

OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① Número de publicación: **2 243 100**

② Número de solicitud: 200202325

⑤ Int. Cl.
A01B 69/00 (2006.01)

⑫

PATENTE DE INVENCION

B1

⑫ Fecha de presentación: **30.09.2002**

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: **16.11.2005**

Fecha de la concesión: **04.07.2006**

⑭ Fecha de anuncio de la concesión: **16.07.2006**

⑮ Fecha de publicación del folleto de la patente:
16.07.2006

⑰ Titular/es: **Universidad de Valladolid
Plaza de Santa Cruz, 8
17002 Valladolid, ES**

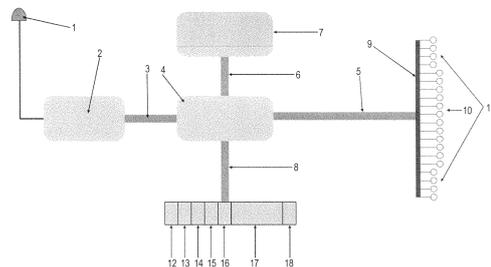
⑱ Inventor/es: **Gómez Gil, Jaime;
Díez Higuera, José Fernando;
Mompó Gómez, Rafael;
Castro Fernández, Juan Pablo de y
Díaz Pernas, Francisco Javier**

⑳ Agente: **No consta**

⑳ Título: **Sistema marcador de zonas tratadas y zonas sin tratar, para aplicaciones agrícolas con elevado ancho de trabajo.**

㉑ Resumen:

Sistema marcador de zonas tratadas y zonas sin tratar, para aplicaciones agrícolas con elevado ancho de trabajo. El sistema propuesto es un dispositivo electrónico que incorpora un sistema de posicionamiento por satélite (1 y 2). Su destino es la incorporación a un tractor agrícola. El sistema posee un microcontrolador (4) y en el transcurso de la aplicación, va almacenando en una memoria (7) información geográfica precisa de las zonas tratadas. A su vez, va informando de si los puntos en la transversal de la dirección de trabajo han sido ya tratados o aún están sin tratar (10,11), referenciándolos a la posición actual y al ancho de trabajo. Con esta información obtenida, el tractorista puede guiarse dentro de la parcela en parcelas de geometría irregular y en condiciones adversas, como elevado ancho de trabajo, poca visibilidad, la aplicación realizada no deja rastros visibles sobre el terreno, etc.



ES 2 243 100 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP.

ES 2 243 100 B1

DESCRIPCIÓN

Sistema marcador de zonas tratadas y zonas sin tratar, para aplicaciones agrícolas con elevado ancho de trabajo.

5 Sector de la técnica

La presente invención se refiere a un dispositivo electrónico que se coloca en el salpicadero de un tractor, y que ofrece información para ayudar al tractorista a mantener un ancho de trabajo deseado.

10 Se utilizará principalmente en labores de distribución de fertilizantes y aplicación de herbicidas en cultivos de cereal, pues son las que más dificultades visuales de guiado ofrecen, ya que tienen anchos de trabajo elevados.

Es posible que explotaciones particulares de agricultura cerealista no necesiten sistemas de guiado porque empleen otras técnicas de cultivo diferentes a las habituales, de la misma forma que es posible que otro tipo de agricultura no cerealista pueda beneficiarse de este dispositivo.

Estado de la técnica

1. *Unas nociones sobre las labores agrícolas*

20 En la agricultura cerealista de secano podemos observar cómo los tractores circulan por las parcelas. Estos tractores llevan un apero y realizan una labor sobre dicha parcela. Cada apero tiene un ancho de trabajo. Los tractores realizan una trayectoria determinada a través de la parcela, con el objetivo de que con el ancho de trabajo definido, todos puntos de la parcela consigan la acción deseada por el agricultor.

1.1 *La labor*

La labor básicamente puede consistir en varias actividades: mover el terreno (arar y gradear), sembrar, distribuir fertilizantes, aplicar herbicidas, etc.

1.2 *El ancho de trabajo*

35 El ancho de trabajo depende de varios factores que no se detallan en este apartado. Puede variar desde, por ejemplo, dos metros en una labor de arada, a 40 metros en una labor de aplicación de herbicidas o aporte de fertilizantes. *Cuando el ancho de trabajo es pequeño, es fácil seguir la trayectoria adecuada, pero cuando es grande se nos presentan una serie de problemas.* La resolución de estos problemas va a ser nuestro objetivo.

1.3 *La trayectoria*

40 La trayectoria que se sigue para realizar las labores agrícolas depende de varios factores que por ahora nos interesan poco y no vamos a detallar. Los recorridos habituales suelen ser, bien alrededor de la finca, trayectorias por bandas, o una combinación de ambas.

2. *Los casos que nos competen: la distribución de fertilizantes y la aplicación de herbicidas*

45 Hay muchos productos agrícolas. Hay también muchas técnicas diferentes para el cultivo de un determinado producto. La utilidad de nuestro dispositivo se va a centrar sobre una agricultura cerealista. Es posible que otros tipos de agricultura cerealista no necesiten sistemas de guiado porque empleen otras técnicas de cultivo, de la misma forma que es posible que otro tipo de agricultura no cerealista pueda beneficiarse de este dispositivo.

2.1 *La distribución de fertilizantes*

Vamos a ver cómo se realiza esta aplicación en la actualidad para posteriormente poder comprender las ventajas de nuestro sistema. Y veremos de qué forma se guía el tractorista para mantener el ancho de trabajo.

55 El tractor porta un apero que lanza bolitas de fertilizante del tamaño de una lenteja.

No nos extendemos a explicar cómo se consigue una distribución uniforme de fertilizante por la parcela, sino que simplemente afirmamos que es necesario un ancho de trabajo determinado.

60 En la primera vuelta el tractorista va calculando “a ojo” la distancia desde el centro del tractor a la orilla de la finca. En su camino va dejando unas rodadas en el terreno que servirán de guía para posteriores pasadas.

En posteriores pasadas el tractorista va fijándose en las rodadas anteriores y calculando “a ojo” el ancho de trabajo.

65 El problema de todo esto es que como las distancias se calculan “a ojo”, no son habituales anchos de trabajo mayores de 18 metros, ya que, los errores que se cometerían con anchos de trabajo más elevados serían mayores. Además, al aumentar la distancia se verían peor las rodadas de la pasada anterior.

ES 2 243 100 B1

Resumimos este apartado: se pretenden realizar trayectorias manteniendo el ancho de trabajo, y esto es difícil de conseguir en el abonado.

2.1.1 La aplicación de herbicidas

Vamos a ver como se realizan estas aplicaciones en la actualidad para posteriormente poder comprender las ventajas de nuestro sistema. Solamente vamos a ver como se guía el tractorista para mantener el ancho de trabajo.

El tractor porta un equipo con un apero que lleva una fila de boquillas que pulverizan el líquido herbicida. El ancho de trabajo suele rondar en la actualidad los 18 metros.

Uno de los extremos del apero va dejando unos copos de espuma. En la primera vuelta el tractorista se fija que la última boquilla de su derecha coincida con el borde de la finca. En posteriores pasadas el tractorista se fija que la última boquilla de la derecha coincida con la hilera de copos de espuma de pasadas anteriores.

3. Dispositivos de guiado GPS en el mercado

Tanto en Castilla y León como en el resto de España, el abonado y aplicación de herbicidas sobre parcelas de cereal se realizan como hemos descrito anteriormente o con técnicas muy similares.

Por otra parte, la mayor parte de las máquinas abonadoras están funcionando con pequeños anchos de trabajo, debido a las dificultades visuales que conllevarían anchos de trabajo más elevados en fincas de pequeñas dimensiones y geometría irregular. Estas abonadoras podrían funcionar con anchos de trabajo mayores, pero no lo hacen por estos motivos comentados. Fuera de nuestras fronteras, en parcelas grandes y con geometría regular, se tiende a trabajar con anchos de trabajo mucho más elevados.

Han surgido en el mercado varios dispositivos basados en GPS que ayudan al tractorista al guiado en aplicaciones con elevado ancho de trabajo. De entre ellos tenemos:

- Paralell Tracking de John Deere.
- Outback S de Outback Guidance.
- Ligh Bar de AgLeader.
- CenterLine de Mid-Tech.

Todos estos dispositivos, de fabricación estadounidense, están orientados al guiado en aplicaciones de abonado y fertilizantes, pero están orientados a parcelas grandes y de geometría regular (geometría rectangular, triangular, circular, combinación de alguna de éstas). Algunos de estos equipos se presentan como opción en los más modernos carros autopropulsados de aplicación de herbicida, o en la marca de tractores John Deere. Todos ellos basan su funcionamiento en almacenar trayectorias, engancharse automáticamente a alguna pasada anterior mediante la información proporcionada por el tractorista en los botones de la consola, y aplicar una ley de control al error en distancia y dirección con respecto a la pasada deseada para indicarle al tractorista la dirección y magnitud de lo que tiene que girar. En el caso de Outback, Agleader o Teejet una luz en barra de luces se desplaza desde el centro hasta los lados para indicarnos esta magnitud a girar. En el caso de John Deere es una barra la que se desplaza dentro de una pantalla LCD, pero a todos los efectos el funcionamiento es similar.

