

# REDES CAN: Uma abordagem no uso veicular

Romer Rios Campos de Souza<sup>1</sup>, Luís Augusto Mattos Mendes<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciência da Computação – Universidade Presidente Antônio Carlos (UNIPAC)

Campus Magnus – Barbacena – MG – Brasil

romersouza@gmail.com, luisaugustomendes@yahoo.com.br

**Resumo:** *Devido ao grande crescimento de tecnologias nos automóveis atuais, o mercado vem necessitando de uma tecnologia que consiga fazer a interligação entre os componentes nos automóveis. Essa tecnologia vem cada dia mais sendo usadas não só em automóveis mais como em vários outros setores. Assim sendo com o objetivo cada vez maior de desenvolver a tecnologia a rede CAN vem se tornando a maior parte das ligações de equipamentos eletrônicos interno ao veículo. O objetivo atual é diminuir o número em excesso de cabos que vem cada dia ficando maior e aumentando o custo de fabricação do veículo. Os resultados de uma aplicação CAN em um automóvel vêm se tornando cada vez maior pela necessidade de espaço e de ligar novos equipamentos aos automóveis, com isso sua aplicação vem sendo cada vez mais necessária.*

**Palavras-chave:** CAN; Multiplexado; Frames;

## 1 INTRODUÇÃO

Redes é uma área do mercado que tem uma crescente demanda. Atualmente existem vários motivos para utilização de uma rede, que vai desde a conexão entre dois computadores para troca de informações até um controle de uma sonda espacial. Este artigo é dedicado a um tipo de rede que ainda não é predominante no mercado, porém vem em crescente demanda.

A Rede CAN (*Controller Area Network*) é um sistema de redes no qual veio pra nos facilitar sendo inicialmente usada em sistemas automotivos. Sua crescente utilização na indústria automotiva vem sendo graças aos seus benefícios técnicos e econômicos devido a união das conexões em um único barramento. E posteriormente ocorreu sua padronização pela SAE (*Society of Automotive Engineers*) e pela ISO (*International Organization for Standardization*).

Com a grande aceitação da rede CAN os veículos vem ganhando espaço e diminuindo o custo na montagem de sua parte elétrica referente a ligações entre módulos responsáveis pela comunicação entre equipamentos

A seção 2 mostra uma abordagem teórica sobre a definição e utilização desta rede. A seção 3 irá explanar toda a forma de comunicação desta rede e também apresentaremos todas as especificações dos pacotes que trafegam na rede. A seção 4 é dedicada ao protocolo ISO/OSI e sua relação com a as redes CAN.

