



Introdução ao CAN
Vitor Amadeu Souza – Cerne Tecnologia
www.cerne-tec.com.br
vitor@cerne-tec.com.br

1. Introdução

O barramento CAN foi desenvolvido pela BOSCH para ser uma interface multi-mestre. Este barramento está especificado para funcionar até 1M bit por segundo. Diferente de redes tradicionais como USB e Ethernet, o CAN não envia grandes blocos de dados entre o dispositivo mestre (master) e o escravo (slave). Na rede CAN muitas mensagens como temperatura ou RPM são trocadas na rede inteira, o que permite dados consistentes em toda os nós do sistema.

2. O Padrão CAN

O CAN é definido pela *International Standardization Organization (ISO)* como um barramento serial de comunicação . Desenvolvido originalmente para aplicações automotivas para substituir os inúmeros cabos que eram utilizados neste sistema. A especificação para taxas de 1Mbps garante alta-imunidade para interferências elétricas e uma habilidade de se alto diagnosticar e reparar erros de dados. Estes aspectos tem levado o CAN a se tornar popular em várias áreas como: Navios, medicina, manufatura e aviões. O protocolo de comunicação CAN ISO 11898 descreve como a informação é passada da rede para os dispositivos e como o modelo OSI é definido nos termos desta camada. A comunicação atual dos dispositivos conectados na camada física é definido pela camada física do modelo. A arquitetura ISO 11898 define duas camadas menores das sete do modelo OSI/ISO como o *data-link* e a *physical-layer* na figura 1.

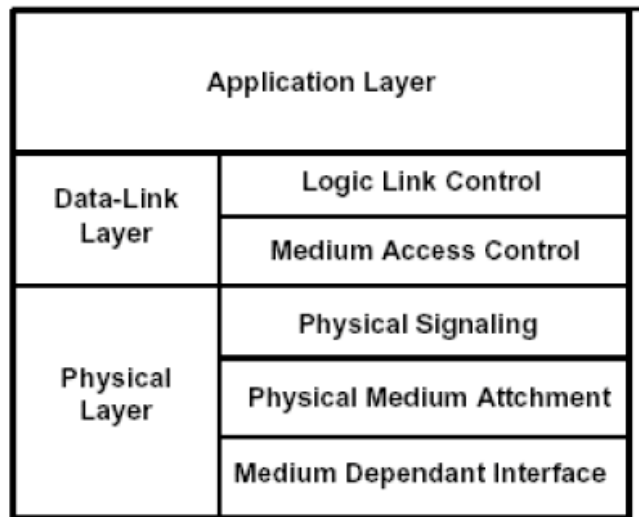


Figura 1

3. Standard CAN ou Extend CAN (CAN Padrão ou CAN Estendido)

O protocolo de comunicação CAN é do tipo CSMA/CD+AMP. CSMA significa que cada unidade da rede deve aguardar um período de inatividade no barramento para enviar uma mensagem. CD+AMP significa que uma colisão será resolvida na arbitração de bit, baseado na pré-programação de prioridade da mensagem no campo identificador da mensagem. A mais alta prioridade identifica quem vencerá o acesso ao barramento. A primeira versão do padrão CAN listada na tabela 1, ISO11519 (low-speed CAN) é para aplicações de até 125kbps com o identificador padrão de 11-bits. A Segunda versão, ISO 11898 (1993), manteve os mesmos 11 bits identificadores e permite comunicações de 125kbps até 1Mbps enquanto a atualização mais recente (1995) introduziu o modo estendido de 29 bits. O ISO 11898 com a versão de 11-bits é freqüentemente citada como Standard CAN Version 2.0A, enquanto a outra atualização é citada como Extend CAN Version 2.0B. O padrão CAN com identificador de 11-bits é apresentado na figura 2 com 2^{11} , ou 2048 mensagens diferentes, enquanto o Extended CAN 29-bit identifier na figura 3 com 2^{29} , ou 537 milhões de identificadores.



Figure 3. Extended CAN: 29-Bit Identifier

Os significados destes campos de bits desta figura são:

SOF – O bit dominante start of frame (SOF ou início de quadro) marcar o início de uma mensagem e é usado para sincronizar todos os nós.

Identifier – O identificador padrão de 11 bits estabelece a prioridade da mensagem. Quanto menor o valor binário, maior é a prioridade.

RTR - O bit *remote transmission request (RTR)* é dominante quando a informação é solicitada de outro ponto. Todos os nós recebem este pedido, porém o identificador determina o nó específico. Os dados também são recebidos por todos os nós e usados por algum em um nó interessado. Deste jeito, todos os dados sendo usados no sistema estão uniformes.

