

Normalización de la comunicación del tractor con los equipos

Introducción a la norma Isobus, encaminada a garantizar la capacidad de intercambio de datos y de funciones de control

En este artículo se hace una breve revisión de la norma ISO 11783 o ISOBUS, así como de sus antecedentes inmediatos, resultando el contenido del mismo muy técnico para personas no especializadas en el tema. La relevancia de esta norma se sitúa al nivel de la normalización del enganche a los tres puntos del tractor o de la toma de fuerza que supusieron en su día la consecución de la normalización de las conexiones mecánicas del tractor.

Pilar Barreiro.

Profesora Titular.
Departamento de
Ingeniería Rural.

Constantino Valero.

Ingeniero agrónomo.
Universidad Politécnica
de Madrid.

Emerge en la actualidad una norma de comunicación entre el tractor y sus equipos que recibe el nombre de ISO 11783 o ISOBUS.

Este standard constituye el esqueleto de los futuros sistemas autónomos para los sistemas mecanizados. Está integrado por trece documentos que van desde la definición del medio de transmisión o capa física, hasta la aplicación de un amplio espectro de comunicaciones serie basado en un sistema CAN (Controller Area Network, red de control de área):

- **Parte 1:** norma general para la comunicación de datos móviles.
- **Parte 2:** capa física.
- **Parte 3:** capa de conexión de datos.
- **Parte 4:** capa de red.
- **Parte 5:** manejo de la red.
- **Parte 6:** terminal virtual (VT).
- **Parte 7:** capa de aplicación de los mensajes de los equipos.
- **Parte 8:** mensajes del tren de potencia.
- **Parte 9:** unidad de control electrónico del tractor.
- **Parte 10:** controlador de tareas y sistema de manejo de la información para el intercambio de datos.
- **Parte 11:** diccionario de elementos de datos móviles.
- **Parte 12:** diagnóstico.
- **Parte 13:** servidor de ficheros.

El objetivo de la norma ISO 11783 es proveer de un sistema de interconexión para los sistemas electrónicos. Tiene la finalidad de permitir la comunicación entre unidades electrónicas a tra-



La alemana WTK Elektronik fabrica el Field Operator 205, un terminal universal ISOBUS para cualquier uso o aplicación móvil.

Comité Técnico 23 (Agricultura y Montes), Subcomité 19 (Electrónica en la Agricultura) del Grupo 1 (Maquinaria Móvil). Algunas de las asociaciones técnicas a nivel nacional, tales como la VDMA (asociación alemana de fabricantes de maquinaria y equipamiento de edificios agrícolas) han llevado a cabo específicamente algunas de las tareas de normalización.

Los prototipos iniciales basados en esta norma se presentaron en una exhibición especialmente dedicada al sistema ISOBUS que tuvo lugar en la muestra Agritechnica de Hannover en Noviembre de 2001. En esta exhibición se prestó especial atención a conceptos tales como la interoperatividad y la compatibilidad entre productores de maquinaria y equipos. El sistema ISOBUS se introdujo en los Estados Unidos en la AMC (Agricultural Machinery Conference, Conferencia de Maquinaria Agrícola) que tuvo lugar en Cedar Rapids (Iowa) en Mayo de 2002. Los primeros tractores que portaban controladores ISOBUS se presentaron en esta exhibición, registrándose una gran aceptación de la norma por parte de los productores y usuarios.

vés de un sistema normalizado mediante el establecimiento del procedimiento y del formato de transferencia de datos entre sensores, actuadores controladores, sistemas de almacenamiento de la información y pantallas tanto si son parte del tractor, como de un implemento, o si constituyen sistemas de montaje independiente. La relevancia de esta norma se sitúa al nivel de la normalización del enganche a los tres puntos del tractor o de la toma de fuerza, que supusieron la consecución de la normalización de las conexiones mecánicas del tractor.

