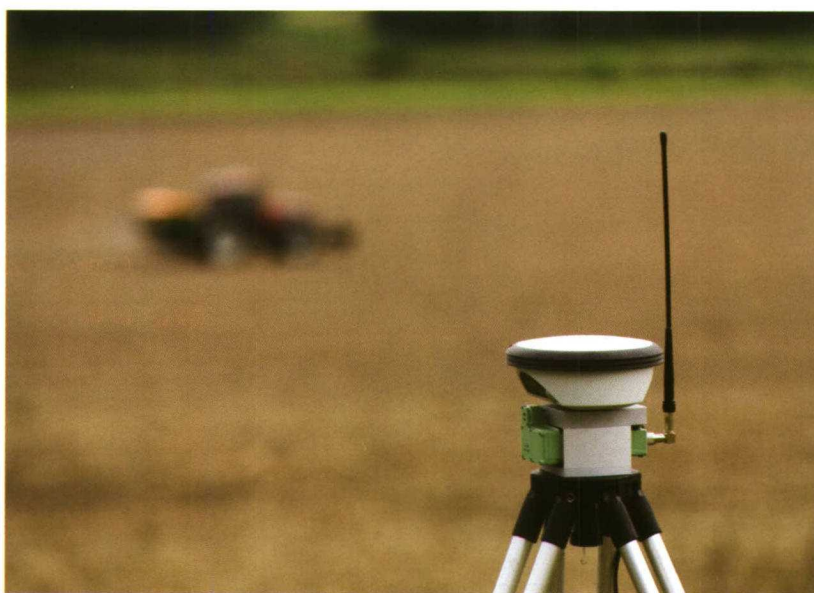


APLICACIÓN DE LA ELECTRÓNICA AVANZADA EN TRACTORES Y MÁQUINAS AGRÍCOLAS

Parte 1.- El software en los tractores y en las máquinas accionadas y la calidad en la gestión agrícola

Este es el primero de una serie de artículos que analizan las aplicaciones de la electrónica avanzada en tractores y máquinas agrícolas, elaborados por un especialista de este tema.



PROF. FABRIZIO MAZZETTO

Instituto de Ingeniería Agraria
Universidad de Milán

En las máquinas agrícolas modernas los sistemas electrónicos controlan la mayor parte de sus funciones vitales. Además, casi todas las innovaciones técnicas derivan, o al menos están acompañadas, por un software o programa de ordenador. Esta situación crea una enorme dependencia del fabricante con respecto de todos los aspectos del lenguaje electrónico, con importantes consecuencias relacionadas con la propiedad intelectual.

Incluso, la calidad de una máquina depende de la calidad del software y de su fiabilidad. Resulta por consiguiente necesario elaborar un software estable y compatible, en cuanto a que los errores y el mal funcionamiento, no son aceptados en el mercado actual.

En una máquina agrícola moderna, y sobre todo en los tractores, el software comprende cinco aplicaciones esenciales:

- Las funciones fundamentales de control.
- El interfaz hombre-máquina.
- Las funciones automáticas.
- La gestión de los datos.
- Los servicios y la asistencia.

Las funciones fundamentales de control sobre los tractores pueden incluir, entre otras: el control de la inyección y los sistemas periféricos del motor; el sistema de transmisión, CVT o *powershift* (cambio en carga); el mando de las válvulas del elevador hidráulico y otras conducciones hidráulicas externas; el control de la tracción para el eje delantero y el bloqueo del diferencial; el control de la toma de potencia; la dirección; el frenado, etc.

La interfaz hombre-máquina no es solamente la clave para integrarse con ésta, sino que resulta ser el factor principal para

facilitar las operaciones de una máquina compleja, o una combinación de máquinas, para llegar a la optimización de las funciones en cada proceso específico. Las pantallas gráficas ofrecen nuevos caminos para un control intuitivo de las operaciones, con el objetivo de concentrar la atención del operador en otros procesos.

Las funciones automáticas aspiran a racionalizar el trabajo humano, mediante:

- El control de las funciones del motor y la transmisión.
- El sistema de gestión de las vueltas en cabeceros.
- La dirección automática en el campo, dependiente de la navegación del satélite con GPS.
- La integración de los procesos de control entre tractor y máquina accionada, mediante la comunicación establecida por la norma ISO 11783 (CAN: *Controller Area Network*), que permite el intercambio de datos entre máquina motriz y el apero.

