



Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica

Protocolo CAN

Controller Area Network

Carlo Frederico Campos

Danielle Simone

Prof. Luiz Affonso

Maio / 2005

Sumário

- Introdução
 - Áreas de aplicação do CAN
- Características do CAN
- Camadas do protocolo CAN
 - Camada Física
 - Camada de Enlace
- Formato das mensagens CAN
 - Tipos de quadros
- Codificação
- Tratamento de erros (detecção e sinalização)
- Filtragem/Validação das mensagens
- Protocolos de alto nível
- Implementação
- Conclusões

Introdução

- O CAN Bus (Barramento Controller Area Network) foi desenvolvido pela empresa Alemã BOSCH e disponibilizado em meados dos anos 80.
- Desenvolvido inicialmente para área automotiva mas devido à sua comprovada confiabilidade e robustez também está sendo adotado em aplicações industriais em sistemas que necessitam de controle distribuído em tempo real.

Áreas de Aplicação do CAN

- **Veículos (marítimo, aéreo, terrestre)** – carros de passeio, off-road, trens, sistema de semáforo (trens e carros), eletrônica marítima, máquinas agrícolas, helicópteros, transporte público.
- **Sistema de Controle Industrial** – controle de planta, de maquinário, robôs, sistema de supervisão.
- **Automação Predial** – controle de elevadores, ar condicionado, iluminação.
- **Aplicações Específicas** – sistemas médicos, telescópios, simuladores de vôo, satélites artificiais, entre outros.

Características do CAN

- Protocolo Digital e Comunicação Serial Síncrono
- Conceitos baseados na técnica **CSMA/CD with NDA**
(*Carrier Sense Multiple Access /Collision Detection*)
- Priorização de Mensagens
- Grande Flexibilidade de Configuração
- Recepção Multicast
- Garantia de Consistência dos Dados
- Detecção/Sinalização de erros
- Retransmissão Automática de Mensagens Corrompidas

Camadas do CAN

- O CAN foi dividido em duas camadas, obedecendo o modelo OSI/ISO:
 - *Data Link Layer*
 - *Logical Link Control (LLC)*
 - *Medium Access Control (MAC)*
 - *Physical Layer*