La definición de las especificaciones para esta norma ISO 11783 o ISOBUS comenzó a principios de 1991 bajo los auspicios de la Organización Internacional de Normalización (ISO). Todas las actividades realizadas en este sentido están coordinadas por el

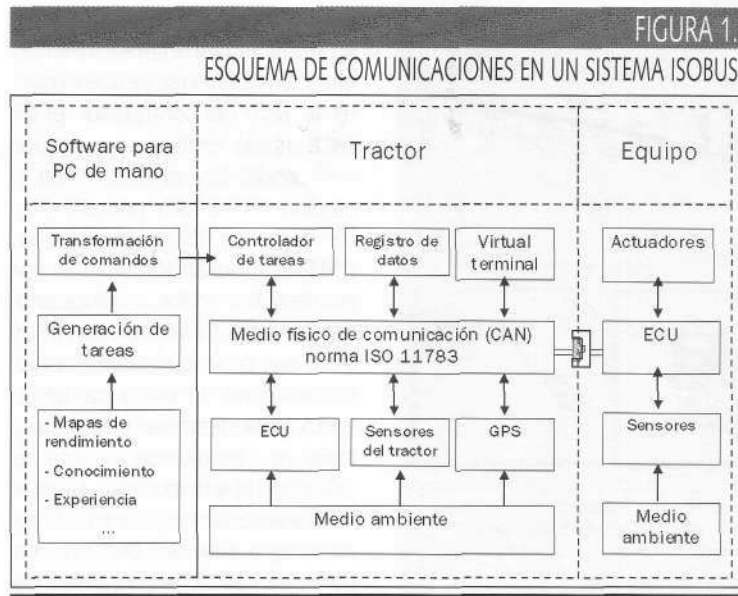
La creación de redes de interconexión es la consecuencia lógica del incremento registrado en los últimos años en el uso de

componentes electrónicos en el tractor. El coste suplementario de la generación de redes representa tan sólo una pequeña porción de los costes globales de los desarrollos electrónicos y, sin embargo, tienen el potencial de mejorar significativamente el funcionamiento de sistemas automatizados. Sólo mediante un procedimiento de interconexión y generación de redes será posible llegar a sistemas autónomos en la maquinaria agrícola.

El sistema ISOBUS presenta a día de hoy ventajas tales como la utilización compartida de elementos electrónicos entre equipos reduciendo el coste de desarrollo. Así por ejemplo, la intervención automática en el controlador del tractor por parte de distintos equipos mejora significativamente la efectividad en el uso de la maquinaria. Por otra parte, para el agricultor y usuario de las máquinas agrícolas la existencia de un sistema totalmente normalizado abre la posibilidad de combinar equipos de distintos fabricantes.

Comunicación de datos

La norma ISO 11783 está basada en el sistema CAN (Controller Area Network, red de control



de área), desarrollado por Bosch a mediados de la década de 1980 y ampliamente empleado en la industria de la automoción. Un sistema CAN es una red bus de microcontroladores que conecta dispositivos, sensores y actuadores para el control de aplicaciones en tiempo real; bus, conjunto de conectores eléctricos que permite la interconexión de varios dispositivos digitales, es decir, diseñados para transmitir la información en trenes de unidades binarias (bits) (figura 1).

El bus físico que emplea el

sistema ISOBUS es compatible con la norma SAE J1939-11 perteneciente a la asociación de ingenieros de automoción (SAE, Society of Automotive Engineers). Dicho bus está dividido en: segmentos (uno para el tractor y otro para los equipos), ramificaciones (derivaciones dentro de cada segmento), nodos (puntos de unión donde se acoplan dispositivos, sensores, actuadores, etc.) y al menos una unidad de control electrónico (ECU, Electronic Control Unit) montada sobre el segmento del tractor.

