



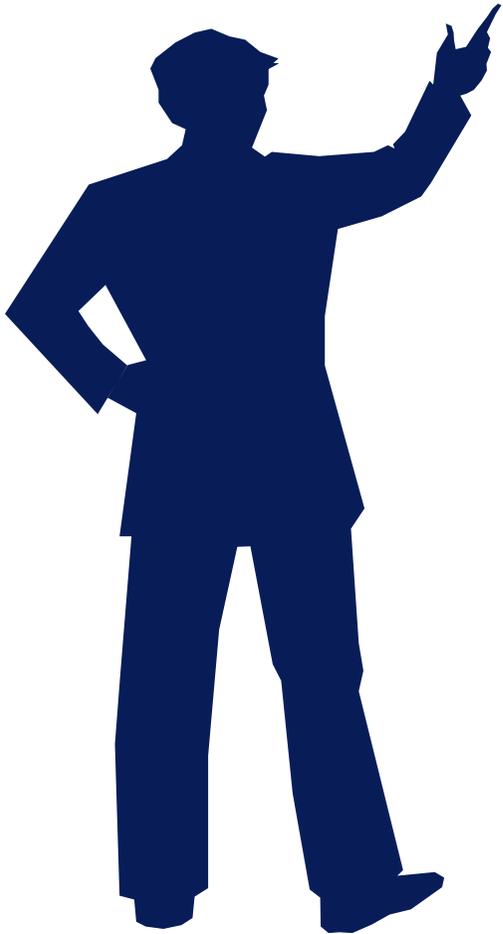
***REDE CAN E  
SEUS COMPONENTES***

# REDE CAN Bus

## Sistemas Multiplexados



# OBJETIVOS DO TREINAMENTO

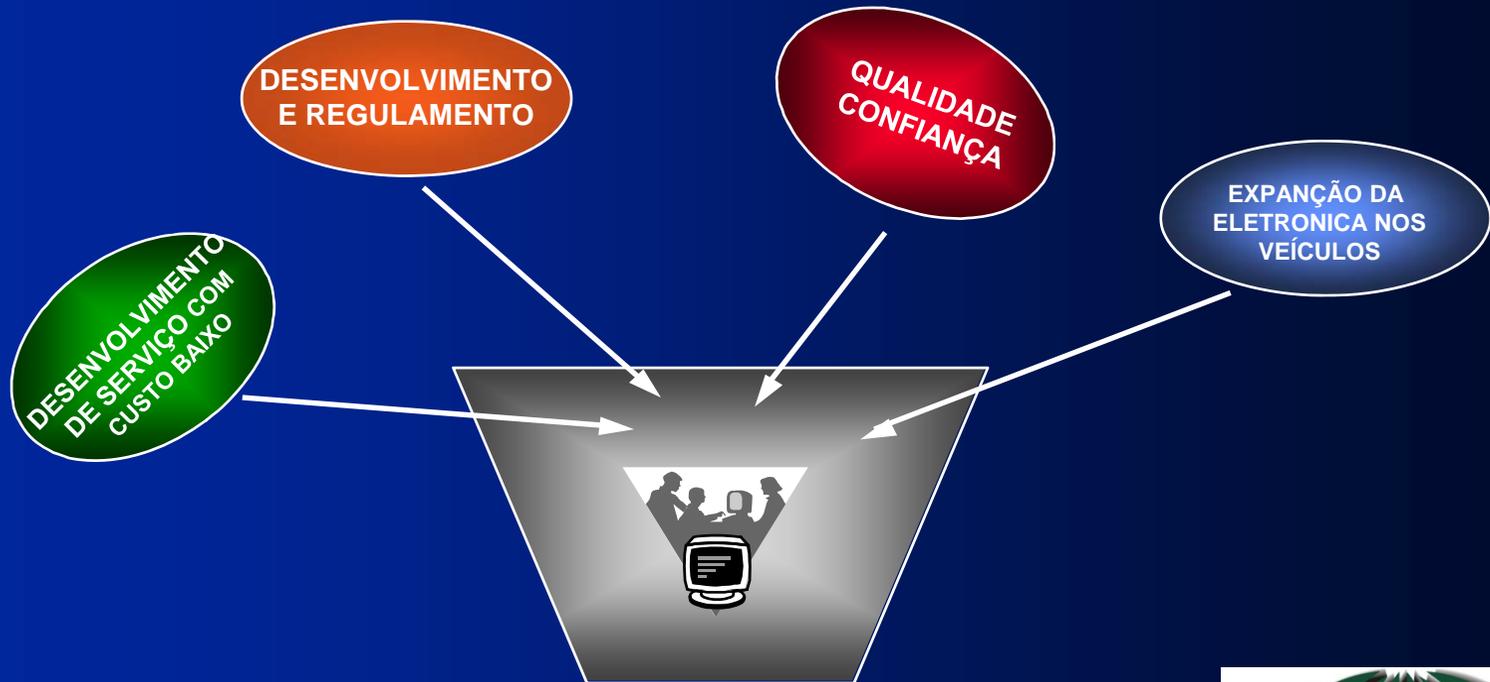


- Princípios básicos
- Redes VAN / CAN
- Informações
- Entradas / saídas
- Rede Van conforto: diagnósticos
- Rede Van conforto: funções
- Rede Can Bus: diagnósticos
- Rede Can Bus: funções



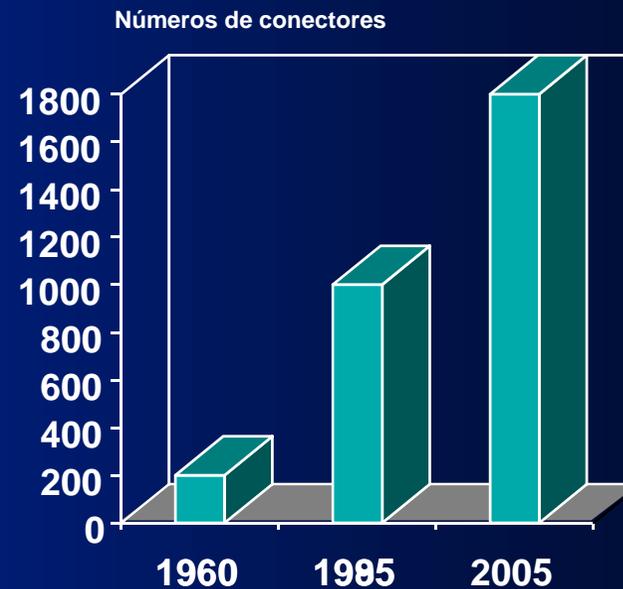
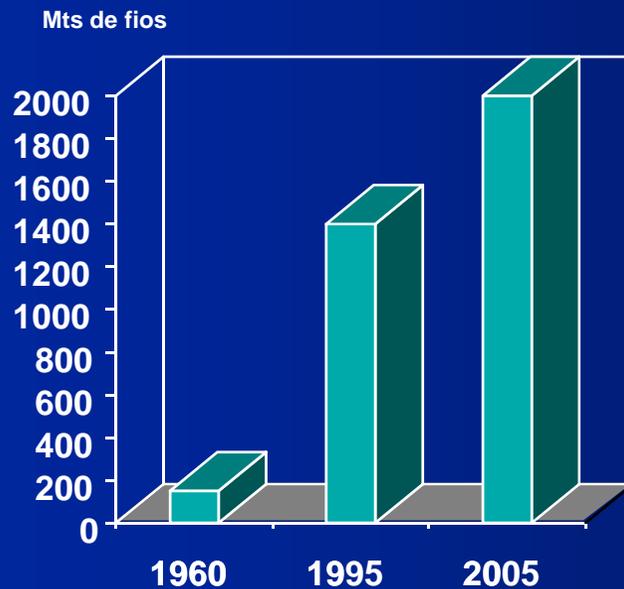
# Um pouco de história ...

## ELETRÔNICA AUTOMOTIVA Desenvolvimento com Mão Única



# Um pouco de história da elétrica automotiva...

## Volume métrico de fios



*O MAIOR DESAFIO é o de reduzir o volume de fios entre 2000 a 2011*



***PRINCÍPIOS***

***BÁSICOS***



# PRINCÍPIOS DA MULTIPLEXAGEM

Selecionamos dois tipos de sistemas de multiplexagem:

- **VAN** – destinado às aplicações de carroceria, tais como: auto rádio, navegação, painel, multifunções...
- **CAN** – destinado às aplicações mecânicas, tais como: transmissões automáticas, gestão do motor, freios...

Desenvolvido pela BOSCH



# MULTIPLEXAGEM

## OS PROTOCOLOS VAN E CAN:

### ***1- ORIGEM DO VAN:***

Nascimento em 1985/1986, desenvolvido por PSA/ normalizando ISO

As aplicações em veículos Peugeot e Citroën.

O comprimento dos dados pode variar de 0 a 28 bytes.

Um byte= série de oito bits= oito valores de 0 ou 1.

### ***2- FUNCIONAMENTO DO VAN:***

O VAN possui uma arbitragem bit a bit em toda a trama.

A velocidade máxima de transmissão permitida pela norma é de 250.000 bits p/seg.

As trocas são do tipo:mestre-escravo,multi-mestre, mistas.

Os defeitos de linha(curto circuito,circuito aberto) são detectados.



# SISTEMA MULTIPLEXADOS

## **3- ORIGEM DO CAN:**

Nascimento em 1980, desenvolvido por R.BOSCH, normalização ISO.  
Utilizado em toda linha Peugeot e Citroën

## **4-FUNIONAMENTO DO CAN:**

O CAN possui uma arbitragem bit a bit somente no campo identificador.

O comprimento dos dados pode variar de 0 a 8 bytes.

A velocidade máxima permitida pela norma é de 1.000.000 bits/seg.(Mbits/s).

As trocas eram de tipo multi-mestre no arranque; podem igualmente ser de tipo mestre –escravo.

Os defeitos de linha (curto circuito, circuito aberto) são detectados.



# SISTEMAS MULTIPLEXADOS:

## 5- DEFINIÇÕES:

### *5.1 Trocas mestre-escravo:*

A gestão (inteligência do sistema) está concentrada num só equipamento, denominado mestre, ao passo que os outros equipamentos (escravos) gerem somente as funções periféricas (sensores e acionadores clássicos).

Os escravos não podem enviar ordens.

### *5.2 Trocas multi-mestre:*

Todos os equipamentos da rede têm inteligência para gerir funções complexas.

### *5.3 Mista:*

A rede é composta por vários equipamentos mestre e escravos.



# MULTIPLEXAGEM

## REDE CAN Bus

### **1ª ETAPA- INTEGRAÇÃO DE VÁRIAS ELÉTRICAS E ELETRÔNICAS NUMA SÓ CAIXA:**

**Estima-se que hoje um veículo pode ser equipado com 20 a 40 calculadores eletrônicos. (MICROPROCESSADOR)- ECU'S**

**A primeira etapa que permite diminuir o volume e a complexidade dos cabos, e consiste em agregar várias funções eletrônicas numa só BSI.(CAIXA DE SERVIÇO INTELIGENTE)**

**Exemplos de integração:**

**1- Os calculadores de injeção e ignição, do sistema da estequiométrica e da temperatura da água e do ar do motor, painel, cambio.**

**2- A central de proteção do habitáculo responsável pelo travamento das portas alarme iluminação da luz do teto e do ante arranque eletrônico.**

**3- A caixa de serviço inteligente gestão das mesma função que a central de proteção bem como os limpa vidros os indicadores de direção e os alertas sonoros.**



# BSI - MULTIPLEXAGEM

**1ª ETAPA - Integração de vários calculadores em uma só central: BSI - Caixa de Serviço Inteligente:**

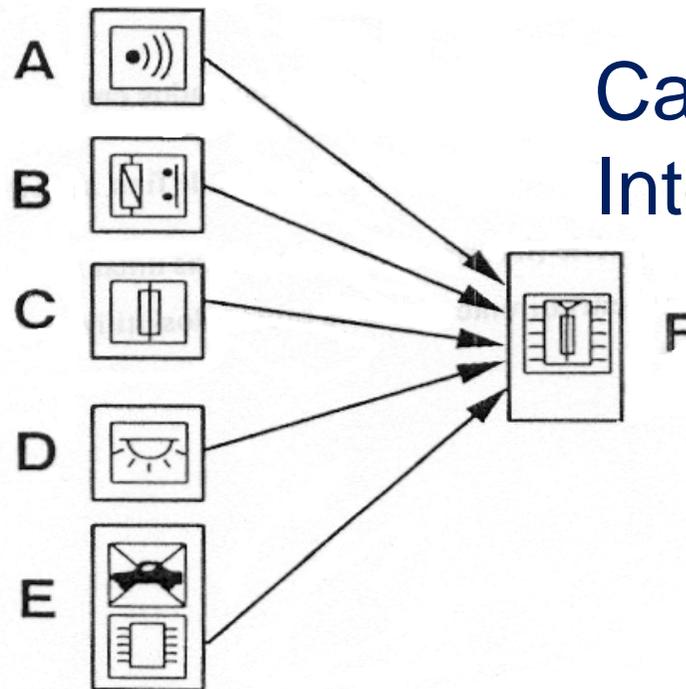
Caixa do Alarme

Caixa de Relés

Caixa de Fusíveis

Luz Interior

Travas das portas e alarme



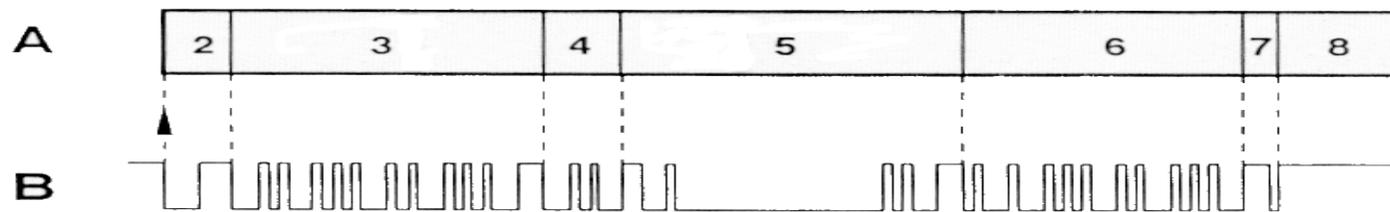
Caixa de Serviços Inteligentes (BSI)

# PROTOCOLO DE COMUNICAÇÃO

Quando uma mensagem é emitida por um equipamento numa rede multiplexada é denominada de TRAMA.

Uma TRAMA é constituída por uma série de pulsos (denominado Bits) que tomam quer o valor 1, quer o valor 0, significa presença ou ausência de sinal transmitido.

