

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 694 012**

51 Int. Cl.:

**A01B 69/00** (2006.01)

**A01B 79/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.10.2007 PCT/US2007/021372**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.08.2008 WO08097283**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.10.2007 E 07839276 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.08.2018 EP 2111094**

54 Título: **Aparato y método para aplicar materiales a cultivos**

30 Prioridad:

**09.02.2007 US 900410 P**  
**17.04.2007 US 787526**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**17.12.2018**

73 Titular/es:

**TSD INTEGRATED CONTROLS, LLC (100.0%)**  
**7400 National Drive**  
**Livermore, CA 94551, US**

72 Inventor/es:

**DI FEDERICO, IVAN y**  
**GOMES, MICHAEL JOHN**

74 Agente/Representante:

**ZUAZO ARALUZE, Alexander**

ES 2 694 012 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).

**APARATO Y MÉTODO PARA APLICAR MATERIALES A CULTIVOS****DESCRIPCIÓN****5 Antecedentes de la invención**

La presente invención se refiere de manera general a la aplicación de materiales tales como fertilizante y productos químicos a cultivos y más específicamente a métodos y a máquinas automáticas usados para la aplicación de los materiales a los cultivos.

10 Los agricultores aplican materiales naturales y/o sintéticos a sus cultivos. El material (por ejemplo, fertilizante, semillas, nutrientes, agua, productos químicos, etc.) se aplica normalmente a una única tasa de aplicación uniforme a través de un campo (es decir, una zona). La determinación de una tasa de aplicación óptima para el material se ha basado con frecuencia en: a) análisis de muestras del suelo, b) observación del cultivo físico durante su crecimiento, c) análisis destructivo de muestras de tejidos u hojas del cultivo en crecimiento, o d) análisis comparativo con una "franja de referencia" de cultivo plantado en ese mismo campo y fertilizada a una tasa que se sabe que supera las necesidades del cultivo. Estas técnicas han tenido como resultado una aplicación excesiva o un exceso de uso de material en algunas zonas del campo y aplicación insuficiente y una deficiencia correspondiente de material en otras zonas. Ambos casos tienen con frecuencia como resultado una pérdida de tiempo y dinero, con posibilidad de provocar daños irreparables.

En lugar de aplicar material a una tasa uniforme, también puede aplicarse material a una tasa variable o a múltiples tasas predeterminadas dentro de un campo o zona de interés. Los sistemas que aplican material de este modo normalmente usan métodos tradicionales para determinar una cantidad óptima de material que va a aplicarse a una zona particular de un campo. Con frecuencia estas técnicas han usado diversas tecnologías basadas en reflectancia junto con una base de datos histórica u otra referencia para determinar las tasas de aplicación apropiadas para el material. Además, en este esfuerzo se han usado diversos sensores basados en reflectancia como herramienta de diagnóstico.

También puede aplicarse material de un modo automático. Por ejemplo, puede aplicarse material usando maquinaria automática que se desplaza por un campo de cultivos y aplica (por ejemplo, pulveriza o dispersa) material sobre los cultivos. Para aplicar una cantidad de material sobre los cultivos, los sistemas controlan convencionalmente uno o más aplicadores (por ejemplo, una válvula pulverizadora y/o una válvula dispersora) en o unidos a la maquinaria automática (por ejemplo, un tractor).

Puede encontrarse información adicional referente a la técnica anterior en el documento US 6.236.924 que da a conocer un sistema para planificar las operaciones de una máquina agrícola en un campo. El sistema comprende una máquina agrícola con un sistema de control de autoguiado que controla los movimientos de la máquina basándose en un conjunto predeterminado de condiciones de control. Sensores ubicados en la máquina recopilan parámetros del campo, que se almacenan en una base de datos. Se genera un conjunto predeterminado de trayectorias deseadas mediante un sistema de planificación de trayectorias ubicado en un emplazamiento remoto de la máquina, tal como en una oficina central, y se proporciona al sistema de control de autoguiado. El sistema de planificación de trayectorias determina el conjunto de trayectorias deseadas para la máquina basándose en parámetros almacenados asociados con el campo, incluyendo datos de rendimiento de cultivo, niveles de humedad o precipitaciones, contenido del suelo, etc.

**Breve resumen de la invención**

La presente invención proporciona un aparato tal como se menciona en la reivindicación independiente 1 y un método tal como se menciona en la reivindicación independiente 9. En las reivindicaciones dependientes se mencionan realizaciones preferidas de la invención.

A pesar de controlar uno o más aplicadores, los sistemas y las técnicas actuales experimentan problemas a la hora de suministrar una cantidad correcta de material a cultivos. Específicamente, un controlador que controla los aplicadores (por ejemplo, las válvulas) que suministran el material sólo controla normalmente los aplicadores. El vehículo (por ejemplo, un tractor) que se mueve a lo largo del campo se mueve a una velocidad particular que puede variar dependiendo, por ejemplo, de la disposición del campo o zona. El vehículo también puede cambiar la dirección, tal como cuando el vehículo tiene que girar para fertilizar nuevos cultivos.

Con las técnicas de la técnica anterior, un cultivo puede no recibir la cantidad correcta de material que se ha programado el aplicador para aplicar al cultivo cuando el vehículo cambia la velocidad o la dirección. Por tanto, es necesario integrar datos correspondientes al movimiento del vehículo con datos correspondientes a las necesidades del cultivo para aplicar con mayor precisión el material a los cultivos.

Según un aspecto de la presente divulgación, un aparato configurado para aplicar material a un cultivo en un campo

5 incluye un vehículo de suministro configurado para moverse a través (es decir, a través, a lo largo, por, etc.) del campo y un sensor configurado para obtener datos de cultivo. El aparato también incluye un controlador de vehículo de suministro configurado para controlar automáticamente el movimiento del vehículo de suministro y un controlador de agricultura configurado para determinar las necesidades del cultivo basándose en los datos de cultivo y también configurado para transmitir órdenes de movimiento al controlador de vehículo de suministro para ajustar el movimiento del vehículo de suministro basándose en las necesidades del cultivo.

10 El aparato también puede incluir un controlador de aplicador en comunicación con el controlador de agricultura y un aplicador de material (por ejemplo, una válvula dispersora y/o una válvula pulverizadora). El controlador de aplicador está configurado para controlar el aplicador de material. Además, las órdenes de movimiento pueden basarse en datos de aplicador que se reciben a partir del controlador de aplicador. El controlador de agricultura también puede incluir un registrador de datos para registrar los datos de cultivo (y/o los datos de aplicador).

15 En una realización, hay varios vehículos de suministro que se comunican entre sí (por ejemplo, en una relación entre iguales o una relación maestro/esclavo). Por ejemplo, un segundo vehículo de suministro puede incluir un segundo controlador de agricultura y un segundo controlador de vehículo de suministro. El segundo controlador de agricultura puede estar en comunicación con el controlador de agricultura y el segundo controlador de vehículo de suministro, y estar configurado para transmitir órdenes de movimiento al segundo controlador de vehículo de suministro para ajustar el movimiento del segundo vehículo de suministro basándose en las necesidades del cultivo.

20 En otro aspecto de la presente invención, un método de funcionamiento de un sistema de suministro para la aplicación de material en tiempo real a un cultivo incluye detectar datos de cultivo, determinar necesidades del cultivo a partir de los datos de cultivo, y controlar el movimiento del sistema de suministro basándose en las necesidades del cultivo. El control del movimiento se produce transmitiendo órdenes de movimiento a un controlador de vehículo de suministro que controla un vehículo de suministro (que forma parte del sistema de suministro).