La longitud total del bus no debe superar los 40 m, mientras que la longitud de las ramificaciones está limitada a 30 cm. El número de nodos en un segmento del bus no debe superar los treinta. El sistema de cableado emplea en general conductores de cuatro hilos sin apantallar, mientras que utiliza cable trenzado (twisted) para la red CAN y para el voltaje de alimentación de los controladores y de la terminación activa. Se han definido varios tipos de conectores para las distintas funciones: cableado de equipos (figura 2), extensiones del bus y diagnóstico.

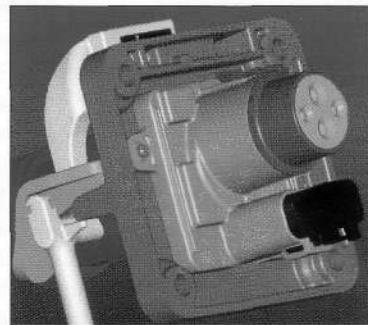
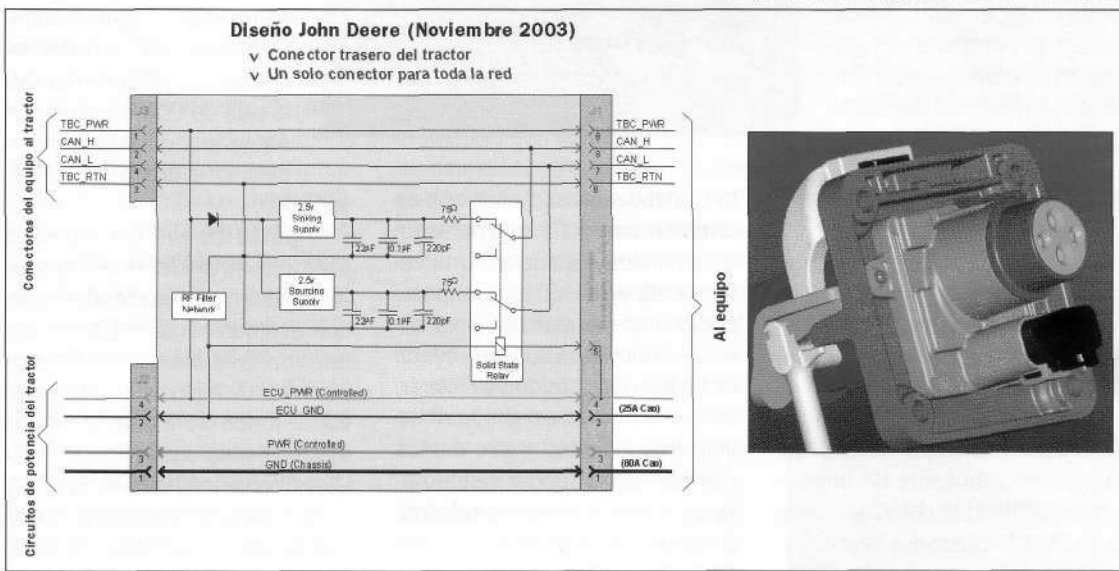
Tal y como se ha comentado, el ISOBUS está dividido en al menos dos segmentos. El bus del tractor es uno de ellos y permite la comunicación con el sistema de generación de potencia (motor), las transmisiones, el sistema hidráulico y el sistema eléctrico. El segundo segmento es el bus de los equipos, que permite la comunicación de cada implemento con el tractor, así como de los distintos equipos entre sí.