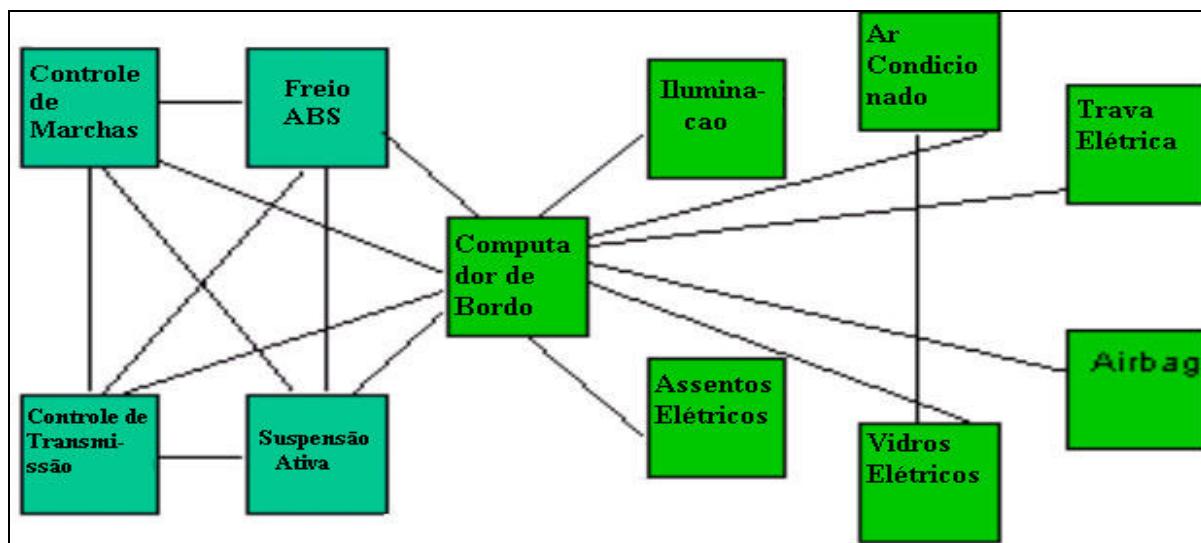
## 2. REDE CAN

Rede CAN é uma rede que faz comunicação serial na qual trafegam dados com informações trocadas entre controladores distribuídos de forma modular. Cada módulo é responsável por funções específicas, os mesmos colhem e/ou geram dados que muitas vezes devem e podem ser utilizados por outros módulos. Assim cada módulo tem o objetivo de obter, processar e transmitir as mensagens através da rede de comunicação de dados com o objetivo de compartilhá-los com todo o sistema de forma integrada. Com a flexibilidade que esse tipo de rede fornece é possível que seja aplicada a vários sistemas em que equipamentos precisem se comunicar ou onde existam sistemas micro processados/ micro controlados.

Com a complexidade desses sistemas de controle e com a necessidade de trocar informação entre os módulos significavam cada vez mais um numero maior de cabeamento e linhas de controle dedicadas, vindo a aumentar o volume de chicotes, módulos e sensores de ligações de equipamentos dos automóveis. Não somente o aumento dos cabos mais também o custo do cabeamento necessário para ligar todos os componentes, como o tamanho físico do sistema e a complexidade que estão se tornando uma solução desconfortável. Com os custos exagerados e um número cada vez maior de ligações vem comprometendo a confiança, segurança e tolerância a falhas do sistema. Para se ter uma idéia de como vem crescendo este numero de cabeamento proporcionalmente, podemos fazer uma pequena comparação desde 1921, na qual os veículos tinham apenas 30 metros de fio e em 1940 – 60 metros, 1953 – 150 metros, 1980 – 800 metros e em 2000 tinha-se 2000 metros de fio, o que proporciona cada vez mais uma quantidade de fiação enorme.

### 2.1. Sistema não multiplexado – convencional

É um sistema de controle convencional que é realizado *point-to-point*, ou seja, você se tem um módulo e o mesmo tem que ser conectado a todos os outros módulos, se houver necessidade de compartilhamento de informações. Cada informação é enviada para blocos distintos através de meios distintos. Isso pode ser verificado na Figura 1 (MARQUES, 2004), o cabeamento vem aumentando pela grande necessidade de interligação entre os modulos.



