

# Diagnósticos de Sistemas de Redes de Bordo

# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

## Características do treinamento



O objetivo deste treinamento é através de elementos práticos e teóricos, preparar os participantes para realizar diagnósticos e, procedimentos técnicos nos sistemas de redes de comunicação, utilizando osciloscópio automotivo, scanner e multímetro.



A metodologia e forma de transmissão das informações é de caráter construtivo permitindo ao participante o desenvolvimento de novos conhecimentos com base nas experiências vivenciadas durante o treinamento.



Para um melhor aproveitamento de este treinamento os participantes devem possuir conhecimentos, experiência em sistemas eletrônicos de gestão de motor e elétrica/eletrônica.



A proposta de desenvolvimento está composta por um treinamento de 16 horas, combinando elementos teóricos conceituais com atividades praticas realizadas em veículos. As atividades praticas são realizadas com a utilização de equipamentos de diagnóstico, osciloscópio e softwares de informações técnicas.



As informações contidas nesta apostila são de uso exclusivo no treinamento. Para manutenção e reparo de veículos, utilize o material técnico de referência do fabricante.

# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

## Conteúdo do treinamento

- Redes multiplexadas.
- Rede CAN Bus HS.
- Rede CAN Bus LS.
- Rede CAN FD.
- Rede LIN Bus.
- Rede Flexray Bus.
- Protocolo LVDS.
- Protocolo SENT.
- Protocolo Ethernet.
- Rede MOST Bus.
- Unidade da rede de bordo.
- Gateway
- PWM e VPW.

# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

## Principais redes de comunicação

### **CAN BUS: (Controller Area Network).**

Desenvolvido pela Bosch (1983), utilizada pela grande maioria dos fabricantes. Em **2001** alguns dos primeiros carros populares a usarem a rede CAN foram o Opel Corsa e Fiat Palio, com aplicações aos sistemas de transmissão e carroceria.

### **LIN BUS: (Local Interconnect Network).**

Desenvolvido também por um consórcio de fabricantes de veículos, tais como: BMW, Volkswagen, Audi, Volvo e Mercedes. É um sistema econômico e confiável ao nível da constituição física do meio de comunicação, mas tem algumas limitações, como a capacidade de transporte de dados.

### **FlexRay Bus.**

Protocolo de comunicação de alta velocidade, desenvolvido inicialmente pelo consórcio FlexRay Consortium, formado pelas empresas BMW, Daimler, Motorola, Philips e logo depois também pelas empresas Bosch, General Motors e Volkswagen.

### **Most – BUS (Media Oriented Systems Transport).**

Utilizado por várias montadoras, tais como Audi, BMW, Jaguar, Land Rover, Porsche e outras demais.

A Most é a comunicação por fibra óptica, atualmente é a mais rápida forma de transporte de dados aplicada na linha de conforto.

# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

## Principais redes de comunicação

### **SAE J2716 ( Sent – Single Edge Nibble Transmission).**

Muito utilizado por veículos da empresa General Motors, é um esquema de ponto-a-ponto, para transmitir sinal de um sensor para um controlador. Permite a transmissão de dados em alta resolução com um baixo custo do sistema.

### **SAE J- 1850.**

Utilizado essencialmente por fabricantes americanos e com muitas aplicações em sistemas de controle de atuadores e informações de sensores. Há basicamente duas formas, o pulso de largura modulada (PWM) ou largura de pulso variável (VPW).

### **Automotive Ethernet.**

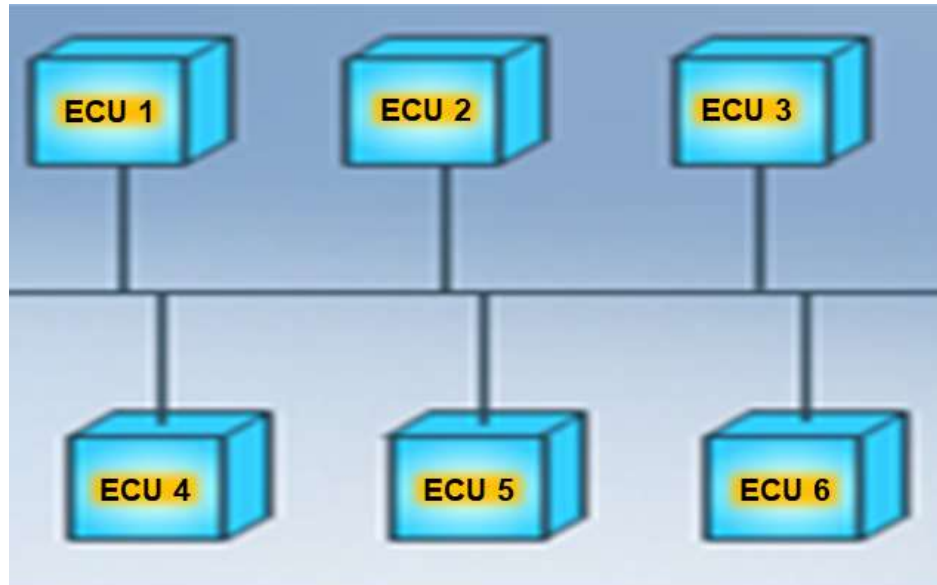
Rede de comunicação física, extremamente rápida e confiável, conectando vários componentes usando apenas um único barramento (simple “one pair” ou duplex-Ethernet).

DoIP é a abreviação de **D**iagnostics over **I**nternet **P**rotocol, é um diagnóstico remoto de veículos que permite a comunicação entre ferramentas de teste e ECUs em carros.

# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

## Topologia linear da rede de comunicação

A topologia de barramento (linear) permite uma interconexão simples e econômica de várias unidades conectadas ao mesmo barramento (bus). Para este tipo de topologia, o meio de transmissão é geralmente realizado por um ou dois fio(s) por barramento.



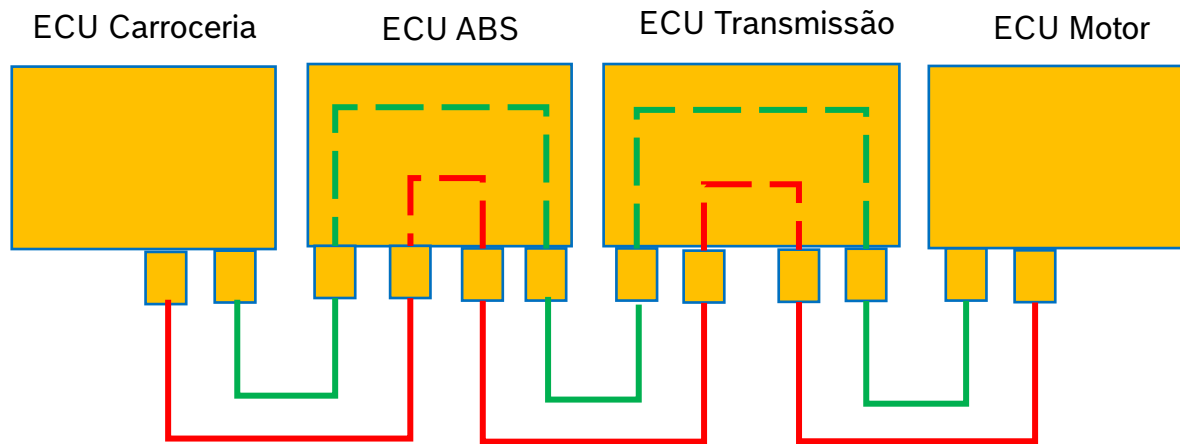
Exemplos de aplicações:

- Rede CAN;
- FlexRay;
- Rede LIN;
- Números de “nós” (capacidade);
- Com ou sem terminadores de linha.

# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

## Topologia em série da rede de comunicação

Barramentos em linha (*line*) também chamado de conexão em cadeia (Daisy Chain), é a maneira mais fácil de conectar unidades em uma rede, configurando-as em um estrutura física em série.



Chevrolet Onix T 2020

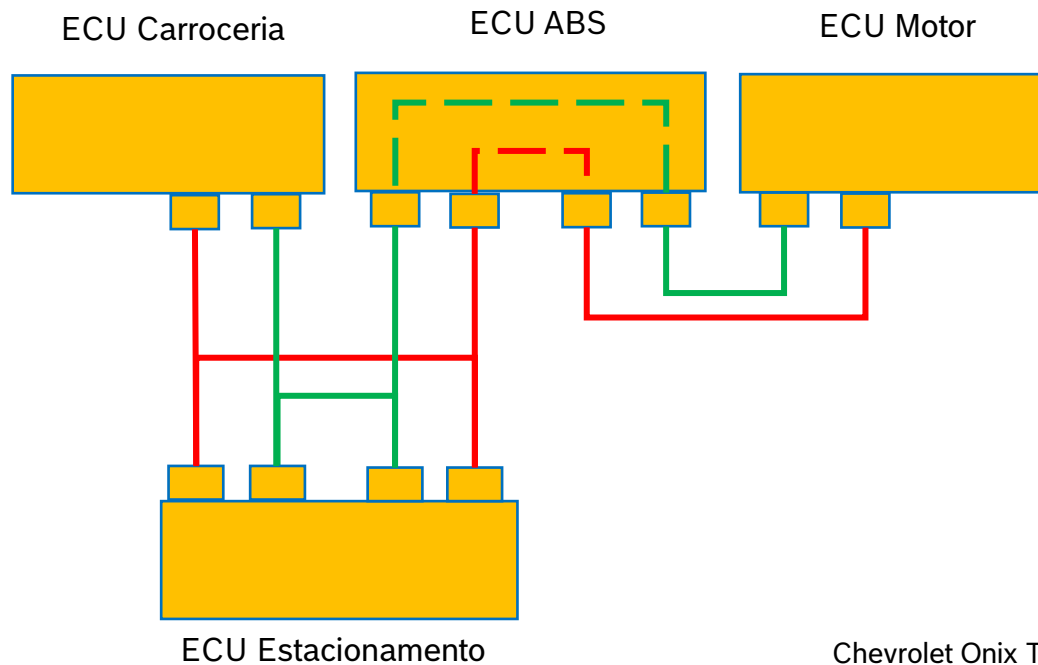
Exemplos de aplicações:

- Rede LIN;
- Most;
- CAN
- 1 ou 2 fios;
- Com ou sem Retransmissão da mensagem.

# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

## Topologia híbrida da rede de comunicação

A estrutura de rede ainda pode ser configura de forma mista, também conhecida como híbrida. Utilizando esse tipo de montagem duas ou mais formas de conexão dos nós (nodes) são aplicadas.



Chevrolet Onix T 2020

Exemplos de aplicações:

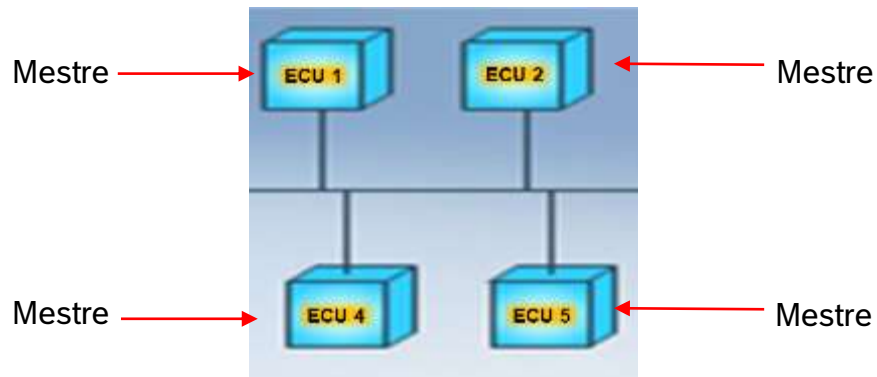
- CAN;
- FlexRay;
- Par de fios.



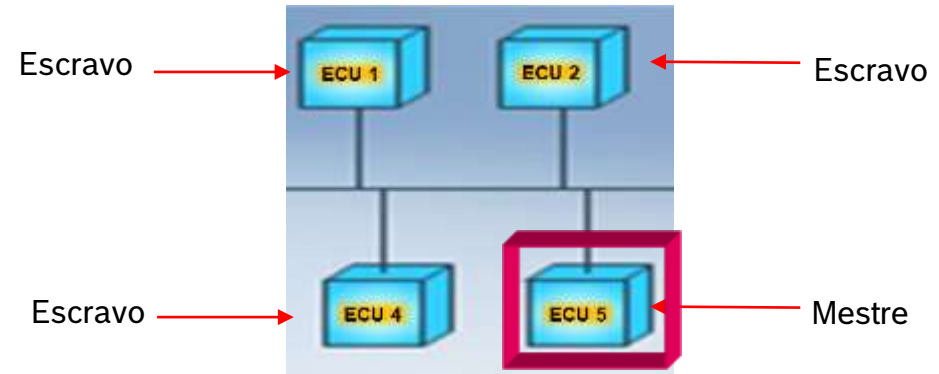
# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

## Configuração multimestre e mestre-escravo

Atualmente, ambos os sistemas Master-Slave e Multimaster são usuais, no entanto, este sistema multimestre apresenta uma variante muito comum utilizada em automóveis quando há a utilização do protocolo CAN.



Qualquer unidade tem acesso para transmitir informação no barramento.



Nenhuma unidade tem acesso para transmitir informação no barramento, apenas a unidade mestre tem autonomia..

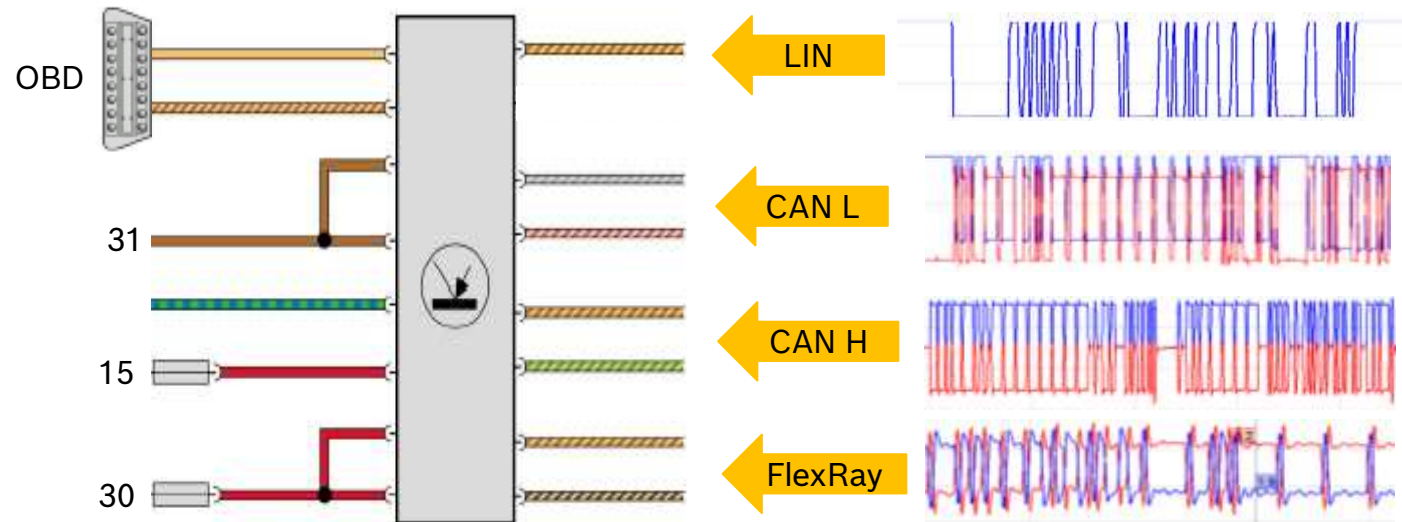
# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

## Gateway

O sistema de rede multiplexada trabalha com vários tipos e formas de comunicação, a comunicação e o mais comum é o protocolo CAN. Porém, dentro de uma estrutura existirão vários barramentos CAN que utilizam taxa de transmissão de dados diferentes, para tanto será necessário a utilização de uma ECU para realizar a interligação entre elas (Gateway).



Módulo Gateway



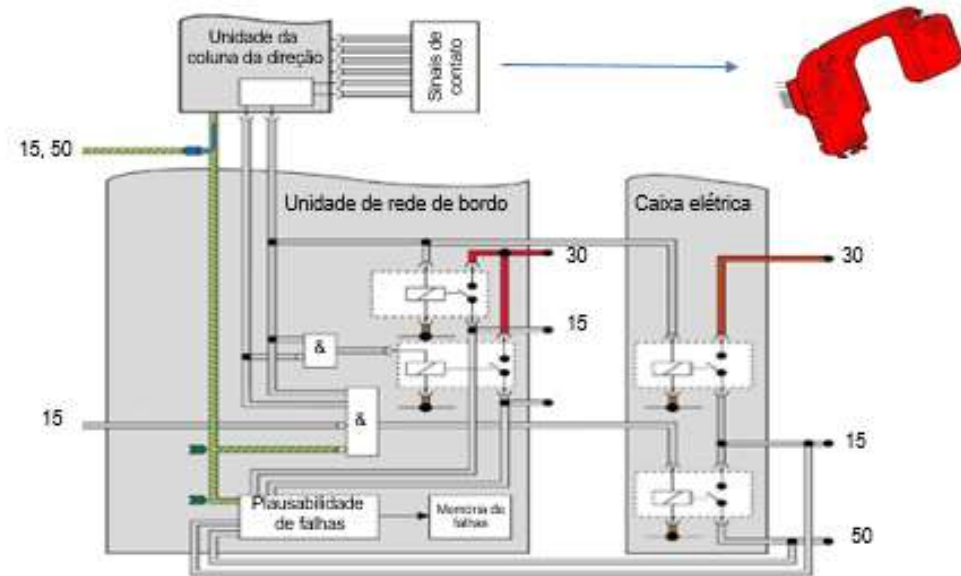
# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

## Unidade de carroceria com subfunção da Gateway

A unidade de conforto (BSI/ZE) tem várias funções fundamentais para o controle do sistema de conforto, gerenciamento de energia elétrica, linha de diagnóstico, liberação para partida, transmissão, bloqueio da caixa, controle das luzes, sistema de aquecimento e, em alguns casos assume o papel da Gateway como subfunção.