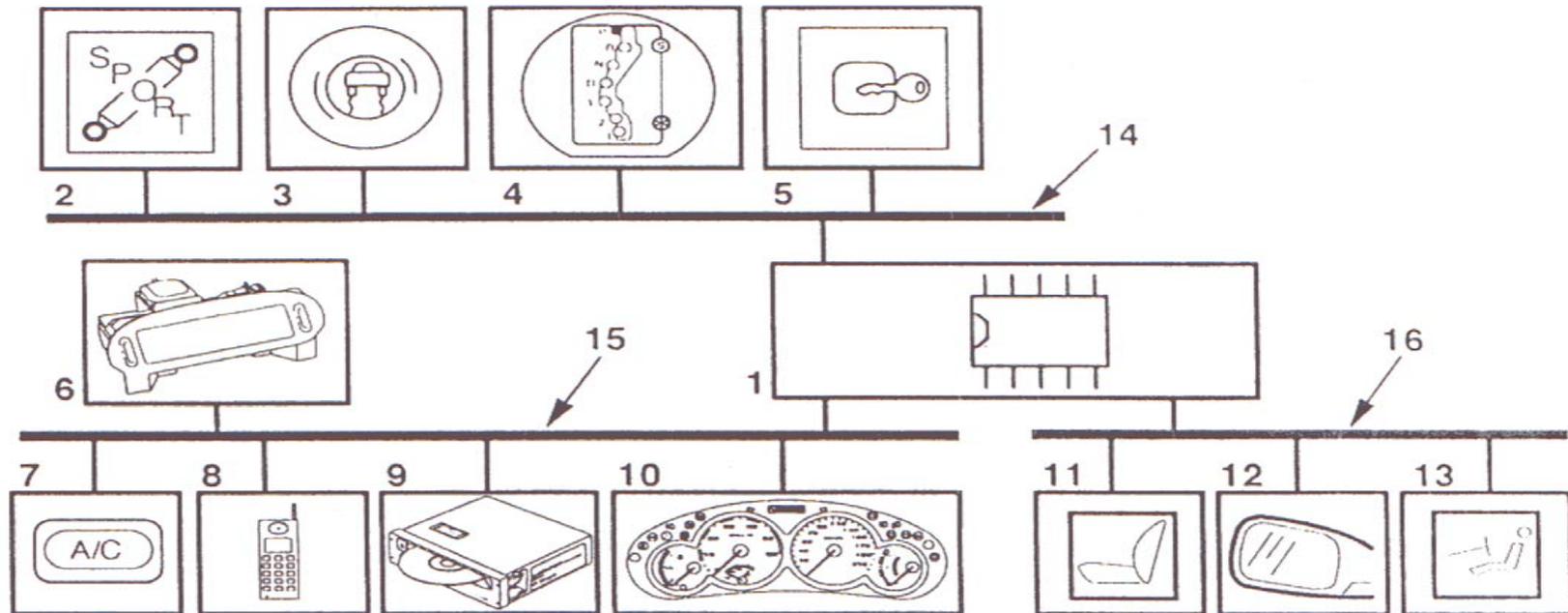
É o Protocolo de Comunicação que vai definir a estrutura de uma TRAMA



2- inicio da trama 3- identificador 4- comando 5- transmitir  
6- controle 7- receber 8- fim da trama



# ARQUITETURA DO VEÍCULO TOTALMENTE MULTIPLEXADA



# ARQUITETURA DO VEÍCULO TOTALMENTE MULTIPLEXADA

- 1- Microprocessador
- 2- Suspensão
- 3- ABS
- 4- CVA (Transmissão Automática)
- 5- Imobilizador
- 6- Computador de Bordo (Multi-Função)
- 7- Climatização (A/C)
- 8- Rádio / Telefone
- 9- GPS (Navegação)
- 10- Painel
- 11- Bancos
- 12- Retrovisores
- 13- Air Bag
- 14- Rede inter-sistema (CAN)
- 15- Rede Conforto (VAN)
- 16- Rede Carroceria(VAN)



# E não parou por aí ... por que o número de sistemas complexos vêm aumentando

## □ Segurança

ABS, sistemas complexos de injeção, controle de tração, controle de estabilidade (VDC), controle inteligente de velocidade com radar anticolisão .

## □ Conforto

Transmissão automática, suspensão com gestão eletrônica, etc.

## □ Comunicação

Celular/ rádio-telefone, ajuda à navegação, ligação veículo, infraestrutura, etc.

→ *Todas estas funções são gerenciadas eletronicamente e necessitam de uma complexa rede de cabos elétricos :*

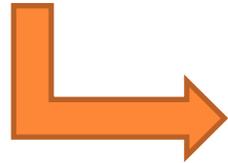
→ *para se conectar aos diversos componentes do sistema*

→ *sobretudo estas novas funções têm necessidade de trocar informações entre si.*



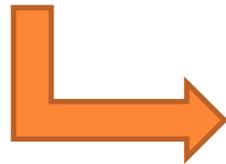
# A RESPOSTA TÉCNICA A ESTE DESAFIO:

- Agrupamento de várias funções em um mesmo computador, menos Ecus = Menos Cabos



BSI (caixa de serviço inteligente)

- As ligações entre os computadores das diversas funções, através de duas redes de comunicação. Compartilhamento de dados.



REDE CAN



# INTEGRAÇÃO PROGRESSIVA DE FUNÇÕES

Calculador  
de bordo

Gestão  
climatização

Iluminação  
Soleiral porta

Gestão  
Cód. Veíc.

Gestão  
Rede VAN

Odômetro

Info.  
combinador

Temporização  
lava-faróis

Diag. funções  
conectadas

Passarela  
fios p/fios

6 fusíveis

Gestão  
limpador D/T

Alerta porta  
aberta

Alerta  
velocidade

Alerta pilha  
bx bluetooth

Alerta  
Esquecimento luzes

Central  
pisca pisca

Alerta seg.  
CVA

Alerta defeito  
transponder

HF Bluetooth

Super  
trancamento

Tempz./desemp  
vidro traseiro

Alerta  
aberturas

Transponder

Alarme

Gestão limpador  
D/T com SdC

Diag.  
centralizado

Temporização  
luz teto

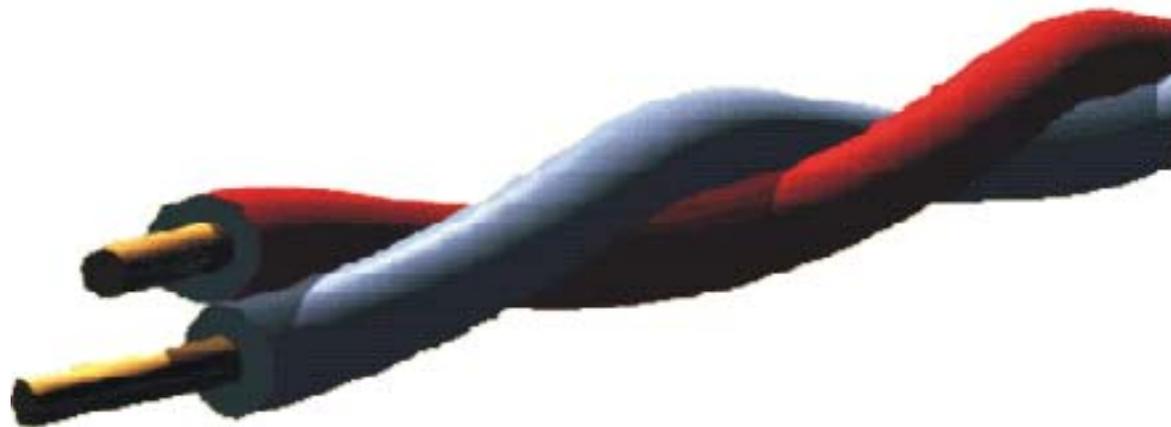
Trancamento  
centralizado

Levanta  
vidro



# EXEMPLO PARTICULAR

## O BUS CAN DA AUTOMÓVEIS PEUGEOT



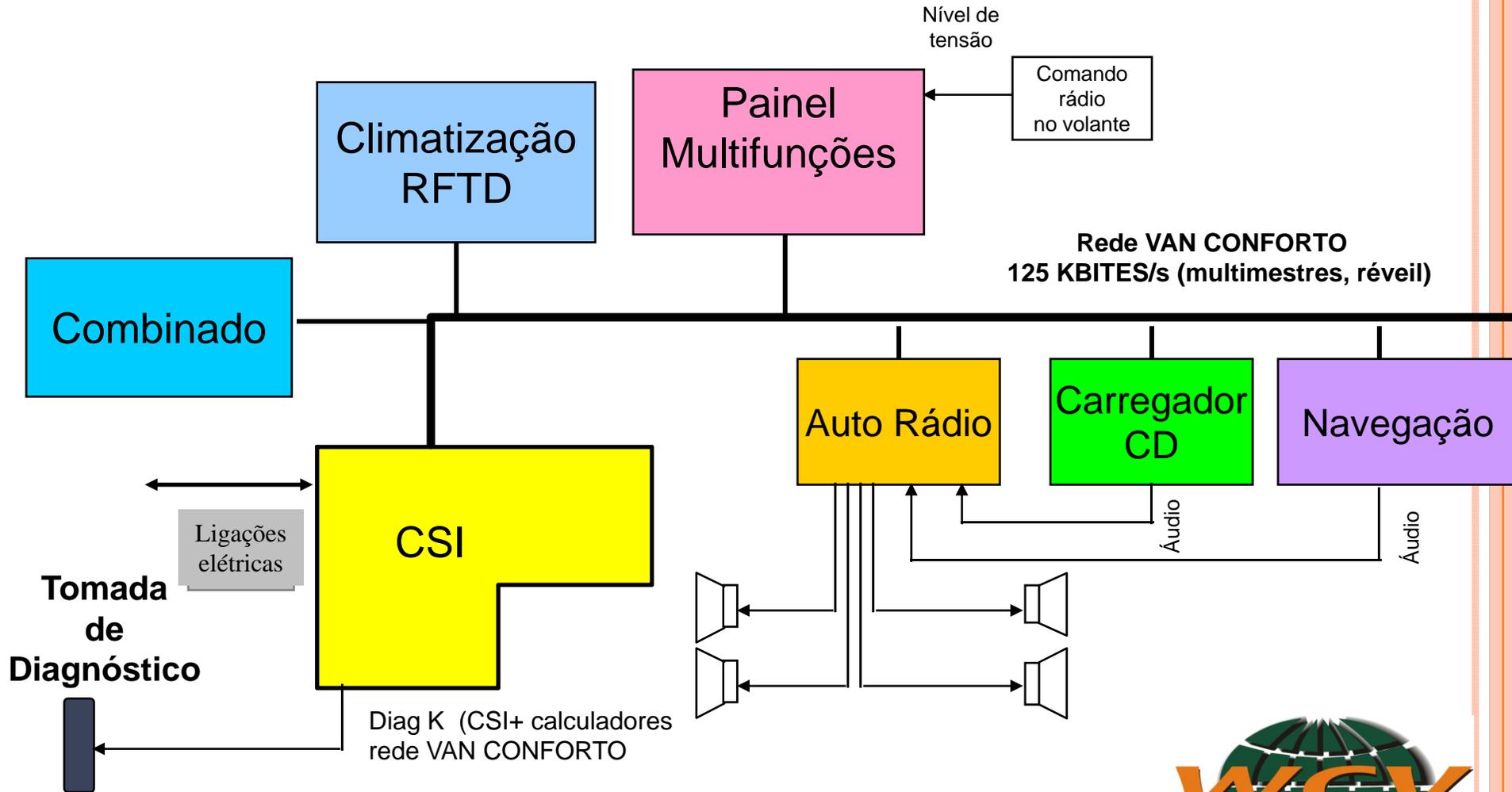
O Bus se compõe de 2 fios de cobre isolados de secção 0,6 mm.

## EXEMPLO PARTICULAR O BUS CAN DA PEUGEOT

- Os dois fios são chamados de data e datab. Que transmitem sinais em oposição de fase.
- Os dois fios são trançados entre si para evitar as correntes parasitas, nas tramas que circulam pelo BUS



