

Redes Industriais – Módulo I

Prof. Rone Ilídio

Baseado no livro Sistemas Fieldbus. Alexandre B. Lugli e Max D. Santos

Redes Industriais

- Conceitos
 - Controlador Lógico Programável
 - Redes Industriais
- Protocolo CAN
- DeviceNet

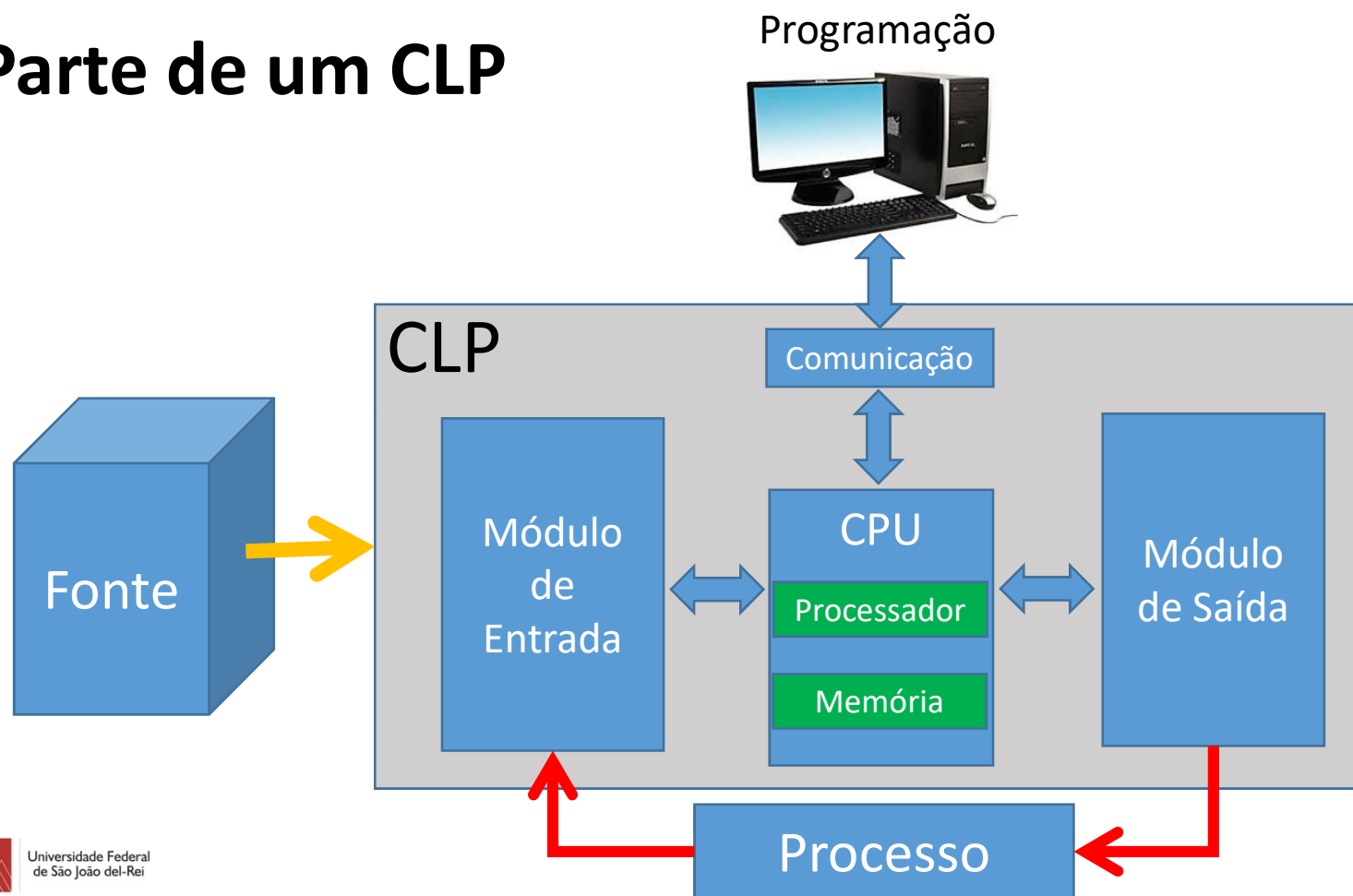


Introdução

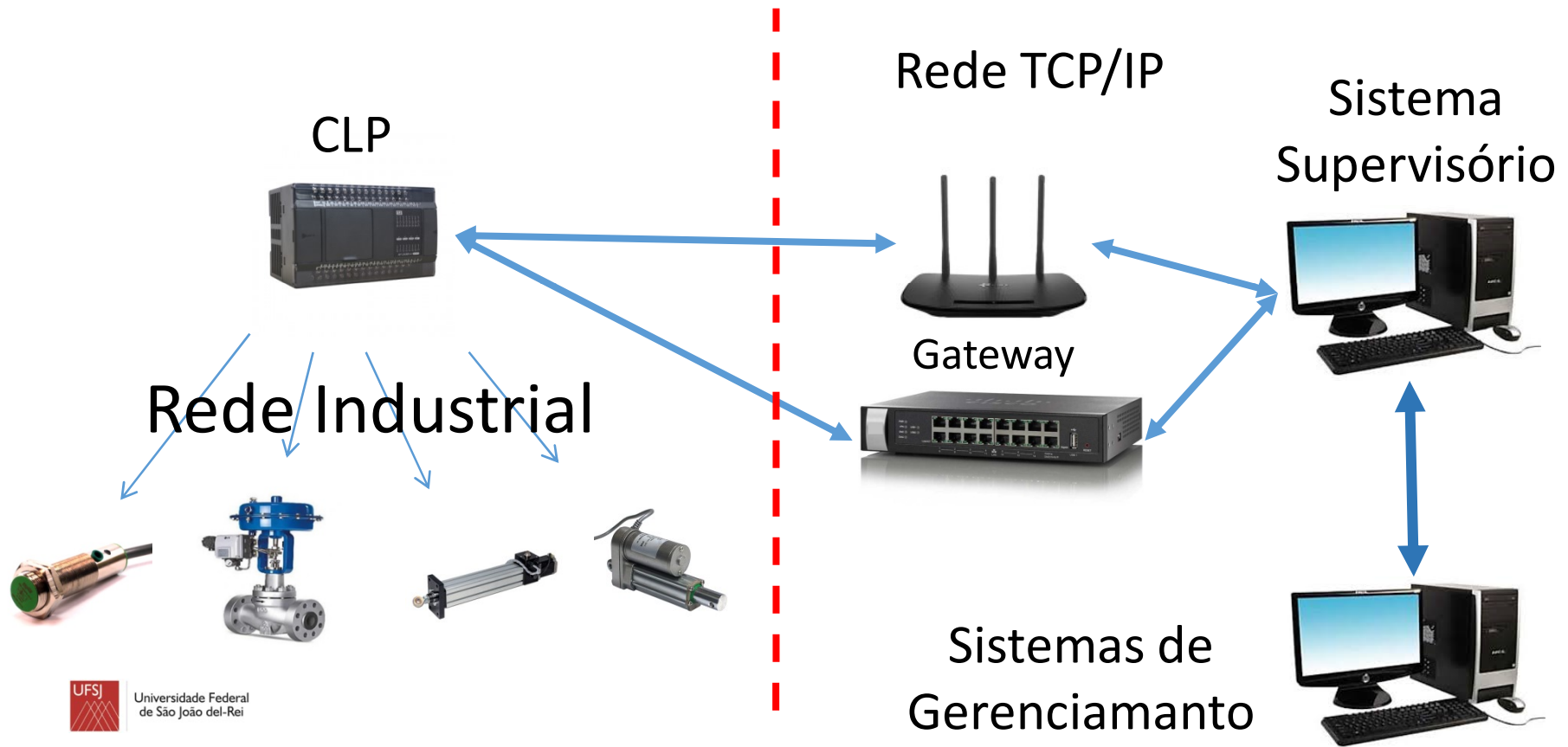
- CLP – Controlador Lógico programável
- Computador especializado para funções de automação, controle e monitoramento de máquinas
- Composto por:
 - CPU
 - Módulo de entrada
 - Módulo de saída
 - Comunicação



Parte de um CLP



Introdução



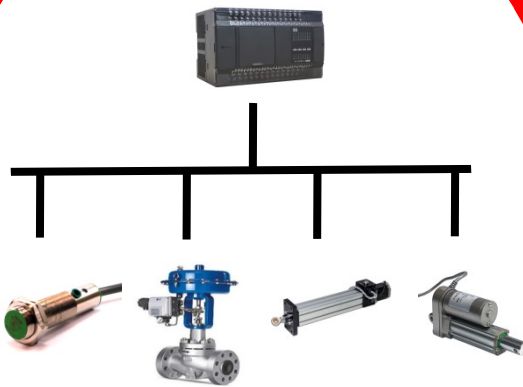
Características Importantes

- Determinismo
- Proteção contra interferência
- Suporte a altas temperaturas
- Simplicidade, facilidade e segurança na aquisição de dados
- Funcionamento distribuído: cada dispositivo é independente
- Tempos de respostas adequados
- Padronização da comunicação: utilização de dispositivos de fabricantes distintos