Camadas do Protocolo CAN

Modelo OSI/ISO

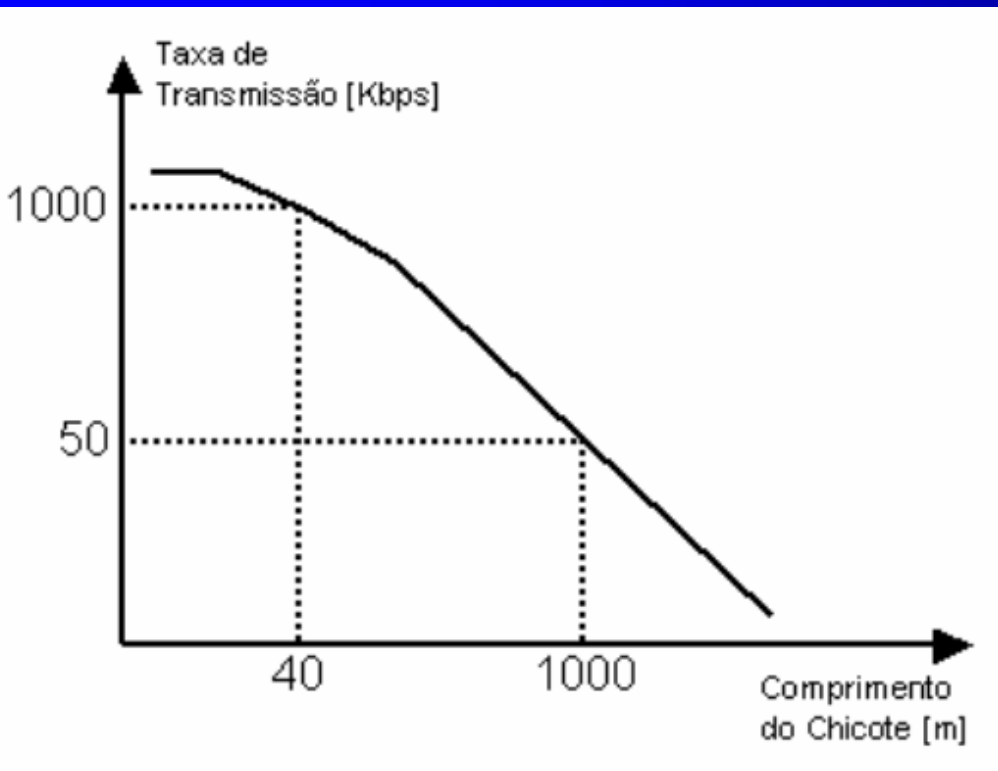


- **Camada Física - Physical Layer**
 - Codificação / Decodificação dos Bits
 - Temporização dos Bits
 - Sincronização

Camadas do Protocolo CAN

Camada Física – Physical Layer

Velocidade de Transmissão – Até 1Mbps



Taxa Kbit/s	Distância máxima (m)
1000	40
500	130
250	270
125	530
100	620
50	1300
20	3300
10	6700
5	10000

Taxa de transmissão X distância para o barramento CAN

Camadas do Protocolo CAN

Camada Física – Physical Layer

- ISO11898
 - Alta Velocidade de Transmissão de dados –
125 Kbps a 1 Mpbs
- ISO11519-2
 - Baixa Velocidade de Transmissão de dados –
10 Kbps a 125 Kbps

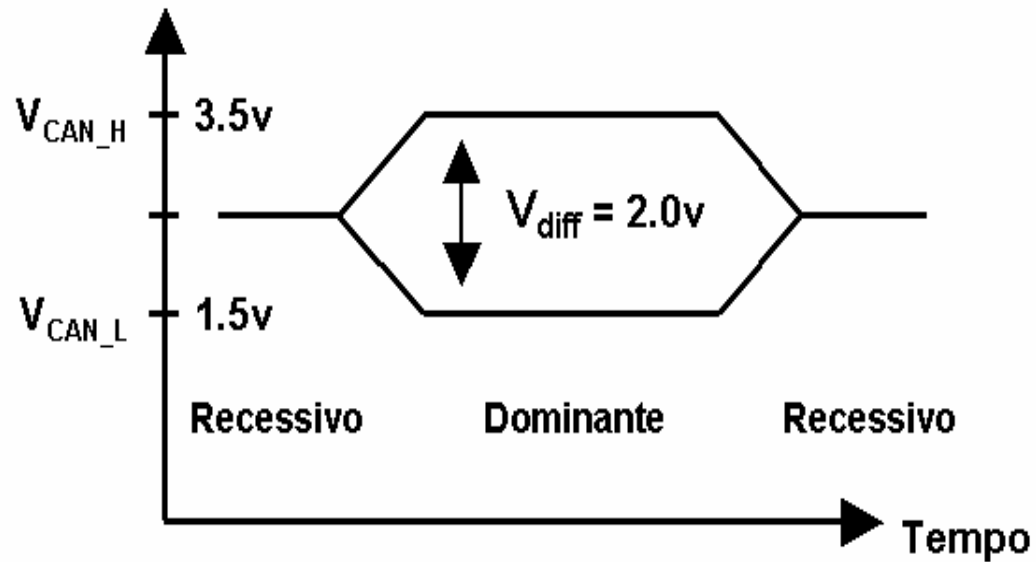
Camadas do Protocolo CAN

Camada Física – Physical Layer

Meio de Transmissão Fios Elétricos

Formas de Constituição de um barramento CAN:

- 1 Fio - Fio de dados
- 2 Fios - CAN_H, CAN_L
- 4 Fios
 - CAN_H
 - CAN_L
 - Vcc
 - GND