**Figura 1 - Método Convencional: Point-to-Point wiring.**

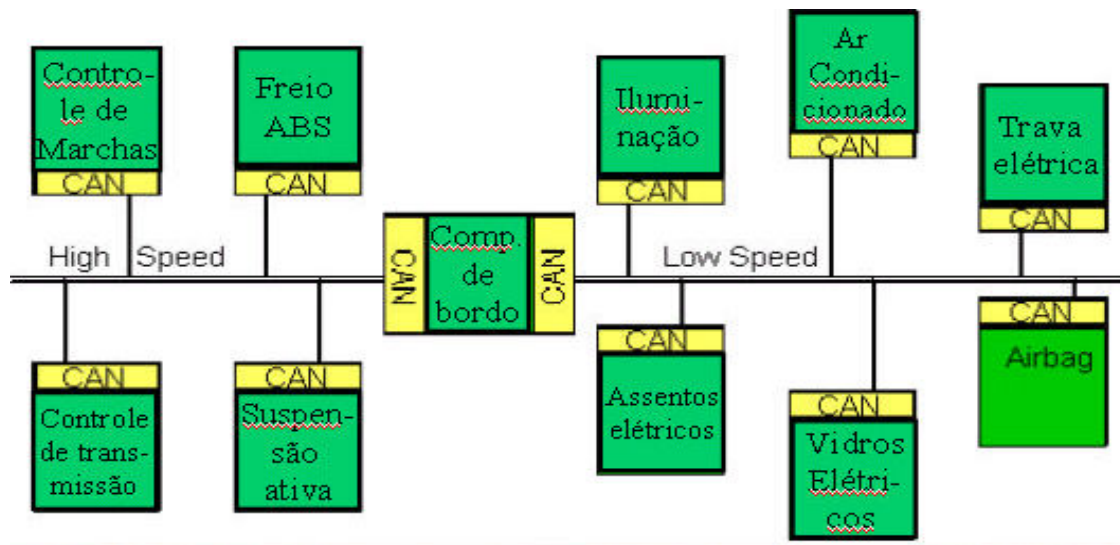
Segundo Marco Antônio Marques (2004) cada uma das partes deste sistema é composta de transdutores (sensores) que convertem qualquer grandeza física como a térmica, mecânica, química em grandeza elétrica e transdutores (atuadores) que convertem a grandeza física elétrica em alguma grandeza física como mecânica, térmica dentre outras. Isso é cada informação é enviada independentemente para cada módulo que tiver necessitando da mesma conforme mostrado.

Dentre essas e varias outras razões as análises, manutenções, ajustes dentre outras, estão ficando cada vez mais dependentes de equipamentos eletrônicos. Automóveis com estas características possuem conectores com dezenas de pinos para diagnósticos, onde estes estão incorporados na unidade de processamento central, e que através de códigos luminosos (picantes) podem ser diagnosticados e testados. Por exemplo, em um acontecimento muito comum quando uma informação é enviada ao setor de arrefecimento e outra para o painel do carro por dois caminhos diferentes. Isso não acontece somente com o sistema de arrefecimento mais sim em vários outros.

## 2.2. Sistema multiplexado

O sistema multiplexado é um novo conceito de rede CAN, que leva um único barramento elétrico, passando por toda a extensão do veículo, onde dispositivos de sensoramento e controle são a ele conectados, fazendo que cada dispositivo possa interagir uns com os outros, fazendo com que número excessivo de cabos entre as unidades de controle e os dispositivos sensores venha a diminuir bruscamente conforme Figura 2. Esse tipo de sistema vem sendo usado na maioria dos fabricantes de automóveis atuais.

Segundo Marco Antônio Marques (2004) estas informações podem ser de temperatura, consumo, velocidade, pressão, derrapagem de pneus, frenagem brusca, acionamento de air-bags, sistema de alarme, iluminação, módulo danificado, dentre varias outras, conforme Figura 2.



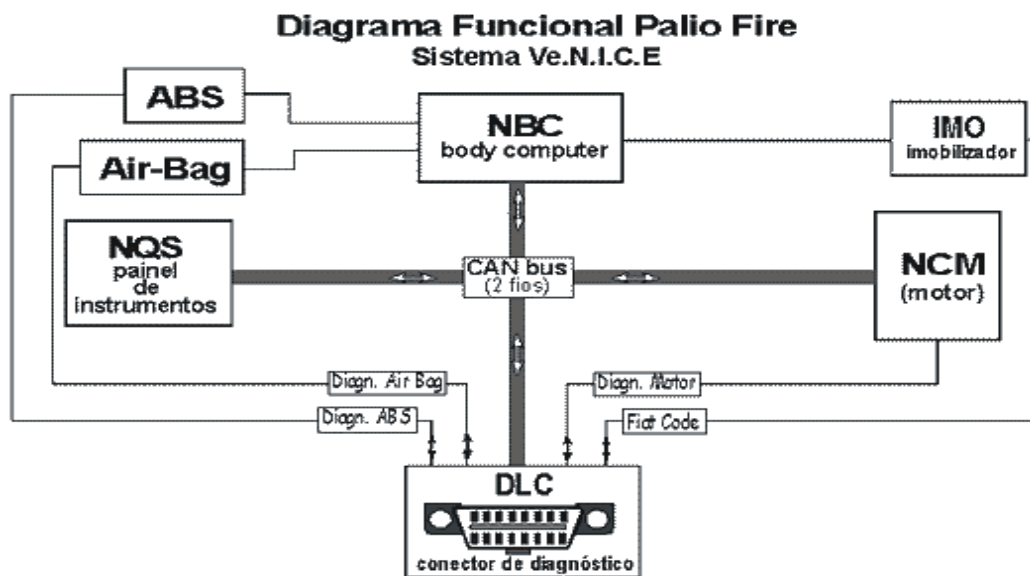
**Figura 2 - Novo conceito de rede CAN.**

