamente anterior de dichos eventos de primer plano identificados.
6. El método de la reivindicación 1, en donde la etapa de determinar la velocidad de grupo de dicho evento de primer
- 40 plano identificado incluye:
- determinar el modo de amplitud de un número predeterminado de eventos de primer plano;
- determinar el modo de tiempo de un número predeterminado de eventos de primer plano;
- 45 dividir el modo de amplitud por el modo de tiempo; en donde el modo de amplitud se determina hallando la amplitud de evento más común de los eventos de primer plano a partir de un número predeterminado de eventos, en donde cada amplitud de evento de cada evento de primer plano se determina contando el primer número de canales que tienen valores NOS que definen cada evento de primer plano multiplicado por la separación conocida de los emisores LED;
- 50 en donde el modo de tiempo se determina hallando el tiempo de evento más común de los eventos de primer plano a partir de un número predeterminado de eventos, en donde cada tiempo de evento de cada evento de primer plano se determina hallando el tiempo entre un primer valor NOS y un último valor NOS que definen cada evento de primer plano.
7. El método de la reivindicación 2, en donde la etapa de determinar la velocidad de grupo de dicho evento de
- 55 segundo plano identificado incluye:
- determinar un cambio en el tiempo entre dicho evento de primer plano identificado y dicho evento de segundo plano identificado asociado a dicho evento de primer plano y dividir el cambio en el tiempo por la distancia conocida del desplazamiento del segundo plano de luz desde el primer plano de luz.
8. El método de la reivindicación 2, en donde la distancia conocida del desplazamiento del segundo plano de luz
- 60 desde el primer plano de luz es de entre 0,05 y 1 pulgada (0,13 y 2,5 cm).
9. El método de la reivindicación 1, en donde la etapa de determinar el recuento de partículas durante la etapa (J) mediante la caracterización del volumen de evento incluye:
- 65 determinar si el volumen de evento del evento de primer plano identificado cumple con los criterios de un recuento de partículas definido.

10. El método de la reivindicación 2, en donde la etapa de determinar el recuento de partículas durante la etapa (T) mediante la caracterización del volumen de evento incluye:
 5 determinar si el volumen de evento del evento de segundo plano identificado cumple con los criterios de un recuento de partículas definido.
11. El método de la reivindicación 9 o la reivindicación 10, en donde el recuento de partículas definido es uno cualquiera de: (i) un recuento de cinco partículas, (ii) un recuento de cuatro partículas, (iii) un recuento de tres partículas, (iv) un recuento de dos partículas y (v) un recuento de una partícula.
 10
12. El método de la reivindicación 1 o la reivindicación 2, que comprende, además:
 15 analizar los valores NOS de cada una de las celdas de datos del primer o segundo conjunto de datos para identificar puntos mínimos dentro de las agrupaciones unidas de celdas de datos NOS que definen dichos eventos de primer o segundo plano distintos;
 subdividir cada evento de primer o segundo plano definido que tiene puntos mínimos dentro de las agrupaciones unidas de celdas de datos NOS en eventos de primer o segundo plano distintos adicionales.
13. El método de la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde el conducto es un tubo de distribución (58) en una sembradora neumática (10) o un tubo de sembrado (332) de una plantadora singularizadora de cultivos en filas (300), y las partículas son una cualquiera de (i) semillas (S1-S5); (ii) fertilizante; o (iii) semillas y fertilizante.
 20
14. Un sistema contador de partículas (200A, 200B), que comprende:
 25 una primera matriz de emisores (212-1) que tiene un primer número de emisores LED separados (220), produciendo cada uno del primer número de emisores LED (220) un canal de luz (222) que tiene una intensidad de luz, estando la primera matriz de emisores (212-1) situada en un primer lado de un conducto (202), de tal manera que el primer número de canales de luz (222) se extiende a través del conducto (202) transversalmente respecto a un eje longitudinal (204) del conducto (202), definiendo el primer número de canales de luz (222) un primer plano de luz (210-1);
 30 teniendo una primera matriz de receptores (216-1) un primer número de fotodiodos (224) separados, estando la primera matriz de receptores (216-1) dispuesta en un segundo lado del conducto (202) y estando cada uno del primer número de fotodiodos (224) dispuesto en oposición a uno del primer número de emisores LED (220), estando cada uno del primer número de fotodiodos (224) configurado para generar valores de señal de salida sin procesar proporcionales a la intensidad de luz de cada primer número respectivo de canales de luz (222);
 35 un controlador (110) en comunicación de señales con la primera matriz de receptores (216-1) y configurado para:
 (i) recibir los valores de señal de salida sin procesar desde cada uno del primer número de fotodiodos (224) en una serie de registros de datos consecutivos y almacenar los valores de señal de salida sin procesar en celdas de datos dentro de un primer conjunto de datos;
 40 (ii) normalizar los valores de señal de salida sin procesar en cada una de las celdas de datos del primer conjunto de datos, de manera que cada celda de datos del primer conjunto de datos tenga un valor de señal de salida normalizada (NOS);
- 45 estando el sistema contador de partículas **caracterizado por que** el controlador está además configurado para:
 (iii) analizar los valores NOS de cada una de las celdas de datos del primer conjunto de datos para identificar las celdas de datos unidas como una agrupación por al menos un valor NOS dentro de un rango predefinido de valores NOS, definiendo cada una de las agrupaciones identificadas de celdas de datos unidas del primer conjunto de datos un evento de primer plano distinto correspondiente a al menos una partícula que atraviesa el primer plano de luz;
 50 (iv) identificar cada evento de primer plano distinto con un identificador de primer plano único;
 (v) determinar el volumen de evento de cada evento de primer plano identificado multiplicando la suma de los valores NOS de cada evento de primer plano identificado por la velocidad de grupo de cada uno de dicho evento de primer plano identificado;
 55 (vi) determinar el recuento de partículas de cada evento de primer plano identificado mediante la caracterización del volumen de evento.
15. El contador de partículas (200B) de la reivindicación 14, que comprende adicionalmente
 60 una segunda matriz de emisores (212-2) que tiene un segundo número de emisores LED separados (220), produciendo cada uno del segundo número de emisores LED (220) un canal de luz (222) que tiene una intensidad de luz, estando la segunda matriz de emisores (212-2) situada en un tercer lado de un conducto (202), de tal manera que el segundo número de canales de luz (222) se extiende a través del conducto (202) transversalmente respecto a un eje longitudinal (204) del conducto (202) y 90 grados desde el primer número de canales de luz (222), definiendo el segundo número de canales de luz (222) un segundo plano de luz (210-2),
 65

estando el segundo plano de luz (210-2) desplazado del primer plano de luz (210-1) a lo largo del eje longitudinal (204) del conducto (202) una distancia conocida;
 teniendo una segunda matriz de receptores (216-2) un segundo número de fotodiodos separados (224), estando la segunda matriz de receptores (216-2) dispuesta en un cuarto lado del conducto (202) y estando cada uno del segundo número de fotodiodos (224) dispuesto en oposición a uno del segundo número de emisores LED (220), estando cada uno del segundo número de fotodiodos (224) configurado para generar valores de señal de salida sin procesar proporcionales a la intensidad de luz de cada segundo número respectivo de canales de luz (222); en donde cada uno del segundo número de fotodiodos (224) de la segunda matriz de receptores (216-2) está en comunicación de señales con la primera matriz de receptores (216-1); y
 en donde el controlador (110), además, está configurado para:

- (i) recibir los valores de señal de salida sin procesar desde cada uno del segundo número de fotodiodos (224) en una serie de registros de datos consecutivos y almacenar los valores de señal de salida sin procesar en celdas de datos dentro de un segundo conjunto de datos;
- (ii) normalizar los valores de señal de salida sin procesar en cada una de las celdas de datos del segundo conjunto de datos, de manera que cada celda de datos del segundo conjunto de datos tenga un valor NOS;
- (iii) analizar los valores NOS de cada una de las celdas de datos del segundo conjunto de datos para identificar las celdas de datos unidas como una agrupación por al menos un valor NOS dentro de un rango predefinido de valores NOS, definiendo cada una de las agrupaciones identificadas de celdas de datos unidas del segundo conjunto de datos un evento de segundo plano distinto correspondiente a al menos una partícula que atraviesa el segundo plano de luz;
- (iv) identificar cada evento de segundo plano distinto con un identificador de segundo plano único;
- (v) determinar el volumen de evento de cada evento de segundo plano identificado multiplicando la suma de los valores NOS de cada evento del segundo plano identificado por la velocidad de grupo de cada evento de segundo plano identificado;
- (vi) determinar el recuento de partículas de cada evento de segundo plano identificado mediante la caracterización del volumen de evento de cada evento de segundo plano identificado;
- (vii) asociar cada evento de primer plano identificado a uno correspondiente de dicho evento de segundo plano identificado;
- (viii) determinar cuál de dichos eventos de primer plano y segundo plano identificados asociados tiene un mayor recuento de partículas;
- (ix) calcular el recuento de partículas pasantes durante un período de funcionamiento sumando el mayor recuento de partículas de la etapa (viii) al recuento de partículas de un evento inmediatamente anterior de dichos eventos de primer plano y segundo plano identificados asociados.