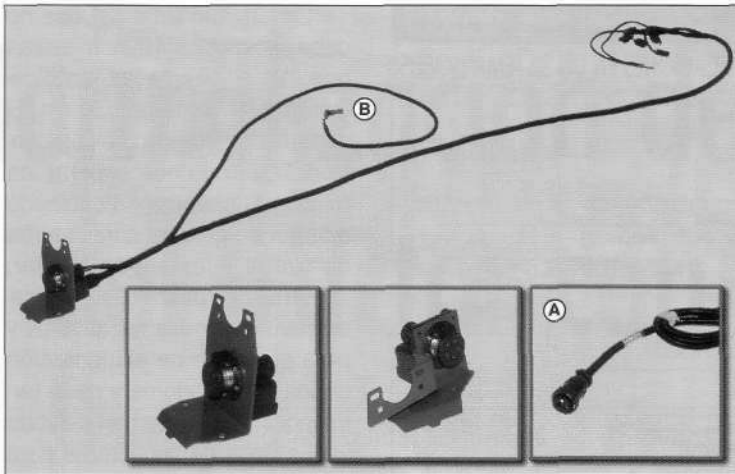
Cada uno de los nodos debe permitir su conexión y desconexión durante la operación conjunta o en red. Se emplea una terminación activa que tiene propiedades del tipo plug and play (enchufar y usar). Esto implica que cada nodo debe emplear su impedancia característica en su apagado o terminación automática con el fin de impedir alteraciones en los sistemas de medida. La velocidad de transmisión de datos es de 250 kbits/s. Por otra parte, el implemento en su conjunto o al menos la electrónica del mismo debe poder ser alimentado desde el bus con voltajes de 12 V o 24 V. Cada nodo de la red tiene un direccionamiento único con una numeración entre 0 y 253. El dispositivo de manejo de la red controla la asignación de las direcciones durante el inicio de los nodos.

Debe existir al menos una unidad de control electrónico (ECU) del tractor que permita la intercomunicación entre ambos segmentos. En la práctica, el

FIGURA 2.

PROPUESTA DE CONECTOR ISOBUS PARA LA COMUNICACIÓN TRACTOR IMPLEMENTO PRESENTADO POR JOHN DEERE EN NOVIEMBRE DE 2003 A LA NAIITF.





Los nuevos tractores de John Deere también se adaptan a la normativa CAN bus (detalle del cableado de conexión con monitor electrónico CAN bus y aperos).

controlador del tractor actúa de interlocutor entre los dos segmentos y controla el voltaje total de alimentación de los distintos equipos. La tensión de alimentación se divide en dos partes: la alimentación de la electrónica en los equipos y la alimentación de los controladores electrónicos.

La comunicación en un sistema CAN está ampliamente basada en la norma SAE J1939, pero está a su vez armonizada con otras normativas. Por ejemplo, es posible emplear dispositivos de una red SAE J1939 bajo la norma ISO 11783. La comunicación emplea un CAN con 29 bits de identificación. Las señales transmitidas se combinan en grupos de parámetros y cada uno de ellos tiene un número de grupo exclusivo (PGN, Parameter Group Number). La definición del grupo de parámetros incluye la frecuencia de transmisión, la prioridad y las unidades físicas de todas las señales. El manejo de la prioridad es crucial en todo sistema CAN, dado que se realiza un control en tiempo real de múltiples parámetros. Por tanto, un mensaje urgente de, por ejemplo, el sensor de deslizamiento de las ruedas motrices debe preceder al de otros parámetros de variación más lenta como, por ejemplo, la temperatura del motor.

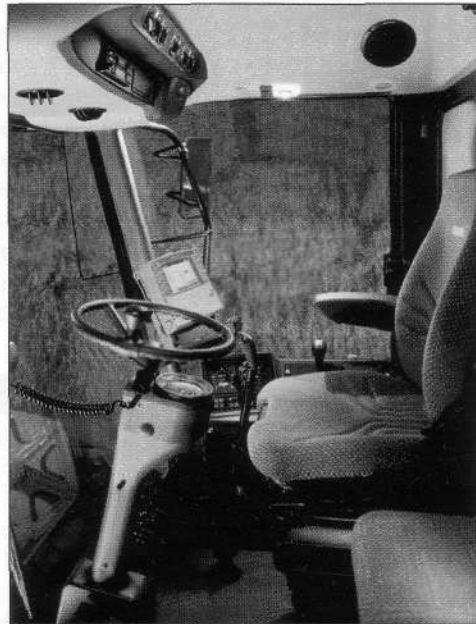
Dado que el sistema CAN limita la transmisión a un máximo de 8 bytes (1byte=8bits), se em-