### *2.2.1. Vantagens de uma rede multiplexada*

Nos dias atuais os fabricantes de veículos automotores vêm aplicando diversas soluções para disponibilizar informações do diagnóstico pelo conector:

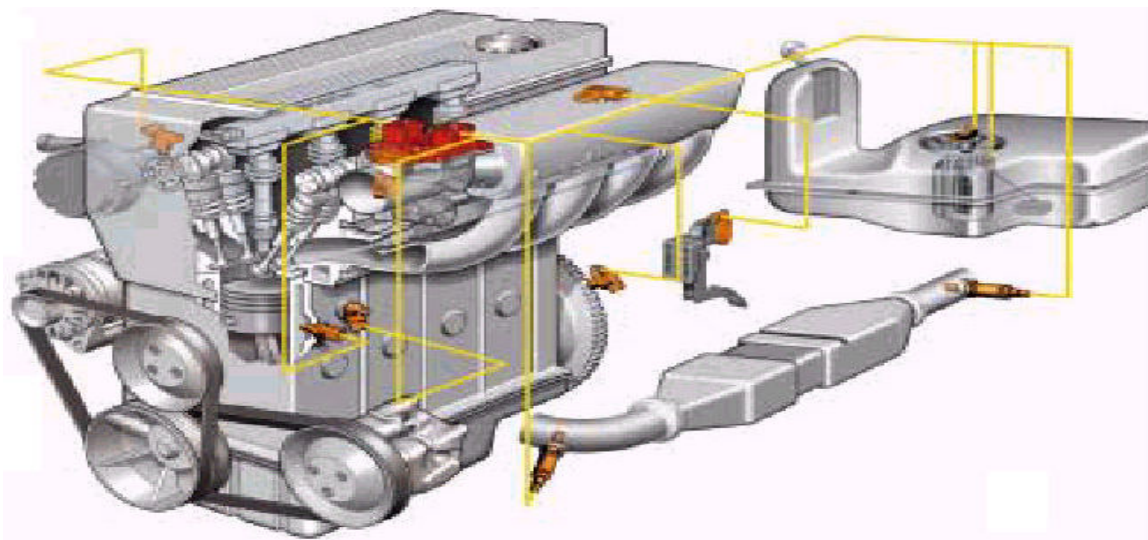
1) Os comandos dos subsistemas eletrônicos estão interligados por uma rede interna determinada redes CAN, através da mesma trocam informações necessárias para um correto funcionamento. Para ser feito um diagnóstico, existe um conversor de protocolo entre a rede interna CAN e o conector de diagnóstico (DLC) conforme a Figura 3. Este conversor serve para converter a informação de diagnóstico para o protocolo ISO 9141-2. Sendo assim pontos de diagnósticos podem ter o acesso para o scanner, para se ter informações de falhas no sistema ou a conferência de um sistema funcionando corretamente. Em alguns casos a rede pode estar presente em um conector de diagnósticos a qual é usada somente para verificações ainda na linha de produção. De exemplo podemos citar alguns fabricantes que usam este tipo de conectores de diagnósticos: Mercedes,BMW, Fiat (em alguns modelos), Subaru.

2) Uma rede multiplexada CAN é utilizada para fazer diagnósticos via scanner, para a se comunicar com as unidades de comando através da rede CAN utilizando seu protocolo para que seja feito testes nas mesmas.