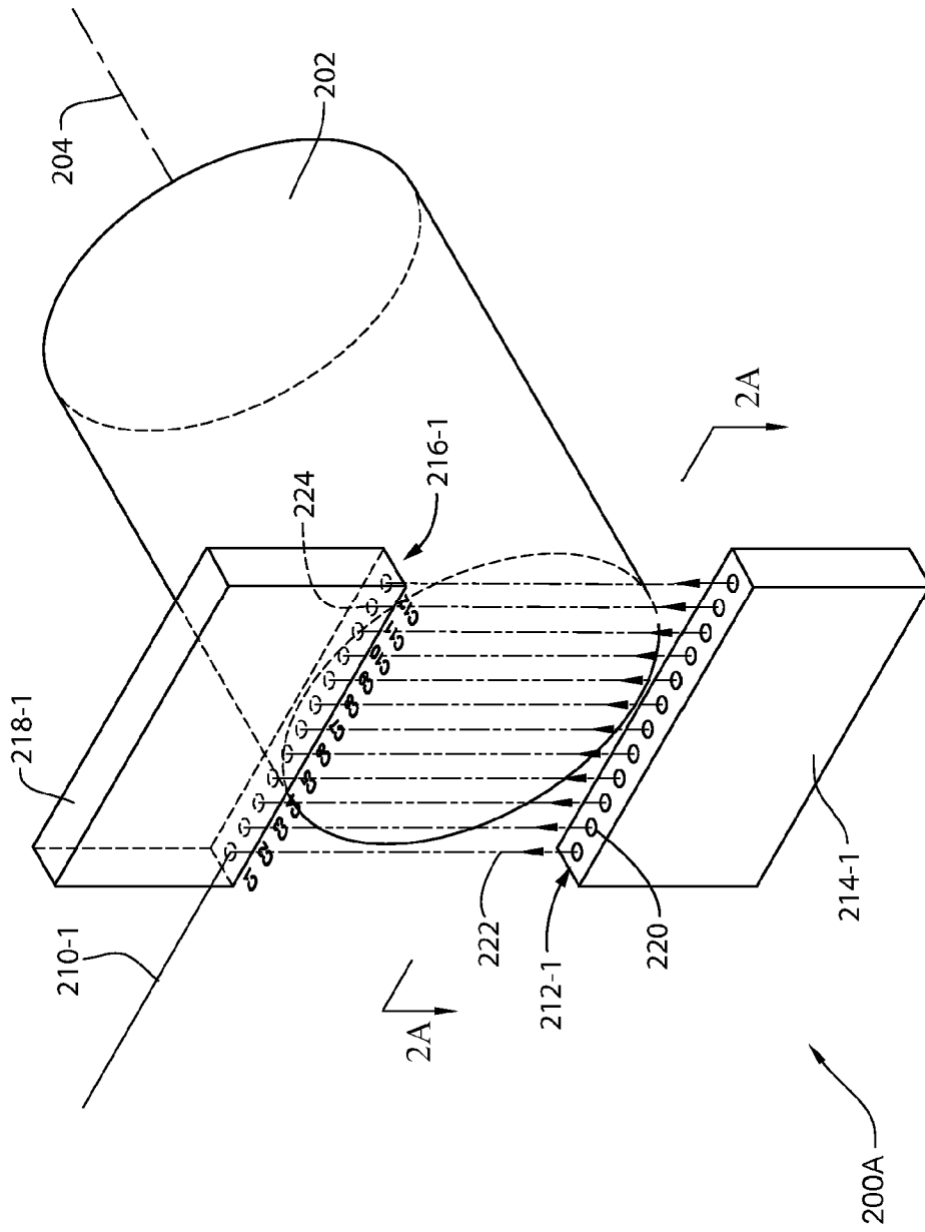


FIG. 1A

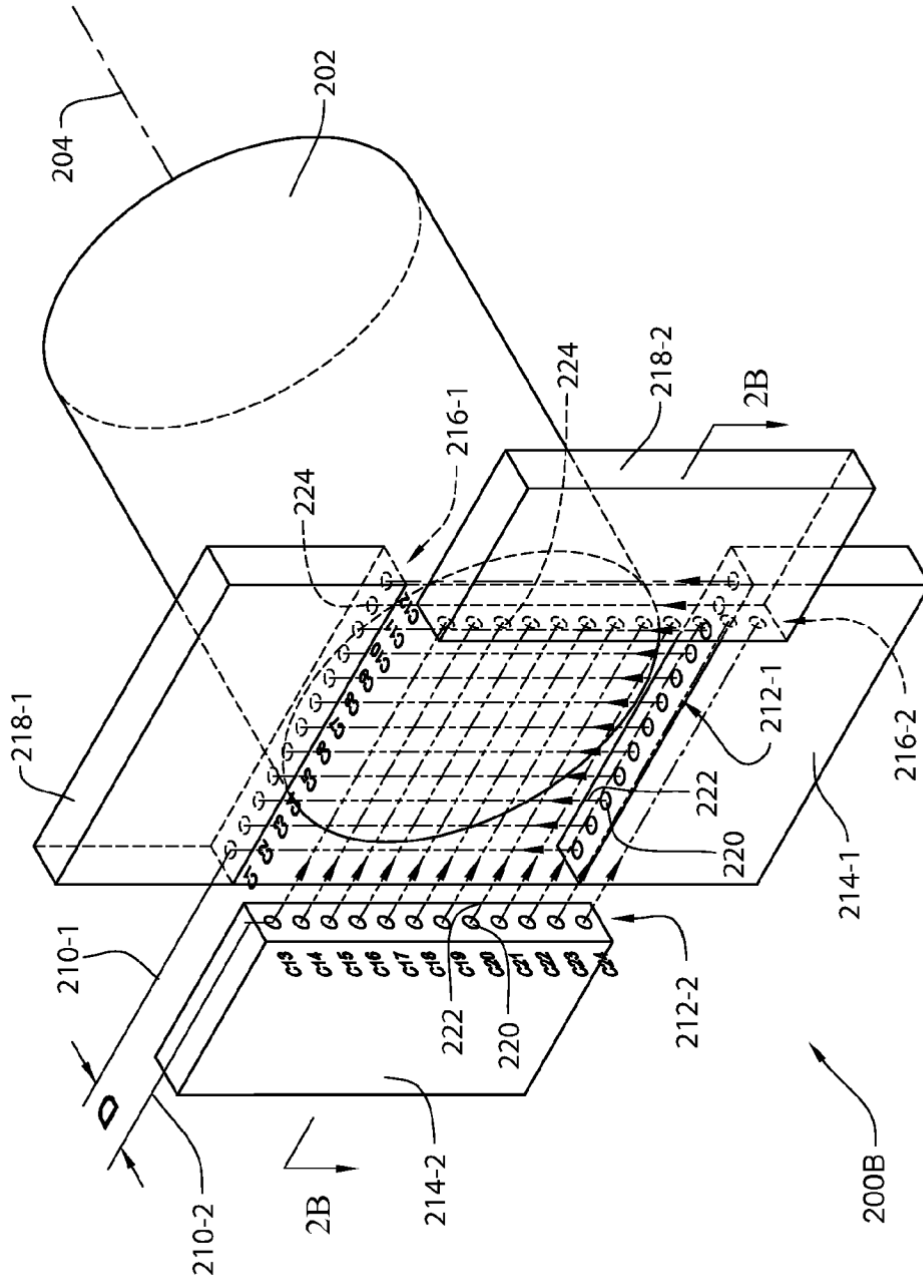


FIG. 1B

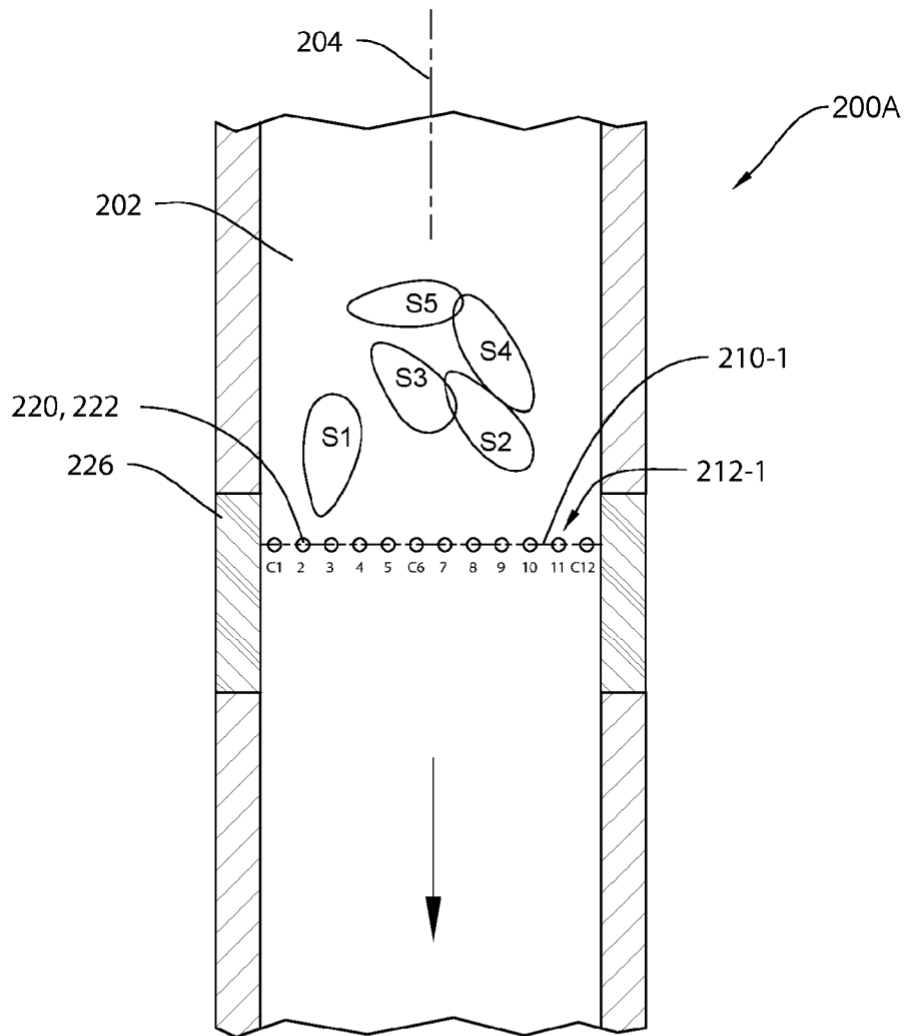


FIG. 2A

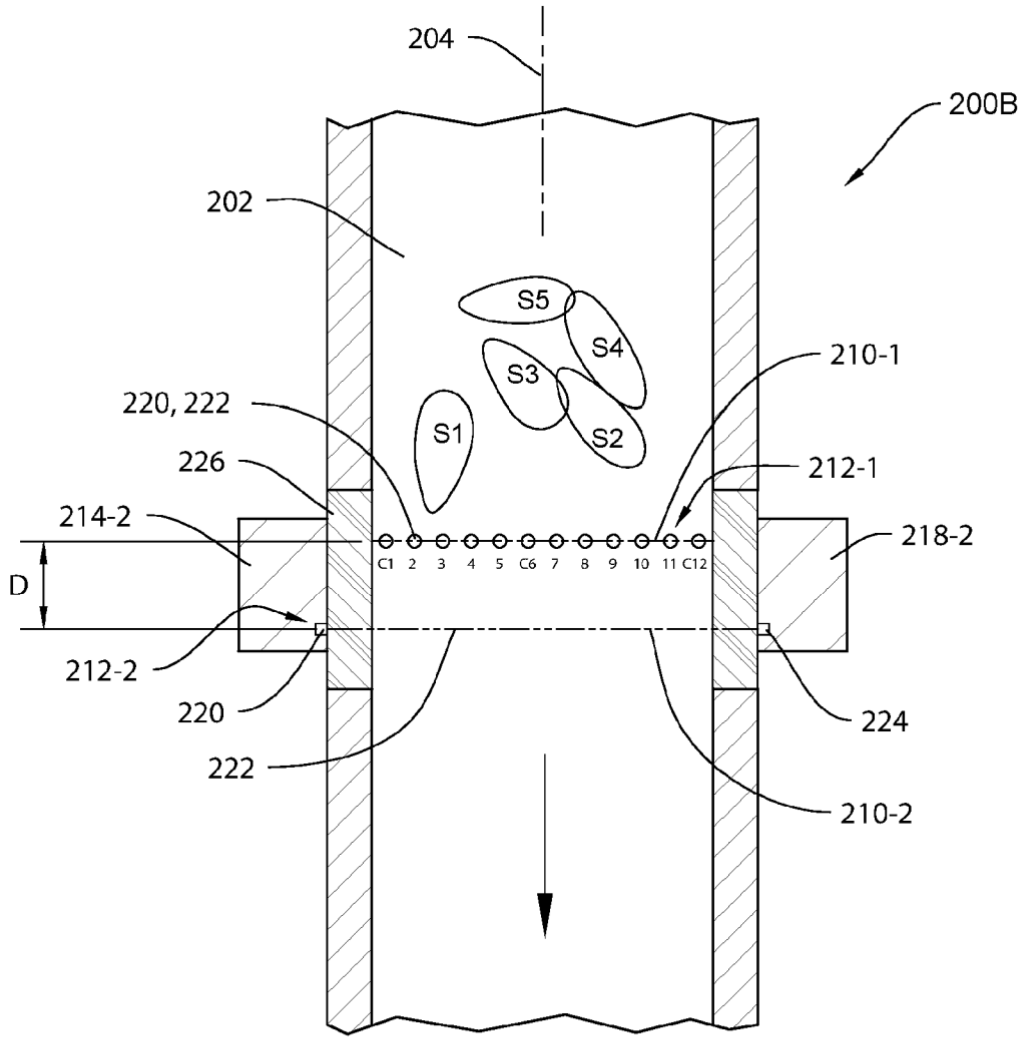


FIG. 2B

Señal de tensión sin procesar (Vsinp)												
REGISTRO	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
50	0,3	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,4
49	0,3	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4
48	0,3	0,4	0,5	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,5	0,4
47	0,3	0,4	0,5	0,3	0,4	0,4	0,2	0,1	0,2	0,4	0,5	0,4
46	0,3	0,4	0,5	0,3	0,2	0,4	0,0	0,0	0,1	0,4	0,5	0,4
45	0,3	0,4	0,5	0,3	0,1	0,4	0,0	0,0	0,0	0,4	0,5	0,4
44	0,3	0,4	0,5	0,3	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,5	0,4
43	0,3	0,4	0,5	0,3	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0	0,1	0,5	0,4
42	0,3	0,4	0,5	0,3	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,5	0,4
41	0,3	0,4	0,5	0,3	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,5	0,4
40	0,3	0,4	0,5	0,5	0,0	0,0	0,4	0,4	0,0	0,0	0,5	0,4
39	0,3	0,4	0,5	0,5	0,0	0,0	0,4	0,4	0,0	0,1	0,5	0,4
38	0,3	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,1	0,2	0,5	0,4
37	0,3	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,0	0,1	0,2	0,5	0,4
36	0,3	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,0	0,1	0,2	0,5	0,4
35	0,3	0,4	0,5	0,5	0,4	0,2	0,3	0,0	0,2	0,2	0,5	0,4
34	0,3	0,4	0,5	0,5	0,1	0,1	0,2	0,0	0,3	0,2	0,5	0,4
33	0,3	0,4	0,5	0,4	0,0	0,0	0,2	0,0	0,2	0,2	0,5	0,4
32	0,3	0,4	0,5	0,4	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,2	0,5	0,4
31	0,3	0,4	0,5	0,5	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,2	0,5	0,4
30	0,3	0,4	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,5	0,4
29	0,3	0,4	0,5	0,5	0,0	0,0	0,1	0,4	0,0	0,4	0,5	0,4
28	0,3	0,4	0,5	0,5	0,2	0,0	0,2	0,3	0,0	0,4	0,5	0,4
