



CURSO
REDES CAN Y SISTEMAS MULTIPLEXADOS



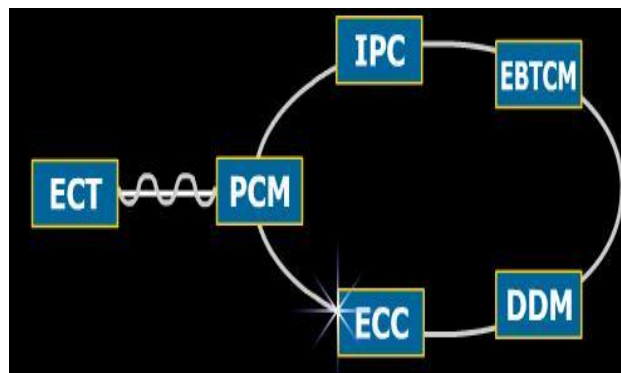
REDES CAN Y SISTEMAS MULTIPLEXADOS

Los diferentes sistemas anti contaminación, seguridad y confort instalados en los nuevos modelos de vehículos han llevado a la necesidad de utilizar diferentes módulos que controlen estas gestiones electrónicas.

Página | 2

Como cada uno de estos módulos requieren sensores, actuadores y un método de comunicación para el diagnostico, sería muy complicado disponer para cada uno de ellos estos tres elementos por separado por esta razón se hace necesario buscar por parte del fabricante la mejor ubicación para cada uno de los módulos y la manera de poder usar sensores en común para eliminar el tema de excesivo cableado por este motivo se requiere que exista una red de comunicación en la cual se comparte la información de los sensores y además lleva al conector de diagnostico (DLC) que comunicara con el scanner.

En el siguiente ejemplo se puede observar de qué forma varios módulos requieren la misma información de una misma condición, pero sería muy complicado que de este sensor saliera un cable con la señal para cada uno de los módulos que la necesiten. En el caso mostrado en la figura inferior se aprecia que hay una red de comunicación formada por 4 módulos de diferente aplicación.



PCM: Modulo de control del motor y transmisión.

IPC: Modulo de control del tablero de instrumentos.

EBTCM: Modulo de control del sistema de frenado (ABS).

DDM: Modulo de control de puertas y ventanas puerta lado del conductor.

ECC: Modulo de control del sistema de Aire acondicionado.

En la grafica se aprecia una red formada por estos cinco módulos, la configuración propia de los diferentes tipos de red se explica más adelante.

Se puede apreciar que la señal del ECT Sensor de Temperatura del Motor es llevada a través de su conexión típica de dos cables al PCM, en este caso la señal llega a este modulo como un voltaje variable que depende de la temperatura.

Pero una vez que pasa por el PCM este mismo se encargara de colocar en la red la información de temperatura, pero no como un voltaje variable dependiente de la temperatura si no como una serie de pulsos digitales llamada comunicación o lenguaje de comunicación esta información es colocada en la red y va a ser usada por el modulo que la necesite, en este caso la tomaran los siguientes módulos:

- **IPC:** La utiliza para colocar la lectura de temperatura del motor en el panel de instrumentos.
- **PCM:** La utiliza para controlar la inyección de combustible de acuerdo a la temperatura y realizar diversas funciones como Warm Up, y desconexión de cilindros por seguridad, además el PCM se encarga de colocar la información de temperatura en la red.
- **EEC:** La utiliza para operar las estrategias de acondicionamiento de aire, en la cabina de pasajeros y operar las funciones del compresor solo en condiciones seguras.

En el caso de los dos módulos restantes **DDM** y **EBTCM** ellos dentro de sus estrategias no requieren la información de temperatura del motor y aunque por la red a la cual ellos hacen parte llega este mensaje, simplemente no lo utilizan.

Este mensaje está completamente codificado para que estos módulos puedan leer la información, se puede dar el caso que se cambie uno de estos módulos por otro exactamente igual de otro automóvil y simplemente no funcione el modulo porque requiere ser programado o configurado con las características propias del auto.

En esta grafica se observo parte de una red que luego puede comunicarse con otra red dentro del mismo automóvil que se comunique con el scanner, las complejidades de estos arreglos dependen del nivel de confort, seguridad y controles del motor con el cual este equipado el auto.

TIPOS DE CONFIGURACIONES DE UNA RED

Las redes de aplicación Automotriz presentan diferentes configuraciones las cuales dependen del fabricante que diseñe la electrónica del auto y del arreglo o diversos componentes que estén instalados en cada uno de los modelos.

Configuración punto a punto: Este es el tipo de configuración más sencilla que se puede encontrar en una red y esta red está compuesta únicamente por dos módulos tiene la ventaja de un arreglo sencillo cuando se utilice comunicación entre dos módulos, no posee uniones ni

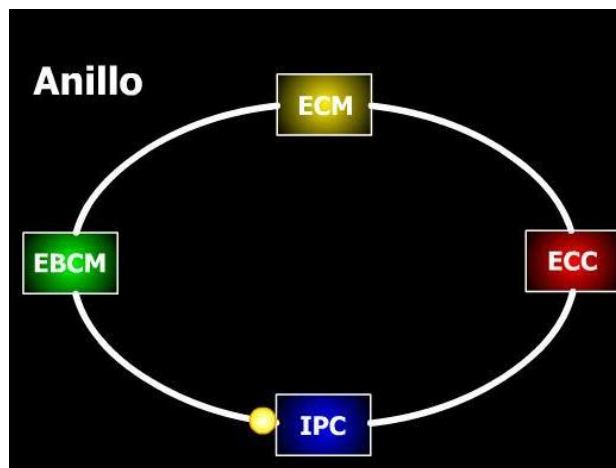
conexiones, un ejemplo claro es cuando se tiene comunicación del PCM con el scanner ahí hay una comunicación punto a punto.



Este tipo de configuración puede utilizar uno o dos cables trenzados.

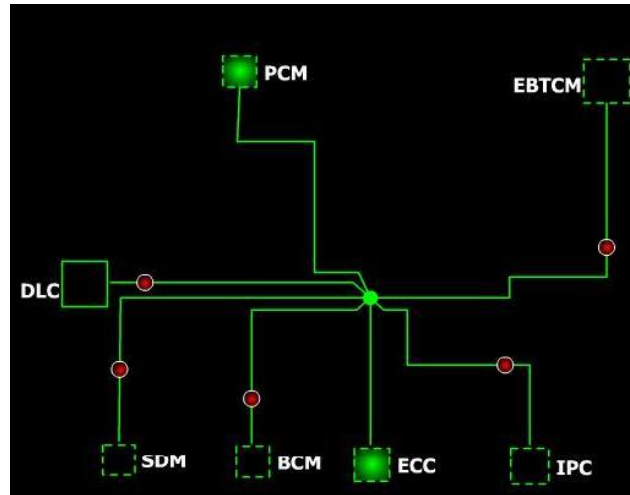
Configuración anillo:

Este tipo de configuraciones hace parte de redes más grandes en las cuales se encuentran entre 4 y 20 módulos, presenta la ventaja de la redundancia con lo cual si el canal se abre la información puede viajar en otra dirección y llegar a algunos módulos. Una desventaja notable es que se requiere por cada modulo un mínimo de dos nodos de conexión lo que trae consigo más conexiones y más cableado. Un método muy usado es un cable de fibra óptica.



Conexión estrella: Presenta la ventaja de tener una estructura muy centralizada con lo cual si algo ocurre en la conexión de un modulo o en un modulo, dejara fuera solo ese componente y una desventaja es que existe un nodo central con lo cual se genera una gran cantidad de cableado desde cada uno de los módulos hasta este nodo, a este nodo en el cual se encuentran todas las uniones se le denomina nodo maestro.

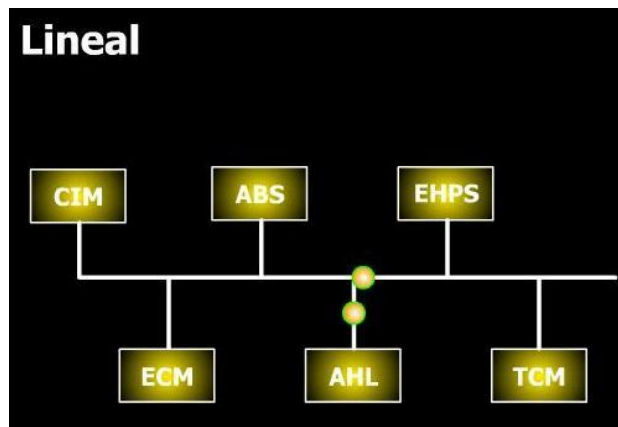
El método usado para interconectar los módulos es a través de un solo cable.



Configuración lineal: Esta configuración presenta una ventaja muy grande que es la mínima cantidad de cable para la red, también se hace muy fácil establecer una ruta del alambrado a lo largo del vehículo y no requiere ningún tipo de orden en la lectura de los datos por parte de cada uno de los módulos.

Una evidente desventaja es que como se rompa el cable de comunicación quedaran deshabilitados los módulos desde la ruptura hasta el final de la red.

El método usado para la conexión es uno o dos cables trenzados.



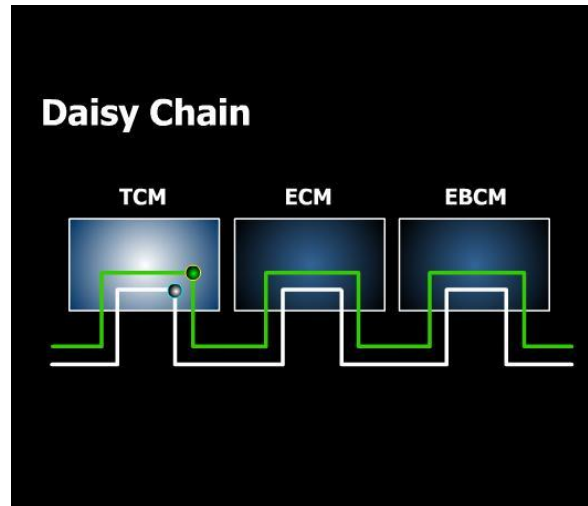
Configuración DAYSY CHAIN (Dos Cables): Este tipo de configuraciones es la más utilizada en la actualidad en la mayor parte de los fabricantes de vehículos, por su estructura sencilla permite una red con el menor número de nodos posibles y el hecho que se tengan dos canales con la misma información brinda una gran seguridad.

Como desventaja se puede tener que, en el eventual caso de ruptura de la cadena de comunicación,

varios módulos pueden quedar fuera de servicio.

Otro aspecto que hace parte de las desventajas es que si alguno de los módulos es desconectado la red queda interrumpida en ese punto.

El medio usado es dos cables trenzados en toda la RED.

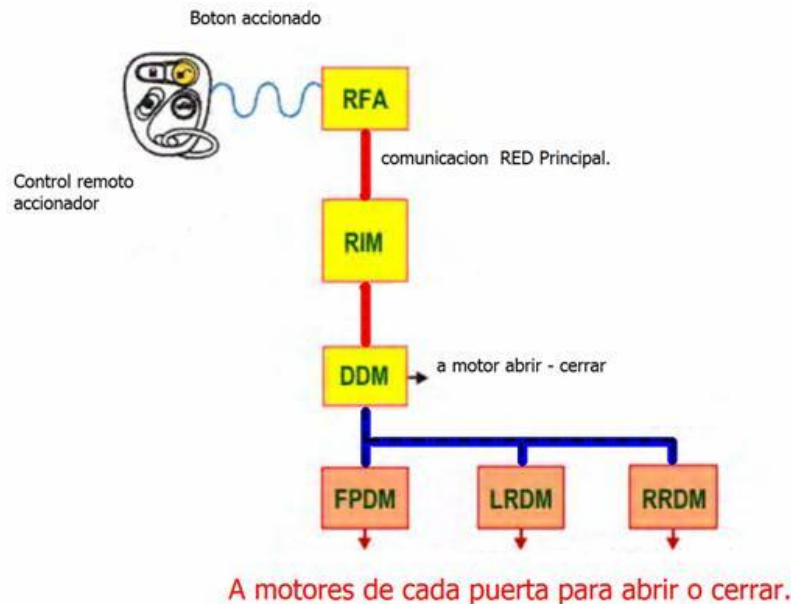


Configuración MAESTRO ESCLAVO: En las redes de comunicación de los automóviles existen casos en los cuales hay una comunicación entre módulos, pero de forma completamente independiente a la comunicación de la red principal, en cualquier caso, por lo menos uno de esos módulos debe tener comunicación con la red principal, y los otros módulos actuarán bajo los requerimientos del módulo conectado a la RED.

