

## **CAN**

### ***Controller Area Network***

- Método de comunicación serie mediante un bus bidireccional desarrollado en 1980 para aplicaciones automotrices.
- Permite vinculación en red de todos los subsistemas electrónicos

### **Norma internacional**

-CAN 2.0A: ISO11519 – para baja velocidad

#### ***Basic o Standard CAN***

Tolerante a fallas. Dedicada a la comunicación de los dispositivos electrónicos internos de un automóvil como son control de puertas, techo corredizo, luces y asientos.

-CAN 2.0B: ISO11896 – para alta velocidad

#### ***Full CAN o extended-frame CAN***

Controlar el motor e interconectar las unidades de control electrónico

-CAN *validation*: ISO16845

(cubre la validación de CAN)

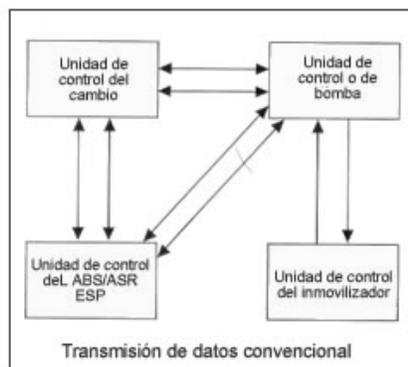
ISO: *International Organization for Standardization*

## Aplicación masiva de sistemas electrónicos de control y regulación en un vehículo

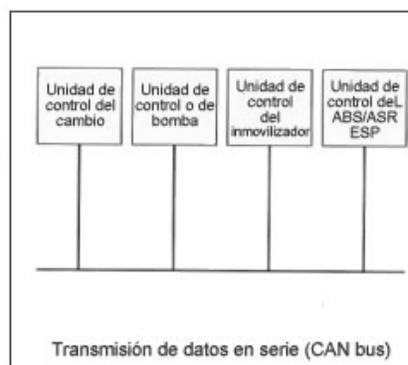
- Control del cambio
- Control electrónico del motor o de la bomba de inyección.
- Sistema antibloqueo (ABS).
- Sistema de tracción antideslizante (ASR).
- Control de estabilidad (ESP).
- Regulación del momento de arrastre del motor (MSR).
- Inmovilizador.
- Computadora de a bordo, etc.

Requieren una interconexión en red de las diversas unidades de control. El intercambio de informaciones entre los sistemas reduce la cantidad de detectores y mejora el aprovechamiento de los sistemas individuales.

## Transmisión de datos convencional en comparación con CAN



A cada señal le está asignada una conducción individual. Mediante relaciones de impulsos pueden transmitirse magnitudes variables continuamente (ejemplo: estado del sensor del pedal del acelerador).



El incremento del intercambio de datos entre los componentes electrónicos en el vehículo motorizado, ya no se puede realizar razonablemente con interfaces convencionales.

## Necesidad de CAN en un automóvil

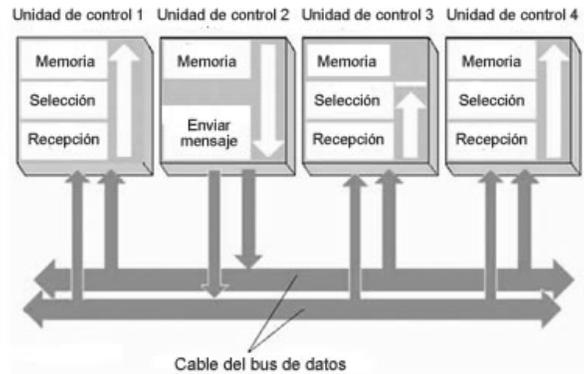
El bus de datos CAN sirve como base para el intercambio de datos digitales entre detectores, actuadores y unidades de control, asegurando que varias unidades de control puedan procesar la información procedente de un detector y controlar sus actuadores en consonancia.

Además de las rutas de cableado cortas, el bus de datos CAN tiene la ventaja particular de que, si falla un componente, el resto del sistema continúa funcionando normalmente, reduciendo en gran medida el riesgo de un fallo total del sistema.

