

APLICACIÓN DIDÁCTICA PARA ANALIZAR LAS COMUNICACIONES POR CAN-BUS DEL SISTEMA DE CONFORT DE UN VEHÍCULO AUTOMÓVIL

C. GIRÓN, J. PASTOR

Departamento de Electrónica. Universidad de Alcalá. Alcalá de Henares (Madrid) España.

Dada la alta implantación de los buses de comunicación en la automoción, resulta interesante tener una forma sencilla de explicar su funcionamiento. Este artículo se centra en exponer un sistema didáctico para la comprensión del funcionamiento del bus CAN en una aplicación real como es el bus de confort de un automóvil. Este sistema está compuesto por dos aplicaciones software, una para monitorizar las señales del bus de forma genérica y otra para interactuar en este caso particular.

1. Introducción

Dado el actual número de sistemas introducidos en los automóviles, se ha hecho necesario el uso de buses de comunicación para interconectar estos elementos. Un ejemplo de esto es el uso de CAN-bus para comunicar los elementos que forman el bus de confort de un automóvil, que incluye los elevalunas, la centralita de confort, la alarma, etc. utilizando un gran número de señales. Al utilizar un bus para la comunicación, se evita tener que introducir cableado para el paso de estas señales entre elementos, ahorrándose así una elevada cantidad de cobre.

Además, las redes CAN también son utilizadas en la industria. Ejemplos de esto son la automatización de fábricas, electrónica marítima, control de máquinas industriales, etc. como se puede ver en [4].

Teniendo en cuenta la implantación de estos buses, disponer de una herramienta de bajo coste en la que se puedan visualizar los datos a través del bus e introducir datos al mismo, simplifica la enseñanza de estos tanto en ciclos formativos como en estudios universitarios superiores.

En este artículo se analiza el uso de una aplicación para monitorizar el bus utilizado en el sistema de confort de un vehículo para enseñar el uso y las aplicaciones de este tipo de comunicaciones y ayudar a la comprensión de la filosofía de sistemas distribuidos interconectados por buses. En el mercado hay otros analizadores [3] bastante más completos, pero su uso es complejo y su coste elevado.

2. Sistema de comunicaciones basado en CAN-BUS.[4][5][8]

CAN es un protocolo de comunicaciones desarrollado por la firma alemana Robert Bosch GMBH [5], basado en una topología de bus para la transmisión de mensajes en ambientes distribuidos (Fig. 1), además ofrece una solución a la gestión de la comunicación entre múltiples unidades centrales de proceso.

El protocolo de comunicaciones CAN proporciona beneficios como por ejemplo que es un protocolo de comunicaciones normalizado, con lo que se simplifica y economiza la tarea de comunicar subsistemas de diferentes fabricantes sobre una red común o bus. También que el procesador anfitrión (host) delega la carga de comunicaciones a un periférico inteligente, por lo tanto el procesador anfitrión dispone de mayor tiempo para ejecutar sus propias tareas. Y por otro lado, al ser una red multiplexada, reduce considerablemente el cableado y elimina las conexiones punto a punto.

Las redes CAN están basadas en el mecanismo de broadcast o difusión, lo que quiere decir que lo que se emite por un nodo es escuchado por todos, decidiendo cada nodo si le es útil la información o no. El método de acceso es CSMA/CD+CA (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection + Conflict Resolution) de modo que es el propio bus el que realiza las labores de arbitrio, evitándose la pérdida de datos por colisión y la necesidad de un modulo para el arbitrio.