Así el que está conectado a la red se llamará MAESTRO y el o los módulos que estén conectados a este siguiendo las instrucciones del maestro se llamarán esclavo.



En el siguiente ejemplo se puede apreciar una estructura de red MAESTRO – ESCLAVO en la cual las puertas del automóvil serán abiertas a través de un control remoto , para esto cada puerta debe contar con un motor accionador y este motor debe estar controlado con un modulo ubicado también en la misma puerta , pero no es necesario que todos los módulos de puertas y seguros que dependen de esta señal para poder operar reciban la onda del accionador remoto , lo mejor sería que un módulo muy bien ubicado la reciba y la transporte como dato seriado a los módulos de las puertas , adicional a esto es importante que no solamente este tema del remoto quede en estos módulos receptor y puertas , sino que también en la red del automóvil este dicho mensaje , puesto que lo más seguro es que muchas otras funciones dependen de esta indicación , como por ejemplo un modulo de luces puede encender las lámparas de cortesía al recibir la señal de desbloqueo de puertas.



En esta grafica se puede apreciar que con el control remoto de bolsillo se puede controlar el desbloqueo de seguros en las puertas , al accionar el botón Abrir una radio frecuencia es llevada hacia un modulo receptor especialmente ubicado en el vehículo RFA (Actuador función remota) , este modulo toma la señal del accionador y la coloca como mensaje en la RED principal , la cual esta sombreada con rojo , este bus de datos pasa por el modulo RIM (Modulo de integración trasero) y luego llega hasta el modulo DDM (Modulo de puerta del conductor) a este modulo llega el requerimiento de abrir puertas en ese caso este modulo controla el seguro de la puerta del conductor la cual acciona y coloca el mensaje hacia los demás módulos que comandan el resto de puertas ,FPDM (Modulo de puertas de pasajero delantera) , LRDM (Modulo de puertas traseras izquierda) , RRDM (Modulo de puertas trasera derecha).

El DDM recibe un mensaje proveniente de la RED principal del vehículo, pero los módulos FPDM, LRDM, RRDM reciben un mensaje que les da el modulo DDM en este caso estos módulos se pueden comunicar con su modulo maestro, pero no lo pueden hacer con ningún otro modulo, mientras el DDM se puede comunicar con la RED y con sus módulos esclavos, la red interna del maestro y esclavo esta sombreada con azul.

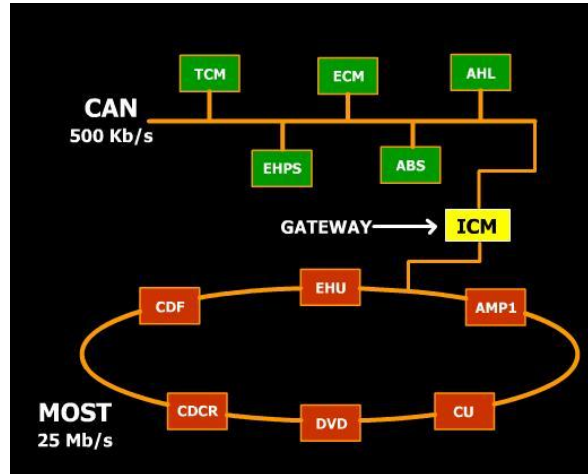
Configuración utilizando una compuerta o GATEWAY

En los diferentes sistemas multiplexados de los automóviles se van a encontrar configuraciones de red independientes las cuales tienen su propio protocolo de comunicación y velocidad de transmisión de datos como también su arreglo ya sea por un cable por 2 cables etc.

Pero como al final entre todos los sistemas debe existir una comunicación se hace necesario que una configuración independiente se comunique con otra configuración diferente para esto se utiliza un modulo compuerta, el cual va a servir de unión entre 2 o mas redes independientes en el mismo automóvil.

Este módulo compuerta (GATEWAY), debe manejar tantos protocolos de comunicación como redes este comunicando, pero muchas veces el gateway no trabaja para ninguna de las redes que enlaza puede ser un modulo que no tiene nada que ver con la gestión de las redes que comunica, simplemente traduce los mensajes.

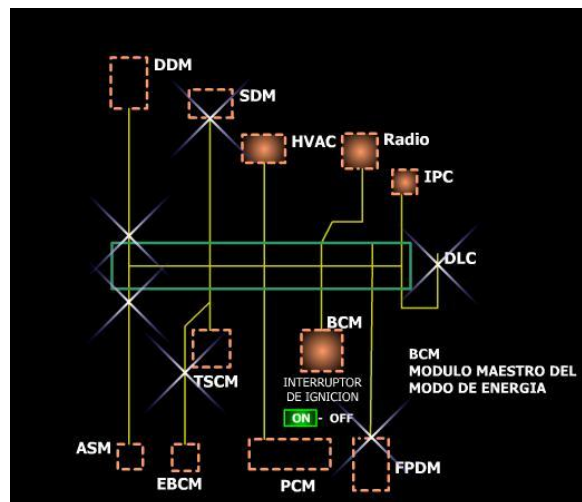
En la grafica inferior podemos observar un ejemplo de GATEWAY, la primera red(Sombreada verde), tiene una configuración lineal y un protocolo de comunicación CAN con una velocidad de 500 Kb/s entre los módulos que interconecta esta por ejemplo el Engine control module ECM y el TCM transmisión control module y en la segunda red se presenta una configuración anillo con un protocolo de comunicación MOST con velocidad de 25 Mb/s mucho más rápida que la anterior en esta red se puede ver DVD modulo reproductor de video y también el CDCR modulo reproductor de sonido esta red hace parte del confort del automóvil , pero aunque pareciese que no tienen nada en común o que requerirían comunicación alguna dado sus diferencias de aplicación en el auto estos elementos tienen cosas en común , por ejemplo , el sistema de confort en su reproductor de música aumenta la intensidad del sonido a medida que el automóvil incrementa la velocidad , pero la velocidad del automóvil medida por el VSS (Vehicle speed sensor) , es tomada por el ECM y colocada como mensaje en la primera red sombreada en verde , ahora si la segunda red (sombreada rojo) quisiera leer esta información no podría tomarla directamente puesto que las velocidades de comunicación son muy diferentes lo cual cambia completamente el protocolo , para esto usa un modulo que hace las veces de GATEWAY el cual es el modulo ICM , este modulo , no hace parte de ninguna de las dos configuraciones de red , solamente actúa como un traductor para que las dos redes puedan comunicarse.



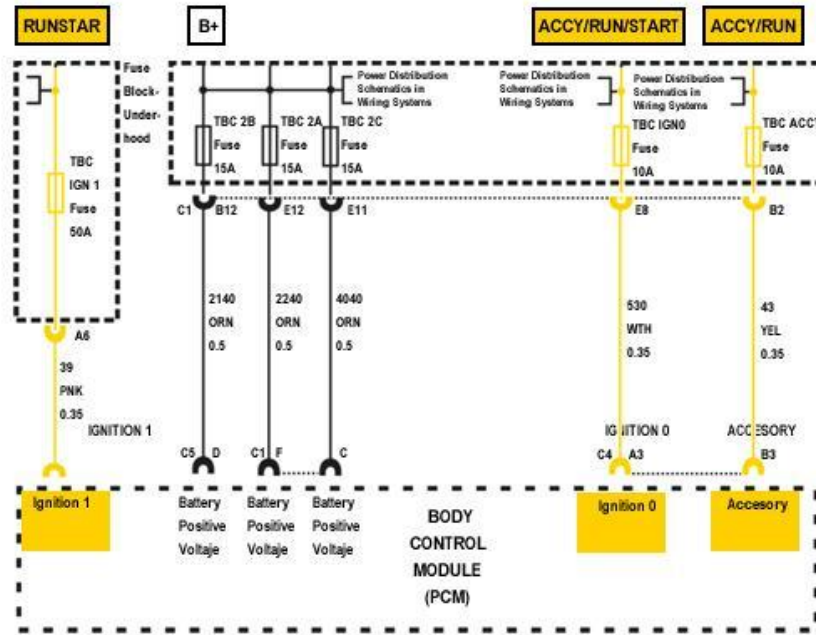
Configuración para MODO DE ENERGIA.

Una de las nuevas funciones que permite el tema del multiplexado es el sistema modo energía , con el cual un modulo es denominado maestro de energía y su principal función recibir las diferentes señales del interruptor de encendido e informarla a los demás módulos para que inicien o concluyan sus operaciones , o sea que ya no hace falta en algunos casos un cable que coloque el positivo de contacto al modulo , si no que este requerimiento viene dado por un mensaje que coloca en la red el modulo maestro de energía para que los demás módulos comiencen o terminen sus operaciones.

En la siguiente imagen se puede apreciar al modulo BCM (Boda control module), para esto este modulo recibe varias señales del interruptor de encendido y de esta forma informa a los demás módulos que deben iniciar o finalizar las acciones , ahora en el momento que el BCM recibe el cambio por parte del interruptor de encendido este puede tomar un tiempo en enviar las señales a los demás módulos para esperar que terminen sus funciones , así un modulo que ya termino sus funciones puede pasar a la posición **sleep** (Dormir) y ahorrar energía para el auto.



En la siguiente grafica se puede apreciar como el BCM toma varios positivos de contacto, esto no solo usa para conocer el estado del interruptor sino también para poder tener plena seguridad de esta operación, de lo contrario procederá a diagnosticar un código referente a este aspecto.



Con el scanner se puede verificar cual de los módulos se encuentra activo o inactivo una vez que el contacto va a OFF, otra opción puede ser colocar en modo dormir , de esta forma se pueden diagnosticar muchas funciones de la RED.



LINEAS DE COMUNICACIÓN Y DATOS SERIADOS

Existen muchos tipos de sistemas en los cuales se enlazan varios módulos conformando una red, esta red se puede clasificar por su configuración, en las cual encontramos varios arreglos (Anillo, estrella entre otras), pero cada arreglo de redes presenta un lenguaje con el cual un modulo se comunicara con otro y así mismo con el scanner, el conocimiento de cómo es la estrategia para comunicara cada modulo , ayuda al diagnostico de las redes con equipos adecuados como lo es el osciloscopio , cada configuración requiere un PROTOCOLO , estos protocolos vas de acuerdo al año de fabricación del automóvil y también del requerimiento de velocidad de comunicación a medida que aumentan las necesidades de transmisión de datos a alta velocidad aparecen nuevos protocolos que permiten lograr estos enlaces.