25 El control del movimiento tiene como resultado un cambio en la dirección del vehículo de suministro (y por tanto sistema de suministro), pero puede tener adicionalmente como resultado un cambio en la velocidad, el seguimiento de una trayectoria predeterminada y/o el ajuste de un juego de engranajes en un sistema de transmisión del vehículo de suministro (por ejemplo, para minimizar el consumo de combustible en relación a una pendiente de una posición del vehículo de suministro o en relación a la velocidad del vehículo de suministro). En una realización, el ajuste de velocidad del vehículo de suministro hace que el vehículo de suministro reduzca la velocidad cuando una tasa de aplicación deseada del material es mayor que una tasa de aplicación máxima a una velocidad actual. En otra realización, el ajuste de la velocidad del vehículo de suministro hace que el vehículo de suministro aumente la velocidad cuando una tasa de aplicación deseada del material es menor que una tasa de aplicación mínima a una velocidad actual.

40 Estas y otras ventajas de la invención resultarán evidentes para los expertos habituales en la técnica haciendo referencia a la siguiente descripción detallada y los dibujos adjuntos

**Breve descripción de los dibujos**

45 La figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema de suministro de material según una realización de la presente invención;

la figura 2 es un diagrama de bloques más detallado de un sistema de suministro de material según una realización de la presente invención;

50 la figura 3 es un diagrama de flujo de las etapas realizadas por un sistema de suministro de material según una realización de la presente invención;

la figura 4 es un diagrama de flujo de las etapas realizadas por un sistema de suministro de material para determinar una trayectoria óptima para el sistema según una realización de la presente invención;

55 la figura 5 es un diagrama de flujo de las etapas realizadas por un sistema de suministro de material para determinar un engranaje óptimo para el sistema según una realización de la presente invención;

la figura 6 es un diagrama de flujo de las etapas realizadas por un sistema de suministro de material para ajustar la velocidad para suministrar una cantidad óptima de material según una realización de la presente invención;

60 la figura 7 es un diagrama de bloques de tres zonas que puede atravesar un sistema de suministro de material según una realización de la presente invención; y

65 la figura 8 muestra un diagrama de bloques de alto nivel de un ordenador según una realización de la presente invención.

**Descripción detallada**

La figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema 100 de suministro de material según una realización de la presente invención. El sistema 100 de suministro de material incluye un vehículo 102 de suministro de material conectado a un cabezal 104 de detección de cultivo (es decir, un sensor), un controlador 105 de aplicador (mostrado con líneas discontinuas) y un aplicador 106 (mostrado con líneas discontinuas). El aplicador 106 puede formar parte de un arado unido al vehículo 102 de suministro. Aunque se muestran como componentes separados, uno o más de los componentes anteriores (por ejemplo, el vehículo 102, el cabezal 104 de detección de cultivo, el controlador 105 de aplicador y/o el aplicador 106) pueden combinarse en una única unidad.

El vehículo 102 de suministro de material es maquinaria que se mueve a través de un campo (es decir, se mueve a lo largo de, a través de o por un campo) para aplicar material a uno o más cultivos (no mostrados) en el campo en tiempo real. El vehículo 102 de suministro de material puede ser cualquier tipo de vehículo, tal como un tractor. El vehículo 102 de suministro de material de la figura 1 se desplaza en una dirección de movimiento mostrada con la flecha 107.

El vehículo 102 de suministro de material normalmente empuja o tira del cabezal 104 de detección de cultivo y el aplicador 106. El cabezal 104 de detección de cultivo es un sensor que puede determinar los requisitos de material de los cultivos. Puede haber un cabezal de detección de cultivo o muchos cabezales de detección de cultivo conectados a (o como parte de) el vehículo 102 de suministro de material. En este ejemplo, el cabezal 104 de detección de cultivo es un sensor basado en reflectancia con una o más fuentes de luz y uno o más detectores para determinar necesidades de cultivo tales como requisitos de nitrógeno y agua, altura de cultivos de plantas, etc. El cabezal 104 de detección de cultivo puede ser capaz de funcionar a la luz del día y/o por la noche. En este ejemplo, en primer lugar el vehículo 102 de suministro de material empuja o tira del cabezal 104 de detección de cultivo sobre una zona de cultivos y a continuación el aplicador 106 aplica el material a los cultivos a medida que el vehículo 102 se mueve a lo largo de la dirección de movimiento 107. Durante el intervalo de tiempo entre que el cabezal 104 de detección de cultivo detecta los cultivos y el aplicador 106 aplica el material a los cultivos, puede determinarse y/o ajustarse la cantidad de material que se va a aplicar a los cultivos.

El cabezal 104 de detección de cultivo puede configurarse de forma diferente para los diferentes cultivos que detecta el cabezal 104 de detección. Para los diferentes cultivos pueden usarse diferentes cabezales de detección de cultivo. Los ejemplos de cultivos incluyen granos de cereales, trigo, arroz, maíz, semillas oleaginosas, colza, patatas, algodón y caña de azúcar.

El aplicador 106 es uno o más dispositivos que aplican físicamente el material a los cultivos. El vehículo 102 de suministro puede contener uno o más depósitos de material que están conectados al aplicador 106 y se usan para llenar el aplicador 106 con material. Como se muestra, el aplicador 106 puede incluir una válvula 108 pulverizadora. La válvula 108 pulverizadora es una válvula que controla el flujo de material líquido sobre los cultivos. La válvula 108 pulverizadora puede estar conectada a boquillas (por ejemplo, boquillas 112 y 113) que pulverizan el material en distintos tiempos y/o tasas.

El controlador 105 de aplicador puede incluir un controlador 116 de válvula pulverizadora para controlar la válvula 108 pulverizadora. El controlador 105 de aplicador incluye un microprocesador y controla el funcionamiento de la válvula 108 pulverizadora. Por ejemplo, el controlador 105 de aplicador puede ajustar la(s) tasa(s) y/o el/los tiempo(s) en el/los que una o más boquillas pulverizan el material sobre los cultivos. El controlador 105 de aplicador puede ser externo o interno a la válvula 108 pulverizadora.

El aplicador 106 también puede incluir una válvula 120 dispersora. La válvula 120 dispersora es una válvula que controla hidráulicamente el flujo del material granular sobre los cultivos. La válvula 120 dispersora puede regular el flujo de una cantidad predeterminada de material sobre los cultivos durante una cantidad de tiempo determinada.

El controlador 105 de aplicador puede incluir un controlador 124 de válvula dispersora para controlar la válvula 120 dispersora. El controlador 105 de aplicador puede determinar la(s) tasa(s) y/o el/los tiempo(s) en el/los que la válvula 120 dispersora dispersa el material. En una realización, el controlador 105 de aplicador (por ejemplo, el controlador 116 de válvula pulverizadora y/o el controlador 124 de válvula dispersora) puede ajustarse antes, durante o después de la detección de los cultivos por el cabezal 104 de detección de cultivo. El controlador 105 de aplicador puede ser externo o interno a la válvula 120 dispersora.

El vehículo 102 de suministro de material incluye un controlador 128 de vehículo de suministro. Como se describe con más detalle a continuación, el controlador 128 de vehículo de suministro controla el movimiento del vehículo 102 de suministro de material. Por ejemplo, el vehículo 102 de suministro de material puede accionarse automáticamente (es decir, sin que una persona accione el vehículo 102 de suministro) y el controlador 128 de vehículo de suministro puede controlar la velocidad del vehículo 102 de suministro, la dirección del vehículo 102 de suministro, etc.