En el futuro se debería llegar al control de las funciones del tractor, como dirección, velocidad o posición del elevador, por la información que proporcionan los sensores del apero; y a la agricultura de precisión, por la integración de los datos del cultivo y la parcela con el movimiento de la máquina motriz.

La gestión de los datos puede estar ligada:

- A la trazabilidad de los procesos de producción de alimentos.
- A las condiciones ambientales.
- A la distribución de los fitosanitarios y los fertilizantes, etc.



En función de las condiciones, prestaciones y carga de las máquinas (horas de trabajo, velocidad, consumo de combustible, etc.), que influyen:

- Sobre los procesos agrícolas (superficie cubierta, producción, densidad del cultivo, compactación del suelo, etc.).
- Sobre el trabajo ejecutado (comienzo, intervalos, tipo de trabajo, etc.).
- Sobre los productos empleados (abonos, productos químicos, etc.).

Los servicios y la asistencia técnica resultan esenciales para el control del estado del software, en los procesos de fabricación y mantenimiento del tractor y de las máquinas accionadas.

Desde el punto de vista económico hace falta considerar que el proyecto y el desarrollo de este software sobre las máquinas agrícolas está influenciado por muchas circunstancias:

- Las máquinas agrícolas son fabricadas generalmente en series limitadas, con respecto a los automóviles o a otros productos electrónicos de consumo.
- La diferenciación del producto no es sólo un aspecto de mercadotecnia. Resulta necesario optimizar las funciones de la máquina para adaptarse a los mercados internacionales, con muchos sistemas de cultivo y con características propias del suelo y del cultivo.
- Los elementos electrónicos (hardware) tienen ciclos de vida limitados, con respecto a la vida útil de un tractor, que puede ser fabricado durante 10-20 años, y cuyos repuestos pueden estar ulteriormente disponibles por un período tan largo o más que el de fabricación.
- Los tractores y las máquinas agrícolas trabajan en un entorno crítico. Cada programa (soft-



ware) tiene que considerar los riesgos de empleo en condiciones desfavorables.

- Puesto que las funciones del software puede ser manipulables, resulta esencial para el fabricante proteger las funciones críticas, como la velocidad máxima, o la potencia disponible, aunque los resultados de estas operaciones de 'protección' no son por el momento satisfactorios.
- Los costes del hardware electrónico disminuyen, si se compara con las nuevas prestaciones.
- Los coste del hardware aumentan el precio del tractor o de la máquina agrícola.
- El re-empleo del software tiene que ser un elemento esencialmente económico.

No resulta profético predecir que el software, siguiendo el sistema ISO-BUS (Norma ISO 11783, CAN, etc.), de comunicación del tractor con sus elementos periféricos, está destinado a aumentar de manera muy considerable sobre las máquinas agrícolas. En efecto, la necesidad de aumentar la productividad agrícola



Landini es una de las marcas que apuestan por la electrónica.



la, de reducir los costes de operación en los trabajos agrícolas, mantendrá en alza la necesidad de aumentar la eficiencia de las máquinas, lo que irá acompañado por una reducción del empleo de mano de obra en los países más desarrollados.

Por una parte, el operador, el conductor de una máquina, tiene que estar capacitado para controlar el mayor número posible de funciones. Por otro, tendrá que ser capaz, en el futuro, de conducir y controlar en paralelo máquinas sin operador utilizando controles remotos. El software de control de una máquina tiene que insertarse de modo que le permita controlar todas las operaciones agrícolas, como la preparación del suelo, la siembra, el

abonado, la recolección, etc. Las máquinas robotizadas, sin ningún operador, deberán estar disponibles, en áreas cerradas y controladas, en un tiempo no muy lejano.

Resulta obvio que la complejidad, es decir, el número de los módulos y su interdependencia, van a aumentar de modo elevado y continuo. Esta complejidad está destinada a incorporarse a los tractores, a las máquinas accionadas, a las cosechadoras, etc., con un software que les permita trabajar en conexión con los despachos empresariales y los procesos productivos de los alimentos de origen agrícola.