IDE – Um bit identificador de extensão dominante significa que o identificador CAN standard sem extensão está sendo transmitido.

RO – Bit reservado

DLC - Estes 4 bits informam o tamanho de bytes de dados que está sendo transmitido.

DATA – Até 64 bits de dados podem ser transmitidos

CRC – Os 16 bits (15 bits mais o delimitador) *cyclic redundancy check (CRC)* contem o checksum para detecção de erros.

ACK - Sempre que um nó receptor sobrescreve este bit recessivo, indica que a mensagem recebida veio sem erros.

EOF – Este é o *end-of-frame (EOF ou fim do quadro)*.

IFS – Estes 7 bits de *inter-frame space (IFS ou espaço entre frames)* contém o tempo necessário para o controlador mover corretamente os dados recebidos para uma buffer de recepção de mensagem.

Table 1. CAN Versions

NOMENCLATURE	STANDARD	MAX. SIGNALING RATE	IDENTIFIER
Low-Speed CAN	ISO 11519	125 kbps	11-bit
CAN 2.0A	ISO 11898:1993	1 Mbps	11-bit
CAN 2.0B	ISO 11898:1995	1 Mbps	29-bit

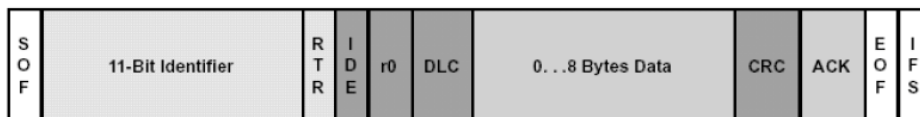


Figure 2. Standard CAN: 11-Bit Identifier

Como apresentado anteriormente, a mensagem extended CAN é a mesma mensagem do Standard CAN com adição de:

SRR – O bit *substitute remote request (SRR)* substitui o bit RTR do padrão anterior.

IDE – Um bit recessivo neste no *identifier extension (IDE)* indica que há mais bits identificadores a seguir. Os 18 bits da extensão seguem o bit

IDE.

R1 – Bit reservado

4. Uma mensagem CAN

4.1 Arbitração

Uma característica fundamental do CAN que está apresentada na figura 4 é o estado lógico no barramento CAN e a entrada e saída do driver. Normalmente, uma lógica alta está associada ao 1 e uma lógica baixa está associada ao zero – porém o CAN não é assim.

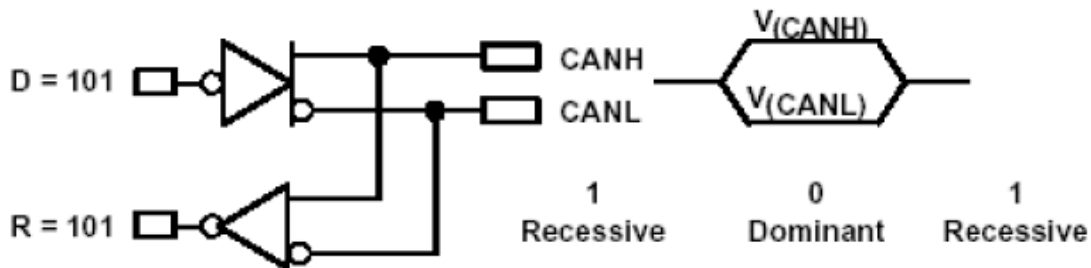


Figure 4. The Inverted Logic of a CAN Bus

Se dois nós tentam ocupar o barramento simultaneamente, o acesso que será implementado é do tipo não destrutivo. Não destrutivo significa que um nó vencerá a arbitração e continuará transmitindo a sua mensagem, enquanto o outro aguardará o barramento ficar livre para transmitir novamente. A alocação de prioridade fica alocada no identificador CAN. Este tipo de prioridade é um grande atrativo para sistemas de tempo-real em ambientes de controle. Quanto menor o valor binário da mensagem, maior é a sua prioridade. Um identificador consistindo apenas de zeros é o que tem maior prioridade de mensagem na rede. De outra forma, se dois nós iniciam uma transmissão simultaneamente, o nó que envia um zero (dominante) enquanto o outro envia um um (recessivo) fica com o controle do barramento e envia sua mensagem. Um bit dominante sempre sobrescreve um bit recessivo no barramento CAN.

Note que um nó constantemente monitora sua própria transmissão. Está é a razão da configuração do transceiver da figura 4 onde os terminais de saída CANH e CANL estão internamente conectados a entrada do receptor. O tempo de propagação do sinal é o tempo interno do driver da entrada até a saída e é usado para medir a qualidade do CAN transceiver.