Página | 11

Algunos de los puntos a tener en cuenta por los fabricantes para diseñar sistemas de comunicación son los siguientes:

- **Configuración:** De acuerdo al arreglo de los módulos, cambia el protocolo, si están en anillo la información entra a cada uno de los módulos y sale, cada modulo toma lo suyo, pero si se encuentran en configuración estrella, la información llega igual a cada uno de los módulos y cada uno leerá lo que le corresponde.
- **Transmisión de datos en Bits:** De acuerdo con cada requerimiento de configuración se hace necesario velocidades mínimas para que puedan llegar los mensajes a tiempo, por ejemplo, una configuración de red que contenga el modulo de Air Bag, maneja más velocidad que la red que contenga los módulos de puertas, puesto que es mucho más importante la velocidad de comunicación en el caso del airbag, algunas redes modernas utilizan velocidades hasta de 500Kb/Seg.
- **Aplicación:** En casos especiales las redes están diseñadas para manejar datos muy específicos, por ejemplo, una red multimedia, aparte de manejar mensajes muy independientes utiliza aplicaciones de acuerdo al fabricante, lo que puede cambiar de modelo a modelo esto lleva a redes muy veloces y con medios de transmisión diferentes a los demás medios de las redes del vehículo.
- **Medio de transmisión:** El medio de transmisión puede ser a través de cableado convencional, o en algunos casos se utiliza materiales especiales como la fibra Óptica ejemplo redes MOST de GM, la fibra óptica utiliza luz con emisor y receptor de esta forma se hace muy liviana la transmisión y muy veloz, en estos sistemas una reparación requiere cambio completo del conductor.
- **Número máximo de computadoras disponibles a enlazar:** El número máximo de módulos enlazados es importante porque la señal bajando de acuerdo con el recorrido del cableado, las señales van tendiendo caídas de tensión en el cableado y el tema del tren de pulsos es muy importante porque cada modulo debe recibir señales muy correctas respecto a amplitud y frecuencia.
- **Medio utilizado para enlazar los módulos:** En las configuraciones de las redes hay casos en las cuales se requiere un medio especial como por ejemplo dos cables, redes con protocolo CAN utilizan por ejemplo dos conductores en los cuales manejan trenes de pulsos iguales en amplitud y frecuencia, pero inversos en sentidos de tensión, con lo cual hay una línea de respaldo al mensaje.

PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN CAN.

Existen diversos sistemas de comunicación y varios protocolos por cada requerimiento de la red, pero un tipo de comunicación que cobra cada día más importancia es el protocolo CAN, este sistema está incorporado en muchas marcas y se volverá obligatorio como protocolo de comunicación para el DIAGNOSTICO ABORDO en el control de emisiones.

Página | 12

CAN, o CAN Bus, es la forma abreviada de Controller Area Network. Es un bus de comunicaciones serial para aplicaciones de control en tiempo real, con una velocidad de comunicación de hasta 1 Mbit por segundo, y tiene excelente capacidad de detección y aislamiento de errores. Es decir, esta es la mejor y más nueva tecnología actual en los vehículos. De hecho, varios fabricantes de vehículos desde el 2003, incluidos Toyota, Ford, Mazda, Mercedes Benz, BMW y otros ya tienen instalado este sistema. Del mismo modo que OBD 2 fue obligatorio para todos los vehículos desde 1996, el CAN Bus será de instalación obligatoria en todos los vehículos a partir de 2008.

Este sistema emplea dos cables en los cuales viajan dos señales exactamente iguales en amplitud y frecuencia, pero completamente inversas en voltaje el módulo con estos dos pulsos identifica el mensaje, pero también tiene opciones de mantener la red activa aunque falle uno de los cables de comunicación. Durante varios años, los fabricantes de automóviles solamente han tenido la opción de elegir entre cuatro protocolos de comunicación: ISO 9141, J1850PWM, J1850VPW, KWP 2000 / ISO 14230-4.

El sistema CAN proporcionó a los fabricantes de automóviles una nueva conexión de alta velocidad, normalmente entre 50 y 100 veces más rápida que los protocolos de comunicación típicos, y redujo el número de conexiones requeridas para las comunicaciones entre los sistemas. Al mismo tiempo, CAN proporcionó a los fabricantes de herramientas de diagnóstico una manera de acelerar las comunicaciones entre el vehículo y su herramienta.

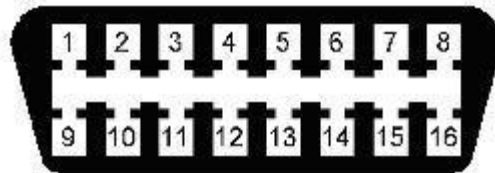
El diagnóstico se ve muy beneficiado ya que la mayor velocidad de comunicación les permitirá en el futuro, a través de su herramienta de escaneo, ver datos casi en tiempo real, tal como ahora ven datos de sensores con sus scanners.

El estándar CAN ha sido incorporado a las especificaciones de OBD 2 por el comité de la International Standards Organization (ISO) y está especificado bajo la norma ISO 11898 (Road Vehicles - Controller Area Network) y definido en los documentos de ISO 15765 (sistemas de diagnóstico de vehículos). El California Air Resources Board (CARB) acepta estas normas de ISO debido a que contribuyen a cumplir con su misión de regular y reducir las emisiones de los vehículos.

Desde 2003, varios fabricantes de automóviles ya han implementado la nueva norma en sus vehículos, pero CARB requiere que para 2008, todos los modelos de vehículos vendidos en los Estados Unidos deberán cumplirlo.

Explicación del sistema CAN.

El sistema CAN (Control Area Network), se puede dar con una configuración de tipo lineal o Daisy Chain de doble cable, esto con un conductor especialmente diseñado con unas características muy específicas de resistencia y conductividad, en el caso de conector doble cable se presenta con dos cables entorchados entre sí que siempre finalizan en el conector de diagnostico.



Descripción de los Pines

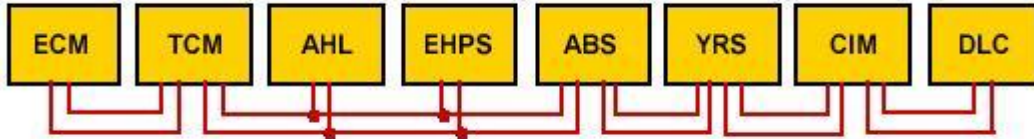
- 2 - Comunicación SAE VPW/PWM, SAE J1850
- 4 - Masa Vehículo
- 5 - Masa Señal
- 6 - CAN, línea alta, SAE J2284.
- 7 - Comunicación ISO 9141-2 (Línea K)
- 10 - Comunicación PWM, SAE J1850
- 14 - CAN, línea baja, SAE J2284.
- 15 - Comunicación ISO 9141-2 (Línea L)
- 16 - Positivo Batería.

La velocidad de transmisión de este sistema oscila entre 500 Kb/s y 1 Mb/s lo que brinda una muy buena tasa de transferencia incluso para sistemas de seguridad como **ABS** y **Airbag**, este tipo de red puede aplicarse en sistemas de comunicación de datos como por ejemplo una red aislada en un vehículo o como red de información y diagnostico, que es la más usada en donde no solo comunica internamente módulos si no que también sirve de enlace con el scanner a través del DLC, en este caso el scanner hace parte de la red y se conecta en paralelo por dos pines del conector (6 y 14).

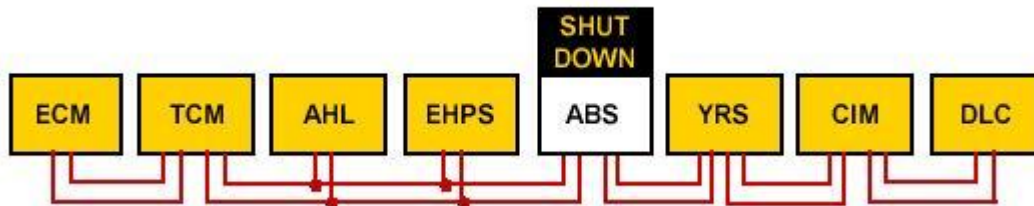
La capacidad de operación de este tipo de redes está limitado por la tasa de transferencia esta se ve afectado por el numero de módulos que estén adheridos a la red en este caso de CAN puede soportar con un solo Multiplexor hasta un máximo de 16 computadoras y todas estas a través de un par de conductores en el cual cada uno puede presentar un máximo de longitud de 30 metros.

Los módulos están en la red a través de dos cables, en esta se puede presentar dos tipos de empalme un empalme en el cual el modulo se conecta en paralelo de esta forma toma toda la información de los demás módulos, pero su desconexión no implica ningún problema para que la red siga funcionando y una conexión en serie donde los dos conductores CAN

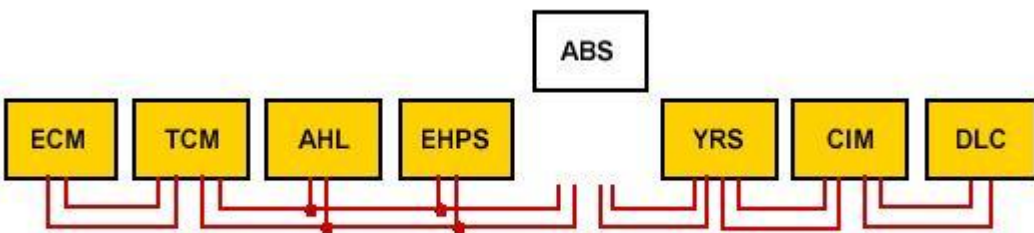
pasan por dentro del modulo , en este caso una desconexión del modulo puede poner en riesgo el buen funcionamiento del sistema, puesto que de ahí en adelante quedarían deshabilitados el resto de módulos.



En esta grafica se puede apreciar como los módulos TCM, YRS, CIM están conectados en serie con la red, en ellos existen 4 pines relacionados con CAN 2 de entrada y dos de salida, existe una posibilidad de que el modulo falle internamente, en este caso el sistema no se corta, está pensado que si algunos de estos módulos que esta conectados en serie llegase a fallar podría continuar comunicando aunque no funcione esto se llama que el modulo esta SHUT DOWN, esta característica se presenta si el modulo falla pero no se coloca ni en corto circuito internamente si se desconecta.



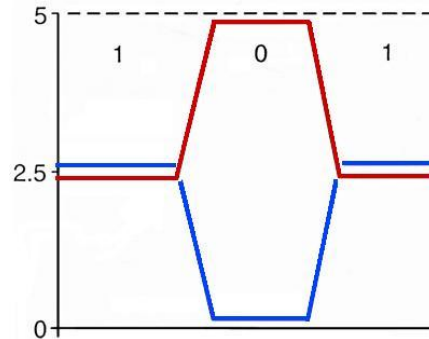
Si se llegase a desconectar el modulo ahí si se rompe toda comunicación con los módulos siguientes, es importante analizar los esquemas de la red para saber cuáles pueden ser las causas de los problemas de comunicación, en esta se debe determinar si el modulo se puede o no se puede desconectar. En el caso de desconexión quedaría la red cortada en 4 pines.



Aquí en esta grafica el modulo del ABS corto la red y los módulos YRS, CIM y el scanner quedaron

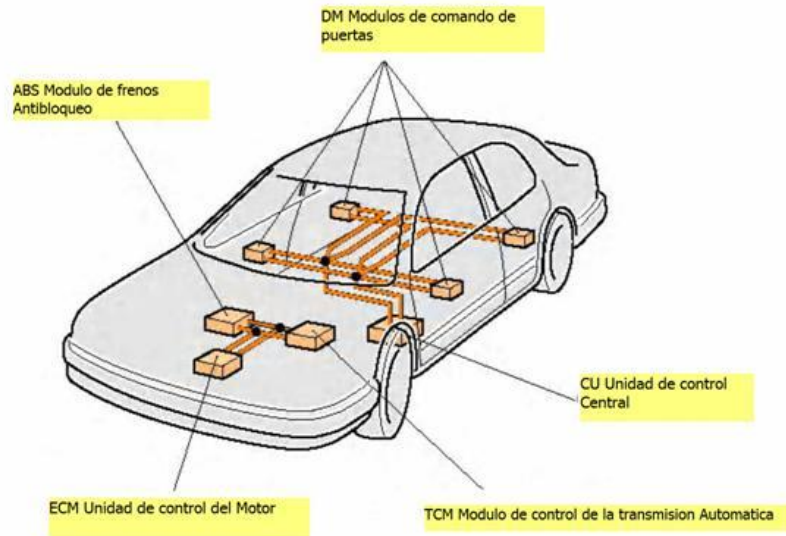
fuera de comunicación, pero el motor va a encender puesto que el PCM sigue funcionando.

Las líneas Can de dos cables presentan conductores dobles entorchados en los cuales la información es igual en características de amplitud y frecuencia de pulso, pero inversas en sentido eléctrico.