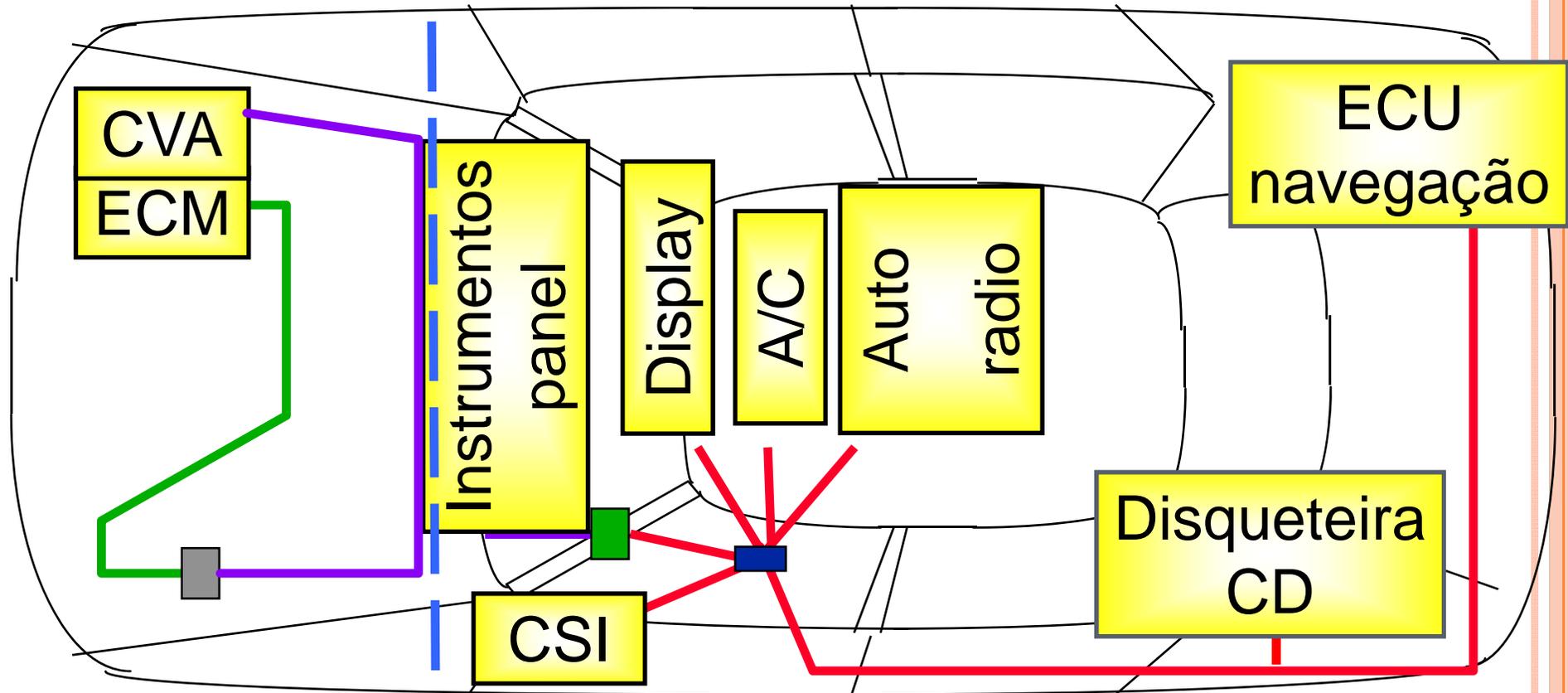
# A Rede VAN CONFORTO



# IMPLANTAÇÃO MULTIPLEXADOS

## REDE CAN

## REDE VAN

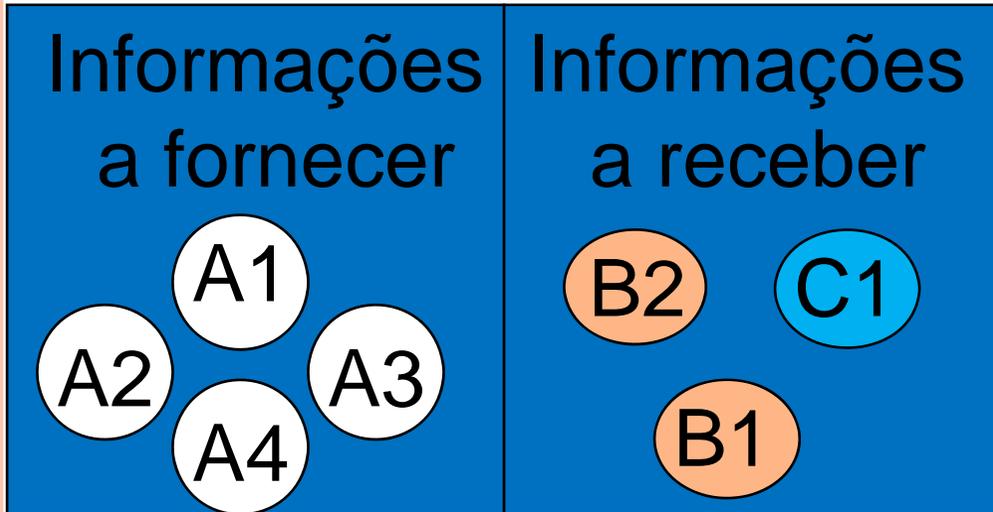


- Chicote do motor
- Chicote do habitáculo

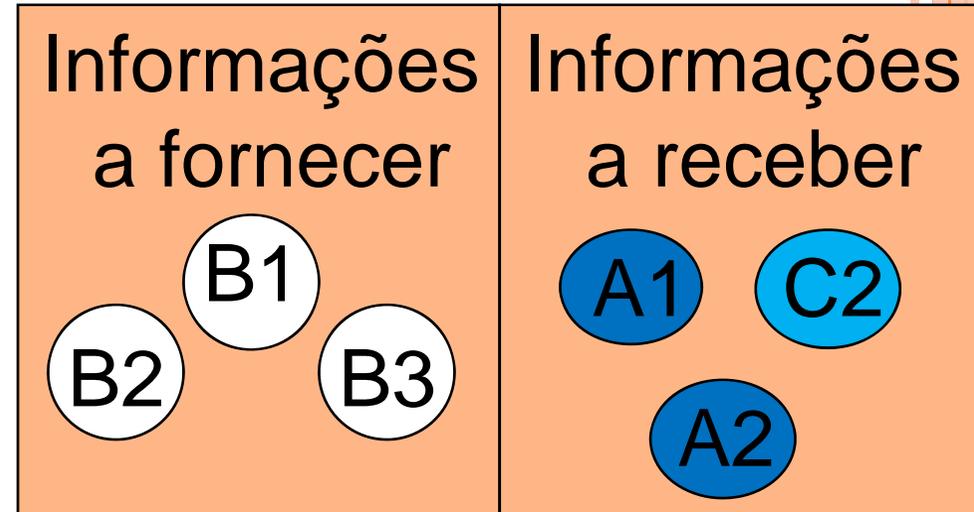
# OS PRINCÍPIOS DA REDE CAN

## PRINCÍPIOS BÁSICOS

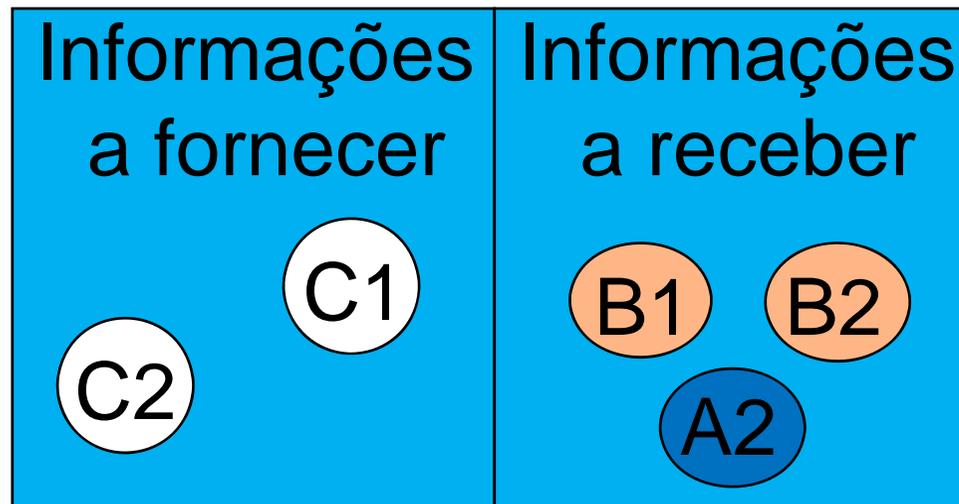
Equipamento A



Equipamento B



Equipamento C

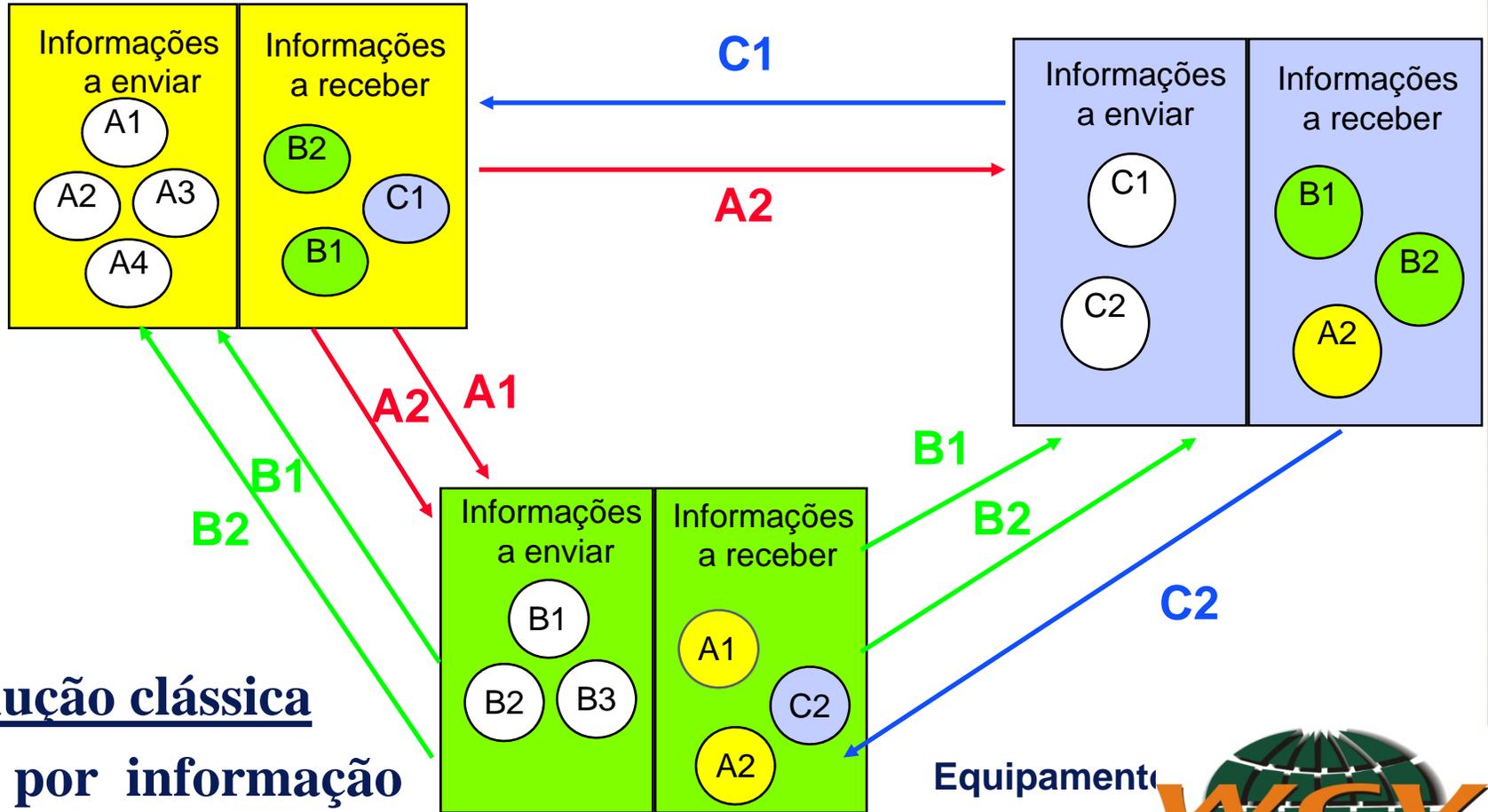


# PRINCÍPIOS ANTES DA REDE CAN

## PRINCÍPIOS BÁSICOS (NºFIOS)

Equipamento A

Equipamento C



Solução clássica

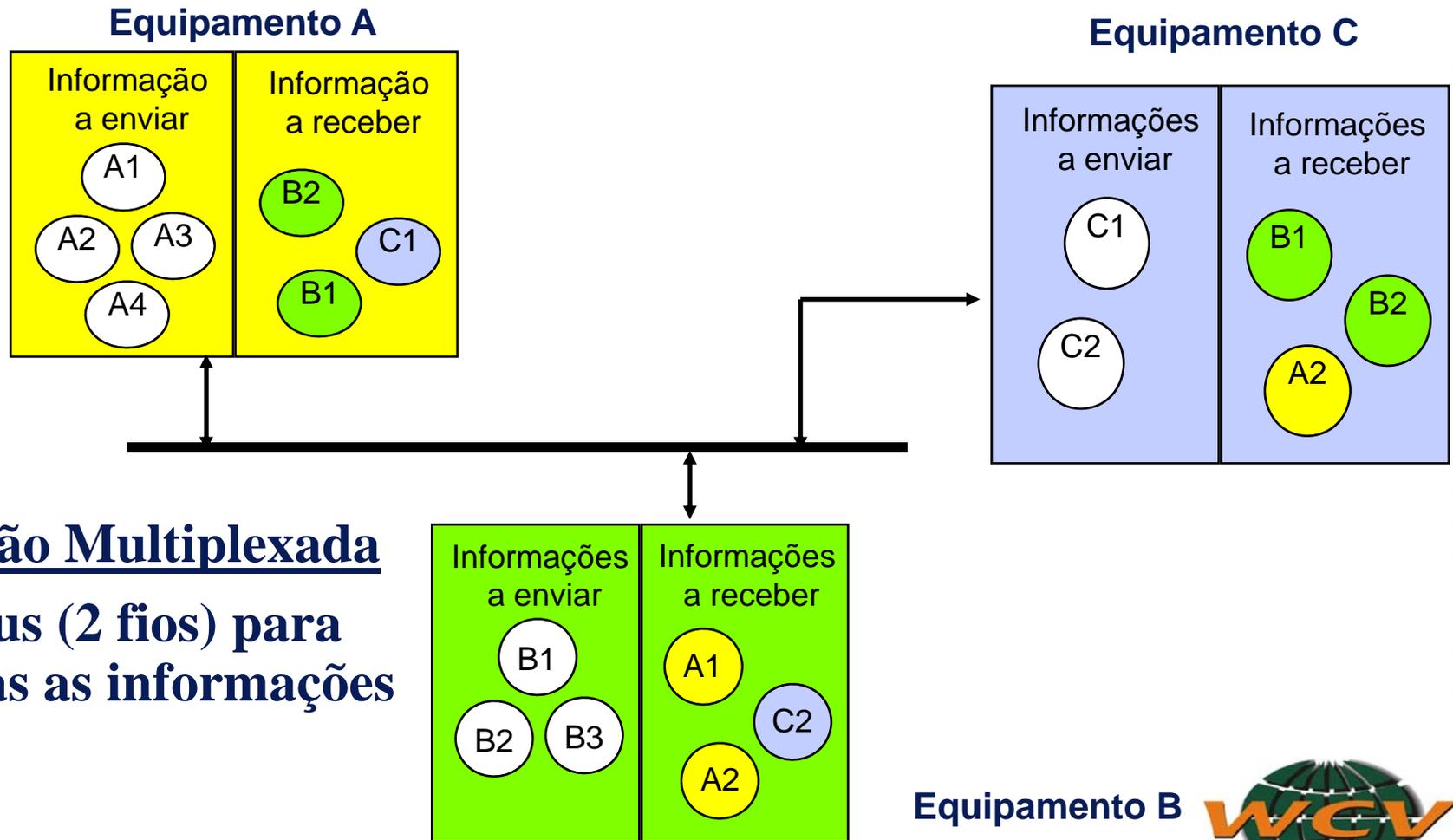
nº fios por informação

Equipamento



# PRINCÍPIOS DA REDE CAN

## PRINCÍPIOS BÁSICOS



Equipamento B



# A REDE VAN

## CODIFICAÇÃO DAS INFORMAÇÕES



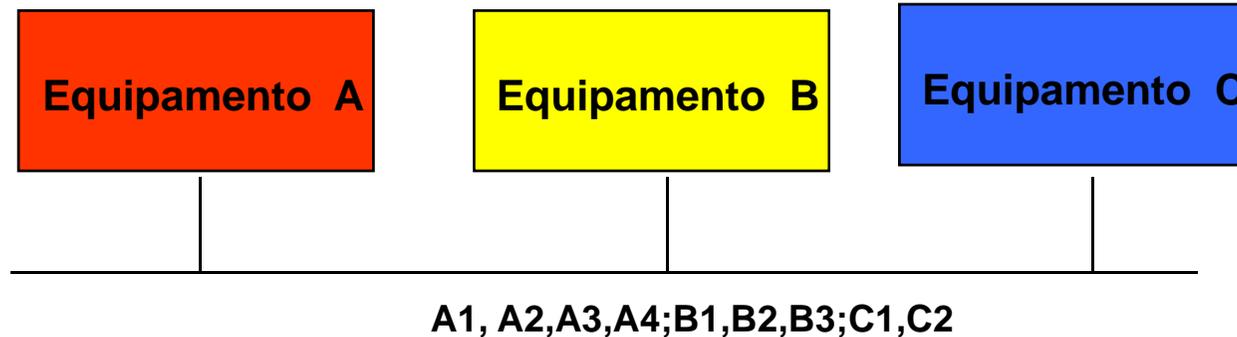
A1, A2,A3,A4;B1,B2,B3;C1,C2

### Estrutura das tramas sobre o bus



# A REDE CAN

## CODIFICAÇÃO DAS INFORMAÇÕES



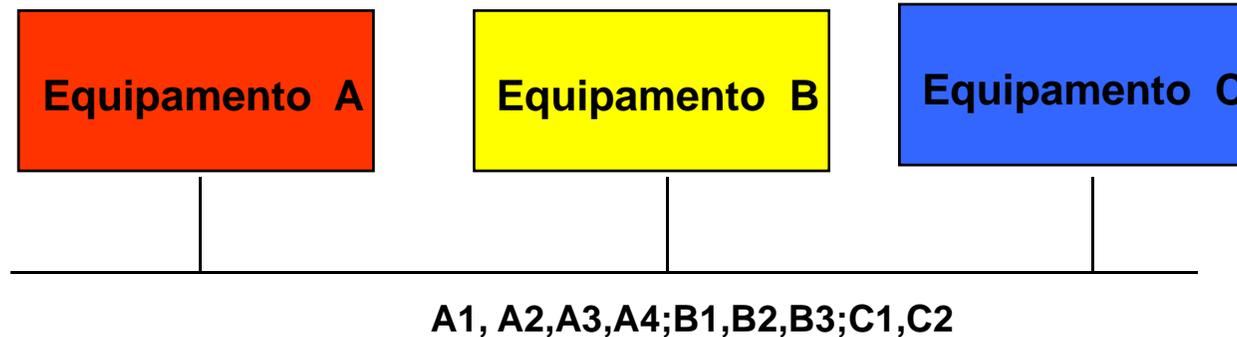
### Estrutura das tramas sobre o bus



- Início: símbolo indicativo do início de uma trama

# A REDE CAN

## CODIFICAÇÃO DAS INFORMAÇÕES

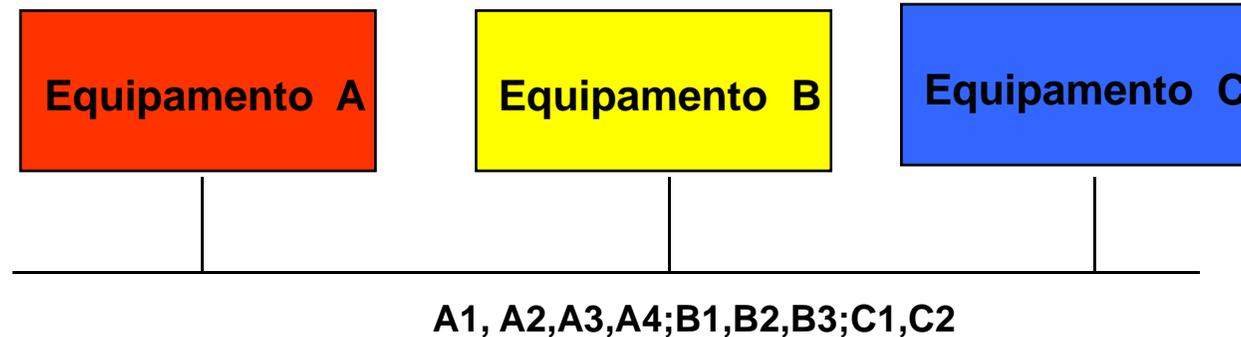


### Estrutura das tramas sobre o bus



# A REDE CAN

## CODIFICAÇÃO DAS INFORMAÇÕES



### Estrutura das Tramas sobre o bus

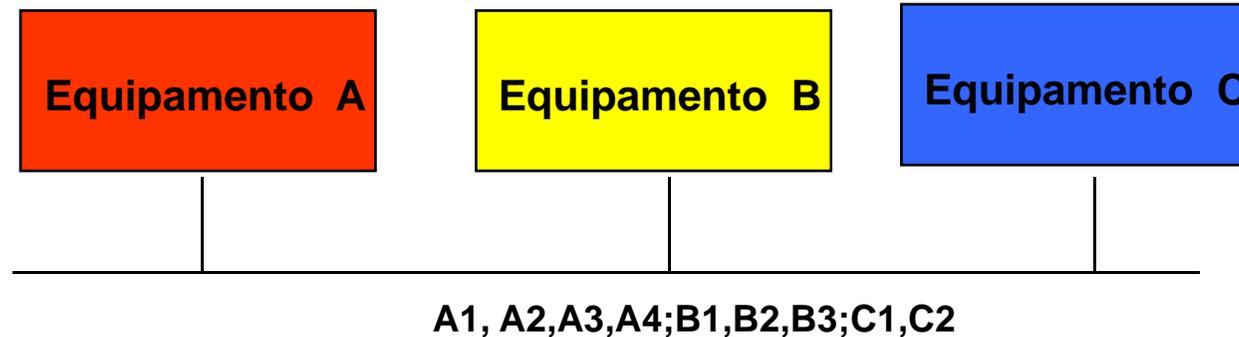


- Identificador: campo identificador da trama (12 bits)
- Este campo indica a quem se destina a trama