BCM e Gateway

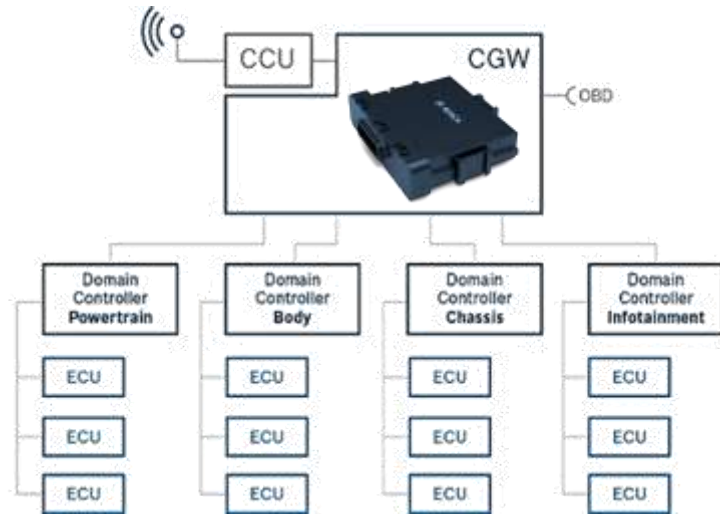


# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

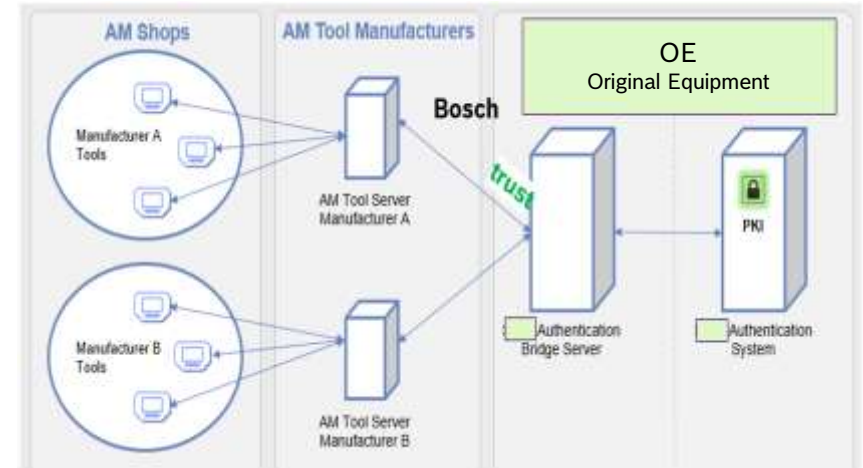
## Secure Gateway

Unidades de Controle de Conectividade (CCU) permitem a conectividade ao sistema do veículo (chamadas de emergência integradas (SOS), comunicação com servidor para atualização de software básico, internet das coisas, telefonia e GPS).

A Gateway (CGW) garante o acesso seguro e controlado.



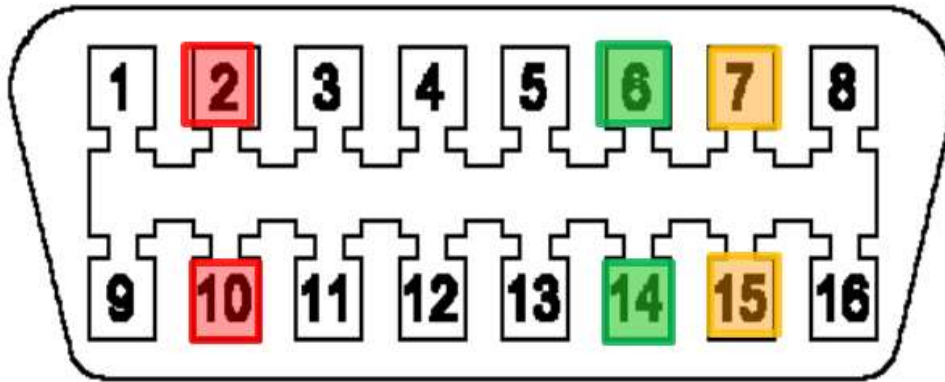
A ferramenta de diagnóstico precisa executar uma verificação de validação através de um servidor seguro na nuvem, um certificado digital é gerado para permitir ações de diagnóstico, como apagar DTCs e, realizar ajustes e adaptações.. As solicitações para o conector de diagnóstico fora do EOBD (European On-Board Diagnostics) são negadas.



# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

## Diagnóstico de bordo OBD SAE J1962

No conector existem pinos de conexão padronizados para os protocolos de comunicação CAN 6 e 14 (ISO 11898, J2284), ISO K7 e L15, além do protocolo SAE J1850 para PWM e VPW.



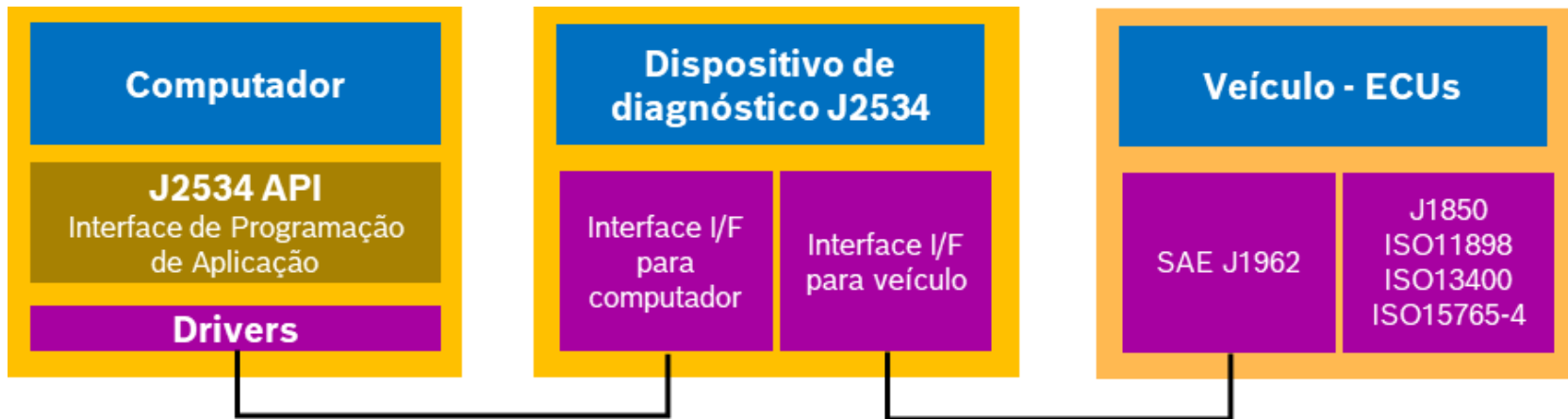
- J1850 – PWM e VPW.
- ISO 9141-2 – KWP 2000
- ISO 11898 (J2284) – CAN.
- ISO 13400 - Ethernet.
- ISO 15765-4 – OBD.

A conexão por ISO 15765-4 OBD garante apenas leituras relacionadas ao sistemas de emissões e não é possível dentro desse protocolo obter ajustes, adaptações e outros valores mais detalhados.

# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

## Padrão de comunicação para a norma de comunicação SAE J2534

A reprogramação da unidade eletrônica é realizada de acordo com o padrão SAE J2534 (Pass-thru J2534 é compatível com veículos do ano 2004 em diante), interface padronizada da SAE (*Society of Automotive Engineers*) projetada pela solicitação da US-EPA (Environmental Protection Agency) para a reprogramação de ECUs de veículos.

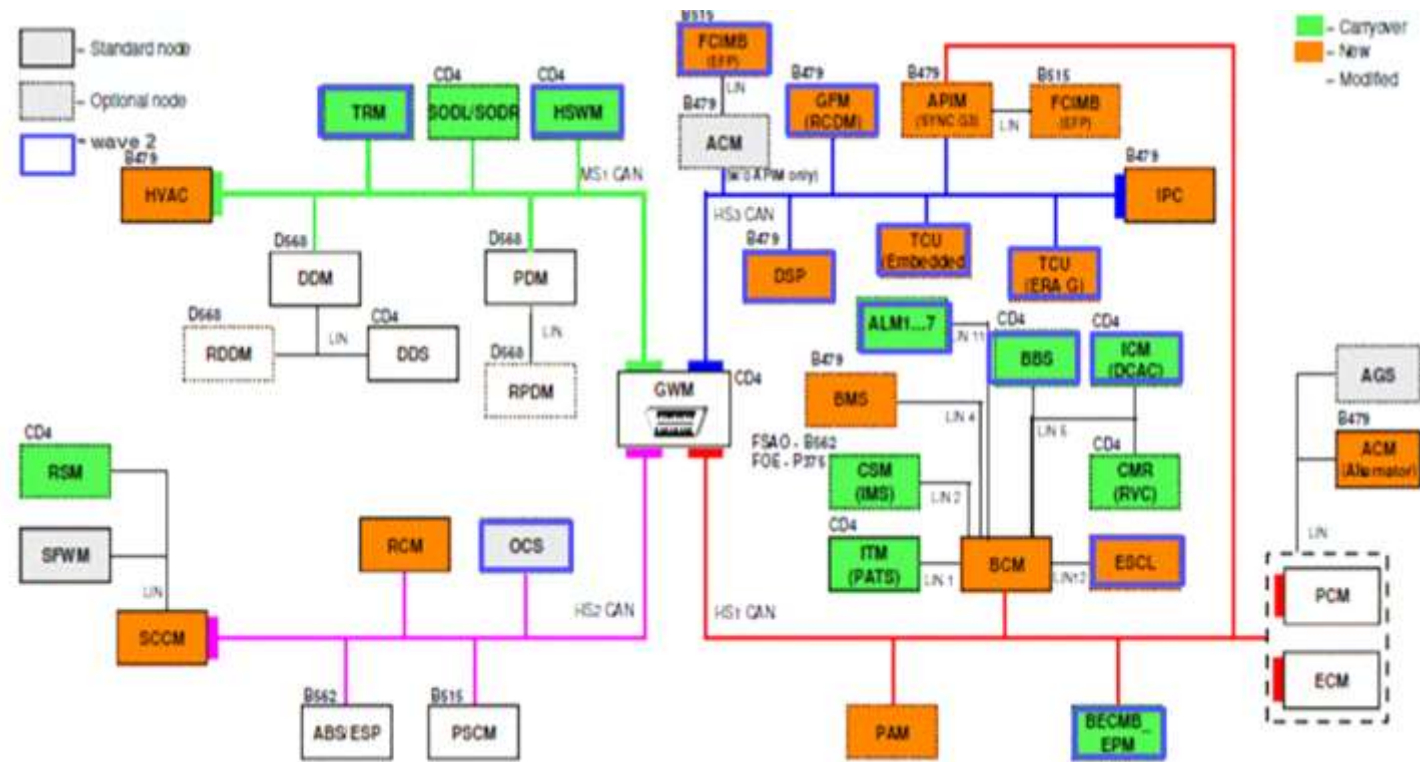


API (Aplicação de Interface de Programação) permite que a pós-venda independente (IAM) de oficinas reprogramar a ECU.  
 SAE J2534-1 define uma interface de rede de veículo padrão para reprogramar módulos de controle relacionados a emissões.  
 SAE J2534-2 define recursos para a reprogramação de ECUs não relacionadas a emissões.



# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

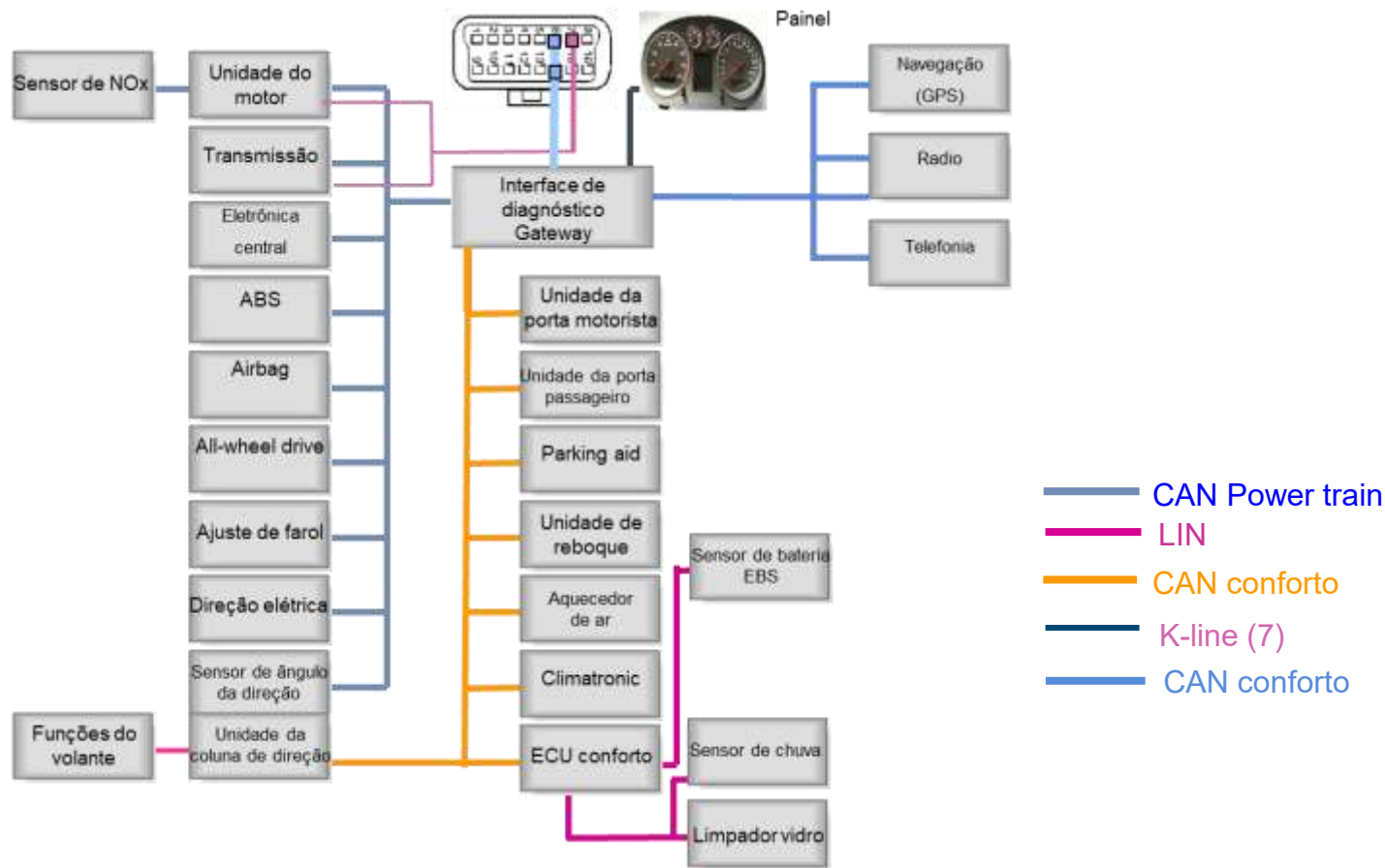
## Exemplo 1 de uma estrutura multiplexada



Módulo	Descrição	
ABS-ESC	Módulo	Descrição
ACM	HVAC	Controle do clima
AHU	ICM	Inversor
ALM	ITM	Imobilizador
APIM G3	OCS	Sensor de ocupante
BMS	PCM	Módulo do motor
BCM	PDM	Módulo da porta pass.
CMR	PSCM	Módulo da direção
DDM	RDDM	Módulo da porta tras.
ESCL	RPDM	Módulo da porta tras.
GWM	RSM	Sensor da chuva
HSWM	SFWM	Módulo do limpador
DDS	TCU	Modem embarcado
GFM	TRM	Módulo do trailer
SCCM		Módulo da coluna da direção

# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

## Exemplo 2 de uma estrutura multiplexada





# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

## Termologia básica do Byte e Bit

A transmissão das informações ocorre em forma de bits, sendo um bit a unidade mínima de uma informação que em sistemas digitais tem um valor compreendido de 0 e 1. Sendo assim, 1 Byte é formado por 8 bits lógicos.

Binário	Dec.	Hex.
0000	0	0
0001	1	1
0010	2	2
0011	3	3
0100	4	4
0101	5	5
0110	6	6
0111	7	7
1000	8	8
1001	9	9
1010	10	A
1011	11	B
1100	12	C
1101	13	D
1110	14	E
1111	15	F

Uma unidade de 32 bits, o número máximo é de: 4.294.967.295.

No caso de uma unidade de 64 bits, esse número é: 18.446.744.073.709.551.616 (≈18,4 trilhões).

Um controlador de 8 bits pode processar apenas variações de um tamanho máximo de 255.

1	1	1	1	1	1	1	1
128	64	32	16	8	4	2	1

= 11111111      Forma binária

= 255              Forma decimal

Converta o número 30 para a forma binária.

11110

Separar em 4 bits, acrescentar 0

0001 - 1110

Converta o número 30 para a forma hexadecimal.

1E

# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

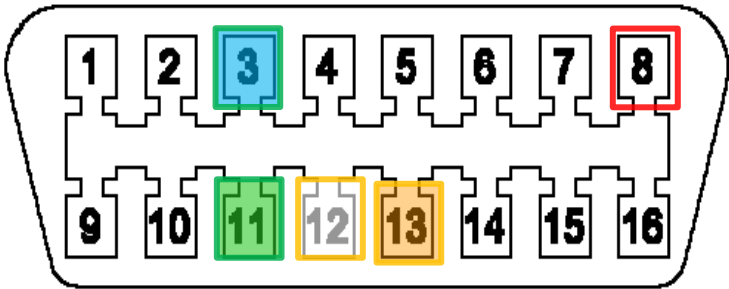
## Diagnóstico através do protocolo de internet (DoIP)

A Ethernet já está disponível para aplicações automotivas, que permite a transmissão e recepção simultânea de dados, com uma taxa de transmissão de 100 Mbits/s, essa é uma característica de transmissão usando mais de um par trançado (envio e recepção).

Aplicação:

- Diagnóstico do veículo;
- Sistemas de assistência ao motorista;
- Programação de unidades eletrônicas.

O conector de diagnóstico OBD possui a atribuição dos pares de fios da rede Ethernet. Sendo então configurado em 100 Base-Tx a utilização de 2 pares de fios trançados e um pino de identificação/ativação da linha ethernet.



Conector de diagnóstico OBD – conexão DoIP (BMW x6 F16)

Pin	Descrição	Pin	Descrição
3	Específico do Fabricante [Ethernet Rx (+)]	11	Específico do Fabricante [Ethernet Rx (-)]
4	Massa do veículo	12	Específico do Fabricante [Ethernet Tx (+)]
5	Sinal de massa (-)	13	Específico do Fabricante [Ethernet Tx (-)]
8	Específico do Fabricante [Identificação Ethernet e linha de ativação (Pull-up)]	16	Bateria (+)

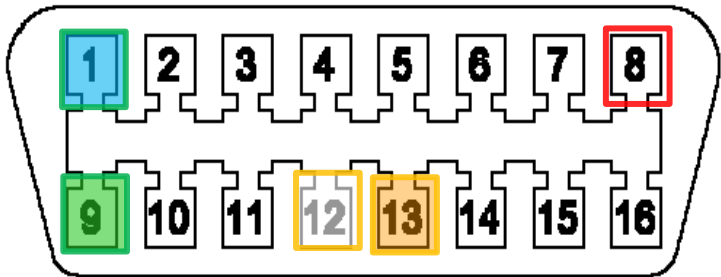
# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

## Diagnóstico através do protocolo de internet (DoIP)

Para que o equipamento de diagnóstico consiga realizar a conexão e comunicação com o veículo é necessário que o equipamento tenha o suporte de conexão sobre o protocolo de internet (DoIP), ISO 13400.

