

JAIME MONREAL LERA

Director

SERAFIN LÓPEZ-CUERO MEDINA

Prof. Asociado de la UPM

SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE GUIADO Y NIVELACIÓN POR GPS PARA AGRICULTURA DE PRECISIÓN

Los sistemas de GPS han permitido desarrollar numerosas aplicaciones y suponen hoy día un avance importante en la tecnificación del mundo agrícola. Conocer no sólo las propiedades o características de cualquier elemento del entorno, sino también su posición, permite contrastarla con las bases de datos que se emplean y posibilita la toma de decisiones en tiempo real como nunca antes se había hecho.



En otras ocasiones, desde las páginas de **agrotécnica**, se han analizado diferentes alternativas que llegan de la mano de los grandes grupos industriales del sector, por lo que, en general se vinculan a sus equipos mecánicos.

En esta ocasión, se presentan unas soluciones diferentes, en las que se puede prescindir de la canon anual por las correcciones necesarias para ajustar las señales de los 'satélites', a la vez que se garantiza una elevada precisión, que llega de la mano de Geotrack, filial del Grupo Inland, que introdujo en España, hace más de 20 años, los sistemas de nivelación por láser, y dedicada a dar soluciones tecnológicamente avanzadas en todo lo relacionado con la maquinaria para movimiento de tierras.

Los fundamentos del sistema RTK

La precisión centimétrica de GPS en tiempo real se consigue mediante la corrección diferencial a través del método RTK (cinemático en tiempo real). Este método cuenta con dos componentes principales, la base GPS que, vía radio, transmite a la máquina las correcciones diferenciales necesarias para la aplicación RTK, y el equipo de máquina capaz de recibir la información desde la base, contrastar la posición con el diseño almacenado en un ordenador a bordo de la máquina y actuar sobre la misma para ejecutar la aplicación de forma automática. La base GPS o el ordenador de la máquina es la misma tanto en las aplicaciones de nivelación, como en el autoguiado, lo que permite

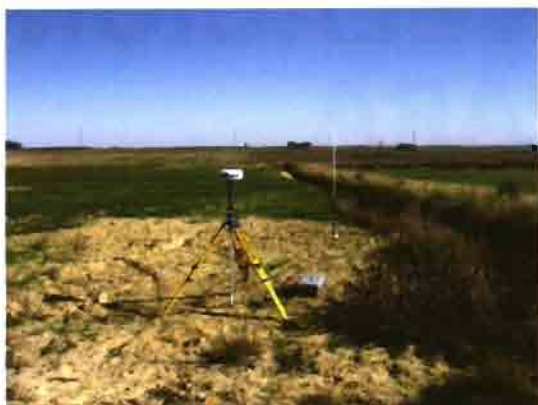
el trabajo simultáneo de varias máquinas con la misma base a distancias hasta de 10 km.

La base GPS se presenta en dos configuraciones distintas, una para su utilización como base fija y otra para usarla como base itinerante. Se dispone de una fuente de alimentación 110V/12 V para conectar a corriente en el caso de base fija, así como accesorios de antena GPS y radio para su instalación permanente.

La base se compone de una maleta especialmente diseñada para su utilización en campo, cuenta en su interior con un receptor GPS de doble frecuencia y un radio módem con el que transmitir las correcciones diferenciales. Dispone de tres conectores externos con el fin de evitar la apertura o manejo de la maleta en la zona de trabajo. Es-

tos conectores atienden a la entrada de la antena GPS, a la salida de radio y a la entrada de alimentación.

FIGURA 1.- EQUIPO BASE. RECEPTOR, ANTENA GPS Y ANTENA RADIO



En el caso de instalaciones móviles, la antena GPS y la de radio se disponen sobre trípode y jalón con el fin de apartar la antena de la superficie del suelo para evitar rebotes de la señal GPS, y con el fin de minimizar las sombras de radio y aumentar la distancia de recepción en el caso de la antena de radio.

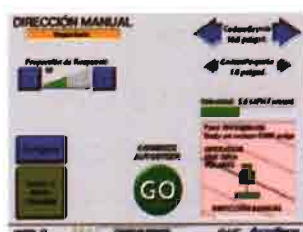
El kit de máquina compone la segunda parte de estos sistemas. Lo integra un ordenador a bordo de la máquina que cuenta con un receptor de doble frecuencia GPS y un radio-módem, que al igual que en el caso de la base están especialmente diseñados y embutidos en una unidad central dentro de la cabina.

FIGURA 2.- ORDENADOR DE A BORDO



El manejo del sistema se realiza desde una pantalla táctil en color de 10.4 pulgadas que controla no sólo el ordenador, sino también la base GPS. Evitar el teclado en este tipo de sistemas es fundamental, tanto por lo engorroso que resulta su manejo en la cabina como por la comodidad de una pantalla táctil donde el operador encuentra rápidamente mediante iconos las indicaciones pertinentes para el control del equipo, permite además la visualización de gráficos para un mejor seguimiento de las tareas de trabajo.

