

**Definición de las especificaciones de un sistema de comunicación tipo CANbus para la supervisión del transporte de frutas y hortalizas.**

# Supervisión del transporte mediante sistema de comunicación CANbus

RUIZ-GARCÍA, L.<sup>(1)</sup>, BARREIRO, P.<sup>(1)</sup>  
RODRÍGUEZ -BERMEJO, J.<sup>(2)</sup>, ROBLA, J.I.<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>luis.ruiz@upm.es; pbarreiro@iru.etsia.upm.es; Laboratorio de Propiedades Físicas. Dpto. Ingeniería Rural. UPM

<sup>(2)</sup>jrodriguez@cenim.csic.es; jrobla@cenim.csic.es. Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas (CENIM-CSIC).

El presente artículo pretende fijar y determinar de modo preciso las características que debe tener y los requerimientos que debe cumplir una ECU que supervise el transporte de frutas y hortalizas en contenedores de transporte internacional.

## Introducción

Las frutas y hortalizas, a lo largo de su transporte en contenedores frigoríficos, están sometidos a un riesgo de pérdida de valor comercial, que se relacionan con descontrol en el tiempo, la temperatura, la humedad y los procesos relacionados con el avance hacia la senescencia y el desarrollo de podredumbres. Aunque estos hechos son conocidos no existen amplias experiencias de supervisión exhaustiva de transportes internacionales especialmente en lo que concierne a las variaciones espaciales de dichos factores.

Tanner y Amos (2003) han demostrado que en el interior de un contenedor de transporte internacional se producen variaciones importantes. Los resultados de dicho estudio indican que pueden producirse gradientes de 7 a 9 °C de temperatura en el aire del contenedor, y de 4 a 6 °C dentro de los palets existiendo zonas fuera de especificación durante más del 70% del la duración del trayecto (29 días de Sydney a Rotterdam).

La finalidad de la tecnología del transporte frigorífico es alcan-

zar y mantener en el tiempo unos valores de consigna relativos a diferentes magnitudes, relegándose en general la existencia de inhomogeneidades espaciales. Existen sensores comerciales susceptibles de ser montados en contenedores de transporte internacional de forma multidistribuida y así surge el reto de integrar todo el equipamiento de un contenedor formando una red de control.

La implantación de un sistema de comunicación digital entre dispositivos, así como la consecución de la normalización de las comunicaciones entre distintos medios de transporte y plataformas intermodales puede permitir una reducción sustancial del cableado y las conexiones, mejorando las prestaciones del sistema a un menor coste y reduciendo enormemente el diagnóstico de fallos y por tanto el mantenimiento. En este contexto, la informa-

ción aportada por los sensores puede ser empleada en tiempo real por otros dispositivos de control electrónico, como el que gestiona el equipo de frío.

En la actualidad CAN es un estándar internacional registrado como ISO 11898 (para aplicaciones de alta velocidad) e ISO 11519 (para aplicaciones a baja velocidad). Junto a estos protocolos también está definido el ensayo de conformidad con el protocolo CAN mediante la norma ISO 16845. El sistema CAN ha sido utilizado con éxito en numerosos entornos: automóviles, camiones, autobuses, maquinaria de obras públicas, aeronáutica, automatización de edificios, ascensores, control industrial, etc. En todos estos ambientes ha demostrado ser un estándar robusto, fiable y seguro.

## Objetivo

El objetivo de este trabajo es establecer las especificaciones de un dispositivo compatible con CANbus y SAE J1939 para la supervisión de transportes intermodales de frutas y hortalizas. El sistema ha de ser capaz de manejar información multidistribuida de los siguientes parámetros: temperatura, flujo de aire, humedad, punto de condensación y concentración de diversos gases.

## Análisis del sistema

Cada vez más los contenedores de transporte para productos

**Las frutas y hortalizas, a lo largo de su transporte en contenedores frigoríficos, están sometidos a un riesgo de pérdida de valor comercial, que se relacionan con descontrol en el tiempo, la temperatura, la humedad y los procesos relacionados con el avance hacia la senescencia y el desarrollo de podredumbres**