Nosotros pretendemos la fabricación de un dispositivo similar a estos ya comercializados, pero con unas características que le van a permitir adaptarse a las parcelas pequeñas y de geometría irregular de España. También poseerá la característica de sencillez de utilización, característica que no poseen estos dispositivos que ya se comercializan.

Nuestro dispositivo no es una copia y modificación del dispositivo de estos otros. Se trata de dos ideas diferentes para un mismo fin, cada una partiendo de unas determinadas necesidades y ofreciendo soluciones diferentes. De hecho, la idea original surgió cuando el inventor, un Ingeniero de Telecomunicación con amplia experiencia en labores agrícolas, estaba realizando tareas de abonado en su explotación familiar. Posteriormente, se ha ido concretando teniendo en cuenta nuevas ideas.

Nuestro proyecto no es estrictamente un sistema de guiado, sino un *sistema de información de zonas tratadas y zonas sin tratar*. La diferencia radica en que en nuestro sistema, el dispositivo ofrece una información con la que es posible guiarse, pero no es una información de guiado que te va indicando “derecha” o “izquierda” y la magnitud de lo que tienes que desviarte. Diferenciándolo así, nuestro dispositivo parece mucho más sencillo y peor. Más sencillo sí que es, pero no peor, y mucho menos para trazados irregulares de fincas que son los que predominan en Castilla y León. Vamos a explicar el por qué:

- *Nuestro sistema ofrece información en todos puntos de la parcela. El sistema de las empresas arriba mencionadas no.*

ES 2 243 100 B1

Los sistemas anteriores intentan seguir una trayectoria paralela a una anteriormente guardada. Los inicios y finales de cada pasada son lugares en los que el sistema no puede guiar. Los sistemas anteriormente vistos se adaptan aceptablemente para fincas rectangulares y grandes. Nuestro sistema se adapta bien a todo tipo de parcelas.

- 5
- *Nuestro sistema es sencillo y no precisa más que la pulsación de un botón. Éstos otros sistemas precisan pulsaciones de botón en la cabecera, cuando el tractorista va a realizar una pasada paralela a la previamente realizada.*

10 En nuestro sistema, cuando se inicia la aplicación de una parcela, se debe pulsar el botón inicio. Entonces el sistema va almacenando los puntos tratados a la vez que va mostrando el estado de los puntos que se recorren.

15 En los otros sistemas, en la mayor parte de modalidades de guiado, se tienen que definir perfectamente el inicio y final del trazado a partir del cual se quiere seguir paralelamente. Y en las cabeceras de la parcela, cuando se va a realizar la maniobra de vuelta, se deben pulsar botones.

- 15
- *Nuestro sistema se adapta perfectamente a todo tipo de geometrías de la parcela. Los sistemas vistos anteriormente tienen más problemas en el guiado en parcelas de geometría irregular, en las que el tractorista no realiza continuas pasadas equidistantes.*

20 Imaginemos una parcela con una geometría específica. Hemos realizado la aplicación siguiendo trayectorias alrededor de la parcela, y sabemos que aún nos queda alguna zona sin aplicación. En esta situación, con los sistemas mencionados anteriormente podremos seguir realizando trayectorias concéntricas, pero no podremos saber cual son las zonas sin aplicación. Pero con nuestro sistema, con sólo pasar con el tractor por esa pequeña zona sin tratar, se nos encenderán luces indicándonos posiciones en nuestro ancho de trabajo que aun no disponen de fertilizante o herbicida.

25 **Descripción de la invención**

30 La invención consiste en un dispositivo electrónico que contiene, entre otros elementos, un receptor GPS y dos barras de luces; una central y dos laterales a ambos lados.

Este dispositivo se instala encima del salpicadero del tractor o en un lateral. Tiene dos conexiones, una de las cuales se conecta a la batería del tractor, y otra a una antena externa que se coloca en la parte superior externa de la cabina del tractor.

35 La barra central de luces representa posiciones dentro del ancho de trabajo en la transversal a la dirección de avance del tractor, y las barras laterales posiciones también en la transversal a la dirección de avance, pero ahora fuera del ancho de trabajo. Las luces de las barras se iluminan cuando las posiciones que representan cuentan ya con aplicación.

40 Cuando el tractorista va realizando una labor con el tractor, con examinar las luces que están encendidas en las barras de luces, es capaz de saber si está dejando una franja sin tratar, si está solapando con respecto a la pasada anterior, si hay una pequeña zona sin tratar, etc.

45 Con esta información el tractorista es capaz de guiarse por la parcela en aplicaciones con elevado ancho de trabajo. La característica principal de este dispositivo es que permite el guiado en parcelas de geometría muy irregular.

1. Beneficios del dispositivo

Las aplicaciones principales de este dispositivo son la distribución de fertilizantes y la aplicación de herbicidas.

50 1.1 Beneficios en la distribución de fertilizantes

55 En la aplicación de fertilizantes es donde sin dudar podemos afirmar que se va a producir una mejora importantísima, pues se van a permitir anchos de trabajo mayores, hasta ahora no usados por no disponer de ningún sistema de guiado. No se trata de una pequeña mejora, se trata de una innovación que permitirá casi duplicar el rendimiento de cualquier equipo de abonado y conseguir una mayor precisión en la distribución.

Sólo con esta ventaja está más que justificado su uso. No obstante, este sistema tiene también otras ventajas muy importantes. Vamos a verlas:

- 60
- *Ahorro de tiempo.* Es evidente que al aumentar el ancho de trabajo se reduce el tiempo requerido para abonar una parcela. Y el tiempo ahorrado es tiempo con condiciones de “tempero”; condiciones en las que se puede trabajar el campo. Este es un tiempo especialmente valioso porque es escaso y se puede utilizar para tratar otras parcelas.
 - *Aplicación más uniforme,* pues con un buen sistema de guiado se mantiene mejor el ancho de trabajo que “a ojo”. Esto conlleva un *aumento de beneficios*, ya que en una zona con mayor dosis de abono la producción puede incluso llegar a disminuir, y en una zona sin abono, con toda seguridad, la producción mermaría
- 65

ES 2 243 100 B1

considerablemente. Económicamente es muy importante la fertilización uniforme. Téngase en cuenta que el valor del fertilizante distribuido por m² ronda el céntimo de euro y en una jornada normal se pueden abonar 400.000 m².

- 5 • *Posibilidad de aplicación nocturna y en condiciones de poca visibilidad.* Aunque nuestro moderno tractor posea muchos y potentes focos halógenos, sin una ayuda al guiado como la que ofrece nuestro dispositivo, no se podrán realizar aplicaciones nocturnas de abonado, pues incluso de día hay dificultades para la visualización de las rodadas de la pasada anterior. Por lo tanto, nuestro sistema nos ofrece otra gran ventaja, pues aprovechar los días con un buen “tempero” es la clave de una buena cosecha. Podemos pensar en el caso de que una aplicación se retrasa al día siguiente por falta de luz. Si al día siguiente llueve, la aplicación entonces ya no se retrasa un día, sino un par de semanas hasta que el terreno se seque. Las pérdidas económicas debidas a este retraso en la aplicación de fertilizantes, nos las encontraríamos en la cosecha.
- 10
- 15 • *Ahorro de combustible.* Al abonar con mayor ancho de trabajo, se necesitan menos pasadas para cubrir toda la finca. Y por lo tanto, la trayectoria que debe recorrer el tractor será más corta, con lo que se ahorra combustible.
- 20 • *Menor impacto sobre las plantas nacidas.* El abonado en los cereales se realiza en dos fases. En *sementera* cuando se siembra, y en *cobertera*, cuando el cereal tiene unos 6 cm de altura. Cuando se abona en cobertera, el tractor va pisando (y por lo tanto dañando) el cereal ya nacido. Con un ancho de trabajo de 10 metros y unas ruedas de 30 cm de ancho, el porcentaje de cereal dañado es el 6%. En cambio, con un ancho de trabajo mayor, este porcentaje se reduce.

1.2 Beneficios en la aplicación de herbicidas

25 Hasta hace unos años los agricultores calculaban la trayectoria a seguir en función de las rodadas dejadas por el tractor en las pasadas anteriores. Pero se necesitaba trabajar con anchos de trabajo pequeños, y además se dejaban “faltas”, pues distancias de 16 metros son difíciles de calcular visualmente. Lo habitual era solapar bastante una pasada con otra para que no quedasen zonas sin aplicación.

30 Hace poco apareció en el mercado un mecanismo mediante el cual el equipo herbicida deposita copos de una espuma jabonosa de color blanco, que delimita la zona tratada de la sin tratar. Hoy en día está impuesto este sistema pues dado el alto precio del herbicida una aplicación correcta redundaría en notables beneficios.