Cada vez más, el proyecto y los métodos de desarrollo del software para las máquinas agrícolas tienen que evolucionar en paralelo con los que se utilizan en los grandes sistemas automáticos empresariales. Además, el software tienen que ser encapsulado de modo tal que la modificación de un módulo no pueda influenciar otros, alterando su funcionamiento. Como en los sistemas biológicos, la resistencia tiene que alcanzarse mediante el aumento de la inmunidad.

Por otra parte, los fabricantes no pueden permitirse el desarrollo de un sistema software propio e independiente y en competencia con el de los demás fabricantes. La norma ISO-BUS tiene que difundirse, y software común tienen que ser utilizado por todos los fabricantes. Eso hace necesaria la unión entre los fabricantes y sus proveedores para el desarrollo de modelos económicos y de gestión, creando nuevo software.

El problema de la calidad de la gestión en la agricultura

En la agricultura del nuevo milenio, la innovación tecnológica está destinada a evolucionar

hacia sistemas de producción en los que predomina el concepto de la calidad. Se trata de sistemas en los que las nuevas tecnologías estarán, cada vez más, destinadas a permitir:

- La puesta en marcha de sistemas de cultivo de bajo impacto ambiental, y a coste reducido, mediante el empleo de instrumentos para el control automático de la distribución de todos los factores de producción potencialmente contaminantes, con particular atención a fertilizantes y fitosanitarios.

**LAS MÁQUINAS
ROBOTIZADAS, SIN
NINGÚN OPERADOR,
DEBERÁN ESTAR
DISPONIBLES, EN ÁREAS
CERRADAS Y
CONTROLADAS, EN UN
TIEMPO NO MUY
LEJANO**



- La realización de formas de gestión avanzada, desde la óptica de una mejora de la calidad de los controles que realiza la dirección de la empresa agrícola, con el consiguiente incremento de la productividad del trabajo y la reducción de los costes de producción.
- La creación de condiciones directivas que favorezcan, en perspectiva, también dentro de las empresas agrícolas, la realización de formas automatizadas de manejo de la documentación, con capacidad para alcanzar objetivos, como la de

certificación de calidad (tipo ISO 9000 e ISO 14000); la de transparencia de los mismos protocolos de producción, además de la trazabilidad de las producciones realizadas, para satisfacer las exigencias de conocimiento del mercado y de los consumidores finales.

Se trata, en suma, de realizar una agricultura sostenible en términos tanto ecológico-ambientales como socio-económicos. Administrar la calidad significa, ante todo, administrar la información dentro de los ciclos operativos que constituyen el conjunto del proceso productivo. La gestión de la información se simplifica, ya que con el empleo de tecnologías apropiadas, hardware y software, puede realizarse sin dificultad por personal adecuadamente formado.



Administrar la calidad significa, por tanto, invertir en nuevas tecnologías, sobre todo informáticas, y en recursos humanos. Las diferentes formas de aplicar la 'Gestión Informatizada' y la llamada 'Agricultura de

Precisión' puede contribuir concretamente a la consecución de dichos objetivos.

Para afrontar, con el debido rigor metodológico y gradualmente, el traslado de la tecnología al mundo agrario, hay que actuar en varias etapas, ya que hay cierta confusión, especialmente en los que se relaciona con el plano metodológico

Se habla mucho de las notables expectativas que se derivan de la posibilidad de administrar, de modo distinto y automático, las aplicaciones de fertilizantes y fitosanitarios a partir del mapa de cosecha obtenido en el proceso de recolección de los cultivos,



 **LA INNOVACIÓN
TECNOLÓGICA ESTÁ
DESTINADA A
EVOLUCIONAR HACIA
SISTEMAS DE
PRODUCCIÓN EN LOS
QUE PREDOMINA EL
CONCEPTO DE LA
CALIDAD** 

y se difunde la errónea convicción de que basta adquirir cualquier tecnología que permite fijar la posición en el campo a partir de los satélites, para formar parte de la lista de 'agricultores de precisión'.

En esta serie de artículos se quiere poner de manifiesto el estado actual del conocimiento en la interrelación entre las tecnologías mecánicas, electrónicas e informáticas, que se encuentran disponibles en lo que se conoce como 'Agricultura de Precisión', a la vez que se indican sus posibilidades para mejorar la producción agrícola en lo que se relaciona con la trazabilidad, la gestión ambiental y económica de los sistemas agrícolas, y la reducción de los costes de producción. ■