El vehículo 102 de suministro también incluye un controlador 132 de agricultura. Los controladores 105, 128 y el cabezal 104 de detección de cultivo están en comunicación con el controlador 132 de agricultura. La comunicación

- 5 puede realizarse mediante uno o más buses de comunicación (inalámbricos o cableados) (mostrados con líneas discontinuas 140, 144 y 148). El controlador 132 de agricultura integra la información procedente de los controladores 105, 128 y el cabezal 104 de detección de cultivo para determinar cómo mover (por ejemplo, desplazar) el vehículo 102 de suministro de material con respecto a las necesidades del cultivo basándose en datos de cultivo detectados por el cabezal 104 de detección de cultivo (y, en una realización, basándose en datos de aplicador procedentes del controlador 105 de aplicador). Esta integración de información procedente del controlador 128 de vehículo de suministro, el controlador 105 de aplicador y el cabezal 104 de detección de cultivo permite un suministro óptimo del material a los cultivos.
- 10 El controlador 132 de agricultura puede usar esta información para transmitir una o más órdenes de movimiento al controlador 128 de vehículo de suministro para ajustar el movimiento del vehículo 102 de suministro. Por ejemplo, el controlador 132 de agricultura puede determinar cuándo girar el vehículo 102 de suministro de material y puede ajustar la velocidad del vehículo 102 de suministro basándose en la información que recibe a partir de los controladores 105, 128 y el cabezal 104 de detección de cultivo. Esta integración de información procedente de los controladores 105, 128 y el cabezal 104 de detección de cultivo permite que el vehículo 102 de suministro de material aplique la cantidad correcta de material a los cultivos independientemente, por ejemplo, de la disposición del terreno y la trayectoria que recorra el vehículo de suministro.
- 15 La figura 2 muestra un diagrama de bloques más detallado de un sistema 200 de suministro de material según una realización de la presente invención. El sistema 200 de suministro de material incluye un vehículo 202 de suministro de material que tiene un controlador 204 de vehículo de suministro en comunicación con un controlador 208 de agricultura. El controlador 204 de vehículo de suministro incluye diversos controladores para controlar el vehículo 202 de suministro de material.
- 20 En una realización, el controlador 204 de vehículo de suministro incluye un receptor 212 de satélite de posicionamiento global (GPS) para determinar la ubicación del vehículo de suministro. En comunicación con el receptor 212 de GPS hay un controlador 216 de dirección para controlar la dirección del vehículo de suministro. Por ejemplo, si el vehículo 202 de suministro de material tiene que recorrer un recorrido particular, el receptor 212 de GPS y el controlador 216 de dirección se usan para guiar y dirigir el vehículo 202 de suministro a su destino. El receptor 212 de GPS y/o el controlador 216 de dirección también pueden incluir sensores de pendiente para determinar la pendiente del terreno en la que está ubicado el vehículo de suministro.
- 25 El controlador 204 de vehículo de suministro también puede incluir una unidad 220 de control de motor (ECU). La ECU es una unidad de control electrónico que controla diversos aspectos del funcionamiento del motor del vehículo. En una realización, la ECU controla la cantidad de combustible inyectado en cada cilindro de cada ciclo del motor, el momento del encendido, y otros parámetros del motor. La ECU puede incluir uno o más sensores para determinar la cantidad de combustible, el momento del encendido, y otros parámetros.
- 30 El vehículo 202 de suministro también puede incluir un enganche. El enganche se usa normalmente cuando el vehículo 202 de suministro levanta o baja algo. El enganche incluye el sistema hidráulico del vehículo de suministro, puntos de fijación, brazos elevadores, y estabilizadores. En esta realización, el controlador 204 de vehículo de suministro incluye un controlador 224 de enganche. En una realización, el controlador 224 de enganche usa un motor a pasos para controlar el enganche.
- 35 El controlador 204 de vehículo de suministro también puede incluir un controlador 228 de transmisión. El controlador 228 de transmisión controla la velocidad del vehículo 202 de suministro de material ajustando la cantidad de potencia suministrada a la transmisión del vehículo de suministro.
- 40 El controlador 204 de vehículo de suministro también incluye sensores 232 de nivelación de pluma. Los sensores 232 de nivelación de pluma ajustan la distancia entre el aplicador 235 y el cultivo.
- 45 El controlador 204 de vehículo de suministro también puede incluir sensores 236 ambientales. Los sensores 236 ambientales pueden detectar uno o más de humectación, humedad, calidad del agua, velocidad y dirección del viento, temperatura ambiental, radiación (por ejemplo, radiación solar o radiación ultravioleta), humo, sensores de polvo y cualquier otra condición ambiental. Los sensores 236 ambientales pueden usar la información detectada por los sensores para ajustar el movimiento del vehículo 202 de suministro. Por ejemplo, si los sensores 236 ambientales determinan que el suelo está empapado, el controlador 204 de vehículo de suministro puede hacer que el vehículo 202 de suministro de material se desplace más despacio.
- 50 Cada controlador 216, 220, 224, 228 y cada sensor 232, 236 del controlador 204 de vehículo de suministro está en comunicación con el controlador 208 de agricultura a través de uno o más buses de comunicación (mostrados como bus 240 en comunicación con el bus 244). Los buses 240, 244 de comunicación pueden ser buses cableados o inalámbricos.
- 55 El controlador 208 de agricultura recibe información sobre el vehículo de suministro a través del controlador 204 de vehículo de suministro (a través del bus 244 de comunicación), recibe información sobre el aplicador a través del

controlador 248 de aplicador (a través del bus 252 de controlador de aplicador), y recibe información sobre los cultivos a partir del cabezal 254 de detección de cultivo (a través del bus 256 de cabezal de detección de cultivo). Como resultado, el controlador 208 de agricultura puede integrar la información procedente de estos controladores y del cabezal de detección de cultivo para aplicar de forma eficiente la cantidad correcta de material al/a los cultivo(s) (por ejemplo, durante una cantidad predeterminada de tiempo).

En un ejemplo, el controlador 208 de agricultura incluye una interfaz 264 gráfica de usuario (GUI) para permitir que un usuario interactúe con el controlador 208. Un usuario puede usar la GUI para seleccionar qué material y/o ajustar cuánto material se está aplicando a través del aplicador 235. El controlador 208 de agricultura también puede incluir un lector/escritor 268 de tarjeta de memoria que permite que un usuario introduzca una tarjeta de memoria y lea o escriba datos de/en la tarjeta. El controlador 208 de agricultura también puede incluir un dispositivo 272 de comunicación inalámbrica que permite que el controlador 208 de agricultura se comuniquen con otros controladores de agricultura de forma inalámbrica (como se describe con más detalle a continuación).