27	0,3	0,4	0,5	0,5	0,3	0,1	0,3	0,3	0,1	0,4	0,5	0,4
26	0,3	0,4	0,5	0,5	0,3	0,1	0,3	0,3	0,1	0,0	0,5	0,4
25	0,3	0,4	0,5	0,5	0,4	0,3	0,4	0,4	0,0	0,1	0,5	0,4
24	0,3	0,4	0,5	0,5	0,3	0,4	0,4	0,4	0,0	0,2	0,5	0,4
23	0,3	0,4	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4	0,0	0,3	0,5	0,4
22	0,3	0,4	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,2	0,1	0,3	0,5	0,4
21	0,3	0,4	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,2	0,1	0,2	0,5	0,4
20	0,3	0,4	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,2	0,1	0,2	0,5	0,4
19	0,3	0,4	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,2	0,3	0,2	0,5	0,4
18	0,3	0,4	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,2	0,3	0,2	0,5	0,4
17	0,3	0,4	0,1	0,4	0,4	0,5	0,4	0,2	0,2	0,4	0,5	0,4
16	0,3	0,4	0,0	0,3	0,4	0,5	0,4	0,2	0,2	0,4	0,5	0,4
15	0,3	0,5	0,0	0,1	0,4	0,5	0,4	0,2	0,2	0,4	0,5	0,4
14	0,3	0,5	0,0	0,1	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4
13	0,3	0,3	0,0	0,1	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4
12	0,3	0,2	0,0	0,1	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4
11	0,3	0,2	0,0	0,1	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4
10	0,3	0,1	0,0	0,3	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4
9	0,3	0,1	0,0	0,3	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4
8	0,3	0,2	0,1	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4
7	0,3	0,2	0,1	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4
6	0,3	0,2	0,1	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4
5	0,3	0,1	0,3	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4
4	0,3	0,2	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4
3	0,3	0,3	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,4
2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,4
1	0,3	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,4

FIG. 3A

Señal de tensión normalizada (NOS)

