(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 445 327**

(51) Int. CI.:

G01N 21/35 (2006.01)
A01M 7/00 (2006.01)
B05B 12/12 (2006.01)
A01D 34/00 (2006.01)
A01M 21/04 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.04.2002 E 02717878 (9)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.11.2013 EP 1393047**

(54) Título: **Discriminación selectiva de plantas**

(30) Prioridad:

26.04.2001 AU PR457401

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.03.2014

(73) Titular/es:

WEED CONTROL AUSTRALIA LTD. (100.0%)
C/- HORWATH 128 HAY STREET
SUBIACO, W.A. 6008, AU

(72) Inventor/es:

SCOTT, CHRISTOPHER CHARLES

(74) Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

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

Discriminación selectiva de plantas

Campo de la invención

La presente invención se refiere a un método y aparato para discriminar diferentes tipos de vegetación del suelo en la agricultura y se refiere en particular, pero no exclusivamente, a una pulverización con barra agrícola que incorpora dicho aparato.

Antecedentes a la invención

Durante las dos últimas décadas, la pulverización de extensos terrenos ha llegado a ser un componente esencial de la gestión de cultivos en la mayoría de las granjas en Australia. Las compañías químicas han desarrollado nuevos pesticidas químicos para matar malas hierbas, plagas de insectos y enfermedades que atacan a los cultivos comerciales. La técnica más comúnmente usada para la pulverización de extensos terrenos de pesticidas es el uso de pulverizaciones con barra, que puede ser autopropulsada o remolcada detrás de otro vehículo. Una pulverización con barra típica presenta una pluralidad de toberas de pulverización montadas en posiciones espaciadas a lo largo de una barra, un gran tanque para que contenga el líquido de pulverización y un sistema de bombeo para bombear el líquido a las toberas. Normalmente se proporciona un sistema de control para controlar la proporción en que se pulveriza el pesticida en relación con la velocidad del suelo y se puede usar un sistema marcador para ayudar a la conducción y evitar el solapamiento.

Una de las desventajas de las pulverizaciones con barra convencionales es que los herbicidas se pulverizan indiscriminadamente sobre el cultivo, suelo desnudo y malas hierbas. Esto es lo que preocupa en el caso de cultivos alimenticios, llegando a protestar cada vez más grupos de consumidores acerca de los residuos químicos en los cultivos y el ganado. También hay un freno económico puesto que se debe aplicar un volumen mucho mayor de pulverización química por hectárea de lo que se requiere en realidad para controlar con eficacia las malas hierbas.

La solicitud de patente Australiana en tramitación con la presente Nº 16482/99 describe un método y dispositivo para discriminar diferentes tipos de vegetación del suelo en la agricultura en que se emplea una fuente de luz artificial para dirigir un haz de luz sobre la vegetación. Se proporciona un conjunto de sensores para detectar la radiación reflejada de la vegetación en una banda de longitudes de onda seleccionada y generar una señal de reconocimiento como respuesta a la detección. Un controlador lógico determina si una magnitud de la señal de reconocimiento cae dentro de un intervalo predeterminado de valores para distinguir un tipo de vegetación de otro tipo. En las longitudes de onda del rojo y del infrarrojo cercano hay alguna variación en la reflectancia de una planta a otra, dependiendo de una serie de factores. El controlador lógico compara la amplitud de la señal de reconocimiento con una ventana de decisión. Si la amplitud de la señal de reconocimiento entrante cae dentro de la ventana de decisión entonces el controlador lógico determina que un cierto tipo de planta se ha detectado y activa la correspondiente válvula de solenoide para suministrar una dosis de líquido de pulverización de una tobera de pulverización a la mala hierba diana.

Con algunos tipos de vegetación, no es posible distinguir la mala hierba de las plantas de cultivo basándose en el reconocimiento de la radiación reflejada sola. Por lo tanto, la patente australiana AU 16482/99 también describe el uso de una pluralidad de sensores dispuestos en una disposición con una configuración geométrica adaptada para ayudar en la discriminación de diferentes tipos de vegetación. Por ejemplo, una disposición lineal de tres sensores se puede adaptar para distinguir una vegetación diana de tipo tallo tal como, por ejemplo, mala hierba con nervadura (*Chondrilla juncea L*.). Se programa una ventana de decisión única para cada sensor en la disposición en el controlador lógico para detectar señales de reconocimiento que caen dentro de las respectivas ventanas de decisión. Por una elección sensata de la disposición geométrica de sensores y proporcionando una única ventana de decisión para cada sensor, el controlador lógico puede distinguir con precisión entre diferentes plantas conformadas.

Un aparato según la introducción de la reivindicación 1, se conoce a partir de la patente de EE.UU. A-3 609 913.

Aunque la disposición anterior de sensores en una disposición geométrica funciona muy bien, en la práctica es poco conveniente la necesidad de cambiar la disposición geométrica para cada tipo de mala hierba que se desea distinguir.

Sumario de la presente invención

La presente invención se desarrolló con vistas a proporcionar un método y aparato más eficaz para discriminar diferentes tipos de vegetación del suelo en agricultura, sin la necesidad de cambiar los componentes del soporte físico del aparato cada vez que se tiene que discriminar un tipo diferente de planta. Aunque la invención se describirá principalmente con referencia a la pulverización por punto selectiva de malas hierbas, será evidente que el método y aparato para discriminar diferentes tipos de vegetación del suelo también se puede usar para identificar malas hierbas para destrucción mecánica, cartografía de infestación por malas hierbas junto con un sistema de posicionamiento global (GPS, por sus siglas en inglés) o sistema de posicionamiento global diferencial (dGPS, por sus siglas en inglés), pulverización diferenciada de fertilizante líquido en plantas de cultivo, medición y registro de

vigor del cultivo y otras prácticas de gestión de malas hierbas y cultivos. También será evidente que la invención no se limita en su aplicación a la labranza de extensos terrenos pero también se puede aplicar, por ejemplo, a la labranza de cultivo en hileras intensivo o identificación para clasificación de materia vegetal tal como fruto u otro producto.

Por toda esta memoria descriptiva el término "que comprende" se usa inclusive, en el sentido de que puede haber otras características y/o etapas incluidas en la invención no definidas o comprendidas expresamente en las características o etapas definidas o descritas con posterioridad. Lo que pueden incluir dichas otras características y/o etapas será evidente a partir de la memoria descriptiva leída en su totalidad.

Por toda esta memoria descriptiva el término "luz" se tiene que entender que incluye radiación electromagnética en el visible así como el espectro invisible, y así incluye, por ejemplo, radiación en el infrarrojo así como las regiones del infrarrojo cercano.

Según un aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato para discriminar de manera selectiva vegetación o materia vegetal, comprendiendo el aparato:

medio emisor de luz para generar un haz de luz que se pueda dirigir sobre las plantas o la materia vegetal sobre la que el medio emisor de luz se desplaza en relación a las plantas o materia vegetal;

medio de reconocimiento de la luz para reconocer luz transmitida de dicho medio emisor de luz y reflejada de dichas plantas o materia vegetal y generar una señal de reflexión como respuesta a dicho reconocimiento;

medio de reconocimiento de la distancia para reconocer la distancia relativa desplazada en relación a dichas plantas o materia vegetal por dicho medio emisor de luz y generar una señal de la distancia como respuesta a dicho reconocimiento y

medio de tratamiento conectado de manera operativa a dicho medio de reconocimiento de la luz y medio de reconocimiento de la distancia para combinar dicha señal de reflexión y señal de distancia según lo cual, en su uso, se pueden discriminar diferentes tipos de plantas o materia vegetal, incluyendo malas hierbas.

Preferiblemente, el medio de tratamiento combina la señal de reflexión y la señal de distancia para determinar el tamaño y/o la forma de la planta o materia vegetal.

Preferiblemente, dicho medio de reconocimiento de la distancia incluye un codificador con rueda para reconocer la velocidad a que un vehículo en que se monta el aparato se desplaza por el suelo. Típicamente dicho codificador con rueda genera una señal en la forma de un tren de pulsos o cuenta de pulsos, en la que la frecuencia de los pulsos es directamente proporcional a la velocidad a que se desplaza el vehículo por el suelo, así como la distancia que se ha desplazado. Preferiblemente, se proporciona un codificador con rueda separado a cada lado del vehículo, a fin de que el medio de tratamiento pueda identificar la distancia a que se ha desplazado el vehículo, cuándo el vehículo está virando, así como la velocidad a que está virando, y ajustar la respuesta de acuerdo con esto.

En una realización dicho medio emisor de luz comprende una pluralidad de fuentes de luz artificial, estando adaptada cada fuente de luz para transmitir un haz de luz a diferentes longitudes de onda, según lo cual, en su uso, se usa la señal de reflexión a cada longitud de onda por el medio de tratamiento junto con la señal de distancia para discriminar plantas o materia vegetal.

Preferiblemente, el medio de tratamiento se programa para combinar la señal de reflexión y la señal de distancia para discriminar un tipo de materia vegetal de otro tipo de materia vegetal y/o un tipo de materia vegetal de materia no vegetal.

Preferiblemente, dicho medio de reconocimiento de la luz comprende una pluralidad de conjuntos de sensores montados en una disposición. Preferiblemente, cada conjunto de sensores comprende un par de sensores montados cerca y adaptado cada uno para detectar la luz reflejada a diferentes longitudes de onda. Típicamente, los sensores empleados son fotodiodos. Preferiblemente, se adapta un primer sensor en cada conjunto para generar una señal de reconocimiento cuando detecta luz reflejada con una longitud de onda que es máxima entre 550 nm y 650 nm. Preferiblemente, se adapta un segundo sensor en cada conjunto para generar una señal de reconocimiento cuando detecta luz reflejada con una longitud de onda máxima entre 850 nm y 950 nm.