**Cuadro 1:****Magnitudes a determinar, y localización de los puntos sensibles de medida.**

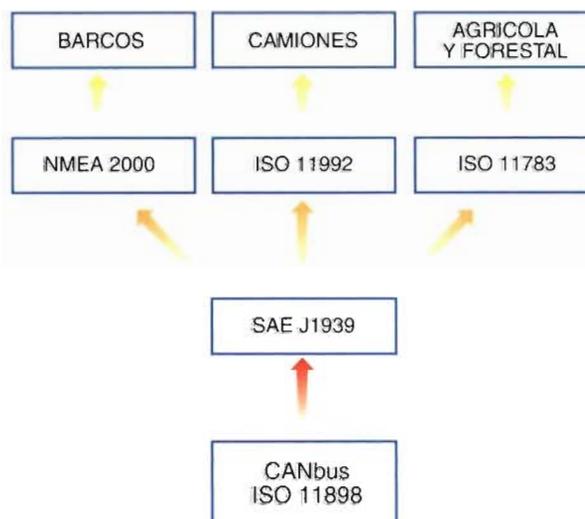
| Magnitud                        | Localización                      | Tipos de sensores   |
|---------------------------------|-----------------------------------|---|
| Temperatura                     | En la carga y los canales de aire | - Termopar K,T.<br>- Termistor.<br>- PT-100   |
| Humedad relativa                | En la carga y los canales de aire | - Higrómetro resistivo.<br>- Higrómetro capacitivo  |
| Presión                         | En la carga y los canales de aire | - Piezoresistivo  |
| Velocidad del aire              | En los canales de aire            | - Hilo caliente.<br>- Tubo pitot + sensor piezoresistivo.<br>- Combinación de termistores |
| Punto de condensación           | En la carga                       | - Capacitivo  |
| Contenido de dióxido de carbono | En la carga                       | - Infrarrojos   |
| Contenido de etileno            | En la carga                       | - Electroquímico.<br>- Piroeléctrico  |
| Contenido de etanol             | En la carga                       | - Electroquímico.<br>- Piroeléctrico  |
| Presencia amoníaco              | En el equipo de frío              | - Electroquímico.<br>- Piroeléctrico  |
| Contenido en volátiles totales  | En la carga                       | - Óxidos metálicos.<br>- Microbalanzas cuarzo.<br>- Polímeros conductores                 |

frescos son empleados simultáneamente en diferentes medios: ferrocarril, carretera, fluvial y marítimo, así como depositados en diferentes entornos: centrales hortofrutícolas, puertos, plataformas logísticas. Por tanto, el funcionamiento de los sistemas de comunicación digital que se propongan no deben depender del entorno en el que se encuentren. Debe ser lo más compatibles posibles aprovechando en cada instante la información disponible en otros dispositivos o estaciones accesibles.

Cuanto mayor sea el volumen de información disponible en bases accesibles, menor necesidad tendrá el sistema de incorporar dispositivos por ejemplo elementos georreferenciadores.

Los estándares para las redes de control entre camiones y remolques, basados en CANbus, han sido fijados a partir de la norma SAE J1939. Dicha norma recoge informes, prácticas recomendadas y estándares concernientes a los requerimientos de diseño y

**Figura 1:**  
**Desarrollo normativo de la comunicación digital en distintos entornos.**



utilización de los dispositivos que transmiten señales electrónicas e información de control en los componentes de los vehículos. El uso de estas recomendaciones no

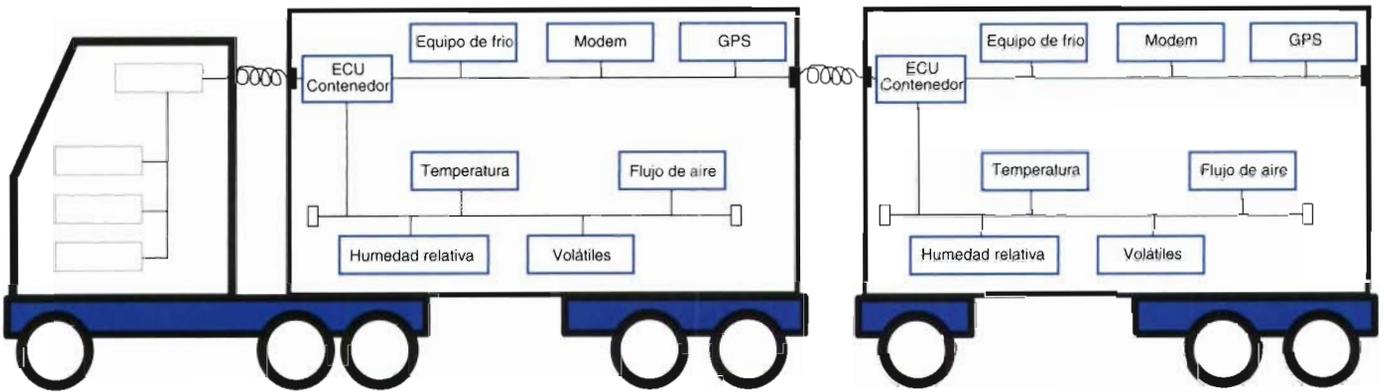
esta limitado a camiones (ver Figura 1). Otros sistemas son susceptibles de adaptarse a esta norma con son la maquinaria de obras públicas, autobuses, maquinaria agrícola y máquinas estacionarias.