**Figura 3 - Sistema automotivo com OBDII e rede CAN. (MARQUES, 2004)**

Os enlaces entre equipamentos de um sistema com rede CAN não são ligados ponto a ponto pois a necessidade de ter cabos interconectados entre os mesmos não é mais necessário sendo assim são interconectados um mesmo sensor a várias unidades de controle e mesmo uma unidade de controle ligada diretamente às outras, como mostra a Figura 4.



**Figura 4 - Interconexão dos módulos (MARQUES, 2004).**

Todos os equipamentos sejam sensores ou outro tipo de equipamento, são eles ligados entre si por um barramento único, permitindo as comunicações entre eles pelo mesmo.

### 3. MENSAGENS DO CAN

Em uma rede CAN suas informações trafegam pelo barramento e são definidas por uma prioridade que as tornam mais ou menos importante. Assim sendo se em um mesmo instante duas ou mais mensagens precisarem de informação somente a mensagem com mais urgência terá sucesso entre as demais. O funcionamento desta prioridade funciona conforme a norma CAN que é estabelecida conforme o campo de identificação da mensagem. O campo de identificação pode obter 11 bits (padrão) ou 29 bits (estendido).

O protocolo CAN apresenta diversos padrões para suas mensagens de acordo com suas funções. As mensagens são enviadas através de quadros (*frames*) nos quais estão informações desde quem as enviou até o que está sendo enviado ou recebido.

Segundo Marco Antônio Marques (2004) os frames mais importantes são Data Frame (Tipo de mensagem enviada na rede para transportar informações correntes dos sistemas, dados normais. Por exemplo, em sistemas automotivos serve para sinalizar o estado da temperatura do óleo (sensor que deve enviar informações constantes)) e o *Remote Frame* (Mensagem enviada solicitante informação do sistema, ou seja, quando um dispositivo precisa verificar se há água no reservatório do sistema de limpeza do pára-brisa este envia uma mensagem para o controlador do reservatório solicitando o estado atual do mesmo).

#### 3.1. Formato das mensagens CAN

As mensagens da rede CAN têm no máximo, dados de 64 bits. As mensagens não têm nenhum endereço explícito para que seja identificado porem através do seu conteúdo que a estação receptora reconhece a mensagem. O sistema funciona identificando a variável a ser transmitida e não o endereço a onde esta variável está.

#### 3.2. Formato dos pacotes

As mensagens da rede CAN são constituídas de uma seqüência de bits que são divididos em campos. Sendo que cada campo tem uma função diferente como descrita a seguir. Os tipos de mensagens da rede CAN são constituídos de quatro tipos de mensagens: dados, requisição remota, erro, overload. Seus formatos e funções são explicados a seguir.

##### 3.2.1. Pacote de dados

A Figura 5 ilustra (AMORY, Alexandre, 2003) o formato do pacote de dados CAN.

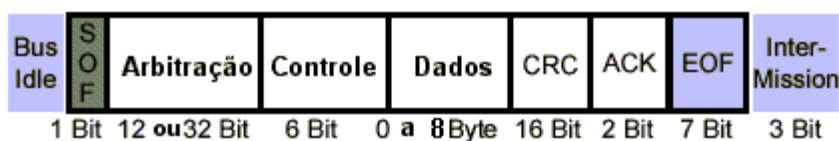


Figura 5 - Formato de um pacote de dados CAN.

SOF – 1 bit – dominante – Marca o início de uma mensagem. Depois que o barramento estava sem uso, a borda de descida do SOF sincroniza os nodos da rede (*hard synchronization*).

Arbitração e Controle – Esses campos são sub-divididos.

Controle:

Identificador – 11 ou 29 bits – É o endereço lógico e a prioridade da mensagem. Valores menores tem maior prioridade. O formato padrão possui 11 bits, o estendido possui 29.

