

Redes de Comunicação Automóveis

Helder Mendes, Paulo Santos

Sistemas Automóveis

1020359@isep.ipp.pt, 1020396@isep.ipp.pt

Abstract

In-car electronics plays an important role in many automotive applications, such as, for example, steer-by-wire and brake-by-wire, and is expected to gradually replace mechanical or hydraulic means to control these systems. The number of electronic components in a car has therefore significantly grown up, thus leading important implications on the vehicle engineering process. In particular, in-car networks, used to interconnect electronics equipments, are a key point. While in the past extensive use of wiring was a common design practice, nowadays, for the sake of reducing the vehicle weight and fuel consumption, in-car bus networks are largely adopted.

This work points out current automotive communication standards, i.e., CAN, LIN, Byteflight and MOST, together with upcoming automotive communication standards, namely, TT-CAN, TTP and FlexRay. In section seven, the work focuses on discussing the differences between the current CAN and FlexRay characteristics.

1. Introdução

Um sistema automóvel é, hoje em dia, um sistema distribuído complexo, com várias exigências a nível de redes de comunicação. A maioria dos fabricantes de automóveis partilham as mesmas empresas subcontratadas. Com as tecnologias modernas aplicadas à indústria automóvel, cada vez mais empresas fabricam estes equipamento, daí a necessidade de interação. Uma aplicação automóvel consiste em uma ou mais Unidades de Controlo Electrónico (ECUs). Por exemplo, num sistema automóvel constituído por diversas aplicações com mais de 70 ECUs, pode ser necessário distribuir mais de 2500 sinais, tornando o sistema complicado ao nível de rede de dados. Para gerir esta complexidade a indústria automóvel tem vindo a criar, nos últimos anos, diversos consórcios. Com isto pretendem desenvolver arquitecturas e sistemas de comunicação comuns (ex. FlexRay) para suportar os sistemas automóveis do futuro. Num futuro próximo, os sistemas hidráulicos da indústria automóvel, tais como direcção e travagem, serão substituídos por sistemas de comunicação em rede de dados (fios).

Existem diversos protótipos funcionais destes sistemas. As soluções “steer-by-wire” e “brake-by-wire” (direcção e travagem controlada por sistemas em rede de dados) são normalmente denominadas sistemas “X-by-wire” (XBW).

2. Requisitos de uma rede de comunicação

Os requisitos de uma rede de comunicação automóvel advêm das aplicações que tem de suportar. A maioria das aplicações automóvel que envolvem redes de comunicação e redes de campo são XBW, chassi (ABS, ESP, VDC, etc.), potência (powertrain – controlo do motor, válvulas, cam, velocidade, etc.), informacional e multimédia. Considerando os sistemas XBW, os requisitos mais importantes são fiabilidade e tolerância a falhas. Nos sistemas chassi a fiabilidade é o mais importante, enquanto no sistema de potência é a elevada largura de banda. Os dispositivos multimédia precisam de elevada largura de banda e suporte “plug-and-play”. Hoje em dia são utilizadas diversas redes de campo para suportar estes requisitos.

Num sistema moderno existe tráfego baseado em tempos e baseado em eventos. Isto confere-lhe flexibilidade. Com a utilização de sistemas wireless na indústria automóvel é importante que o sistema de comunicação seja seguro.

As diferentes necessidades das aplicações nos automóveis levam à necessidade de desenvolvimento de um sistema de comunicação fiável, tolerante a falhas, seguro, flexível, com elevada largura de banda.

3. As tecnologias actuais...

Algumas das redes de campo mais utilizadas para interligar as ECUs são Controller Area Network (CAN), Local Interconnect Network (LIN), Byteflight e Media Oriented Systems Transport (MOST).

3.1. LIN

A rede LIN (Local Interconnect Network) foi inicialmente desenvolvida pelo consórcio entre algumas companhias automóveis (Audi, BMW, Daimler-Chrysler, Volcano, Volvo e Volkswagen) e a Motorola. A rede LIN foi normalizada em duas etapas, em 2000 com a versão

LIN 1.1 e em 2003 com a LIN 2.0, sendo introduzida na produção automóvel em série pela primeira vez em 2001. Hoje em dia lidera juntamente com a rede CAN o mercado das aplicações automóveis.