Preferiblemente, cada conjunto de sensores incluye uno o más sensores adicionales adaptados para generar una señal de reconocimiento cuando cada sensor adicional detecta luz reflejada con una predeterminada longitud de onda en las bandas de longitud de onda del visible, infrarrojo cercano o infrarrojo, en el que el medio de tratamiento se conecta de manera operativa a los sensores adicionales, en el que las señales de reconocimiento de los sensores adicionales se usan para discriminar plantas o materia vegetal.

Preferiblemente, los sensores primero y segundo se montan de manera concéntrica para reducir la frecuencia de respuestas espectrales “falsas positivas”, por que si el segundo sensor lee luz reflejada de una diana, esa misma diana debe haber pasado también bajo el primer sensor.

Preferiblemente, los sensores adicionales se montan de manera concéntrica con los sensores primero y segundo.

Preferiblemente, el medio de tratamiento se configura para producir una señal de salida cuando se identifica una planta diana o cuando se identifica un objeto que no es la planta diana. Preferiblemente, el aparato incluye un medio de respuesta dispuesto para proporcionar una respuesta a la señal de salida. Preferiblemente, el medio de respuesta es uno o más de: una válvula de solenoide dispuesta para hacer funcionar un medio para pulverizar la planta u objeto diana; un medio de válvula dispuesto para hacer funcionar un medio para distribuir un polvo o material en forma de partículas; un medio de grabación para grabar la presencia (o ausencia) y la posición de la planta u objeto diana; un medio de corte para cortar material como respuesta a la identificación de la planta u objeto diana o un medio de cultivo, tal como un accionador para una azada.

Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona un método para discriminar de manera selectiva vegetación o materia vegetal, comprendiendo el método las etapas de:

generar un haz de luz que se puede dirigir sobre plantas o materia vegetal por encima del que el medio emisor de luz se desplaza en relación a la planta o materia vegetal;

reconocer luz transmitida de dicho medio emisor de luz y reflejada de dichas plantas o materia vegetal y generar una señal de reflexión como respuesta a dicho reconocimiento;

reconocer la distancia desplazada en relación a dichas plantas o materia vegetal por dicho medio emisor de luz y generar una señal de distancia como respuesta a dicho reconocimiento y

tratar dicha señal de reflexión y señal de distancia para determinar las características espectrales y el tamaño y/o la forma de las plantas o materia vegetal según la cual, en su uso, se pueden discriminar diferentes tipos de plantas o materia vegetal, incluyendo malas hierbas.

Preferiblemente, la luz se reconoce mediante uno o más conjuntos de sensores con uno o más sensores. Preferiblemente, como los conjuntos de sensores se desplazan por encima del suelo cada uno de los sensores en los conjuntos de sensores reconoce de manera continua la luz reflejada hacia arriba de la superficie del suelo. Alternativamente las plantas o la materia vegetal se desplazan o se desplaza por debajo de conjuntos de sensores estacionarios, en los que cada uno de los sensores en los conjuntos de sensores reconoce de manera continua luz reflejada de las plantas o materia vegetal.

Sin embargo, preferiblemente cuando tiene lugar una primera respuesta espectral afirmativa, el medio de tratamiento empieza a "hacer oscilar" los conjuntos de sensores a fin de que sólo operen para reconocer la presencia o ausencia de la materia vegetal diana a intervalos discretamente espaciados.

Preferiblemente, se toman lecturas de cada uno de una pluralidad de conjuntos de sensores usados para reconocer la luz reflejada a intervalos uniformemente espaciados por encima de la superficie del suelo, y se ponen en movimiento típicamente por pulsos generados por un codificador con rueda usado para reconocer la distancia a que se ha desplazado sobre las plantas. Típicamente el espaciado del intervalo se fija a una distancia fijada, típicamente entre 0,2 mm y 2 mm cuando se desplaza en una línea recta.

Descripción detallada de realizaciones preferidas.

Para facilitar un entendimiento más detallado de la naturaleza de la invención, se describirá ahora con detalle una realización preferida de un aparato y método para discriminar diferentes tipos de vegetación del suelo, como ejemplo sólo, con referencia a los dibujos adjuntos, en que:

La Figura 1(a) y (b) ilustra una pulverización con barra que incorpora un aparato para discriminar diferentes tipos de vegetación del suelo según la presente invención;

Las Figuras 2A y 2B son ilustraciones esquemáticas de una realización preferida del aparato para discriminar diferentes tipos de vegetación del suelo empleado en la pulverización con barra de la Figura 1;

La Figura 3 ilustra de manera esquemática el método para discriminar diferentes tipos de vegetación del suelo según una realización preferida de la invención;

La Figura 4 ilustra una realización preferida de un par de sensores empleados en el aparato de la presente invención;

La Figura 5 ilustra gráficamente la reflectancia espectral de diversos tipos de plantas;

La Figura 6 ilustra el funcionamiento de un aparato de pulverización selectiva que incorpora una realización preferida del aparato para discriminar diferentes tipos de vegetación del suelo;

La Figura 7 ilustra el uso de dGPS para grabar la posición de un tipo de vegetación seleccionado y

La Figura 8 ilustra con más detalle un medio de tratamiento del aparato en la Figura 2C.

Las Figuras 1(a) y (b) ilustran un aparato de pulverización agrícola típico conocido como una pulverización con barra, en este caso de la clase que se remolca detrás de otro vehículo, tractor 10. La pulverización con barra es en la forma de un remolque en que se monta un gran tanque 12 para que contenga el líquido de la pulverización, típicamente un herbicida u otro pesticida químico. Un sistema de bombeo (que comprende bomba, tanque, tubería y válvulas, etc, no mostrado) bombea el líquido de pulverización a una pluralidad de toberas 14 montadas en posiciones espaciadas a lo largo de una barra 16 montada de manera transversal. Un tubo 18 de suministro de líquido de pulverización que extiende la longitud completa de la barra suministra el herbicida a cada una de las toberas 14 de pulverización. Se monta un aparato 22 para discriminar diferentes tipos de vegetación del suelo en la pulverización con barra y controla el suministro de líquido de pulverización de las toberas 14 dependiendo del tipo de vegetación distinguido por el aparato 22.

Una realización del aparato 22 para discriminar diferentes tipos de vegetación del suelo se ilustra de manera esquemática en la Figura 2A. El dispositivo 22 comprende un medio 24 que emite luz artificial para dirigir un haz 26 de luz sobre la vegetación 28. En esta realización, el medio 24 que emite luz es un par de diodos emisores de luz (los LED, por sus siglas en ingles) y lente asociada que emite luz a una longitud de onda de 635 nm y 875 nm, respectivamente. Sin embargo, cualquier medio emisor de luz artificial adecuado se puede emplear tal como una lámpara halógena de cuarzo de espectro amplio o un láser. El uso de los LED es ventajoso en particular ya que permite que se generen haces de luz a las longitudes de onda particulares de interés con bajo consumo de energía. Con respecto a esto, se puede emplear uno o más LED adaptados para emitir luz a longitudes de onda seleccionadas para medios 24 emisores de luz. También se proporciona un conjunto 30 de sensores para detectar luz de los LED 24 reflejada de la vegetación 28 en una banda de frecuencia seleccionada, y típicamente incluye un sistema de lentes para enfocar en la vegetación. Se puede emplear uno o más filtros para permitir que pase a través la luz en bandas de frecuencia seleccionadas al conjunto 30 de sensores. Los sensores en el conjunto 30 de sensores generan una señal de reconocimiento como respuesta a la detección de la luz reflejada.

El aparato 22 también incluye un medio de tratamiento, en este caso en la forma de un controlador 32 basado en microprocesador para determinar si una magnitud de la señal de reconocimiento del conjunto 30 de sensores cae dentro de un intervalo predeterminado de valores. El intervalo predeterminado de valores o ventana de decisión se programa en el controlador 32 a fin de que pueda distinguir un tipo de vegetación de otro tipo basado en la magnitud de la señal de reconocimiento del conjunto 30 de sensores.

El aparato 22 comprende además un medio de reconocimiento de la distancia, que en esta realización incluye un codificador 34 con rueda para reconocer la velocidad a que se mueve el remolque en que se monta el aparato 22 por encima del suelo. El codificador 34 con rueda se conecta de manera operativa al controlador 32 y genera una señal en la forma de un tren de pulsos o cuenta de pulsos. La frecuencia de los pulsos es directamente proporcional a la velocidad a que el remolque se mueve sobre el suelo y proporciona información respecto a la distancia que se ha desplazado. El controlador 32 es capaz de calcular la distancia real desplazada basándose en el diámetro de las ruedas 36 del remolque. El codificador 34 con rueda detecta la velocidad a que se mueve una rueda 36 del remolque en que se monta el aparato 22. Se puede emplear cualquier tipo de codificador con rueda adecuado.

Por ejemplo, una forma de codificador con rueda comprende un eje engranado al árbol de la rueda y se adapta para generar 2.000 pulsos del codificador por revolución. En la realización descrita, se proporciona un engranaje de volante en el árbol de la rueda adyacente a una de las ruedas 36 a ambos lados del remolque. Se monta un sensor adyacente al borde del volante y se adapta para generar un pulso cada vez que detecta uno de los dientes del borde del volante. El tren de pulsos digitales o cuenta de pulsos así generado es recibido por el controlador 32 para calcular la distancia a que se ha desplazado el remolque y por lo tanto por el conjunto 30 de sensores a medida que se desplaza por encima del suelo. Preferiblemente, se proporciona un codificador con rueda separado a cada lado del remolque, a fin de que el controlador 32 pueda identificar cuándo el remolque está virando, así como la velocidad a que está virando, y ajustar el tiempo de respuesta a lo largo de la longitud de la barra de acuerdo con esto. Este dato es tratado por el controlador 32 para proporcionar compensación para virar y esta compensación asegura que las especies de plantas similares se identifiquen de manera similar con independencia de la curvatura de desplazamiento. Aunque el uso de dos codificadores de ruedas es la disposición preferida, el sistema aún funcionará con un codificador con rueda sólo.