## Campos de aplicación esenciales en un vehículo motorizado

- Acoplamiento de unidades de control.
- Electrónica de la carrocería y de confort.
- Comunicación móvil.

## Acoplamiento de unidades de control



Las velocidades de transmisión típicas están entre aprox. 125 Kbps y 1Mbps (ejemplo: la unidad de control del motor y la unidad de control de bomba en la regulación electrónica diesel comunican entre si a 500 Kbps). Las velocidades de transmisión deben ser tan altas para poder garantizar el comportamiento requerido de tiempo real.

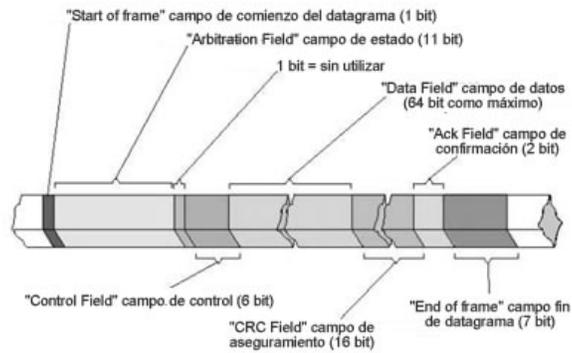
## Conceptos

CAN es un protocolo orientado a mensajes.

Es decir la información que se va a intercambiar se descompone en mensajes, a los cuales se les asigna un **identificador** y se encapsulan en tramas para su transmisión.

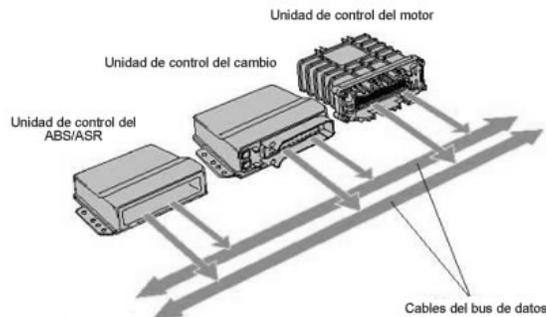
Cada mensaje tiene un **identificador único** dentro de la red, con el cual los nodos deciden aceptar o no dicho mensaje

## Formato del mensaje (*Data Frame*)

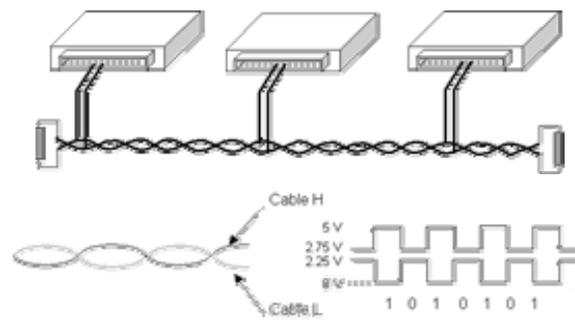


- "**Start of Frame**" marca de comienzo de un mensaje y sincroniza todas las estaciones.
- "**Arbitration Field**" consta del identificador del mensaje y un bit de control adicional. Durante la transmisión de este campo, el emisor comprueba en cada bit si todavía está autorizado para emitir o si está emitiendo otra estación de mayor prioridad. El bit de control decide si el mensaje se trata de un "Data Frame" o de un "Remote Frame".
- "**Control Field**" contiene la cantidad de bytes de datos en el "Data Field".
- "**Data Field**" información entre 0 y 8 bytes. Un mensaje de longitud 0 puede emplearse para la sincronización de procesos distribuidos.
- "**CRC Field**" contiene una palabra de protección para el reconocimiento de posibles errores de transmisión.
- "**Ack Field**" señal de confirmación de que todos los receptores que han recibido el mensaje sin fallos.
- "**End of Frame**" marca el final del mensaje.