Camadas do Protocolo CAN

Modelo OSI/ISO

- **Camada de Enlace - Data Link Layer**
 - *Logical Link Control (LLC)*
 - Recepção
 - Filtragem
 - Notificação de Overload
 - Gerenciamento de Recuperação
 - *Medium Access Control (MAC)*
 - Encapsulamento/ Desencapsulamento dos Dados
 - Codificação dos Quadros
 - Gerenciamento de Acesso ao Meio
 - Detecção e Sinalização de Erros
 - Reconhecimento
 - Serialização / Deserialização



Quadros CAN

- O barramento CAN utiliza 4 tipos de quadros (Frames) para controlar a transferência de mensagens
 - Quadro de Dados (Data Frame)
 - Quadro Remoto (Remote Frame)
 - Quadro de Erro (Error Frame)
 - Quadro de Sobrecarga (Overload Frame)

Mensagens do CAN

Formato das Mensagens – Tipos de Quadros Camada de Enlace

- Quadro de Dados
 - Composto por 7 (sete) diferentes campos de bits

Campo	Início do Quadro	Campo de Arbitragem	Campo de Controle	Campo de Dados	CRC	ACK	Fim de Quadro
tamanho (bits)	1	12 ou 32	6	0 a 64	15	2	7

Mensagens do CAN

Formato das Mensagens – Tipos de Quadros Camada de Enlace

- Quadro Padrão – CAN 2.0A
 - Identificador de 11 bits
 - É possível ter até 2048 mensagens em uma rede
- Quadro Estendido – CAN 2.0B
 - Identificador de 29 bits
 - É possível ter até 537 milhões de mensagens em uma rede

Mensagens do CAN

Formato das Mensagens - Campo de Arbitragem

Formato padrão:

Início de Quadro	CAMPO DE ARBITRAGEM		Campo de Controle
	Identificador de 11 bits	RTR		

Formato Estendido:

Início de Quadro	CAMPO DE ARBITRAGEM					Campo de Controle
	Identificador de 11 bits (identificador básico)	S	I	Identificador de 18 bits (identificador estendido)	R		
		R	D		T		
	R	E		R			

Mensagens do CAN

Formato das Mensagens - Campo de Controle

Formato padrão:



Formato Estendido:



dominante

Codificação de Tamanho para o Campo de Dados

Nº de bytes de Dados	Codificação do tamanho do Campo de Dados*			
	DLC3	DLC2	DLC1	DLC0
0	d	d	d	d
1	d	d	d	r
2	d	d	r	d
3	d	d	r	r
4	d	r	d	d
5	d	r	d	r
6	d	r	r	d
7	d	r	r	r
8	r	d	d	d