plean los protocolos de transporte en los casos en que una transmisión de más de 8 bytes sea necesaria. Los protocolos de transporte disponibles son el Broadcast Announce Messaging (BAM) y el Connection Mode Data Transfer (CMDT) descritos en la norma SAE J1939. Para los sistemas de posicionamiento global (GPS) se emplea el protocolo de transporte el Fast Packet Transport Protocol definido por NMEA (National Marine Electronics Association) en el año 2000.

El terminal virtual (VT)

El terminal virtual o VT es el interfaz de usuario en el sistema ISOBUS; por tanto, juega un papel muy significativo en la normalización global del sistema. Típicamente, un VT tiene una pantalla y un teclado para la introducción de datos. Tiene, por tanto, que cumplir un amplio número de requerimientos. Algunos de ellos son puramente técnicos, como la comunicación en un sistema CAN, mientras que otros son de tipo ergonómico. La norma ISO 11783 no contiene ningún requerimiento ergonómico, ya que este concepto se deja en manos del fabricante de maquinaria. El concepto del VT se basa en la idea de que todos los nodos de la red puedan compartir uno o

más de estos VT de manera que a su vez el usuario interactúe con ellos. Sin embargo, desde el punto de vista del controlador, el VT está usado exclusivamente por cada nodo. Es por tanto imprescindible definir en la pantalla diferentes áreas (Data Mask Areas, DMA) que serán empleadas por los distintos nodos. Para garantizar la legibilidad de las DMA, debe ser posible visualizarlas alternativamente en la pantalla. Cada DMA debe ser cuadrada y tener una resolución mínima de 200x200 pixels (puntos). La pantalla puede ser en color o en blanco y negro. Para las pantallas en color, se han definido paletas de 16 y 255 colores, aunque la paleta de 255 colores ha de ser compatible con la de 16. El controlador es el responsable único de la gestión del VT y sus DMA. Esto implica, por ejemplo, que el contro-



lador debe realizar el escalado de un determinado símbolo para una determinada resolución. Una característica del VT es que debe poder manejar alarmas para sucesos críticos (un suceso -eventos un fallo de gravedad suficiente como para que un dispositivo deje de funcionar) y que dichas alarmas deben poder visualizarse de forma automática independientemente de la DMA que esté en vigor.

Controlador del tractor o ECU

Tal y como se ha mencionado, la unidad electrónica de control del tractor (ECU) es el interlocutor entre el bus del implemento y el bus del tractor. Tiene que existir al menos una, aunque en los sistemas más sofisticados se montan varias. De la misma manera, en equipos puede existir una ECU o más. El apartado 9 de la norma ISO 11783 se refiere específicamente a estos dispositivos. Básicamente se distinguen tres clases de ECU, que difieren en su funcionalidad, siendo la clase 3 la más sofisticada. Las ECU de clase superior admiten los equipos propios de su clase, así como de las categorías inferiores. Por ejemplo, un implemento que precise una ECU en el tractor de clase 2 puede trabajar con ECU de clase 2 y de clase 3. Una ECU de

clase 1 sólo permite trabajar con información básica del tipo: potencia empleada, velocidad de avance o régimen de la toma de fuerza. El empleo de las ECU de clase 1 está en retroceso y no se prevé su utilización en nuevos desarrollos. Una ECU de clase 2 es capaz de transferir más información, como la hora, la fecha, la distancia, la dirección, el esfuerzo de tracción o el posicionamiento de engranajes. Una ECU de clase 3 en el tractor se distingue fundamentalmente porque admite órdenes por parte del implemento. Para todas las clases de ECU en el tractor existe la posibilidad de emplear un sistema GPS de navegación.