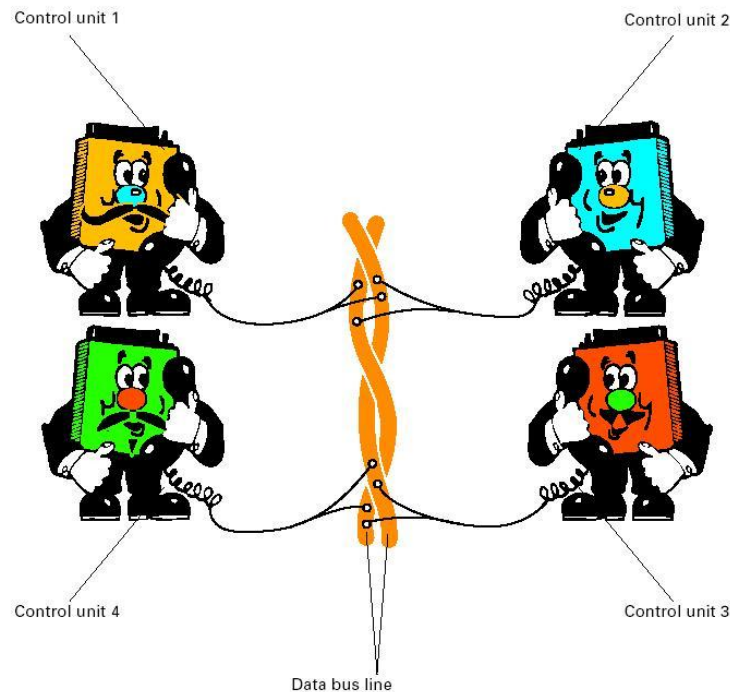
Existen un nombre para cada una de estas líneas de datos , la primera es la CAN High , esta por su nombre indica Alta , aquí se presenta una variación de amplitud que va de menos a más, en muchos sistemas se tiene que el pulso va de 2.5 a 5 voltios con una duración que corresponde a los mensajes de la red y el caso de CAN low por su nombre indica bajo va con pulsos de 2.5 a 0 Voltios, pero como característica importante se puede apreciar la grafica superior que la duración de estos pulsos (0) es la misma tanto en High como en Low.

La red can está diseñada para poder interconectar varios módulos y que estos compartan información, esto hace los automóviles mucho más versátiles y permiten aumentar más sistemas de control porque comparte información de una característica física con otro modulo.



Como todas las computadoras están compartiendo información usando la RED CAN, ellas necesitan tener un orden para esta gestión, eso hace parte de los protocolos de comunicación y en este cada modulo de control hace un llamado o una petición a la red o bus de datos para tomar la información necesaria, y luego colocara en este mismos bus de datos la respuesta pedida por otro modulo o la tarea asignada a cualquiera de ellos.

Para cada acción de comunicación se establece un orden así que cada modulo conoce este protocolo y maneja el mismo lenguaje ordenado, cuando un scanner se conecta a la red se suma como un modulo mas, quien también va a llamar a la red para compartir sus requerimientos de información.



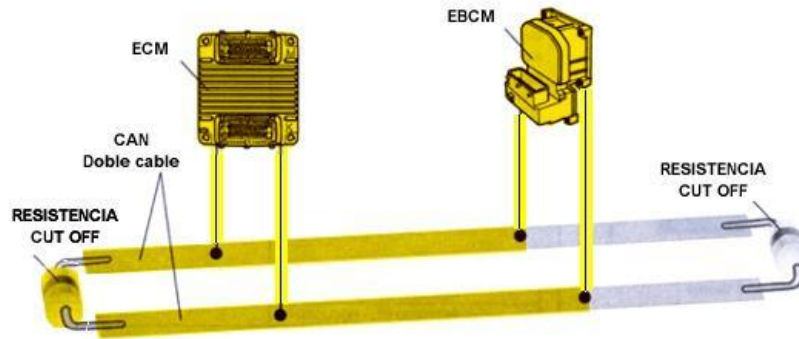
Cada modulo de control tiene un transmisor CAN, este transmisor se encarga de tomar los los mensajes de la red como pulsos eléctricos (Protocolo Can) y ponerlos en lenguaje apropiado al micro controlador de la unidad de control.

Por otro lado a su vez cada micro controlador de los módulos pasa su dato al transmisor para que este coloque en la red como mensaje, como el mensaje va viajando por la red es posible que un modulo lo tome dos veces, esto fuese algo como un eco en la red, para evitar eso se dispone de resistencias al final del bus de datos con lo que se quiere eliminar cualquier ruido que quedase libre en la red.

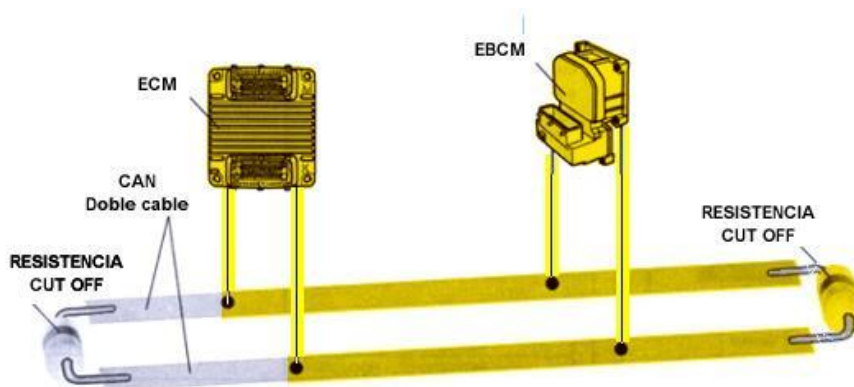
Estas resistencias tienen un valor específico para cada modelo se encuentran entre 120 y 450 Ohm's y son llamadas como resistencias CUT – OFF.

Se puede apreciar la comunicación entre el ECM (Modulo de control del motor) y el EBCM (modulo de control de frenos) , esta información va del EBCM al PCM y podría quedar libre , pero la respectiva resistencia CUT OFF elimina el posible eco que pudo quedar en la transferencia de información.





En este caso ahora la información va del ECM al EBCM, y es ahora cuando la resistencia de la derecha entra a trabajar, así elimina el posible eco que pudiese quedar en el mensaje el no disponer de la resistencia CUT es algo así como que podría recibir el mensaje dos veces.



Proceso de transferencia y recepción de datos: Cada vez que se quieren comunicar los diferentes módulos existen unos pasos que cada uno de ellos realiza se puede tener que para generar la emisión y recepción de mensajes se requieren las siguientes funciones.

Suministro del dato: Cada unidad de control a través de su procesador emite el mensaje de transferencia de datos CAN a su respectivo transmisor al interior del modulo

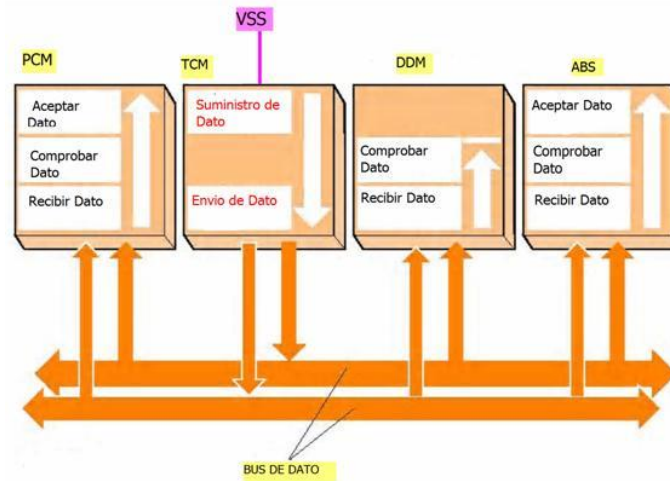
Envío del dato: El transmisor CAN se encarga de transmitir mediante los pulsos eléctricos los datos que el microprocesador al interior del PCM quiere enviar es así como este transmisor colocara en la red la respectiva información.

Recepción del dato: Del mismo modo que se envía os módulos de control correspondiente entran a recibir la información que encontraron disponible en la red esta es posible que les interese o no les interese.

Comprobación del Dato: Una vez recibido el dato por parte del modulo, este analiza si le es útil o si no le es útil, es decir hay mensajes que pueden ser recibidos, pero si no los requiere no los procesa, como por ejemplo un PCM puede recibir el mensaje o dato de la temperatura de la cabina, pero si no

requiere para sus funciones esta información simplemente no la procesa.

Aceptación de dato: Si el mensaje que fue recibido es uno que estaba esperando el PCM simplemente lo toma y lo procesa como información, en algunos casos el modulo que toma el dato como útil coloca en la red el mensaje de recibido como una manera de diagnosticar la misma.



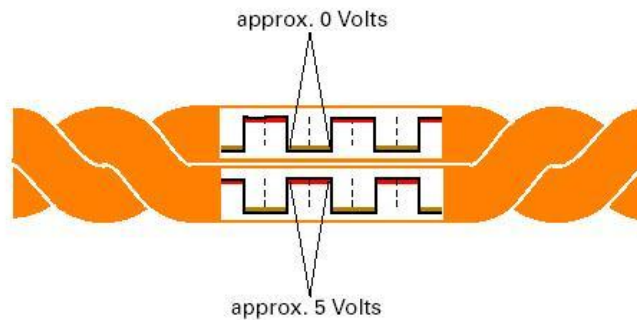
En el ejemplo del grafico anterior se puede apreciar que esta red está conformada por los módulos **PCM** (Control Motor), **TCM** (Control transmisión), **DDM** (Modulo de la puerta conductor), **ABS** (Control Motor).

En este caso la señal de velocidad esta generada por un sensor de velocidad ubicado en la transmisión automática **VSS**, esta señal puede ser análoga o digital dependiendo de la aplicación del sensor, pero independientemente de eso la tomara el modulo de la Transmisión TCM, en cada momento los módulos PCM, y ABS requieren esa velocidad para sus funciones, pero el modulo DDM , para nada requiere esta señal.

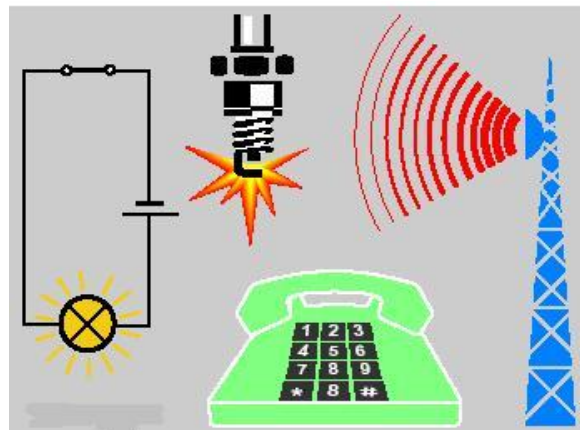
Es entonces cuando el modulo TCM una vez de procesar todo el tema de la señal del VSS se encarga de colocarla como mensaje en la red enviando el dato a través de su transmisor CAN , este dato viajara por la red y llegara a cada uno de los módulos , en este caso el PCM y ABS **reciben el dato** luego de recibirlo **comprueban este dato** a ver si lo requieren y como le es útil aceptan el dato y lo procesan como es correspondiente , pero en el caso del DDM aunque lo recibe y comprueba no lo acepta porque simplemente no le sirve de nada , si en algún caso se coloca un scanner en la red este enviara unos datos para cada uno de estos módulos de acuerdo al diagnostico , si se usara un scanner no adecuado , es posible que se tenga un mensaje erróneo y se puede crear un conflicto , porque el mensaje no contiene el protocolo que los módulos planean recibir.

Fallas en la Red Can.