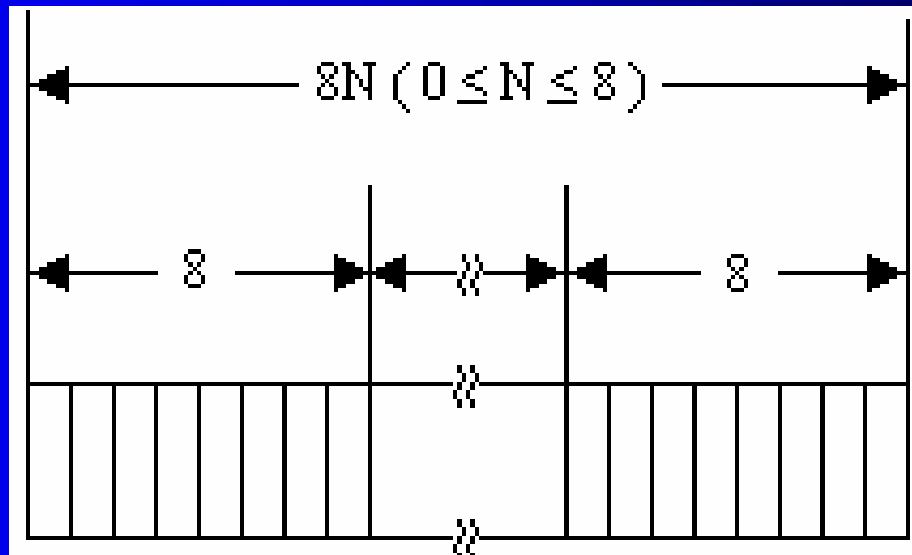
*d=dominante; r=recessivo

Mensagens do CAN

Formato das Mensagens

- Campo de Dados

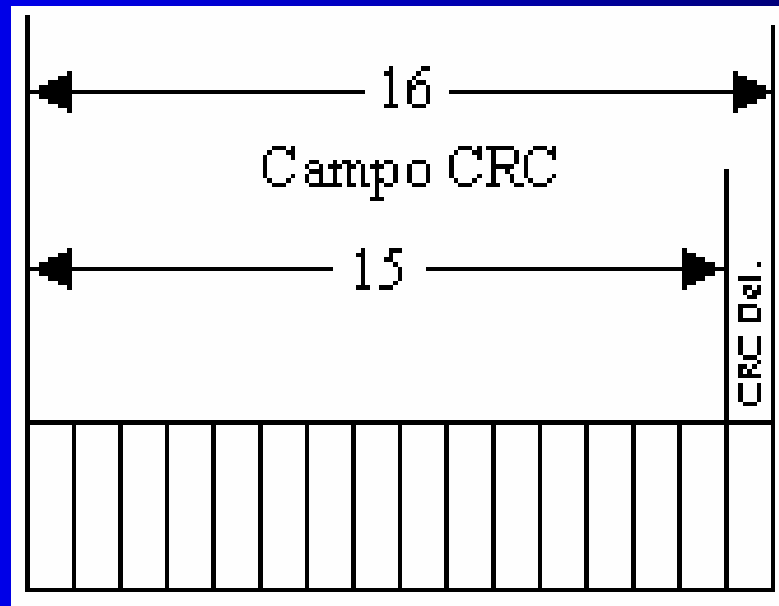
- Pode comportar de 0 (zero) a 8 (oito) bytes, de 8 bits cada.



Mensagens do CAN

Formato das Mensagens

- Campo CRC (*Cyclic Redundancy Check*)
 - Composto por 15 (quinze) bits
 - CRC delimitador



Recessivo
↑

Mensagens do CAN

Formato das Mensagens

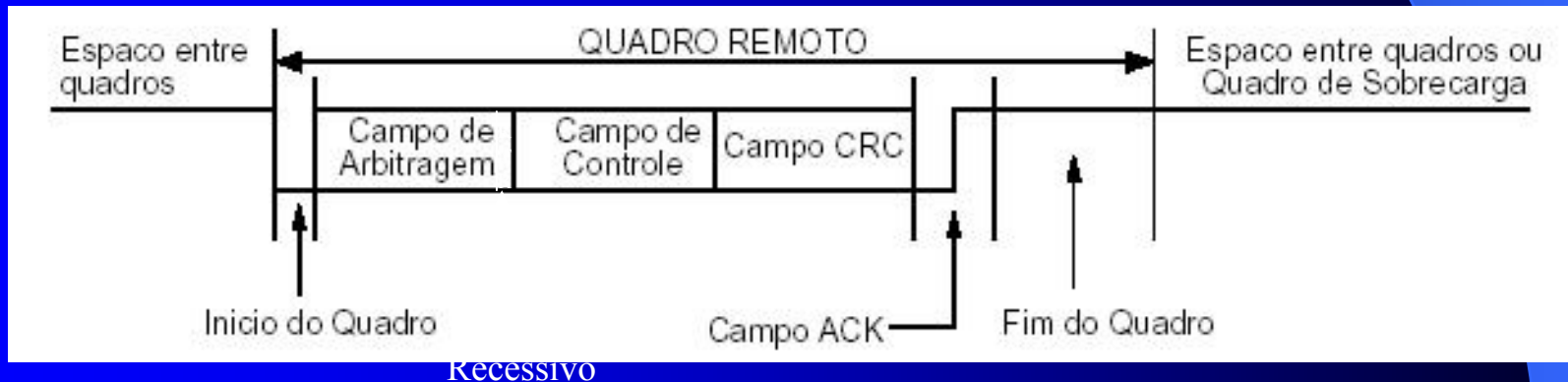
- Campo de Reconhecimento (Ack Field)
 - Composto por 2 (dois) bits
 - ACK Slot
 - ACK delimiter
- Fim de Quadro (End of Frame)
 - Composto por sete bits recessivos