35 Comparándolo con este mecanismo, *nuestro dispositivo* tendría una serie de ventajas:

- 40 • *Aumento del ancho de trabajo.* Si no se ha aumentado más el ancho en los equipos de herbicida (suele rondar los 16 metros) es por la dificultad que conlleva la visualización de la espuma. Con este dispositivo, este problema se subsana.
- 45 • *Posibilidad de aplicación nocturna y en condiciones adversas.* La explicación sería la misma que la dada en la distribución de fertilizantes.
- 50 • *Ahorro en la aplicación de la sustancia espumosa.* La espuma del equipo requiere su reposición, y sin embargo, nuestro sistema no requiere ningún tipo de mantenimiento.
- 55 • *Solución de los problemas secundarios a la desaparición de la espuma.* Cuando la finca es grande, o cuando hay que rellenar el depósito del herbicida, puede ocurrir que el largo tiempo empleado provoque la desaparición de la espuma. Además, cuando hace sol, los problemas son mayores pues la espuma desaparece antes. Ambas desventajas serían subsanadas con el dispositivo en proyecto.
- 60 • *Ahorro de combustible.* Al igual que en la distribución de fertilizantes, al realizar la aplicación con mayor ancho de trabajo, se necesitan menos pasadas para cubrir toda la finca. Y por lo tanto, la trayectoria que debe recorrer el tractor será más corta, con lo que se ahorra combustible.
- 65 • *Menor impacto sobre las plantas nacidas producido por las ruedas del tractor.* Al igual que en la distribución de fertilizantes, al realizar la aplicación de herbicidas con un ancho de trabajo mayor, la trayectoria para recorrer la finca es menor, y por lo tanto, también es menor la superficie de cereal dañada por las ruedas.
- *Menor impacto sobre las plantas nacidas producido por doble dosis de herbicida.* Para que no queden zonas de la parcela sin aplicación de herbicida, la aplicación se debe realizar solapando. Una zona con doble dosis de herbicida es perjudicial, no sólo por el gasto de éste, sino porque el cereal afectado por esta doble dosis “sufriría”. Podemos pensar que el herbicida selectivo hace “morir” las plantas dañinas, pero sólo “enfermar” al cereal. La dosis debe de ser la correcta para que las plantas dañinas mueran pero el cereal no enferme demasiado. Es necesario minimizar las zonas con doble dosis de herbicida.

Descripción de las figuras

Figura 1: Esta Figura representa un diagrama de bloques del sistema objeto de la invención. En esta figura, (1) representa una antena receptora GPS. (2) representa un receptor GPS. (4) representa un microcontrolador. (3) representa una conexión entre el GPS diferencial y el microcontrolador. (5) representa el cableado y lógica para la fila de *leds* principal que puede consistir en línea de datos y línea de control. (6) representa un bus. (7) representa un módulo de memoria Ram estática. (8) representa un bus. (9) representa un conjunto de registros de desplazamiento. (10) representa los *leds* correspondientes al ancho de trabajo. (11) representa los *leds* correspondientes a posiciones fuera del ancho de trabajo. (12) pulsador *inicio*. (13) pulsador *pausa*. (14) pulsador *continuar*. (15) pulsador + (16) pulsador - (17) tres *displays* de 7 segmentos. (18) *led procesando*.

Figura 2: Esta figura representa el panel de mandos o vista frontal del dispositivo. Los elementos de que consta son los siguientes:

- 15 19: Interruptor de encendido/apagado.
- 18: *Led procesando*.
- 12: Pulsador *inicio*.
- 20 13: Pulsador *pausa*.
- 14: Pulsador *continuar*.
- 25 17: Tres *displays* de 7 segmentos para visualizar el ancho de trabajo.
- 15: Pulsador + para aumentar el ancho de trabajo.
- 16: Pulsador - para disminuir el ancho de trabajo.
- 30 10: Barra central de luces.
- 11: Barras laterales de luces

Figura 3: Esta figura representa la asignación de cada uno de los *led* del dispositivo a un punto relativo a la posición del tractor. (21) representa al tractor. (20) representa el ancho de trabajo del apero. (10) barra central de *leds* que corresponde a posiciones en el ancho de trabajo. (11) barras laterales de *leds* que corresponde a posiciones fuera del ancho de trabajo.

Figura 4: Esta figura representa un ejemplo de funcionamiento del sistema en el se produce solape y el sistema lo muestra encendiendo 4 *leds* (22) del ancho de trabajo. Los elementos que se representan son los siguientes:

- 21: Tractor.
- 45 22: *Leds* encendidos del ancho de trabajo que informan de solape o que nos estamos acercando demasiado a la pasada anterior.
- 28: *Leds* posicionados en la parte derecha fuera del ancho de trabajo. Están apagados porque esa zona está sin tratar.
- 50 27: *Leds* posicionados dentro del ancho de trabajo y en zona sin tratar. Están apagados.
- 23: *Leds* posicionados fuera del ancho de trabajo en la parte izquierda. Coinciden con la pasada anterior y por eso están encendidos.
- 55 24: Zona tratada.
- 25: Zona tratada dos veces.
- 60 26: Zona sin tratar.

Figura 5: Esta figura representa un ejemplo de funcionamiento del sistema en el se deja una franja sin tratar y el sistema lo muestra encendiendo apagando 3 *leds* (30) de fuera del ancho de trabajo, en el lado izquierdo que es el que se está tomando como referencia. Los elementos que se representan son los siguientes:

- 65 21: Tractor.
- 30: *Leds* apagados de fuera del ancho de trabajo en el lado izquierdo que indican pequeña franja sin tratar.

ES 2 243 100 B1

31: *Leds* encendidos fuera del ancho de trabajo en el lado izquierdo que indican zona tratada.

24: Zona tratada.

5 26: Zona sin tratar.

28: *Leds* posicionados en la parte derecha fuera del ancho de trabajo. Están apagados porque esa zona está sin tratar.

10 32: Franja sin tratar.

29: *Leds* del ancho de trabajo apagados que indican zona sin tratar.

15 Figura 6: Esta figura representa un ejemplo de funcionamiento correcto del sistema en el que se realiza un ajuste perfecto. Los elementos que se representan son los siguientes:

21: Tractor.

20 23: *Leds* posicionados fuera del ancho de trabajo en la parte izquierda. Coinciden con la pasada anterior y por eso están encendidos.

28: *Leds* posicionados en la parte derecha fuera del ancho de trabajo. Están apagados porque esa zona está sin tratar.

25 24: Zona tratada.

26: Zona sin tratar.

30 29: *Leds* del ancho de trabajo apagados que indican zona sin tratar.

Figura 7: En esta figura vemos cómo una superficie puede aproximarse por un conjunto de coordenadas UTM. El tamaño de las coordenadas UTM nos da la precisión en la aproximación de ésta superficie.

35 Figura 8: En esta figura resaltamos con gris oscuro los puntos que se almacenan en la memoria del microcontrolador (24) si se sigue la trayectoria de la línea negra (30), cuando se trabaja con coordenadas UTM de 16 cifras que nos ofrecen una resolución equivalente a unidades de área de metro cuadrado y consideramos un ancho de trabajo de 10 metros. La zona no tratada (26) se representa en gris claro.

40 Figura 9: Representa el proceso de encendido de los *led*, en función de la situación dentro de una parcela del tractor agrícola. (31) son las coordenadas UTM no almacenadas en la memoria del microcontrolador. (32) son las coordenadas UTM almacenadas en la memoria del microcontrolador debido a una anterior pasada del tractor por esa zona. (33) es la trayectoria última del tractor, situándose en el instante mostrado en la punta final de la flecha. (34) son las coordenadas en la transversal de la dirección de trabajo que ha calculado el microcontrolador en el instante mostrado. (36) representan *leds* apagados. (35) representan *leds* encendidos.

45 Figura 10: Esta figura representa el proceso de marcado de las zonas tratadas. (39) representa un área (coordenada UTM) no tratada. (43) representa un área tratada. (44) representa un área tratada entre los dos últimos envíos de trama de posición por el GPS. (37,38) representan los extremos del ancho del trabajo en el instante actual en el que se ha recibido un nuevo envío de trama de posición por el GPS. (39, 40) representan los extremos del ancho de trabajo en el instante que el receptor GPS envió la penúltima trama de posición. (45) posición obtenida por el GPS en el instante actual. (41) distancia recorrida por el tractor entre los dos últimos envíos de trama de posición por el receptor GPS. A cada nueva trama de posición recibida del GPS, el sistema debe almacenar en memoria las coordenadas comprendidas dentro de los cuatro puntos negros (37, 38, 39, 40).

55 Figura 11: Esta figura representa el proceso de encendido de los *leds* de la pantalla de información. (39) representa un área (coordenada UTM) no tratada. (43) representa un área tratada. (46) representan *leds* de información apagados. Los de forma circular representan el ancho de trabajo y los de forma rectangular las prolongaciones laterales fuera del ancho de trabajo. (47) representan *leds* encendidos.

60 Figura 12: En esta figura numeramos cada uno de los *leds* de nuestro dispositivo. (48) es P1, (49) es P2, ..., (67) es P20. Ésta es la numeración que utilizaremos para referirnos a cada uno de los *leds* en posteriores figuras.

Figura 13: Esta figura representa el algoritmo que cada segundo debe realizar el microcontrolador que posee el dispositivo. Cada uno de los números representa:

65 68: ¿Nueva trama del GPS?

69: Obtención de posición y dirección.

ES 2 243 100 B1

70: FUNCIÓN DE INFORMACIÓN

71: Cálculo de P1

5 72: ¿P1 en el almacén?