A rede LIN é relativamente barata e de fácil implementação, permitindo obter velocidades de transmissão na ordem dos 20KB/s. A rede LIN é do tipo “time-triggered” conduzida pelo tempo, pois esta actualiza o estado da rede a uma dada taxa temporal (master/slave).

Esta rede é geralmente utilizada em chassis e em subsistemas de conforto do automóvel para controlar dispositivos como, bancos eléctricos, sensores de luz, e de climatização. Por exemplo, uma porta do automóvel e as suas funcionalidades tais como, elevadores de vidros, espelhos eléctricos, fecho centralizado etc., pode ser um subsistema do automóvel. Estes subsistemas são depois interligados usando normalmente a rede CAN através de uma porta LIN/CAN. A rede LIN é muitas vezes usada como uma sub-rede da rede CAN, devido á sua simplicidade, baixo custo e oferecendo um bom desempenho nas comunicações com subsistemas que não estejam relacionados com a segurança do automóvel.

3.2. CAN

Foi desenvolvida inicialmente nos anos 80 pela Bosh, hoje é um dos mecanismos de rede mais utilizados na indústria automóvel. Ao longo dos anos foram desenvolvidas diferentes versões estandardizadas do CAN e utilizadas em diferentes aplicações. A ISO 11898 é a rede de campo mais utilizada na Indústria Automóvel na Europa. Nos US a SAE J1850 é a mais utilizada, enquanto que nos camiões e autocarros a mais utilizada é a J1939. Espera-se que a SAE J2284, baseada na ISO 11898, venha a substituir a J1850. Existe também uma versão denominada ISO 11519-2, funciona em dois fios numa versão do CAN a baixa velocidade. Todas as vertentes estandardizadas CAN mencionadas têm diferenças primordialmente no que se refere a velocidade de transmissão, e protocolos de alto nível, bem como as aplicações em que são utilizados.

Apesar da rede CAN ser de média velocidade, é uma das redes mais utilizadas em diversos sistemas tais como: air-bag, chassis, sistema de conforto, sistema de diagnóstico.

3.3. ByteFlight

A rede Byteflight foi introduzida pela BMW em 1996, e mais tarde desenvolvida em conjunto pela BMW, ELMOs, Infineon, Motorola e a Tyco EC. A principal aplicação desta rede é nos sistemas de segurança crítica, onde hoje em dia a rede CAN domina, mas futuramente com a necessidade de maior largura de banda, dará lugar á

rede Byteflight. O meio de transmissão que esta rede utiliza é a fibra óptica de plástico. Como curiosidade, o novo BMW serie 7 vem equipado com 100 metros desta fibra óptica de plástico espalhada pelo carro.

Como principais aplicações desta rede, temos os sistemas de airbag, pré-tensores dos cintos de segurança, onde é necessário um rápido tempo de resposta e um curto tempo de acção. Flexibilidade suporte para monitorização de condições esporádicas (event-triggered traffic) e grande largura de banda foram as principais características a ter em conta para o dimensionamento desta rede. A rede Byteflight permite taxas de transmissão na ordem dos 10MB/s, esta tecnologia é utilizada hoje em dia em no ramo automóvel de gama média alta e na aeronáutica.

3.5. Outras tecnologias

O LIN, CAN e Byteflight representam fortes tecnologias com diferentes serviços (baixa, media e elevada relação velocidade/preço), e são as tecnologias mais utilizadas nos sistemas de chassis, air-bag, “powertrain”, conforto e diagnóstico. Existem algumas tecnologias de transmissão de dados que foram utilizadas num passado recente, outras continuam a ser utilizadas. Em seguida mencionam-se algumas:

3.5.1. Safe-by-Wire. É uma rede do tipo Master/Slave, principalmente utilizada nos sistemas de Air-Bag. As suas características advêm da rede CAN e suporta a velocidade de 150kbps. Desde que as redes CAN e LIN não foram consideradas suficientemente seguras para os sistemas de Air-Bag que o consorcio Safe-by-Wire formou e desenvolveu este protocolo.

3.5.2. MI. (Motorola InterConnect) é muito similar á rede LIN, sendo uma rede do tipo master/slave simples e de baixo custo desenhada para sensores inteligentes integrados nos dispositivos de conforto do automóvel (bancos, espelho e vidros eléctricos, etc.). Mas sem dúvida que a LIN é hoje em dia a mais comum.