Mensagens do CAN

Formato das Mensagens – Tipos de Quadros

- Quadro Remoto – Remote Frame

- É enviado toda vez que um determinado nó, atuando como receptor, necessita receber uma mensagem.
- Mesma formação do Quadro de Dados, entretanto não possui o Campo de Dados.
- O Bit RTR nesse quadro é recessivo

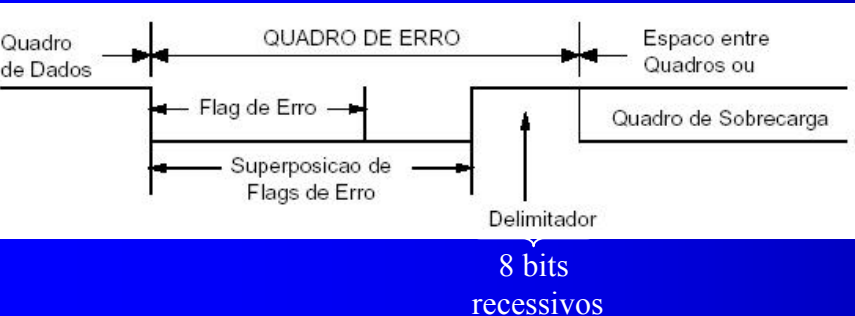


Recessivo

Mensagens do CAN

Formato das Mensagens – Tipos de Quadros

- Quadro de Erros
(*Error Frame*)
 - Composto por dois campos:
 - Flag de erro
 - Error Active
 - Error Passive
 - Delimitador de quadro