73: Encender P1

74: Apagar P1

10 75: Cálculo de P20

76: ¿P20 en el almacén?

15 77: Encender P20

78: Apagar P20

79: FUNCIÓN DE ALMACENAMIENTO

20 80: Almacenamiento de las coordenadas que están situadas dentro del rectángulo A, B, A', B' correspondiendo A con 37, B con 38, A' con 39 y B' con 40, siendo estos, numerales de la figura 10.

25 81: $A'=A, B'=B$

Figura 14: Esta figura representa una posición posible de nuestro dispositivo dentro de la cabina del tractor. Se representa la vista desde el puesto de conducción. (82) representa una ventana lateral. (83) representa la luna delantera. (84) mandos del tractor (85) volante del tractor (86) dispositivo visualizador de zonas tratadas y sin tratar.

30 Descripción de una realización preferida

Un receptor *GPS* es un dispositivo capaz de procesar las señales emitidas por ciertos satélites, para calcular su posición dentro de la superficie terrestre.

35 Un receptor *GPS diferencial*, es un receptor GPS que también procesa información relativa a los valores obtenidos por otros receptores relativamente cercanos a él, con lo que consigue una mayor precisión en el cálculo de su posición dentro de la superficie terrestre.

40 Un receptor *GPS con tecnología WAAS* o *EGNOS* obtiene información para hacer la corrección diferencial de un conjunto de satélites.

45 Por lo tanto, tanto un receptor GPS, cómo un receptor GPS diferencial, o un receptor GPS con tecnología WAAS son dispositivos electrónicos que calculan su posición dentro de la superficie terrestre, uno de ellos con más precisión que el otro. En adelante englobaremos los tres dentro del término receptor GPS, pues en nuestro diseño no influye el método con el que se calcule la posición.

50 Es habitual que un GPS esté conectado mediante cierta electrónica a una pantalla para ofrecer esta información al usuario. Son los populares receptores GPS de consumo, que adquieren montañeros, ciclistas, etc., y que podemos encontrar en muchos establecimientos.

Pero también es habitual que un GPS sea parte de un sistema mucho más completo. Un sistema que utilice la información que proporciona el GPS para realizar algo más que ofrecer una información de posición al usuario. Nuestro dispositivo va a ser un caso de éstos.

55 Un receptor GPS ofrece la posición en un sistema de coordenadas. Dos de los sistemas de coordenadas más comunes son Coordenadas Geográficas (latitud y longitud) y coordenadas UTM (Universal Transversa Mercator). Para nuestro producto, el sistema más conveniente es el sistema UTM. En este sistema las coordenadas definen un área y esa área es constante para todas las coordenadas UTM de la superficie terrestre. La precisión en la definición de la posición es función del número de dígitos. En la siguiente tabla se muestran unos ejemplos:

60

65

ES 2 243 100 B1

Coordenadas UTM	Zona	Metros al Este	Metros al Norte	Precisión m ²
30T685	30T	600000	8500000	100000
30T64853	30T	640000	8530000	10000
30T6458532	30T	645000	8532000	1000
30T64574853241	30T	645740	8532410	10
30T6457428532414	30T	645742	8532414	1
30T645742785324147	30T	6457427	85324147	0.1

Partimos entonces de un módulo de montaje GPS, fabricado por cualquier empresa del sector, por ejemplo SIRF. Lo habitual es que este módulo disponga de una conexión RS-232-C para comunicarse con otros dispositivos. Y también que cada cierto intervalo de tiempo (habitualmente un segundo) el GPS envíe una trama con información vía RS-232-C al dispositivo con el que se comunica, obteniendo así la coordenada UTM.

El dispositivo externo que utilizaremos será un microcontrolador con este puerto serie. Puede ser un Microchip PIC16F877. Suponemos que tanto el GPS diferencial como el microcontrolador están alimentados. El microcontrolador además tendrá las conexiones necesarias para generar conjuntamente con su lógica la señal de reloj.

El dispositivo lo incorporamos en un vehículo móvil, y una vez puesto en marcha, realizará continuamente dos funciones:

La primera es la de almacenar información sobre puntos de la superficie terrestre “tratados”. La forma más sencilla es almacenando coordenadas UTM.

Un conjunto de coordenadas UTM pueden definir una superficie. En la Figura 7 mostramos como una superficie puede aproximarse por un conjunto de coordenadas con mayor o menor precisión según sea la precisión de las coordenadas UTM con las que trabajemos (el número de dígitos).

Podemos considerar puntos “tratados” los que estén distanciados de algún punto de la trayectoria que sigue nuestro dispositivo una distancia menor o igual que la mitad del ancho de trabajo (20). Por lo tanto, supongamos que trabajamos con coordenadas de UTM de 16 cifras que nos ofrecen una resolución equivalente a unidades de área de metros cuadrados, y consideramos $d=10m$. En una trayectoria como la que muestra la línea negra de la Figura 8, se deberían almacenar en memoria las coordenadas correspondientes a las unidades de áreas resaltadas en gris oscuro. Si se quisiera más precisión, se utilizarían coordenadas con resolución de 18 cifras.

La segunda función del objetivo es ofrecer información. Para ello nuestro dispositivo dispone de una serie de *leds* (10,11) conectados al microcontrolador tal y como se muestra en la Figura 1.

Cada uno de estos *leds* representa posiciones con respecto al tractor tal y como se muestra en la Figura 3.

La información que se ofrece es la de si puntos en la transversal de la dirección de trabajo han sido o no “tratados”. Para obtener esta información el microcontrolador obtiene de la trama enviada por el GPS la posición actual y la dirección. Calcula entonces posiciones en la transversal de la dirección de trabajo, y comprueba si cada una de las posiciones calculadas se encuentra dentro de la memoria, en el almacén de coordenadas tratadas (7). La Figura 9 ilustra este proceso.

Si bien en la memoria de datos del microcontrolador se pueden almacenar datos, para poder almacenar un mayor número de coordenadas UTM tratadas, dada la pequeña capacidad de la memoria de datos de los microcontroladores, es imprescindible el uso de memoria externa (7) al microcontrolador. Esta se conectaría al microcontrolador mediante algún estándar como I2C.

El dispositivo también tiene que tener unos pulsadores para el reseteo y puesta en funcionamiento, otros pulsadores que junto con tres displays de 7 segmentos asignan un ancho de trabajo, y otro *led* de información sobre el funcionamiento. La estructura interna sería entonces la de la Figura 1, el panel de mandos que visto por el usuario sería el de la Figura 2.

Vemos en la Figura 10 como se realiza fácilmente *el proceso de marcado de las zonas tratadas*. Cada uno de los círculos representa una coordenada UTM y esta equivale a un área de por ejemplo un metro cuadrado. Un círculo sin colorear (42) representa un área no tratada, un círculo color negro (43) representa un área tratada y un círculo de color gris (44) representa un área tratada en el último segundo de aplicación. Colorear un círculo corresponde a almacenar sus coordenadas UTM en la memoria de programa (7) o poner un *bit* a uno dentro de una matriz previamente definida.

ES 2 243 100 B1

El programa almacenado en el microcontrolador debe “marcar”, en el último periodo de envío de tramas de posición por el GPS en el que ha recorrido una distancia d (41), todas las áreas comprendidas entre los cuatro cuadrados negros (37, 38, 39, 40).

5 El proceso del encendido de los *leds* se muestra en la Figura 11. Cada segundo, una vez que el GPS diferencial ha enviado los datos de posición y dirección al microcontrolador, éste calcula la posición a la que hace referencia cada uno de los *leds* de la pantalla del dispositivo, y lo aproxima por la coordenada UTM más cercana (manteniendo un número fijo de dígitos). Entonces observa si está marcado (mira en la memoria si esa coordenada esta referenciada) para encender en ese caso durante un segundo el *led* correspondiente a esa posición.

10 Numeramos cada uno de los led de nuestro dispositivo para referirnos posteriormente a ellos, tal y como se muestra en la Figura 12.

15 Con esta numeración, una vez que el dispositivo está en funcionamiento después de los ajustes iniciales, el algoritmo que debe realizar cada segundo el microcontrolador que posee el dispositivo es el que se muestra en la Figura 13, donde cada uno de los números representa:

68: ¿Nueva trama del GPS?

20 69: Obtención de posición y dirección.

70: FUNCIÓN DE INFORMACIÓN

71: Cálculo de P1

25 72: ¿P1 en el almacén?

73: Encender P1

30 74: Apagar P1

75: Cálculo de P20

76: ¿P20 en el almacén?

35 77: Encender P20

78: Apagar P20

40 79: FUNCIÓN DE ALMACENAMIENTO

13: Almacenamiento de las coordenadas que están situadas dentro del rectángulo A, B, A', B' correspondiendo A con 37, B con 38, A' con 39 y B' con 40, siendo estos, numerales de la figura 10.

45 14: $A'=A, B'=B$

Este dispositivo no necesita ningún tipo de instalación con lo que pueden adaptarse a cualquier tractor. Unas ventosas les permiten adherirse a la luna delantera, mediante un cable se alimentan en el conector del mechero con los 12Vcc de la batería del tractor, y están unidos por un fino cable a la pequeña antena, que queda fijada en la parte exterior de la cabina mediante un imán. En la Figura 14 podemos visualizar el aspecto de nuestro sistema dentro del tractor.