A figura 5 mostra o processo de arbitração. Os nós ficam a monitorar suas próprias transmissões e quando o nó recessivo B é sobrescrito pelo bit dominante de C, B detecta que o estado do barramento está diferente do que ele está transmitindo. Desta forma, B pára a transmissão enquanto C continua a transmitir sua mensagem. Em outro ponto, a mensagem de B é enviada pelo

barramento após que C transmite a mensagem. Este funcionamento é parte da camada física do ISO 11898.

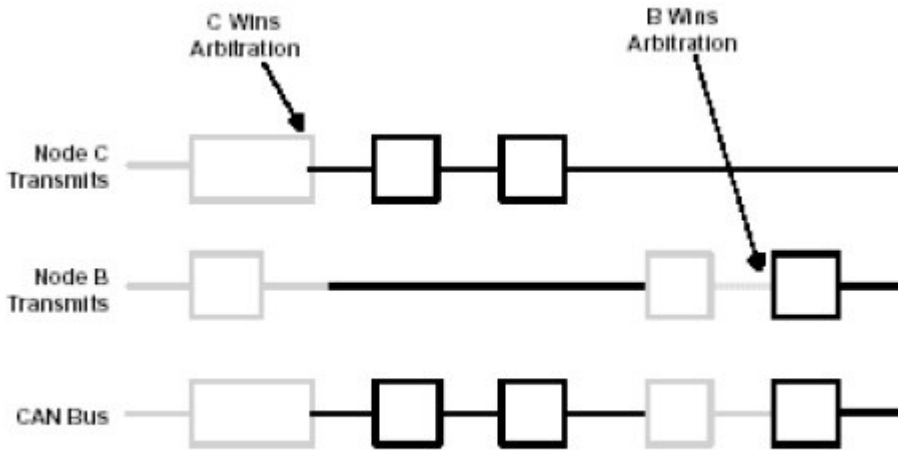


Figure 5. Arbitration on a CAN Bus

A locação das prioridades das mensagens é feita pelo desenvolvedor do sistema, porém grupos industriais mutuamente entendem o significado de certas mensagens. Por exemplo, uma fábrica de motores pode especificar que a mensagem 0010 é para retorno do sinal de corrente do motor na rede CAN e 0011 é a velocidade do tacômetro. Desde que 0010 tenha o menor valor de identificador binário, mensagens relacionadas ao valor da corrente sempre tem uma prioridade maior sobre o barramento do que a leitura do tacômetro.

4.2 Tipos de Mensagens

Há quatro tipos de mensagens diferentes, ou frames (figuras 2 e 3) que podem ser transmitidos sobre o barramento CAN: *o data frame*, *o remote frame*, *o error frame* e *o overload frame*. Uma mensagem é considerada livre de erros quando o último bit do campo EOF da mensagem é recebido em estado recessivo. Um bit dominante no campo EOF causa uma repetição no da mensagem pelo transmissor.

4.2.1 O Data Frame

O campo de dados é o tipo de mensagem mais comum e é feito do campo de arbitração, campo de dados, campo de CRC e o campo de reconhecimento. O campo de arbitração determina a prioridade da mensagem quando dois ou mais nós tentam acessar o barramento. O campo de arbitração contém um identificador de 11 bits para o CAN 2.0 A e 29 bits para o CAN 2.0B. Os próximos campos de dados contém zeros ou oito bytes de dados e o campo CRC contém 16 bits de checksum usados para detecção de erros e o bit de reconhecimento de frame.

Alguns controladores CAN são capazes de receber uma mensagem e enviar um

bit dominante ACK para sobrescrever o bit recessivo da mensagem de transmissão. O transmissor checa a presença do bit dominante ACK e retransmite a mensagem se o ACK não é detectado.

4.2.2 O remote frame

O propósito do remote frame é solicitar a transmissão de dados para outro nó. O frame remoto é similar ao data frame, com duas importantes diferenças. Primeiro, o tipo de mensagem é explicitamente marcado como um remote frame por um bit recessivo no campo RTC na arbitração de campo, e em segundo lugar, não há dados.

4.2.3 O error frame

O error frame é uma mensagem especial que viola o formato da mensagem CAN. Ele é transmitido quando um nó detecta um erro de mensagem e faz com que cada nó transmita um erro de mensagem também. O transmissor original automaticamente retransmite a mensagem. Há um sistema de contagens de erro no controlador CAN que assegura que um nó não pode ficar repetindo transmissões de error frames.

4.2.4 O overload frame

Ele é similar ao error frame com alteração do formato, e é transmitido pelo nó que está ocupado. Ele é primeiramente usado para disponibilizar um tempo maior entre mensagens.