3.5.3. DSI. A Distributed System Interface (DSI) é uma rede do tipo master/slave, e tal como a Safe-by-Wire é utilizada nos sistemas de Air-Bag e suporta a velocidade de 150kbps.

4. Multimédia

Do ponto de vista do divertimento, multimédia e informação, MOST, ou Media Oriented Systems Transport, é das tecnologias consideradas standard nos dias de hoje. Devem salientar-se outras tecnologias, nomeadamente a D2B utilizada em alguns modelos Mercedes-Benz.

4.1. MOST

Para redes de comunicações multimédia e normalmente usada a rede MOST ou Media Oriented Systems Transport. A rede MOST foi introduzida em 1997 pela Oasis Silicon Systems AG e suporta tráfego por interrupções programadas e por interrupções por eventos, a uma taxa de transmissão de 25MB/s. Futuramente essa taxa subirá até aos 150MB/s, para tal é usado como meio de transmissão as fibras ópticas de plástico.

Aplicações típicas da rede MOST, são as interligações de aplicação de vídeo, sistemas de navegação GPS, microfones activos, rádios digitais, etc.

4.2. Outras tecnologias

A área da multimédia e entretenimento encontrava-se inicialmente vocacionada para a interligação entre computadores pessoais e câmaras de vídeo, máquinas digitais, etc. Duas das tecnologias mais utilizadas eram Firewire e USB. Hoje, estas tecnologias encontram-se disponíveis para aplicações auto. Algumas das redes de comunicação multimédia mais utilizadas, em conjunto com o MOST, são:

4.2.1 D2B – Domestic Digital Bus. Desenvolvida pelo Consórcio Optical Chip, é uma rede de comunicação óptica do tipo triângulo/estrela que disponibiliza a velocidade de 20Mbps. A D2B é utilizada em alguns modelos da Mercedes Benz.

4.2.2. MML BUS. Esta rede automóvel é uma visão mais futurista da “Delphi Automotive Systems” para uma infra-estrutura de computadores em rede num automóvel. Esta rede contempla várias funcionalidades tais como: vídeo através de satélite, acesso á internet, navegação virtual, diagnóstico e controlo remoto do veículo, jogos, escritório móvel, etc. Todas estas funcionalidades são possíveis graças a uma série de tecnologias integradas no automóvel como por exemplo, antena plana integrada que é capaz de comunicar com vários satélites, uma arquitectura de rede do tipo cliente-servidor, vários tipos de interfaces homem-automóvel como ajustes de cores, contrastes e posições dos ecrãs, controlos no volante, comandos de voz, escrita de texto através da voz, e a grandes ecrãs tácteis de cristais líquidos (LCD).

As aplicações de software são escritas em Java, usando API'S (application programming interfaces) para reduzir a complexidade e custos do código fonte.

4.2.3. IDB-1394. IDB-1394 é a versão automóvel do IEEE 1394 para aplicações multimédia e telemática que

foi desenvolvida em conjunto pelo IDB Forum e 1394 Trade Association.

A arquitectura do sistema do IDB-1394 permite ligar equipamentos de consumo já com o IEEE 1394 e comunicar com aplicações automóvel, por exemplo, computadores portáteis, câmaras digitais, etc. O ISB-1394 suporta uma taxa de dados de 100, 200 ou 400 Mbps sobre um par entrançado de FOP (Plastic Optical Fiber) com um número máximo de 63 nós. Devido a sua compatibilidade com o IEEE 1394 é um sério concorrente da tecnologia MOST.

4.2.4. USB – Universal Serial Bus. O USB, tal como o Firewire, foi inicialmente utilizado no mercado dos Computadores, mas é recente a sua utilização no mercado automóvel.

5. As tecnologias do futuro – por fio

Tal como foi mencionado anteriormente, nos sistemas de comunicação x-by-wire, a transmissão de mensagens deve ser tolerante a falhas, fiáveis, com pouco “jitter”. Isto é resolvido normalmente recorre ao protocolo TDMA, de natureza determinística. Três das redes mais utilizadas baseadas em TDMA para aplicações automóvel são: TTP, TT-CAN e FlexRay. No entanto têm diferentes tolerâncias a falhas.