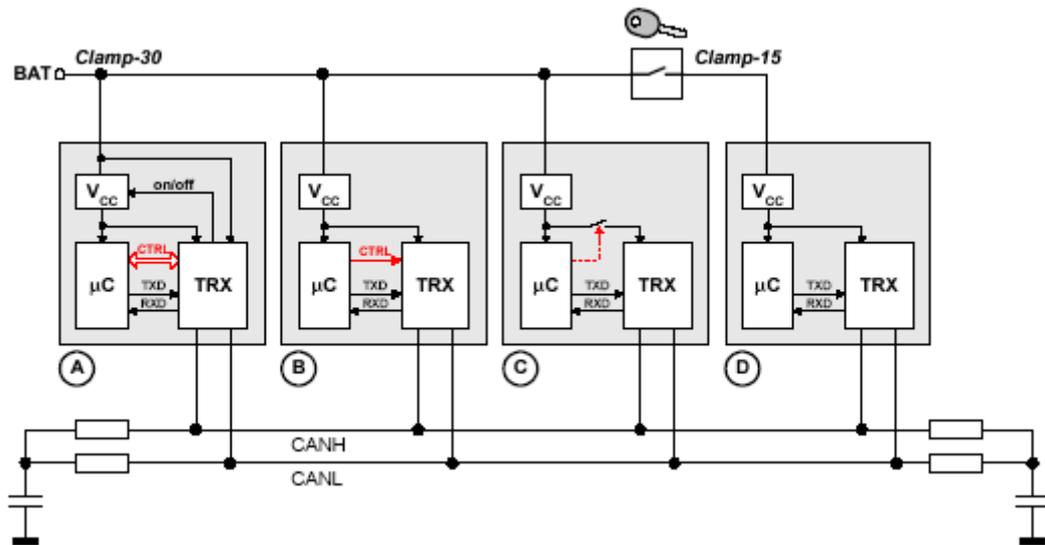


Figura 1. Esquema básico de un bus CAN.

En cuanto a la capa de aplicación, es más específica de cada campo de uso. En el caso de la automoción, el uso de TTCAN es muy adecuado. TTCAN define ventanas de transmisión temporales, de modo que se crean unos periodos de repetición y cada mensaje se transmite en su hueco.

3. Sistema utilizado.

El sistema utilizado se compone de una maqueta que muestra el bus de confort de un vehículo, una aplicación para monitorizar el bus y otra aplicación que permite visualizar los datos relevantes de la maqueta, así como introducir datos en el bus.

3.1 Maqueta de demostración

Para probar la aplicación se han analizado las comunicaciones en una maqueta que representa el sistema de confort de un SEAT León (Fig.2). Esta maqueta incluye los sistemas de elevalunas y cierre centralizado para el estudio de esta parte del automóvil en institutos de enseñanza secundaria. El funcionamiento de esta se basa en la comunicación entre los distintos elementos a través de CAN.

La maqueta de este sistema se compone de una centralita de confort, la cual realiza las funciones de control del cierre, alarma, climatizador, etc. En la maqueta también se encuentran los elevalunas delanteros, que se componen de un motor y un pequeño sistema digital. Esto es una pequeña parte de los sistemas que se encuentran en este tipo de buses.

Como ejemplo de los datos contenidos en una trama se puede observar la trama utilizada para el sistema de los elevalunas. Cuando desde el modulo de conductor se activa un elevalunas, el nodo de puerta traduce la señal eléctrica producida, al pulsar el correspondiente interruptor, en un dato digital que incorpora a su trama para que el nodo correspondiente lo identifique y realice la acción deseada. El funcionamiento del elevalunas del acompañante se corresponde con los 4 bits de mayor peso del tercer byte de datos de la trama, siendo el funcionamiento el descrito en la Fig. 3.