Note que, o terminal de número 8 se mantém como linha de sinalização e ativação da rede ethernet.

Os canais de recepção da informação Rx positivo e negativo são distribuídos nos pinos 1 e 9, e os canais de transmissão Tx positivo e negativo estão localizados nos pinos 12 e 13.



Conector de diagnóstico OBD – conexão DoIP (Volvo)

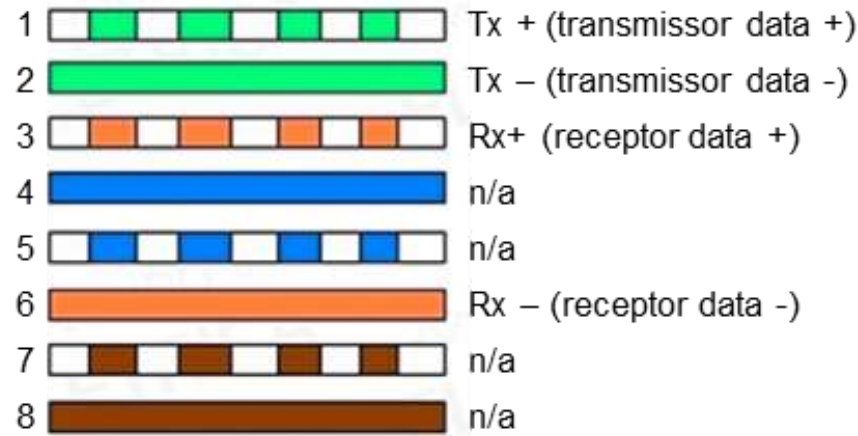
Pin	Descrição	Pin	Descrição
1	Específico do Fabricante [Ethernet Rx (+)]	9	Específico do Fabricante [Ethernet Rx (-)]
4	Massa do veículo	12	Específico do Fabricante [Ethernet Tx (+)]
5	Sinal de massa (-)	13	Específico do Fabricante [Ethernet Tx (-)]
8	Específico do Fabricante [Identificação Ethernet e linha de ativação (Pull-up)]	16	Bateria (+)

# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

## Diagnóstico através do protocolo de internet (DoIP)

Esse tipo de utilização de protocolo de comunicação favorece ao aumento da velocidade da taxa de transmissão de dados, que na linha automotiva geralmente é fixado em 12,5 MBytes/s, através de dois pares de comunicação, sendo TX (verde) para transmissão e RX (laranja) recepção de dados.

Naturalmente os cabos de rede RJ-45 possuem quatro pares (8 fios) do cabo são diferenciados por cores, um par é laranja, outro azul, verde e o último marrom. Um dos cabos de cada par tem uma cor sólida e o outro é mais claro ou listrado.



RJ-45

# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

## Diagnóstico através do protocolo de internet (DoIP)

Alguns veículos baseados nos protocolos de conexão DoIP podem ser conectados diretamente a uma estação de trabalho (computador com software específico e original) com internet padrão, usando cabos rede para uma conexão ponto a ponto (P2P) para diagnóstico e download de software.

Exemplo de componentes obrigatórios VOLVO:

- VOE (Volvo OBD para adaptador Ethernet RJ45);
- Entrada de rede para a estação de trabalho;
- Cabo Ethernet tipo CAT5, CAT5e ou CAT6;
- Estação de trabalho VIDA (Vehicle Information and Diagnostics for Aftersales).



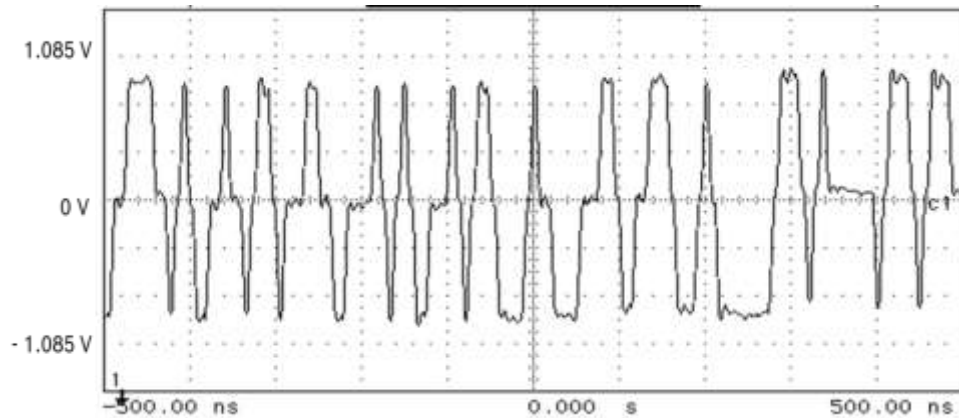
Adaptador Volvo J45 x OBD

# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

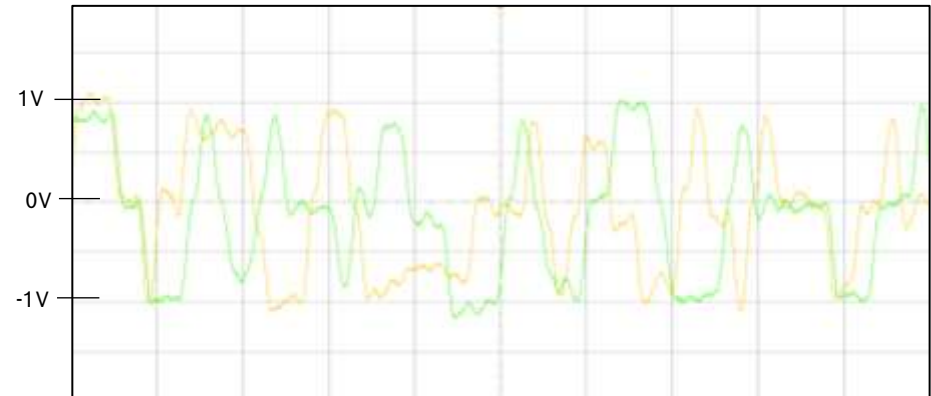
## Sinal elétrico do protocolo de comunicação Ethernet

Os níveis dos bits são definidos com base na tendência de descida e subida nas bordas dos sinais, sendo assim o sinal de positivo para negativo é bit lógico 0 (zero) e o sinal de negativo para positivo com bit lógico 1 (um).

A imagem abaixo é referente a rede Ethernet padrão com Layer físico 100 Base – Tx standard Ethernet (100 Mbps), em apenas o sinal de um dos pares (Tx + em relação ao Tx -).

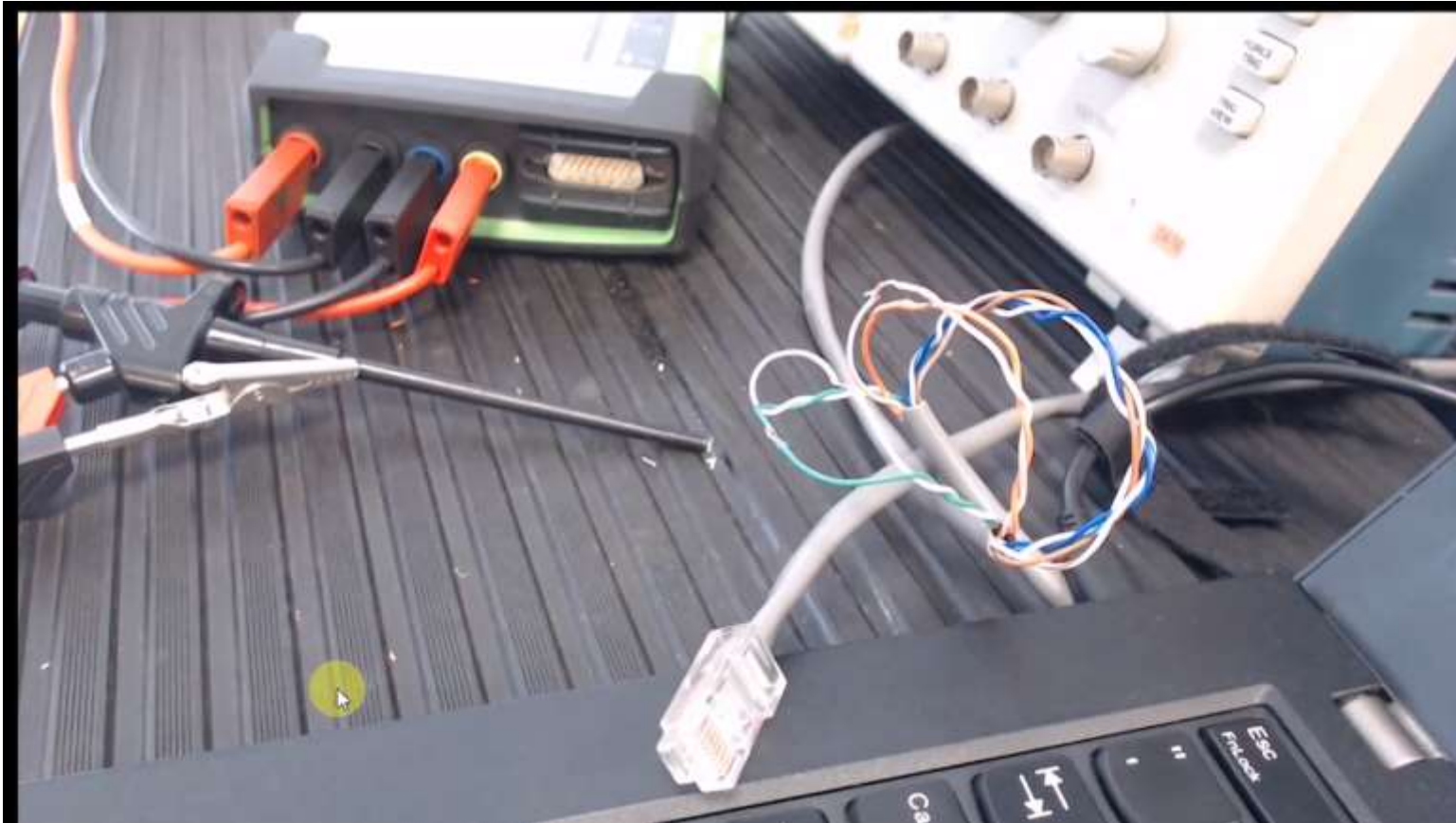


A Ethernet permite a transmissão e recepção simultânea de dados com uma taxa de transmissão de 100 Mbits/s. Uma característica é a transmissão usando mais de um par trançado.



# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

## Vídeo de análise do sinal de comunicação Ethernet



# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

## Classificação SAE dos barramentos (Bus)

Na tecnologia automobilística, os sistemas de *Bus* (barramento) são classificados de acordo com as chamadas Classes SAE:

**Classe A:** Sistemas de barramento para aplicações simples com taxas de dados mais baixas de até 10 kbit/s.

**Classe B:** Sistemas de barramento para aplicações com taxas de dados de 10 kbit/s a 125 kbit/s.

**Classe C:** Sistemas de barramento para aplicações em caso de funções críticas em tempo real com taxas de dados de 125 kbit/s a 1 Mbit/s.

**Classe D:** Sistemas de barramento para a transmissão de dados de longos blocos de dados com maior largura de banda de transmissão. Este tipo de requisitos existe principalmente para aplicações na área de informação e entretenimento.

**Bus para sensores e atuadores:** Em áreas onde o LIN não é rápido o suficiente e a rede CAN é considerado inviável, estão envolvidas definições de novos sistemas de barramento (Bus) para interconectar sensores e atuadores com unidades de controle dentro da padronização da SAE ou ISO.

**SENT:** Single Edge Nibble Transmission acc. to SAE J2716, muito utilizado em atuadores e sensores de carga/torque.

**PSI 5:** Peripheral Sensor Interface 5 – utilizado em sensores do sistema de segurança, sensores de aceleração/impacto do Airbag.



# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

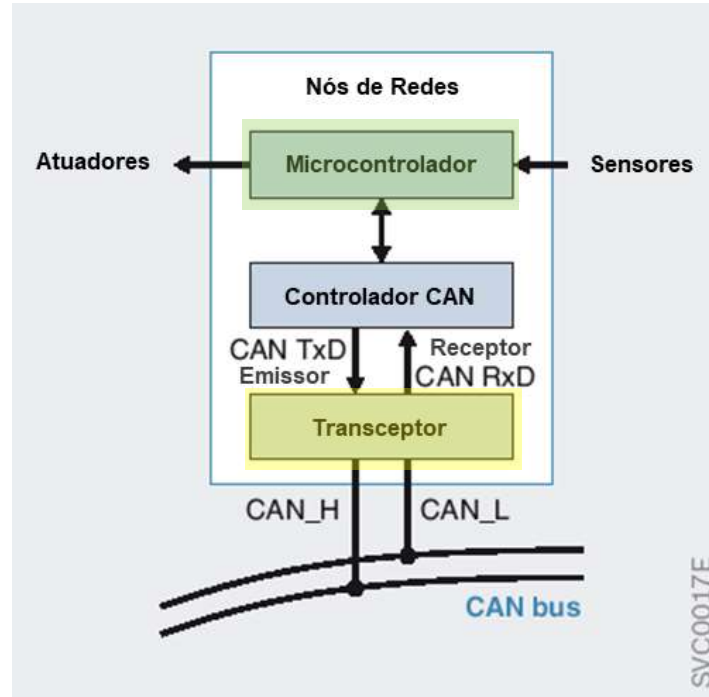
## Controlador da rede CAN

### O microcontrolador:

Processamento de dados;  
Informações dos sensores;  
Correções em atuadores.

### O transceptor:

Transmissor e receptor de dados;  
Converte os dados em sinais elétricos;  
Converte sinais elétricos em dados.



### Nós (node):

Unidades conectadas ao barramento.

### O controlador:

Controle de dados a enviar e a receber;  
Define a prioridade e realiza a conversão.

### CAN bus:

Canais de transmissão;  
Fios do barramento de par trançado.

# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

## Protocolo de comunicação de rede CAN de baixa e alta velocidade

O protocolo de comunicação CAN é dividido em dois sistemas, o protocolo CAN de alta velocidade (HS-High Speed) e o protocolo CAN de baixa velocidade (LS-Low Speed).

- ISO 11898-1 Representação de sinal físico para todas as aplicações CAN.
- ISO 11898-2 "High-Speed-CAN", Acoplamento de barramento de até 1 MBit/s.
- ISO 11898-3 "Low-Speed-CAN", Acoplamento de barramento de até 125 kBit/s.
- ISO 11898-4 "CAN disparado por tempo", protocolo CAN (TTP/C).

		Low Speed CAN (LS) – Baixa Velocidade	High Speed CAN (HS) – Alta Velocidade
Taxa de Bits		≤ 125 kbit/s ex. Classe B	Até 1 MBit/s ex. Classe C
CAN-H	Recessivo (1)	~0 (V)	~2.5 (V)
	Dominante (0)	~3.6 (V)	~3.5 (V)
CAN-L	Recessivo (1)	~5 (V)	~2.5 (V)
	Dominante (0)	~1.4 (V)	~1.5 (V)
Diferença de tensão no centro (cubo) do sinal		~2.2 (V)	~2 (V)
Padrão do sinal			

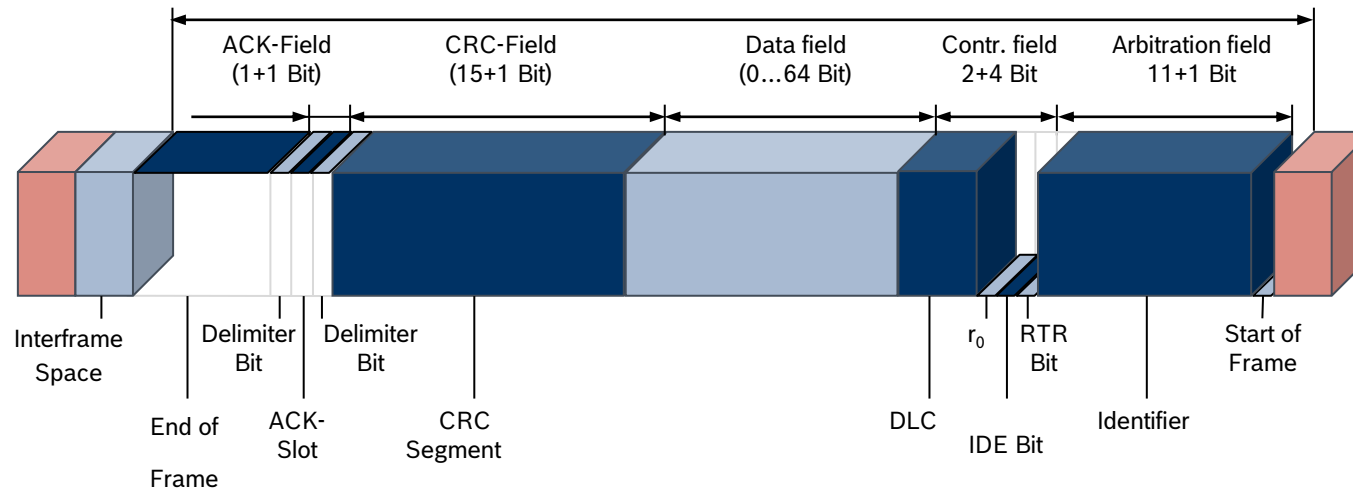
# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

## Formato da mensagem da rede CAN ISO 11898

**Arbitragem** (prioridade): o identificador de 11 bits e o **RTR Bit** de Solicitação de Remote ou Data Frame.

**DLC**= Código do comprimento dos dados (nº bytes de dados contidos)

**IDE Bit** = Identificação de extensão, 13º Bit do Campo de Arbitragem recessivo para ISO 11898-4. Para CAN Padrão será sempre um bit dominante.