Actualmente los camiones disponen de redes de control de área (CANbus) que permiten la comunicación entre numerosos dispositivos electrónicos (ECUs) de los que dispone el camión, tanto en la cabeza tractora como en el remolque o semiremolque. Estas redes engloban desde el aire acondicionado, pasando por el motor, suspensión, transmisión, dirección, luces, frenos e incluso el equipo de música del vehículo.

**La finalidad de la tecnología del transporte frigorífico es alcanzar y mantener en el tiempo unos valores de consigna relativos a diferentes magnitudes, relegándose en general la existencia de inhomogeneidades espaciales.**

La norma SAEJ1939 permite una transmisión a 250 kb/s, un número máximo de 30 nodos y una longitud máxima del bus de 40 metros por segmento. Cada segmento de línea CANbus debe tener en cada uno de sus extremos un extensor o en su defecto un terminador.

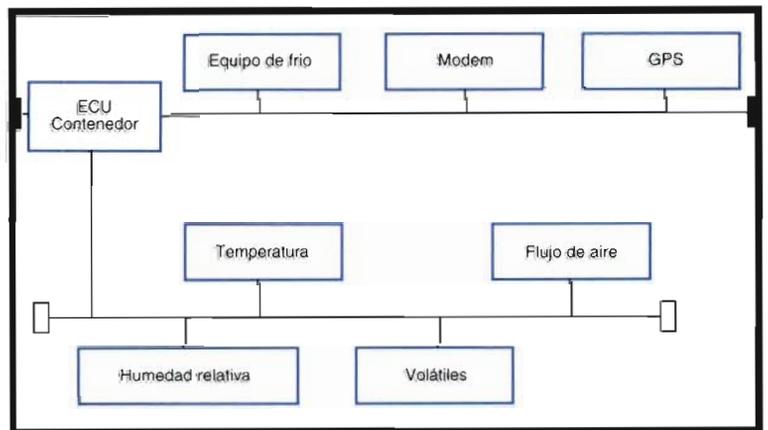
La ECU principal de un contenedor actúa como emisor y receptor en relación a la línea de comunicación global. En el sistema que se propone debe permitir la conexión de las diferentes subredes, y filtrar y procesar los mensajes que llegan de los sensores. Una vez filtrados y procesa-

**Figura 2:****Posible implementación de contenedores con CANbus transportados por un camión.**

dos los datos pueden ser enviados a un monitor que se encuentre en la cabina del camión, desde el que en todo momento se visualice el estado de la carga o también pueden llegar a un modem GSM que reenvíe esta señal a un servidor remoto. En todo momento tanto durante el trayecto en barco, en camión, en el puerto o en cualquier otro sitio se podrá conocer el estado de la carga y enviar órdenes a los actuadores. A través de una aplicación alojada en un servidor remoto tendremos información en tiempo real sobre equipo de frío, el GPS y los sensores.

El diseño modular de las redes CANbus permite aumentar sus dimensiones fácilmente. En el sistema que se propone será necesario incorporar un modem GSM/GPRS en uno de los nodos para transmitir los datos a un servidor remoto, así como módulos de transmisión inalámbrica para poder localizar sensores dentro de la carga.

El concepto que subyace en el sistema propuesto es que todos los sistemas de transporte inteligente utilizados en los vehículos sean compatibles con la norma SAE J1939. Por si alguna de ellas no los fuese, la ECU del contenedor debe ser capaz de actuar con una Puerta de enlace, permitiendo así la interconexión de redes con diferentes protocolos. La ECU del contenedor debe tener al menos un nodo conectado a al bus del contenedor. Cuando el contenedor

**Figura 3:****Esquema de red de control del contenedor.**

este conectado al bus del camión deberá tener al menos dos nodos, uno conectado al bus del camión y el otro al bus del contenedor (ver Figura 2).

#### **Materiales y métodos**

Para realizar los ensayos se ha diseñado una red CAN con los

siguientes elementos: terminal pasivo, terminal activo, conectores tipo T, nodos, cableado, ordenador portátil estándar y software asociado, siendo el medio de comunicación un par de cables trenzado y apantallado.