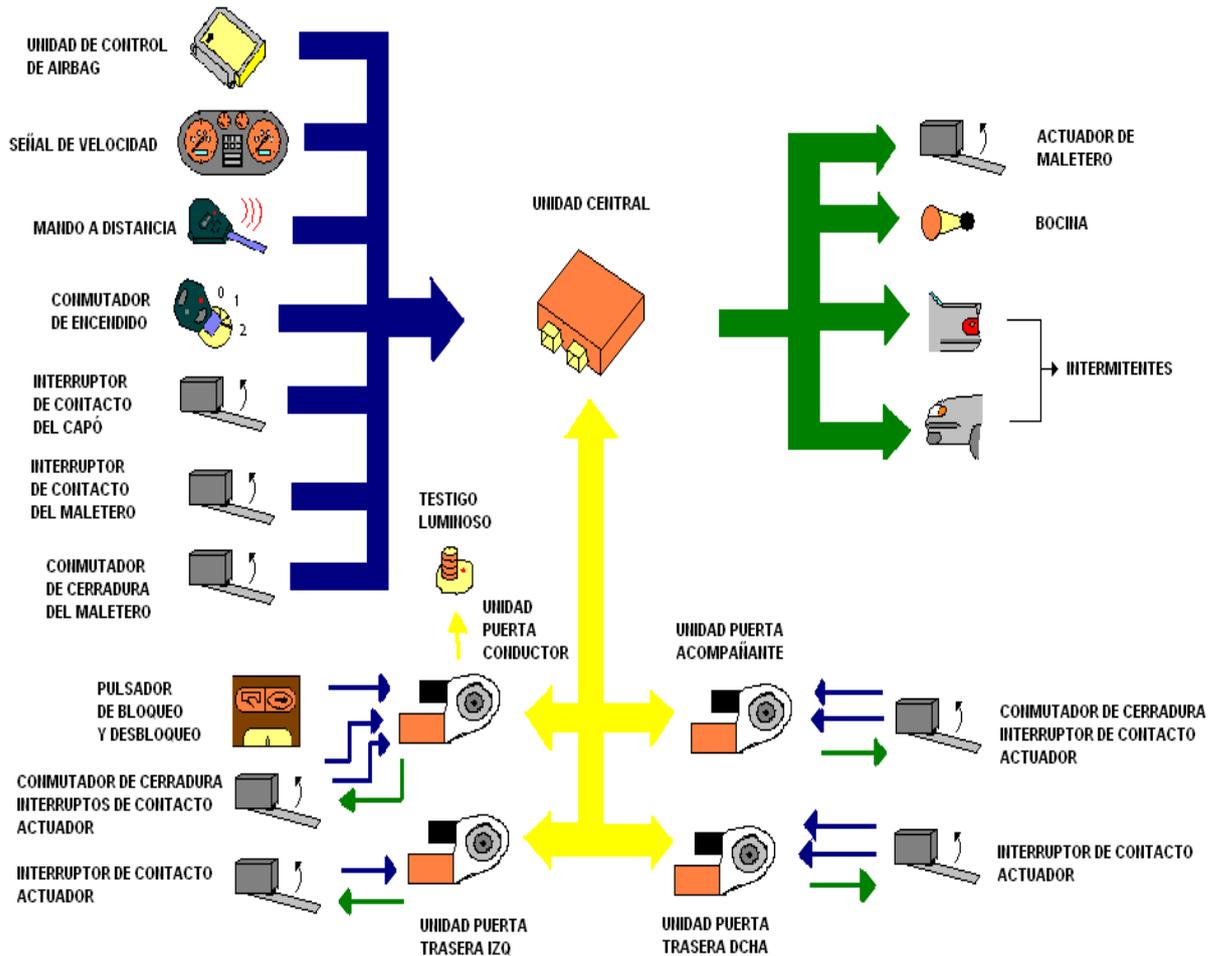


Figura 2. Elementos del bus de confort de un SEAT Leon

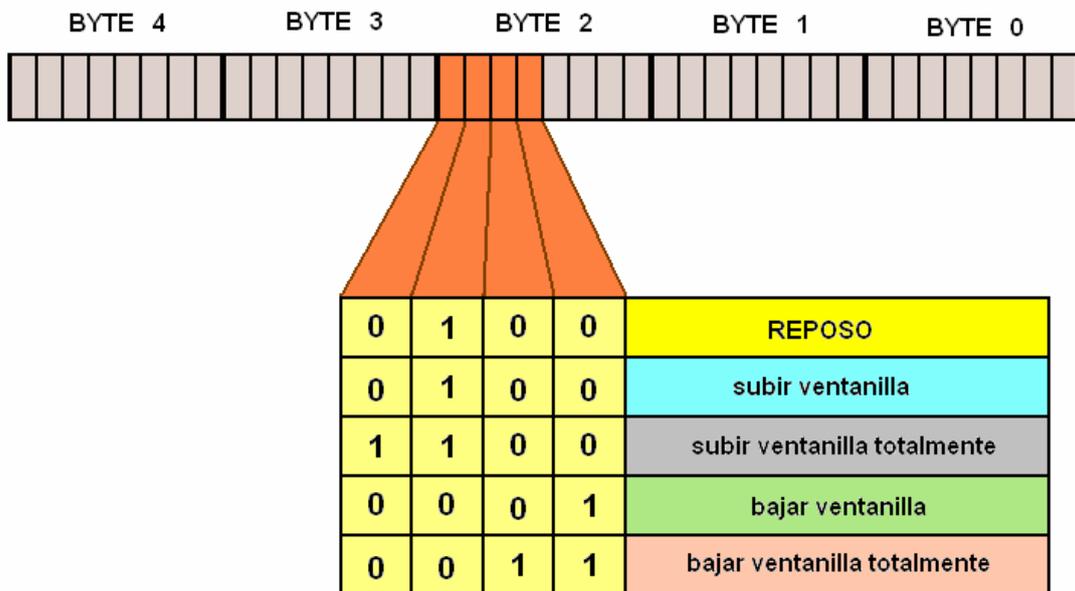


Figura 3. Descripción de las señales correspondientes al funcionamiento de las ventanillas.

Asimismo, las señales de cierre aparecen en la trama que envía el nodo correspondiente a la unidad central de confort. Esta variable se modifica desde el nodo de puerta de conductor o desde el receptor de mando a distancia, integrado en la unidad central. En función de esta señal, cada una de las centrales de puerta actúa sobre el circuito de cierre para el bloqueo o desbloqueo de la apertura de la puerta. También proporciona información acerca del estado de las puertas y sobre errores en el cierre.

Los nodos tienen unas prioridades asignadas en el proceso de fabricación, de modo que se reflejan en el identificador de trama que emiten. En la Tabla 1 se encuentran los identificadores de los dispositivos usados. El dispositivo con mayor prioridad es la unidad central, mientras que la menor prioridad la tiene el nodo de elevalunas de acompañante.

Identificador	Dispositivo
0x600h	Unidad central
0x608h	Elevalunas de conductor
0x610h	Elevalunas de acompañante

Tabla 1: Identificadores de los nodos.

Para poder acceder a las tramas del bus CAN en un vehículo y proceder a analizarlas es necesario un elemento que permita leer y escribir tramas en el bus. A su vez es necesario que las velocidades de acceso sean configurables tanto para el acceso desde PC como para bus CAN. Además es deseable comenzar con una solución de bajo coste.