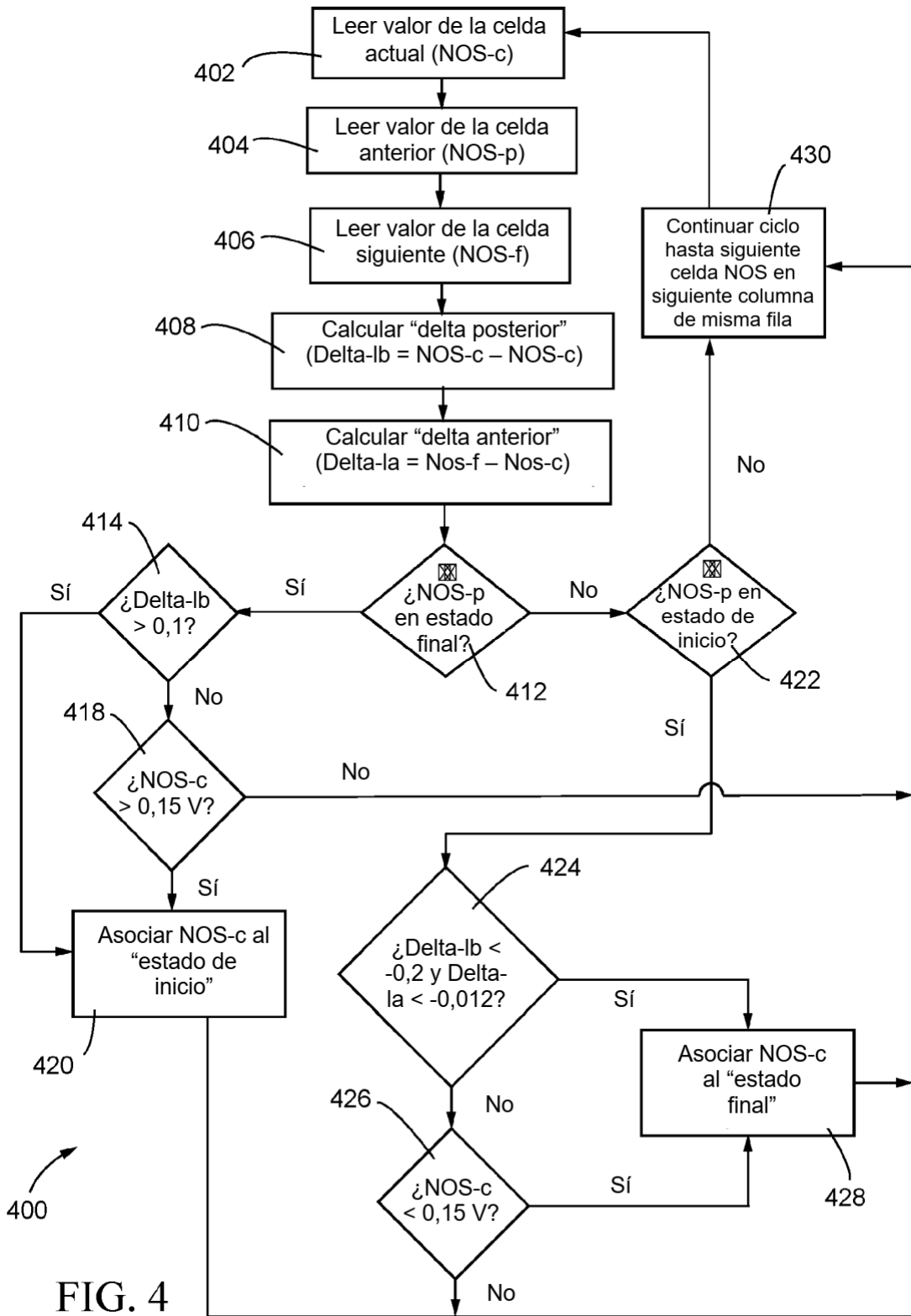
REGISTRO	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
49	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
48	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,6	0,2	0,0	0,0	0,0
47	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,9	0,3	0,0	0,0	0,0
46	0,0	0,0	0,0	0,2	0,6	0,0	1,0	1,0	0,8	0,1	0,0	0,0
45	0,0	0,0	0,0	0,2	0,9	0,0	1,0	1,0	1,0	0,3	0,0	0,0
44	0,0	0,0	0,0	0,2	1,0	0,6	0,9	1,0	1,0	0,8	0,0	0,0
43	0,0	0,0	0,0	0,2	1,0	0,9	0,5	1,0	1,0	1,0	0,0	0,0
42	0,0	0,0	0,0	0,2	1,0	1,0	0,2	1,0	0,9	1,0	0,0	0,0
41	0,0	0,0	0,0	0,2	1,0	1,0	0,2	1,0	0,8	1,0	0,0	0,0
40	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,9	0,9	0,0	0,0
39	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,8	0,8	0,0	0,0
38	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,9	0,0	0,0
37	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,9	0,8	0,0	0,0
36	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,0	1,0	0,6	0,0	0,0
35	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	1,0	1,0	0,3	0,0	0,0
34	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,8	0,4	1,0	0,9	0,2	0,0	0,0
33	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	1,0	0,7	1,0	0,8	0,7	0,0	0,0
32	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,8	1,0	0,8	0,9	0,0	0,0
31	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,9	1,0	0,8	1,0	0,0	0,0
30	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0
29	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,9	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0
28	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	1,0	0,5	0,6	1,0	0,0	0,0	0,0
27	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,9	0,2	0,2	1,0	0,0	0,0	0,0
26	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,8	0,2	0,2	1,0	0,9	0,0	0,0
25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,1	0,1	1,0	0,9	0,0	0,0
24	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,8	0,0	0,0
23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,6	0,0	0,0
22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,9	0,5	0,0	0,0
21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,9	0,2	0,0	0,0
20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,8	0,2	0,0	0,0
19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,8	0,2	0,0	0,0
18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,6	0,2	0,0	0,0
17	0,0	0,0	0,7	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0
16	0,0	0,1	1,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0
15	0,0	0,1	1,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0
14	0,0	0,1	1,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
13	0,0	0,5	1,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	0,0	0,7	1,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	0,0	0,7	1,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	0,0	0,7	1,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	0,0	0,7	1,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	0,0	0,7	0,9	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	0,0	0,7	0,9	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	0,0	0,7	0,8	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,8	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	0,0	0,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0,0	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