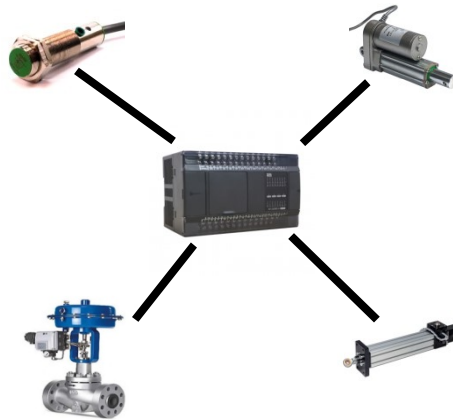
Topologia de Redes Industriais

Barramento

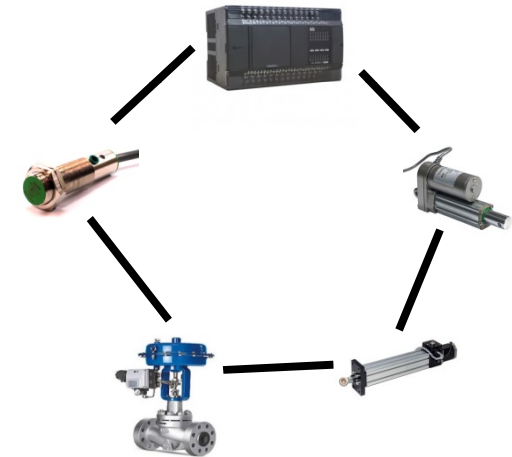


Mais utilizada

Estrela



Anel

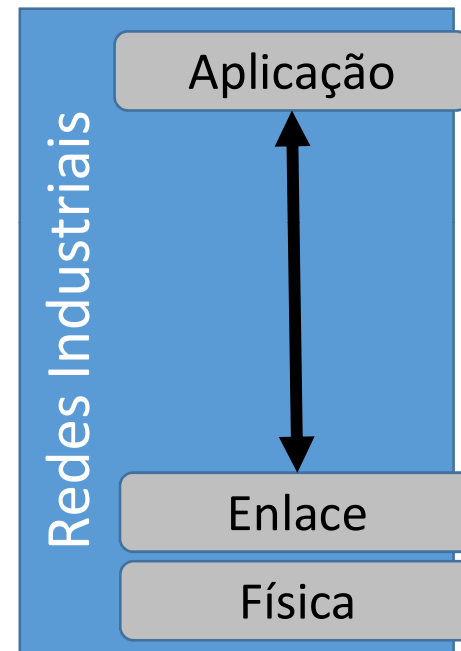


Topologia de Redes Industriais

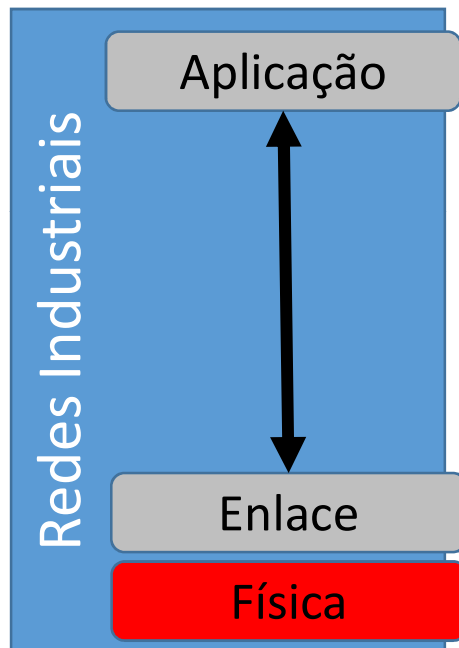
- Barramento:
 - Menor custo
 - Fácil instalação e manutenção
 - Tolerância a falhas de nós
 - Definição do controle de acesso ao meio
 - Mensagens em broadcast
- Estrela
 - Independência de cada nó → tolerância a falhas
 - Maior custo
 - Instalação mais complicada
- Anel
 - Problemas com tolerância a falhas



Camadas de Redes Industriais



Camadas de Redes Industriais



Universidade Federal
de São João del-Rei

Plug



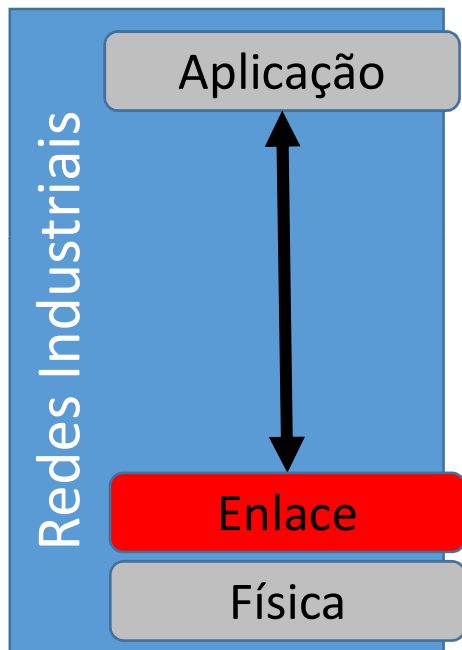
Cabo



Transmissão

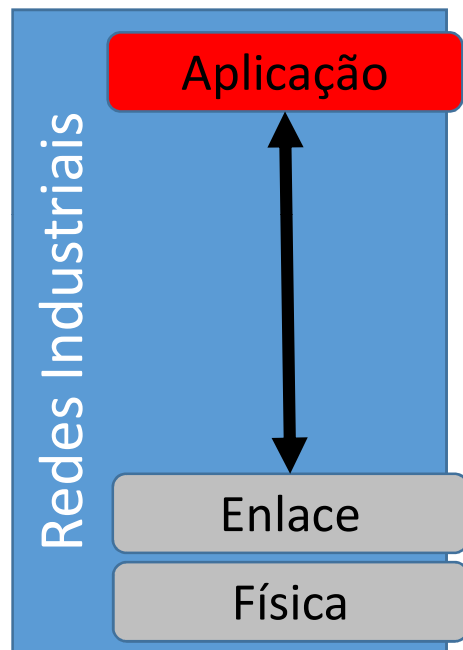
- Modulação
- Tensão
- Frequência
- Sincronização

Camadas de Redes Industriais



- Enquadramento
- Endereçamento
- Controle de acesso ao meio

Camadas de Redes Industriais



- Definição dos dados do pacote
 - Requisição e resposta
 - Tipo dados
 - Comando

Padrões e Protocolos para Redes Industriais



Obs: existem vários outros

O Protocolo CAN



Universidade Federal
de São João del-Rei

O Protocolo CAN

- CAN (*Controller Area Network*)
- Camadas de Física e Enlace
- Desenvolvido para aplicações automotivas (Bosh em 1986)
- Padrão ISO11898
- Utilizado em sistemas de automação industrial
- Utiliza o CSMA/CR (*Carrier Sense Multiple Access/Collision Resolution*)
 - Quando ocorre uma colisão, a mensagem de maior prioridade terá o acesso ao meio
- Barramento → normalmente cabo de par trançado