5.1 TTP

TTP, de Time-Triggered Protocol, faz parte da arquitectura TTA (Time-Triggered Architecture) de TTTech. TTTech disponibiliza soluções do tipo “time-triggered” baseadas em mais de 20 anos de investigação. O TTP foi introduzido em 1994 como um puro TDMA. Hoje em dia encontra-se disponível em duas versões: TTP/A e TTP/C. TTP/A é um protocolo do tipo Master/Slave baseado em TDMA, enquanto o TTP/C é um protocolo baseado em TDMA distribuído, vocacionado para tolerância a falhas, por conseguinte mais complexo e caro do que o TTP/A.

O primeiro controlador TTP foi lançado em 1998. Apesar do sucesso do TTP/C em situações de segurança crítica, este poderá não ser a principal escolha para os sistemas x-by-wire, devido ao seu elevado preço e reduzida flexibilidade. Os conflitos entre o TTP/C e a indústria automóvel levaram a criação do FlexRay. O TTP/C disponibiliza velocidades de 25MBps, elevada tolerância a falhas em sistemas críticos, tais como x-by-wire e aviação. Alguns dos serviços disponibilizados pelo TTP/C: sincronização de relógio distribuída, guardião de barramento (bus guardian) e broadcast, garante que não existe um único ponto de falha.

5.2. TT-CAN

TT-CAN ou Time-Triggered CAN, é um protocolo de camada aplicação, no topo do CAN. É um protocolo híbrido TDMA no topo do CSMA, permitindo assim mensagens “time-triggered” e “event-triggered”. Estandarizado pela ISO, é projectado para sistemas XBW, mas não tem tanta capacidade de tolerância a falhas como o TTP e o FlexRay.

5.3. FlexRay

Em 1998 a BMW, em parceria com a Daimler-Chrysler analisaram as redes de comunicação utilizadas nos automóveis (CAN, TTP, MOST, etc.) e verificaram que nenhuma delas preenchia os requisitos da nova geração de sistemas automóveis, especialmente numa fase em que se previa a introdução dos sistemas x-by-wire.

Como resposta a isto, o consórcio FlexRay foi formado com o princípio de desenvolver um novo protocolo. O FlexRay disponibiliza velocidades até 10MBps (80Mbps). Pretende-se que este protocolo resolva o problema da introdução dos sistemas x-by-wire, bem como a substituição de algumas redes “fieldbus” actuais, permitindo diminuir o número de tecnologias de redes de dados diferentes existentes num automóvel. Em meados de 2004, quase todos os fabricantes de automóveis já se tinham associado a este consórcio, e foi tornado público o protocolo de especificações do FlexRay. Espera-se que a FlexRay venha, de facto, a ser a principal rede de interligação de aplicações ECU dos sistemas automóvel. A principal área de interesse será os sistemas críticos de alto débito tais como X-by-wire e aplicações avançadas “powertrain”.

6. As tecnologias do futuro – sem fios

Existem diversas aplicações que estão a dar ênfase à necessidade da utilização de redes wireless num sistema automóvel, permitindo a comunicação deste com dispositivos envolventes. Do ponto de vista de utilização interna, explora-se a ligação de, por exemplo, telemóveis, computadores portáteis, dispositivos GSM com o veículo. Por outro lado, diversas aplicações recentes exploram a ligações veículo - a - veículo e veículo - estrada.

6.1. Bluetooth

A rede Bluetooth (IEEE 802.15.1) actualmente consegue ter débitos na ordem 3Mbps (Bluetooth 2.0). Originalmente inventada para redes pessoais de baixo custo, baixa potência e reduzido alcance. Esta tecnologia de rede sem fios depressa se tornou também muito

apelativa para o ramo automóvel como uma potencial rede sem fios automóvel.

Como resposta a este interesse, em 1999 foi criado o “Car Working Group” pela Bluetooth Special Interest Group (SIG), que teve como primeiro e principal objectivo o desenvolvimento do perfil mãos livres.

Usando este perfil mãos livres, produtos que usem a tecnologia Bluetooth, como por exemplo os telemóveis, podem agora ligar-se automaticamente ao sistema mãos livres do automóvel.