# A REDE CAN

## CODIFICAÇÃO DAS INFORMAÇÕES



### Estrutura das tramas sobre o bus

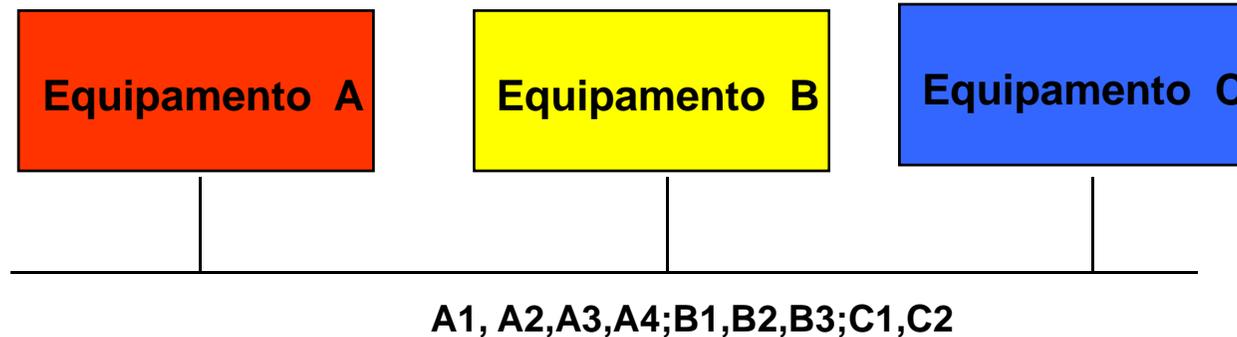


- Com.: Campo de comando (4 bits)
- Indica a natureza da mensagem: informação, ordem, etc..



# A REDE CAN

## CODIFICAÇÃO DAS INFORMAÇÕES



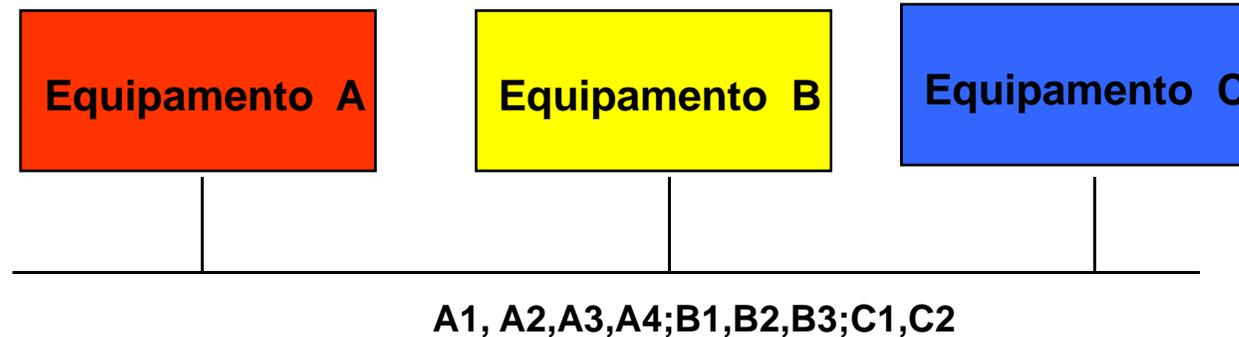
### Estrutura das tramas sobre o bus



- **Informações:** campo contendo os dados para transmitir a um equipamento ou sistema ( até 28 bytes)

# A REDE CAN

## CODIFICAÇÃO DAS INFORMAÇÕES



### Estrutura das tramas sobre o bus

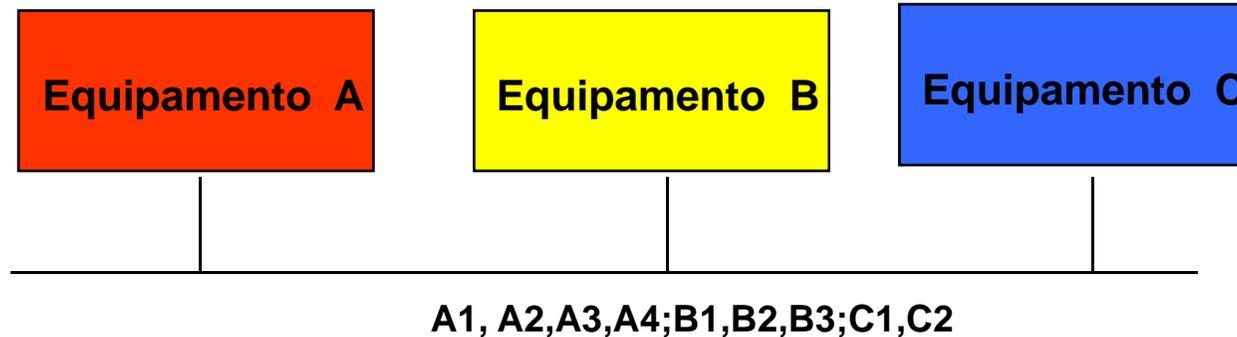
Início	Identificador	Com.	Informações	Controle	Rec.	Fim
--------	---------------	------	-------------	----------	------	-----

- Por exemplo: INFORMAÇÃO VELOCIDADE enviado do equipamento A para o equipamento B



# A REDE CAN

## CODIFICAÇÃO DAS INFORMAÇÕES



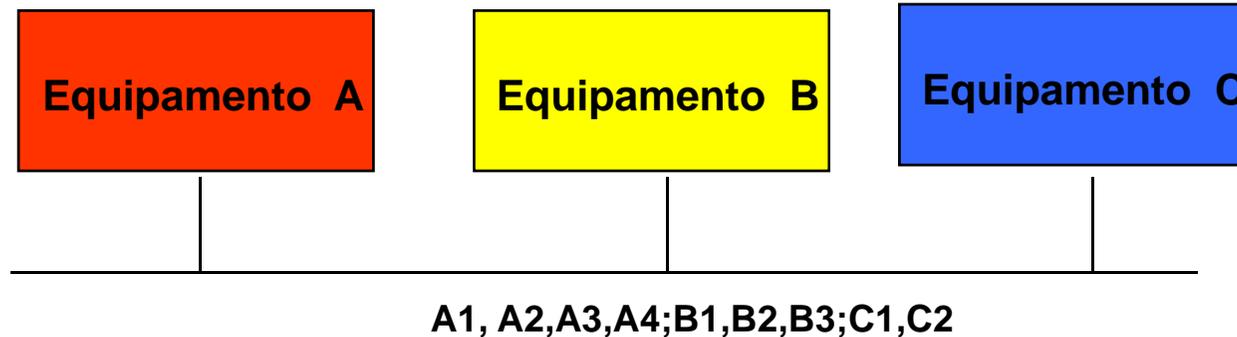
### Estrutura das tramas sobre o bus



- Controle: campo de controle (15 bits) (permite verificar a validade da trama se os dados não foram alterados)

# A REDE CAN

## CODIFICAÇÃO DAS INFORMAÇÕES



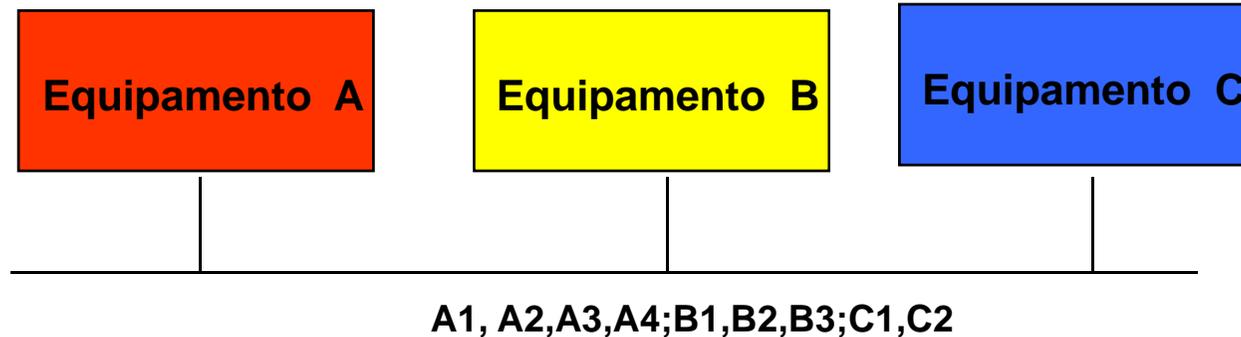
### Estrutura das tramas sobre o bus



- Recepção: permite confirmar se o equipamento recebeu as informações.

# A REDE CAN

## CODIFICAÇÃO DAS INFORMAÇÕES



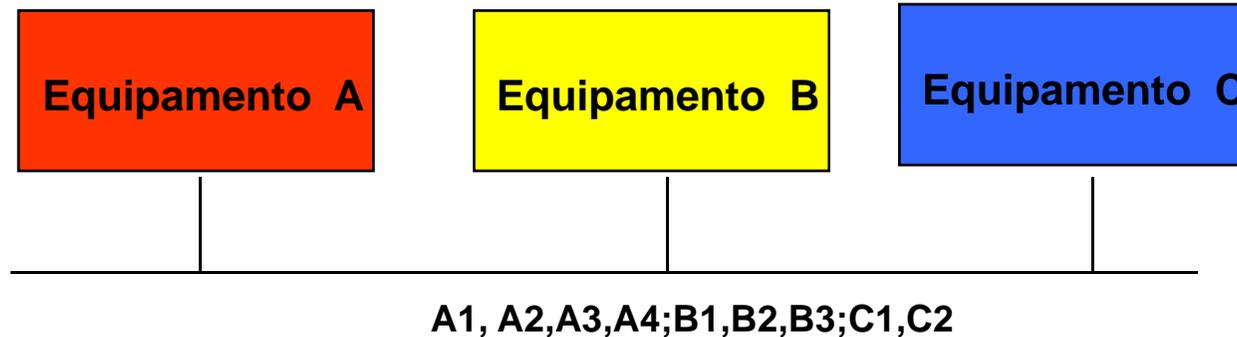
### Estrutura das tramas sobre o bus



- Destina recebeu a trama

# A REDE CAN

## CODIFICAÇÃO DAS INFORMAÇÕES



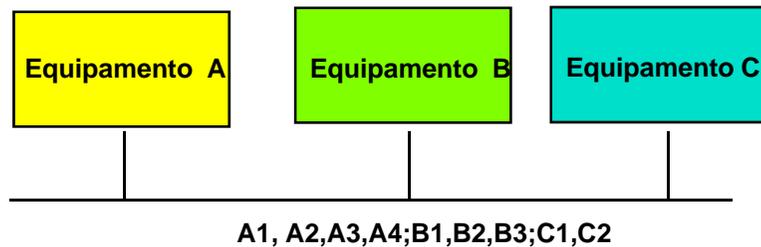
### Estrutura das tramas sobre o bus



- Fim: sinaliza o fim da trama, permite o retorno da rede ao estado inicial

# A REDE CAN

## Arbitragem e Prioridades



- Colisão não destrutiva, a mensagem com maior prioridade tem preferencia de envio
- Arbitragem bit a bit (Recessivo / Dominante níveis)

0 = Dominante

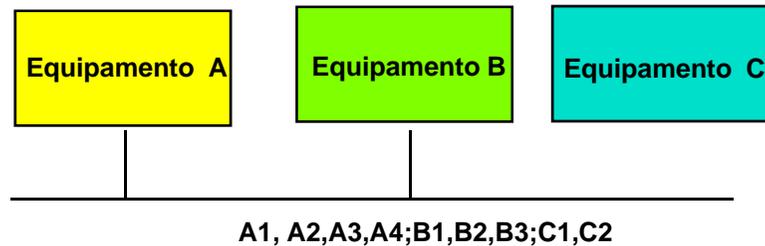
1 = Recessivo

Um nível Dominante sempre terá preferencia sobre um nível Recessivo

Equipamento A	Início	0001 0001 1111	Com.	Informação de A	Controle	Rec.	Fim
Equipamento B	Início	0001 0000 0000	Com.	Informação de B	Controle	Rec.	Fim
Equipamento C	Início	0001 0000 0101	Com.	Informação de C	Controle	Rec.	Fim

# A REDE CAN

## Arbitragem e Prioridades

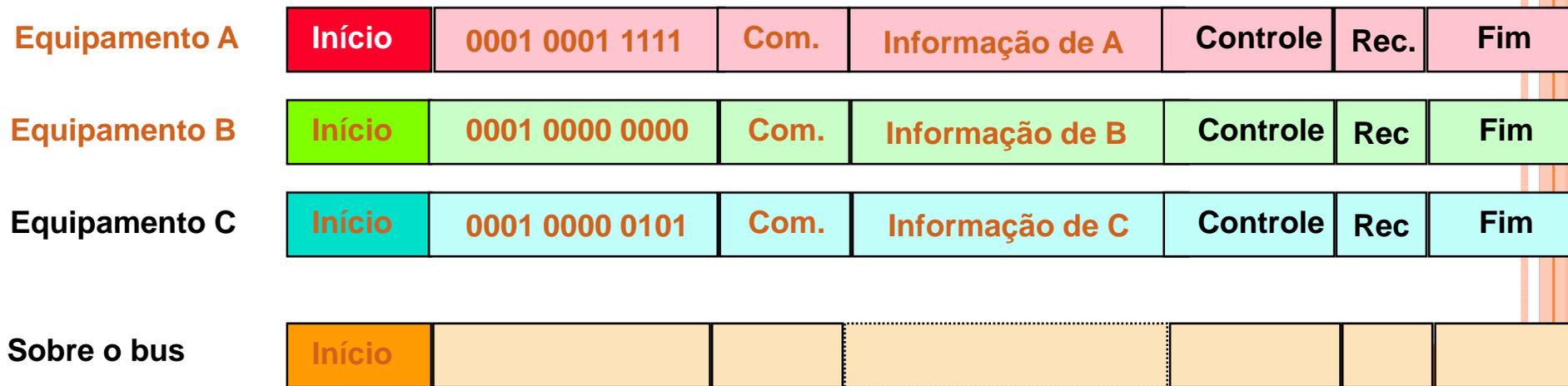


- Colisão não destrutiva, a mensagem com maior prioridade tem preferencia de envio
- Arbitragem bit a bit (Recessivo / Dominante níveis)

0 = Dominante

1 = Recessivo

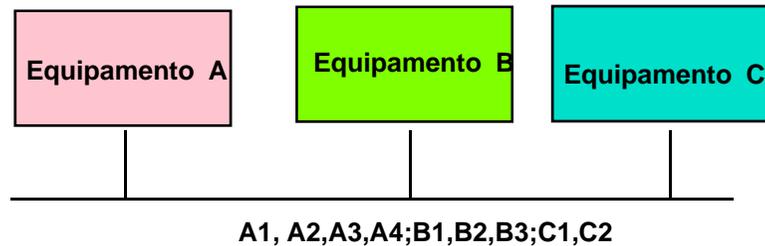
Um nível Dominante sempre terá preferencia sobre um nível Recessivo