El panel de mandos del dispositivo sería el mostrado en la Figura 2.

55 El dispositivo se enciende con el interruptor (19).

A continuación se asigna el ancho de trabajo para el apero (20). Para ello se dispone de dos botones con \oplus (15) y \ominus (16) que nos hacen variar el ancho de trabajo en los visualizadores de 7 segmentos (17), situada en un subpanel titulada como *ancho de trabajo*.

El siguiente paso es pulsar el botón *inicio* (12). El led *procesando* (18) se enciende, y el dispositivo comienza a anotar datos sobre puntos con aplicación en su memoria.

65 Si se avanza con el tractor sin realizar aplicación, o es necesario ir a recargar el equipo con abono, pulsamos la tecla *parar* (13). Inmediatamente se apagará el led *procesando* (18). Cuando reanudemos la aplicación, pulsaremos *continuar* (14) y de nuevo se encenderá el led *procesando* (18). Hasta que no finalicemos la aplicación de la finca, no podremos ni pulsar el botón *inicio* (12), ni apagar el dispositivo con el interruptor *power* (19).

ES 2 243 100 B1

Nuestro panel de *luces de información* contiene una fila de leds (10,11). Cada uno de estos leds corresponde a puntos en el espacio, tal y como muestra la Figura 3.

Cuando un *led* se enciende indica que el punto al que corresponde en ese momento ya cuenta con aplicación.

5

Vemos el caso en la Figura 4. Nos encontramos en una situación en la que la superficie gris claro (24) es zona con aplicación. Vemos en la figura que nos estamos acercando mucho a nuestra anterior pasada y tenemos una zona con doble dosis de abono (25). Y la pantalla nos lo indica encendiéndose cuatro *leds* circulares 1 (22) de nuestro ancho de trabajo (20).

10

Vemos ahora el caso de la Figura 5. En esta situación nos estamos separando mucho con respecto a la anterior pasada Y estamos dejando una pequeña zona entre medias (32) sin aplicación. El sistema nos lo dice dejando tres luces verdes (30) sin encender que están fuera de nuestro ancho de trabajo (20).

15

Y por último, vemos nuestro caso ideal, en el que el sistema nos muestra que realizamos la tarea adecuadamente. Lo representamos en Figura 6.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

ES 2 243 100 B1

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el procesado de información por parte de un microcontrolador, en un sistema de de asistencia al guiado basado en GPS, que comprende las siguientes etapas:

- Etapa 1: Estado de espera hasta recibir nuevos datos vía serie de un GPS.
- Etapa 2: Decodificación de tramas GPS para la obtención de datos de posición y vector dirección.
- Etapa 3: Conversión de las coordenadas geográficas de la posición actual del tractor (44) a coordenadas cartesianas UTM. Cada coordenada UTM representará una unidad de superficie.
- Etapa 4: Obtención mediante cálculos geométricos de las posiciones de los vértices del polígono (37, 38, 40, 39) tratado por el tractorista entre el último envío de tramas del receptor GPS y el instante actual. Para la obtención de estas posiciones se utilizan los datos de posición actual del tractor (44), la posición que tenía el tractor en el anterior envío de trama de posición por el receptor GPS, y el ancho de trabajo (20).
- Etapa 5: Almacenamiento en el módulo de memoria (7) de las unidades de superficie comprendidas entre los vértices del polígono (37, 38, 40, 39).
- Etapa 6: En función de la posición actual (45), de la dirección de avance, y del ancho de trabajo (20) el microcontrolador calcula las coordenadas geográficas UTM correspondientes a posiciones en la transversal a la dirección de avance en la posición actual (45). Las posiciones dentro del ancho de trabajo se hacen corresponder con una barra central de luces (10), y las posiciones fuera del ancho de trabajo a ambos lados se harán corresponder con dos barras laterales (11).
- Etapa 7: Para cada una de las coordenadas calculadas en la etapa anterior, se realiza una comprobación de si se encuentran almacenadas en la memoria externa de datos, para obtener una secuencia de bits correspondientes a presencia o ausencia de dicha posición en la memoria de datos.
- Etapa 8: Envío de dicha secuencia a un conjunto de registros de desplazamiento (9) asociados a los leds de las barras central (10) y laterales de luces (11).
- Etapa 9: Vuelta a la etapa 1.

2. Sistema para la puesta en práctica del procedimiento de la reivindicación 1 que comprende un microcontrolador (4) capaz de realizar esos pasos, antena (1), receptor GPS (2), módulo de memoria (7), pulsadores (12, 13, 14, 15, 16), *displays* de 7 segmentos (17), barra de luces correspondiente al ancho de trabajo (10) y barras de luces laterales (11). El receptor GPS (2) se conecta al microcontrolador (4) a través de un puerto serie (3) con protocolo RS-232-C, el módulo de memoria (7) se conecta al microcontrolador mediante dos líneas (6) y protocolo I2C, los pulsadores y *displays* se conectan al microcontrolador mediante líneas digitales de entrada-salida (8). Cada uno de los *leds* de las barras de luces (10,11) está asociado a un registro de desplazamiento (9). El microcontrolador se conecta a los registros de desplazamiento mediante dos líneas digitales (5), una de control y otra de datos.

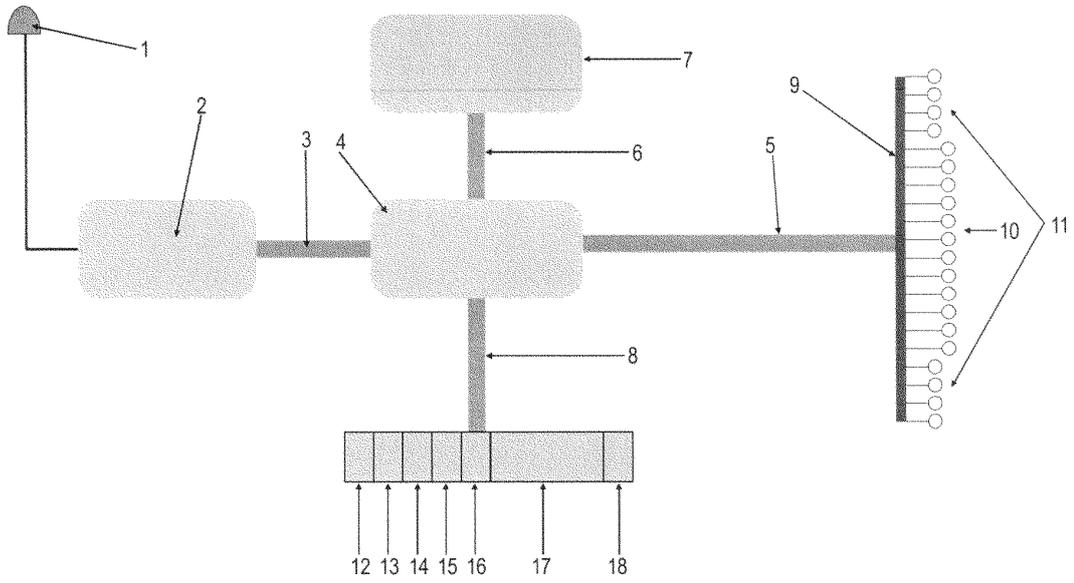


Figura 1.

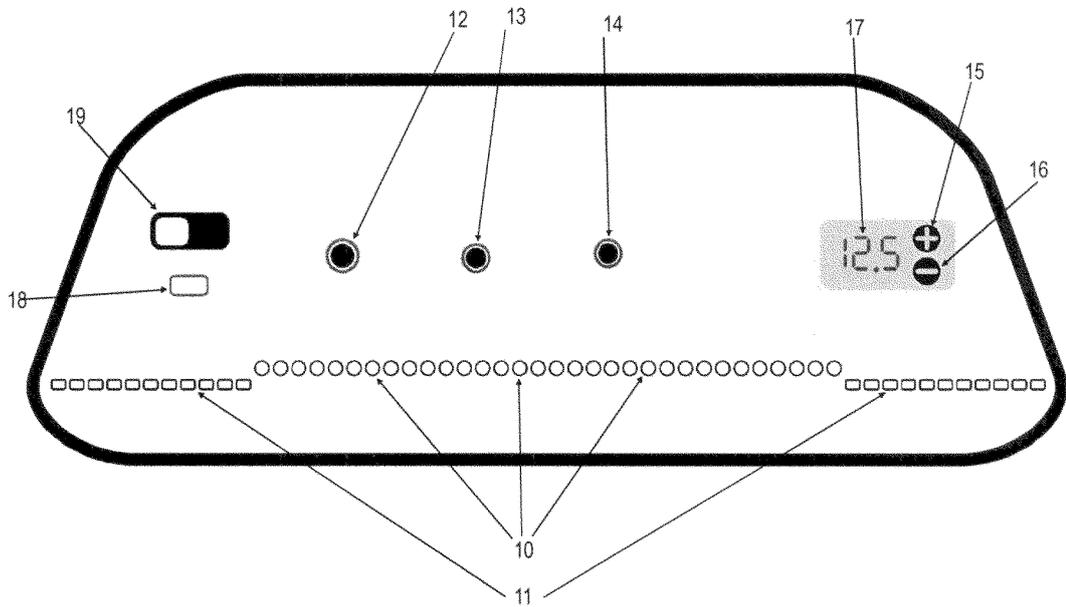


Figura 2.