1000C

1000A

1000B

FIG. 3B



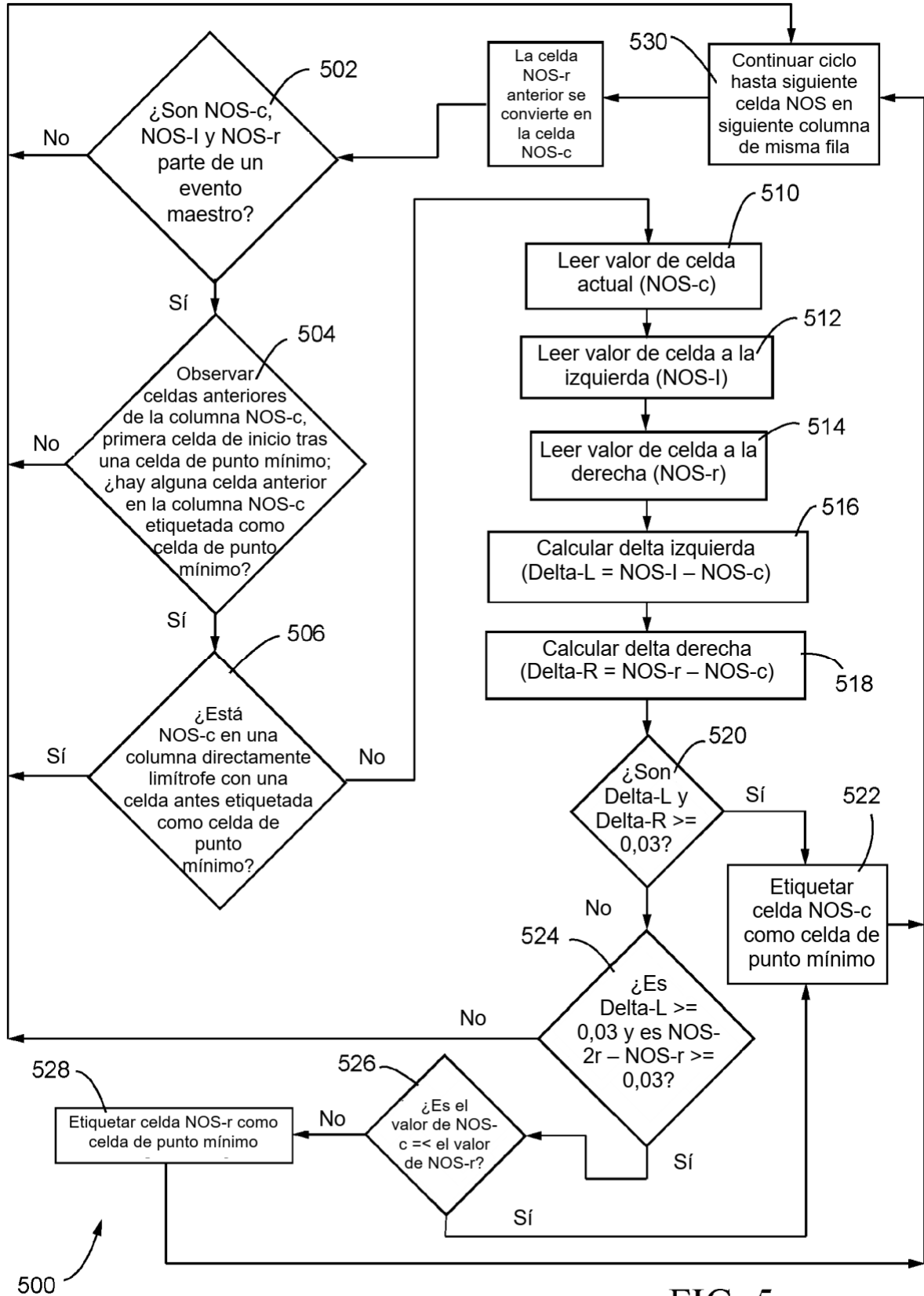


FIG. 5

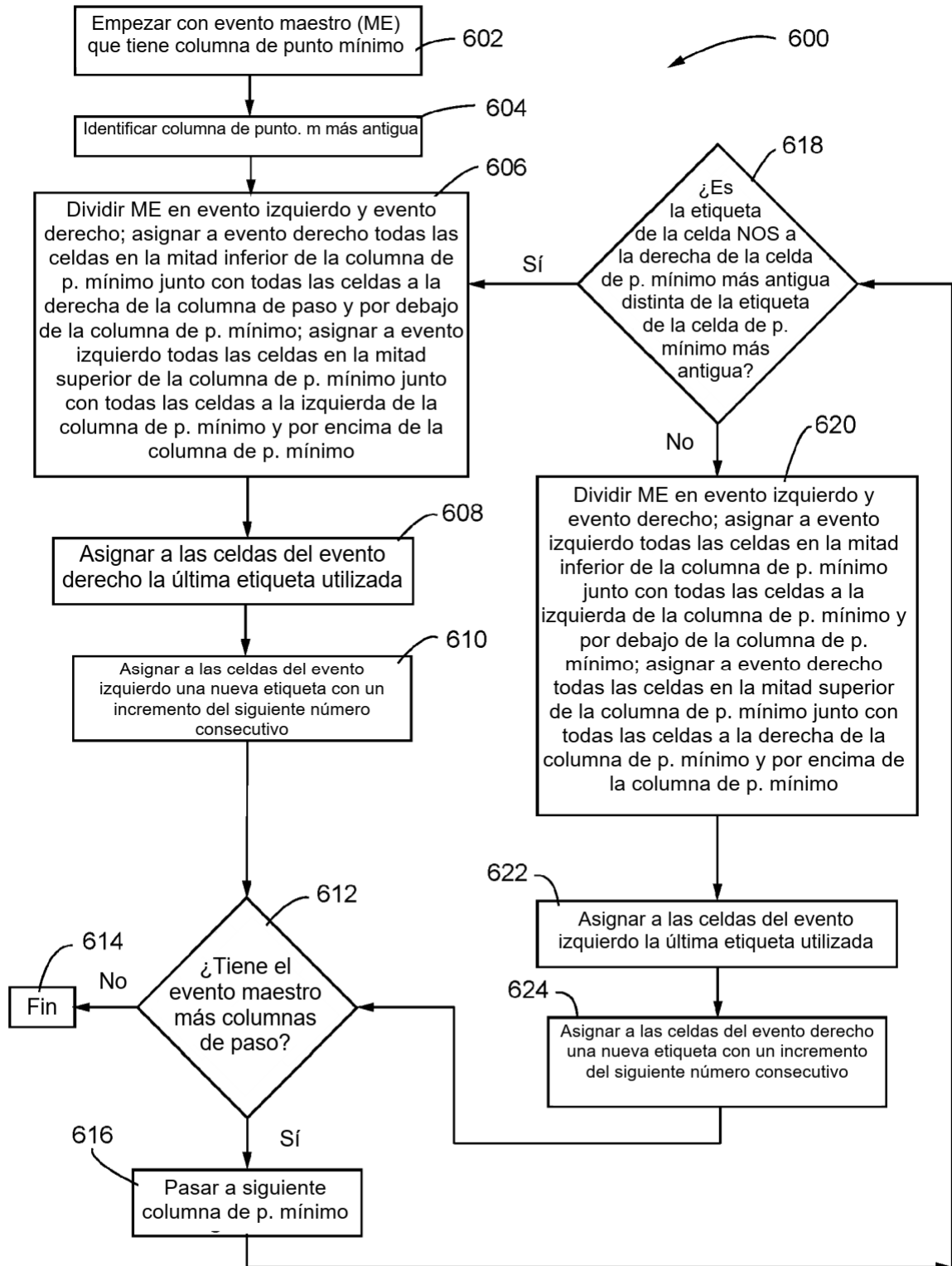


FIG. 6

Etiquetas de evento maestro originales

REGISTRO	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
50												
49												
48				1000				1000	1000			
47				1000			1000	1000	1000			
46				1000	1000		1000	1000	1000			
45				1000	1000		1000	1000	1000	1000		
44				1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000		
43				1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000		
42				1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000		
41				1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000		
40					1000	1000			1000	1000		
39					1000	1000			1000	1000		
38									1000	1000		
37								1000	1000	1000		
36								1000	1000	1000		
35						1000		1000	1000	1000		
34					1000	1000	1000	1000	1000	1000		
33					1000	1000	1000	1000	1000	1000		
32					1000	1000	1000	1000	1000	1000		
31					1000	1000	1000	1000	1000	1000		
30					1000	1000	1000	1000	1000			
29					1000	1000	1000	1000	1000			
28					1000	1000	1000	1000	1000			
27					1000	1000	1000	1000	1000			
26					1000	1000	1000	1000	1000	1000		
25						1000			1000	1000		
24									1000	1000		
23									1000	1000		
22								1000	1000	1000		
21								1000	1000	1000		
20								1000	1000	1000		
19								1000	1000	1000		
18								1000	1000	1000		
17			999	999				1000	1000			
16			999	999				1000	1000			
15			999	999				1000	1000			
14			999	999								
13		999	999	999								
12		999	999	999								
11		999	999	999								
10		999	999	999								
9		999	999	999								
8		999	999	999								
7		999	999	999								
6		999	999									
5		999	999									
4		999										
3		999										
2												
1												

1000C

1000A

1000B

FIG. 7

Etiquetado de eventos a través del primer ciclo de etapas 606-624 de la figura 6

REGISTRO	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
50												
49												
48				1001				1000	1000			
47				1001			1001	1000	1000			
46				1001	1001		1001	1000	1000			
45				1001	1001		1001	1000	1000	1000		
44				1001	1001	1001	1001	1000	1000	1000		
43				1001	1001	1001	1001	1000	1000	1000		
42				1001	1001	1001	1001	1000	1000	1000		
41				1001	1001	1001	1001	1000	1000	1000		
40					1001	1001			1000	1000		
39					1001	1001			1000	1000		
38									1000	1000		
37								1000	1000	1000		
36								1000	1000	1000		
35						1001		1000	1000	1000		
34					1001	1001	1001	1000	1000	1000		
33					1001	1001	1001	1000	1000	1000		
32					1001	1001	1001	1000	1000	1000		
31					1001	1001	1001	1000	1000	1000		
30					1001	1001	1001	1000	1000			
29					1001	1001	1000	1000	1000			
28					1001	1001	1000	1000	1000			
27					1001	1001	1000	1000	1000			
26					1001	1001	1000	1000	1000	1000		
25						1001			1000	1000		
24									1000	1000		
23									1000	1000		
22								1000	1000	1000		
21								1000	1000	1000		
20								1000	1000	1000		
19								1000	1000	1000		
18								1000	1000	1000		
17			999	999				1000	1000			
16			999	999				1000	1000			
15			999	999				1000	1000			
14			999	999								
13	999	999	999									
12	999	999	999									
11	999	999	999									
10	999	999	999									
9	999	999	999									
8	999	999	999									
7	999	999	999									
6	999	999										
5	999	999										
4	999											
3	999											
2												
1												

1000C

1000A

1000B

FIG. 8A

Etiquetado de eventos a través del segundo ciclo de etapas 606-624 de la figura 6

REGISTRO	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
50												
49												
48				1001				1002	1002			
47				1001			1002	1002	1002			
46				1001	1001		1002	1002	1002			
45				1001	1001		1002	1002	1002	1002		
44				1001	1001	1001	1001	1002	1002	1002		
43				1001	1001	1001	1001	1002	1002	1002		
42				1001	1001	1001	1001	1002	1002	1002		
41				1001	1001	1001	1001	1002	1002	1002		
40					1001	1001			1002	1002		
39					1001	1001			1002	1002		
38									1002	1002		
37								1000	1002	1002		
36								1000	1002	1002		
35						1001		1000	1002	1002		
34					1001	1001	1001	1000	1002	1002		
33					1001	1001	1001	1000	1000	1002		
32					1001	1001	1001	1000	1000	1002		
31					1001	1001	1001	1000	1000	1002		
30					1001	1001	1001	1000	1000			
29					1001	1001	1000	1000	1000			
28					1001	1001	1000	1000	1000			
27					1001	1001	1000	1000	1000			
26					1001	1001	1000	1000	1000	1000		
25						1001			1000	1000		
24									1000	1000		
23									1000	1000		
22								1000	1000	1000		
21								1000	1000	1000		
20								1000	1000	1000		
19								1000	1000	1000		
18								1000	1000	1000		
17			999	999				1000	1000			
16			999	999				1000	1000			
15			999	999				1000	1000			
14			999	999								
13	999	999	999									
12	999	999	999									
11	999	999	999									
10	999	999	999									
9	999	999	999									
8	999	999	999									
7	999	999	999									
6	999	999										
5	999	999										
4	999											
3	999											
2												
1												