El adaptador Lawicel CAN232 [6] proporciona todas las funciones requeridas intercambiando datos con el bus CAN y con un puerto serie RS232 estándar. Según datos del fabricante, el dispositivo ocupa un espacio reducido con unas dimensiones de 68x31x16mm (Fig. 4).



Figura 4. Conversor CAN-RS232.

La maqueta de este sistema se compone de una centralita de confort, la cual realiza las funciones de control del cierre, alarma, climatizador, etc. En la maqueta también se encuentran los elevalunas delanteros, que se componen de un motor y un pequeño sistema digital. Esto es una pequeña parte de los sistemas que se encuentran en este tipo de buses. Los elementos de la maqueta pertenecen a un coche SEAT León obtenidos de un desguace (Fig. 5)

3.2 Aplicación de monitorización

La aplicación utilizada para monitorizar el bus (Fig. 6), tiene un interfaz gráfico sencillo y llamativo, pero a su vez funcional, que permite ver de forma gráfica y en tiempo real los datos que circulan por el bus. Esta aplicación permite un rápido catalogado de datos, al poder gráficamente ver las distintas partes de una trama y asignar nombres a los bits o grupos de bits, catalogando así la información que transportan. Además, esta aplicación mantiene un histórico de los datos que han pasado por el bus, pudiendo marcar eventos en este historial.

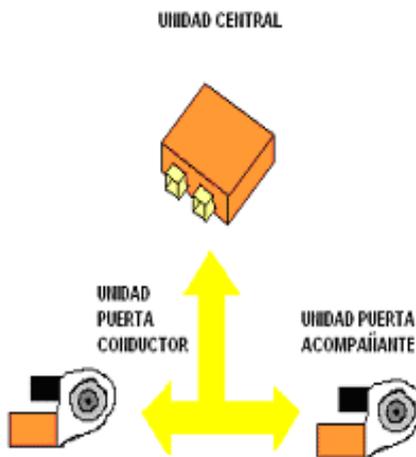


Figura 5. Esquema real de la maqueta utilizada.