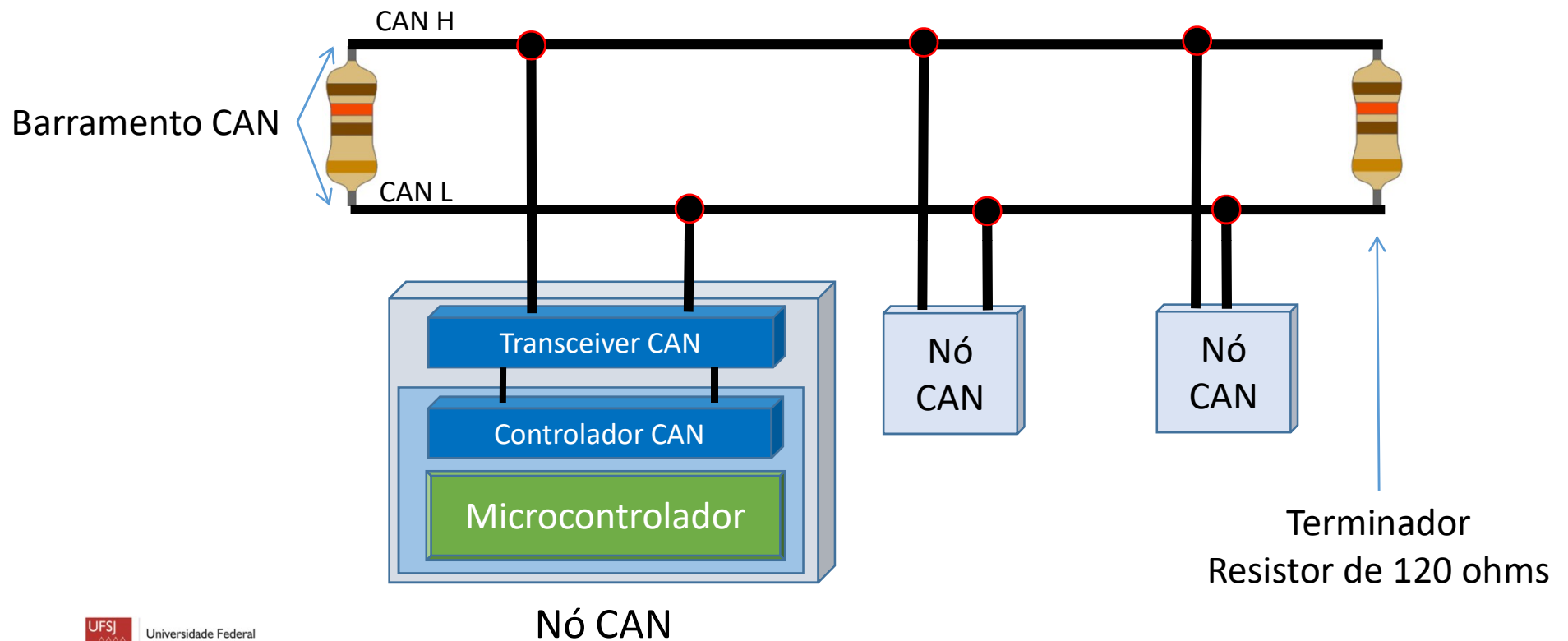


O Protocolo CAN

- 8 bytes de dados
- Até 1 Mbit/s
- Retransmissão de mensagens corrompidas
- Transmissão multicast: um para muitos
- Determinística: tempos exatos para tráfego de informações (a rede Ethernet é probabilística)

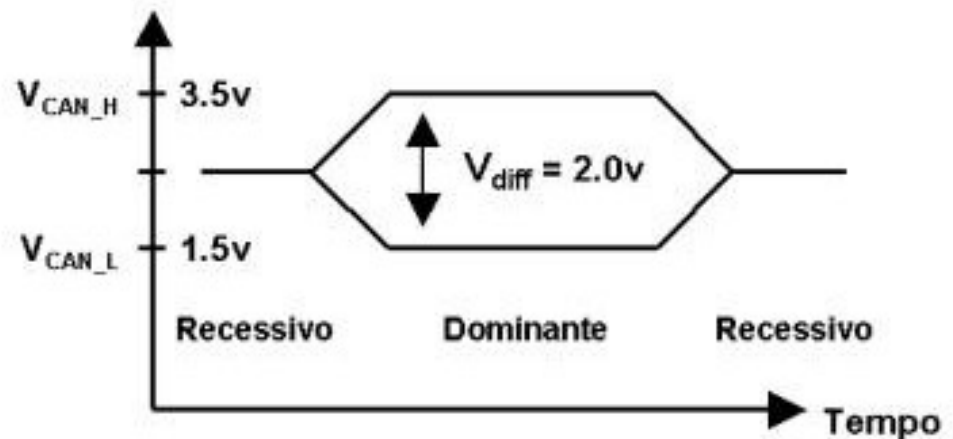


Protocolo CAN



Interface e Conexão

- Transmissão serial
- Diferença de potencial entre os cabos: $V_{\text{diff}} = \text{CAN_H} - \text{CAN_L}$
- Tensão
 - $\text{CAN_H} = 3.5 \text{ V}$
 - $\text{CAN_L} = 1.5 \text{ V}$
- Bit dominante (0): $V_{\text{diff}} \geq 0,9 \text{ V}$
- Bit recessivo (1): $V_{\text{diff}} \leq 0,9 \text{ V}$



Protocolo CAN

- Taxa de transmissão vs distância → cabo par trançado

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



Versões do Protocolo CAN

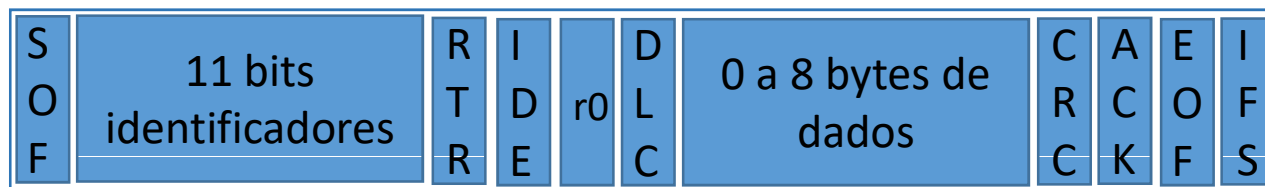
- Versões:
 - CAN 1.0 → identificadores de 11 bits
 - CAN 2.0A padrão identificadores de 11 bits
 - CAN 2.0B estendida identificadores de 11 e 29 bits
- A versão CAN 2.0 é completamente compatível com a versão CAN 1.0

Tipos de Quadros

- Dados
- Erro
- Remoto
- Sobrecarga



Quadros de Dados



Quadro CAN padrão



Quadro CAN estendido

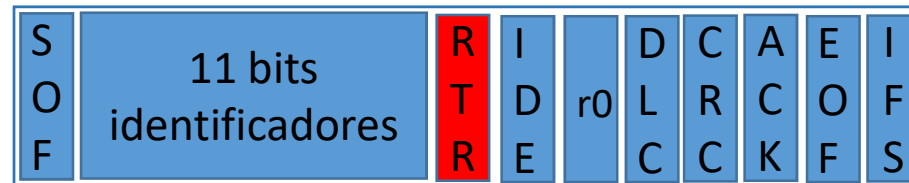
Quadros do Protocolo CAN

Descrição	Nº bits	Descrição
SOF(<i>Start of Frame</i>)	1	Início do quadro
Identificadores	11 a 29	Quanto menor o valor maior a prioridade de transmissão
RTR (<i>Remote Transmission Request</i>)	1	Indica uma requisição de transmissão remota
IDE (<i>Identifier Extension</i>)	1	0-não existem mais bits identificadores, 1-mais identificadores
r0	1	Reserva para variantes
DLC (<i>Data Length Code</i>)	4	Tamanho dos dados
Data	64	Dados da aplicação
CRC (<i>Cyclic Redundancy Check</i>)	16	Detecção e correção de erros
ACK (<i>Acknowledge</i>)	2	Reconhecimento
EOF (<i>End Of Frame</i>)	7	Identifica o fim do quadro
IFS (<i>Inter Frame Space</i>)	7	Tempo para armazenamento em memória
SRR (<i>Substitute Remote Request bit</i>)	1	Substitui o RTR
r1	1	Reserva para variantes