1000C

1000A

1000B

FIG. 8B

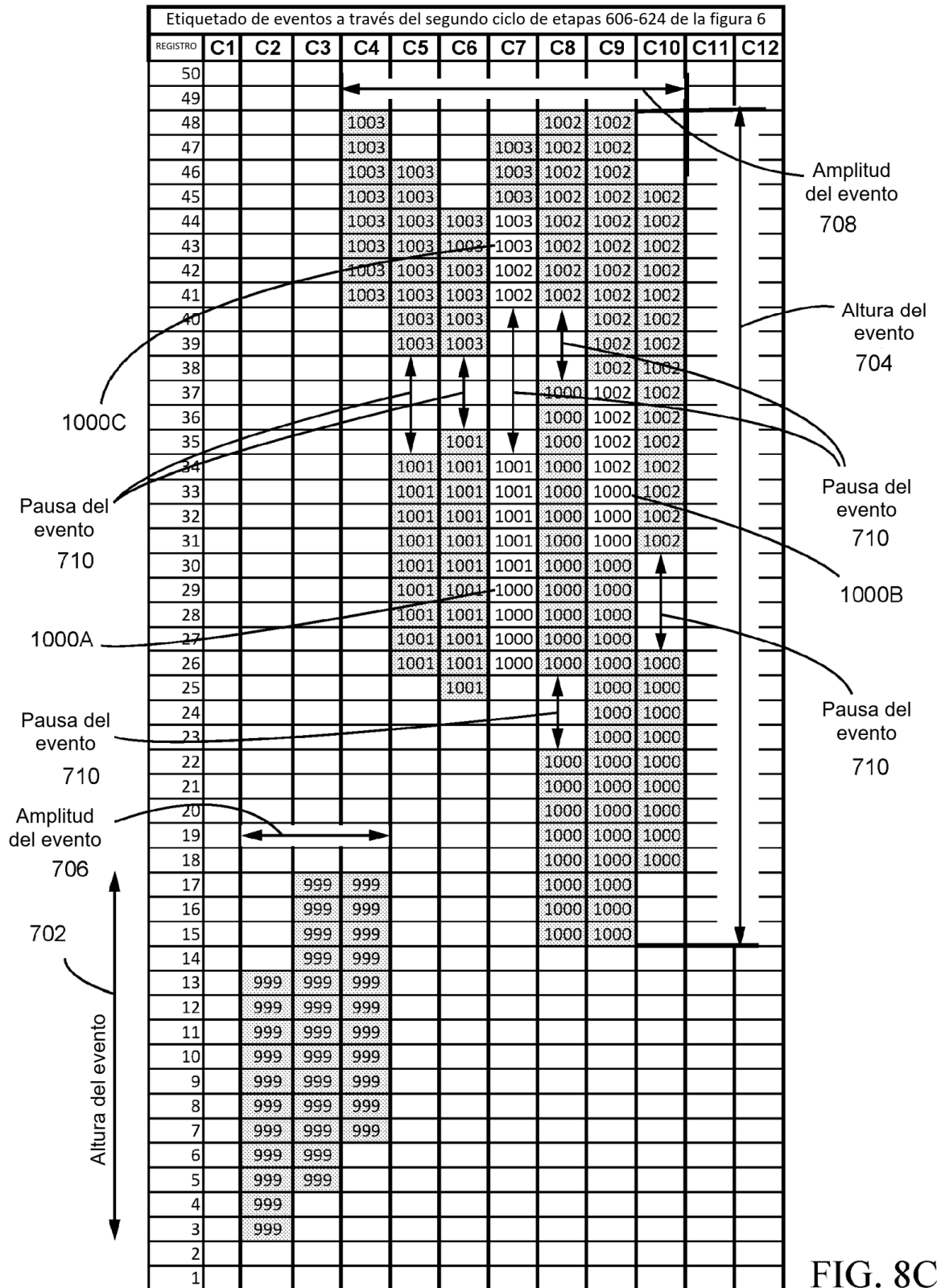


FIG. 8C

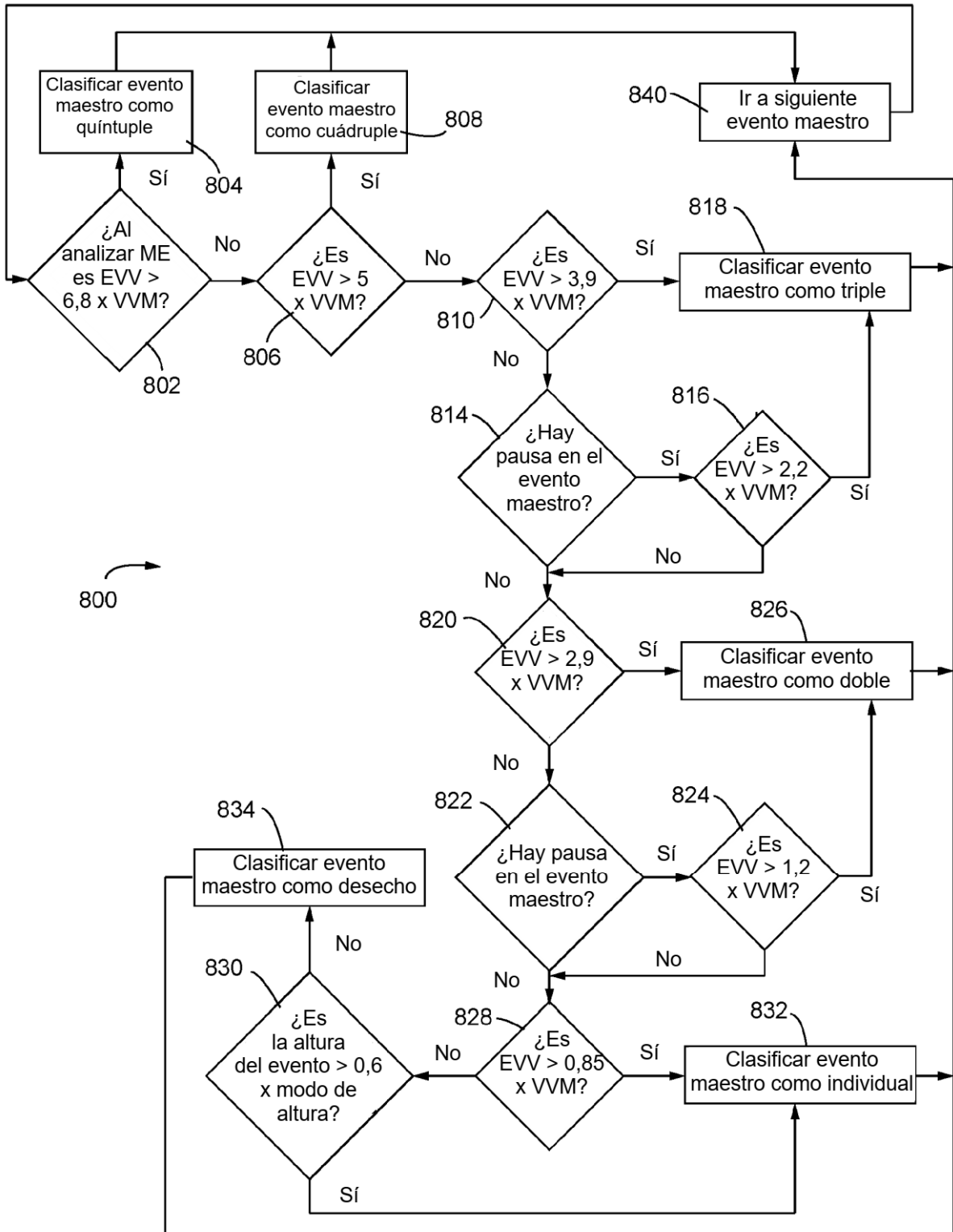


FIG. 9

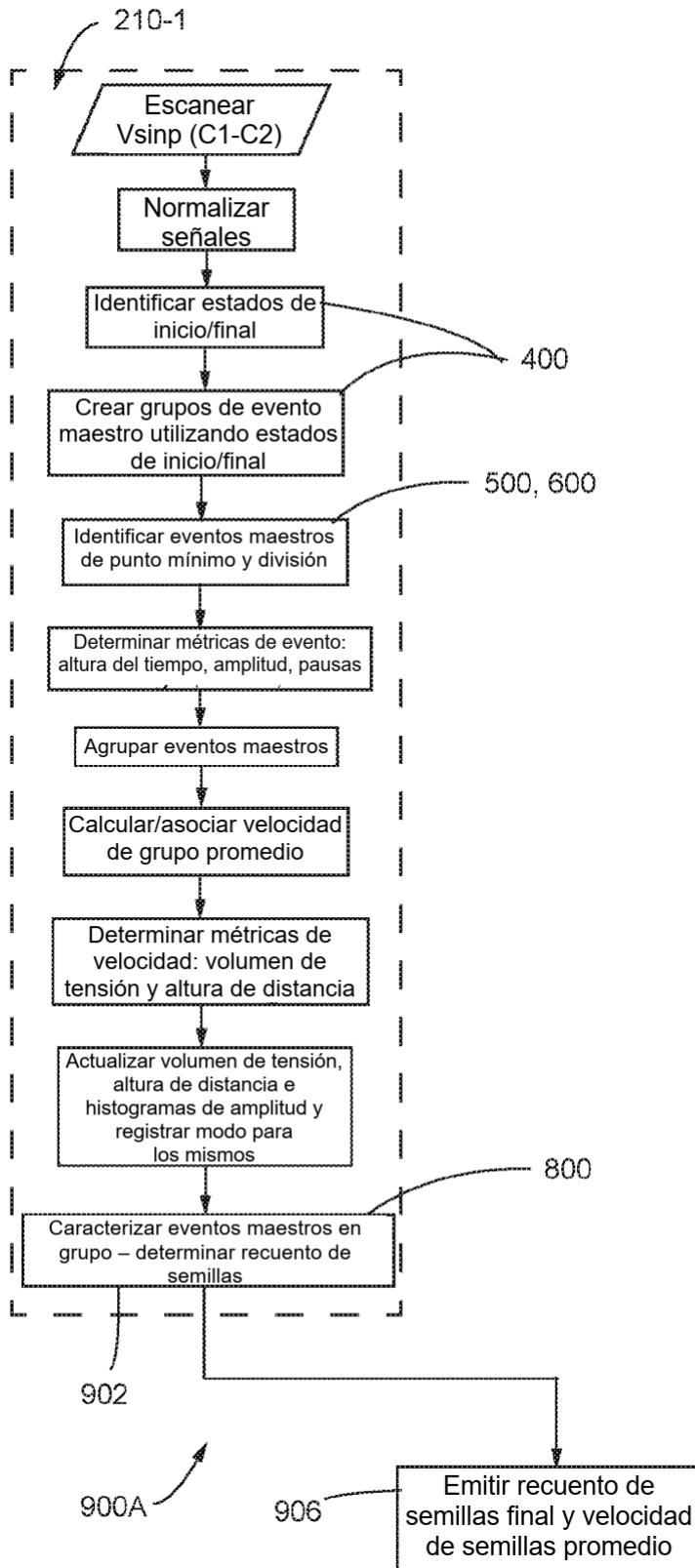