Aparte de la ECU, pueden existir controladores de tareas que pueden ser empleados para que asuman el control de un determinado implemento. Se emplean por ejemplo cuando hay que volcar datos de mapas de información desde una aplicación GIS (Geographic Information System) y que han de ser empleados en el transcurso de la labor. En este caso el controlador de tareas

debe recibir previamente de un dispositivo (por ejemplo, un ordenador de mano -PDA, personal digital assistant-) los datos que posteriormente serán transferidos al implemento. Un ejemplo es el empleo de un controlador de caudal en función de la localización durante el abonado. Un controlador de tareas admite tres modos básicos de funcionamiento basados en: el tiempo, la distancia o la localización. Existe un grupo especial de parámetros entre los PGN que se encarga del control de equipos y del intercambio de datos de este tipo.

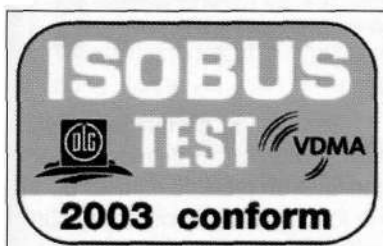
Ensayos de certificación ISOBUS

En marzo de 2003 tuvo lugar una reunión del Grupo de Implementación ISOBUS, encargado de coordinar el trabajo en Europa, conjuntamente con el equipo encargado de esta actividad en Nor-

campo. La superación del correspondiente Plugfest da lugar a un etiquetado específico como en la imagen adjunta.

Conclusiones y tendencias futuras

En este artículo se ha ofrecido una aproximación a la filosofía de la norma ISO 11783 o ISOBUS, que consiste en crear una red única de comunicación entre los distintos componentes electrónicos del tractor y de los equipos. Para ello, la norma define las especificaciones mínimas de composición de la red: segmentos, ramificaciones, nodos, ECU, controladores de tareas, VT, etc., y sus requisitos de compatibilidad. Hemos visto que puede emplearse un sistema ISOBUS para llevar a cabo una agricultura de precisión basada en mapas, en cuyo caso precisamos de un sistema de posicionamiento (GPS) y un controlador en el que hayamos volcado los datos espaciales para ser empleados en el sistema de control. Es asimismo posible emplear un sistema ISOBUS como soporte de una agricultura de precisión basada en sensores, en cuyo caso la ECU recibe directamente la señal de un sensor en tiempo real (por ejemplo Hydro-N) y determina el nivel de control en un actuador (caudal de abonado) sin necesidad de conocer la localización actual del tractor. En la actualidad, está en evaluación una tercera estrategia dentro de la agricultura de precisión que se denomina "manejo en tiempo real con superposición de mapas". En esta estrategia existe un sensor cuya señal es cotejada con el valor previo almacenado en un mapa, empleándose ambas informaciones para determinar el nivel de control necesario. Esta opción exige un nuevo tipo de controlador con un nivel mayor de "inteligencia", en el sentido de que ha de manejar valores que compiten entre sí. Este tipo de controlador se denomina "controlador en campo" (In-field Controller) y está actualmente en proceso de evaluación para ser incorporado a la norma ISOBUS. ■



Ejemplo de etiqueta de certificación de compatibilidad con la norma ISO 11783 o ISOBUS, obtenido tras la conformidad en un plugfest.

teamérica, North American ISOBUS Implementation Task Force, NAIITF. Como consecuencia, el Grupo ISOBUS ha desarrollado cuatro ensayos de certificación ISOBUS independientes del fabricante en Europa, mientras que la NAIITF ha organizado dos ensayos para los Estados Unidos. En estos ensayos independientes, también denominados Plugfests, los distintos fabricantes de maquinaria pueden evaluar sus componentes electrónicos en relación a su compatibilidad con el sistema ISOBUS. Aparte de la evaluación de componentes, está prevista la incorporación a los Plugfests de ensayos de máquinas y combinaciones de tractores y equipos durante su trabajo en