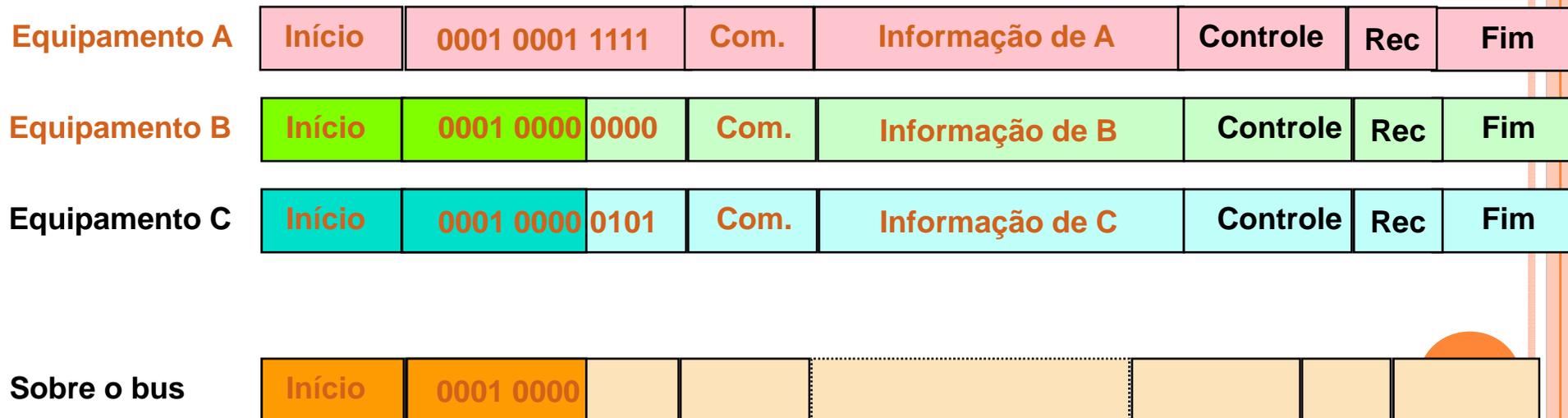
# A REDE CAN

## Arbitragem e Prioridades



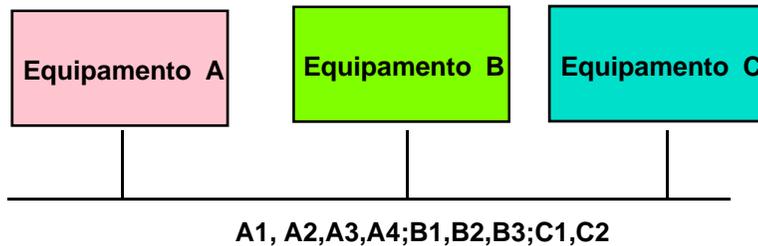
- Colisão não destrutiva, a mensagem com maior prioridade tem preferencia de envio
  - Arbitragem bit a bit (Recessivo / Dominante níveis)  
 0 = Dominante  
 1 = Recessivo
- Um nível Dominante sempre terá preferencia sobre um nível Recessivo

Perda de arbitragem



# A REDE CAN

## Arbitragem e Prioridades

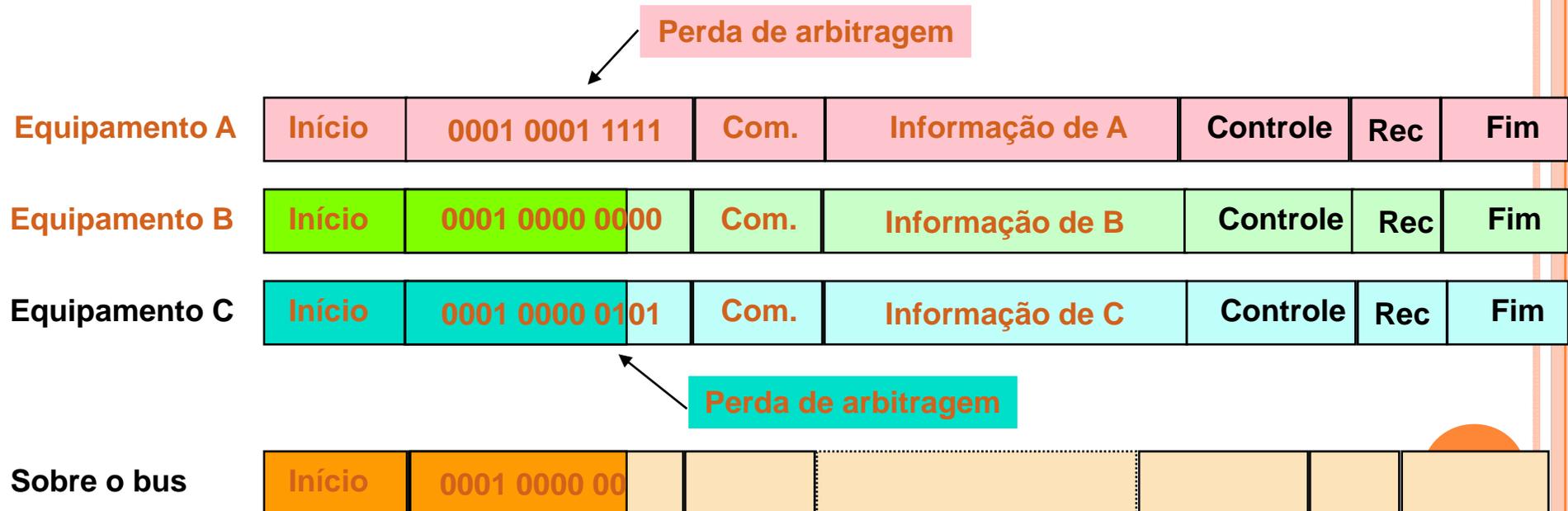


- Colisão não destrutiva, a mensagem com maior prioridade tem preferencia de envio
- Arbitragem bit a bit (Recessivo / Dominante níveis)

0 = Dominante

1 = Recessivo

Um nível Dominante sempre terá preferencia sobre um nível Recessivo



# A REDE CAN

## Arbitragem e Prioridades

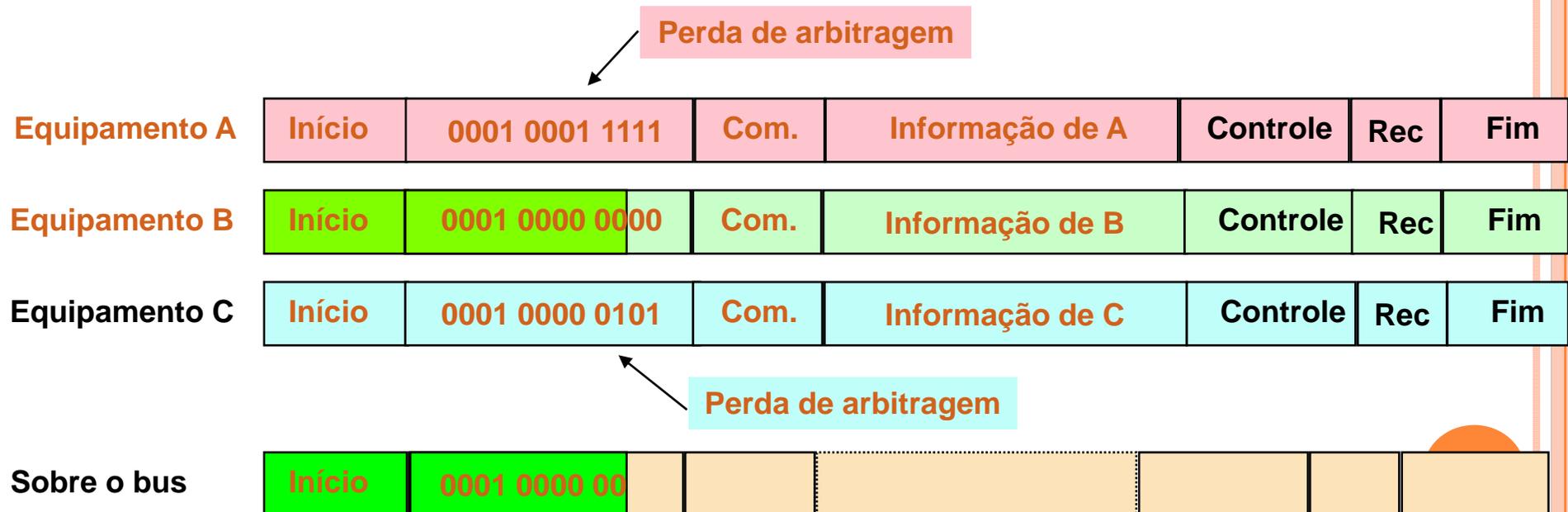
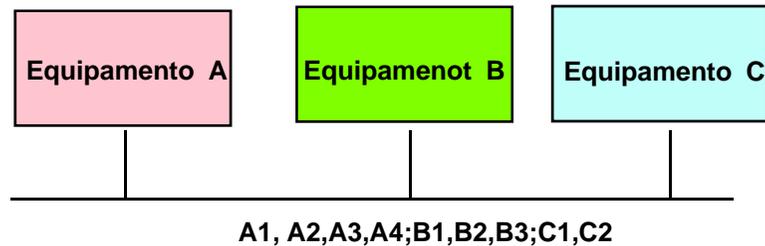


- Colisão não destrutiva, a mensagem com maior prioridade tem preferencia de envio
- Arbitragem bit a bit (Recessivo / Dominante níveis)

0 = Dominante

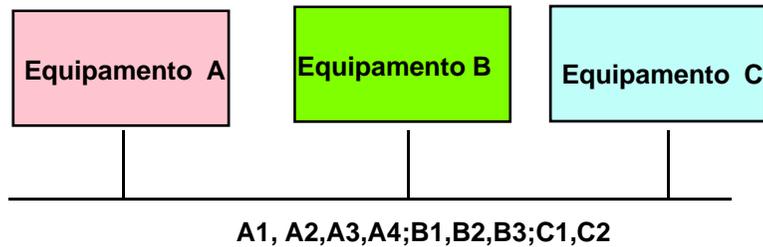
1 = Recessivo

Um nível Dominante sempre terá preferencia sobre um nível Recessivo



# A REDE CAN

## Arbitragem e Prioridades

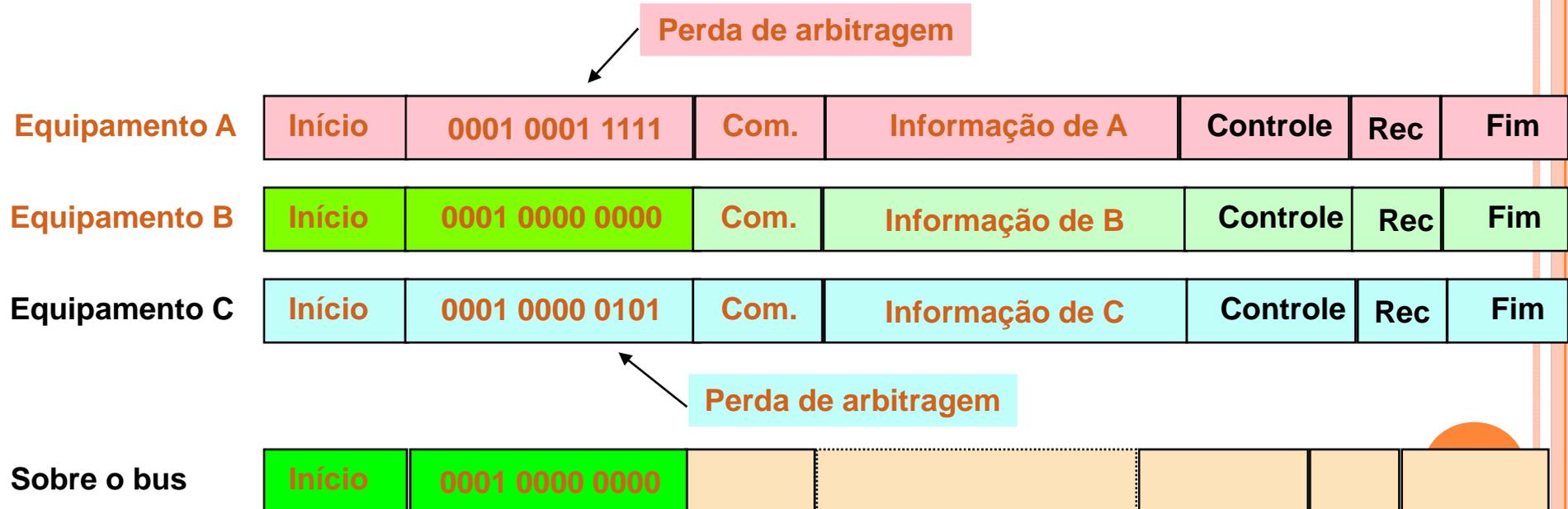


- Colisão não destrutiva, a mensagem com maior prioridade tem preferencia de envio
- Arbitragem bit a bit (Recessivo / Dominante níveis)

0 = Dominante

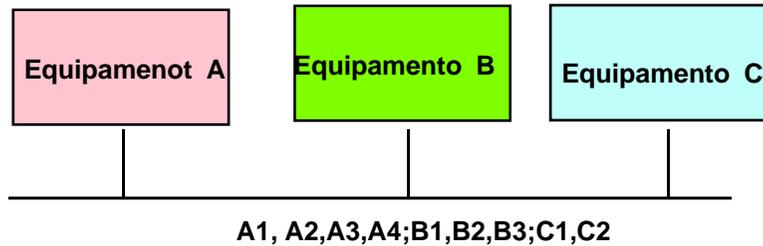
1 = Recessivo

Um nível Dominante sempre terá preferencia sobre um nível Recessivo

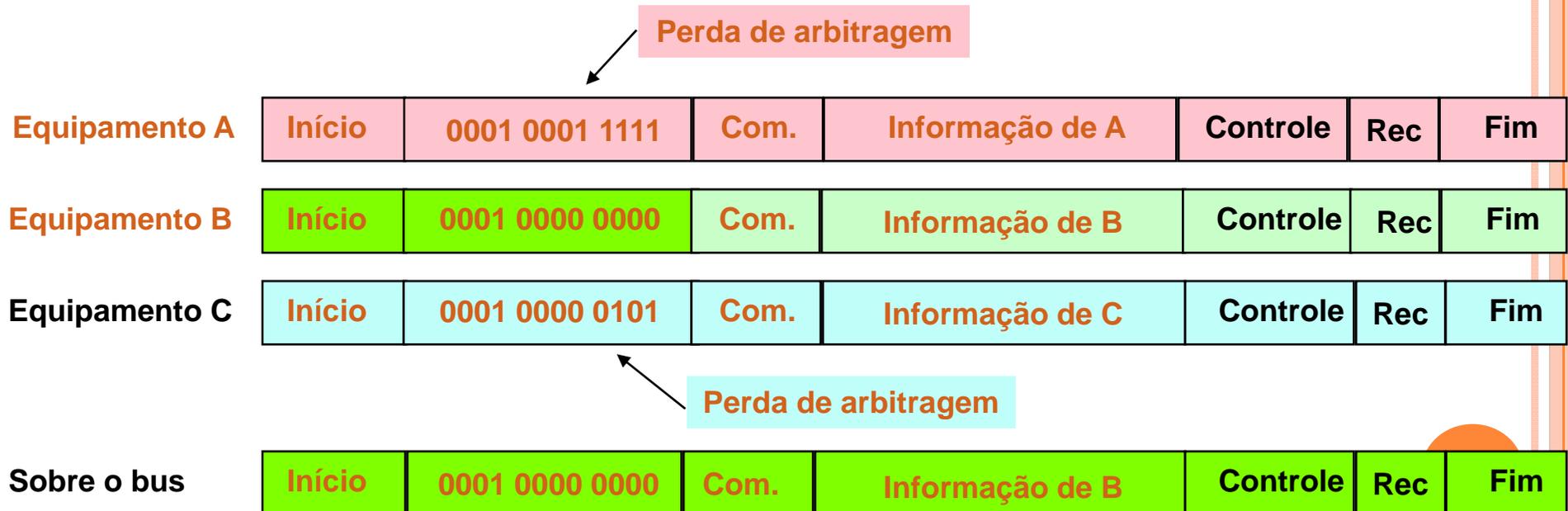


# A REDE CAN

## Arbitragem e Prioridades

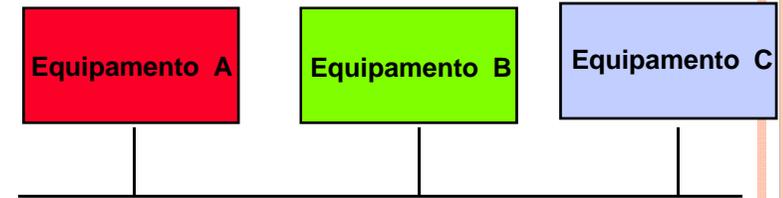


- Colisão não destrutiva, a mensagem com maior prioridade tem preferencia de envio
  - Arbitragem bit a bit (Recessivo / Dominante níveis)
    - 0 = Dominante
    - 1 = Recessivo
- Um nível Dominante sempre terá preferencia sobre um nível Recessivo