La Figura 2B muestra el aparato 22 incluyendo el controlador 32 con más detalle. El controlador 32 incluye un medio 74 amplificador, un medio 76 de "puerta AND", trimpots 78 y un microprocesador 80. Se proporcionan señales del conjunto 30 de sensores al medio 74 amplificador por la conexión 88. Las señales se refuerzan por el medio 74 amplificador y después se proporciona al medio 76 de puerta AND. Los trimpots 78 proporcionan niveles de referencia mínimo y máximo ajustables al medio 76 de puerta AND. Los niveles de referencia se usan para poner en movimiento el medio 76 de puerta AND cuando la señal de entrada del medio 74 amplificador cae dentro de los niveles de referencia mínimo y máximo. Los niveles de referencia se fijan según el nivel deseado de reflectancia recibido por el conjunto 30 de sensores para indicar la presencia de vegetación seleccionada como se describirá con más detalle a continuación. El intervalo de valores entre los niveles de referencia mínimo y máximo ajustado en cada trimpot se refiere como la "ventana de decisión" en la descripción a continuación. Poner en movimiento el medio 76 de puerta AND indica al microprocesador 80 que se ha detectado el nivel requerido de reflectancia por la disposición

30 de sensores. Las señales de entrada del codificador 34 con rueda son transmitidas por la conexión 100 al microprocesador 80. Las salidas 104 y 106 del microprocesador se describirán con más detalle a continuación, como será entrada/salida 108.

Por combinación de la información de la señal de reflexión recibida del conjunto 30 de sensores con la información de la distancia proporcionada por el codificador 34 con rueda, el controlador 32 es capaz de determinar las características de la materia vegetal, tales como características de las hojas. Las características de la materia vegetal incluyen la respuesta espectral y el tamaño y/o la forma de las hojas, fruto o partes de la planta de la vegetación del suelo. Determinar las características de la materia vegetal permite la discriminación entre diferentes tipos de plantas a medida que el aparato se desplaza por encima del suelo. El método por el que se hace esto se describirá con más detalle a continuación con referencia a las Figuras 3, 4 y 5.

Se proporciona un sistema 38 de bomba y suministro químico con una pluralidad de válvulas 40 controladas por solenoide a alta velocidad para controlar el suministro de líquido de pulverización de cada tobera 14. Las válvulas 40 controladas por solenoide también están bajo el control del controlador 32 basado en microprocesador, por la conexión 104. Por lo tanto, cuando el controlador 32 detecta la presencia de, por ejemplo, una mala hierba sobre la base de la combinación de la información de la señal de reconocimiento generada por el conjunto 30 de sensores y los pulsos de distancia generados por el codificador 34 con rueda, activa la válvula 40 controlada por solenoide para liberar un chorro de líquido de pulverización de la tobera 14 sobre la mala hierba.

Preferiblemente, se suspende un recubrimiento 20 de la barra 16 como se muestra en la Figura 1, para minimizar la cantidad de luz solar que podía alcanzar los sensores e interferir con la detección de radiación reflejada. El recubrimiento 20 se hace de un material impermeable a la luz, flexible y es de suficiente longitud para ensombrecer toda vegetación directamente debajo de los LED 24 y el conjunto 30 de sensores de la luz solar directa durante la mayor parte del día. Si se hace funcionar el aparato después del anochecer, se puede dispensar con el recubrimiento 20.

Preferiblemente, la barra 16 está diseñada para desplazarse a altura bastante constante a medida que se mueve por el suelo, de manera que se minimicen las variaciones en la intensidad de la luz reflejada debido a cambios en la distancia de la fuente 24 de luz y el conjunto 30 de sensores de la vegetación del suelo. Preferiblemente, el conjunto de sensores se mantiene a una altura de entre 10 mm y 1.000 mm por encima de la vegetación diana, más preferiblemente entre 200 mm y 800 mm por encima de la vegetación diana. Aunque se ha encontrado que la magnitud de la señal de reconocimiento varía con cambios en la altura, estas variaciones son menores que la diferencia en orden de magnitud producida por la absorción de radiación electromagnética por diferentes tipos de vegetación en bandas de frecuencia seleccionadas.

Sólo se muestra una fuente 24 de luz y un conjunto 30 de sensores en la Figura 2A. Sin embargo, típicamente se proporciona una pluralidad de series de fuentes de luz y conjuntos de sensores en la pulverización con barra, situados a una distancia hacia delante (en relación a la dirección de desplazamiento de la barra) de las toberas 14 de pulverización. Se usa una o más series de fuentes de luz y conjuntos de sensores para controlar una respectiva tobera 14 de pulverización para discriminar el tipo de vegetación en el área diana de cada tobera 14 de pulverización.

Preferiblemente, cada conjunto 30 de sensores comprende un par de sensores montados cerca y adaptado cada uno para detectar la luz reflejada a diferentes longitudes de onda. Preferiblemente, los sensores empleados son fotodiodos. Un primer sensor 44 se adapta para generar una señal de reconocimiento cuando detecta luz reflejada con un máximo de longitud de onda entre 550 nm y 650 nm. Preferiblemente, el segundo sensor 46 se adapta para generar una señal de reconocimiento cuando detecta luz reflejada con un máximo de longitud de onda entre 850 nm y 950 nm.

Se hacen una serie de mediciones experimentales para determinar la reflectancia espectral de diversas plantas. Los resultados en la forma de las mediciones de la reflectancia normalizada representadas gráficamente frente a las mediciones de la longitud de onda en nanómetros se ilustran en la Figura 5. Se encontró que con virtualmente todas las plantas de hoja verde, la reflectancia aumenta bruscamente a aproximadamente 700 nm, mientras por debajo de esta longitud de onda, se refleja muy poca luz de la materia vegetal (representado por las líneas 62 y 64 en la Figura 5). Por otra parte, la materia vegetal parda, seca, tal como rastrojo (en vista lateral) continúa teniendo una reflectancia relativamente fuerte por debajo de 700 nm, como se representa por la línea marcada 60. Por encima de 700 nm, el rastrojo presenta una reflectancia similar característica para la de las plantas de hoja verde. El rastrojo en vista desde un extremo presenta una característica indicada por 66.

Por lo tanto, usando dos sensores, un primer sensor 44 para detectar la luz reflejada a aproximadamente 630 nm y un segundo sensor 46 para detectar la luz reflejada a aproximadamente 920 nm (representado por las líneas de puntos en la Figura 5), es posible distinguir entre el rastrojo pardo y la materia vegetal de hoja verde. Es decir, si se genera una alta señal de reconocimiento por los dos sensores 44 y 46, indica que la vegetación es probablemente rastrojo, mientras que si se está generando una alta señal de reconocimiento por el segundo sensor 46, y se está generando una señal de reconocimiento baja o nula por el primer sensor 44, indica que se ha detectado una planta de hoja verde, a partir de ahora referido como una respuesta espectral afirmativa. El controlador 32 ejerce la lógica

apropiada para discriminar entre diferentes tipos de materia vegetal.

La Figura 5 también ilustra cómo se puede usar la magnitud de la señal de reconocimiento generada por el segundo sensor 46 para discriminar entre diferentes tipos de vegetación verde. Seleccionando los límites superior e inferior apropiados de cada ventana de decisión, el controlador 32 puede distinguir en algunas circunstancias entre diferentes tipos de vegetación verde. A 920 nm, la característica 62 de reflectancia para la planta de hoja verde típica Nº 1 presenta un valor de reflexión normalizado que cae entre 1,6 y 1,8, mientras la característica 64 de reflectancia de la planta de hoja verde típica Nº 2 presenta un valor de reflectancia normalizado que cae entre 1,2 y 1,4. Sin embargo, con alguna vegetación no es posible distinguir entre las diferentes plantas basándose en la señal de reconocimiento generada por la luz reflejada sola, ya que la característica de reflectancia espectral es prácticamente indistinguible. Por esta razón, el aparato 22 es también capaz de distinguir el tamaño y/o la forma de la materia vegetal. El método preferido de detección de la forma y/o el tamaño de la materia vegetal se describirá ahora con referencia a la Figura 3.

Se muestra una pluralidad de conjuntos 30 de sensores dispuestos en una disposición lineal en la Figura 3. A medida que el aparato se desplaza por el suelo en la dirección de desplazamiento como se indica por la flecha A pasa por una hoja 50 de la planta cerca del suelo. Cada una de las tiras rectangulares mostradas en contorno roto en la Figura 3 representa una posición discreta de la disposición del sensor a medida que se desplaza por encima de la superficie del suelo. Preferiblemente, a medida que se desplaza la disposición del sensor sobre el suelo cada par de sensores 44, 46 en los conjuntos 30 de sensores reconoce de manera continua luz reflejada hacia arriba de la superficie del suelo, sobre la sección del suelo M. La posición 52 representa la posición a que uno de los conjuntos de sensores detecta primero la presencia de vegetación diana y genera una respuesta espectral afirmativa. Cuando esta primera respuesta espectral afirmativa tiene lugar, el controlador 32 cambia la iluminación para "hacer oscilar" el medio 24 que emite luz y/o muestrea de manera discreta los conjuntos 30 de sensores a fin de que sólo opere para reconocer la presencia o ausencia de la materia vegetal diana a intervalos discretamente espaciados, en este caso en las posiciones 1 a 12 de la disposición 48 del sensor, es decir, sobre la sección N del suelo.

En la posición 12 del pulso, ninguno de los sensores genera una respuesta espectral afirmativa, y así la vibración cesa, y el sistema revierte a un modo de reconocimiento continuo, sobre la sección P del suelo. En esta realización, el funcionamiento más eficaz de los sistemas electrónicos se consigue teniendo en funcionamiento la intermitencia sólo cuando se graba una respuesta espectral afirmativa (es decir, sección N del suelo) y revierte a modo continuo otras veces. Sin embargo, el sistema puede ser totalmente eficaz incluso si la intermitencia tuviera que funcionar siempre.