6.2. ZigBee

ZigBee (IEEE 802.15.4) é uma rede wireless de baixo custo e consumo de energia da PAN standard, vocacionada para preencher os requisitos dos sensores e dispositivos de controlo. Esta rede é utilizada tipicamente em aplicações de monitorização e controlo que não necessitam de elevada largura de banda, mas que empõem diversos requisitos de latência e consumo de energia. Apesar de existirem diversos sistemas proprietários que preenchem os requisitos referidos, não existiam sistemas standardizados que as preenchessem. Associado à utilização de sistemas proprietários estava o problema da incompatibilidade com os sistemas, a tecnologia FlexRay resolveu este problema, disponibilizando uma base standardizada de soluções para sensores e sistemas de controlo. Em Dezembro de 2004 a ZigBee Alliance (com 120 empresas como membros) desenvolveu o protocolo de especificações.

A rede ZigBee disponibiliza a velocidade de 250kbps e espera-se que venha a ser utilizada em massa nas áreas automóvel de sensores de rede e sistemas de monitorização e controlo (ar condicionado, aquecimento, ventilação, controlo de luz, etc.).

6.3. Wi-Fi

Foi criado na Europa pelos principais construtores de automóveis um consórcio não lucrativo chamado Car2Car que tem com objectivo ligar os veículos entre si numa rede sem fios dispositivo-a-dispositivo (ad-hoc). Usando o protocolo IEEE 802.11.

Nesta rede todos os automóveis estão equipados com sensores que obtêm informação sobre o piso, o tempo e o condutor, partilhando em tempo real essa informação entre os restantes membros da rede, isto vai permitir reduzir os acidentes, descentralizar o tráfego nas grandes cidades.

Como exemplo podemos ver na imagem uma via com piso escorregadio, instantaneamente essa informação é transmitida aos membros da rede nesse momento, prevenindo um acidente naquele local.



6.4. UWB

UWB (IEEE 802.15.3a), ou UltraWide Band é um potencial concorrente da IEEE 802.11 standards, disponibilizando velocidade que podem atingir várias centenas de Mbps de forma robusta, devido à utilização eficaz do espectro das frequências. UWB foi desenvolvido para aplicações a elevada largura de banda, tal como a interligação de dispositivos multimédia, mas também pode ser aplicado em aplicações tais como: sistemas de detecção de colisões, sistemas de controlo de suspensão (respondem às condições do piso). No entanto, a UWB é ainda uma tecnologia recente e as suas aplicações ainda não estão disponíveis.

7. CAN vs FlexRay

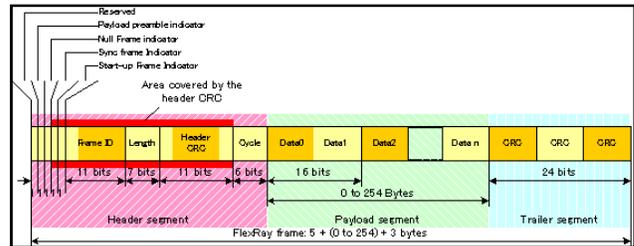
7.1. Protocolo FlexRay

O FlexRay é um protocolo moderno, preciso, tolerante a falhas e altamente flexível. Começou a ser desenvolvido e pensado em Setembro de 2000, pela união entre a BMW e a DaimlerChrysler. Este grupo foi sendo alargado a novas potências do ramo automóvel, como a Bosh, General Motors e a Volkswagen. A Philips e a Freescale Semiconductors, são alguns dos membros menos participativos desta união, mas importantes fornecedores de semicondutores, sem os quais esta união não teria sucesso. As especificações deste protocolo estão a sofrer alterações devido ao lançamento de uma nova versão do BMW X5, onde está previsto a primeira aplicação do protocolo FlexRay para controlar electronicamente a suspensão do veículo. O protocolo FlexRay tem como objectivo ser líder nas aplicações X-by-wire e em todas as aplicações do veículo onde as comunicações em tempo real sejam fundamentais.

O protocolo FlexRay fornece algumas características importantes, como, dois modos de comunicação, síncrona e assíncrona, uma linha de dados com uma velocidade de transmissão na ordem dos 5Mbit/s e 10Mbit/s para transmissão de dados massiva. O protocolo oferece precisão nos dados transmitidos, garante os tempos e transmissão da mensagem e as flutuações desse tempo de

transmissão (Jitter). São suportados canais de transmissão em modo independente e redundante. Este protocolo suporta canais de transmissão eléctricos e ópticos, e em topologias de estrela e barramento. A retenção de erros é implementada na camada física (canal de transmissão), pelo uso de um guardião de barramento (Bus Guardian) independente.