En un primer ensayo, en los nodos se han conectado inicialmente sensores de temperatura: termopares tipo T y PT-100, mediante módulos específicos, y está prevista la incorporación de una variedad de sensores analógicos a través de las adecuadas unidades electrónicas de emisión recepción. Los módulos transmiten las señales de los sensores a través de la red CAN, el flujo de información que circula por la red lo podemos conocer en todo momento gracias al ordenador portátil. Este PC se comunica con la red mediante un

**Actualmente los camiones disponen de redes de control de área (CANbus) que permiten la comunicación entre numerosos dispositivos electrónicos (ECUs) de los que dispone el camión, tanto en la cabeza tractora como en el remolque o semiremolque**

módulo CAN-USB. Las medidas obtenidas por nuestros sensores pueden ser almacenadas en el portátil. Esta asimismo prevista la incorporación de actuadores a la línea CANbus tales como un equipo de frío que permita el control de la ventilación forzada, la generación de frío y el desescarchado (ver Figura 3).

### Resultados y conclusiones

Actualmente se está trabajando en la adquisición de la señal, verificación y transmisión de datos. El trabajo experimental está en sus inicios. Tanto la longitud de los cables, el número de conectores tipo T y los nodos de la red puede ser aumentado. Se ha realizado una revisión técnica de los distintos sensores presentes en el mercado (ver Cuadro 1).

Se esta llevando a cabo un análisis de las necesidades de transmisión inalámbrica, del tipo de parámetros obtenidos y de la

frecuencia de muestreo necesaria para cada una de las variables. Se analiza el preprocesado de las señales de cara a la disminución de la cantidad de información a transmitir.

Es prioritario delimitar el grado de pre-procesamiento óptimo de la señal correspondiente a sensores de diferentes tecnologías para un funcionamiento eficiente de la red digital. Este trabajo es parte de un conjunto de estudios presentados en este congreso que pretenden abordar de una forma integral la problemática de la supervisión del transporte y almacenamiento de frutas y hortalizas frescas.

### Agradecimientos

Al proyecto de investigación SENSOFRIGO financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia Ref: AGL2003-06073-C02-01.

### Bibliografía

- Barreiro, P.; Robla J.I. (2004) Transporte frigorífico internacional de fruta. Intermodalidad y sistemas de transporte inteligente. Fruticultura Profesional.
- Tanner, D.J.; Amos, N.D. (2003). Temperature Variability during Shipment of Fresh Produce. Postharvest Unlimited. Acta Hort. 599.
- Auernhammer, H. "The Role of Mechatronics in Crop Product Traceability" (2002). Agricultural Engineering International: the CIGR Journal of Scientific Research and Development. Invited Overview Paper. Vol. IV. October, 2002. Presented at the Club of Bologna meeting, July 27, 2002. Chicago, IL., USA.
- <http://www.can-cia.de>, 2005. Homepage of the organization CAN-in-Automation (CiA).
- Johansson, K. H.; Törngren, M.; and Nielsen, N. Vehicle Applications of Controller Area Network.
- SAEJ1939 (2000) Recommended Practice for Control and Communications Network for On-Highway Equipment. The Engineering Society for Advancing Mobility Land Sea Air and Space.
- Barreiro, P.; Robla J.I.; Rodríguez-Bermejo J. Ruiz-García, L.; Ruiz-Altisent, M. (2005) Desarrollo de sistemas para la supervisión multidistribuida de la carga en transportes frigoríficos intermodales. Fruticultura Profesional



## Condiciones ideales para el crecimiento

Nuestro objetivo es crear y mantener las condiciones perfectas para el crecimiento y el desarrollo de cualquier producto dentro de un invernadero. El concepto Munters está formado por los paneles evaporativos CELdek®, la gama de ventiladores de Euroemme®, los sistemas Munters de distribución de agua, sistemas de control climático, calefactores y otros accesorios como persianas y filtros de luz que ayudan a crear un clima ideal y controlado.



Ventiladores  
Euroemme®



Paneles evaporativos  
CELdek®



Calefactores



Sistemas de control  
climático CLIMATEline®

### Munters Spain S.A.

Europa Empresarial, Ed. Londres C/ Playa de Liencres Nº 2 28290 Las Matas - Madrid  
Tfno.: 91 640 09 02 Fax.: 91 640 11 32  
Email: [marketing@munters.es](mailto:marketing@munters.es)  
[www.munters.es](http://www.munters.es) [www.munters.com](http://www.munters.com)

 **Munters**  
Clima Controlado.