5. O barramento CAN

O link de dados e a camada física da figura 1, que são normalmente transparentes para o sistema operador, são incluídos em vários controladores que implementam o protocolo CAN, como o DSP da Texas Instruments TMS320LF2407 3.3-V com um controlador integrado CAN. Conexões para a mídia física estão implementados no transceiver como o TI's SN64HVD230 3.3V CAN transceiver que funciona conforme o ISO-11898 como um controle eletrônico de unidade.

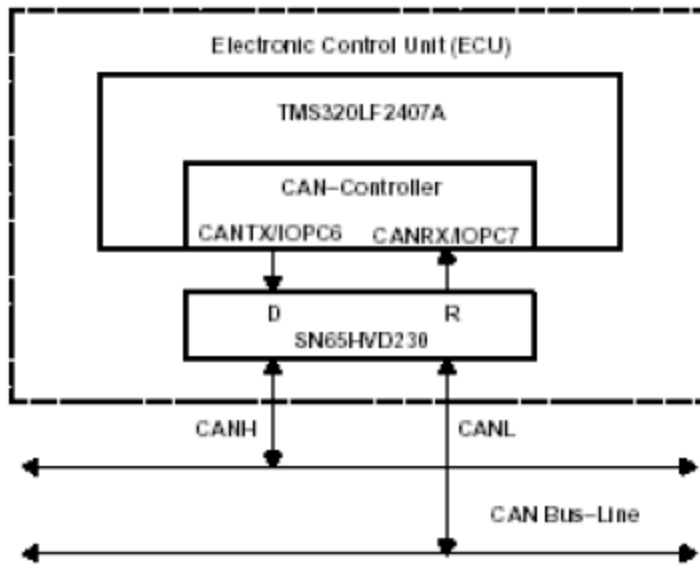


Figure 6. Details of an Electronic Control Unit

Sinais diferenciais derivados do CAN produzem grande imunidade a ruídos e tolerância a falhas. Sinais diferenciais balanceados reduzem o ruído e permitem altas taxas de comunicação sobre um cabo do tipo par-trançado. Balanceado significa que a fluxo de corrente em cada linha é igual porém opostos em direção, resultando em um cancelamento de efeito de campo que é a chave para baixas emissões de ruído.

As duas linhas de sinal do barramento, CANH e CANL, em modo recessivo, ficam comumente com uma tensão de 2,5V. O estado dominante do barramento coloca CANH em 3,5 V e CANL em 1,5 V criando uma tensão típica diferencial de

2 V, como apresentado na figura 7.

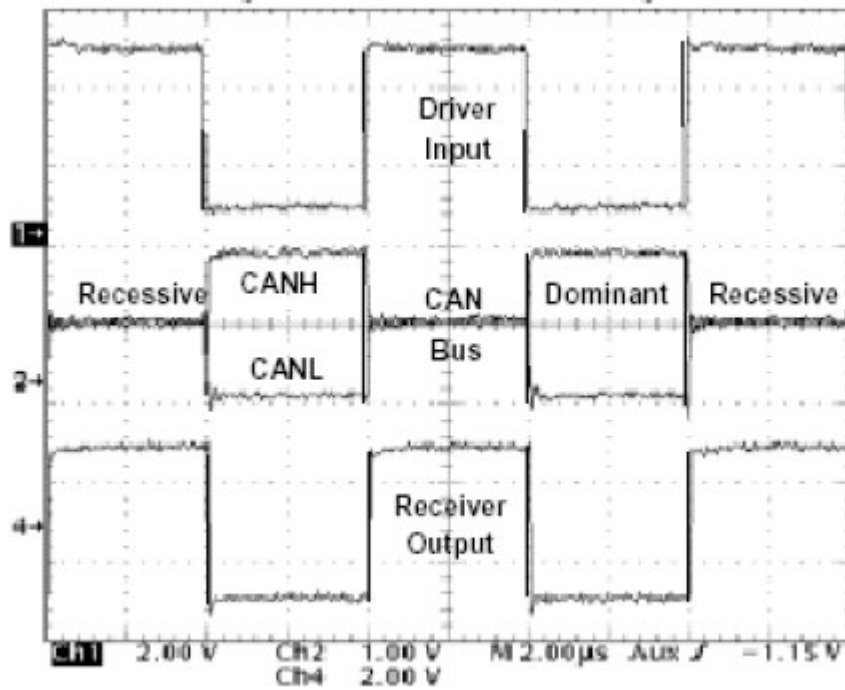


Figura 7

O padrão CAN define uma rede de comunicação que comunique todos os nós no barramento. Os nós podem ser adicionados a qualquer momento, mesmo quando a rede estiver operando (conexão a quente).