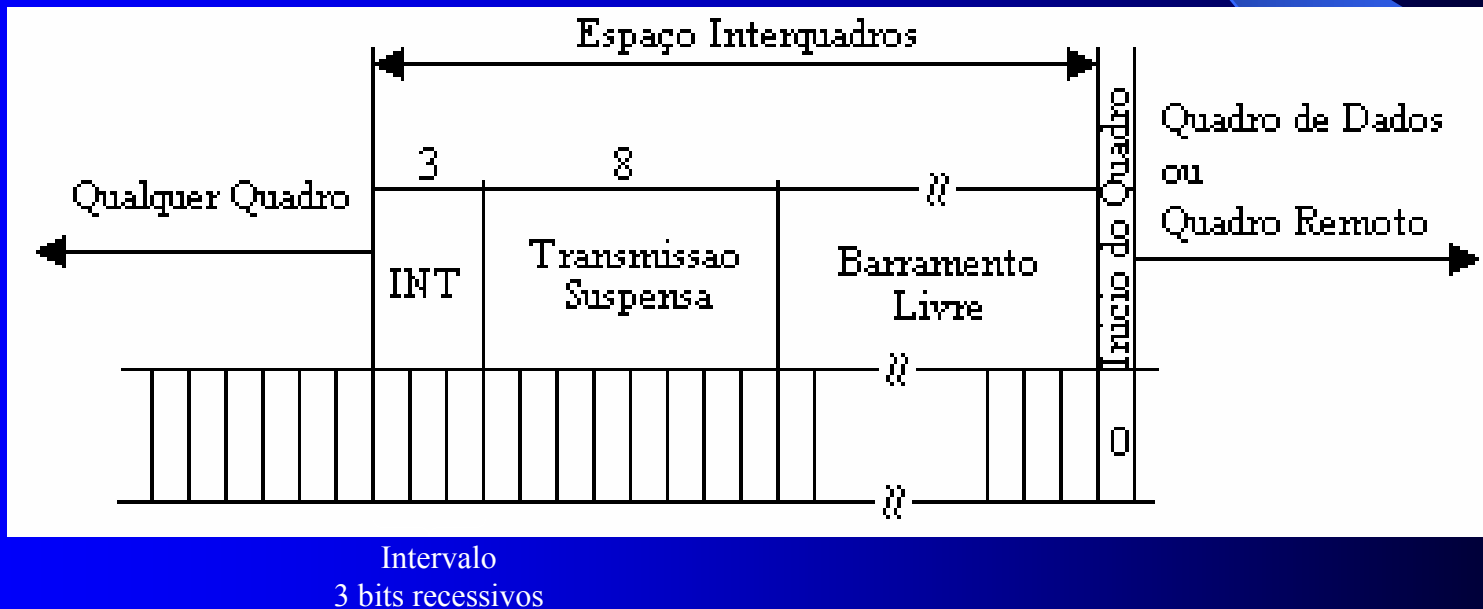
- *Quadro de Sobrecarga*
(*Overload Frame*)
 - Composto por dois campos:
 - Flag de Sobrecarga
 - Delimitador de quadro



Mensagens do CAN

Formato das Mensagens – Tipos de Quadros

- Espaço Interquadros – *Interframe Space*



Codificação

Campos Codificados

Bit Stuffing

Quadro de Dados / Remoto

- Início de Quadro
- Campo de Arbitragem
- Campo de Controle
- Campo de Dados
- CRC

Campos Não Codificados

(Formato Fixo)

Quadro de Dados / Remoto

- Delimitador de CRC
- Campo de Reconhecimento
- Fim de Quadro

Quadros de Erros

Quadro de Overload

Tratamento de Erros

Detecção e Sinalização

Detecção

Nível de Bit

- *Bit monitoring*
- *Bit Stuffing*

Nível de Mensagem

- *CRC ou Cyclic Redundancy Check*
- *Frame Check*
- *Acknowledgment Error Check*

Sinalização

Erro de CRC - O bit flag de erro é enviado após o bit Ack Delimiter

Outros tipos de erros - O bit flag de erro é enviado após a detecção

Tratamento de Erros

Mecanismo de Falhas - Fault Confinent

Dois contadores - Nó do CAN

- Erros de Transmissão – 8 pontos
- Erros de Recepção – 1 ponto

Estado dos Nós

- 1 a 127 pontos – Error Active
- 128 a 255 – Error Passive
- Acima de 255 – Bus Off

Filtragem e Validação das Mensagens

- Filtragem Através de Máscaras e Códigos

Ex: Para um Quadro Padrão de 11 bits

110000000

101000000

- Validação das Mensagens

- Transmissor

- Após Último bit do Fim de Quadro

- Receptor

- Após Penúltimo bit do Fim de Quadro

Protocolos de Alto Nível

High Layer Protocols – Modelo OSI

Algumas Tarefas Desenvolvidas

- Inicialização dos diversos componentes do sistema
- Distribuição dos identificadores de mensagem
- Interpretação do conteúdo do Quadro de Dados
- Gerenciamento do status do sistema