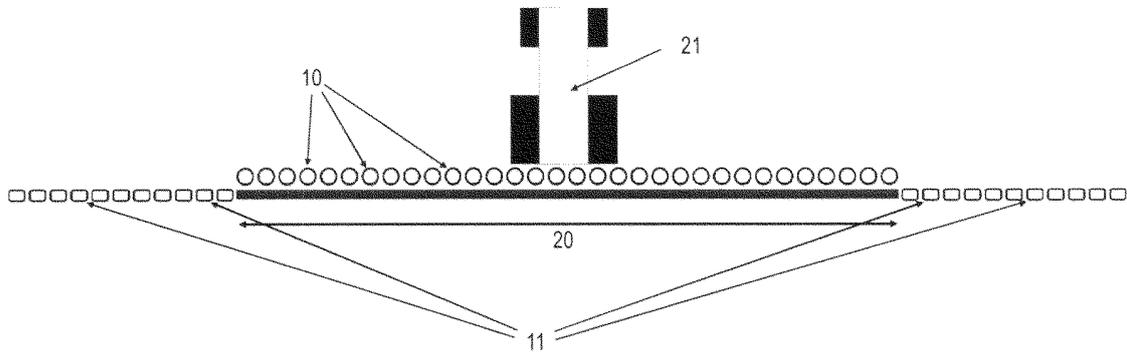


Figura 3.

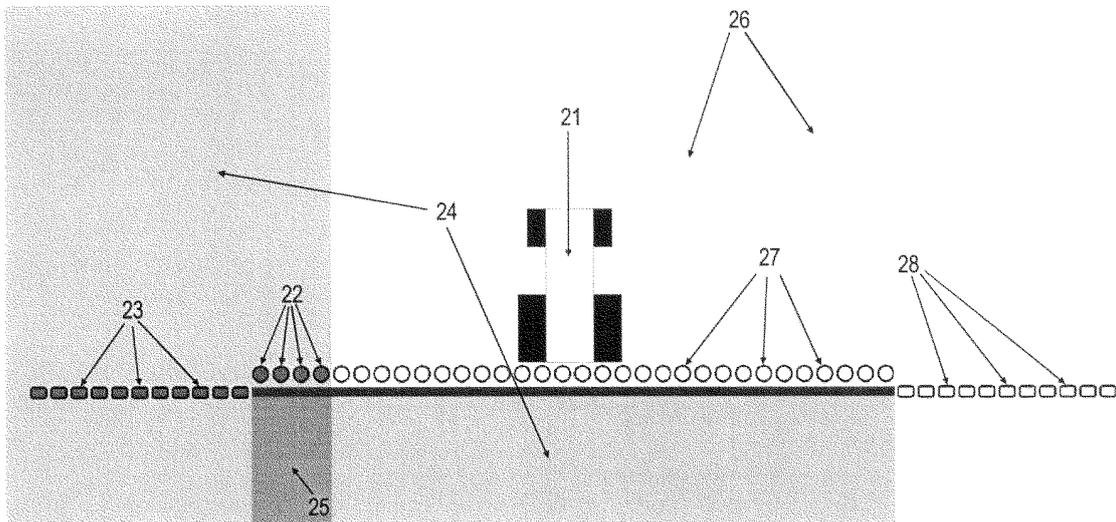


Figura 4.

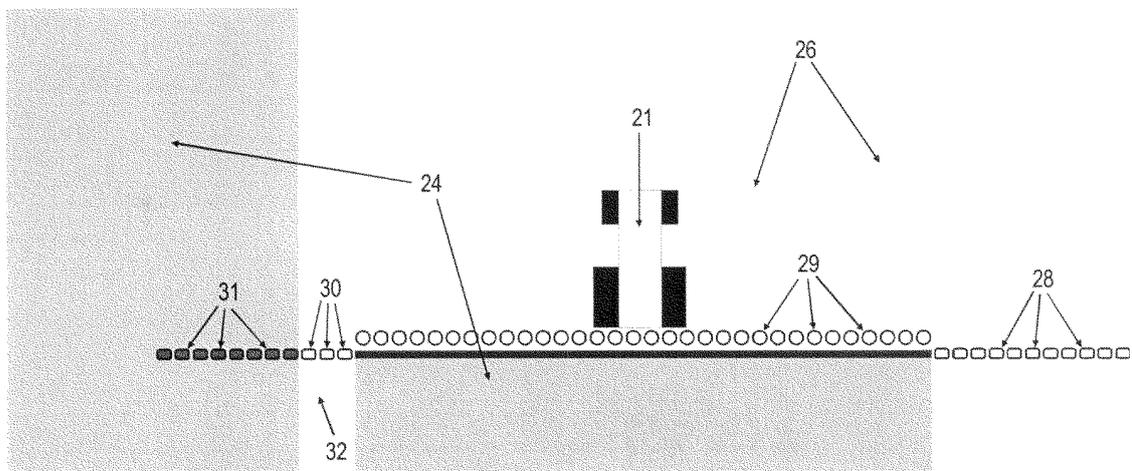


Figura 5.

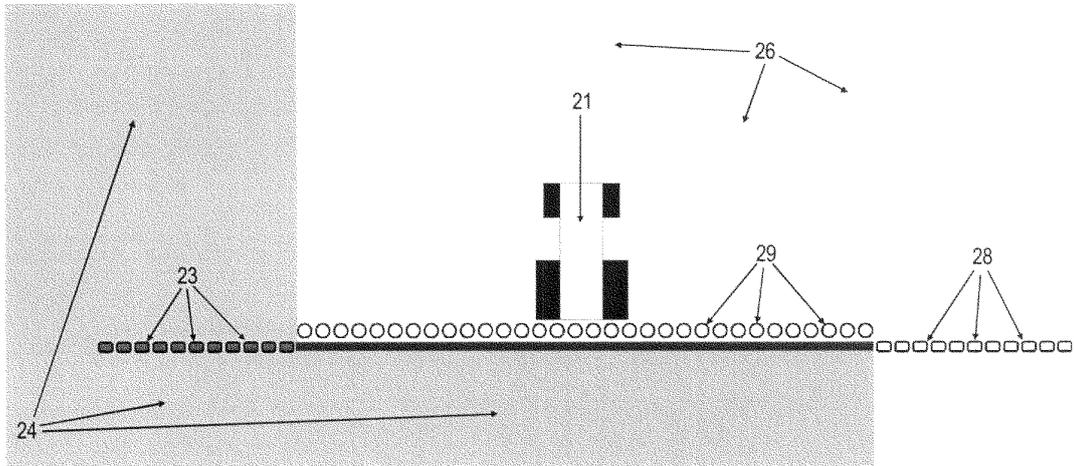


Figura 6.

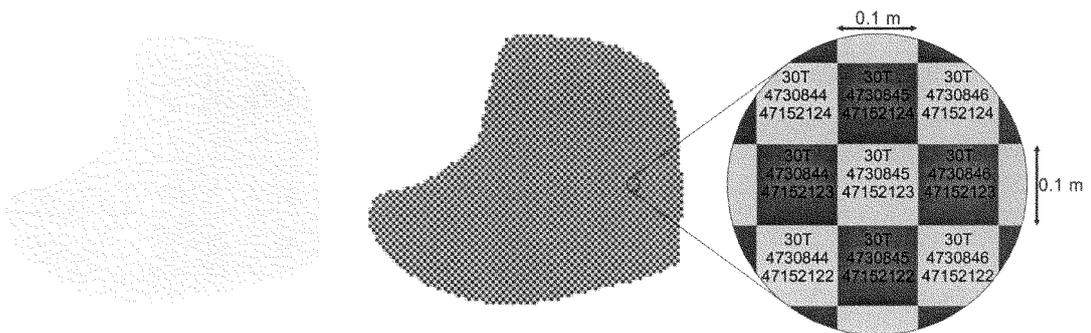


Figura 7.

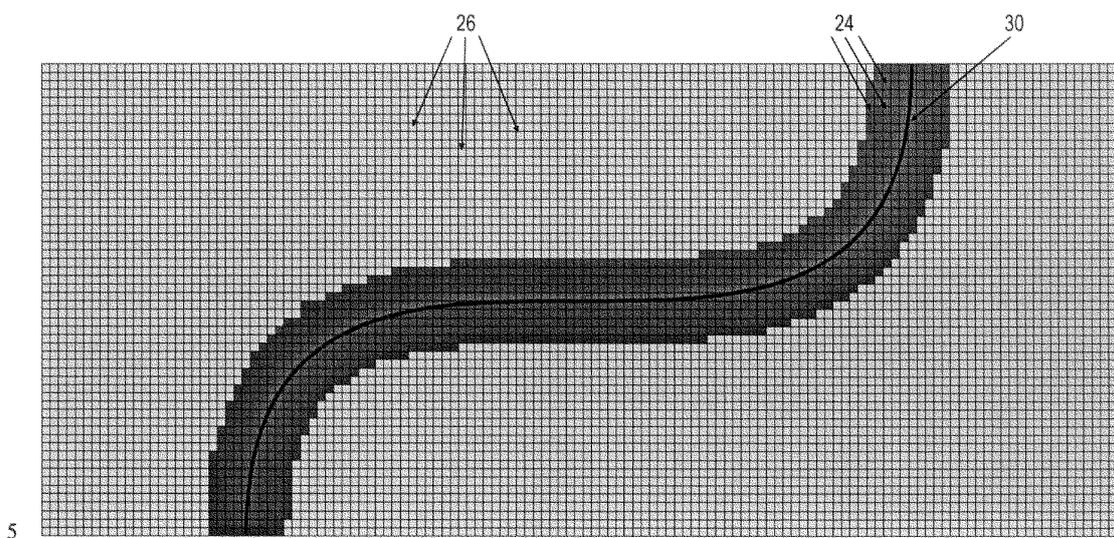


Figura 8.