RTR – 1 bit – O RTR (*Remote Transmission Request*) identifica se a mensagem é de dados (dominante) ou de requisição de dados (recessivo);

IDE – 1 bit – O IDE (*Identifier Extension*) identifica se a mensagem é do formato padrão (dominante) ou estendido (recessivo);

SRR – 1 bit – recessivo – (*Substitute Remote Request*) ;

r0 e r1 – 2 bits – dominantes – São bits de reserva;

DLC – 4 bits – O DLC (*Data Length Code*) informa o número de bytes que será transmitido. Originalmente CAN suporta o envio de até 8 bytes de dados em um único pacote. Porém, em aplicações específicas, pode-se fazer uso de até 16 bytes de dados por pacote.

Dados – 0 a 64 bits – Contém o dado da mensagem;

ACK – 2 bits – É composto pelo bit ACK *Slot* e pelo bit Delimitador de ACK. Transmissores enviam ambos os bits em recessivo. Um receptor indica que recebeu a mensagem enviando um bit dominante no ACK *Slot*. Isso indica ao transmissor que ao menos um nodo recebeu a mensagem corretamente;

EOF – 7 bits – todos recessivos - EOF (*End Of Frame*) delimita o fim de uma mensagem. Bit *stuffing* é desativado enquanto EOF está ativo;

IDLE – 0 ou mais bits – recessivos – Sinaliza que o barramento está livre. Qualquer nodo pode começar uma transferência de mensagem;

*Intermission* ou IFS (*InterFrame Space*) – 3 bits – recessivos – IFS é o tempo necessário para que um nodo transfira um pacote corretamente recebido do barramento para área de armazenamento local (*mailbox*). É o tempo mínimo entre a transmissão de dois pacotes (tempo interno para nodo processar o pacote).

### 3.2.2. Pacote de requisição de dados

Um nodo de destino pode requisitar dados da origem. Para que isto possa acontecer o nodo de destino envia uma requisição de dados com o identificador que pertence ao dado requerido. O nodo que possui o dado irá devolver um pacote de dados, respondendo à requisição.

### 3.2.3. Pacote de erro

O pacote de erro pode ser gerado por qualquer nodo que detecte um erro. A função do mesmo nada mais é que notificar a ocorrência de falhas ocorridas ao longo do tempo. O pacote de erro é formado por dois campos: *flag* de erro e delimitador de erro.

*Flag* de Erro – 6 bits – É o campo que sinaliza a existência de um erro. Existem dois tipos de *flag* de erros: *flag* erro ativo e *flag* erro passivo. Um nodo em estado erro ativo envia um *flag* de erro ativo (dominante), enquanto um nodo em erro passivo envia um *flag* de erro passivo (recessivo).

**Erro Ativo** – É o estado inicial dos nodos quando é inicializado. Neste estado os nodos podem enviar *flag* de erro ativo.

**Erro Passivo** – Quando já existe mais de 127 erros o estado passa de erro ativo para erro passivo. Neste estado o nodo só pode enviar *flag* de erro passivo. Essa característica é importante, pois com um erro recessivo, um nodo não poderá mais influenciar no barramento .