Además, el controlador 208 de agricultura incluye un motor 276 de optimización de aplicador de material. El motor 276 de optimización de aplicador de material optimiza la aplicación de material basándose en la información recibida a partir del controlador 204 de vehículo de suministro y el controlador 248 de aplicador. El motor 276 de optimización ajusta el movimiento del vehículo de suministro basándose en la información que recibe el motor 276. La información también puede tener como resultado que el motor 276 de optimización determine una trayectoria óptima de movimiento que debe recorrer el vehículo 202 de suministro. En una realización adicional, la información puede tener como resultado que el motor 276 de optimización determine el engranaje óptimo que debe ajustarse en la transmisión de potencia del vehículo de suministro para minimizar el consumo de diésel del motor al seguir la trayectoria de movimiento óptima (por ejemplo, teniendo en cuenta las pendientes del terreno). El motor 276 de optimización también puede mantener la velocidad con respecto al suelo del vehículo dentro de un intervalo deseado para mantener un patrón de pulverización adecuado para el orificio de la boquilla o la punta de pulverización de aplicación particular que se está usando para la aplicación líquida de material. El motor 276 de optimización también puede hacer que el vehículo 202 de suministro suministre diferente material en diferentes tiempos o tasas.

El controlador 208 de agricultura puede incluir un registrador 280 de datos para registrar los datos que recibe a partir de los diversos controladores 204, 248 y/o del/de los cabezal(es) 254 de detección de cultivo. El usuario puede ver los datos mediante la GUI 264 y/o puede editar los datos. El registrador 280 de datos puede incluir un microprocesador y memoria.

La figura 3 es un diagrama de flujo de las etapas realizadas por un sistema de suministro de material según una realización de la presente invención. El vehículo de suministro se mueve a través de (o por) un campo de cultivos y el cabezal de detección de cultivo recopila datos de cultivo moviéndose sobre o cerca de los cultivos. El vehículo de suministro (por ejemplo, el controlador de agricultura) recibe estos datos a partir del cabezal de detección de cultivo en la etapa 305. En una realización, el controlador de agricultura ajusta el movimiento del vehículo de suministro basándose en los datos de cultivo recibidos a partir del cabezal de detección de cultivo en la etapa 305. El aplicador aplica material a los cultivos en la etapa 315.

El controlador de agricultura recibe además datos a partir del controlador de aplicador relacionados, por ejemplo, con el funcionamiento del aplicador y el suministro del material (por ejemplo, cuánto material se está suministrando) en la etapa 315. El controlador de agricultura también recibe los datos de cultivo a partir del cabezal de detección de cultivo. El controlador de agricultura recibe o bien simultáneamente o bien en algún otro momento (después (o antes) de la etapa 315) datos a partir del controlador de vehículo de suministro (mostrado en la etapa 320), tal como la velocidad y la dirección del vehículo de suministro de material.

El controlador de agricultura transmite a continuación una o más órdenes de movimiento para ajustar el movimiento del vehículo de suministro de material basándose en parte o la totalidad de los datos recibidos en la etapa 325, que comprenden órdenes para cambiar la dirección del vehículo de suministro. Además el controlador de agricultura puede determinar cambiar la velocidad del vehículo de suministro (por ejemplo, ralentizar el vehículo de suministro en un punto concreto en la trayectoria).

La figura 4 muestra un diagrama de flujo de las etapas realizadas por un sistema de suministro de material para determinar una trayectoria óptima del sistema de suministro de material según una realización de la presente invención. El sistema de suministro de material (es decir, el vehículo de suministro de material con el aplicador (y controlador de aplicador) y el cabezal de detección de cultivo mostrado en la figura 1) se desplaza (es decir, sigue una trayectoria predeterminada) a través de (o a lo largo de o por) un campo que tiene cultivos en la etapa 405. El/los cabezal(es) de detección de cultivo está(n) operativo(s) durante estos movimientos en el campo. El/los cabezal(es) de detección de cultivo recopila(n) datos de cultivo en el campo en la etapa 410 y transmite(n) los datos al controlador de agricultura. El controlador de agricultura almacena los datos de cultivo recibidos a partir del/de los cabezal(es) de detección de cultivo en la etapa 410. El controlador de agricultura determina a continuación si el sistema de suministro de material ha cubierto todas las secciones del campo en la etapa 415.

En un ejemplo, el controlador de agricultura realiza esta determinación comparando los datos de cultivo recibidos a

partir del/de los cabezal(es) de detección de cultivo con un mapa almacenado del campo. Este mapa puede ser, por ejemplo, un resultado de uno o más desplazamientos previos por el campo. Basándose en esta comparación, el controlador de agricultura determina si el sistema de suministro de material debe continuar desplazándose o debe detenerse debido a que el sistema ha pasado por todas las zonas del campo. En una realización, el controlador de agricultura detiene el sistema cuando el sistema ha pasado por todo el campo. Alternativamente, el controlador de agricultura puede transmitir un mensaje al conductor del sistema de suministro de material para detener el vehículo de suministro de material.

En un ejemplo, para realizar esta determinación, el controlador de agricultura recibe datos de cultivo a partir del/de los cabezal(es) de detección de cultivo así como datos relacionados con las coordenadas (posiciones X, Y y Z) del centro de gravedad del vehículo de suministro de material. En una realización, el controlador de dirección y/o el receptor de GPS, como se describió anteriormente, determinan las coordenadas del centro de gravedad del vehículo de suministro y el controlador de agricultura usa estas coordenadas junto con los datos de cultivo recibidos a partir del/de los cabezal(es) de detección de cultivo para determinar si el sistema de suministro de material ha cubierto todo el campo.

En un ejemplo, los datos recibidos pueden empaquetarse en un formato de datos específico. Por ejemplo, el formato de datos específico puede incluir una posición del vehículo, las medidas captadas por el/los cabezal(es) de detección de cultivo, y/o información de reflectancia de luz.

Si el sistema de suministro de material no ha cubierto todo el campo, el procedimiento vuelve a la etapa 405 y el vehículo de suministro de material continúa desplazándose por el campo. Sin embargo, si el sistema de suministro de material ha cubierto todo el campo, puede determinarse una trayectoria óptima para el sistema de suministro de material a partir de los datos recibidos en la etapa 420.

En un ejemplo, el controlador de agricultura genera un mapa de requisitos de cultivo y líneas de forma específica que rodean las zonas que no requieren acciones específicas de riego o nutrición. El controlador de agricultura usa las líneas de forma para corregir una línea de movimiento recorrida normalmente por el vehículo de suministro de material para rodear zonas que no necesitan material.

La figura 5 muestra un diagrama de flujo de las etapas realizadas por un sistema de suministro de material para determinar un engranaje óptimo que debe ajustarse en la transmisión de potencia del vehículo de suministro para minimizar el consumo de diésel del motor al seguir la trayectoria de movimiento óptima (teniendo en cuenta pendientes del terreno) según una realización de la presente invención.

El vehículo de suministro de material se desplaza (es decir, sigue una trayectoria predeterminada) a través de (o a lo largo de o por) un campo que tiene cultivos en la etapa 505. Los sensores de pendiente X e Y están funcionando durante este movimiento a través de, a lo largo de o por el campo.

A continuación los sensores de pendiente X e Y recopilan y almacenan (por ejemplo, en un archivo de datos) las pendientes en todos los puntos del campo que atraviesa el vehículo de suministro de material en la etapa 510. El controlador de agricultura determina a continuación si el sistema de suministro de material ha cubierto todas las secciones del campo en la etapa 515.

En un ejemplo, el controlador de agricultura realiza esta determinación comparando los datos recibidos a partir de los sensores de pendiente con un mapa almacenado del campo. Este mapa puede ser, por ejemplo, un resultado de uno o más desplazamientos previos por (o a través o a lo largo de) el campo. Basándose en esta comparación, el controlador de agricultura determina si el vehículo de suministro de material debe continuar desplazándose o debe detenerse debido a que el sistema ha pasado por todas las zonas del campo.