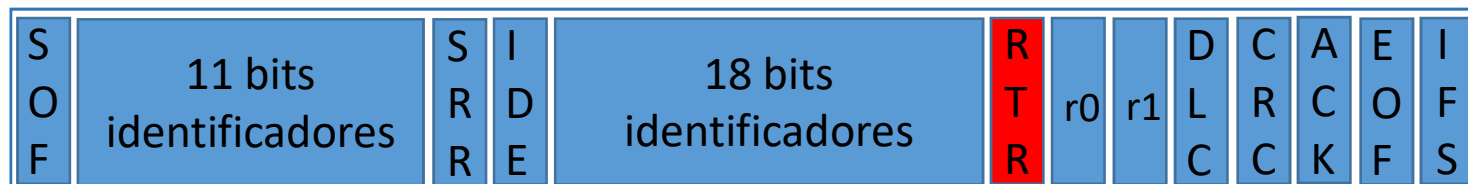


Quadro de Remoto

- Requisição de dados
- Mesmo formato do Quadro de Dados sem o campo dados
- RTR = 0 (dominante)



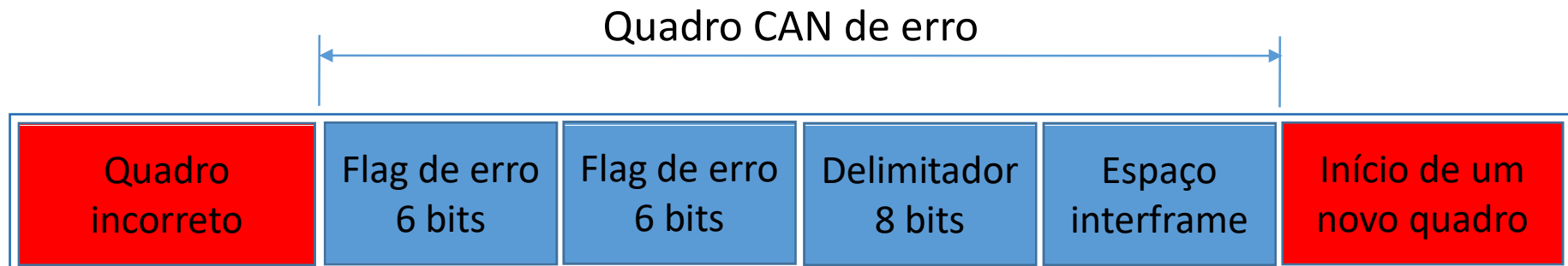
Quadro padrão CAN remoto



Quadro estendido CAN remoto

Quadro de Erro

- Notifica um erro no recebimento de um pacote



Descrição	Nº bits	Descrição
Flag de erro	6	Indica existência de erro
Delimitador	8	Enviado pelo nó que enviou o erro, ativa a comunicação no barramento após a falha

Quadro de Sobrecarga

- Utilizado após um quadro de dados ou remonta
- Provocar um atraso extra antes da transmissão do próximo quadro
- Flag de sobrecarga: 6 bits dominantes
- Delimitador de sobrecarga: 8 bits recessivos

Flag de sobrecarga:
6 bits dominantes

Delimitador de sobrecarga:
8 bits recessivos



Verificação e Sinalização de Erros

- Bit Stuffing – ajuda a detecção de erro
 - Após 5 bits iguais inserir um bit (bit stuffing)
 - Campos CRC, ACK e EOF não passam por essa técnica
- CRC
 - Valor calculado antes da transmissão e inserido no quadro
 - Calculado logo após a recepção e comparado com o valor recebido
 - Todo o pacote
- ACK: enviado pelo receptor
- Contadores de erros: cada nó possui
 - TXECTR: contador de transmissões erradas
 - RXCTR: contador de recepções erradas



Processo de Arbitragem Bit a Bit

- Em caso de colisão, define que mensagem continuará a ser transmitida
- Mensagens com identificadores menores têm prioridade
- 0: dominante
- 1: recessivo