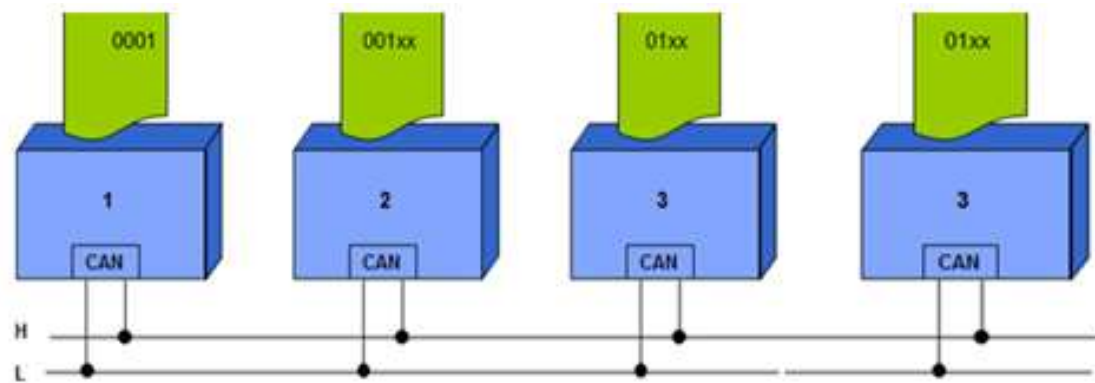
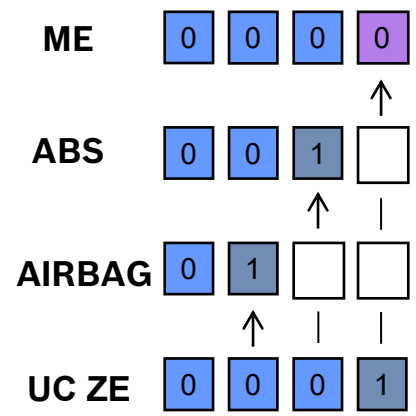
**Dados:** Dispõe de um conteúdo de informação (≈18,4 trilhões de variações).

**CRC:** Checagem de redundância cíclico (função polinomial).

**ACK:** Notificação do receptor para o emissor, protocolo recebido (bit dominante).

# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

## Campo de arbitragem da rede CAN



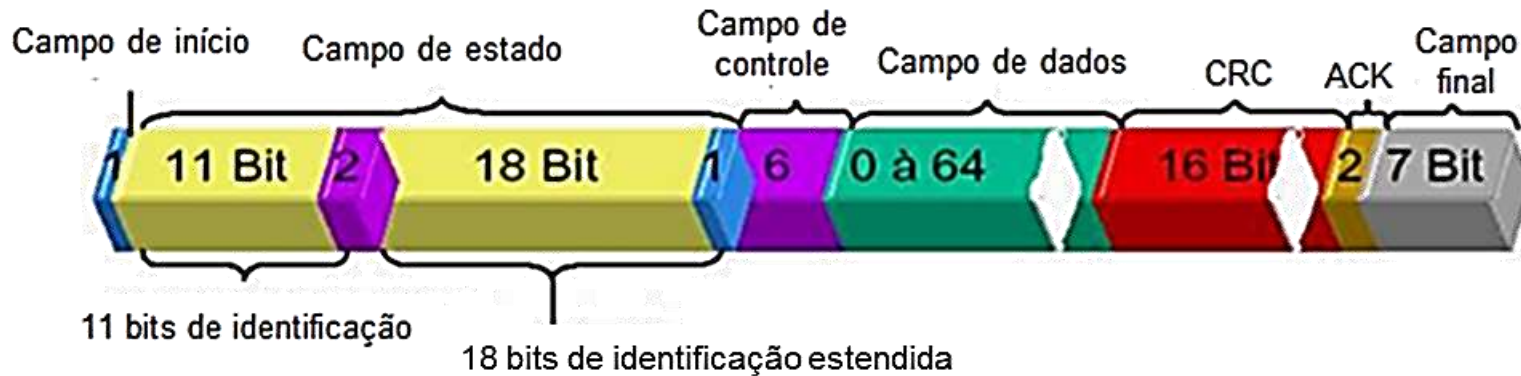
- ME tem prioridade para enviar informações.
- ABS/ASR perdeu com o 3º bit e tornou receptor.
- AIR BAG perdeu com o 2º bit e virou receptor.
- ME, UC ZE e ABS/ASR se mantém como transmissores.

- 1 = ME
- 2 = ABS/ASR
- 3 = AirBag
- 4 = UC ZE
- 1 Baixa-prioridade
- 0 Alta-prioridade

# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

## Formato da mensagem da rede CAN estendida

Após o identificador, no campo de controle 1 bit **RTR** determinará se é uma mensagem de solicitação (petição) ou apenas uma transmissão remota. O próximo bit **IDE** identifica a extensão do campo de estado (identificador adicional de 29 bits).

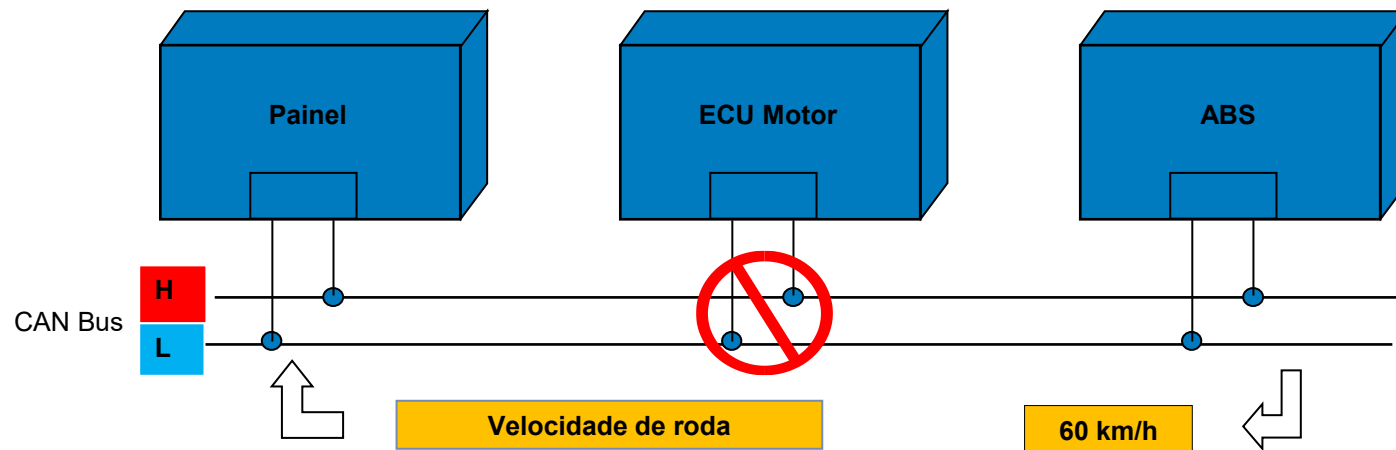


- Formato standard : 11 bits de identificação , especificado como CAN 2.0 A (2048 msg).
- Formato estendido: 29 bits identificação , especificado como CAN 2.0 B (5,5 milhões de msg).

# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

## Endereçamento e identificador da rede CAN

- As mensagens podem ser recebidas por todos, como uma transmissão de dados.
- As mensagens não indica um endereço de um destinatário, mas indicam um endereço do conteúdo da mensagem.
- Cada receptor faz uma destinação em sua “caixa postal” através de configuração individual quanto aos conteúdos relevantes (filtro de aceitação).
- Dados importantes são automaticamente armazenados na caixa do receptor e o resto do fluxo de dados é ignorado.

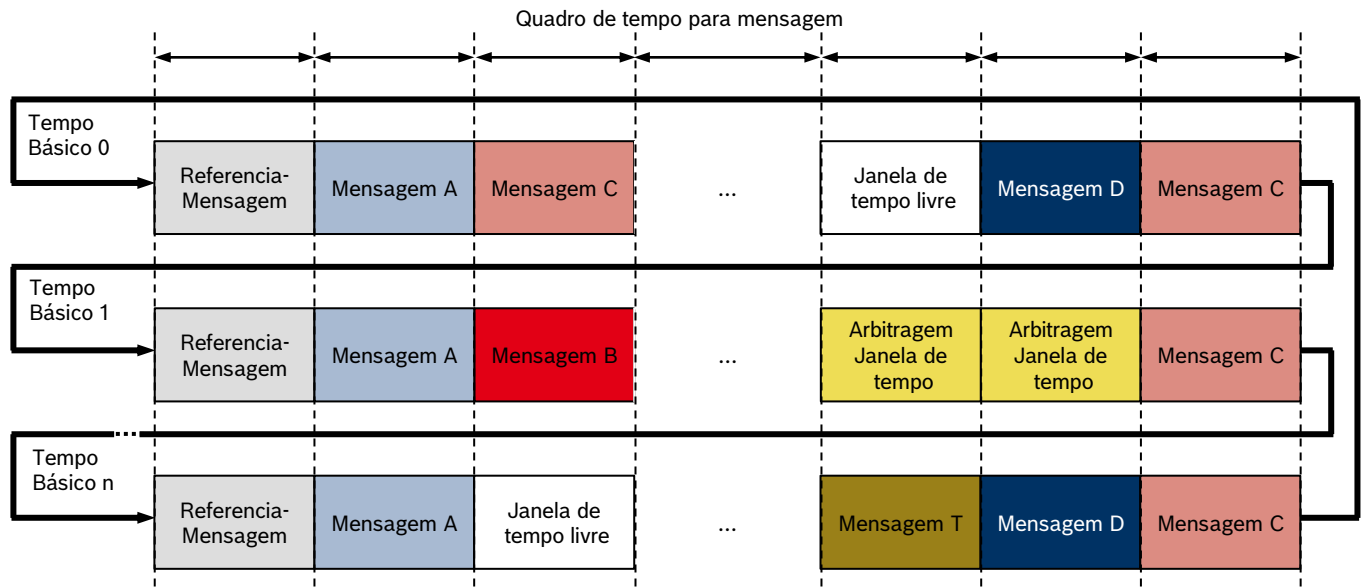


# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

## Time Triggered CAN Protocol (TTP/C)

O protocolo disparado por tempo (time-triggered protocol) para o CAN-Data bus C é um protocolo controlado por tempo no qual os participantes da rede transmitem dados em intervalos de tempo pré-determinados.