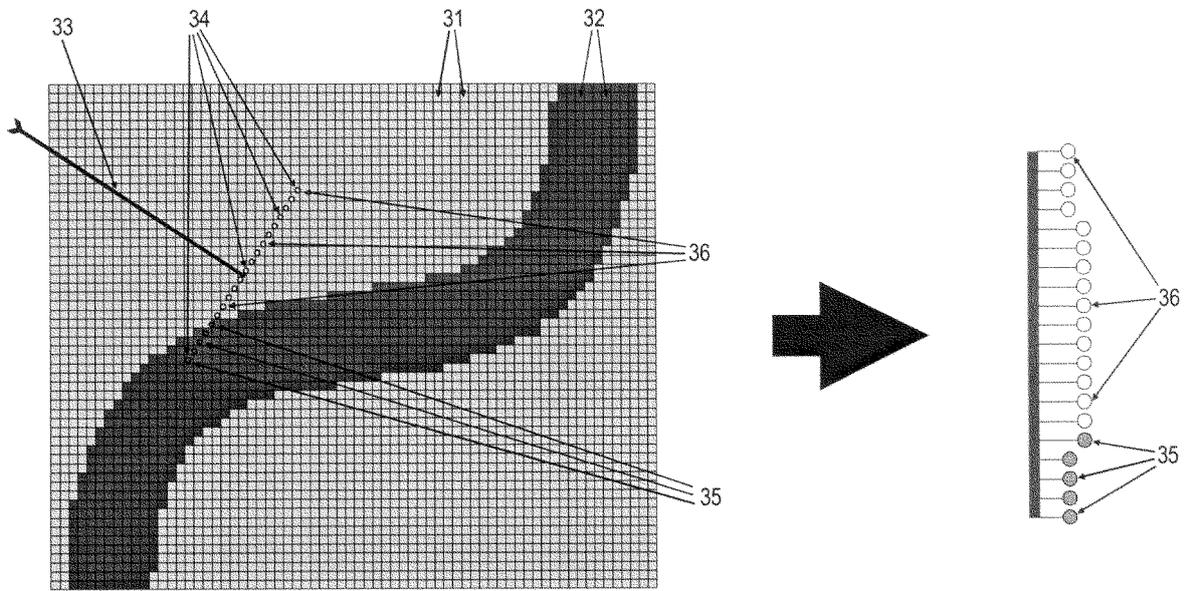


Figura 9.

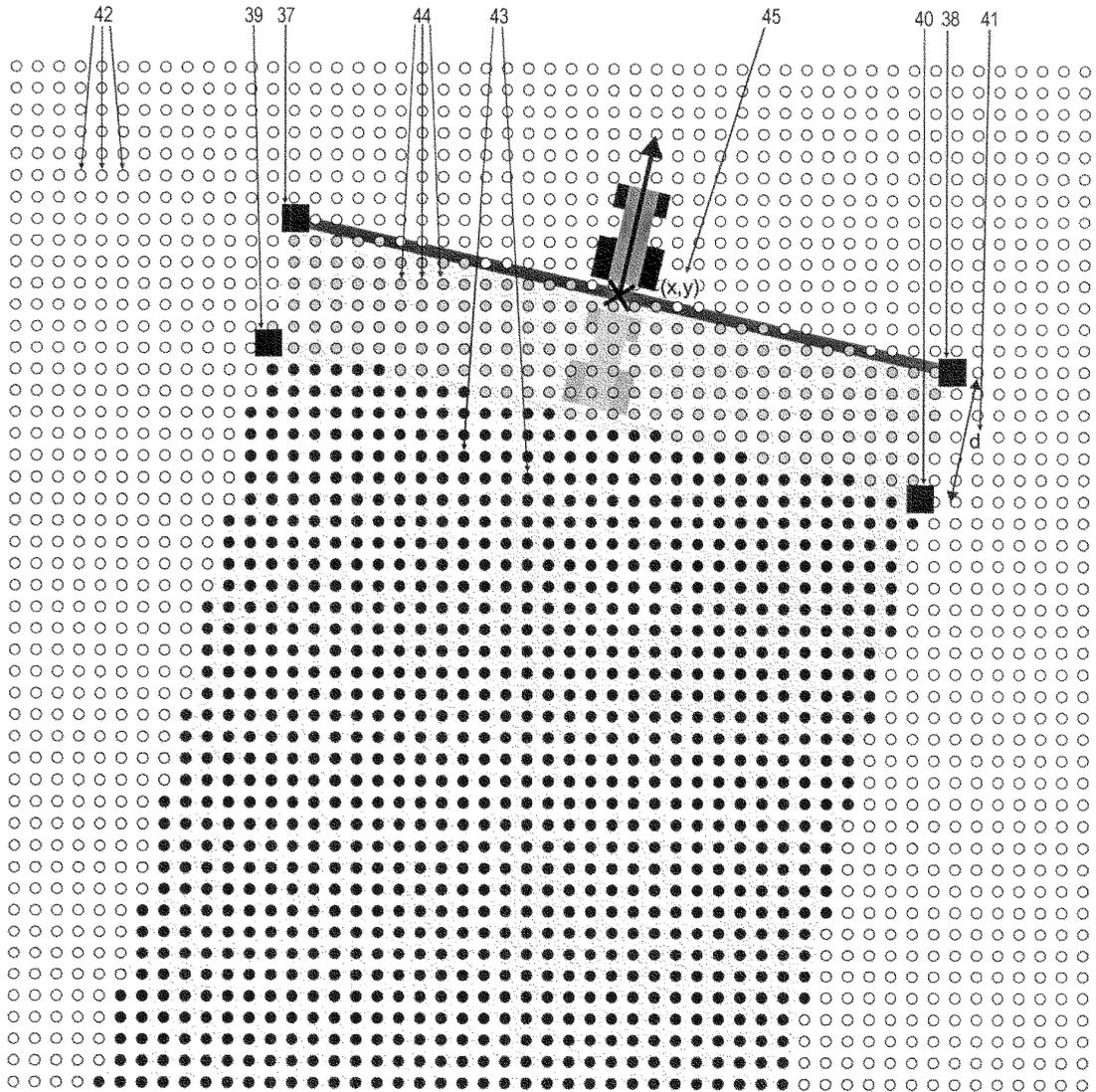


Figura 10.