En un ejemplo, para realizar esta determinación, el controlador de agricultura recibe datos a partir de los sensores de pendiente así como datos relacionados con las coordenadas (por ejemplo, posiciones X e Y) del centro de gravedad del vehículo de suministro de material. En una realización, el controlador de agricultura usa estas coordenadas junto con los datos recibidos a partir de los sensores de pendiente para determinar si el sistema de suministro de material ha cubierto todo el campo.

En un ejemplo, los datos pueden empaquetarse en un formato de datos específico. Por ejemplo, el formato de datos específico puede incluir una posición del vehículo (X, Y), la pendiente a lo largo del eje X y la pendiente a lo largo del eje Y.

El controlador de agricultura analiza a continuación los datos para determinar un engranaje óptimo de la transmisión del vehículo de suministro que debe ajustarse para minimizar el consumo de combustible del vehículo en relación con la pendiente de una posición en el campo y/o analiza la velocidad de funcionamiento seleccionada en la etapa 520. En un ejemplo, el controlador de agricultura analiza los datos y genera una orden de movimiento específica que el controlador envía al controlador de transmisión del vehículo para ejecutar un cambio en el engranaje. Esto puede producirse, por ejemplo, de forma periódica o continua.

En un ejemplo adicional, el archivo de datos que contiene las diferentes pendientes en el campo puede volver a usarse cuando se necesita realizar otras operaciones del controlador de agricultura en el mismo campo usando el patrón de pendientes.

5 La figura 6 muestra un diagrama de flujo de las etapas realizadas por un sistema de suministro de material para determinar una velocidad óptima del vehículo de suministro de material según una realización de la presente invención. El sistema de suministro de material se desplaza (es decir, sigue una trayectoria predeterminada) a través de (o a lo largo de o por) un campo que tiene cultivos en la etapa 605. El/los cabezal(es) de detección de cultivo está(n) operativo(s) durante estos movimientos en el campo. El/los cabezal(es) de detección de cultivo recopila(n) y almacena(n) datos de cultivo en la etapa 610 y puede(n) transmitir los datos de cultivo al controlador de agricultura. El controlador de agricultura usa los datos de cultivo para determinar requisitos nutricionales de cultivo en una medida de volumen por área (por ejemplo, kilogramo por hectárea).

15 Durante la recepción de los datos de cultivo a partir del/de los cabezal(es) de detección de cultivo, el controlador de agricultura también puede determinar la velocidad del vehículo y/o la extensión de aplicación a partir de los sensores. A continuación el controlador de agricultura puede ajustar (aumentar, mantener o reducir) la velocidad del vehículo para suministrar una cantidad óptima de material en la etapa 620. Por ejemplo, el controlador de agricultura puede determinar la velocidad mínima o máxima para efectuar la distribución adecuada de un material granular, las presiones mínima o máxima para mantener un patrón de pulverización apropiado de un material líquido según se distribuye desde un orificio fijo y/o la capacidad para aumentar o reducir la velocidad del vehículo permitiendo una tasa de aplicación apropiada como extensión y velocidad a la que se está produciendo la aplicación.

25 Como ejemplo específico, el controlador de agricultura puede transmitir órdenes de movimiento al controlador de vehículo de suministro para ralentizar el vehículo de suministro cuando las necesidades del/de los cultivo(s) dictan una tasa de aplicación mayor que la tasa de aplicación máxima a una velocidad determinada. Como resultado, se ralentiza el vehículo para aumentar de forma eficaz la tasa de aplicación. También puede aplicarse la situación opuesta (es decir, la velocidad del vehículo de suministro se aumenta cuando las necesidades del/de los cultivo(s) dictan una tasa de aplicación menor que la tasa de aplicación mínima a una velocidad determinada).

30 El controlador de agricultura puede registrar un registro de características de material, tales como la fecha de aplicación, el tiempo y el material aplicado así como la velocidad del vehículo para que sirva como registro de la aplicación.

35 La figura 7 muestra un diagrama de bloques de un campo 700 que tiene tres zonas 704, 708, 712 según una realización de la presente invención. El sistema de suministro de material aplica un material líquido en el campo 700 usando una boquilla de pulverización de aplicación fija que mantiene un patrón de pulverización satisfactorio dentro de un intervalo de presión de, por ejemplo, 4-6 bar.

40 Por ejemplo, en la zona 1 704, la tasa de aplicación determinada se establece a 6X, la velocidad de vehículo se establece a Y, y la presión en la boquilla de pulverización de aplicación fija se establece a 5 bar. Sin embargo, la zona 2 708 tiene ajustes diferentes. La zona 2 tiene una tasa de aplicación determinada de 4X, una velocidad de vehículo de 2Y, y una presión de boquilla de pulverización de aplicación fija de 5,5 bar. La zona 3 712 tiene una tasa de aplicación determinada de 1X, la velocidad de vehículo se aumenta a 3Y mientras que la presión en la boquilla de pulverización de aplicación fija se mantiene a 5 bar.

50 En otro ejemplo, el controlador de agricultura de un vehículo de suministro de material puede comunicarse con una red inalámbrica (por ejemplo, construida localmente en el campo de trabajo colocando receptores y transmisores en uno o más de otros controladores de agricultura de vehículos de suministro de material). Además, todos los controladores de agricultura pueden comunicarse mediante una red inalámbrica con un ordenador principal (ubicado en una estación remota o en uno de los controladores de agricultura). El ordenador principal puede realizar el registro de datos descrito anteriormente. El ordenador principal también puede transmitir y/o recibir órdenes a/desde los controladores de agricultura. Esta red inalámbrica permite compartir datos medidos o recibidos por un controlador de agricultura con otros controladores de agricultura (por ejemplo, para facilitar la realización de sus funciones de control con un menor uso de los sensores). Por tanto, cada controlador de agricultura puede comunicarse con uno o más de otros controladores de agricultura y/o un ordenador principal, externo ubicado en un sitio remoto del campo (o interno a un vehículo de suministro).

60 La comunicación entre controladores de agricultura puede ser, por ejemplo, mediante una relación entre iguales (un vehículo de suministro interactúa con un segundo vehículo de suministro) o una relación maestro-esclavo (un vehículo de suministro sigue órdenes de otro vehículo de suministro).

65 La descripción con el presente documento describe la presente invención en cuanto a las funciones del controlador requeridas necesarias para implementar una realización de la invención. Estas etapas pueden realizarse mediante un ordenador programado adecuadamente, cuya configuración se conoce bien en la técnica. Puede implementarse un ordenador adecuado, por ejemplo, usando procesadores informáticos, unidades de memoria, dispositivos de

almacenamiento, software informático y otros componentes ampliamente conocidos. En la figura 8 se muestra un diagrama de bloques de alto nivel de un ordenador de este tipo. El ordenador 802 contiene un procesador 804 que controla el funcionamiento general del ordenador 802 ejecutando instrucciones de programa informático que definen un funcionamiento de este tipo. Las instrucciones de programa informático pueden almacenarse en un dispositivo 812 de almacenamiento (por ejemplo, disco magnético) y cargarse en la memoria 810 cuando se desea la ejecución de las instrucciones de programa informático. El ordenador 802 también incluye una o más interfaces 806 para comunicarse con otros dispositivos (por ejemplo, localmente o a través de una red). El ordenador 802 también incluye una entrada/salida 808 que representa dispositivos que permiten la interacción del usuario con el ordenador 802 (por ejemplo, pantalla, teclado, ratón, altavoces, botones, etc.).