O protocolo FlexRay utiliza tramas para a transmissão dos dados, a trama de dados é dividida em três secções principais: o cabeçalho, dados, e fim de trama. Cada trama é transmitida segundo um padrão predefinido.



Trama de dados FlexRay

7.2. Protocolo CAN

Este protocolo originalmente desenvolvido pela Bosch tem como características principais ter múltiplos mestres, ou seja, diferentes módulos dentro da mesma rede CAN podem assumir o controlo enquanto os outros se tornam escravos, e momentos depois outro módulo, anteriormente escravo, torna-se mestre assumindo a rede enquanto os outros módulos, incluindo o que anteriormente havia assumido a função de mestre, se torna escravo.

A estrutura é linear, ou seja, os diversos módulos estão ligados a um barramento, se um módulo falhar os outros continuam a funcionar. O sincronismo da rede é feito no início de cada mensagem em intervalos de tempo determinados.

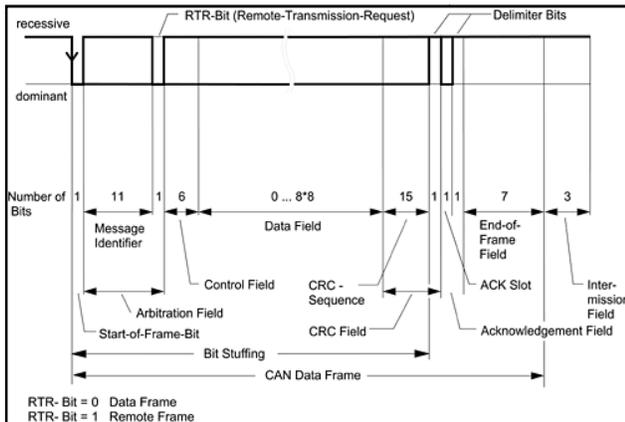
Uma característica deste protocolo é que todos os módulos verificam se a mensagem que está a ser transmitida tem prioridade maior ou menor para poder então ser lida ou aguardar a leitura da actual mensagem. Existem diversas velocidades de transmissão podendo chegar aos 1 Mbp/s.

A rede é constituída basicamente de um par de fios entrançados, para redução da EMI (Eletromagnetic Interference) sendo um CAN_H e o outro CAN_L, a mensagem transmitida será a diferença de potencial entre o par entrançado, o que é uma das características que a tornam muito segura e fiável.

A aceitação global deste protocolo não tem só a ver com as suas características técnicas, mas também pelo baixo custo dos circuito e interfaces usados no protocolo CAN.

O protocolo CAN utiliza a técnica de transmissão de mensagens por tramas, cada trama é constituída por um

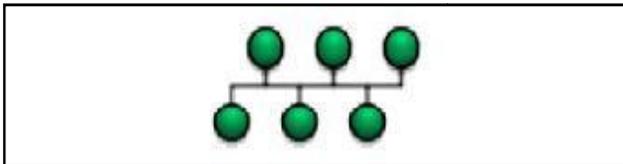
cabeçalho, corpo da mensagem (dados), e um campo de ACK (acknowledgment).



Trama CAN com identificador de 11 bits

7.3. Topologia do tipo Barramento

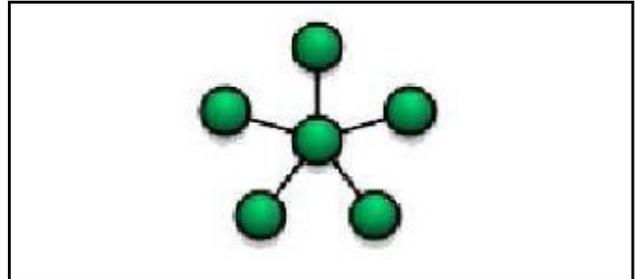
Este tipo de topologia de rede é o mais usado, é caracterizado como sendo uma ligação eléctrica passiva entre todos os nós da rede. Esta topologia tem muitas vantagens. O barramento funciona como um ponto médio de acesso entre os vários nós. O custo das ligações e reduzido comparado com outras topologias, se os nós estiverem ordenados em linha, como na figura, adicionar um novo nó na rede é simples e pode ser feito sem interromper o normal funcionamento da rede. Um erro num dos nós não afecta o funcionamento da restante rede. As principais desvantagens deste tipo de topologia, tem a ver o número e a localização dos nós que são limitados, e a extensão do barramento que sem repetidores também se torna muito limitada. O ruído causado na rede por falta de um terminador de rede. Uma ruptura física num dos nós inviabiliza a comunicação na rede entre todos os nós.