Por tratarse de una comunicación muy rápida y donde prácticamente se tiene una señal digital sin corriente por los cableados se hace necesario una protección para los circuitos todos los sistemas multiplexados llevan un recorrido especial en sus conectores y cableados los cuales deben conservarse aunque se reparen las cosas , una línea de datos CAN generalmente viene entorchada y una manera de revisarla puede ser con la utilización de un osciloscopio apropiado , cualquier intento de medición con una lámpara de prueba o algún objeto parecido , puede arruinar uno o más módulos.



Algunos de los inconvenientes con estos sistemas tan precisos son las interferencias creadas por El encendido o factores externos como torres de transmisión de energía, para esto se dispone de cables trenzados y en algunos casos blindados de acuerdo con el sector en el cual se trabaje el circuito al interior del automóvil



GENERALIDADES DE LOS SISTEMAS DE REDES.

¿Por qué el Multiplexado?

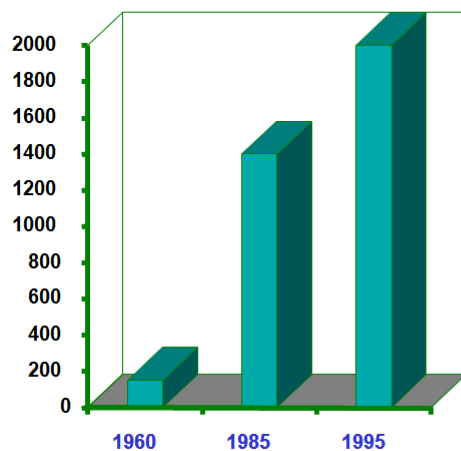


- **Aumento de los equipamientos en los vehículos**
Propuesta de los fabricantes de equipamientos de automóviles, demanda indirecta de equipamientos de confort por parte de la clientela (prestaciones)...
- **Consecuencias**
Proliferación de cajas y cables, interconexiones, peso ...
Aumento del riesgo de averías, dificultad de producción ...

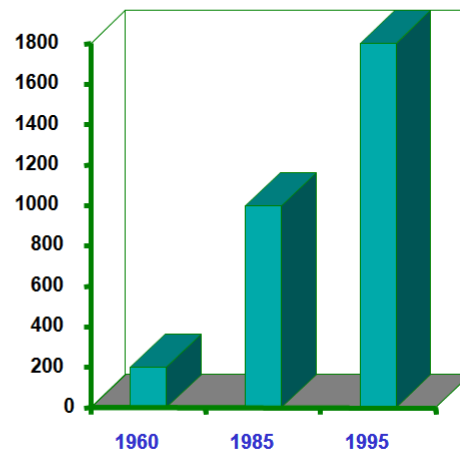


Hay que controlar la evolución del cableado

METROS (longitud de cableado)



NUMERO DE INTERCONEXIONES

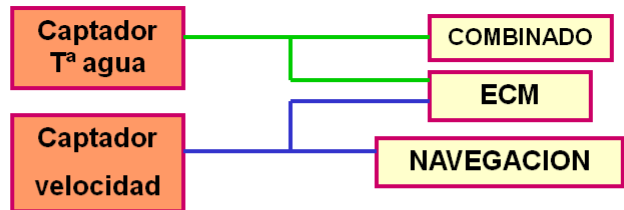


Soluciones:

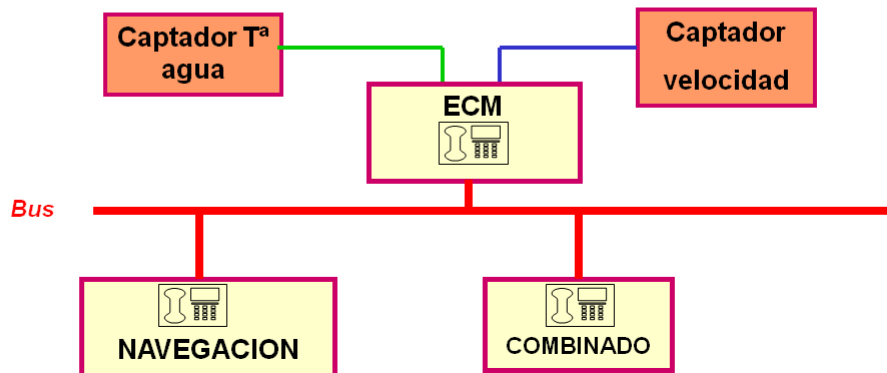
- **Integración de funciones múltiples en un mismo calculador**
Ej. : el calculador ECM: Inyección, encendido , FRIC, BRAC...
Ej. : el calculador ESP : ABS, ASR, MSR...
- **Utilización de una red de comunicación entre los calculadores**
El "multiplexado" consiste en hacer circular varias informaciones entre diversos equipamientos utilizando un canal de transmisión
- **Consecuencias**
Mejora de la comodidad de los usuarios por el desarrollo de nuevas funciones
Mejor gestión del consumo eléctrico ...

Esta etapa permite reducir el número de cableadas eléctricas y compartir las funciones entre los calculadores

Ejemplo:

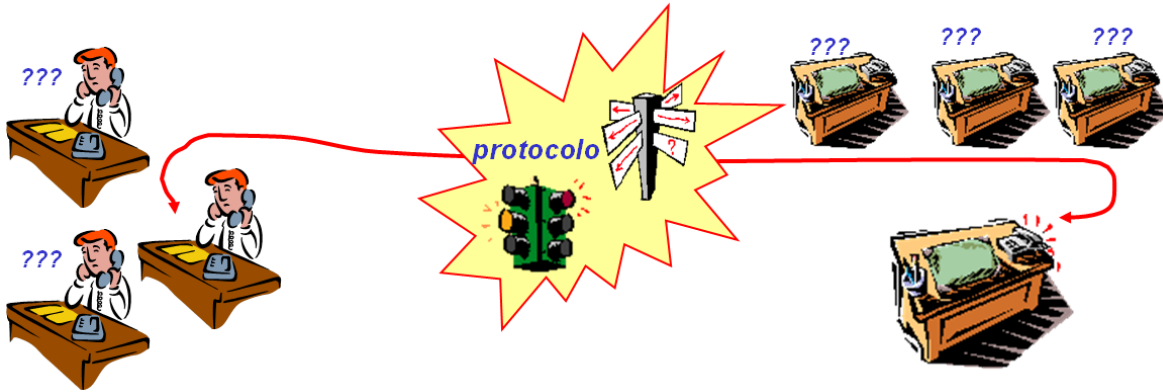


- **El uso del Multiplexado permite:**
Una simplificación del cableado, un enriquecimiento de las funciones y una reducción del número de captadores al compartir las informaciones .



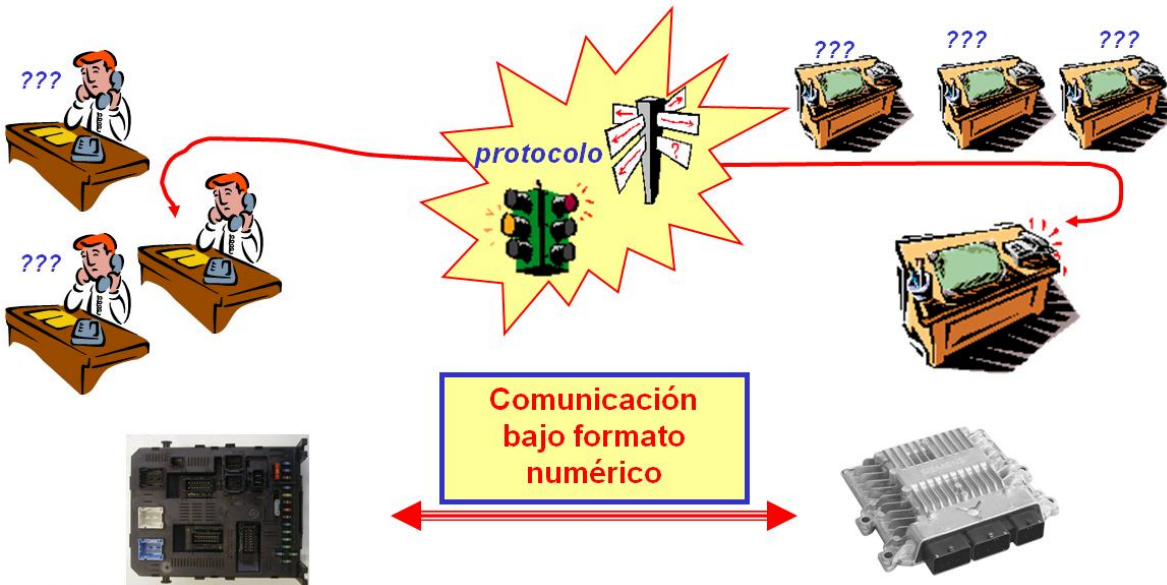
La comunicación

➤ ¿Cómo comunicar?



La comunicación

➤ ¿Cómo comunicar?



La comunicación

➤ *Las clases de multiplexado:*

Las clases A

Para el multiplexado Maestro / esclavo, caudales bajos, bajo coste

Las clases B

Para el multiplexado Multimaestros, caudales medianos

Las clases C

Para el multiplexado Multimaestros, caudales altos

Las clases D

Para las conexiones ópticas de datos

La comunicación

➤ *La elección de los fabricantes:*

VAN : **Vehicle Area Network**

Protocolo utilizado por PSA

CAN : **Controller Area Network**

Protocolo utilizado por PSA, VAG, MERCEDES, BMW, VOLVO, RENAULT...

J1850 :

Protocolo utilizado por CHRYSLER, GM, FORD

BEAN : **Body Electronic Area Network**

Protocolo utilizado por TOYOTA

La comunicación

➤ *Los jefes de obra:*

VAN :

➤ Constructores:

Desarrollo conjunto PSA – RENAULT



➤ Fabricantes de equipos de automóviles:

Siemens, Magneti Marelli, Valéo, Bendix, Sagem...

➤ Universidades, escuelas

➤ Red numérica de transferencia de datos

Ninguna consulta realizada a los usuarios

La comunicación

➤ *Los jefes de obra:*

CAN :

➤ Constructor:

Robert BOSCH GmbH



➤ Red numérica de transferencia de datos

Consultas realizadas a los usuarios





Formación MULTIPLEXADO

Las redes de comunicación



Las redes de comunicación



➤ *Definición de la red :*

- Conjunto de dispositivos electrónicos y de cableado que permite el intercambio multidireccional de informaciones .
- Cada dispositivo electrónico está equipado de una interfase electrónica estandarizada
- **La red de comunicación está compuesta:**



Calculadores
multiplexados



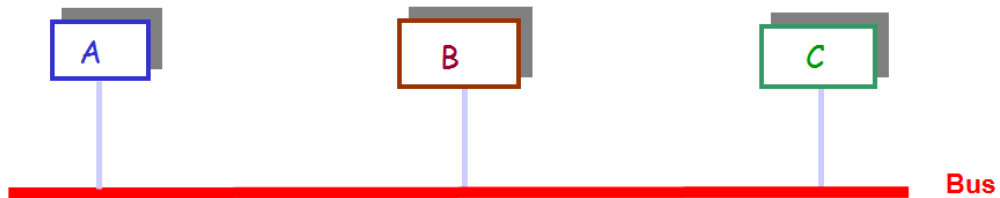
Puerto de
comunicación



Las redes de comunicación

➤ Topologías de las redes :