Un experto en la técnica reconocerá que una implementación de un ordenador real también contendrá otros componentes, y que la figura 8 es una representación de alto nivel de algunos de los componentes de un ordenador de este tipo con fines ilustrativos. Además, un experto en la técnica reconocerá que las etapas de procesamiento descritas en el presente documento también pueden implementarse usando hardware dedicado, cuyos circuitos se configuran específicamente para implementar etapas de procesamiento de este tipo. Alternativamente, las etapas de procesamiento pueden implementarse usando diversas combinaciones de hardware y software. Además, las etapas de procesamiento pueden tener lugar en un ordenador o pueden formar parte de una máquina más grande.

Debe entenderse que la descripción detallada anterior es ilustrativa y a modo de ejemplo, pero no restrictiva, en todos los aspectos, y el alcance de la invención dada a conocer en el presente documento no debe determinarse a partir de la descripción detallada, sino a partir de las reivindicaciones tal como se interpretan de acuerdo con el alcance completo permitido por las leyes de patentes. Debe entenderse que las realizaciones mostradas y descritas en el presente documento sólo son ilustrativas de los principios de la presente invención y que los expertos en la técnica pueden implementar diversas modificaciones sin apartarse del alcance de la invención.

**REIVINDICACIONES**

1. Aparato configurado para aplicar material a un cultivo en un campo, que comprende:
  - 5 un vehículo (102) de suministro configurado para moverse a través de un campo;
  - un controlador (128) de vehículo de suministro configurado para controlar automáticamente el movimiento del vehículo (102) de suministro;
  - 10 un sensor (104) configurado para obtener datos de cultivo durante el movimiento del vehículo (102) de suministro a través de dicho campo; y
  - un controlador (132) de agricultura configurado para:
    - 15 determinar, durante el movimiento del vehículo (102) de suministro, necesidades del cultivo basándose en dichos datos de cultivo;
    - caracterizado porque el controlador está configurado además para determinar, en tiempo real con la determinación de las necesidades de dicho cultivo basándose en dichos datos de cultivo, órdenes de movimiento para ajustar dicho movimiento de dicho vehículo (102) de suministro, comprendiendo dichas órdenes de movimiento órdenes para cambiar una dirección del vehículo (102) de suministro, basándose en dichas necesidades de dicho cultivo; y
    - 20 transmitir dichas órdenes de movimiento a dicho controlador (128) de vehículo de suministro.
- 25 2. Aparato según la reivindicación 1 caracterizado además porque el aparato comprende además un controlador (105) de aplicador en comunicación con dicho controlador (132) de agricultura y un aplicador (106) de material, y configurado para controlar dicho aplicador (106) de material.
- 30 3. Aparato según la reivindicación 2 caracterizado además porque dichas órdenes de movimiento se basan además en datos del aplicador recibidos a partir de dicho controlador (105) de aplicador.
4. Aparato según la reivindicación 1 caracterizado además porque dicho controlador (132) de agricultura comprende además un registrador (280) de datos configurado para registrar dichos datos de cultivo.
- 35 5. Aparato según la reivindicación 1 caracterizado además porque dicho controlador (132) de agricultura comprende además un motor (276) de optimización de aplicador de material configurado para optimizar la aplicación de dicho material.
- 40 6. Aparato según la reivindicación 1 caracterizado además porque dicho controlador (128) de vehículo de suministro comprende además al menos uno de un receptor (212) de satélite de posicionamiento global, un controlador (216) de dirección, una unidad (220) de control de motor, un controlador (224) de enganche, un controlador (228) de transmisión, un sensor (232) de nivelación de pluma y un sensor (236) ambiental.
- 45 7. Aparato según la reivindicación 1 caracterizado además porque el aparato comprende además un sensor de pendiente configurado para determinar una pendiente del terreno en la que está ubicado dicho vehículo (102) de suministro.
- 50 8. Aparato según la reivindicación 1 caracterizado además porque el aparato comprende además un segundo vehículo (102) de suministro que comprende un segundo controlador (132) de agricultura y un segundo controlador (128) de vehículo de suministro, estando dicho segundo controlador (132) de agricultura en comunicación con dicho controlador (132) de agricultura y dicho segundo controlador (128) de vehículo de suministro y configurado para transmitir órdenes de movimiento a dicho segundo controlador (128) de vehículo de suministro para ajustar el movimiento de dicho segundo vehículo (102) de suministro basándose en dichas necesidades de dicho cultivo.
- 55 9. Método de funcionamiento de un aparato para la aplicación de material en tiempo real a un cultivo en un campo, comprendiendo dicho aparato un vehículo de suministro configurado para moverse a través de dicho campo, comprendiendo dicho método:
  - 60 detectar datos de cultivo durante el movimiento del vehículo (102) de suministro;
  - determinar, durante el movimiento del vehículo (102) de suministro, necesidades del cultivo a partir de dichos datos de cultivo; caracterizado por comprender las etapas de controlar dicho movimiento de dicho vehículo (102) de suministro basándose en dichas necesidades de dicho cultivo, en el que controlar el movimiento del vehículo (102) de suministro comprende recibir, en tiempo real con la determinación de las
  - 65

## ES 2 694 012 T3

necesidades de dicho cultivo basándose en dichos datos de cultivo, órdenes de movimiento para ajustar dicho movimiento de dicho vehículo (102) de suministro, y cambiar una dirección del vehículo (102) de suministro basándose en dichas necesidades de dicho cultivo.

- 5 10. Método según la reivindicación 9 en el que dicho control de dicho movimiento comprende además transmitir órdenes de movimiento a un controlador (128) de vehículo de suministro en comunicación con dicho vehículo (102) de suministro para hacer que dicho vehículo (102) de suministro siga una trayectoria predeterminada.
- 10 11. Método según la reivindicación 9 en el que dicho control de dicho movimiento comprende además ajustar un juego de engranajes en un sistema de transmisión de dicho vehículo (102) de suministro.
- 15 12. Método según la reivindicación 11 en el que dicho ajuste de un engranaje comprende además ajustar dicho engranaje para minimizar el consumo de combustible en relación a una pendiente de una posición de dicho vehículo (102) de suministro.
- 20 13. Método según la reivindicación 12 en el que dicho ajuste de un engranaje comprende además ajustar dicho engranaje para minimizar el consumo de combustible en relación a una velocidad de dicho vehículo (102) de suministro.
14. Método según la reivindicación 9 en el que dicho control de dicho movimiento de dicho vehículo (102) de suministro comprende además ajustar la velocidad de dicho vehículo (102) de suministro.
- 25 15. Método según la reivindicación 9 en el que dicho control de dicho movimiento de dicho vehículo (102) de suministro comprende además ajustar la dirección de dicho vehículo (102) de suministro.