FIGURA 3.- PANTALLA TÁCTIL COLOR



Por último, es necesario estudiar los componentes específicos para la aplicación que se pretenda desarrollar. Se han introducido en este artículo dos aplicaciones centimétricas, el guiado automático y la nivelación de terrenos agrícolas con precisiones inferiores a 1 centímetro.

Elementos complementarios

Para el guiado automático

Es necesario contar con una matriz de antenas para cubrir las llamadas soluciones 7D GPS, en estos casos no sólo se pretende determinar la posición de la máquina sino parametrizar las trayectorias con las que la misma discurre en su trabajo. Por ello, a la posición se une la dirección y los tres ángulos de inclinación con lo que se completan todos los grados de libertad con que cuenta la máquina mientras se

mueve durante el trabajo. A esta matriz de antenas GPS se añade un sensor que determina la posición de giro de las ruedas para aplicar exclusivamente las correcciones a introducir en las nuevas trayectorias sin esperar a cálculos en movimiento que retardarían la reacción de la máquina.

FIGURA 4.- SENSOR DE GIRO



Para la nivelación GPS

La nivelación necesita de una antena montada sobre la trailla y de un sistema hidráulico para el accionamiento automático de la cuchilla. En este caso se monta una antena *Choke Ring* capaz de absorber el efecto multi-trayectoria de las señales GPS provenientes de los satélites.

Aplicaciones disponibles con estos equipos

Las aplicaciones están íntimamente relacionadas a las máquinas en las que se realice tanto el guiado como la nivelación. Como se indicó anteriormente, el guiado es una solución inicial con respecto a las labores que se beneficiarán de su utilización previa. Así pues, en tractores se utiliza para preparación de suelos, plantación, tratamientos, etc.; mientras que en cosechadoras se emplea fundamentalmente para el guiado y optimización de la recolección. Por su parte, la nivelación se realiza con traillas bien en el caso de arrastradas o autopropulsadas para la preparación del terreno.

LA UTILIZACIÓN DE ESTOS SISTEMAS PERMITE PRECISIONES EN EL TRABAJO DE LAS MÁQUINAS DE 1 Y 2 CENTÍMETROS

De una forma más amplia, las aplicaciones son:

Preparación de terrenos

Se emplea en el guiado de tractores para labores de preparación de terrenos como nivelación con traíllas, realización de alomados, siembras, tratamientos, etc. Con esto se consigue una mayor regularidad de las parcelas lo que permite las posteriores labores automáticas, véase como caso concreto la facilidad en la automatización de la recolección.

FIGURA 5.- NIVELACIÓN DE PARCELAS CON GPS



Siembra o plantación

Permite mejores dosificaciones de semillas gracias a la mayor exactitud conseguida en el aumento de precisión de la conducción. Se reducen los problemas causados por la irregularidad de las parcelas, a la vez que, parcelas mayores reducen los

gastos por la eliminación de solapes.

Tratamientos fitosanitarios

Se reducen las cantidades de productos en la aplicación de fitosanitarios, al reducir las dosis destinadas a garantizar la eficiencia de los tratamientos. La exactitud del guiado permite garantizar las dosis impuestas a los cultivos evitando solapamientos entre pasadas, e incluso mejora las maniobras a la hora de realizar las sucesivas pasadas. Esto era imposible anteriormente, ya que se necesitaba ejecutar las pasadas consecutivamente para tratar de mantener el paralelismo de las mismas.

Recolección

Se consigue un aumento importante de la eficiencia en la recolección con la automatización del guiado. Fácilmente se puede ejecutar la tarea de recolección sin necesidad de solapes, aumentando la posibilidad de automatizar estas tareas.

Lo que cabe esperar de estos equipos

En conclusión, la bondad de estos sistemas permite precisiones en el trabajo de las máquinas de 1 y 2 centímetros, lo que

FIGURA 6.- PATRONES DE EJECUCIÓN ILIMITADOS (EJEMPLOS)

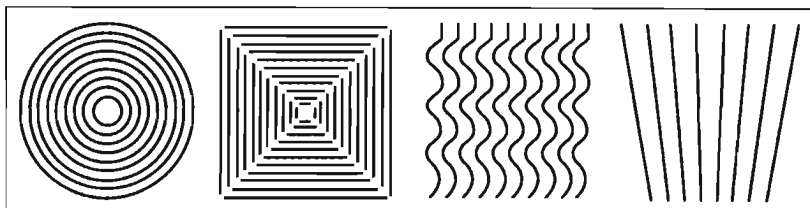


FIGURA 7.- GUIADO PARA PULVERIZACIÓN



lleva a afirmar que la automatización de estas máquinas es un hecho.