Preferiblemente, se toman lecturas de cada uno de los conjuntos 30 de sensores a intervalos uniformemente espaciados sobre la superficie del suelo, y se pueden hacer funcionar, por ejemplo, por los pulsos generados por el codificador 34 con rueda. El espaciado del intervalo se fija en un ajuste fijo, típicamente entre 0,2 mm y 2 mm cuando se desplaza en una línea recta, y cuando se desplaza en una curva varía según la circunferencia de viraje. El controlador 32 puede entonces combinar la información obtenida de la señal de reconocimiento generada por los sensores 44 y 46, junto con la distancia que se desplaza entre cada lectura de los sensores para determinar el ancho de la hoja 50 de la planta en la dirección de desplazamiento. Si se desea, el controlador 32 puede combinar también las señales recibidas de conjuntos 30 de sensores adyacentes para determinar el tamaño y la forma aproximados de la hoja 50 de la planta.

Preferiblemente, los sensores 44 y 46 primero y segundo se proporcionan cerca, típicamente inmediatamente adyacentes entre sí como se muestra en la Figura 3. Para obtener una respuesta espectral afirmativa la salida de la señal del primer sensor 44 (550 nm a 650 nm) se debe leer baja y la salida de la señal del segundo sensor 46 (850 nm a 950 nm) se debe leer alta al mismo tiempo. Sin embargo, si los sensores 44 y 46 primero y segundo se sitúan uno al lado del otro como se muestra en la Figura 3, es posible por ejemplo que el aparato cuando esté pasando sobre un trozo de rastrojo yaciendo en un ángulo oblicuo a la dirección de desplazamiento A para grabar una lectura alta en el segundo sensor, y situado de manera que no esté bajo el primer sensor, pero para cuando pase bajo el primer sensor habrá pasado el segundo sensor. Hay una posibilidad en esta configuración del sensor para una planta delgada tal como rastrojo que sea leída por los dos sensores de manera secuencial en lugar de de manera simultánea. Por lo tanto, hay un breve momento en que leería el primer sensor bajo, y leería el segundo sensor alto. Esta es la condición para una respuesta espectral afirmativa, sin embargo la lectura obtenida es de hecho un "falso positivo". Sin embargo, si los sensores 44 y 46 primero y segundo se montan de manera concéntrica como se muestra en la Figura 4, es posible reducir la frecuencia de "falsos positivos" debido a que los dos sensores deben leer la diana de manera simultánea. Para una hoja verde conseguir una respuesta espectral afirmativa con los sensores concéntricos requiere primero cruzar el primer sensor 44 antes de que lea alto en el segundo sensor 46 interno. Si un trozo de rastrojo tuviera que cruzar la disposición de sensores concéntrica, leería alto en los dos sensores 44 y 46, que no constituiría una respuesta espectral afirmativa.

Se puede emplear una disposición adecuada de lentes y/o filtros 72 con respecto a una o las dos fuentes 24 de luz y el conjunto 30 de sensores para enfocar mejor el haz 26 de luz y/o la luz reflejada sobre los sensores en el conjunto de sensores. Así, cada sensor tendrá preferiblemente un estrecho campo de vista. Se describen diversas disposiciones diferentes en la patente australiana AU16482/99 y no se describirán de nuevo en la presente memoria.

La Figura 6 ilustra el método preferido de funcionamiento del aparato para distinguir diferentes tipos de vegetación del suelo en su aplicación para pulverizar por puntos con precisión malas hierbas. La Figura 6 ilustra la secuencia de funcionamiento en cuatro etapas desplazándose debajo de la página a medida que el aparato se mueve sobre la planta 28 en la dirección de desplazamiento de la pulverización con barra. En la Figura 6A, el cabezal del sensor se aproxima a la planta 28 y a medida que los conjuntos 30 de sensores escanean de manera continua el suelo el controlador 32 graba la lectura del suelo y en condiciones "sin impacto" la tobera 14 de pulverización queda cerrada. En la Figura 6B, los conjuntos 30 de sensores están directamente sobre la planta 28. El controlador 32 procesa e interpreta la información recibida de los conjuntos 30 de sensores y el codificador 34 con rueda para color, forma y tamaño de la hoja de la planta. Si el controlador 32 reconoce las características para una diana, tal como una mala hierba, los controladores 32 graban que se ha detectado la diana, a partir de ahora referido como un "impacto". Se observa que el controlador 32 puede estar programado para registrar "impactos" para una pluralidad de dianas. En la Figura 6C, si ha registrado un impacto, el controlador envía una señal a la válvula de control de solenoide para la tobera 14 de pulverización. En la Figura 6D, el control de la apertura y cierre de la tobera 14 de pulverización se determina por el controlador 32 usando información recibida del codificador 34 con rueda, a fin de que sólo se pulverice esa planta 28 particular.

El controlador 32 puede estar conectado por la conexión 108 a un sistema de posicionamiento global diferencial (dGPS) 70. Con referencia a la Figura 7, a medida que el aparato 22 pasa sobre una planta seleccionada se puede grabar la posición de la planta mediante el dGPS 70. Una señal recibida de los satélites 92 del sistema de posicionamiento global puede proporcionar información de la posición al aparato 22 a fin de que la posición de la planta se pueda grabar después para pulverización posterior o para fines de vigilancia.

Con referencia a la Figura 8, el controlador 32 se describe con más detalle. El controlador incluye una placa de circuito impreso en que se montan medios 74 amplificadores circuito 76 de medios de puerta AND, trimpots 78 y microprocesador 80. Cuando un sensor 30 óptico recibe luz reflejada de la vegetación el voltaje de salida de cada uno de los sensores 30 es recibido por la conexión 88. La primera señal 100 se recibe del primer sensor 44, la segunda señal 98 se recibe del segundo sensor 46. La señal 1 y la señal 2 se amplifican por los amplificadores 96 y 94, respectivamente. Las salidas de los amplificadores 96 y 94 son recibidas por la puerta 76 AND.

Un intervalo predeterminado de valores para una ventana de decisión se programa en el microprocesador 80. A partir de estos valores, el microprocesador ajusta los trimpots 82 y 84 digitales a los valores superiores e inferiores de la ventana de decisión para cada uno respectivamente.

Si el valor de la señal 100 amplificada cae dentro de la ventana de decisión ajustado en el trimpot uno 84, y si el valor de la señal 98 amplificada cae dentro de la ventana de decisión ajustada en el trimpot dos 82, los criterios de reflectancia espectral se han satisfecho para constituir una respuesta espectral afirmativa. La señal 102 de entrada del codificador con rueda proporciona al microprocesador 80 información para determinar el tamaño de la hoja y por lo tanto discriminar la vegetación que se esté detectando. Un "impacto" se registrará sólo si los dos, el criterio espectral y el criterio de la hoja se han satisfecho.

El soporte lógico para controlar el microprocesador 80 se puede descargar mediante una conexión 86 externa. Una vez que se programa el microprocesador el soporte lógico se almacena en medios de almacenamiento, tales como FlashRAM o EEPROM en o conectado al microprocesador. Otros medios de almacenaje adecuados se pueden emplear también, tales como una unidad de disco duro.

Dependiendo de la programación la señal de salida se envía después a un dispositivo de salida mediante la conexión 104, que puede ser por ejemplo un sistema de almacenamiento para almacenar la posición del dGPS 70 y/o una señal de control para abrir las válvulas 40 de solenoide. En el caso de que el microprocesador se programe para abrir o cerrar las válvulas 40 de pulverización, se puede programar para que se abran una distancia seleccionada antes de la planta diana y se bloqueen a una distancia seleccionada después de la planta diana. Esto puede ser deseable para asegurar que se pulveriza la mala hierba cuando se desplaza a altas velocidades para asegurar que haya suficiente sobrepulverización cuando se requiera por algunos tratamientos químicos de las malas hierbas. En el caso de fertilizantes líquidos puede ser deseable pulverizar el suelo cerca de la planta así como la propia planta. Adicionalmente, es posible seleccionar la operación de salida en el soporte lógico para pulverizar fertilizante en plantas de cultivos comerciales, pero no sobre malas hierbas.

En resumen, la lógica contenida en la programación puede efectuar muchas aplicaciones prácticas en agricultura incluyendo:

1. Seleccionar una sola especie solamente

Esto se aplica en una situación donde el objetivo es reducir la tasa de frecuencia de una especie de mala hierba problema o utilizar herbicidas específicos sobre especies de malas hierbas problema o aplicar un líquido a una especie o registrar la posición de esas plantas.

2. Seleccionar el cultivo comercial sólo.

Esto se puede usar para aplicar fertilizantes o pesticidas a cultivos sólo.

3. Seleccionar un grupo de especies de malas hierbas.

Esto se aplicaría en una situación donde el objetivo es reducir la tasa de frecuencia de una serie de especies de malas hierbas problema, tales como donde el objetivo es tratar múltiples especies de malas hierbas o donde un grupo de malas hierbas específicas desarrolla tolerancia a herbicidas de amplio espectro.

4. Seleccionar todas las malas hierbas con la excepción del cultivo.

Esto se aplica para pulverizar de manera selectiva malas hierbas sólo sin sobre pulverización sustancialmente del cultivo o el suelo o para destrucción mecánica de malas hierbas sólo. Esto es útil para tratamiento de malas hierbas con precisión en la mayoría de los tipos de cultivos agrícolas incluyendo pastizal.

5. Medir el vigor del cultivo

En esta aplicación, se puede registrar el tamaño y/o la respuesta espectral de hojas de plantas como un indicador del vigor de la planta por un prado. La decoloración o retraso o crecimiento mal formado puede indicar enfermedad u otros impedimentos del crecimiento, que se pueden identificar.