Prioridad	Protocolo de datos	Campo de estado	Bit con	Valor	Validación
1	Freno I	001 1010 0000	0 voltios	0	superior
2	Motor I	010 1000 0000	5 voltios	1	inferior
3	Cambio I	100 0100 0000			



## Cables



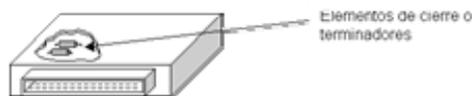
Cable L (Low): tensión oscilan entre 0V y 2.25V

Cable H (High): entre 2.75V. y 5V.

En caso de que se interrumpa la línea H o que se derive a tierra, el sistema trabajará con la señal de Low con respecto a tierra, en el caso de que se interrumpa la línea L, ocurrirá lo contrario. Esta situación permite que el sistema siga trabajando con uno de los cables cortados o comunicado a tierra. Quedando fuera de servicio solamente cuando ambos cables se cortan.

El trenzado entre ambas líneas sirve para anular los campos magnéticos, por lo que no se debe modificar en ningún caso, ni el paso ni la longitud de dichos cables.

## Elemento de cierre o terminador

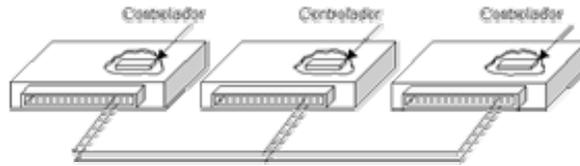


Son resistencias conectadas a los extremos de los cables H y L.

Sus valores se obtienen de forma empírica y permiten adecuar el funcionamiento del sistema a diferentes longitudes de cables y número de unidades de control conectadas, ya que impiden fenómenos de reflexión que pueden perturbar el mensaje.

Estas resistencias están alojadas en el interior de algunas de las unidades de control del sistema por cuestiones de economía y de seguridad de funcionamiento

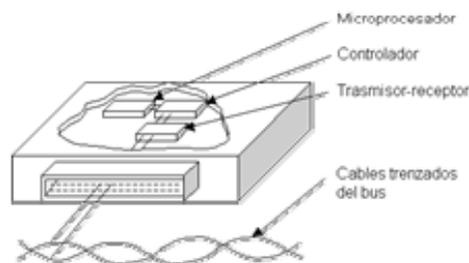
## Controlador



Es el elemento encargado de la comunicación entre el microprocesador de la unidad de control y el transmisor-receptor. Trabaja acondicionando la información que entra y sale entre ambos componentes.

El controlador está situado en la unidad de control, por lo que existen tantos como unidades estén conectadas al sistema. Trabaja con niveles de tensión muy bajos y es el que determina la velocidad de transmisión de los mensajes, que será más o menos elevada según el compromiso del sistema.

## Transmisor/Receptor



- Recibe y trasmite los datos
- Acondiona y prepara la información para que la puedan utilizar los controladores (adecuar los niveles de tensión, amplificar la señal cuando la información se vuelca en la línea y reducirla cuando es recogida de ésta y suministrada al controlador).

Básicamente es un circuito integrado que está situado en cada una de las unidades de control conectadas al sistema, trabaja con corrientes próximas a 0.5 A y en ningún caso interviene modificando el contenido del mensaje. Funcionalmente está situado entre los cables que forman la línea Can-Bus y el controlador.