Los beneficios están directamente relacionados con los conceptos de producción y rentabilidad. La reducción de estrés o fatiga

FIGURA 8.- GUIADO DE RECOLECCIÓN

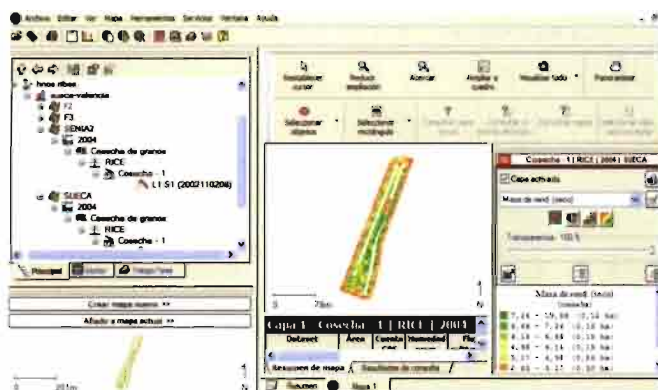


FIGURA 9.- ALOMADO CON GUIADO AUTOMÁTICO



ga en los casos de guiados complejos se ven radicalmente eliminados, lo que permite a los operadores dedicar mayor atención a otras tareas propias del manejo de este tipo de máquinas, como el manejo de aperos o la atención necesaria a la labor que

FIGURA 10.-
MAPAS DE RENDIMIENTO SOBRE GIS



**EN GENERAL, CON
ESTOS EQUIPOS
AUMENTAN LOS
RENDIMIENTOS Y SE
OBTIENE UN
BENEFICIO
MEDIOAMBIENTAL**

se está ejecutando, transmitiendo comodidad y seguridad en las tareas agrícolas y aumentando también las horas efectivas trabajadas. Además, la capacidad para realizar trabajos nocturnos, por ejemplo, mejora la fijación de los fitosanitarios por la temperatura y el rocío de las hojas.

Aumentan los rendimientos, se eliminan maniobras al final de las líneas de cultivo por la amplitud de giros y se optimizan los patrones en las labores, consiguiendo líneas, círculos para pivót o incluso cualquier patrón irregular. Se mejoran los solapes entre líneas y se optimiza el recubrimiento, imponiendo unos gastos exactos de combustible, semillas u otros.

Se consigue un beneficio medioambiental gracias a la me-

jor dosificación de agroquímicos en las parcelas y se reducen los efectos de la compactación, controlando el sitio exacto de las pasadas en las sucesivas labores o compañías.

El trabajo realizado en campo se almacena en tarjetas *Compact Flash*, con archivos que son fácilmente exportables a otras bases de datos. Esto permite la incorporación de los trabajos realizados a los distintos GIS de los usuarios mediante varios formatos, como *shp* de Arcinfo, *dxf* de Autocad, *mif* de Mapinfo, u otros. Los datos generados permiten fácilmente la trazabilidad de las labores de cultivos con estos sistemas y su integración a GIS.

Así pues, estamos frente a un paso importante en la evolución hacia la agricultura de precisión que comienza en las labores preparatorias de nivelación, caballones, siembra u otros y culmina en la recolección.

Geotrack: referencia en agricultura de precisión

Geatrack es una empresa creada hace cuatro años a partir de su filial Intrac, líder en España desde hace 20 años en nivelación láser y sistemas de control de maquinaria para todo tipo de aplicaciones de movimiento de tierra, nivelación agrícola, refino de tierras, etc. Desde entonces, Geotrack se ha perfilado como una empresa capaz de introducir las últimas tecnologías en agricultura de precisión, buscando siempre aplicaciones específicas mediante GPS en el entorno agrícola.

Las distintas líneas de negocio que la empresa abarca son:

- Sistemas de Posicionamiento Local mediante cámaras láser para el guiado de cultivadores.
- Monitores de rendimiento instalados en cosechadoras para la obtención de mapas de producción de cereales y algodón e incluso integrando sensores para el cálculo de la humedad del grano durante la cosecha.
- Monitores de dosificación variable para abonos, siembra y fitosanitarios.
- Sistemas de guiado manual para la navegación y guiado a parcelas mediante tecnología GPS compatible con corrección diferencial Egnos llegando a precisio-

nes submétricas sin necesidad de pagar cuotas de suscripción.

- Sistemas para plantación de cepas con GPS para la alineación de las calles de las viñas.

- Sistemas automáticos de guiado o nivelación mediante GPS-RTK, estas aplicaciones centimétricas se desarrollarán con mayor profundidad en este artículo.

Geotrack es distribuidor en exclusiva para España de la firma Autofarm, empresa líder en sistemas de nivelación por GPS con precisiones por debajo del centímetro. Autolevel es el primer sistema capaz de dar precisión centimétrica en nivelación, significando este hecho la evolución de la nivelación láser al GPS. Por su parte, Autosteer, en su versión RTK permite precisiones de 1 – 2 centímetros en el guiado automático de máquinas agrícolas, sistema que cuenta a su vez con una versión DGPS con precisiones de 10 a 30 cm en función de la fuente de correcciones diferenciales y con opciones de guiado manual o automático.

Estos dos productos representan la mejor carta de presentación en la automatización de máquinas en el entorno de la agricultura de precisión. ■