FIG. 1

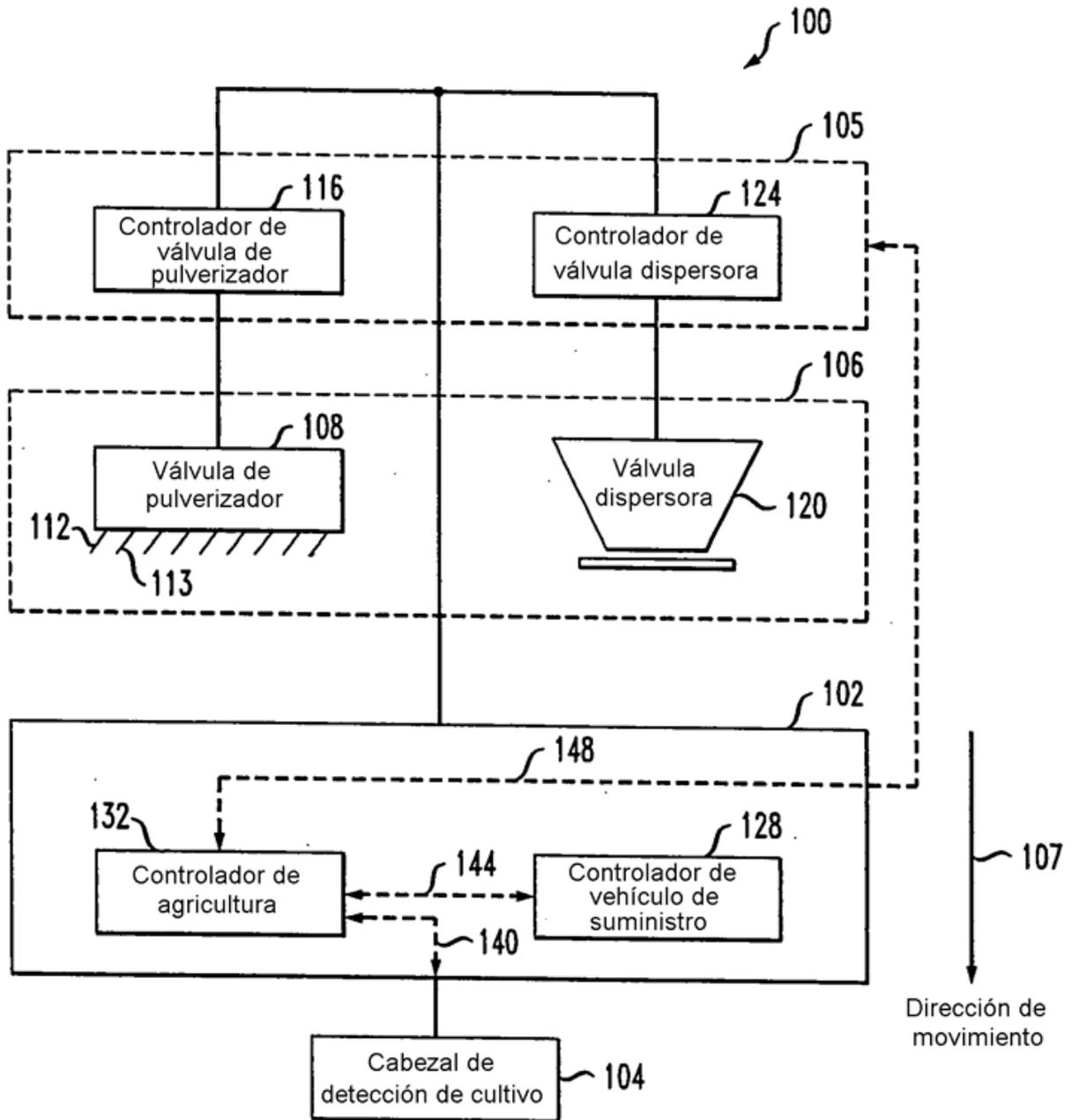
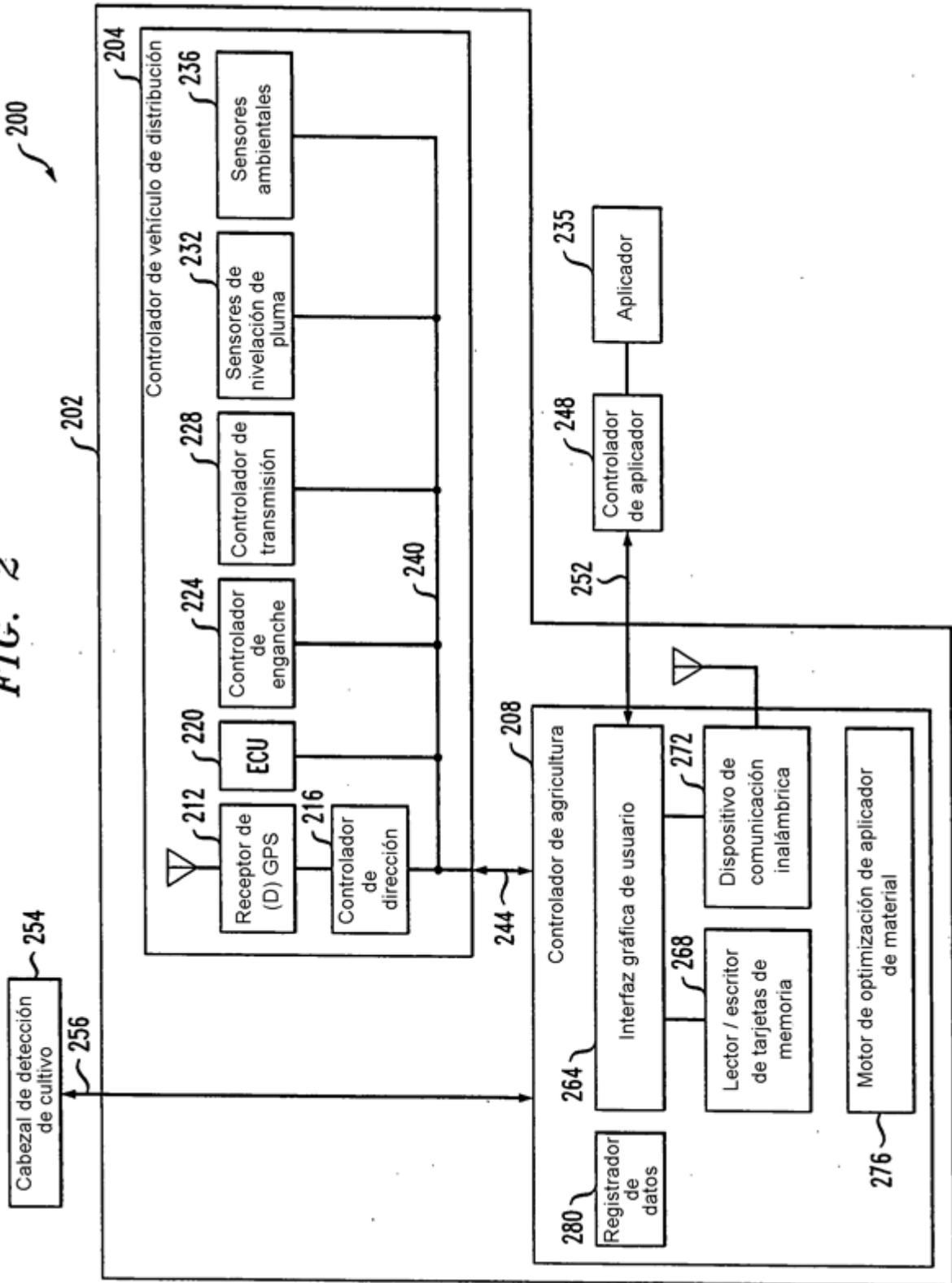
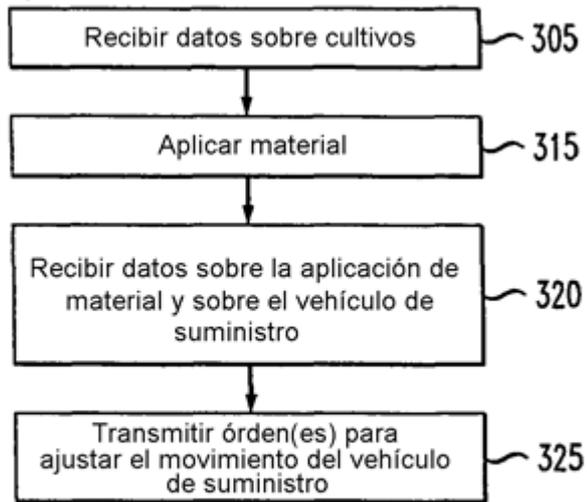