La monitorización de los datos se realiza a través de una aplicación desarrollada en el entorno de desarrollo de herramientas de monitorización Labwindows/CVI [6]de la compañía National Instruments [7]. Esta aplicación realiza las tareas de adquisición de datos, representación y catalogación de los datos mediante un entorno visual.

La adquisición de datos se realiza teniendo en cuenta que los sistemas de automoción se basan en la transmisión de datos mediante eventos generados por tiempo, de modo que la adquisición de datos ha de ser periódica, y además no interferir con el resto de los procesos. De modo que la función encargada de la adquisición de datos se ejecutará en un hilo separado, gestionado por el sistema operativo.

La aplicación representa todos los datos obtenidos en tiempo real indicando el instante de llegada referido al encendido del adaptador CAN-RS232. También se representan los distintos identificadores que han aparecido en el bus desde la conexión, el último dato recibido con ese identificador y si se desea, la representación en binario en tiempo real de los datos seleccionados.

ID	Descripción	Dato	Instante
608	Trama 1	9E00000000	00:09:917
610	Trama 2	9D00000000	00:09:906
608	Trama 3	9400800800	00:09:914

ID	Descripción	Dato	Instante	Evento
966	610 Trama 3	9E00000000	01:27:192	Evento 1
967	600 Trama 1	9400800800	01:27:204	
968	608 Trama 2	9E00000000	01:27:209	
969	610 Trama 3	9400800800	01:27:212	
970	600 Trama 1	9400800800	01:27:224	
971	608 Trama 2	9E00000000	01:27:229	
972	610 Trama 3	9E00000000	01:27:232	
973	600 Trama 1	9400800800	01:27:244	
974	608 Trama 2	9E00000000	01:27:249	
975	610 Trama 3	9E00000000	01:27:252	
976	600 Trama 1	9400800800	01:27:264	

Figura 6. Aplicación para monitorización.

Para catalogar los datos, introduce la posibilidad de asociar a cada identificador un nombre de hasta 100 caracteres, mostrando en pantalla el identificador, la descripción asociada, el último dato y el instante de llegada de este, guardando además todos los datos recibidos de un identificador. A cada uno de los bits del campo de dato de un tipo de trama dado también se le puede asignar una descripción, para su catalogado.

La aplicación también muestra las tramas de tipo RTR (tramas remotas) marcando la fila en azul para distinguirlas de las tramas de datos, indicando el identificador, la descripción si se le asigna y el instante de llegada.

Todos los datos recibidos se almacenan en memoria en el orden en que aparecen, ofreciendo la posibilidad de guardarlos en un fichero de texto para su posterior procesado, así como de abrir ficheros previamente guardados.

3.3 Aplicación de control

Por otro lado, la información obtenida se utiliza en una segunda aplicación que permite interactuar con los elementos del sistema particular representado en la maqueta anteriormente comentada (Fig. 7).

Para realizar un control desde el ordenador de la maqueta, se crea una aplicación capaz de mostrar en tiempo real algunos de los parámetros del bus de confort de un SEAT Leon a la vez que permite volcar datos al bus. Estos datos han sido obtenidos mediante la realización de un análisis con el entorno de monitorización descrito en el punto 3.2.

Esta aplicación monitoriza las tramas pertenecientes a las unidades de puerta delanteras y a la unidad central de confort. Desde la aplicación se ofrece la posibilidad de suplantar a dichos nodos contenidos en la maqueta, de modo que si se desconecta uno de los nodos, la aplicación volcará al bus los datos correspondientes, permitiendo, por ejemplo, ante un fallo de la unidad central de confort, la utilización del resto de los dispositivos.

En todo momento la aplicación mostrará el estado del sistema de forma gráfica para facilitar su asociación, representando con leds los bits utilizados para enviar las órdenes de ventanilla y bloqueo de cierre. También se muestran los controles para el envío de comandos desde la centralita de conductor, aunque sólo será posible cuando dicha centralita se encuentre en modo suplantación.

Cada una de las unidades del sistema de confort envía una trama al bus dentro de una ventana de transmisión determinada, dentro del ciclo básico de envío de tramas que define el protocolo TTCAN.