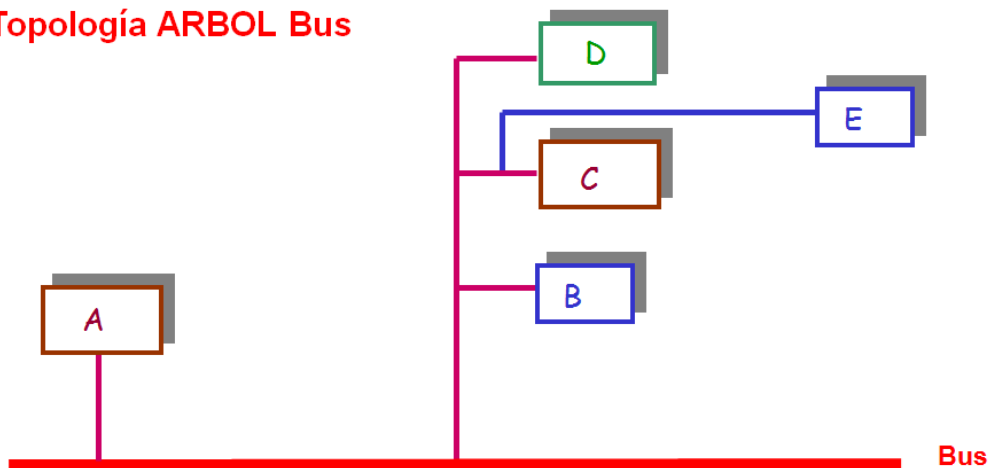
Topología BUS



Las redes de comunicación

➤ Topologías de las redes:

Topología ARBOL Bus

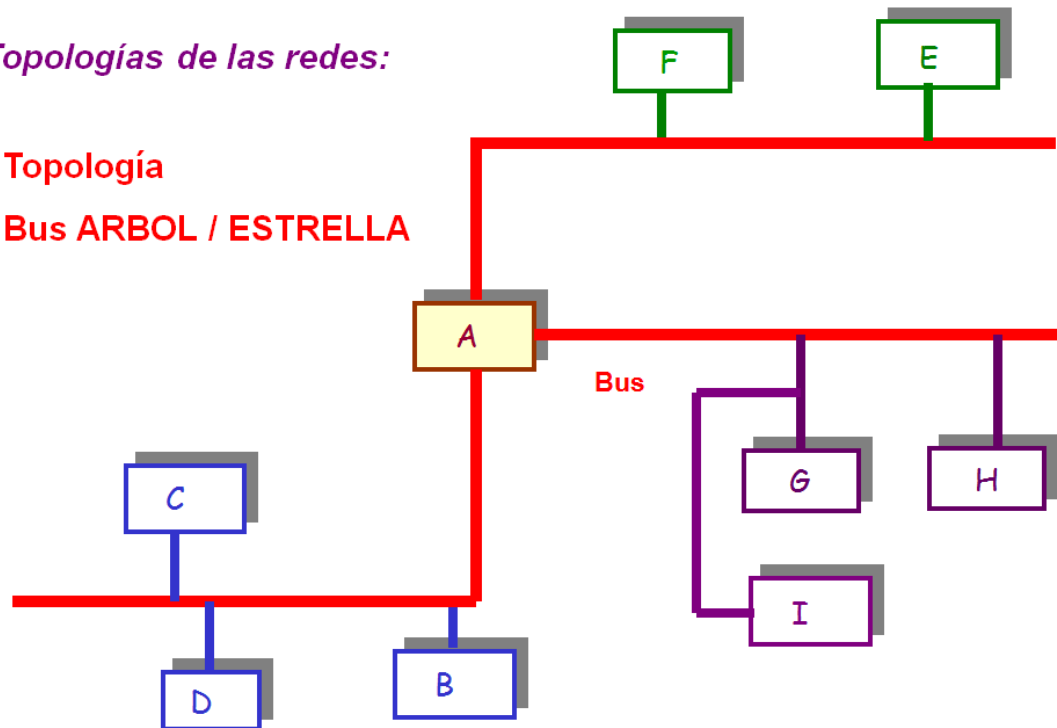


Las redes de comunicación

➤ Topologías de las redes:

Topología

Bus ARBOL / ESTRELLA



ARQUITECTURAS DE REDES

Arquitecturas tipos



➤ *Noción de arquitectura:*

La arquitectura de las redes es definida según las necesidades del constructor teniendo en cuenta costes y funciones a asegurar .

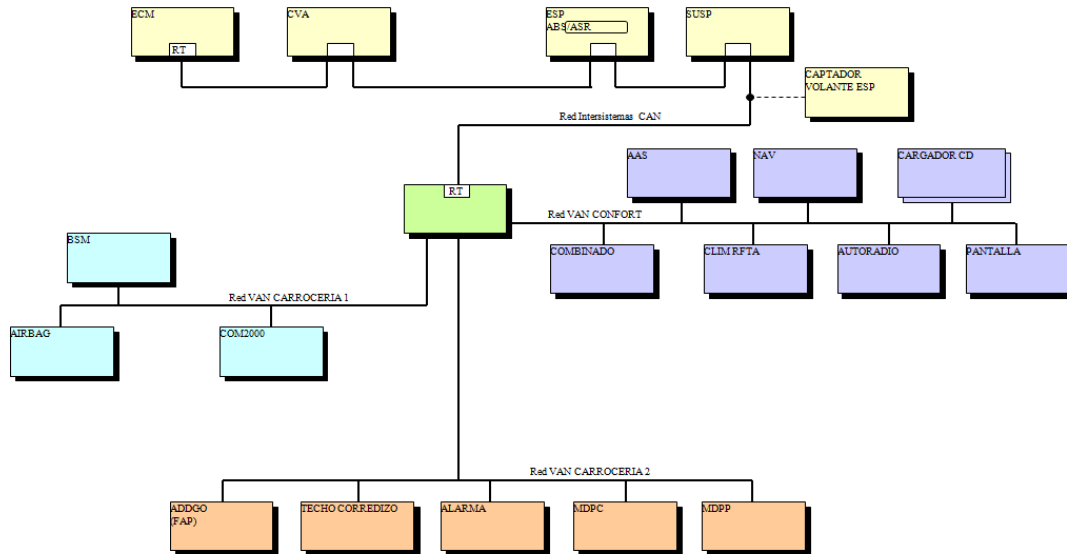
➤ Una red para intercambiar informaciones rápidas (Bus intersistema)

➤ Redes para hacer circular informaciones entre componentes de mandato y de potencia (Bus carrocería, confort)



Arquitecturas tipos

➤ Arquitectura Bi-VAN / CAN :



Arquitecturas tipos

➤ Arquitectura red Bi-VAN CAN :

**VAN : Vehicle Area Network
(Colaboración PSA - RENAULT)**

La red VAN confort : Caudal **125 kb/s**

- adaptado para las funciones de visualización, instrumentación ...
(RADIO, CLIM, EMF, CCD, NAV...)

La red VAN CARROCERIA: Caudal **62,5 kb/s**

- orientado sobre la seguridad de funcionamiento, bajo costo
- adaptado para las funciones elevallas, techo corredizo, alumbrado / lavado ...
- (AIRBAG, BSM, COM2000...)



Arquitecturas tipos

➤ **Arquitectura red Bi-VAN CAN :**

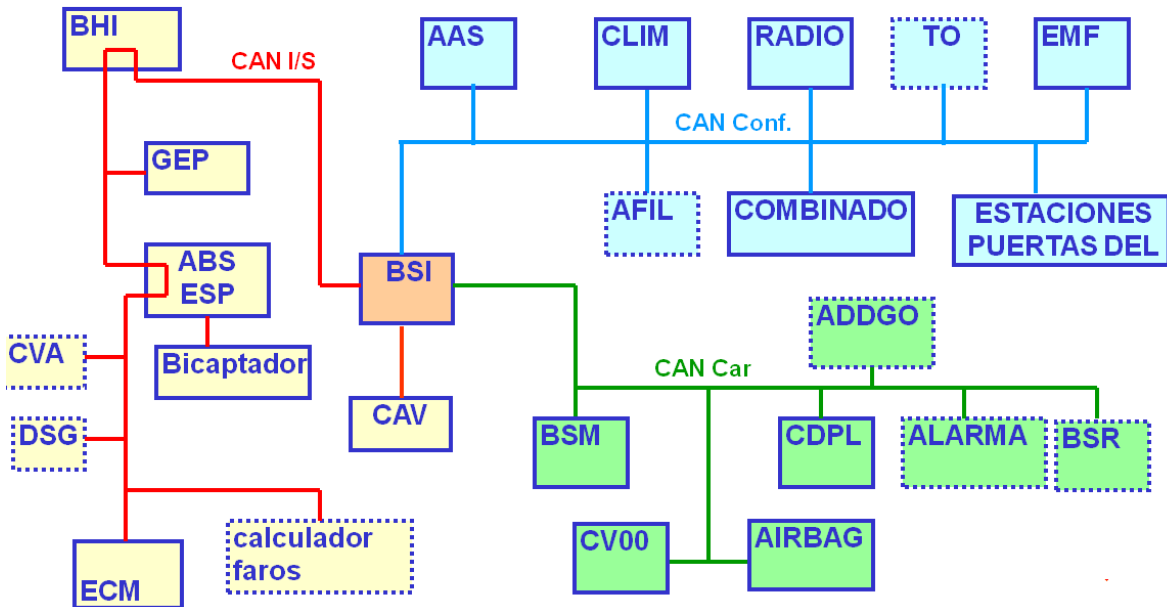
**CAN : Controller Area Network
(Robert BOSCH GbmH)**

La red CAN intersistemas : Caudal **250 kb/s**

CAN High Speed Inter-System : CAN HS I/S

➤ para las funciones bajo capot (ECM, CVA, BHI, ABS/ESP, BSI)

Arquitectura Full-CAN



Arquitectura Full-CAN

➤ Arquitectura X3 :

**CAN : Controller Area Network
(Robert BOSCH)**

La red CAN intersistemas : Caudal **500 kb/s**

CAN High Speed Inter-System : CAN HS I/S

- para las funciones bajo capot (ECM, CVA, BHI, ABS/ESP, BSI)

La red CAN confort / carrocería: Caudal **125 kb/s**

CAN Low Speed Fault Tolerant : CAN LS FT



tolerancia de las averías físicas

- para las funciones de visualización, instrumentación y carrocería...
(RADIO, CLIM, EMF, CCD...)

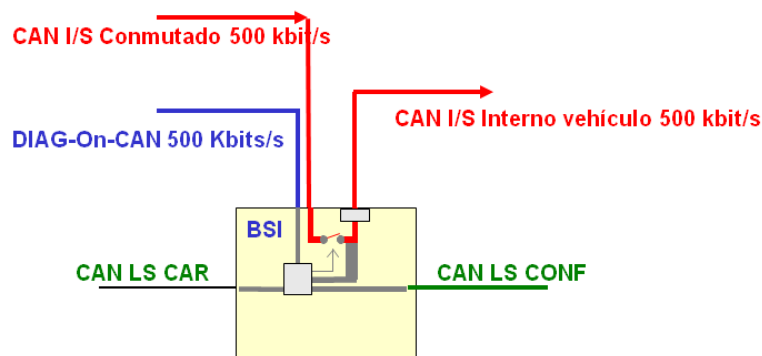
Arquitectura Full-CAN

➤ Arquitectura X3 :

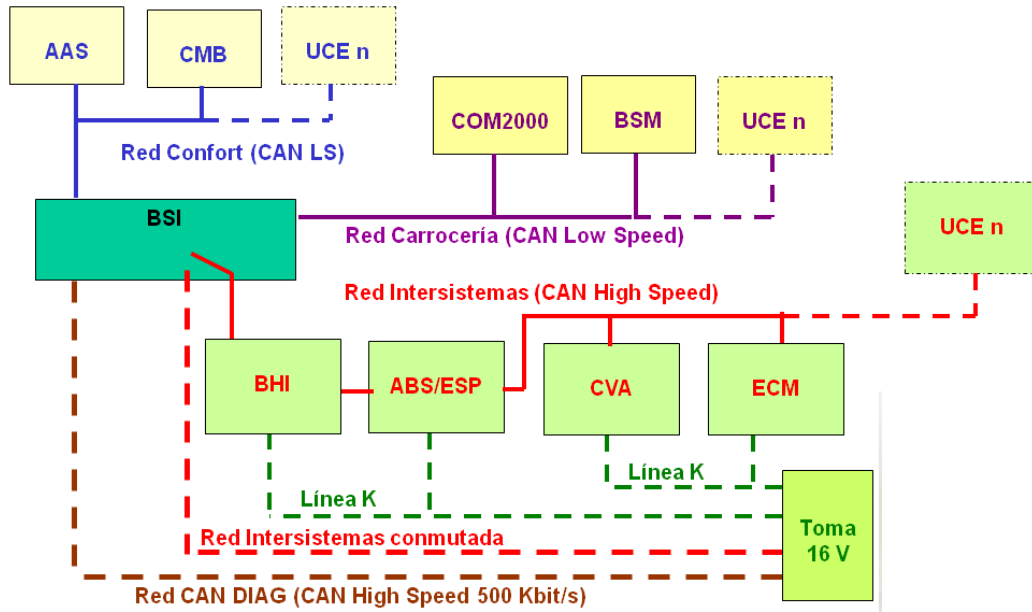


La red DIAG-ON-CAN : Caudal **500 kb/s**

- red que permite la diagnosis de los calculadores vía redes
CAN High Speed Inter-System y CAN Low Speed Fault Tolerant