# A REDE CAN

## CONFIRMAÇÃO DE RECEPÇÃO



A1, A2,A3,A4;B1,B2,B3;C1,C2

Confirmação pedida pelo emissor ao receptor é colocada no campo de comando

Equipamento Emissor



Equipamento Consumidor



VAN confirmação de recebimento enviada pelo consumidor ao emissor (confirmação de recepção)

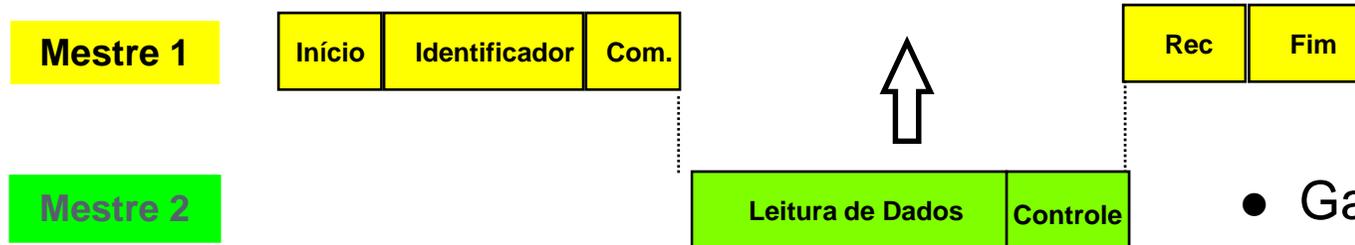
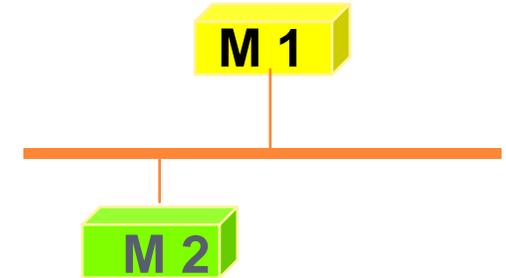
Sobre o bus



# A REDE CAN

## RESPOSTA NA TRAMA

- A resposta dentro da trama significa que o elemento solicitado pela mesma irá executar os comandos que lhe foram solicitados.



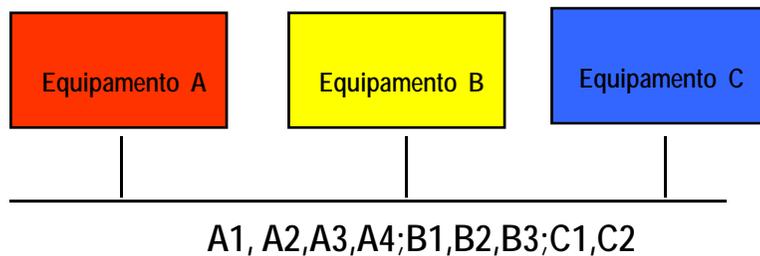
- Ganho de tempo
- Menos carga na rede



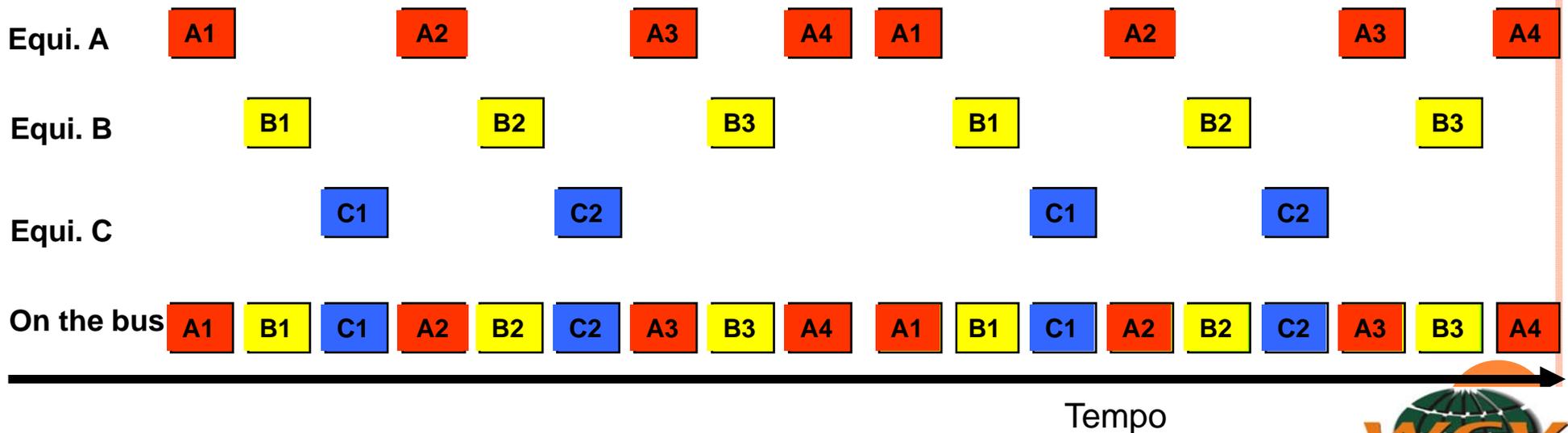
# PRINCÍPIOS DA REDE CAN

## PRINCÍPIOS BÁSICOS

Compartilhamento de linha de comunicação entre os equipamentos



- Codificação digital de dados
- Transmissão em série
- Partilhamento do tempo da linha
- Gerenciamento de prioridades



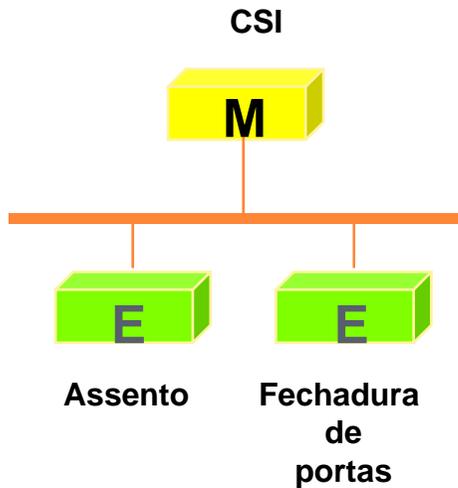
# REDE CAN CONTROL AREA NETWORK



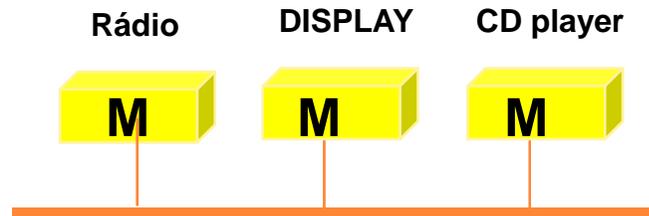
# A REDE CAN

## ARQUITETURAS

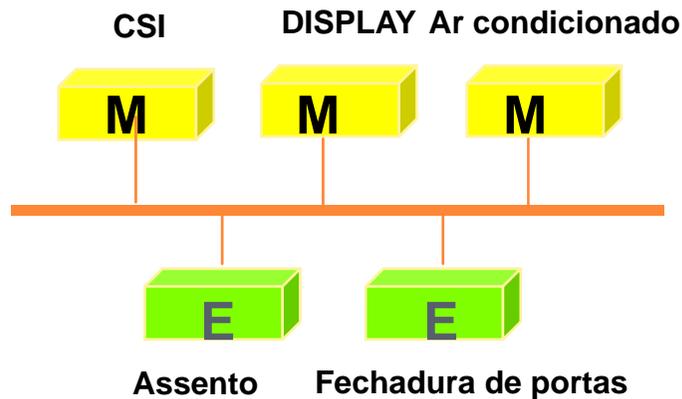
### Mestre / Escravos



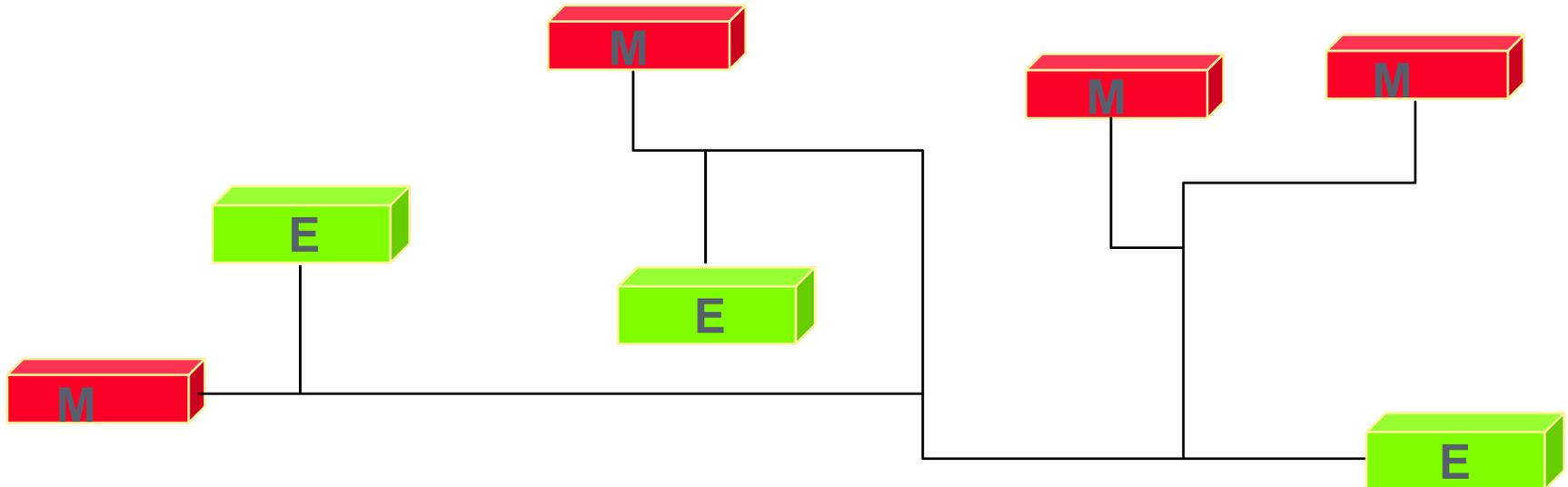
### Multi Mestres



### Mistos



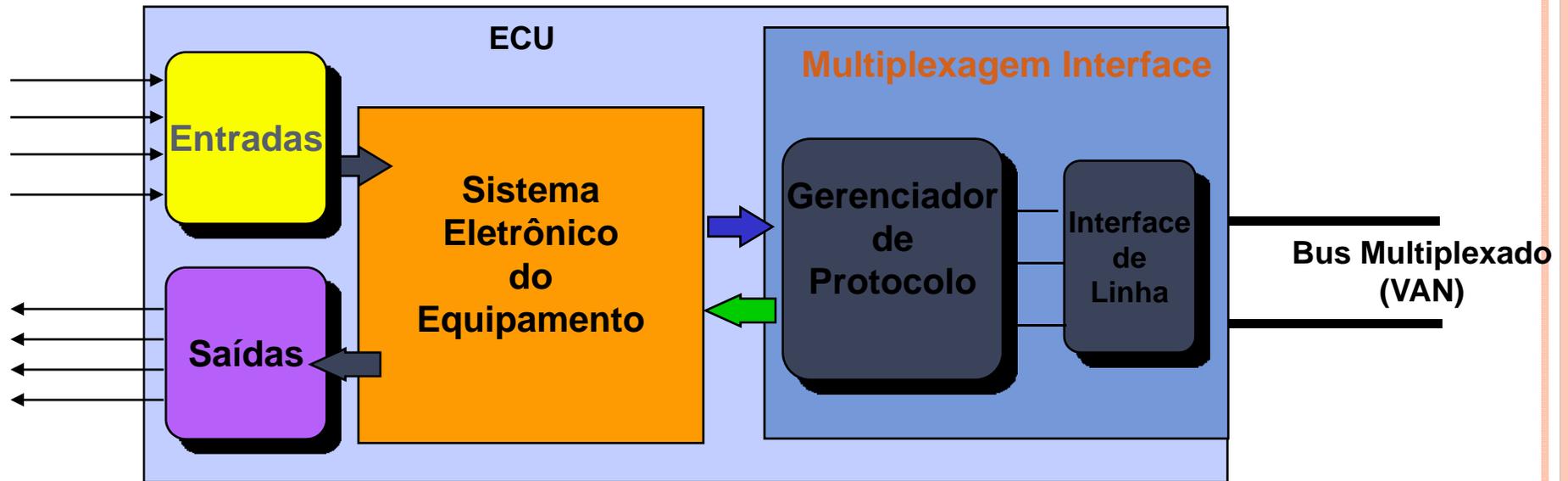
# A REDE CAN ARQUITETURA



A rede VAN permite uma arquitetura livre, bem adaptável as camblagens veiculares:

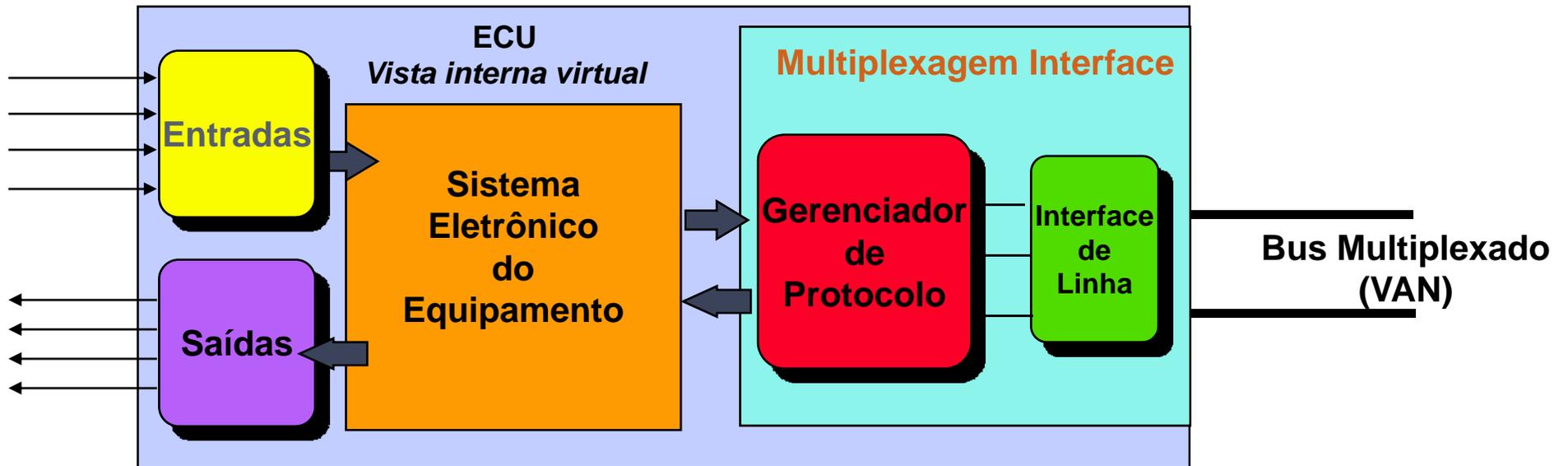
- sem limitação de linha
- menos interferência ( parasitagem ) equipamentos / bus
- 16 estações, máximo por bus físico