FIG. 10A

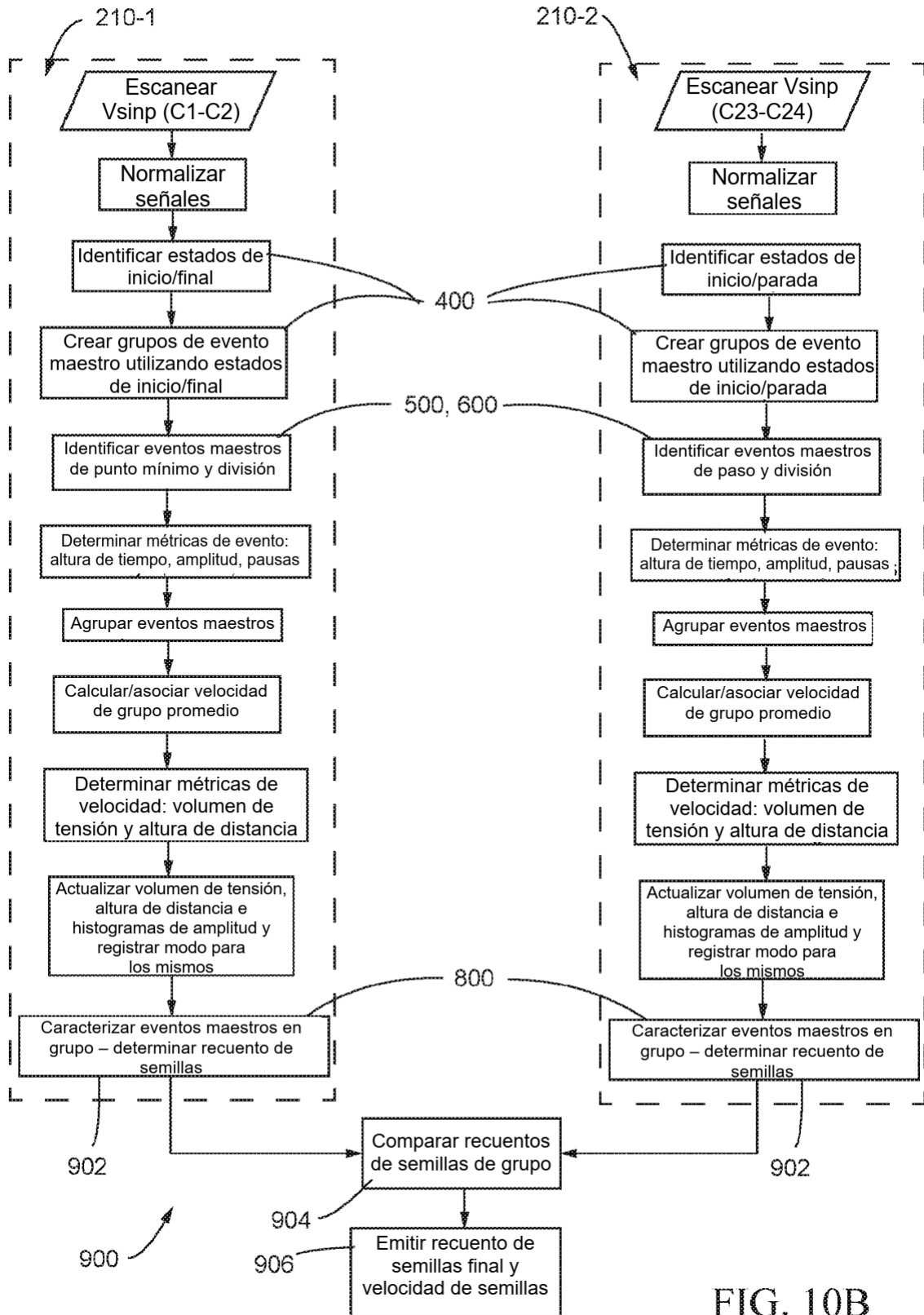


FIG. 10B

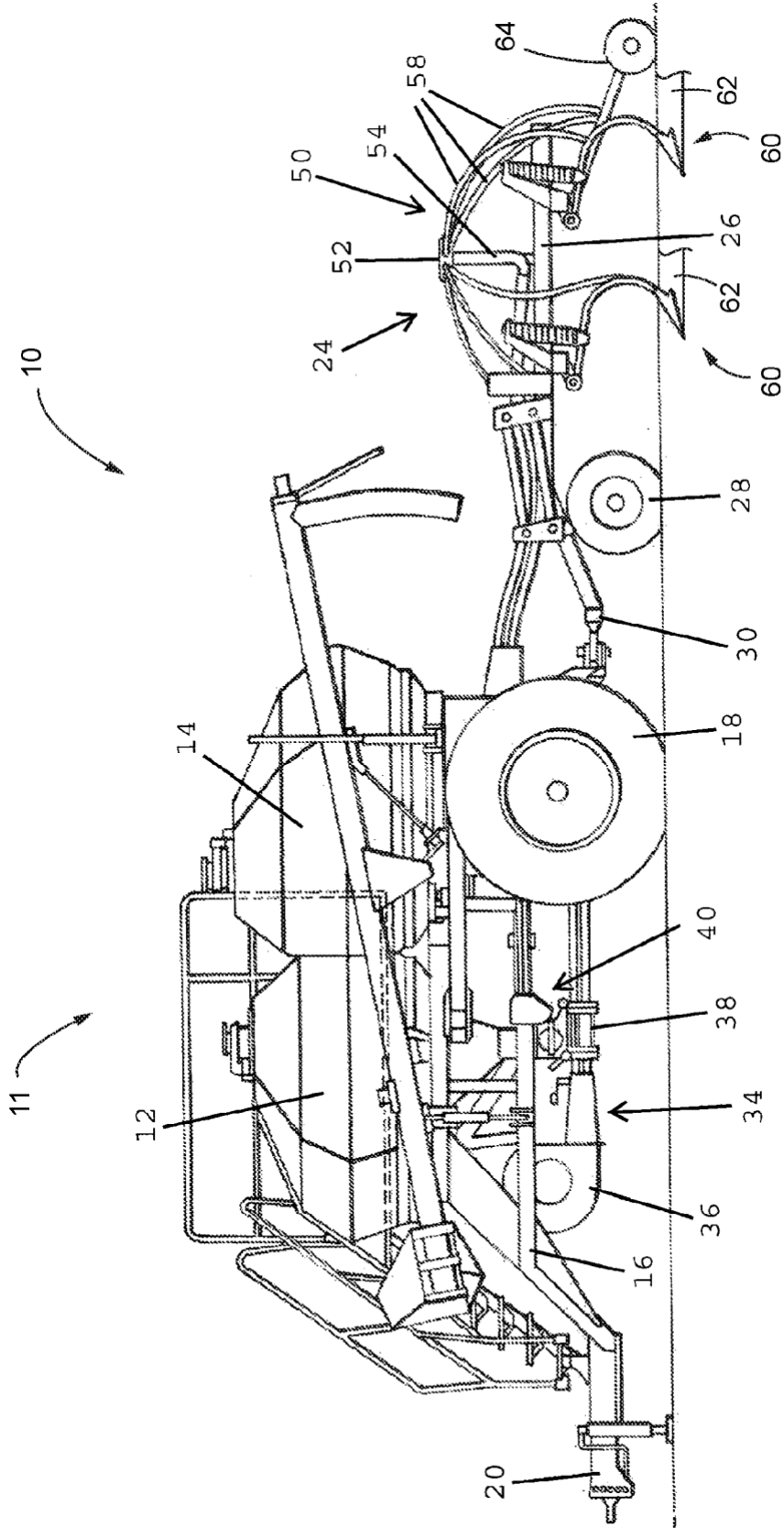


FIG. 11

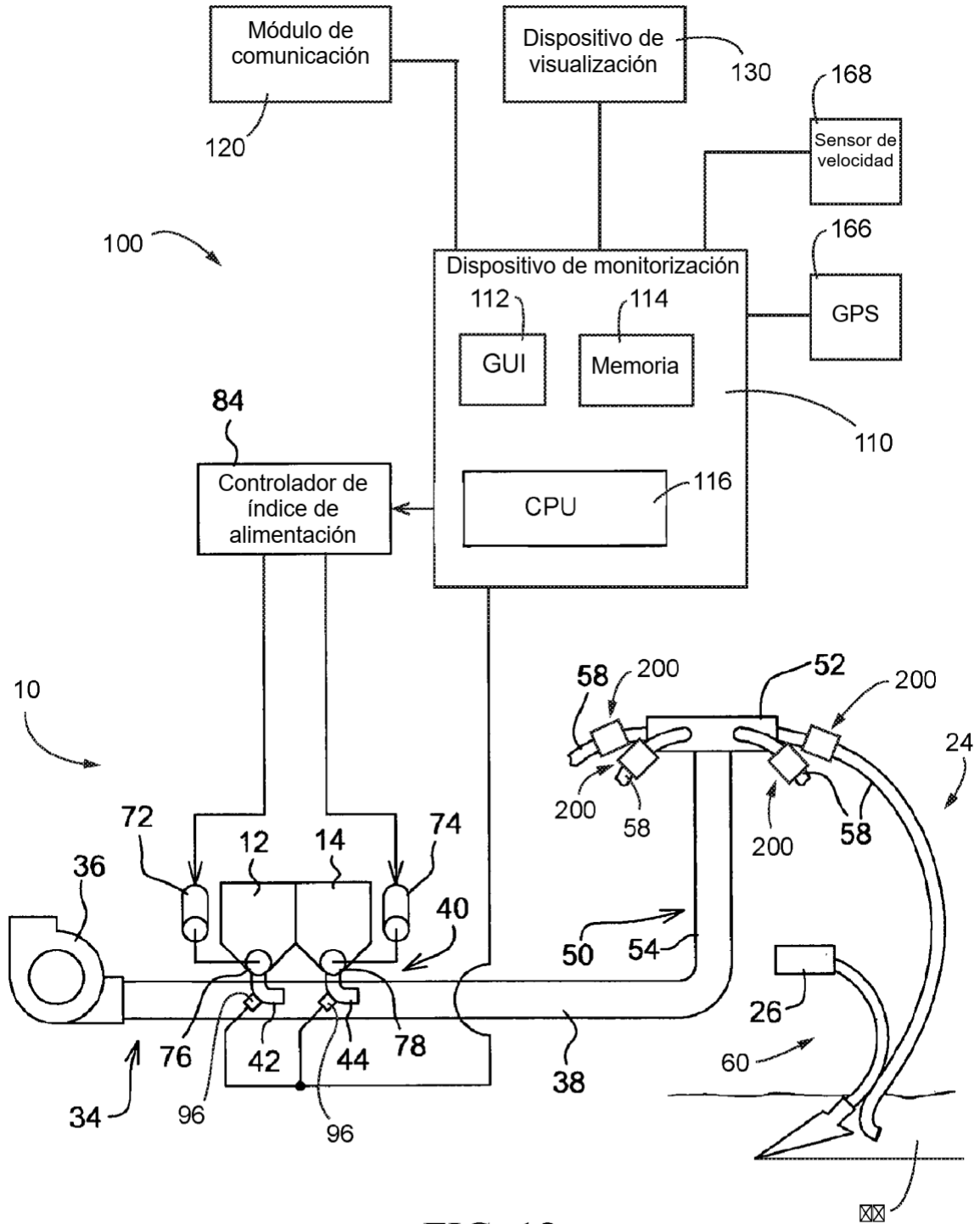