FIG. 2



*FIG. 3*



*FIG. 4*

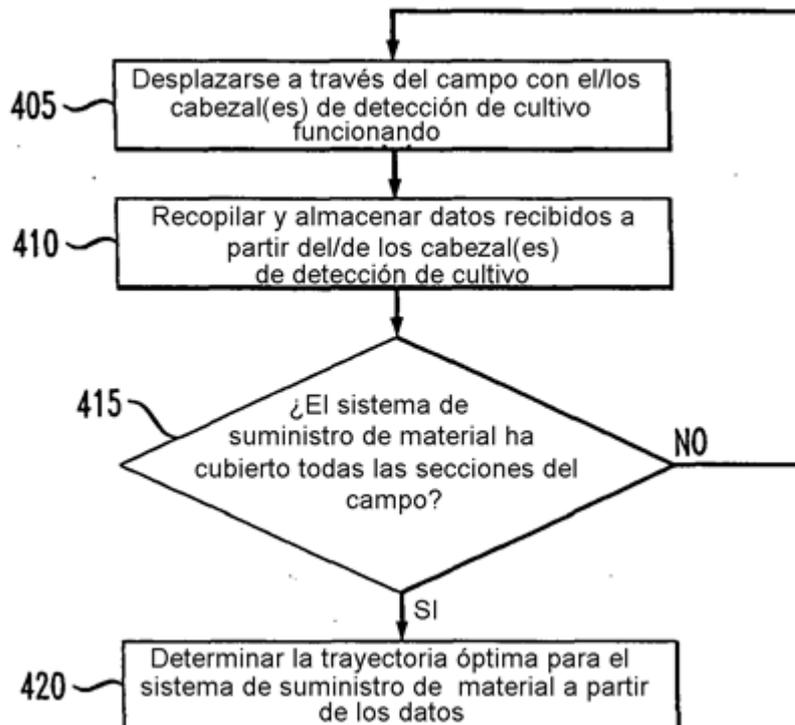


FIG. 5

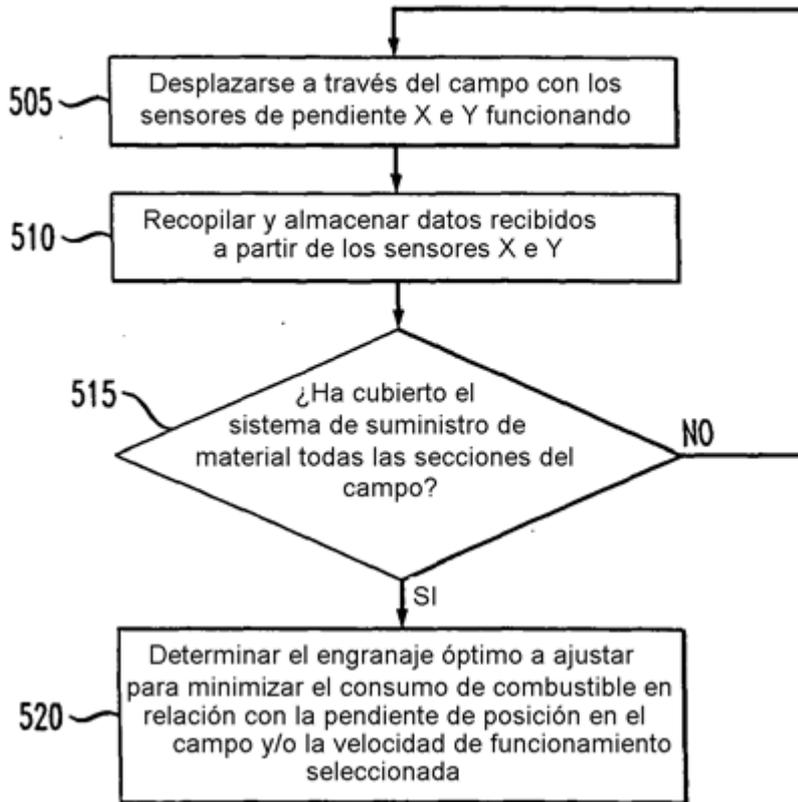


FIG. 6

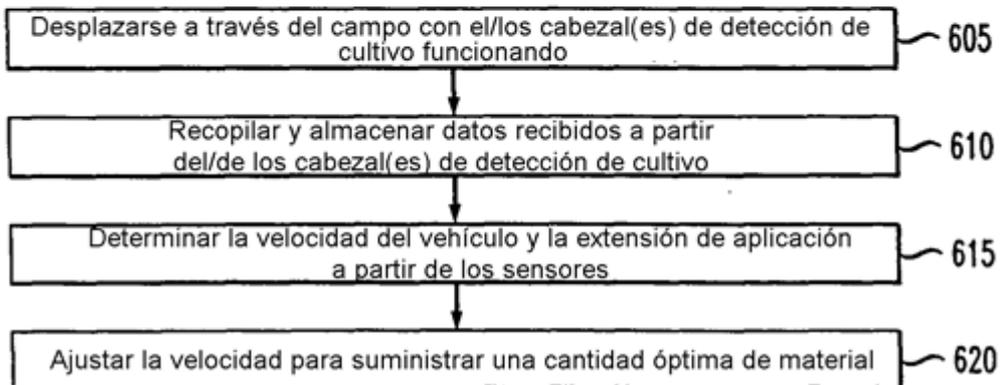


FIG. 7

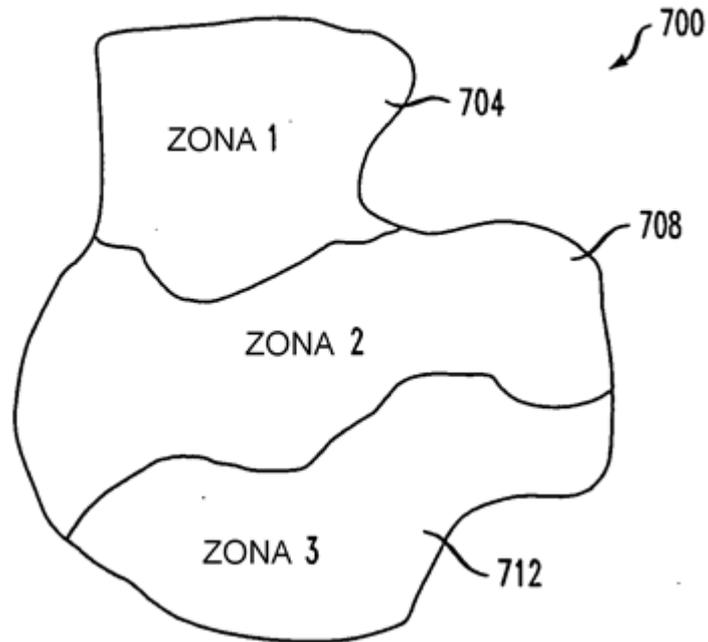


FIG. 8