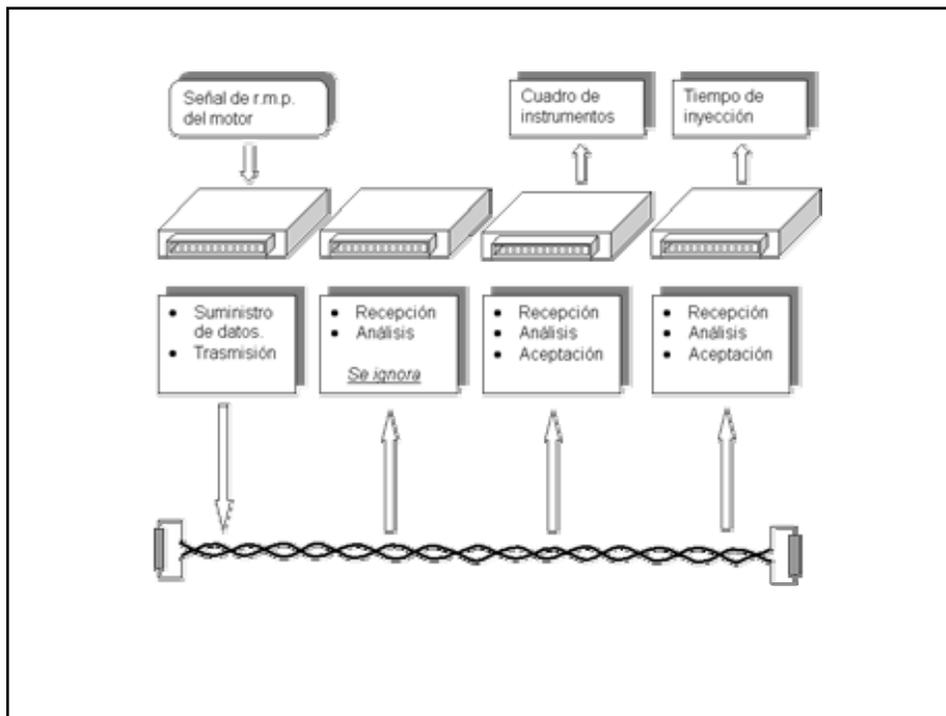
## Fases de un ciclo del proceso de transmisión de datos

**Suministro de datos:** Una unidad de mando recibe información de los detectores que tiene asociados (r.p.m. del motor, velocidad, temperatura del motor, puerta abierta, etc.)

Su microprocesador pasa la información al controlador donde es gestionada y acondicionada para pasarla al trasmisor-receptor donde se transforma en señales eléctricas.

**Trasmisión de datos:** El controlador de dicha unidad transfiere los datos y su identificador junto con la petición de inicio de transmisión, asumiendo la responsabilidad de que el mensaje sea correctamente transmitido a todas las unidades de mando asociadas. Para transmitir el mensaje ha tenido que encontrar el bus libre, y en caso de colisión con otra unidad de mando intentando transmitir simultáneamente, tener una prioridad mayor. A partir del momento en que esto ocurre, el resto de unidades de mando se convierten en receptoras.

**Recepción del mensaje:** Cuando la totalidad de las unidades de mando reciben el mensaje, verifican el identificador para determinar si el mensaje va a ser utilizado por ellas. Las unidades de mando que necesitan los datos del mensaje lo procesan, si no lo necesitan, se ignora el mensaje.



## Control de errores

1. Señal de seguridad en el "*Data Frame*"
2. "Monitoring", en la que cada emisor recibe otra vez su propio mensaje, pudiendo reconocer entonces posibles divergencias. Si una estación registra una anomalía, emite entonces un "flag de error", que detiene la transmisión en curso. De esta forma se impide que otras estaciones reciban el mensaje erróneo.

### Nota:

En caso de una estación defectuosa podría ocurrir sin embargo que todos los mensajes, es decir también los mensajes sin errores, sean interrumpidos con un flag de error. Para evitar esto, el sistema bus CAN esta equipado con un mecanismo que puede distinguir entre anomalías ocasionales y anomalías permanentes y pueden localizar fallos de estación (estadísticamente).

## Características del protocolo

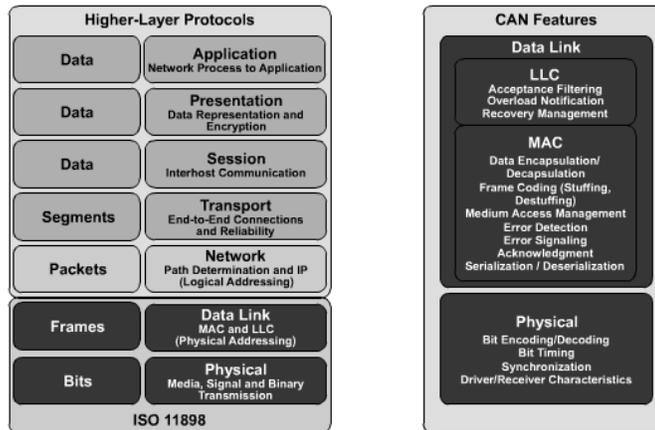
CAN es un protocolo de comunicaciones serie que soporta control distribuido en tiempo real con un alto nivel de seguridad y multiplexación.