7.4. Topologia do tipo Estrela

A topologia do tipo estrela é a mais fácil de implementar. A principal característica deste tipo de redes é ter todos os nós ligados num nó principal (concentrador de rede), e todas as ligações são ponto-a-ponto, como podemos ver na figura. É fácil ligar um novo nó, se o concentrador de rede o permitir. Misturar vários tipos de ligações

físicas (fibras ópticas por exemplo), é possível desde que o concentrador de rede tenha esse tipo de interface. As principais desvantagens são, elevado custo das cablagens (comprimento total de cablagem muito elevado), e o concentrador necessita de ter um número de interfaces igual ao número de nós existentes na rede.



7.5. Comparação:

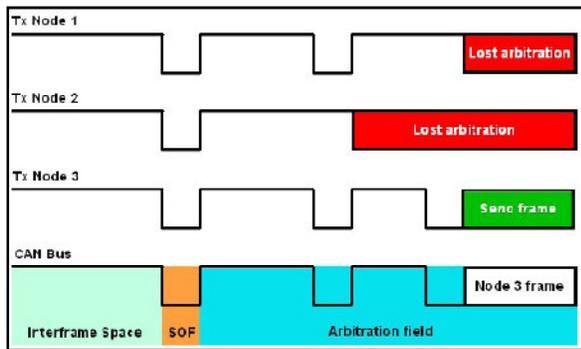
Num sistema automóvel moderno existe tráfego “time-triggered” e “event-triggered”.

O CAN é um protocolo baseado em eventos, ou seja, as mensagens são enviadas como resultado da ocorrência de eventos na camada de aplicação (camada 7 do modelo OSI). O bit menos significativo da mensagem pode ser denominado de Dominante ou Recessivo (valores lógicos zero e um respectivamente).

O CAN acede ao meio pelo método Carrier Sense, Multiple Access with Collision Avoidance (CSMA/CA). Com este método, se ocorrer uma colisão entre bits, os nodos são estruturados de maneira a que o bit dominante fique no barramento, o bit recessivo perde-se. Este é o coração do seu método de arbitração de prioridade de mensagens e resolução de conflitos de acesso. Neste método de transmissão os nodos escrevem e lê do barramento, se o nodo transmitir um bit recessivo e receber um bit dominante, a sua sintaxe CSMA/CA define que este deixa de transmitir e passa a receptor. Depois da mensagem recebida estar completa, verifica se esta lhe interessa (ao nível de aplicação), descartando-a caso isso não aconteça. Posteriormente, tenta a retransmissão da sua mensagem, garantindo o mínimo de 11 bits entre tramas de dados (3bits (Intermission) + 8bits (recessivos)). Quando surge no barramento um bit dominante este é considerado SOF (start of frame).

Com este método, o nodo que tiver o identificador com maior prioridade (maior numero de bits zero) ganha a prioridade na arbitração e o controlo do barramento. A arbitração bit-a-bit necessita que a rede de dados se encontre num estado quase estacionário, para que o sinal seja o mesmo ao longo da rede.

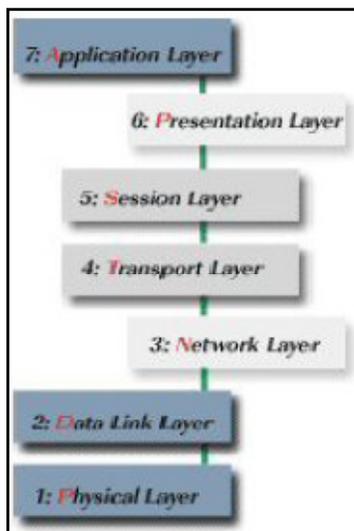
Assim, quanto maior a distancia do barramento, menor a taxa de transmissão. Tipicamente, a 1Mbit/s o barramento pode ter 40 metros de distância, a 50Kbit/s o barramento pode ter até 100 metros.