Quando os bits são diferentes, somente o bit dominante (0) é transmitido



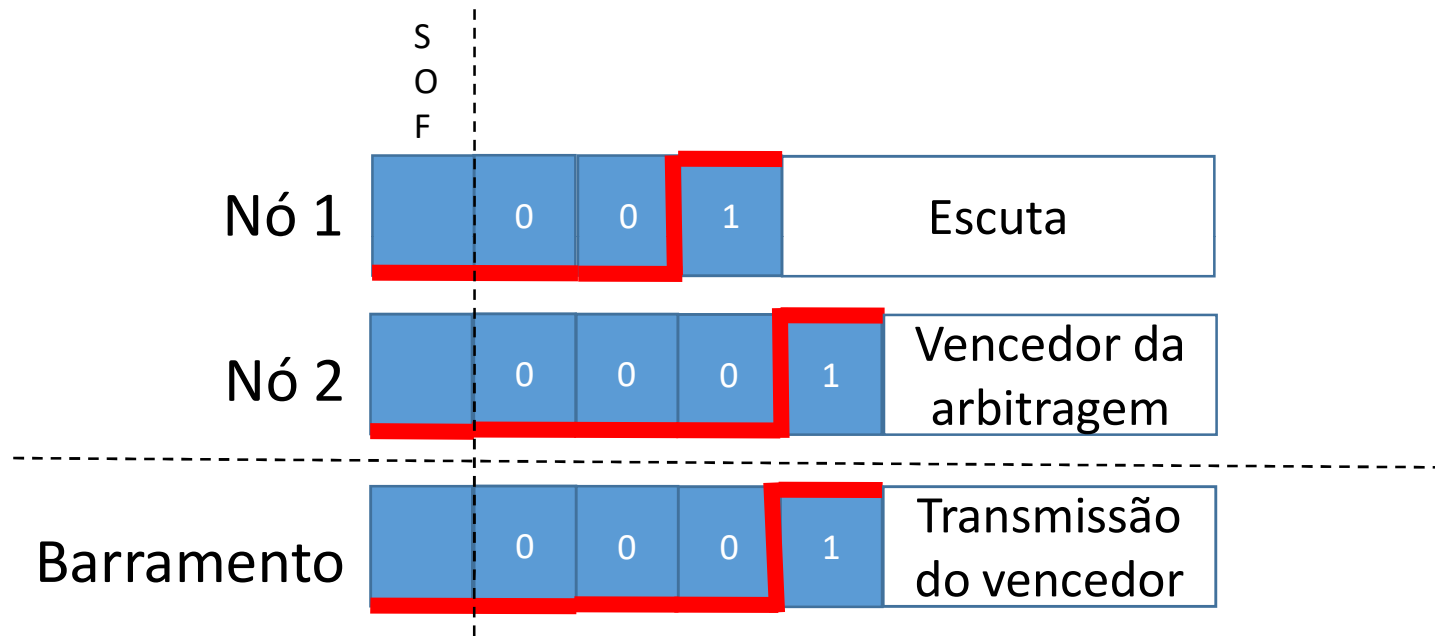
1

Barramento



Transmissão bit a bit dos identificadores

Processo de Arbitragem Bit a Bit

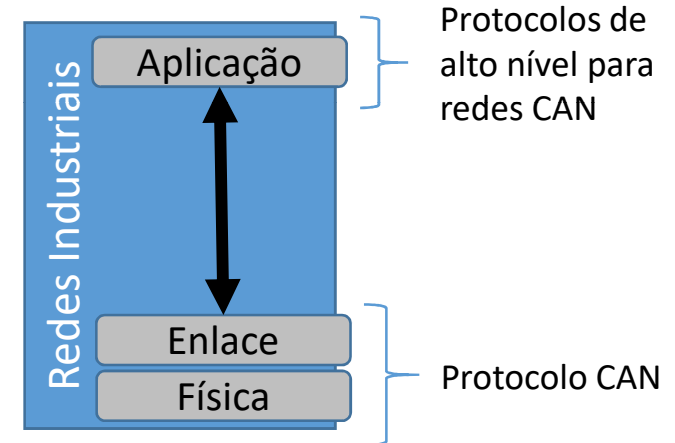


Protocolos de Alto Nível em Redes CAN



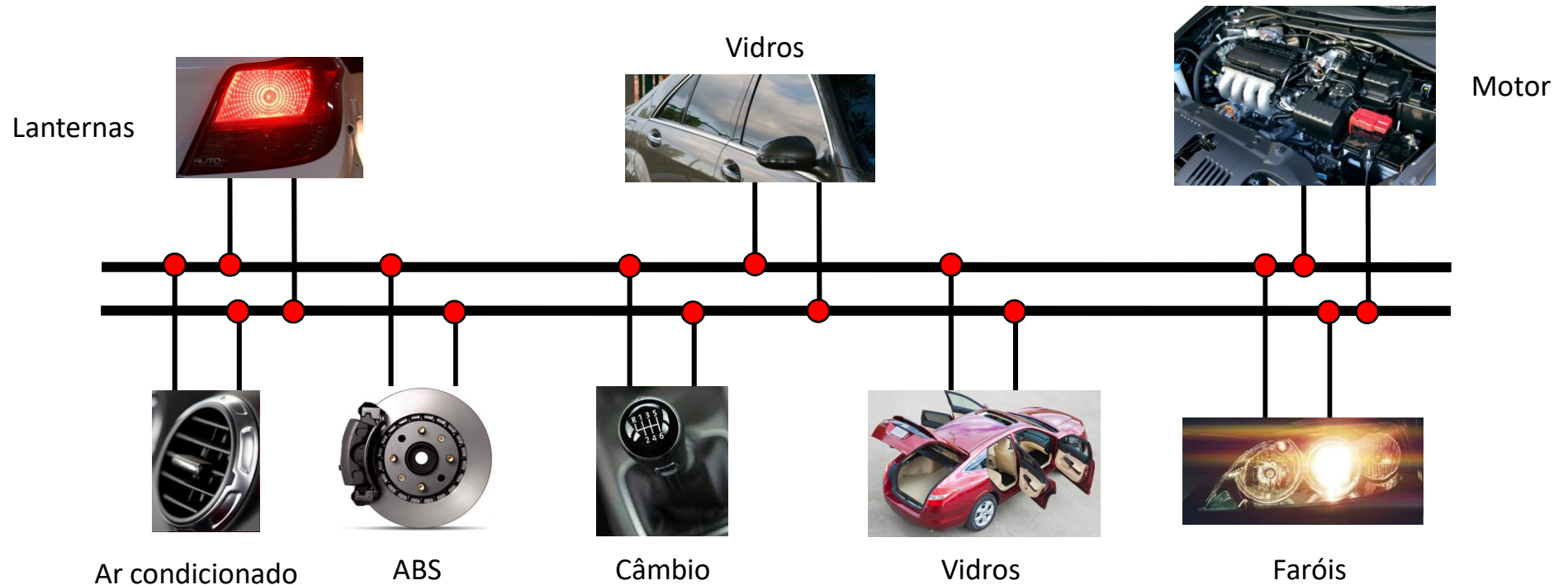
Protocolos de Alto Nível em Redes CAN

- Protocolo CAN
 - Camada Física e Enlace
 - Pacotes com até 8 bytes de dados
- Protocolos de Alto Nível
 - Camada de Aplicação: define a forma de utilização dos bytes de dados
 - Funcionalidades:
 - Inicialização de nós
 - Estabelecimento de comunicação
 - Transmissão de dados com mais de 8 bytes
 - Controle de fluxo



CAN para Sistemas Automotivos

- Módulos independentes para cada tarefa



CAN para Sistemas Automotivos

- Rede intraveicular
 - Menos fios e conectores
 - Compartilhamento de informações entre vários módulos
 - Flexível para diferentes aplicações
- Categorias
 - Classe A: conforto e diagnóstico, até 10 Kbits/s
 - Classe B: controla a dinâmica do veículo (freio, tração, motor), de 10 a 125 Kbits/s
 - Classe C: segurança crítica, resposta imediata