El establecimiento de una red CAN para interconectar los dispositivos electrónicos internos de un vehículo tiene la finalidad de sustituir o eliminar el cableado. Las unidades de control electrónico (ECUs), detectores, sistemas antideslizantes, etc. se conectan mediante una red CAN a velocidades de transferencia de datos de hasta 1 Mbps.

# CAN en el modelo OSI

## Open Systems Interconnection

CAN in the OSI Model



1 Up until now, we have talked about the Physical layer of the network without explaining what it is. Let's briefly address that deficiency now.

## Vinculación con OSI

### Open Systems Interconnection

Incluye tres capas: **física**, **de enlace de datos** y **aplicación**, además de una capa especial para gestión y control del nodo llamada **capa de supervisor**.

**Capa física:** define los aspectos del medio físico para la transmisión de datos entre nodos de una red CAN, los más importantes son niveles de señal, representación, sincronización y tiempos en los que se transfieren al bus los bits.

**Capa de enlace de datos:** define las tareas independientes del método de acceso al medio, además debido a que una red CAN brinda soporte para procesamiento en tiempo real a todos los sistemas que la integran, el intercambio de mensajes que demanda dicho procesamiento requiere de un sistema de transmisión a frecuencias altas y mínimos retardos. En redes multimaestro, la técnica de acceso al medio es muy importante ya que todo nodo activo tiene los derechos para controlar la red y acaparar los recursos. Por lo tanto la capa de enlace de datos define el método de acceso al medio así como los tipos de tramas para el envío de mensajes.

**Capa de aplicación:** Existen diferentes normas que definen la capa de aplicación. Entre las capas de aplicación más utilizadas cabe mencionar CAL, CANopen, DeviceNet, SDS (*Smart Distributed System*), OSEK, CANKingdom.

## Acceso al medio

Acceso Múltiple por Detección de Portadora, con Detección de Colisiones y Arbitraje por Prioridad de Mensaje

(CSMA/CD+AMP, *Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection and Arbitration Message Priority*).

Los nodos en la red que necesitan transmitir información deben esperar a que el bus esté libre (detección de portadora); cuando se cumple esta condición, dichos nodos transmiten un bit de inicio (acceso múltiple). Cada nodo lee el bus bit a bit durante la transmisión de la trama y compara el valor transmitido con el valor recibido; mientras los valores sean idénticos, el nodo continúa con la transmisión; si se detecta una diferencia en los valores de los bits, se lleva a cabo el mecanismo de arbitraje.

## Prioridades de acceso

Si varios nodos intentan transmitir información en forma simultánea CAN resuelve el problema asignando prioridades mediante el identificador de cada mensaje.

Esta asignación se realiza durante el diseño del sistema en forma de números binarios y no puede modificarse dinámicamente.

El identificador con el menor número binario es el que tiene mayor prioridad.

## Principales características

### Características

### Beneficios

- Jerarquía de múltiples maestros → Da flexibilidad a los diseños y permite construir sistemas inteligentes y redundantes.
- CAN 2.0B funciona a velocidades de transferencia de hasta 1 Mbps → Da suficiente ancho de banda de comunicación de datos para varios sistemas de control de tiempo real.
- El protocolo CAN permite que cada trama de datos transporte hasta 8 bytes de datos del usuario por mensaje → Incorpora una amplia gama de señalizaciones para diversos diseños
- Cada nodo de una red CAN tiene varios *buffers* o buzones (*mailboxes*) de mensajes. Cada uno tiene un identificador → Así ofrece considerable flexibilidad en el diseño de sistemas

## Factores a considerar para el diseño

### 1. Distancia/ambiente

- CAN 2.0B → 1Mbps hasta 40 metros
  - CAN 2.0A → 125 Kbps hasta 500 metros
- Disponibles para ambientes difíciles, ruidosos, como industriales y automotrices.