FIG. 12

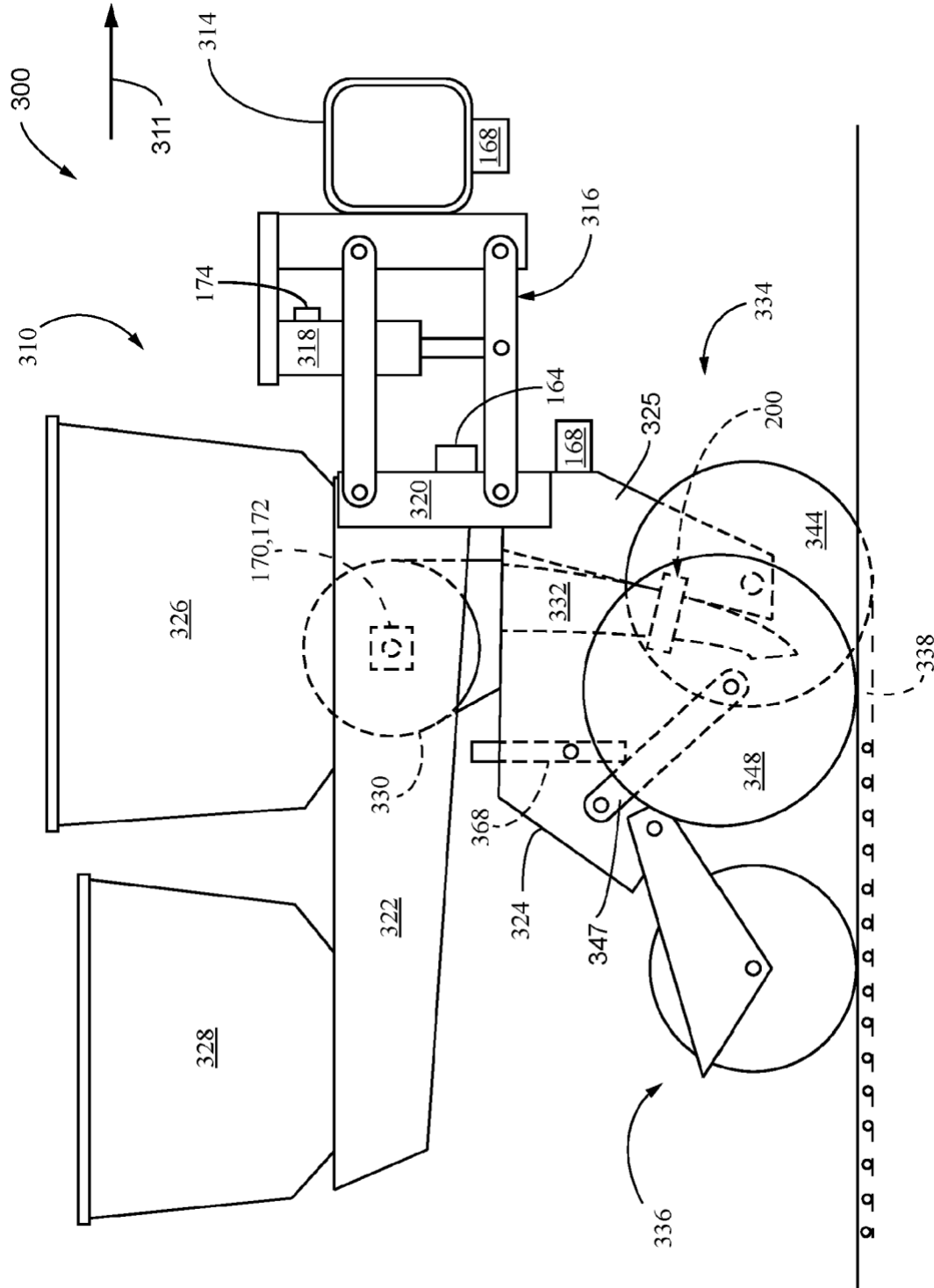


FIG. 13

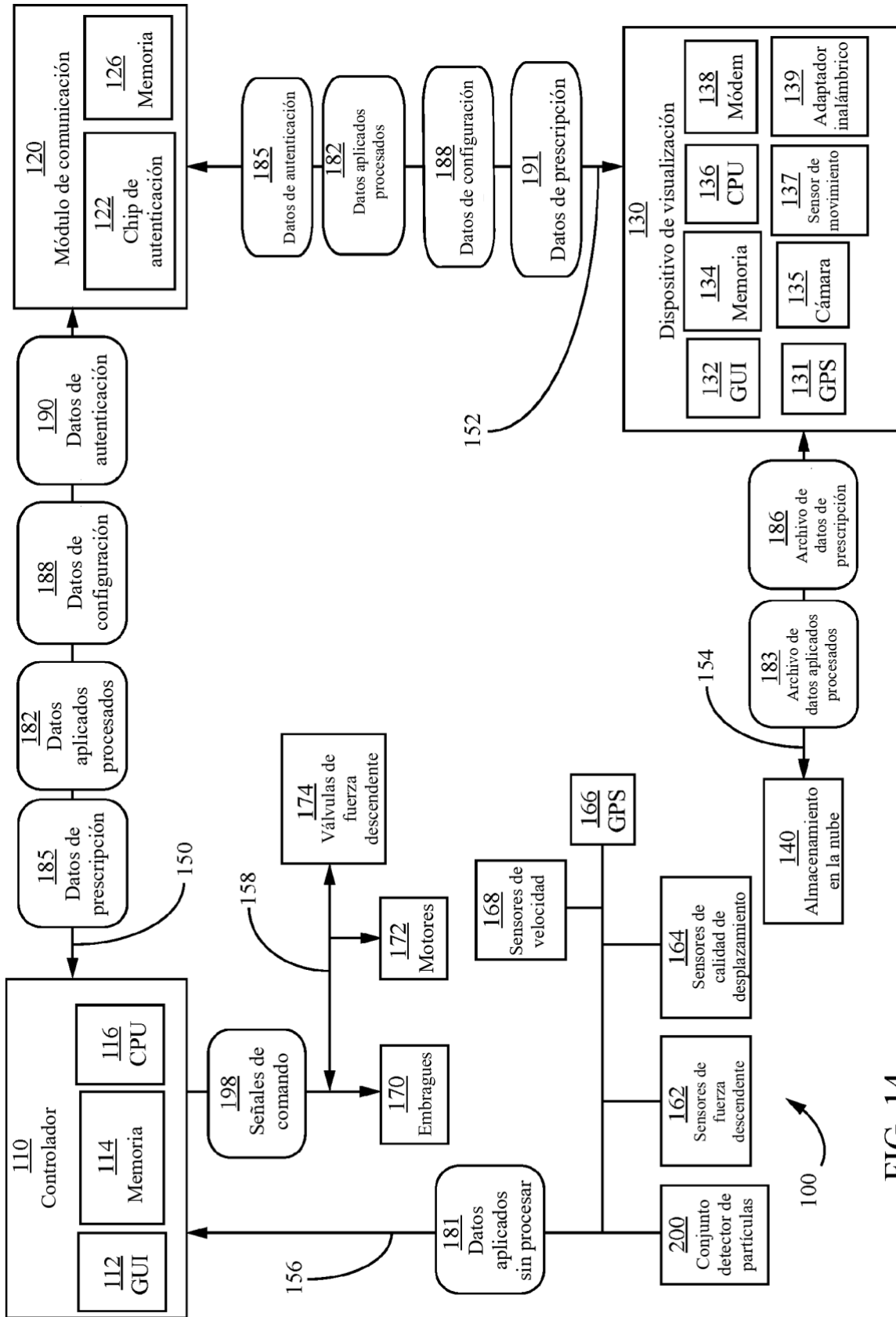


FIG. 14

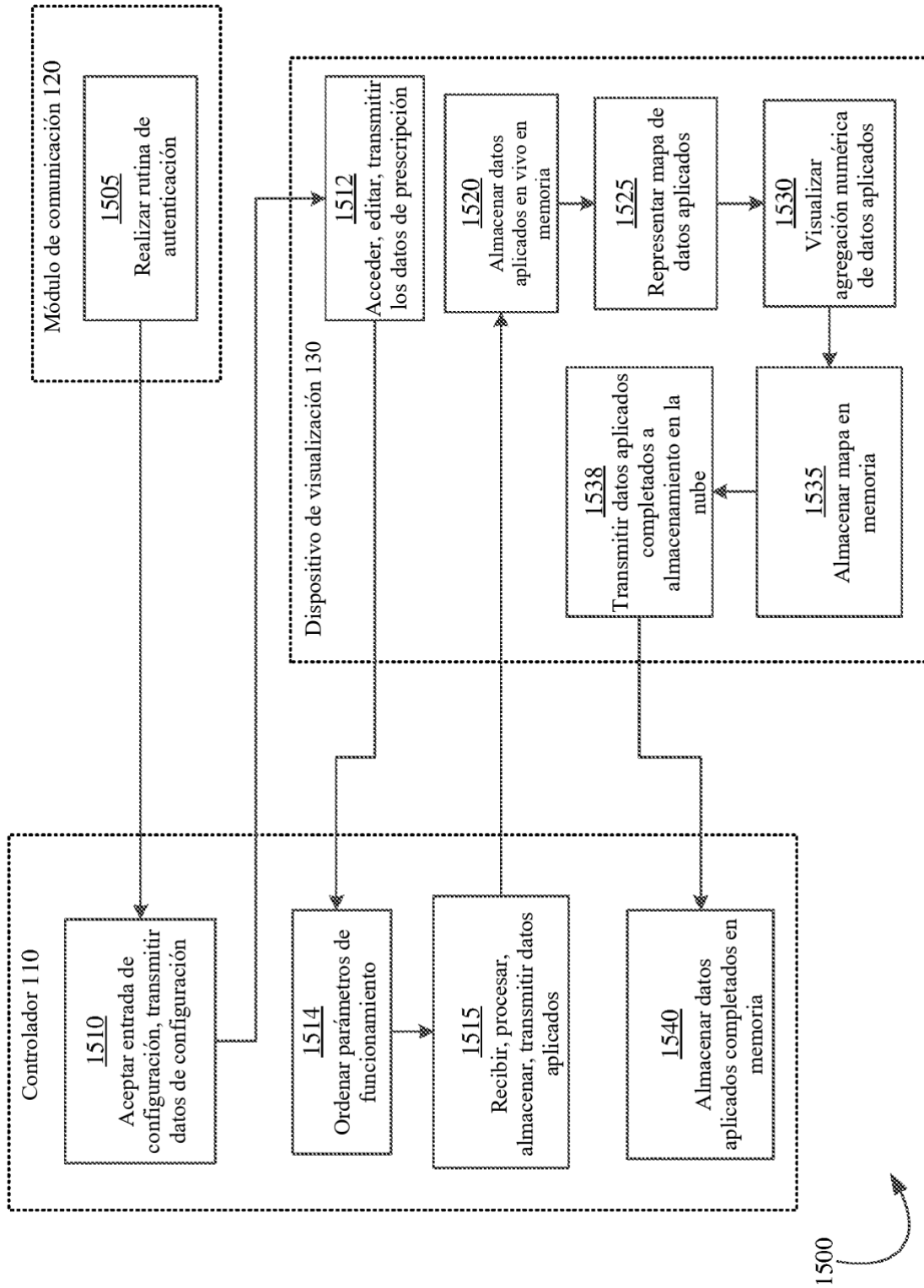


FIG. 15