CAN para Sistemas Automotivos

- Volcano
 - Padrão de comunicação criado pela Volvo utilizado em veículos
 - Projetado para suportar maior complexidade de mensagens
 - Define abstrações para conjuntos de módulos
- J1939
 - Padrão de comunicação utilizado em caminhões
- CANKingdom
 - Padrão de comunicação para uso em veículos militares



CAN para Automação Industrial

- Adaptação de protocolos automotivos para controle de processos industriais
- CANopen
 - Utilizados em linhas de montagem, máquinas de solda, controle de movimento e manipulação de materiais
 - Alimentação pela rede
- Devicenet
 - Protocolo aberto → permite fabricantes diferentes
 - Alimentação pela rede

CANopen



Universidade Federal
de São João del-Rei



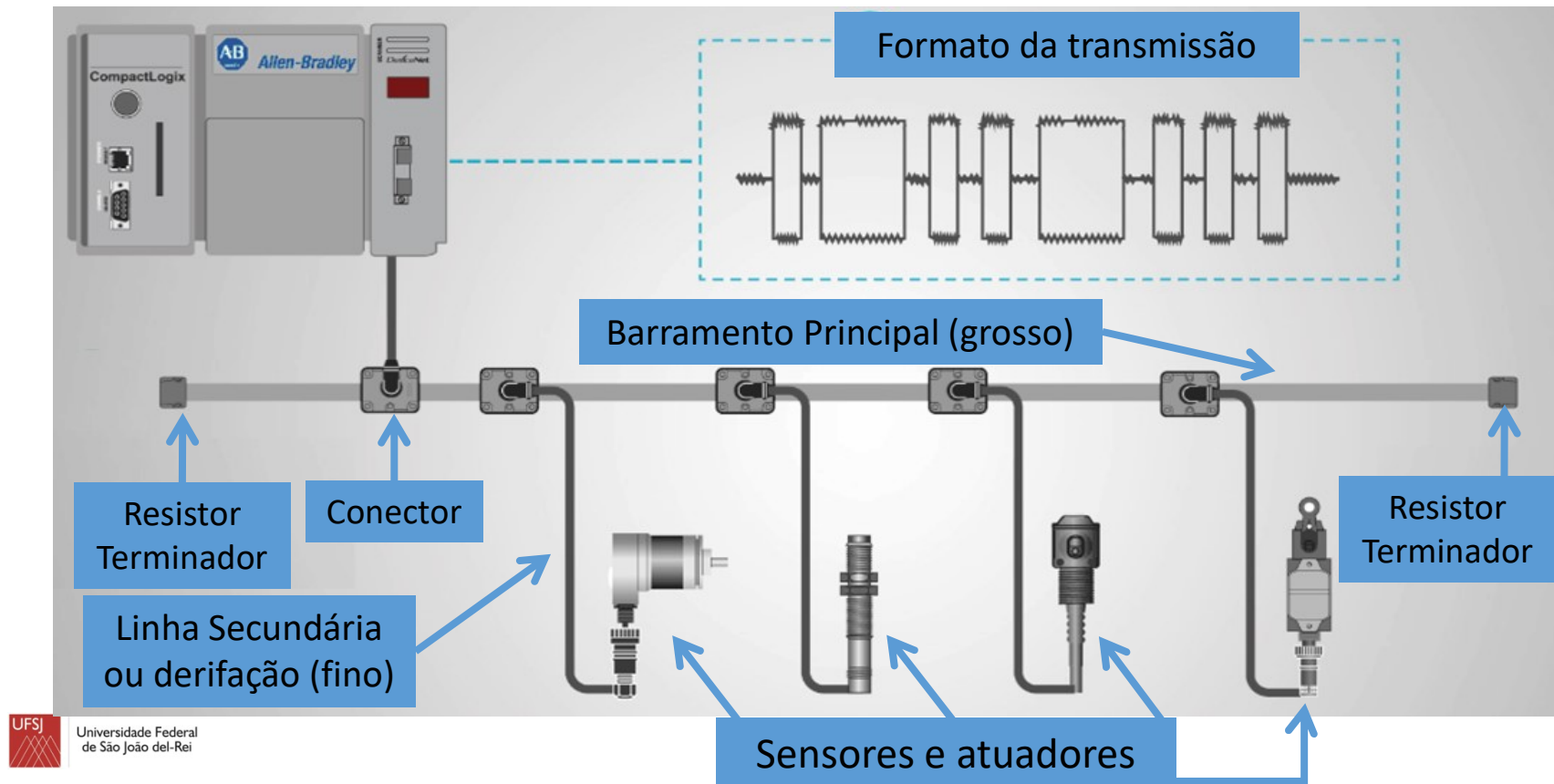
Universidade Federal
de São João del-Rei

DeviceNet

- Protocolo para redes industriais
- Definido pela ODVA (www.odva.org)
- Até 64 nós lógicos
- Define um troco para comunicação e alimentação: 24V e 8 Amperes
- Possui cabos e conectores padronizados
- Vários fabricantes