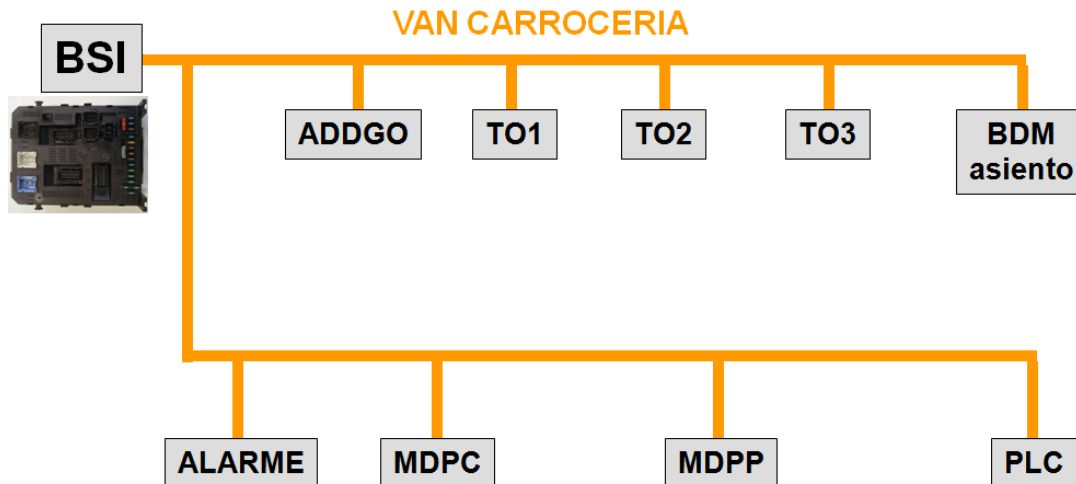


Arquitectura diagnosis



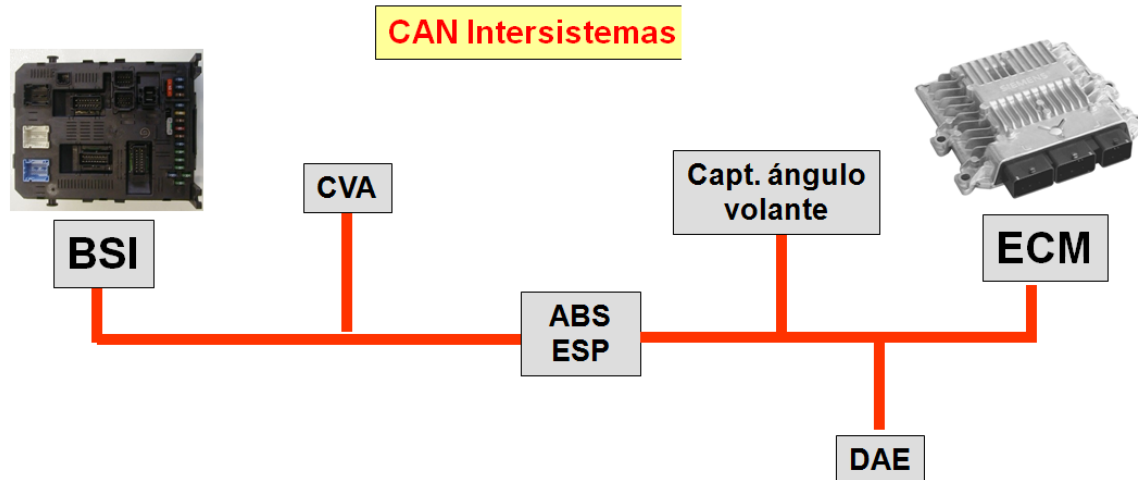
Arquitecturas tipos

- **Arquitectura red Confort y Carrocería:**
Tipo paralelo



Arquitecturas tipos

- **Arquitectura red I/S :**
Tipo serie / paralelo



EJEMPLO DE REDES FORD

Información general

Muchos vehículos se equipan actualmente con un gran número de sistemas electrónicos de control y regulación. La complejidad de los sistemas implica cada vez más el intercambio de datos entre los mismos.

Los medios convencionales utilizados para el intercambio de datos entre los módulos de control ya no son capaces de hacer frente al volumen creciente de datos. Es decir, si el intercambio de datos se realizara a través de cables independientes sería necesario utilizar una gran cantidad de sensores, cables y conectores adicionales, eso sin contar con las posibles fuentes de avería que ello supondría. Así, por ejemplo, durante el control de tracción puede ser necesaria la intervención conjunta del ABS (Sistema de frenos antibloqueo) y el PCM (Módulo de control del motor), a fin de reducir el par motor si fuese Necesario.

Otro ejemplo de interacción entre sistemas es la gestión electrónica de una caja de cambios automática. También aquí se intercambian datos entre los módulos PCM y TCM (Módulo de control de la caja de cambios) a fin de garantizar un funcionamiento óptimo y una conducción confortable.

En los sistemas de buses se encuentran varios módulos de control conectados entre sí mediante dos cables eléctricos; a esta estructura se la denomina "red". A través de esta red, los módulos se comunican entre sí e intercambian información y datos en forma digital.

El requisito para ello es que todos los módulos utilicen el mismo "idioma". A este idioma se le designa "protocolo" y se encuentra en cada módulo de control en forma de Programa (software). Para mantener un volumen de cableado lo más reducido posible se optó por el sistema de transmisión de datos en serie, sistema que se describirá más adelante en detalle.

Otra ventaja que comporta es que resulta necesario montar menos cantidad de sensores, ya que sus señales analógicas se digitalizan en el propio módulo de control y se ponen a disposición de otros módulos a través del bus de datos.

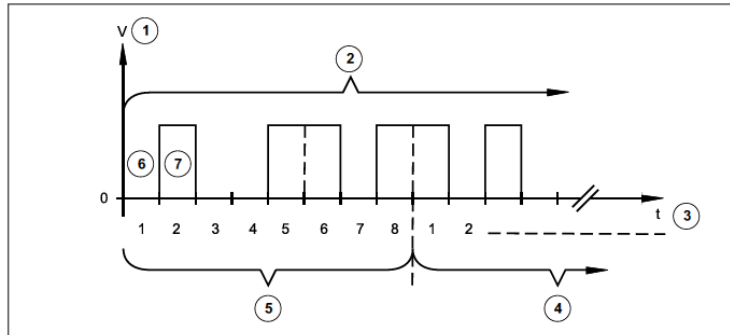
A través del bus de datos es igualmente posible transmitir órdenes de un módulo de control a otro para activar los actuadores de este último (p. ej. servomotor, relé).

El conector DLC también está conectado al bus de datos y permite verificar la electrónica del vehículo a través de modernos sistemas de diagnóstico (FDS o WDS).

Principios básicos de la técnica de transmisión digital La palabra "dígito" procede del griego antiguo y designa el número 2. Nuestra tecnología digital deriva su nombre de este número. Entre otras posibilidades, permite la transmisión y procesamiento de información, valores de medición, órdenes, etc. en forma de números. Si se coge un determinado tiempo y se divide en pequeñas celdas temporales es posible conectar (1) o desconectar (0) una tensión definida durante ese tiempo (p.ej. 5 voltios), estableciendo así dos posibles estados de conexión en una línea. Una celda temporal como la citada anteriormente se designa "bit" (del inglés binary digit - dígito binario).

Como en un bit sólo existen dos posibilidades lógicas, se han reunido 8 bits en un bloque, el cual se denomina "Byte" u "octeto". Un Byte tiene 2^8 (2 elevado a 8) = 256 posibilidades lógicas, ($2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 256$). Así pues, a partir de 2 estados de conexión y 8 bits (1 Byte) se obtienen 256 posibilidades lógicas. Si se requieren más, es posible reunir varios Bytes en un marco de datos (inglés: Dataframe).

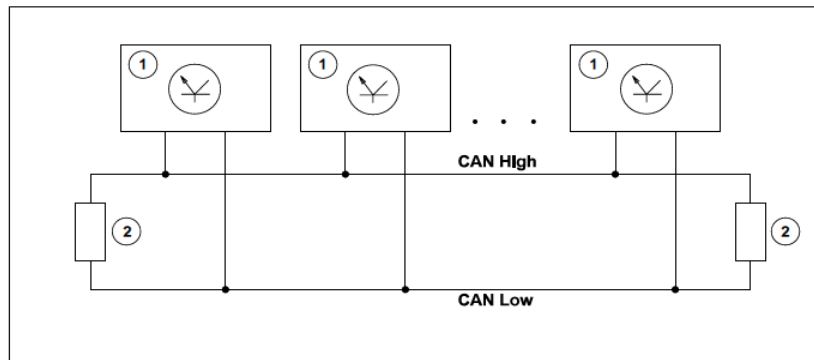
La información o sentencia que tendrá una combinación de bits dentro de un marco de datos dependerá del denominado "protocolo", el cual se define durante el desarrollo del software.



- | | |
|-----------------------|-----------------------------------|
| 1 Tensión de la señal | 5 1er byte |
| 2 Bits | 6 Bit no establecido ("0" lógico) |
| 3 Eje de tiempo | 7 Bit establecido ("1" lógico) |
| 4 2º byte | |

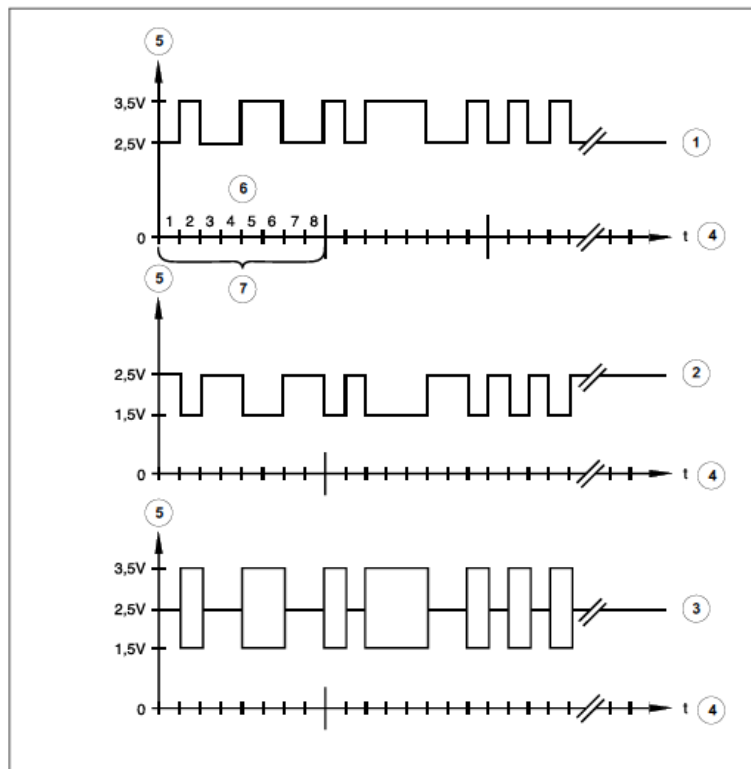
Interconexión en el bus de datos y transmisión de datos Para que los módulos de control puedan intercambiar datos deben estar conectados eléctricamente entre sí. Cada módulo de control puede enviar y recibir datos a través de una línea; esto se realiza "en serie", es decir, los diferentes bits se envían a las líneas del bus de datos uno detrás de otro (como perlas en un hilo), y así mismo son leídos.