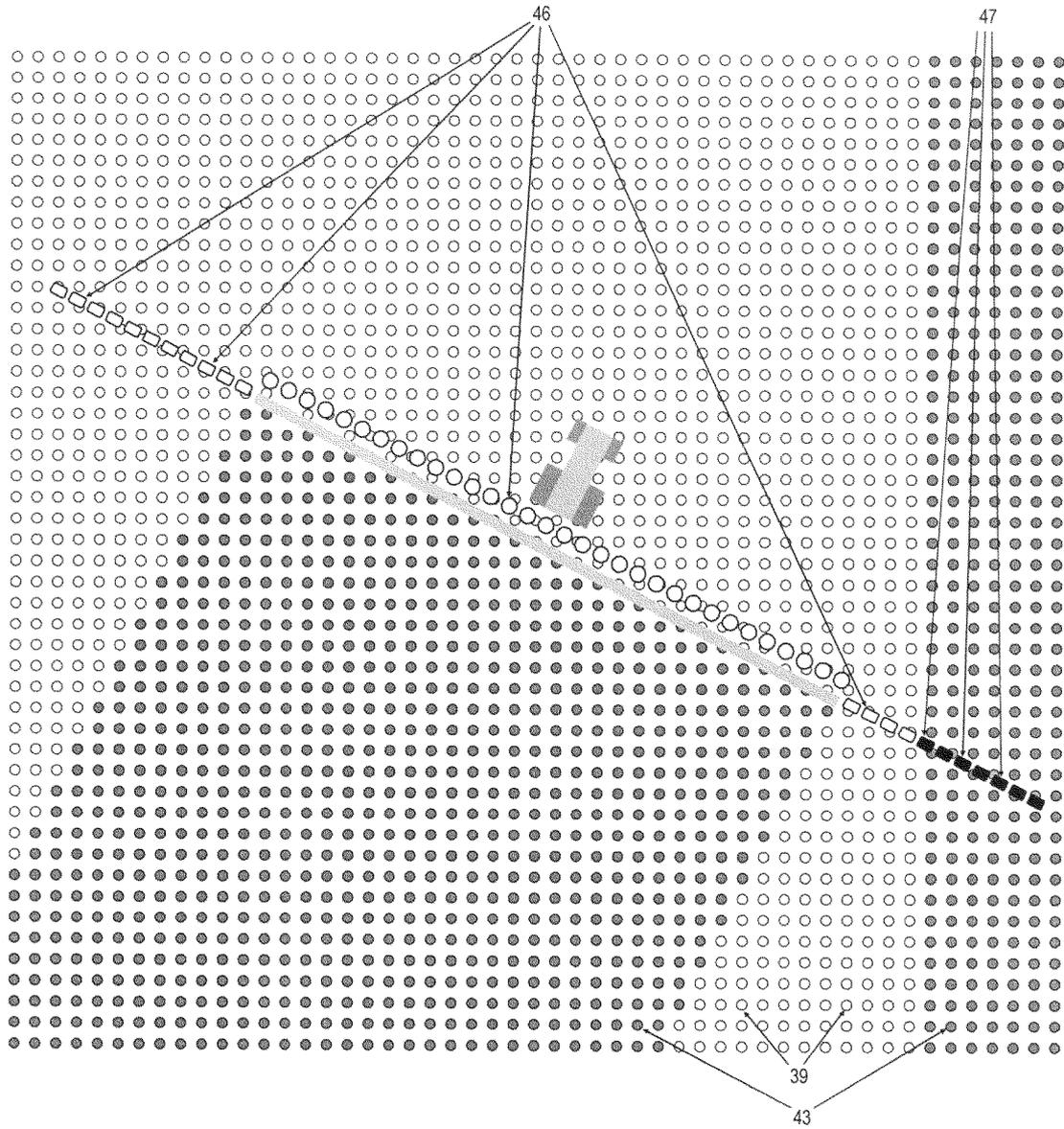


Figura 11.

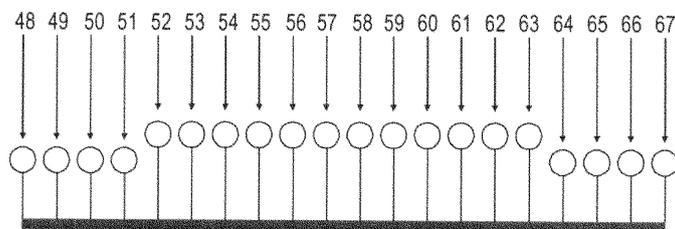


Figura 12.

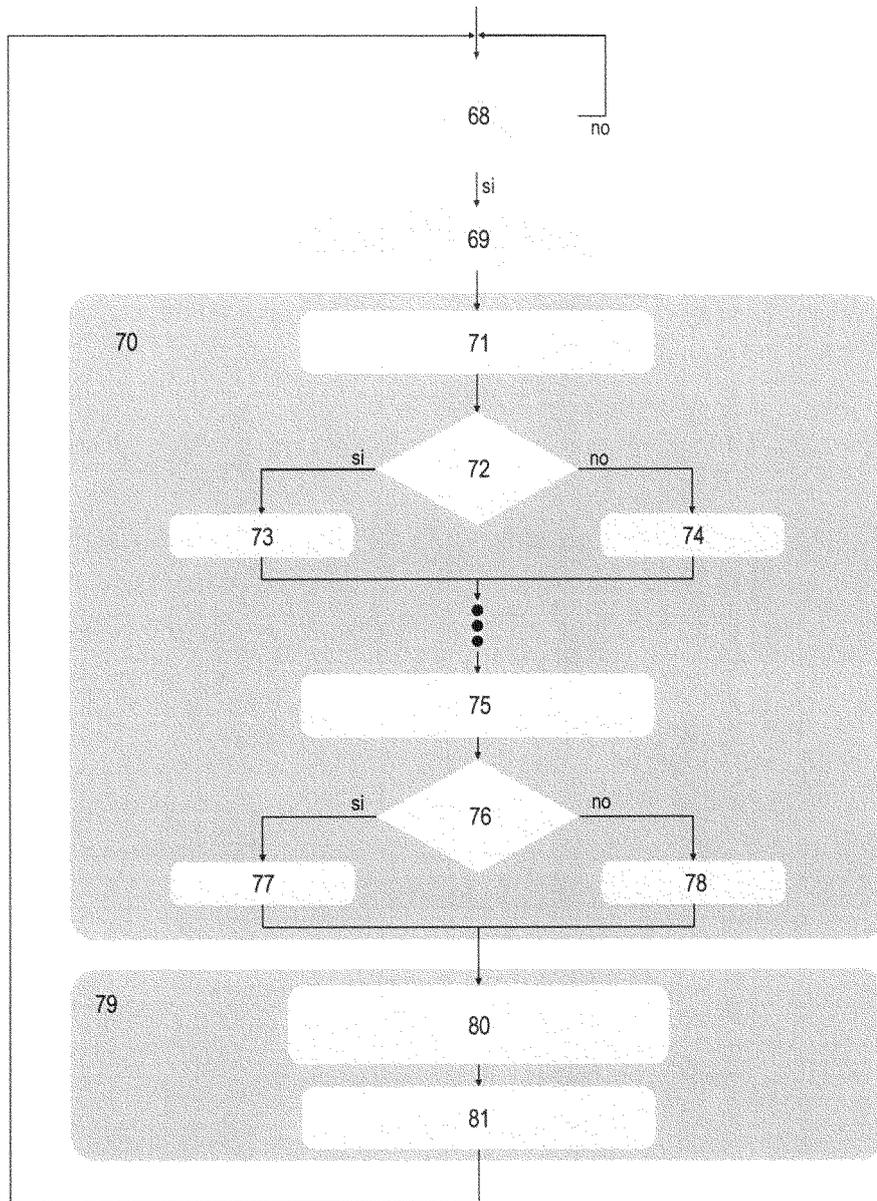


Figura 13.

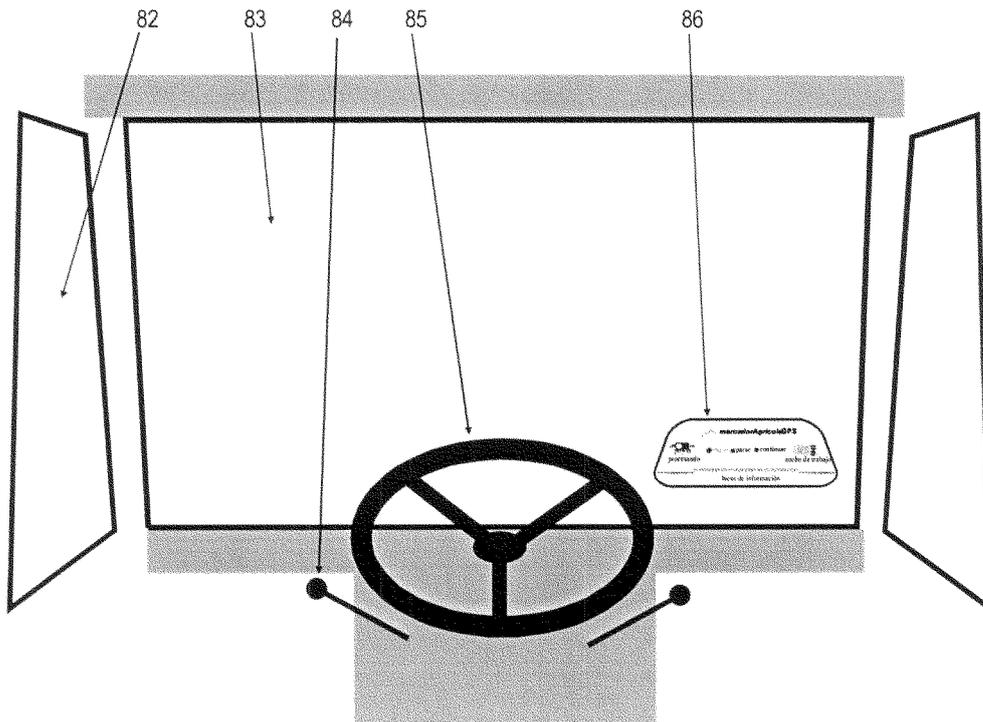


Figura 14.



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① ES 2 243 100

② Nº de solicitud: 200202325

③ Fecha de presentación de la solicitud: 30.09.2002

④ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤ Int. Cl.7: A01B 69/00

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US 5919242 A (GREATLINE et al.) 06.07.1999, columna 3, líneas 33-45; columna 5, líneas 30-35; columna 5, línea 51 - columna 6, línea 3; columna 7, línea 31 - columna 8, línea 28; columna 8, línea 61 - columna 9, línea 40; columna 9, líneas 59-67; columna 13, líneas 49-60; columna 14, línea 50 - columna 15, línea 27; columna 15, línea 59 - columna 16, línea 31; figuras 4,5,11,12a,12b,14b.	1,2
A	US 5704546 A (HENDERSON et al.) 06.01.1998, columna 11, línea 38 - columna 12, línea 21; columna 12, línea 52 - columna 13, línea 11; figuras 1,10.	1,2
A	US 2002099472 A1 (BENNEWEIS) 25.07.2002, todo el documento.	1,2

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe

17.10.2005

Examinador

J. Olalde Sánchez

Página

1/1