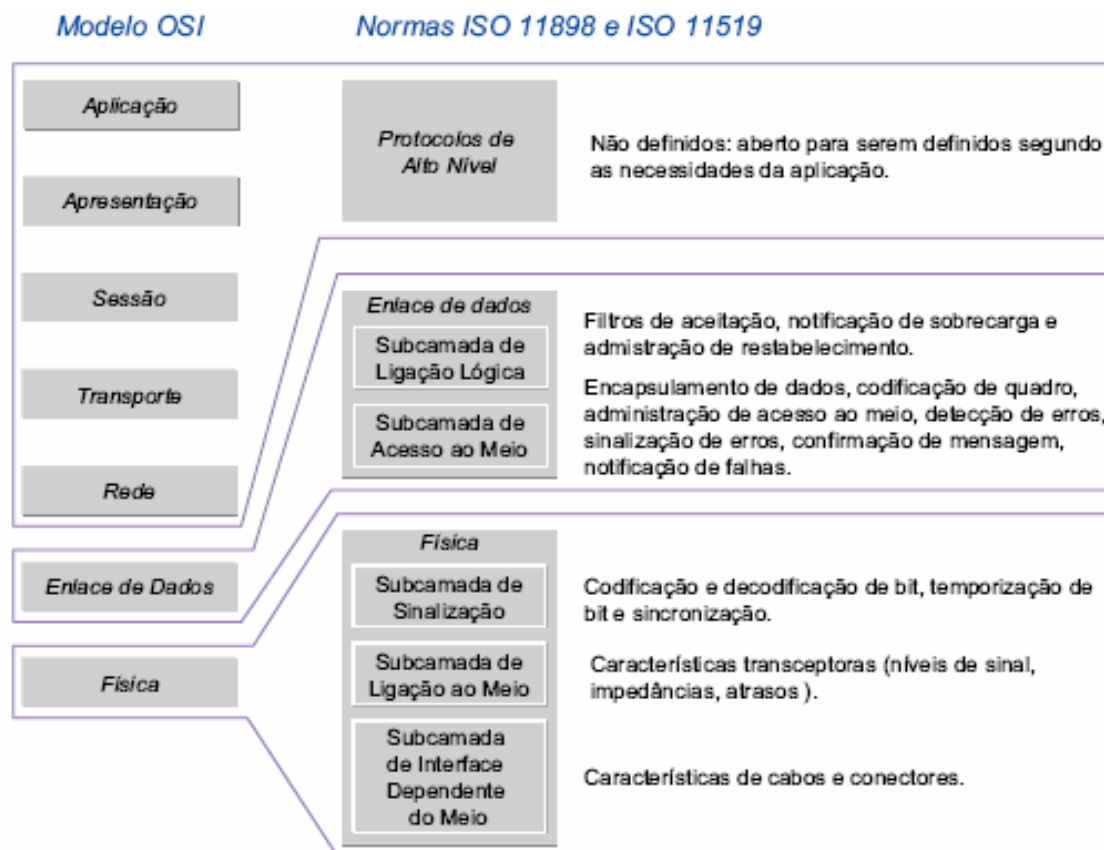
**Delimitador de Erro** – 8 bits (recessivos) - É transmitido pelo nodo que enviou o dado que continha erro. Sua função é recomençar comunicação no barramento após uma falha.

#### 3.2.4. Pacote de overload

Seu uso é praticamente para sinalizar a um transmissor que o seu receptor não está pronto para receber as próximas mensagens, portanto o transmissor deve aguardar para fazer a próxima transmissão quando o mesmo estiver livre. O formato do pacote é idêntico ao pacote de erro, portanto o mesmo tem uma diferença que o *Overload Flag* é sempre dominante e que o envio de um pacote de *overload* ocorre sempre após os 3 bits, sendo assim somente depois do final da mensagem.

## 4. CAMADAS ISO/OSI

O protocolo CAN foi desenvolvido por Robert Bosch, e o mesmo foi padronizado internacionalmente e documentado na ISO (*International Standards Organization*) 11898, para aplicações de alta velocidade, e ISO 11519, para aplicações de baixa velocidade. O protocolo apresenta camada física e camada de enlace de dados assim sendo entrando em acordo com o modelo de desenvolvimento de redes computacionais OSI (*Open Systems Interconnection*). Segue a Figura 6 (SOUSA, 2001) mostrando suas camadas desenvolvidas para o protocolo CAN relacionando-as com as do modelo OSI.



**Figura 6 - Relação entre as camadas do modelo ISO/OSI e padrões ISO 11898 e ISO 11519. .”**  
**(SOUSA, Rafael Vieira de. INAMASU, Ricardo Yassushi. NETO, André Torre.2001)**

Segundo Rafael Vieira de Sousa, Ricardo Yassushi Inamasu, André Torre Neto (2001) como pode ser visto na Figura 6, as camadas acima da camada de enlace de dados não são definidas pelas normas ISO 11898 e ISO 11519, ficando aberto para que cada grupo desenvolva o próprio padrão, baseado em protocolos de camadas superiores, denominados Protocolos de Alto Nível (*Higher Layer Protocols*), cujas especificações atendam as necessidades de cada aplicação.