Interconexión de módulos (ejemplo: Bus CAN - Controller Area Network)



- | |
|----------------------------------|
| 1 Módulo de control |
| 2 Resistencia final (120 ohmios) |

Transmisión de datos en serie en el automóvil (ejemplo: bus CAN)



- | | |
|-------------------------------|------------------------------|
| 1 Señal CAN High (nivel alto) | 5 Valores de tensión del bus |
| 2 Señal CAN Low (nivel bajo) | 6 Bits |
| 3 Señal de bus | 7 Byte |
| 4 Eje de tiempo | |

La velocidad de transmisión usual es de unos 50 kilobits por segundo. Para la verificación de la información enviada por un módulo de control y para la auto supervisión se requiere una segunda línea, a través de la cual se transmiten sincrónicamente los mismos datos, pero en sentido inverso (opuesto). Si falta la señal en una línea, esto es detectado en la autocomprobación y registrado en la memoria de averías del módulo de control como anomalía en la comunicación. Si dos módulos de control envían datos al mismo tiempo, la combinación de bits decide el peso del bloque de datos, de modo que se da prioridad a la información más importante.

Tipos de buses: En los vehículos Ford se utilizan diferentes sistemas de buses.

- Bus ISO
- Bus SCP
- Bus ACP
- Bus LIN
- Bus CAN

Los módulos de control que se comunican mediante los buses CAN, SCP e ISO pueden verificarse a través del conector DLC utilizando los equipos de diagnóstico FDS2000 o WDS; sin embargo, la diagnosis no es posible a través del bus ACP.

Bus ISO

ISO -Bus (Internationale Organisation für Standardisierung - Organización de Estandarización Internacional)

- El bus de datos ISO consta de una sola línea de comunicación (línea K).
- Esta línea no se emplea para la comunicación de los módulos de control entre sí, sino que se utiliza exclusivamente para la diagnosis de los diferentes módulos de control.
- El bus ISO está siendo reemplazado cada vez más en los nuevos vehículos por el bus CAN.
- Ahora bien, la línea K se encuentra aún presente en la mayoría de módulos de control actuales y se utiliza en producción para la entrada y consulta de parámetros.
- La comunicación entre el módulo y el equipo de diagnosis no es posible si la línea presenta interrupciones o cortocircuitos. Bus SCP Bus SCP (Standard Corporate Protocol – Protocolo Corporativo Estándar).

Bus SCP

- El bus de datos SCP está formado por dos cables trenzados; este bus fue utilizado ya en el Scorpio 1995 (10/1994-06/1998). El bus SCP se utiliza exclusivamente para la comunicación entre el PCM y el equipo de diagnosis.
- Si uno de los dos cables presenta anomalías no es posible la comunicación entre el PCM y el equipo de diagnosis.
- Todas las informaciones y datos se introducen en un marco con informaciones de control del bus y se transmiten en serie en forma de paquete (bloque de datos).
- El paquete completo consta de datos formados por secuencias de bits exactamente definidas. Todos los nodos, es decir, puntos de conexión de los módulos de control tienen los mismos derechos dentro del bus. Esto permite que varios módulos de control puedan intervenir en la realización de una función. Es posible el direccionamiento funcional y físico.
- Si se producen mensajes al mismo tiempo, éstos se procesan en función de su peso o grado de prioridad.
- Para cada mensaje enviado debe producirse una respuesta válida (acuse de recibo) como mínimo. Si no se produce ninguna respuesta se establece entonces un registro en la memoria de averías.

Bus ACP

ACP -Bus (Audio Control Protocol - Protocolo de Control de Audio)

- Este bus es parecido al bus SCP, posee un protocolo más simple y se utiliza exclusivamente para aplicaciones de audio y sistemas de teléfonos.
- Los equipos de diagnóstico de Ford no pueden acceder actualmente a este bus.

Página | 38

Bus LIN

- El bus LIN es un estándar que se utiliza en los vehículos especialmente para obtener un sistema de comunicación entre sensores y actuadores inteligentes más económico.
- Se utiliza sobre todo en los casos en los que no son necesarios ni el ancho de banda ni la versatilidad de la CAN (Red de módulos de control).
- La velocidad de transmisión en el bus LIN es de hasta 20 kbit/s. Según la aplicación, esta velocidad puede ser menor. En el S-MAX/Galaxy 2006.5 y la Transit 2006.5,
- por ejemplo, la velocidad es de unos 9600 baudios (9,6 kbit/s).
- Una red LIN está compuesta por un LIN maestro y uno o más LIN esclavos. El LIN maestro (el GEM en el S-MAX/Galaxy, por ejemplo), conoce el orden temporal
- de todos los datos que se van a transmitir. Estos datos son enviados por el LIN esclavo correspondiente (p. ej., sensores de ultrasonidos, interruptor de las luces), cuando así lo solicite el LIN maestro.
- El LIN es un bus monocable, es decir, los datos se transmiten por un único conductor. Normalmente, alimentación de tensión se hace por el mismo cable.
- La masa de la alimentación de tensión es también la masa de la transmisión de datos.
- En la red LIN no se utilizan resistencias de terminación.

Bus CAN

- Bus CAN (Controller Area Network - Red de módulos de control)
- El bus CAN también es un bus de comunicación serie pero posee otro protocolo que el bus SCP, cual le hace más rápido. Opera con una tasa de transferencia de hasta un megabit por segundo (millón de bits) y se aproxima a la transmisión en tiempo real.
- Originalmente, el bus CAN fue desarrollado por empresa Robert Bosch AG especialmente para su aplicación en el campo del automóvil como una solución eficiente en costes.
- Es un estándar internacional documentado en ISO 11898 (CAN de alta velocidad) y en ISO 11519 (CAN de baja velocidad).

Características del bus CAN

El CAN es un sistema de bus multimaestro, es decir, todos los participantes del bus (módulos de control equipos de comprobación) pueden enviar y solicitar datos.

Página | 39

En el sistema CAN no se realizan direccionamientos los diferentes participantes en el sentido convencional, sino que a los paquetes de datos a enviar se les asignan unas etiquetas identificativas o "identificadores". Cualquier participante puede enviar sus datos al bus; el resto de las participantes decide en base al identificador la lectura y el procesamiento o no de estos datos.

El identificador establece también el grado de prioridad, es decir, establece las prioridades de los paquetes de datos cuando varios participantes del bus envían datos al mismo tiempo. Una de las características más destacables del bus CAN es su alta seguridad en la transmisión. Todo controlador CAN de un participante puede registrar errores de transmisión. Estos errores se reúnen y procesan estáticamente para poder adoptar las medidas pertinentes. Esto puede provocar incluso que el participante que provoca los errores sea desconectado del bus. Dentro de su marco de datos, un paquete puede estar formado por hasta ocho Bytes. Los datos de transmisión de gran volumen se envían repartidos en varios marcos de datos. La tasa de transferencia máxima es de 1 Mbit/s, es decir, un millón de impulsos por segundo. Debido a la resistencia específica de los cables, esta tasa es aplicable para redes con longitudes de bus de hasta 40 metros. Para longitudes mayores es necesario reducir la tasa de transferencia. Para longitudes de hasta 500 metros la tasa es de 125 kbit/s y hasta 1.000 metros de 50 kbit/s. Variantes de bus CAN En la técnica del automóvil se utilizan actualmente tres buses CAN diferentes:

- Un bus CAN de alta velocidad (High-Speed = CAN HS)
- Un bus can de velocidad media (Mid Speed = CAN MS)
- Un bus CAN de baja velocidad (Low Speed = CAN LS)

Las conexiones de bus están formadas por pares de cables trenzados. En el bus CAN HS la tasa de transferencia es de 500 kbit/s.

En el bus CAN MS la tasa de transferencia es de 125 kbit/s. En el bus CAN LS la tasa de transferencia es de 50 kbit/s.

Gateway (enlace)

En los vehículos que trabajan con diferentes velocidades de red (p. ej. CAN HS y CAN MS) o que están equipados con redes independientes entre si (véase el S-MAX/Galaxy 2006.5 y la Transit 2006.5), también debe ser posible el intercambio de información entre los diferentes sistemas de bus y las diferentes velocidades de transmisión. Ya que no es posible conectar directamente ambas redes de buses, se requiere una interfaz que permita comunicar ambas redes entre sí.



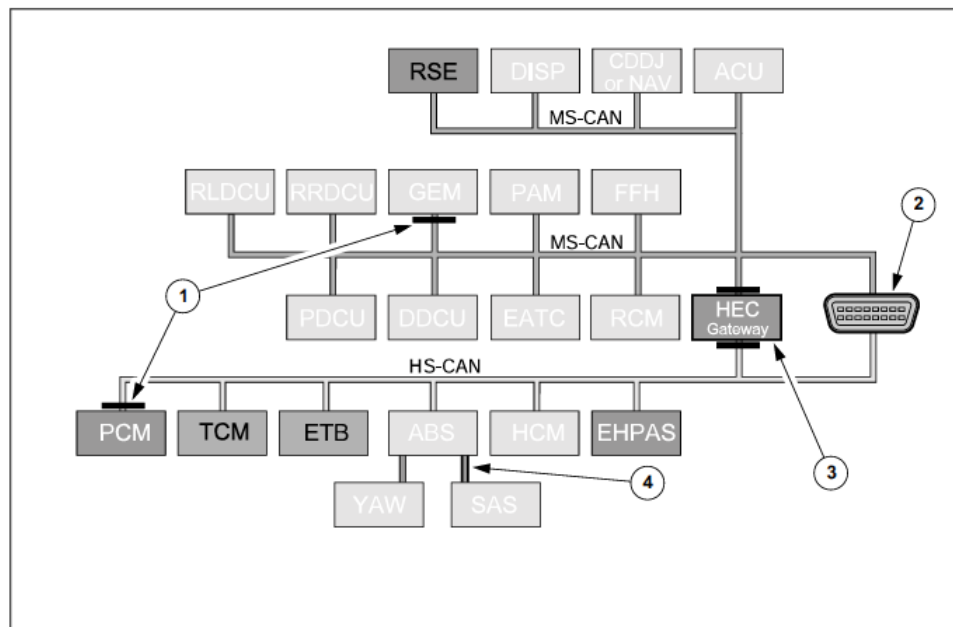
Este interfaz se denomina Gateway (español: enlace). El Gateway pone los datos que se transmiten por una de las redes a disposición de las otras redes, haciendo posible de este modo la comunicación entre los módulos de control de las diferentes redes.

Ejemplo: El PCM genera la señal de velocidad del vehículo. El PCM está conectado al bus CANHS.

La unidad de audio también necesita la información de la velocidad del vehículo, pero está conectada al bus CANMS. Por ello, la señal de velocidad del vehículo procedente del PCM se transmite a la unidad de audio a través del Gateway. El Gateway se encuentra siempre en el módulo que está conectado a dos redes.

- En el Mondeo 2001 (06/2003-), el módulo de control del aire acondicionado constituye el Gateway entre el bus CAN MS y el bus CAN HS.
- En el Focus C-MAX (2003.75) y el Fiesta/Fusion 2002.25 (10/2005-), el cuadro de instrumentos hace las funciones de Gateway. En el Focus C-MAX 2003.75, el cuadro de instrumentos constituye el Gateway entre los buses CAN MS y CAN HS.

Red de comunicación de módulos del Focus C-MAX 2003.75



1 Resistencia de terminación de 120 ohmios

2 DLC

3 Cuadro de instrumentos (HEC) como enlace (Gateway) entre el CAN HS y el CAN MS

4 Bus privado entre el ABS, sensor de derrape y de aceleración transversal (YAW) y sensor de posición de la dirección (SAS)