# A REDE CAN OS COMPONENTES

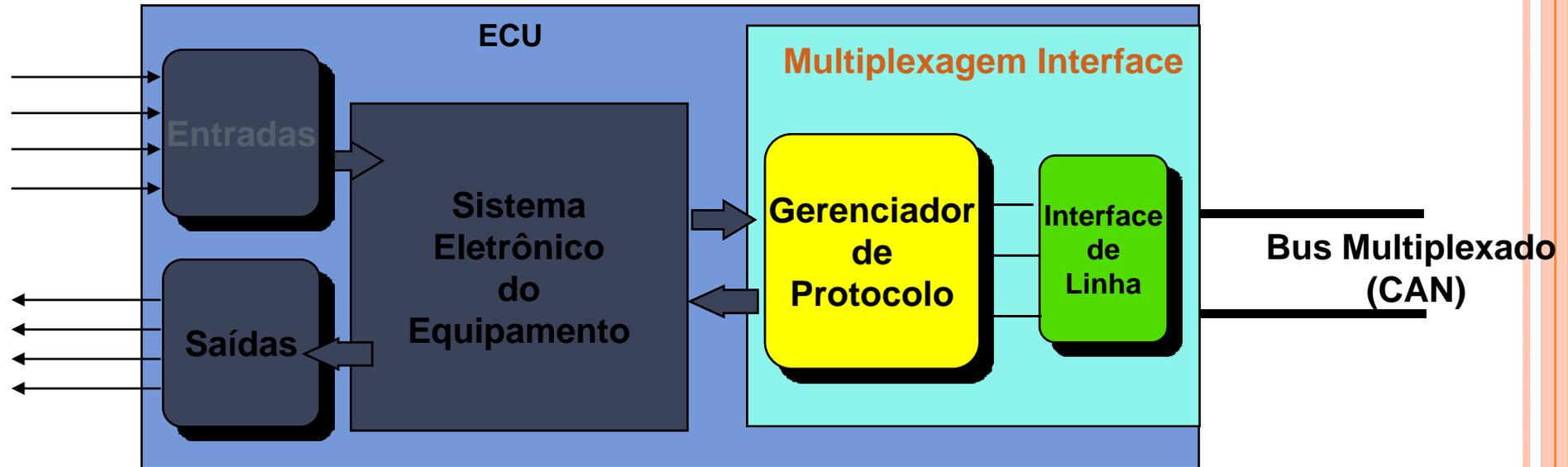


- O sistema eletrônico do equipamento: ENVIA ou **RECEBE** a mensagem

# A REDE CAN OS COMPONENTES

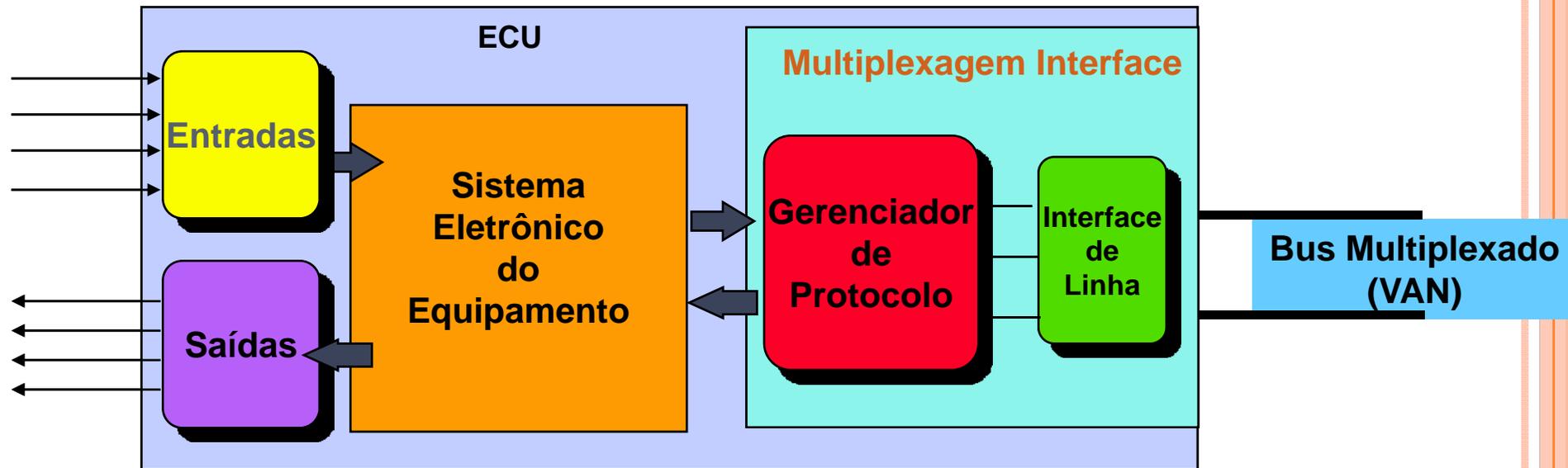


# A REDE CAN OS COMPONENTES



- O sistema eletrônico do equipamento: ENVIA ou **RECEBE** a mensagem
- **Controle de protocolo**: cria ou decodifica uma trama
- **Interface de linha**: EMISSÃO E RECEPÇÃO das tramas sobre o bus

# A REDE CAN OS COMPONENTES



- O sistema eletrônico do equipamento: ENVIA ou RECEBE a mensagem
- Controle do protocolo: cria ou decodifica uma trama
- Interface de linha: EMISSÃO e RECEPÇÃO das tramas sobre o bus
- BUS: permite o transporte das tramas

# A REDE CAN - INTERFACE DE LINHA

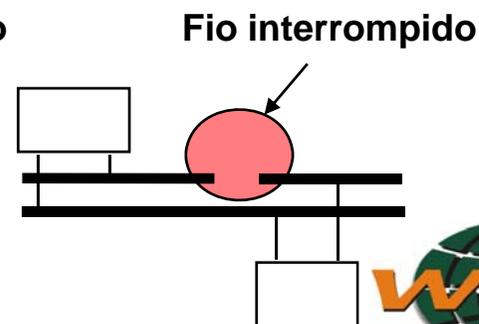
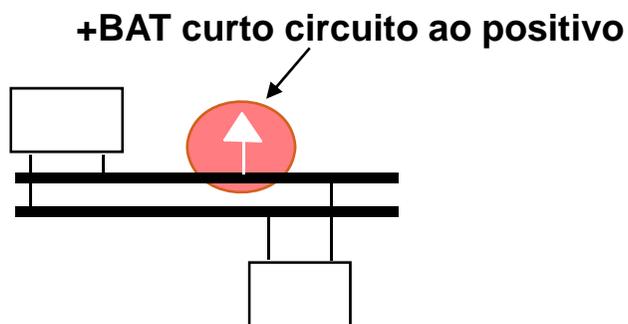
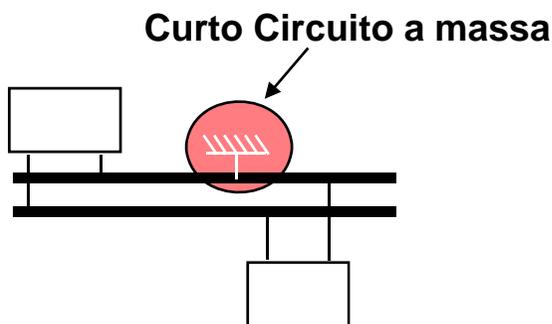
➔ Os componentes da interface de linha permite:

- emissão de tramas
- recepção de tramas

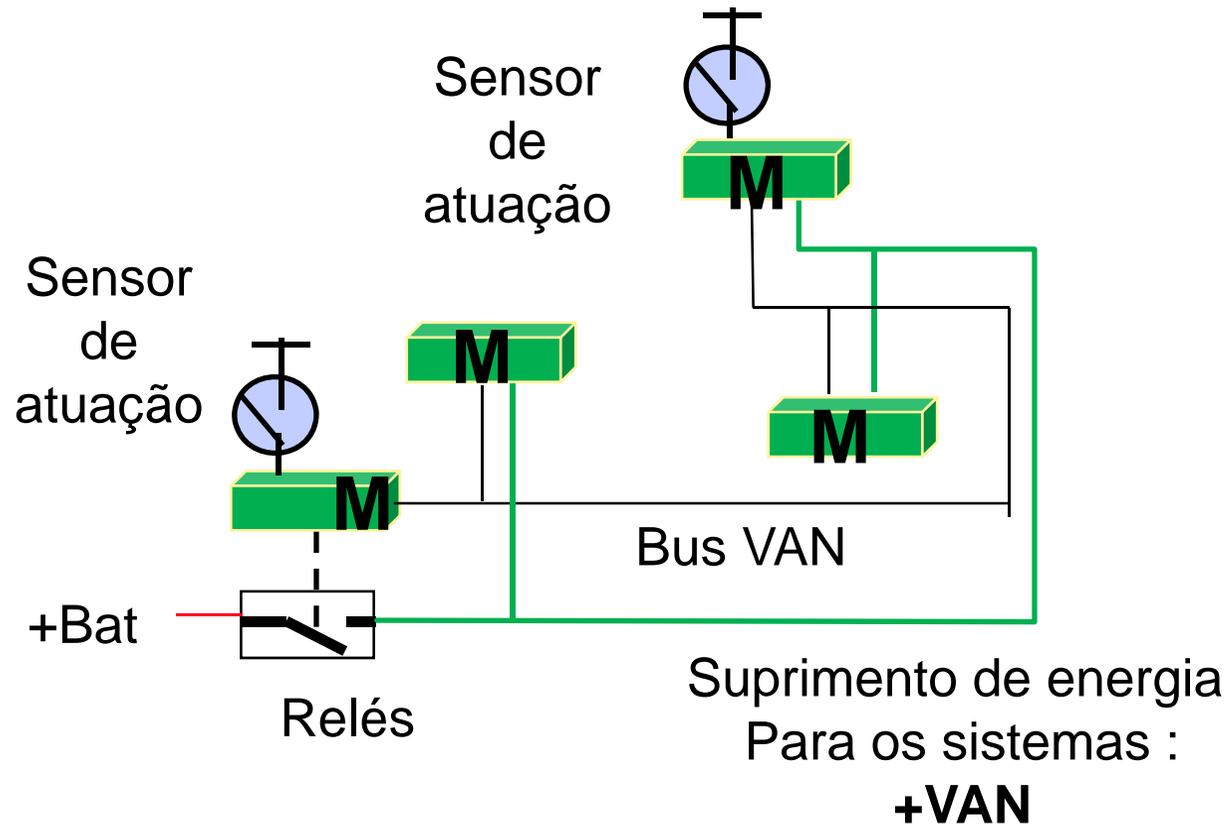
➔ Caso ocorram as seguintes panes :

- Fio Data ou DataB interrompido
- Fio Data ou DataB a massa
- Fio Data ou DataB a +BAT (+12volts)

○ A Interface de linha permite a recepção das tramas.



# A REDE CAN ESPERA / ATIVAÇÃO



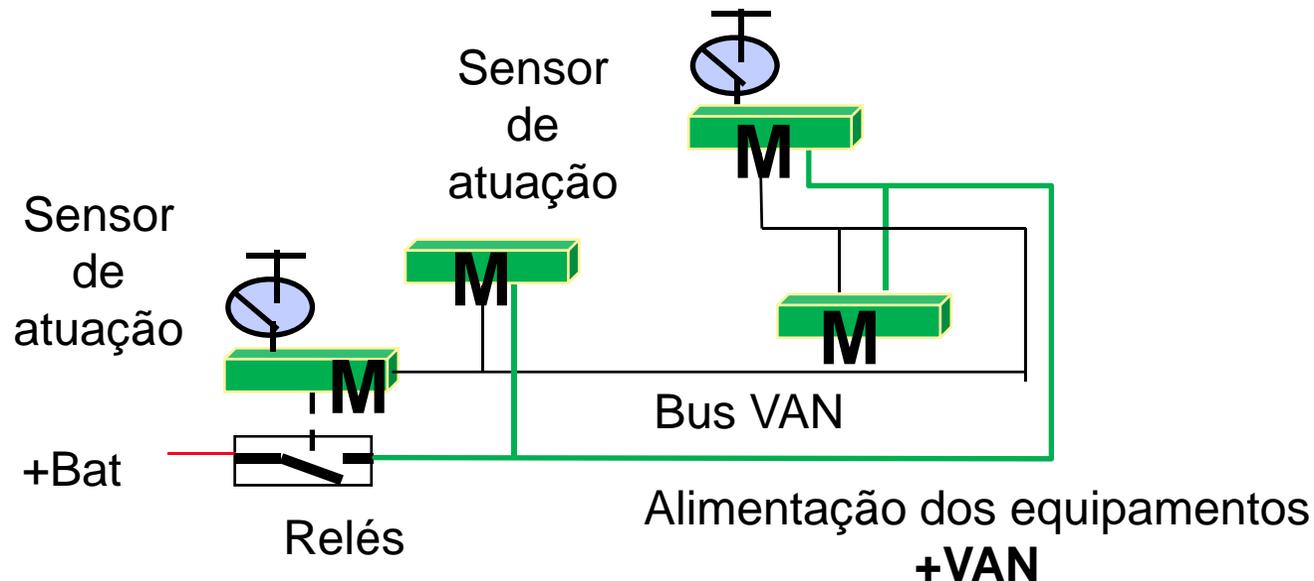
Limitação do consumo de corrente num veículo inativo: Espera /ativado

# A REDE CAN ESPERA / ATIVAÇÃO

Limitação do consumo de corrente num veículo inativo:

Espera /ativado

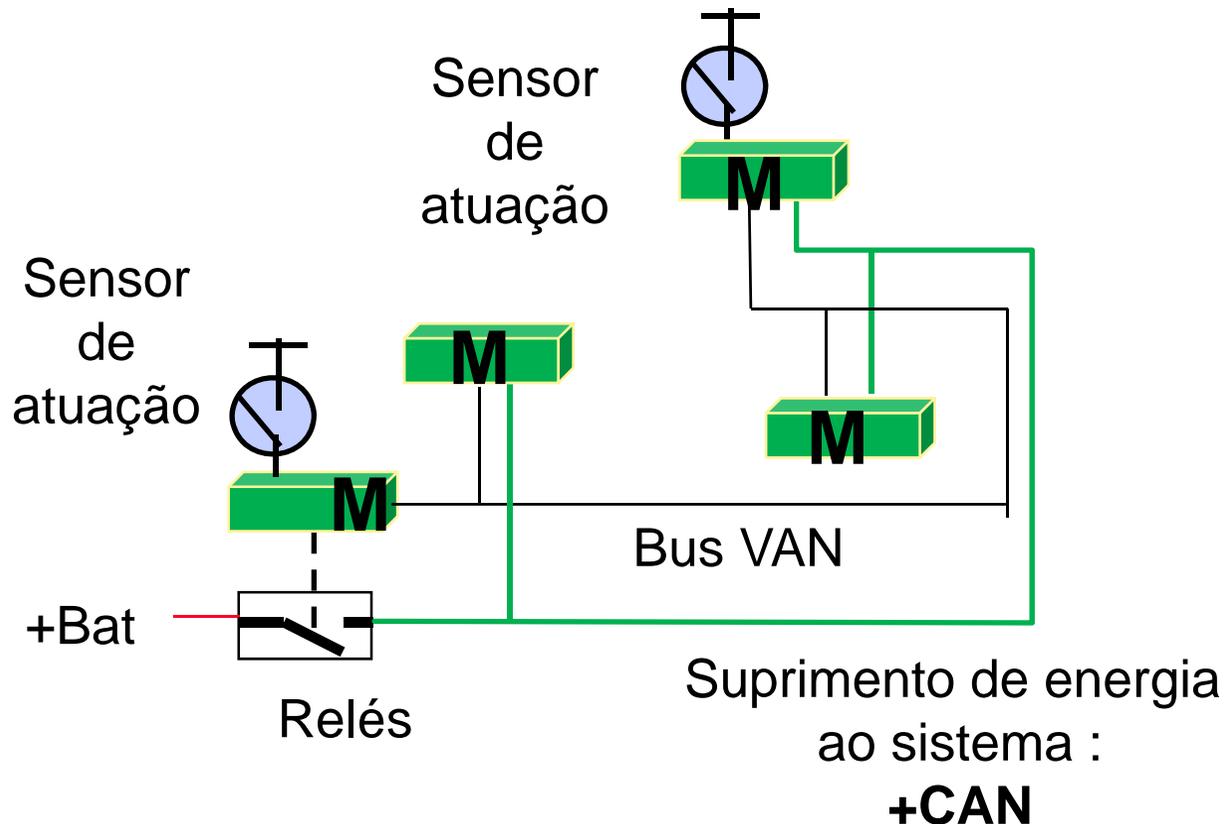
➔ Somente um mestre pode colocar ou tirar a função da espera, (no 406: CSI). A CSI percebe a solicitação de um mestre e gera a distribuição da alimentação + VAN