## 5. Considerações Finais

Baseado no contexto geral do estudo teórico da rede CAN, a característica que apresenta um maior valor no ramo automobilístico é a que o sistema tende a ser uma rede mais rápida e com um custo mais acessível, assim trazendo vantagens variadas para todos os setores de produção. Sendo assim, a redução dos custos nas montagens dos veículos assim gerando maior capital para investimento em aprimorar e criar novas tecnologias.

Acreditamos que em um prazo máximo de 10 anos todos os automóveis estarão utilizando a tecnologia de barramentos, para que haja uma redução de custos e quantidades de cabos. sendo que rede CAN é uma tecnologia viável com cortes satisfatório de custo e viável seu uso na maioria dos automóveis pela economia e vantagens que a mesma vem a trazer. Assim, sobrando novos espaços para as montadoras utilizarem para o conforto e segurança do usuário final.

As redes CAN podem ser aplicadas até mesmo em sistemas mecânicos que nos dias atuais ainda dependem de cabos para acionar outro dispositivo mecânico ou até mesmo ao processo interno ao motor, para gerar economia e uma melhoria na durabilidade e desempenho do mesmo.

Para trabalhos futuros sugiro o estudo da viabilidade e da aplicação da rede CAN em sistemas internos a um motor que ainda depende de acionamento mecânico.

## 6 BIBLIOGRAFIA

AMORY, Alexandre. *Controller Area Network (CAN)* Disponível em: <<http://www.inf.pucrs.br/~eduardob/disciplinas/tc/AlexandreAmory/can2.doc>>. Acessado em: 10 de abril de 2008.

KONDURU, Samskrut. *FULL LIFE CYCLE IP DEVELOPMENT*. Disponível em: <<http://www.ednasia.com/article-8135-fulllifecycleipdevelopment-Asia.html>>. Acessado em: 10 de abril de 2008.

LANCIA. *Manual do usuário*. Disponível em: <[http://www.lancia.pt/cgi-bin/pbrand.dll/LANCIA\\_PORTUGAL/models/models.jsp?session=no&categoryOID=-1073809625](http://www.lancia.pt/cgi-bin/pbrand.dll/LANCIA_PORTUGAL/models/models.jsp?session=no&categoryOID=-1073809625)>. Acessado em: 04 de março de 2008.

MARQUES, Marcos Antonio. *CAN AUTOMOTIVO SISTEMA DE MONITORAMENTO*. Disponível em: <<http://200.131.186.194/phl/pdf/0030994.pdf>>. Acessado em: 10 de abril de 2008.

MENDONÇA, Alexandre; ZELENOVSKY, Ricardo. *Introdução às redes intraveiculares*. Disponível em: <<http://www2.eletronica.org/artigos/electronica-digital/introducao-as-redes-intraveiculares>>. Acessado em: 24 de fevereiro de 2008.

MENDONÇA, Alexandre. ZELENOVSKY, Ricardo, *INTRODUÇÃO AS REDES INTRAVEICULARES*. Disponível em: <<http://http://www.mzeditora.com.br/artigos/veicular.htm>>. Acessado em: 10 de abril de 2008.

MICROSOFT. *Fiat Punto traz solução inovadora baseada no Windows Mobile*. Disponível em: <<http://www.microsoft.com/latam/presspass/brasil/2007/outubro/fiatpunto.mspx>>. Acessado em: 03 de março de 2008.

SOUSA, Rafael Vieira de. INAMASU, Ricardo Yassushi. NETO, André Torre. *CAN (Controller Area Network): Um Padrão Internacional de Comunicação de Transdutores Inteligentes para Máquinas Agrícolas*. Disponível em: <[www.cnpdia.embrapa.br/publicacoes/download.php?file=CiT12\\_2001.pdf](http://www.cnpdia.embrapa.br/publicacoes/download.php?file=CiT12_2001.pdf)>. Acessado em: 10 de março de 2008.

VENDA, pedro. *CONTROLLER AREA NETWORK - FUNDAMENTOS*. Disponível em: <<http://www.pjvenda.org/papers/can/can-overview-paper.pdf>>. Acessado em: 10 de abril de 2008.