6. Producir datos de cultivo en hileras.

El tamaño de crecimiento de la planta en hileras de cultivo se puede medir y registrar.

7. Discriminación de fruto /vegetales

Es posible discriminar materia vegetal aparte de hojas individuales, tales como fruto /vegetales, por su tamaño/forma y respuesta espectral. El tamaño, la forma y/o el color (respuesta espectral) de fruto y/o vegetales se pueden medir y registrar. Esto puede ser útil para determinar, por ejemplo, si un cultivo está maduro y listo para cosechar o para identificación en clasificación después de recogida. En este ejemplo el conjunto de sensores puede ser estacionario y se puede transportar la materia vegetal en un transportador. Los medios de reconocimiento de la distancia reconocerían la distancia que traslada el transportador.

8. Discriminación de objetos extraños.

Es posible discriminar materia no vegetal de materia vegetal de una planta por el tamaño/la forma de la diana y la respuesta espectral. Los objetos extraños podían incluir insectos de tamaño suficiente. Otros objetos extraños pueden incluir basura o partículas transportadas por el viento en un cultivo. Los objetos extraños identificados como por ejemplo un insecto se podían pulverizar con un insecticida.

9. Otras Aplicaciones

Debido a la flexibilidad del sistema hay otros usos para la tecnología, es decir en el reconocimiento remoto de malas hierbas nocivas (por ej., mala hierba con nervadura) o como una herramienta de búsqueda para determinar la distribución de las malas hierbas para la proporción de cultivo o para medir los niveles de tensión totales de las plantas en general.

Ahora que se ha descrito una realización preferida del aparato y método para distinguir diferentes tipos de vegetación del suelo con detalle, será evidente que el aparato y método proporcionan ventajas significativas sobre la técnica anterior, incluyendo lo siguiente:

(a) la distinción de diferentes tipos de vegetación del suelo se puede efectuar de manera más precisa;

(b) se pueden detectar diferentes tipos de vegetación del suelo por modificaciones controladas del soporte lógico de la lógica de reconocimiento empleada en el controlador, en lugar de cambios en el soporte físico de la disposición de reconocimiento;

(c) se requiere tratamiento de la señal relativamente simple, facilitando así la búsqueda a alta velocidad de plantas específicas.

Se sugerirán numerosas variaciones y modificaciones a los expertos en las materias pertinentes, además de las ya descritas, sin apartarse de los conceptos inventivos básicos. Por ejemplo, el número de diferentes longitudes de onda de sensores puede ser mayor que los dos descritos en las realizaciones preferidas; se pueden usar más de dos anillos en la configuración de anillos concéntricos de los sensores; la disposición de sensores también puede emplear una configuración geométrica de sensores y no se limita a la simple disposición lineal de la realización descrita. Todas esas variaciones y modificaciones se tienen que considerar dentro del alcance de la presente invención, la naturaleza de la cual se tiene que determinar a partir del alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (22) para discriminar de manera selectiva la vegetación o materia vegetal, comprendiendo el aparato:

medio (24) emisor de luz para generar un haz de luz (26) que se puede dirigir sobre las plantas o materia (28) vegetal sobre la que se mueve el medio emisor de luz en relación con las plantas o materia vegetal;

medio (30) de reconocimiento de luz para reconocer luz transmitida de dicho medio emisor de luz y reflejada de dichas plantas o materia vegetal y generar una señal de reflexión como respuesta a dicho reconocimiento y medio (34) de reconocimiento de la distancia; **caracterizado por que** el medio de reconocimiento de la distancia es para reconocer la distancia relativa desplazada con respecto a dichas plantas o materia vegetal por dicho medio emisor de luz y generar una señal de distancia como respuesta a dicho reconocimiento y **por que** el aparato comprende además:

medio (32) de tratamiento conectado de manera operativa a dicho medio (30) de reconocimiento de la luz y medio (34) de reconocimiento de la distancia para combinar dicha señal de reflexión y señal de distancia según lo cual, en su uso, se pueden discriminar diferentes tipos de plantas o materia vegetal.

2. Un aparato según la reivindicación 1, en el que el medio de tratamiento combina la señal de reflexión y la señal de distancia para determinar el tamaño y/o la forma de la planta o materia vegetal.

3. Un aparato según cualquier reivindicación 1 ó 2, en el que dicho medio de reconocimiento de la distancia incluye un codificador con rueda para reconocer la velocidad a que un vehículo en que se monta el aparato se mueve sobre el suelo.

4. Un aparato según la reivindicación 3, en el que dicho codificador con rueda genera una señal en la forma de un tren de pulsos o cuenta de pulsos, en el que la frecuencia de los pulsos es directamente proporcional a la velocidad a que el vehículo se mueve sobre el suelo, así como de la distancia a que se ha desplazado.

5. Un aparato según la reivindicación 3 ó 4, en el que se proporciona un codificador con rueda separado a cada lado del vehículo, a fin de que el medio de tratamiento pueda identificar cuándo el vehículo está virando y ajustar la respuesta de acuerdo con esto.

6. Un aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que dicho medio emisor de luz comprende una pluralidad de fuentes de luz artificial, adaptándose cada fuente de luz para transmitir un haz de luz a diferentes longitudes de onda, según lo cual, en su uso, se usa la señal de reflexión a cada longitud de onda por los medios de tratamiento junto con la señal de distancia para discriminar plantas o materia vegetal.

7. Un aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el medio de tratamiento se programa para combinar la señal de reflexión y la señal de distancia para discriminar un tipo de materia vegetal de otro tipo de materia vegetal y/o un tipo de materia vegetal de materia no vegetal.

8. Un aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, dicho medio de reconocimiento de la luz comprende una pluralidad de conjuntos de sensores montados en una disposición.

9. Un aparato según la reivindicación 8, cada conjunto de sensores comprende dos o más sensores montados cerca y adaptados cada uno para detectar la luz reflejada a diferentes longitudes de onda.

10. Un aparato según la reivindicación 9, en el que los sensores empleados son fotodiodos.

11. Un aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 9 ó 10, en el que un primer sensor en cada conjunto se adapta para generar una señal de reconocimiento cuando detecta luz reflejada con una longitud de onda máxima entre 550 nm y 650 nm.

12. Un aparato según la reivindicación 11, en el que un segundo sensor en cada conjunto se adapta para generar una señal de reconocimiento cuando detecta luz reflejada con una longitud de onda máxima entre 850 nm y 950 nm.

13. Un aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, en el que cada conjunto de sensores incluye uno o más sensores adicionales adaptados para generar una señal de reconocimiento cuando cada sensor adicional detecta luz reflejada con una predeterminada longitud de onda en las bandas de onda del visible, infrarrojo cercano o infrarrojo, en el que el medio de tratamiento está conectado de manera operativa a los sensores adicionales y las señales de reconocimiento de los sensores adicionales se usan para discriminar plantas o materia vegetal.

14. Un aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, en el que dos o más sensores se montan de manera concéntrica para reducir la frecuencia de respuesta espectral "falsa positiva".

15. Un aparato según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el medio de tratamiento se configura para producir una señal de salida cuando se identifica una planta diana o cuando se identifica un objeto que no es una planta diana.

16. Un aparato según la reivindicación 15, en el que el aparato incluye un medio de respuesta dispuesto para proporcionar una respuesta a la señal de salida.

17. Un aparato según la reivindicación 16, en el que el medio de respuesta es uno o más de:

una válvula de solenoide dispuesta para hacer funcionar un medio para pulverizar o

una válvula dispuesta para hacer funcionar un medio para distribuir un polvo o material en forma de partículas o

un medio de grabación para grabar la presencia y posición de la planta y/u objeto diana;

un medio de corte para cortar material como respuesta a la identificación de la planta u objeto diana o

un medio de cultivo.

18. Un método para discriminar de manera selectiva vegetación, o materia vegetal, comprendiendo el método las etapas de:

generar un haz de luz que se pueda dirigir sobre las plantas o materia vegetal sobre la que el medio emisor de luz se mueve en relación con la planta o materia vegetal;

reconocer la luz transmitida de dicho medio emisor de luz y reflejada de dichas plantas o materia vegetal y generar una señal de reflexión como respuesta a dicho reconocimiento;

reconocer la distancia desplazada en relación con dichas plantas o materia vegetal por dicho medio emisor de luz y generar una señal de distancia como respuesta a dicho reconocimiento y

tratar dicha señal de reflexión y señal de distancia para determinar las características espectrales y el tamaño y/o la forma de las plantas o materia vegetal según lo cual, en su uso, se pueden discriminar diferentes tipos de plantas o materia vegetal, incluyendo malas hierbas.

19. Un método según la reivindicación 18, en el que la luz se reconoce mediante uno o más conjuntos de sensores con uno o más sensores.