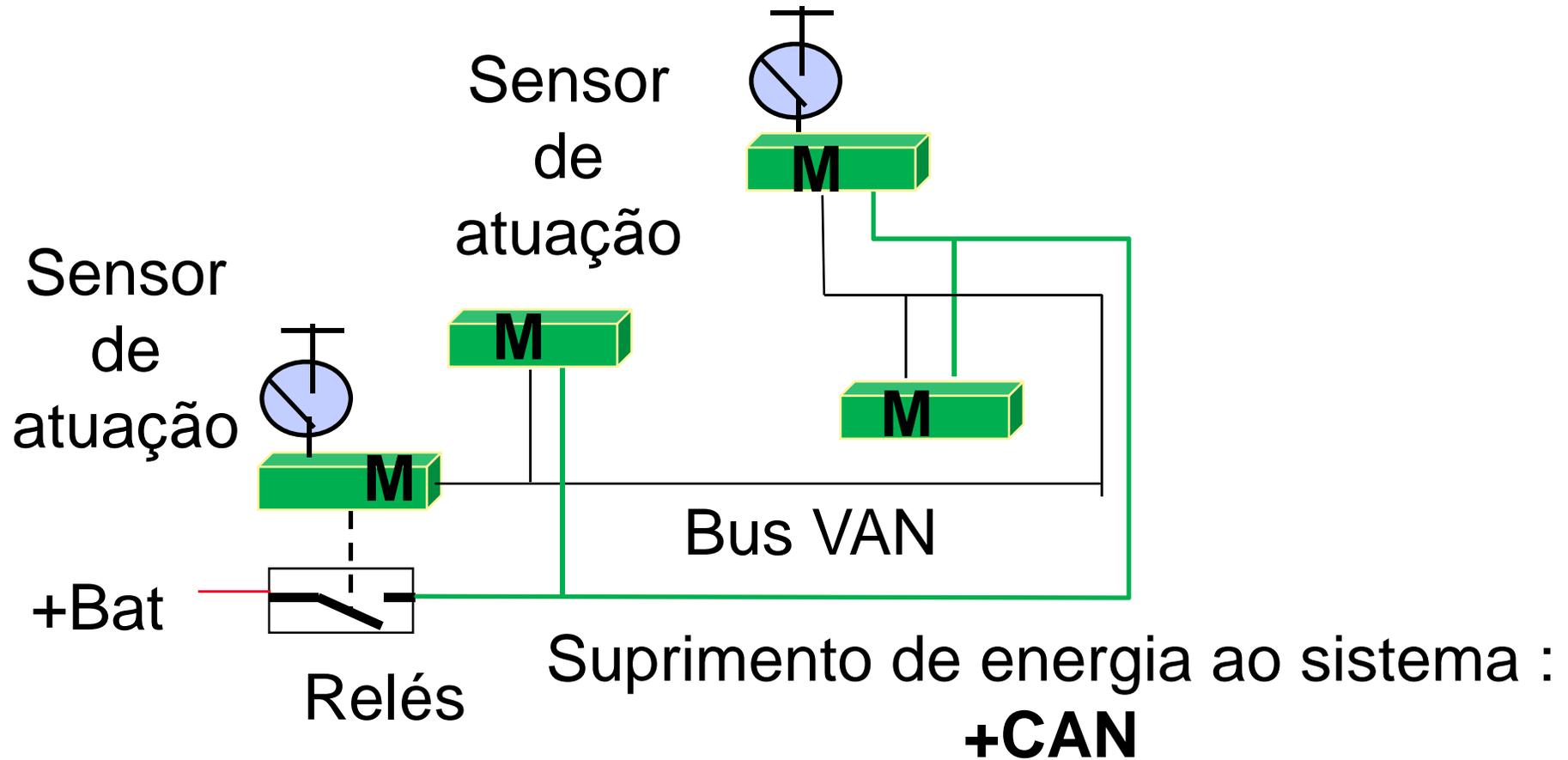
# A REDE CAN ESPERA / ATIVAÇÃO

Limitação do consumo de corrente em um veículo inativo:  
Espera /Ativado.

➔ Somente um mestre pode colocar ou tirar a função da alimentação + CAN.



# A REDE CAN - ESPERA / ATIVAÇÃO



# A REDE CAN - ESPERA / ATIVAÇÃO

Espera: a BSI percebe a solicitação de um mestre e gera a distribuição.

→ A ativação pode ser assegurada, seja por um mestre, seja por um escravo: após a mudança de estado de um sensor de ativação, escravo ou mestre colocando a massa à linha DATAB.

O mestre assegura a ativação /espera do BUS, detecta a ação sobre DATAB.

*(Solicitação) e alimenta os equipamentos (+CAN) emitindo novas tramas.*



# A REDE CAN

## ESPERA / ATIVADO

- Limitação do consumo de corrente, em um veículo inativo.
- Espera/ativado.
- A função a espera é assegurada por um único mestre ( no 206: painel multi-função, ECO ). este mestre corta a alimentação (+CAN) e não envia mais tramas sobre o BUS.
- A ativação é feita via scanner, enviando sinal a um mestre ou por um escravo: após a mudança de estado de atuação, colocando a linha DATAB. O mestre, assegura a ativação ou espera do BUS, detectando esta ação sobre DATAB e alimenta o equipamento (+CAN) emitindo novas tramas.



# A REDE CAN

## RESUMO DAS PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS

- Norma ISO 11519-2
- Identificadores (endereço) sobre 12 bits
- Velocidade de até 250 kbits/s
- Comprimento dos dados de até 28 bytes
- Caso de ruptura de um cabo
- Arquitetura livre
- 16 estações máximas por bus físico
- Possibilidade de reconhecer a informação solicitada
- Resposta na trama
- Diagnósticos de linha
- Espera / ativação
- Modo de emergência no caso de ruptura de um cabo



# A REDE CAN

## DIFERENTES TIPOS DE TRAMAS

### A- Ligadas ao funcionamento do veículo

- Tramas de distribuição ( para toda a rede ou há um equipamento do sistema)
- Tramas de diálogos
- Diálogo entre mestres (Leitura com resposta na trama ou leitura com resposta diferida )
- Interrogação de um escravo por um mestre (leitura com resposta na trama)
- Trama de Evento (ligada a um evento- permite a sincronização de diferentes equipamentos do sistema)
- Tramas periódicas (tramas emitidas ciclicamente)
- Tramas com ou sem reconhecimento

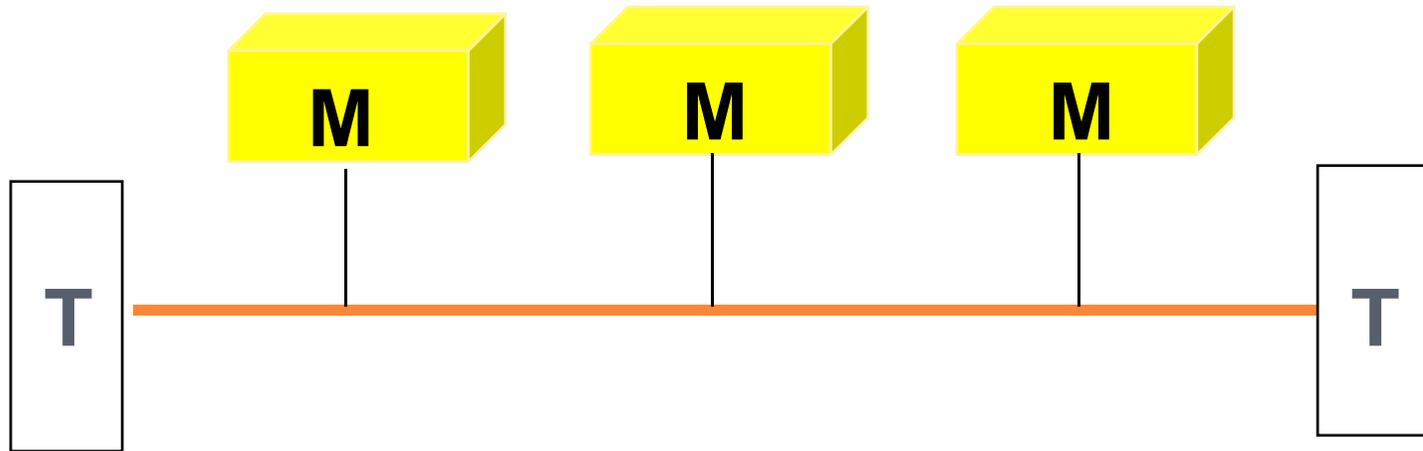
### B- Ligadas aos diagnósticos:

- Tramas de Diagnósticos



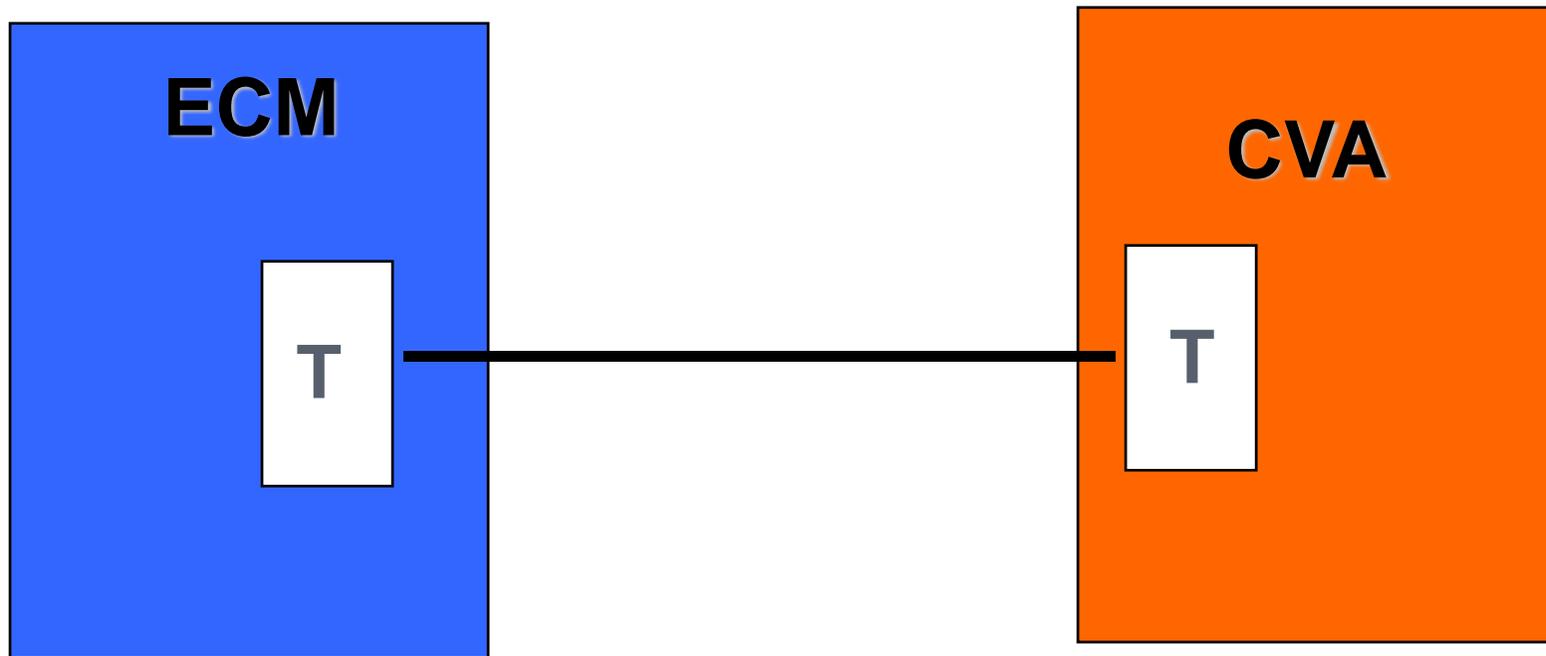
# A REDE CAN

## ADAPTAÇÃO DE IMPEDÂNCIA



# A REDE CAN

## ADAPTAÇÃO DE IMPEDÂNCIA



- Cambio: Calculador de controle, (ECU) da caixa automática
- Automática AL4, adaptação de impedância é no calculador de controle do motor ECU (ECM)

# SISTEMA MULTIPLEXADO (REDE CAN) O COMPLEMENTO INDESPENSÁVEL PARA A GESTÃO ELETRÔNICA.

Toda a função essencial do veículo vem hoje monitorada pela eletrônica embarcada. O número de novas aplicações cresce de forma vertiginosa graças a evolução da informática . Sendo explorada para criar um conforto e segurança ao seu usuário , é umas das pretensões cada vez maior limitando a possibilidade de falhas no sistema, a eletrônica se baseia no importante progresso que vem sofrendo seus componentes para evolucionar de forma cessível em todos os âmbitos especialmente em relação à eficácia e custo.



# A ELETRÔNICA AO SERVIÇO E A SEGURANÇA

Todas estas evoluções relativamente recentes estão em uma concepção importante e a integração dos diferentes sistemas para automóveis.

O domínio da eletricidade no mundo automotivo: “eletricidade eletrônica e a informática no automóvel”.



# A ELETRÔNICA AO SERVIÇO E A SEGURANÇA

Atualmente os equipamentos eletrônicos são capazes de fazer funcionar de uma só vez os sistemas mecânicos, hidráulicos, térmicos e recentemente sistemas optrônicos. Neste caso, por exemplo, os sistemas de suspensão, pneus que são ligados por uma unidade de controle eletrônica (Bluetooth). Por sua vez o grupo motopropulsor, está controlado eletronicamente justificando assim, o uso de um processador reservado para os microprocessadores.



# A ELETRÔNICA AO SERVIÇO E A SEGURANÇA

A segurança será igualmente favorecida pelo desenvolvimento da eletrônica. Um exemplo a demonstrar, é a sua influencia positiva em relação a distancia freada, que vem melhorando sensivelmente graças à correção do desligamento e do bloqueio dos freios, sem esquecer os controles motriz e da trajetória. A segurança passiva depende eternamente da eletrônica. Os airbags frontais e laterais, no sistema de corte e a injeção de gasolina não cumpririam sua função se não fosse pelos notáveis progressos efetuados pelos computadores. Atualmente bastão 5(cinco) milésimos de segundo para detectar uma colisão lateral e enviar a ordem de desprendimento do airbag.



# A ELETRÔNICA EMBARCADA TRANSFERE QUANTIDADE IGUAL DE INFORMAÇÕES

Como por exemplo, um eletro ventilador é acionado quando a temperatura atinge o seu limite que é de  $90^{\circ}$ , o que faz o sistema perfeitamente confiável, independente se a temperatura vai ser multiplicada por cem ou por mil.

São muito distintas as coisas quando os casos simples se multiplicam, quando a informação deve ser tratada em vários lugares por elementos eletrônicos diferentes, e quando a resposta for uma comunicação de “diversas observações eletrônicas”o bom resultado de diversas ações em órgãos diferentes. O que se pode decidir diante uma detecção registrada são os diversos elementos eletrônicos e sua correspondente resposta física, devido à ação de vários órgãos que ocorre em espaços de tempos extremamente curtos, da ordem de cinco a dez milésimos de segundos. É evidente que se o tempo de respostas dos elementos eletrônicos e dos órgãos correspondentes resulta de grande importância no tempo calculado para poder distribuir a informação e colher os atos.



# A ELETRÔNICA EMBARCADA TRANSFERE QUANTIDADE IGUAL DE INFORMAÇÕES

Porém se a detecção dos fenômenos físicos está em grande parte delimitada, e se o extremo contrário da corrente da reação é perfeitamente conhecida no sentido de que aponta uma solução aceitável para o meio-ambiente parece indispensável, por um lado em causar a informação relativa à observação realizada, por outro lado enviar as respostas dadas para otimizar a matriz da situação. Quando se trata de um simples ciclo de ida e volta entre dois elementos.