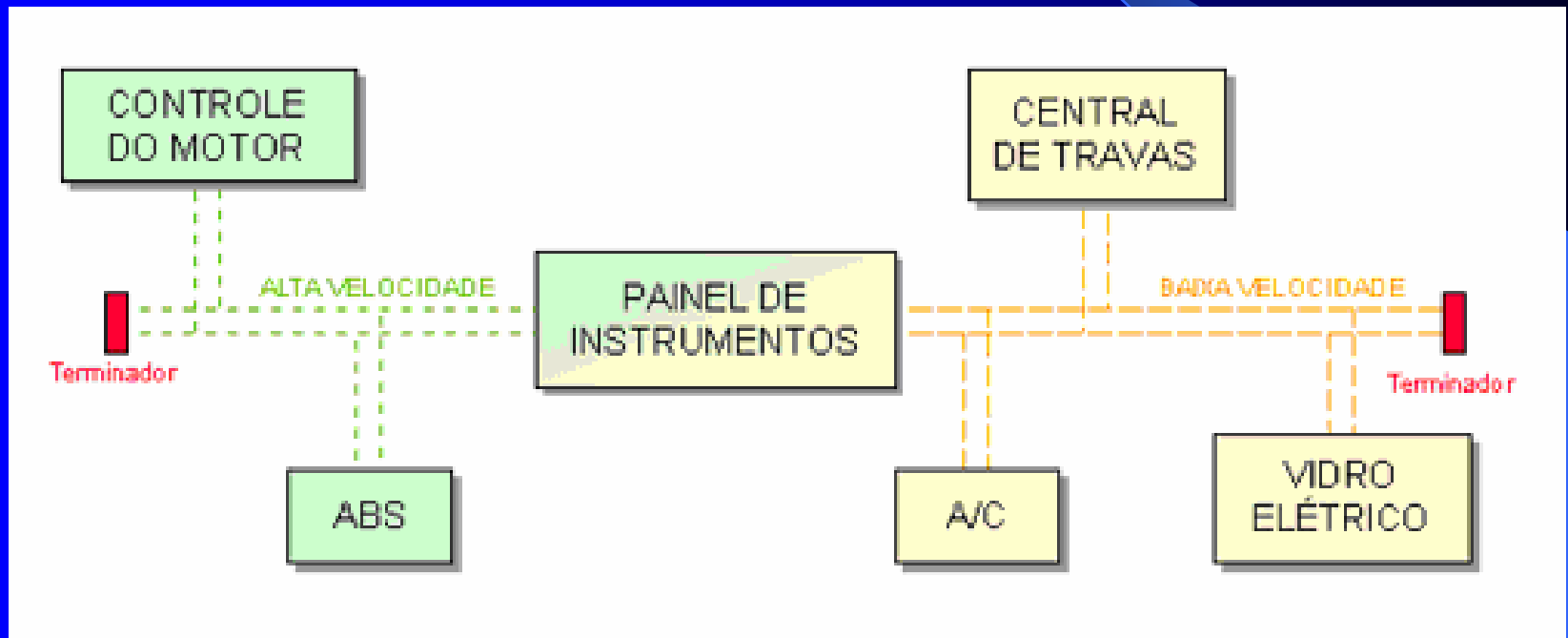
Exemplo de Protocolos de Alto Nível – HLP

- CAN OPEN
- DEVICENET
- CAN Kingdom



Implementação

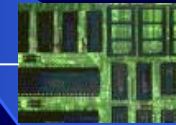
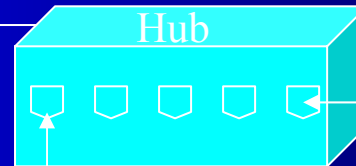
Exemplo de Rede



Implementação (em laboratório)



Pontos de Rede CAN



Placa Microcontrolada
PIC 18F258



Placa Microcontrolada
PIC 18F258

- Montagem de uma Rede CAN
- Implementação de projetos com comunicação CAN

Conclusões

- Aspectos positivos do CAN
 - Flexibilidade do Sistema;
 - Roteamento de Mensagens;
 - Multicast e Multi-mestre;
 - Consistência dos Dados;
 - Bastante utilizado em aplicações embarcadas.