Si una de las unidades deja de emitir sus tramas, la aplicación de control, descrita en este capítulo, incluye la funcionalidad de suplantarla. De esta forma el sistema puede seguir funcionando, pero con una reducción de su utilidad.

Pero las tramas enviadas desde el ordenador no se pueden enviar en momentos determinados, de modo que no puede cumplir con el protocolo TTCAN. Sin embargo, si que se puede acotar el tiempo que transcurre entre el momento en el que se inicia la transmisión desde el programa y el momento en el que se inserta en el bus.

Este tiempo será en todo caso menor al periodo del ciclo básico, ya que el periodo de este ciclo es de 20 milisegundos y experimentalmente se comprueba que si se envía desde el ordenador periódicamente una trama a través del adaptador CAN-RS232, en el bus se refleja esa trama con una variación jitter menor al propio tamaño de la trama, con lo que no afectará al funcionamiento del sistema.

El modo de suplantación se convierte en un problema cuando el ciclo completo de TTCAN está completo y no tiene ventanas libres, ya que se tendría que ajustar al tamaño de una ventana y el jitter que se produce no lo permite.

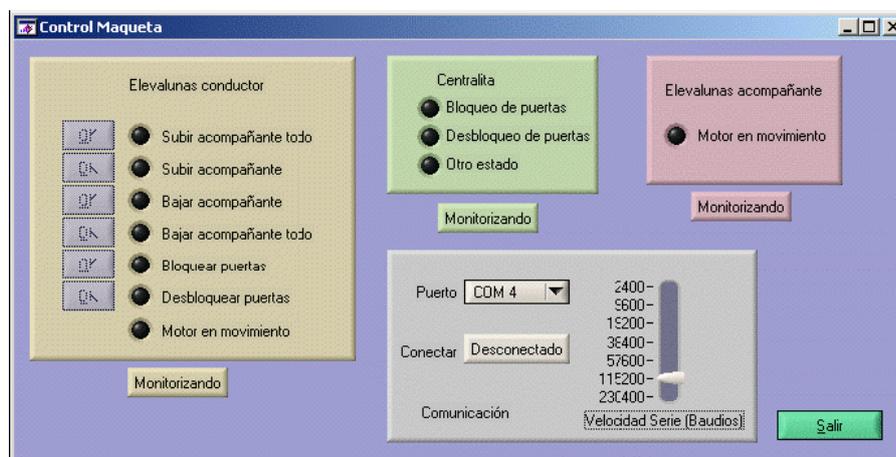


Figura 7. Aplicación de representación.

4. Conclusiones

Se ha desarrollado un entorno de monitorización que permite analizar y descubrir los datos que circulan por el bus de una forma gráfica y sencilla, de modo que se pueda ver en el PC las variaciones de los datos dentro del bus ante estímulos externos a los elementos de una maqueta.

Con él se puede explicar el funcionamiento de CAN en Ciclos Formativos de Grado Superior de Automoción y de Electrónica, y ser utilizado en asignaturas donde se estudie el Diseño de Sistemas Empotrados, comunicaciones mediante buses de campo, electrónica del automóvil, etc... de una forma gráfica práctica para simplificar los esfuerzos de comprensión por parte de los alumnos y las explicaciones por parte de los profesores, ya que, hasta ahora, estos buses se enseñan de una forma teórica, o mediante caras y complejas aplicaciones comerciales.

Agradecimientos

Agradecimientos al profesor D. Juan José Delgado Hellín y al departamento de automoción del IES Barajas, en especial a D. Andres Iniesta..

Referencias

- [1] C. Girón, J. Pastor. *Monitorización y control del sistema de confort de un vehículo mediante CAN-Bus. Proyecto fin de carrera. Universidad de Alcalá. 2004.*
- [2] Especificación de CAN por Bosch – <http://www.can.bosch.com>
- [3] <http://www.vector-worldwide.com>
- [4] <http://www.can-cia.org>
- [5] <http://www.can232.com>
- [6] <http://www.ni.com/lwcvj/>
- [7] <http://www.ni.com>
- [8] <http://www.canbus.galeon.com/electronica/canbus.htm>