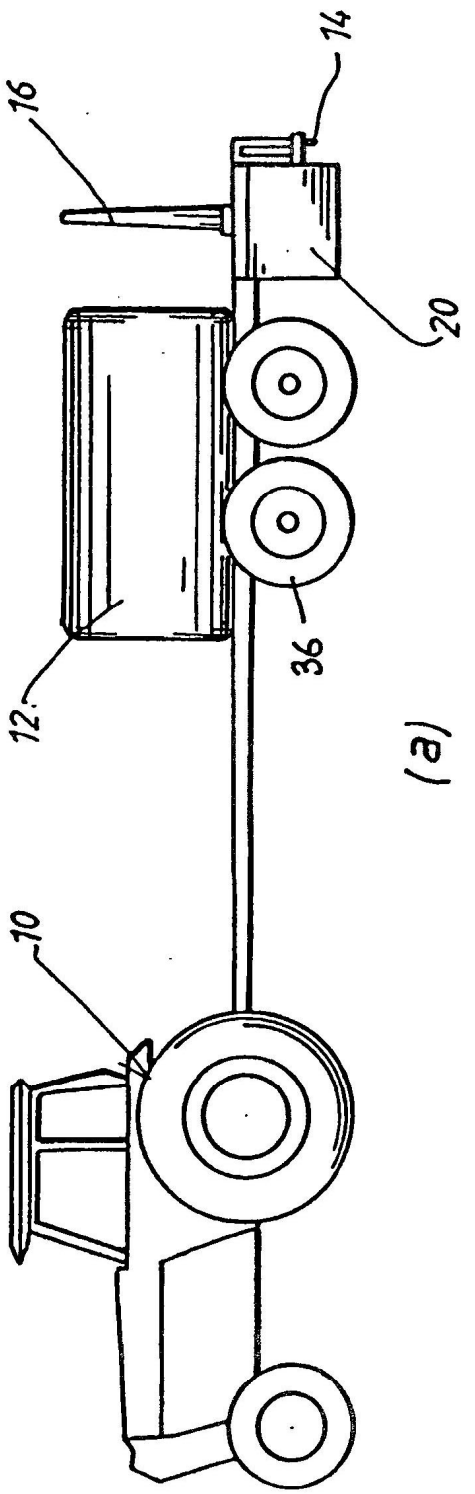
20. Un método según la reivindicación 19, en el que los conjuntos de sensores se desplazan sobre el suelo y cada uno de los sensores en los conjuntos de sensores reconoce de manera continua luz reflejada hacia arriba de la superficie del suelo.

21. Un método según la reivindicación 19, en el que las plantas o materia vegetal se desplazan o se desplaza debajo de los conjuntos de sensores y cada uno de los sensores en los conjuntos de sensores detecta de manera continua la luz reflejada hacia arriba de las plantas o materia vegetal que se desplaza debajo.

22. Un método según cualquier reivindicación 20 ó 21, en el que cuando tiene lugar una primera señal de respuesta espectral afirmativa, el medio de tratamiento empieza a "hacer oscilar" los conjuntos de sensores a fin de que sólo operen para reconocer la presencia o ausencia de materia vegetal a intervalos discretamente espaciados.

23. Un método según la reivindicación 22, en el que se toman lecturas de cada uno de una pluralidad de conjuntos de sensores usados para reconocer la luz reflejada a intervalos uniformemente espaciados sobre la superficie del suelo, y se hacen funcionar típicamente por pulsos generados vía un codificador con rueda usado para reconocer la distancia desplazada sobre las plantas.

24. Un método según la reivindicación 23, en el que el espaciado del intervalo se fija a una distancia fijada, típicamente entre 0,2 mm y 2 mm cuando se desplaza en una línea recta.



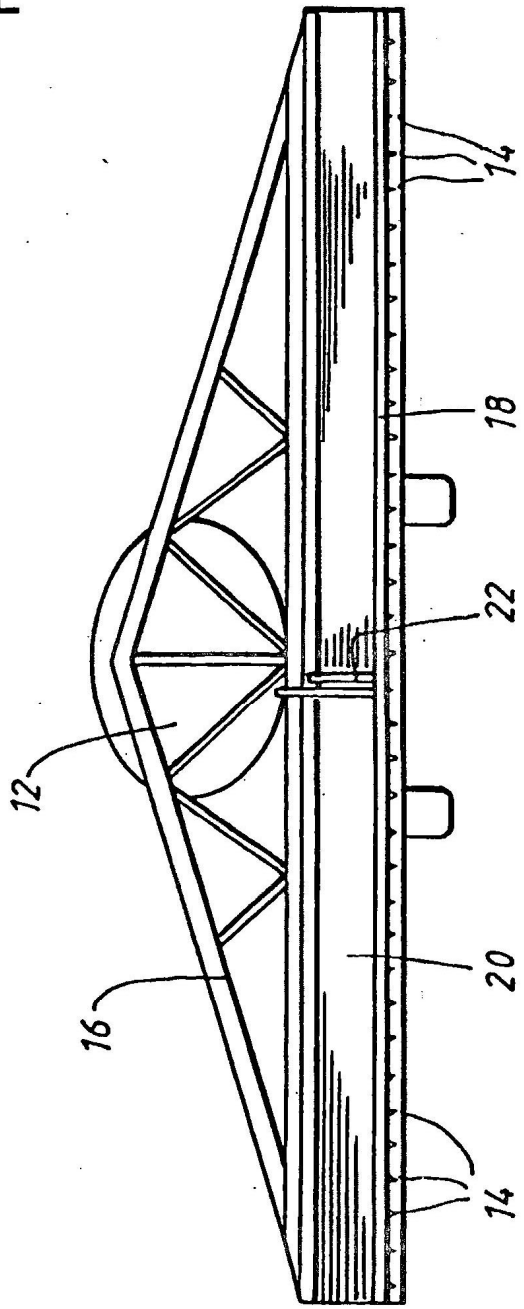


FIG. 1.

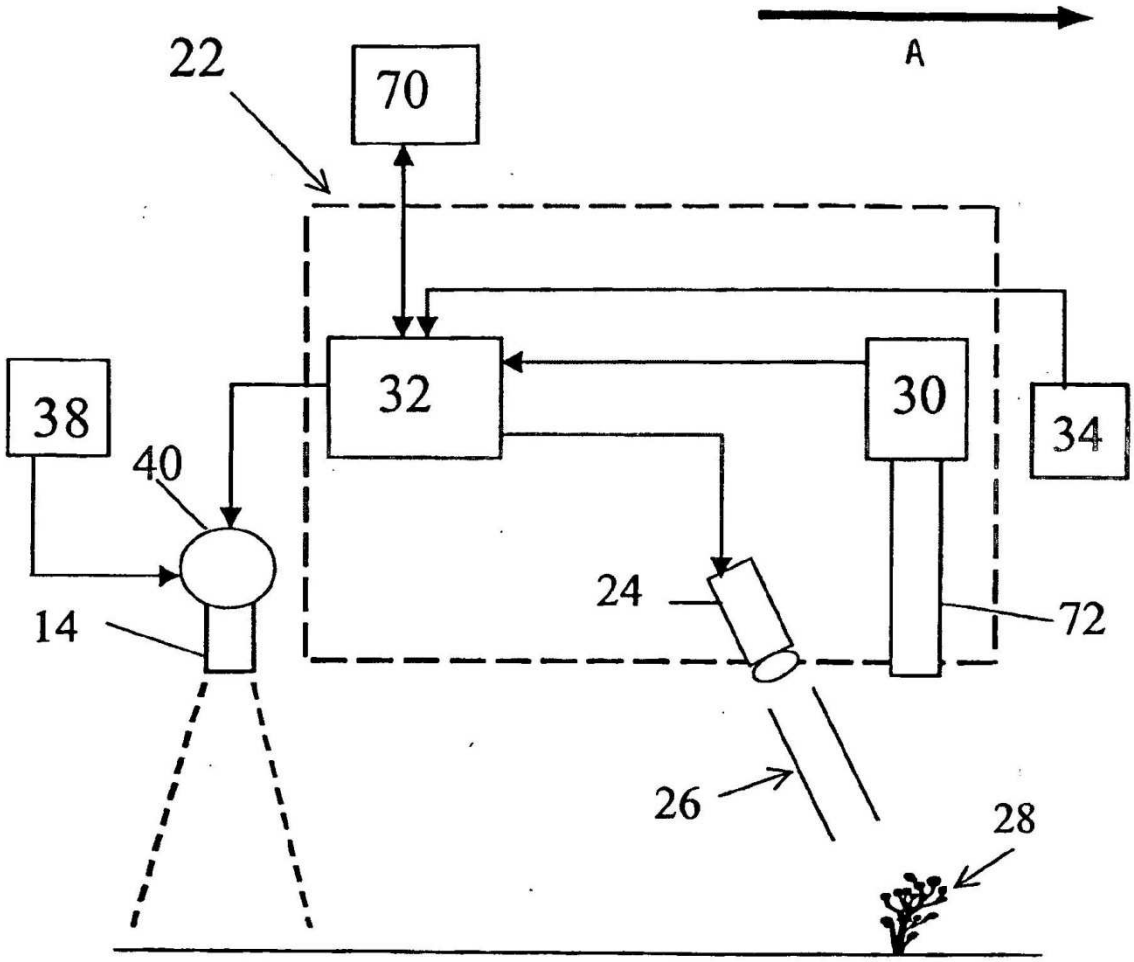


FIG. 2A.