Método de Arbitração no CAN

O FlexRay é um protocolo híbrido, porque a sua estrutura de escalonamento de mensagens pode ser baseado em eventos, tal como no CAN, ou baseado em tempos, por predefinição (Time Division Multiple Access). Ao nível físico, quando se encontra na configuração “active star” a rede utiliza ligações ponto-a-ponto com redundância opcional. No modo “passive-bus” a rede é bastante semelhante ao barramento CAN. A especificação do modo “active-star” para FlexRay é bastante simples, deve existir uma unidade autónoma (central) com a capacidade de desactivar uma sucursal, esta, depois de desactivada, não pode influenciar o funcionamento da “active star”. Se a sucursal for desactivada devido a uma situação de erro, esta deve ser reactivada quando a condição de erro não for mais válida.

O protocolo FlexRay tem, tipicamente, uma taxa de transferência de 10Mbit/s para uma distancia máxima de 22 metros entre a sucursal/nodo e a “active-star” ou entre duas “active-star”.



Modelo OSI aplicado ao CAN

7.6. Comparação de outras características chave:

Nos sistemas CAN o número de nodos está limitado pelo “delay” no barramento, pelo que a fase do sinal deve ser igual ao longo da rede de dados. Num sistema FlexRay podem existir 22 nodos numa configuração do tipo BUS e 22 ou 64 numa configuração “active-star”. O identificador CAN depende de 11 ou 29 bits, dependendo se está no modo básico ou estendido, enquanto o FlexRay utiliza um identificador constante de 11bits. O “payload” ou dados a transmitir, no FlexRay pode ser de 254bytes, ao passo que o CAN utiliza 8bytes, no entanto, isto permite ao CAN ter uma latência máxima de 130 BIT TIME para uma mensagem com a prioridade mais elevada e 8bytes de dados. O CAN suporta diversos tipos de tramas: tramas de dados, tramas de erro, tramas de sobrecarga e tramas para pedidos remotos, ao passo que o FlexRay apenas suporta tramas de dados (podem ser utilizados os dois primeiros bytes de dados para identificar o tipo de dados).

O CAN tem a vulnerabilidade “dominant-lock” e “babbling-idiot failure”, estas falhas bloqueiam a rede de dados, bloqueando a circulação de outras tramas de dados. O FlexRay também pode sofrer de “babbling-idiot failure”, no entanto dispõe de um sistema denominado “bus-guardian” implementado em “hardware” do nodo, de modo a prevenir este tipo de falhas.

8. Conclusões:

Em comparação com o protocolo CAN, o FlexRay tem maior potencial para se tornar na principal rede de comunicação em aplicações de segurança critica e em aplicações com tolerância a falhas, principalmente porque é fortemente suportado por parceiros industriais, sendo que alguns deixaram de financiar o desenvolvimento do TTP, passando a suportar o FlexRay.

Apesar do FlexRay ser vocacionado para comunicações de segurança critica (por exemplo: aviação e powertrian) tal como XBW, pode ser utilizado noutras aplicações automóvel.

9. Referências

[1] Thomas Noltey, Hans Hanssony, Lucia Lo Bello, “Automotive Communications - Past, Current and Future”, Department of Computer Engineering and Telecommunications, Universidade de Catania.

[2] Thomas Noltey, Hans Hanssony, Lucia Lo Bello, “Implementing Next Generation Automotive Communications”, Department of Computer Science and Engineering, Universidade de Catania.

[3] Bosch, Robert, *CAN Specification V2.0*, Bosh, Stuttgart, 1991.

[4] *CAN Overview*, KVANSER.

[5] Carvalho, Fabiano, *Descrição VHDL de um controlador de rede CAN com interface CoreConnect*, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul.

[6] FlexRay, Consórcio, *FlexRay Specification System – Protocol Specification V2.0*, Consórcio FlexRay, 2004.

[7] FlexRay, Consórcio, *FlexRay Specification System – Bus Guardian Specification V2.0*, Consórcio FlexRay, 2004.

[8] FlexRay, Consórcio, *FlexRay Specification System – Electrical Physical Layer Specification V2.0*, Consórcio FlexRay, 2004.

[9] Hangiescu, Andrei, Ramesh, S., Ganesan, Vignesh, *Performance Analysis of FlexRay-based ECU Networks*, ACM, Califórnia, 2007.