DeviceNet

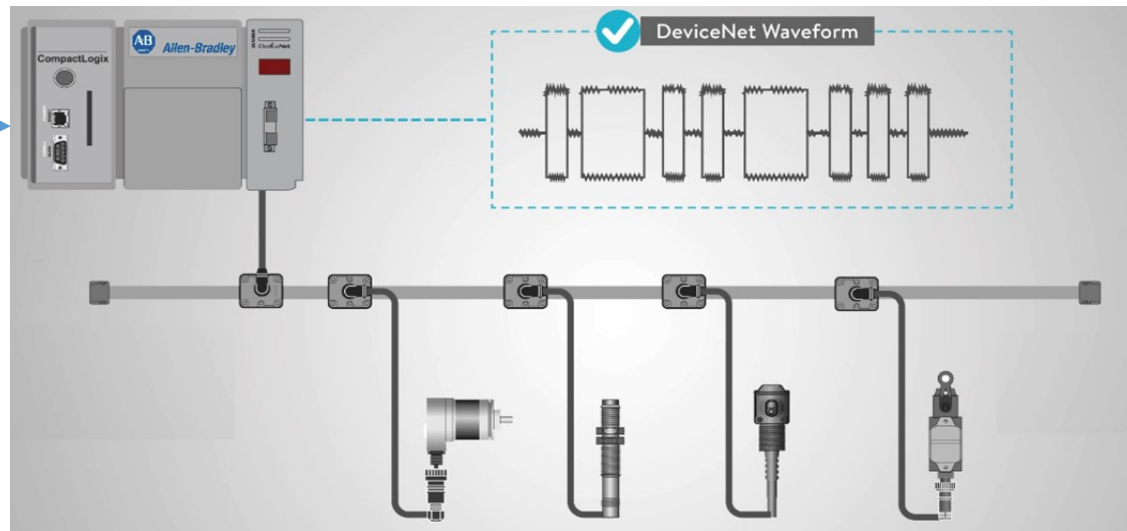


DeviceNet

Define todas as Camadas do Modelo Osi

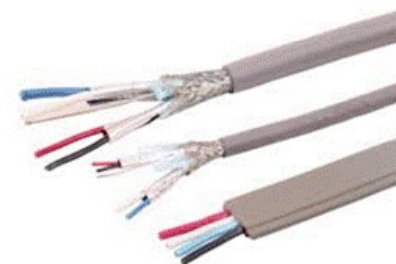


- RSNetWorx
- Measurement & Automation Explorer

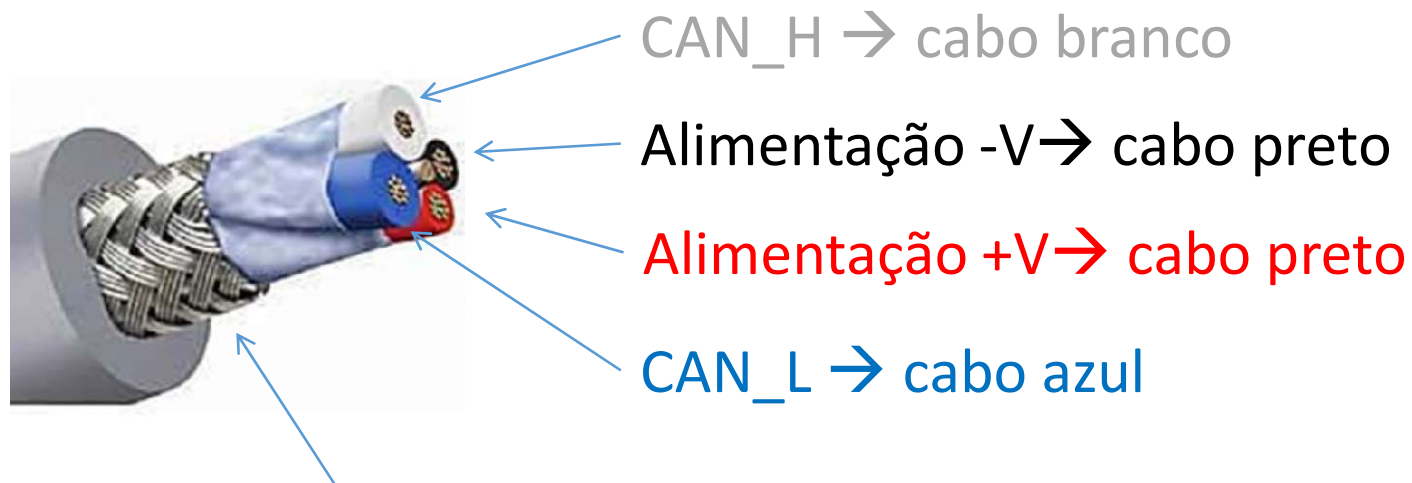


DeviceNet – Camada Física

TIPO DE CABO	FUNÇÃO DO CABO	TAXA DE TRANSMISSÃO(Kbits/s)		
		125	250	500
		Alcance (metros)		
Grosso	Tronco	500	250	100
Fino	Tronco	100	100	100
Flat	Tronco	280	200	75
Fino	Derivações	6	6	6
Fino	Soma dervações	156	78	39



DeviceNet – Camada Física



Blindagem

Obs: o fio central (dreno) serve para blindagem e resistência mecânica

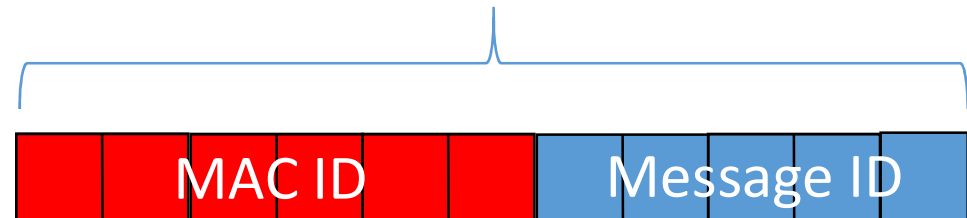
DeviceNet – Camada de Enlace

- Protocolo CAN
 - Resolução de colisão por arbitragem bit a bit → utiliza o barramento a mensagens com menor identificador
 - 8 bytes de dados
 - Detecção de erros: CRC
- Fragmentação de quadros → para dados maiores que 8 bytes



DeviceNet - Camada de Redes e Transporte

- Estabelece conexão antes da transmissão de dados
- 11 bits identificadores
 - 6 bits: MAC ID
 - 5 bits: Message ID
- MAC ID: 0 a 63
 - Define a prioridade das mensagens



DeviceNet - Aplicação

- Protocolo CIP – *Common Industrial Network*
- Cada elemento da rede é descrito como um objeto (válvula, sensor, robô, etc)
- Esquema produtor/consumidor
- Cada objetos possui:
 - Atributos – dados
 - Serviços – comandos
 - Comportamento – reação para eventos
- Dispositivos de um mesmo tipo e de fabricantes diferentes são representados por objetos com as mesmas funcionalidades