### 2. Requerimientos de confiabilidad

- Detección íntegra de error y confirmación
- Retransmisión automática del mensaje (cuando se detectó un error)
- Probabilidad de no detección de un mensaje con error  $<4,7 \cdot 10^{11}$

### 3. Número de nodos o unidades de control individuales (MCU)

- Depende del capa física de la red
- Factible  $>100$

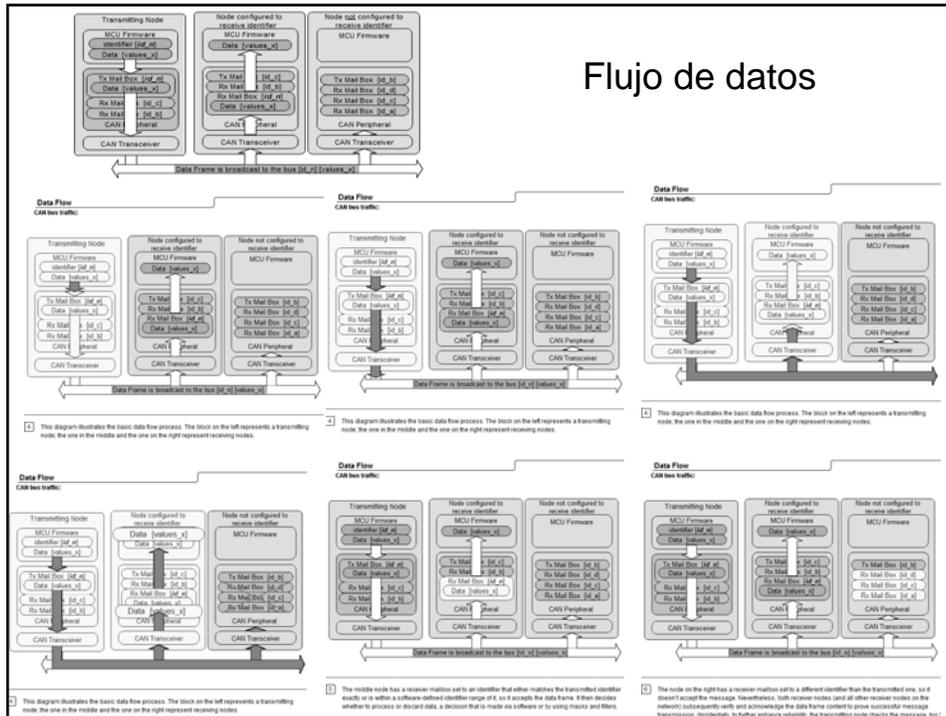
### 4. Número de maestros

- Cada nodo puede inicializar la comunicación y competir por el acceso al bus
- Un nodo defectuoso no inhabilita al bus

### 5. Velocidad neta de transferencia de datos

- A 1 Mbps (incluye el encabezamiento del protocolo de la red) es de hasta 577 Kbps

## Flujo de datos



## Bibliografía

<http://www.techonline.com/learning/course/100443;jsessionid=42H0XVFN0TRZ4QSNLPSKHSCJUNN2JVN>

[http://es.wikipedia.org/wiki/CAN\\_bus](http://es.wikipedia.org/wiki/CAN_bus)

<http://mecanicavirtual.iespana.es/canbus.htm>

[http://es.volkswagen.com/vwcms\\_publish/vwcms/master\\_public/virtualmaster/es/mundo\\_vw/innovacion/Technik\\_Lexikon/can-bus.index.html](http://es.volkswagen.com/vwcms_publish/vwcms/master_public/virtualmaster/es/mundo_vw/innovacion/Technik_Lexikon/can-bus.index.html)

<http://www.canbus.galeon.com/electronica/canbus.htm>