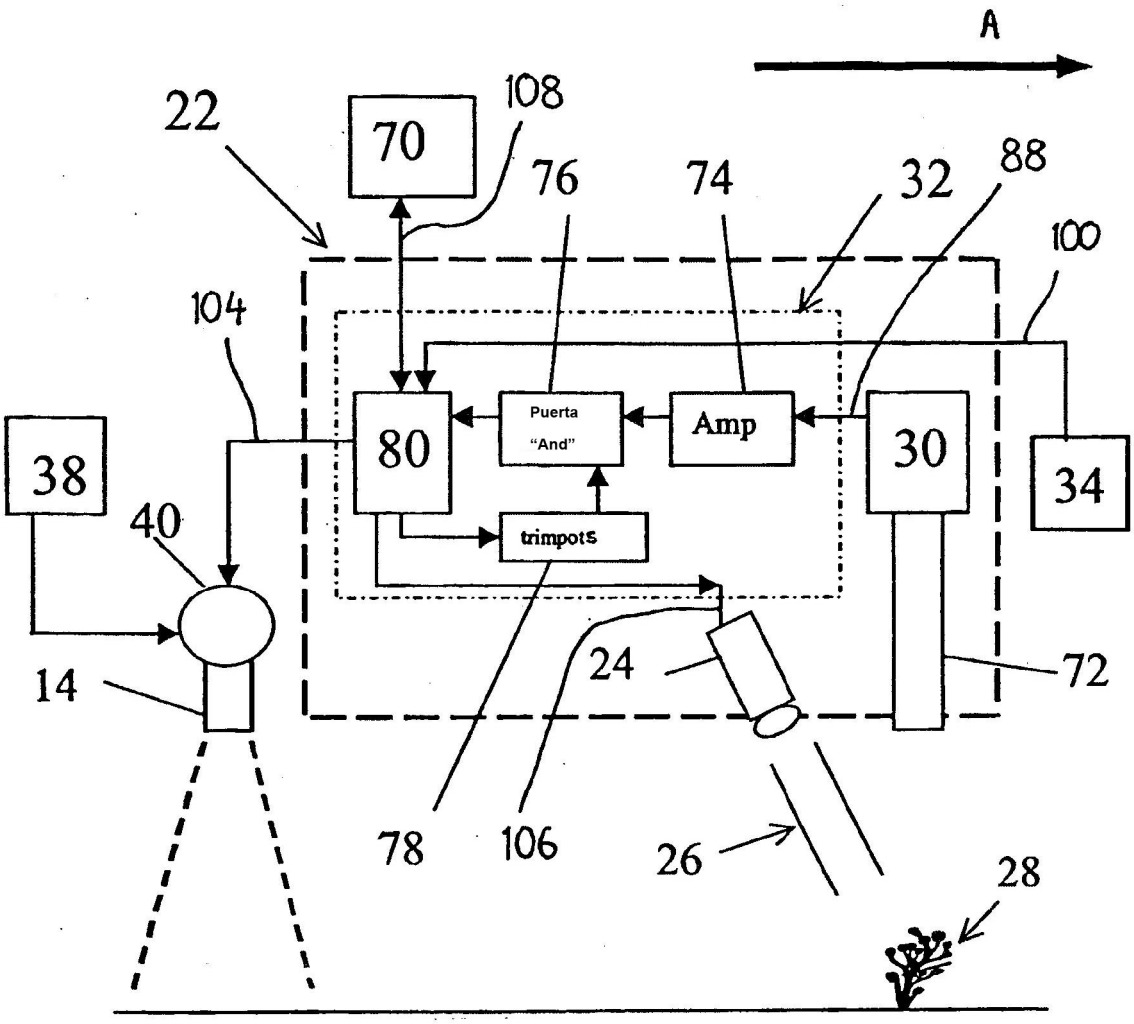

A
22
70
108
76
74
32
88
100
104
80
Puerta
"And"
Amp
30
34
38
40
trimpots
14
24
72
78
106
26
28

FIG. 2B.

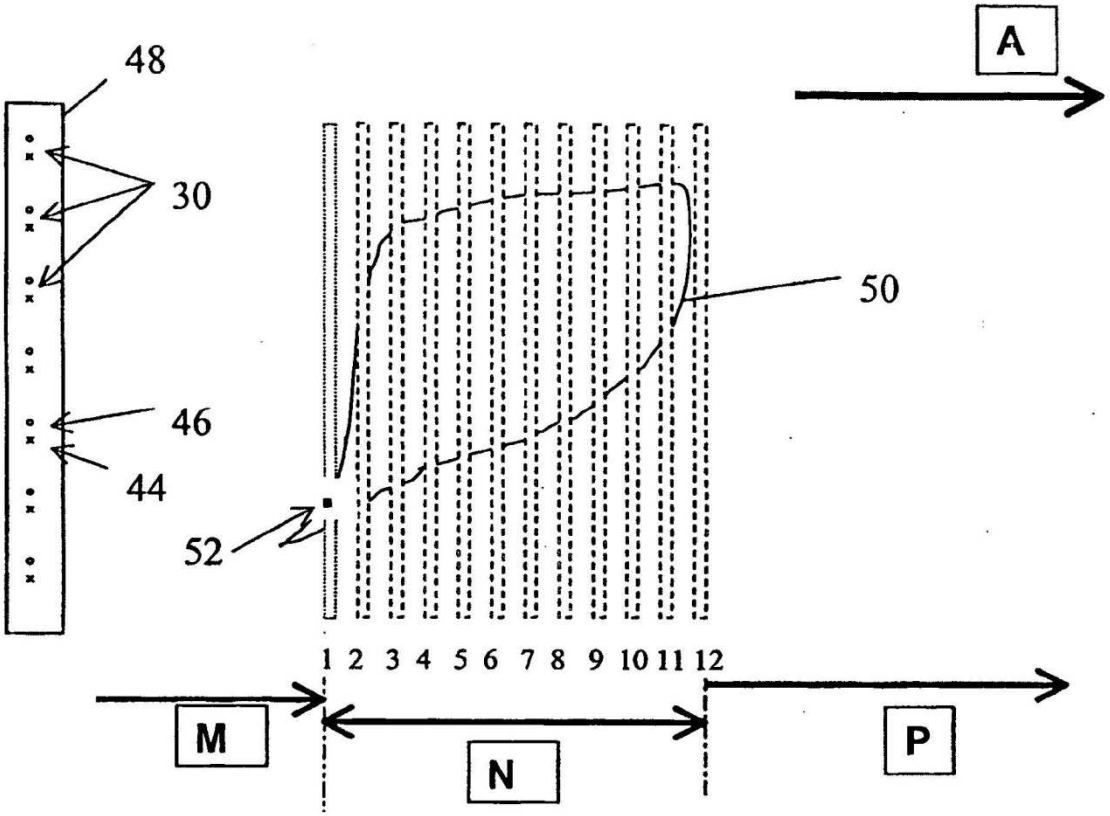


FIG. 3.

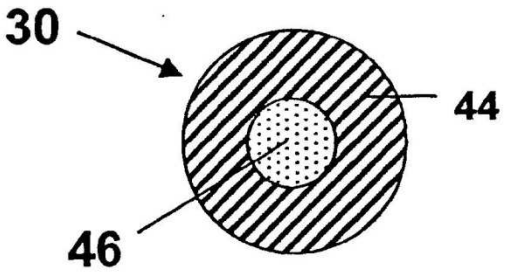


FIG. 4.

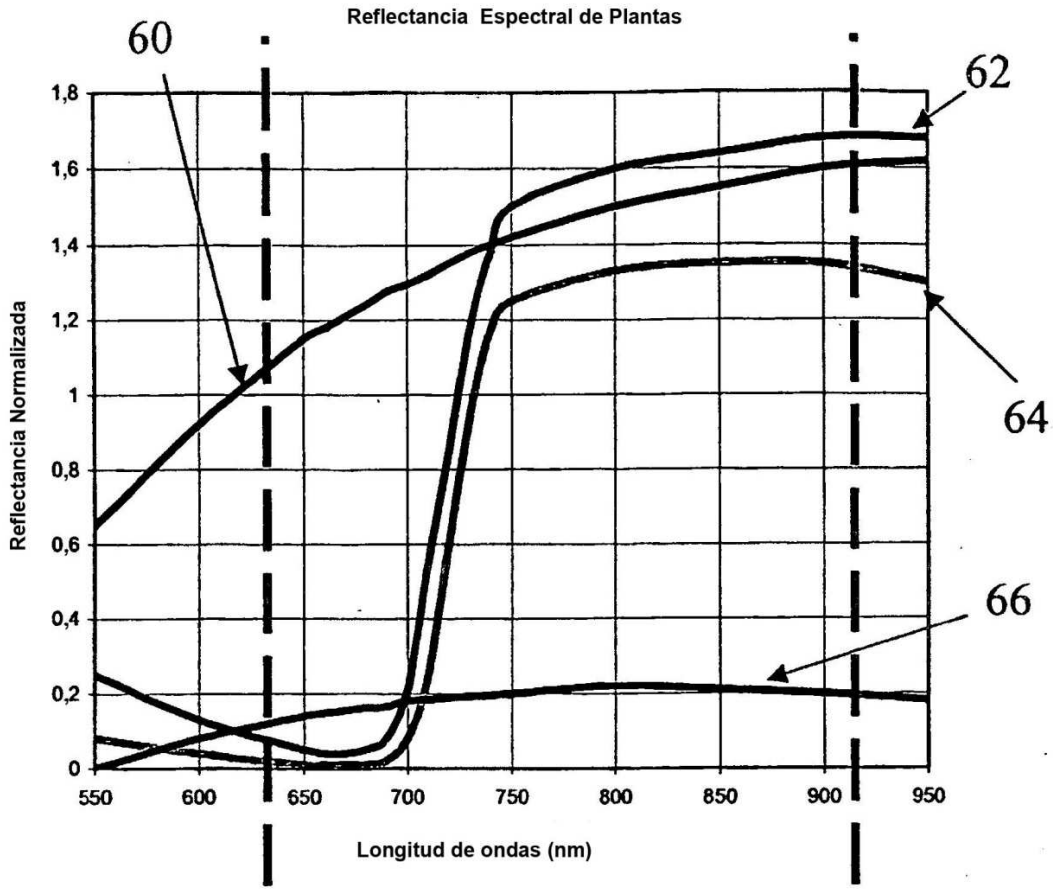

Reflectancia Espectral de Plantas
60
62
64
66
Reflectancia Normalizada
1,8
1,6
1,4
1,2
1
0,8
0,6
0,4
0,2
0
550
600
650
700
750
800
850
900
950
Longitud de ondas (nm)

FIG. 5.

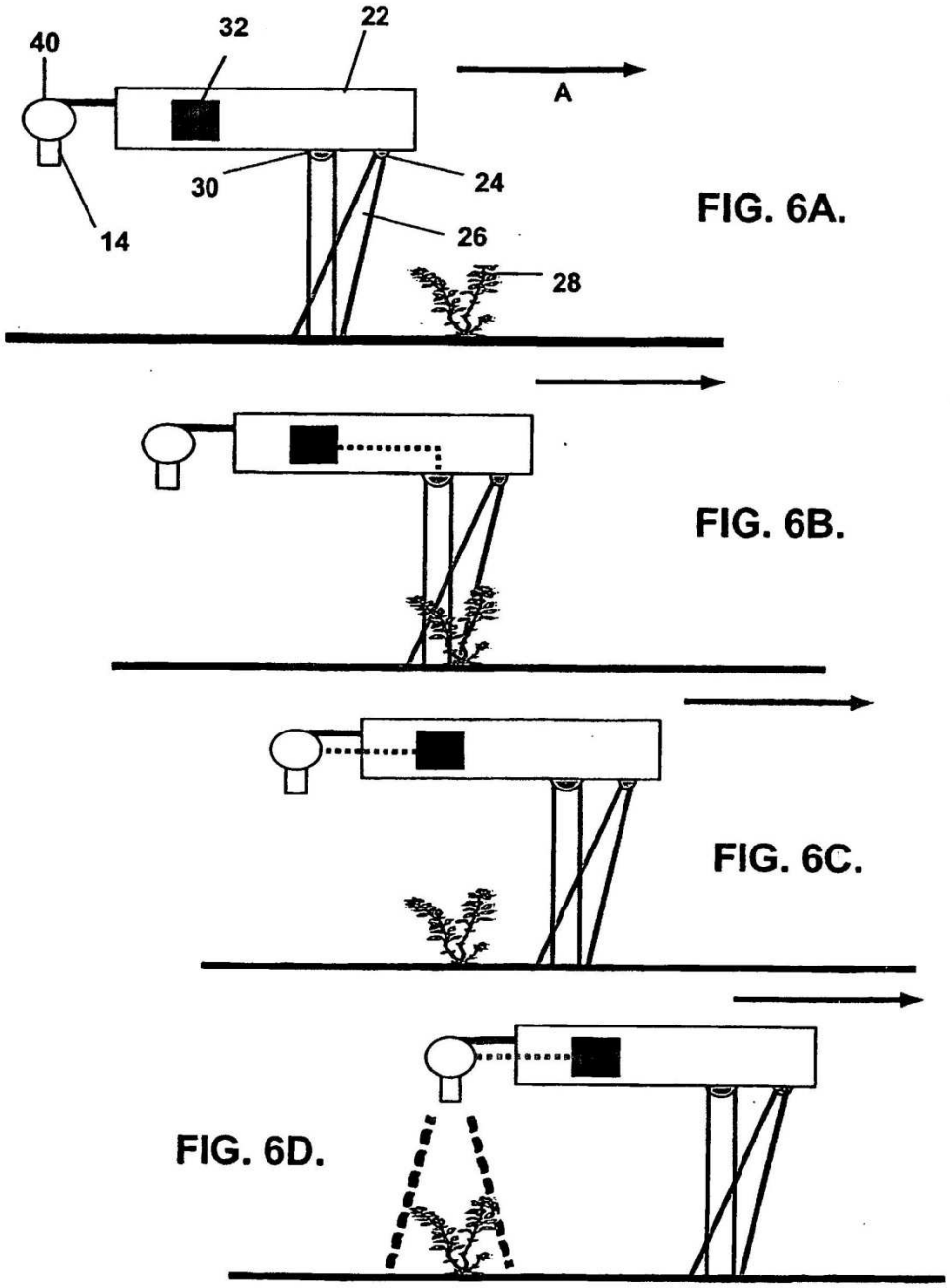


FIG. 6A.

FIG. 6B.

FIG. 6C.

FIG. 6D.

FIG. 6.

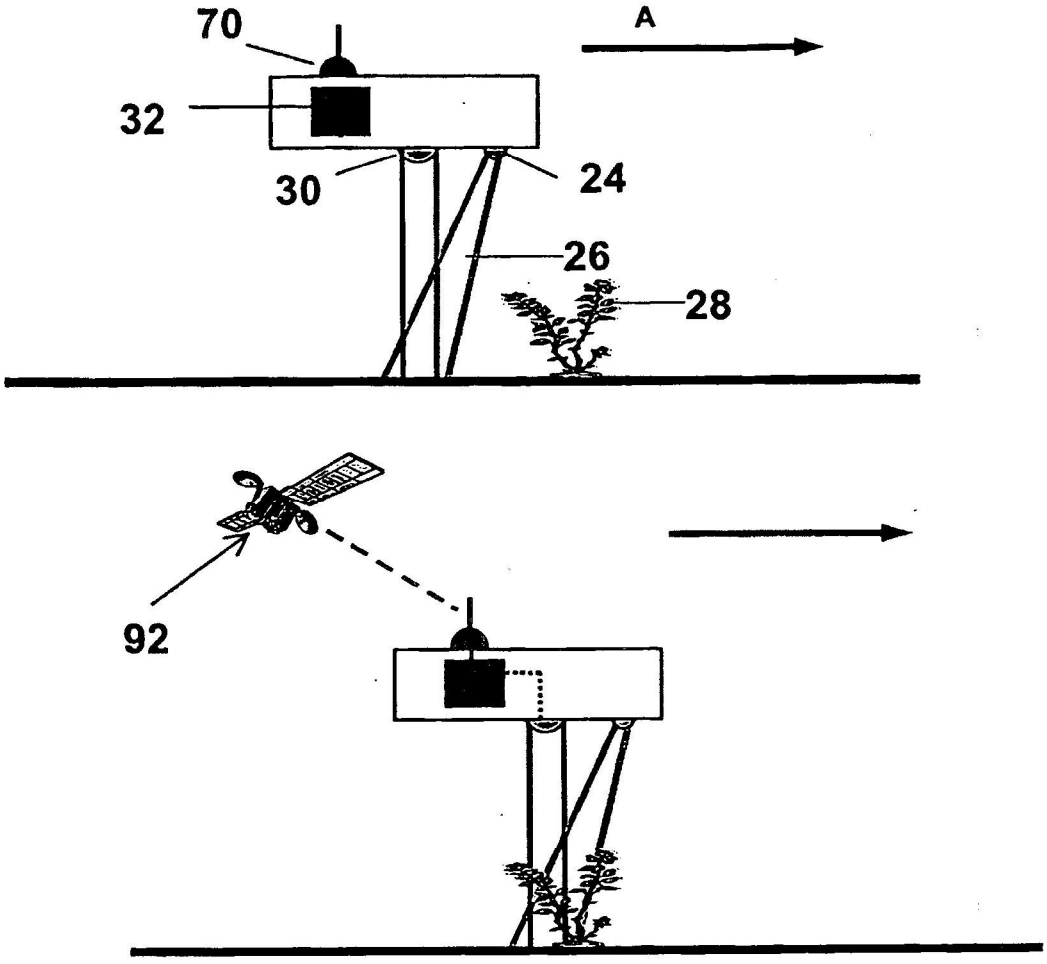


FIG. 7.

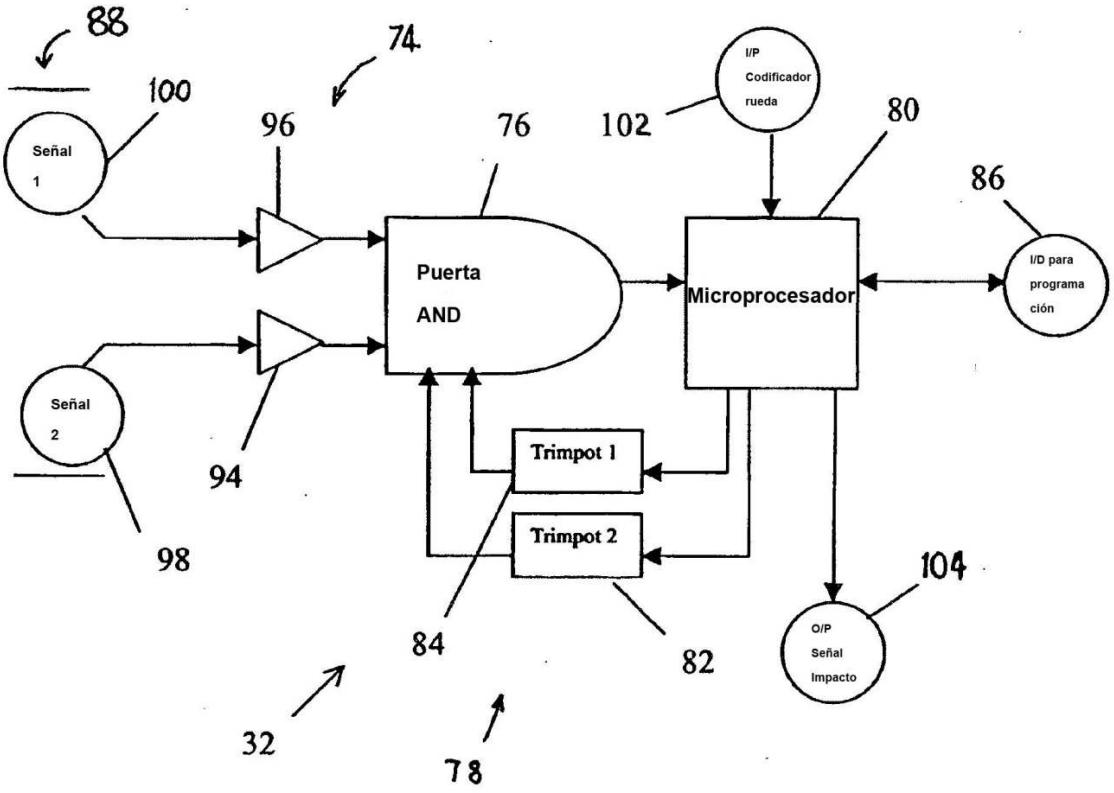

88
74
100
96
76
102
80
86
Señal 1
I/P Codificador rueda
Puerta AND
Microprocesador
I/D para programación
Señal 2
94
Trimpot 1
Trimpot 2
98
104
84
82
O/P Señal Impacto
32
78

FIG. 8.