Nas janelas de tempo de arbitragem, várias ECUs podem enviar suas mensagens disputando o nível de prioridade conforme ISO 11898 padrão e estão previstas janelas de tempo livre para extensões posteriores.



# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

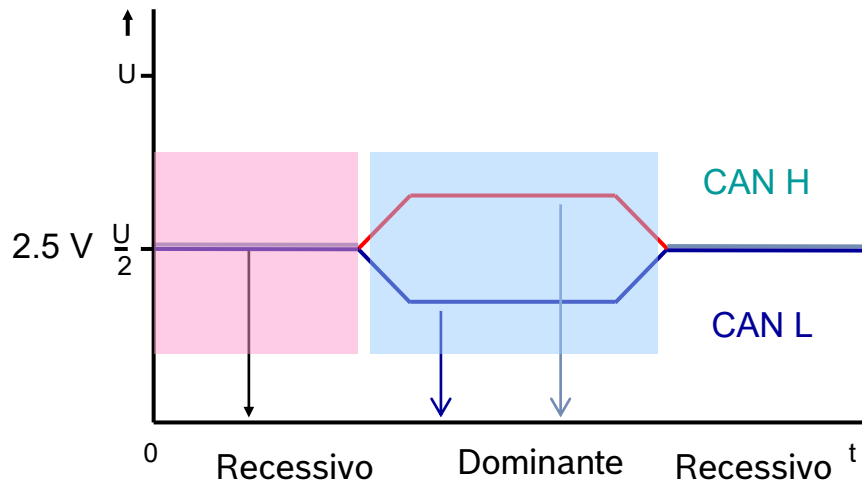
## Nível de tensão elétrica da rede CAN de alta velocidade (HS)

### BUS de alta velocidade

- Taxa de transferência de dados: 125 kBit/s - 1 Mbit/s.
- Máximo de comprimento: 40 Metros for 1 Mbit/s.
- Cabo duplo entrelaçado.



Par trançado  
(CAN H e CAN L)



### Nível da BUS

Bit dominante:	1.5 V e 3,5 V
Bit recessivo:	2.5 V

### A vantagem da BUS de Alta velocidade

- CSMA/CD (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection*)
- Princípio multi mestre.
- Tempos de transmissão curtos "tempo real".

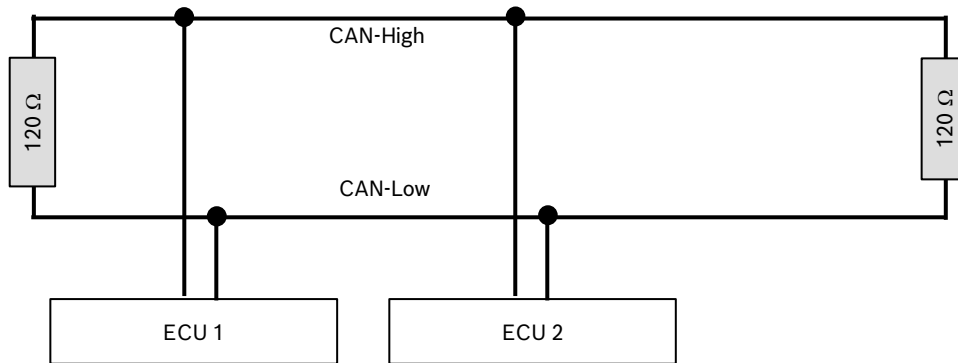


# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

## Terminadores passivos

De acordo com os padrões ISO a CAN bus requer dois resistores de terminação conectados em paralelo (terminação standard), cada um com um valor de  $120\Omega$  para uma resistência de barramento nominal de  $60\Omega$ .

Os resistores de terminação usados nas extremidades da rede devem corresponder à impedância característica dos pares de fios para ajudar a evitar reflexões de sinal. O CAN bus utiliza uma impedância nominal de  $120\Omega$ , e é por isso que se usa teoricamente um resistor de  $120\Omega$  em cada extremidade.



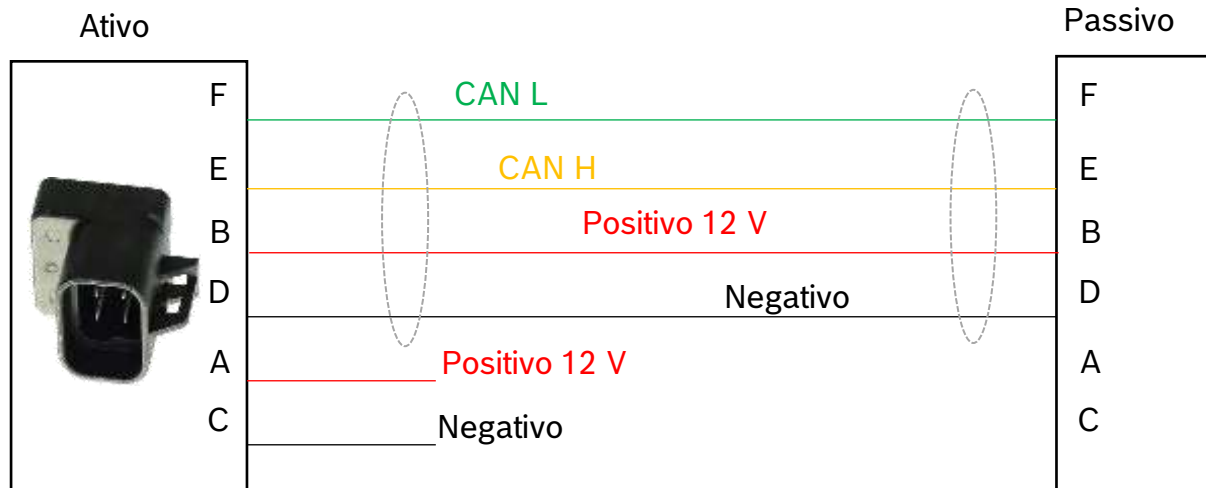
Os resistores de terminação usados nas extremidades da rede devem corresponder à impedância característica dos pares de fios para ajudar a evitar reflexões de sinal.

Os resistores da rede atuam como um pull-up/pull-down passivo no barramento (terminação split).

# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

## Terminadores ativos

A terminação ativa é uma solução que através de hardware os terminadores são capazes de regular o barramento, utilizando um *chip* de regulação de tensão altamente preciso. Este trabalha em conjunto com os resistores passivos no sistema para manter a impedância de rede.



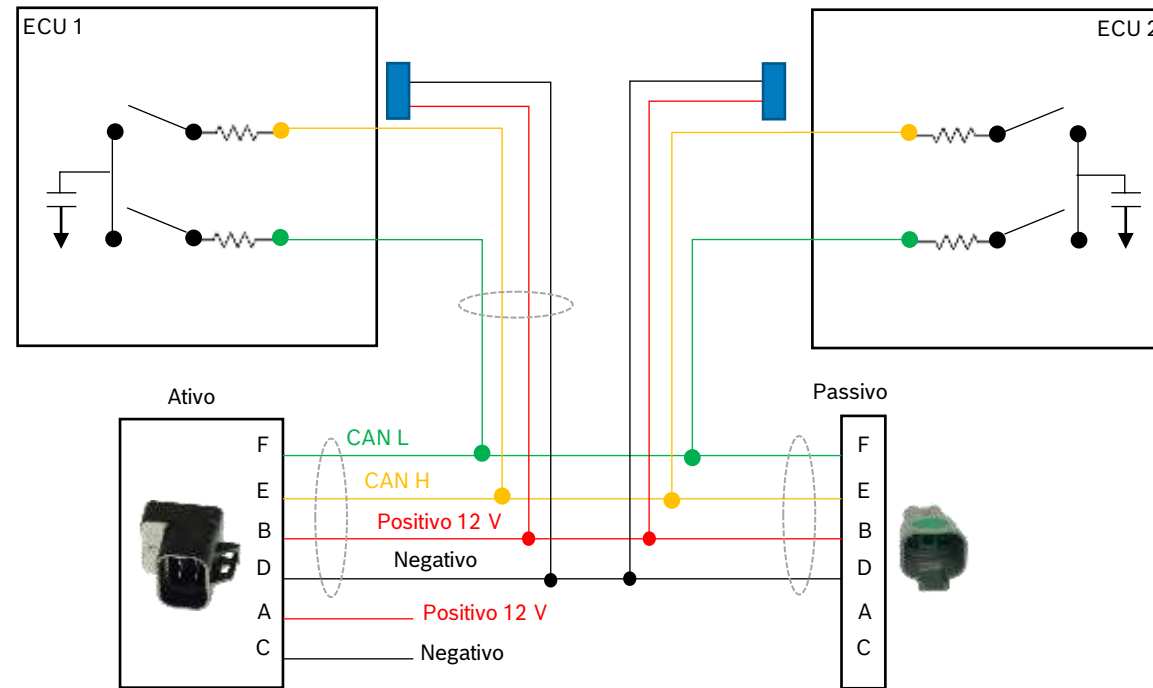
Exemplo: Colheitadeira CH570 e CH670

- 2 cabos de alimentação do controlador da tensão.
- 2 cabos são trançados (positivo e negativo) junto com os outros 2 cabos da rede (CAN H e L).
- Os dois cabos positivo e negativo são trançados junto ao barramento CAN e não entram nos módulos do sistema.

# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

## Terminadores ativos/programáveis

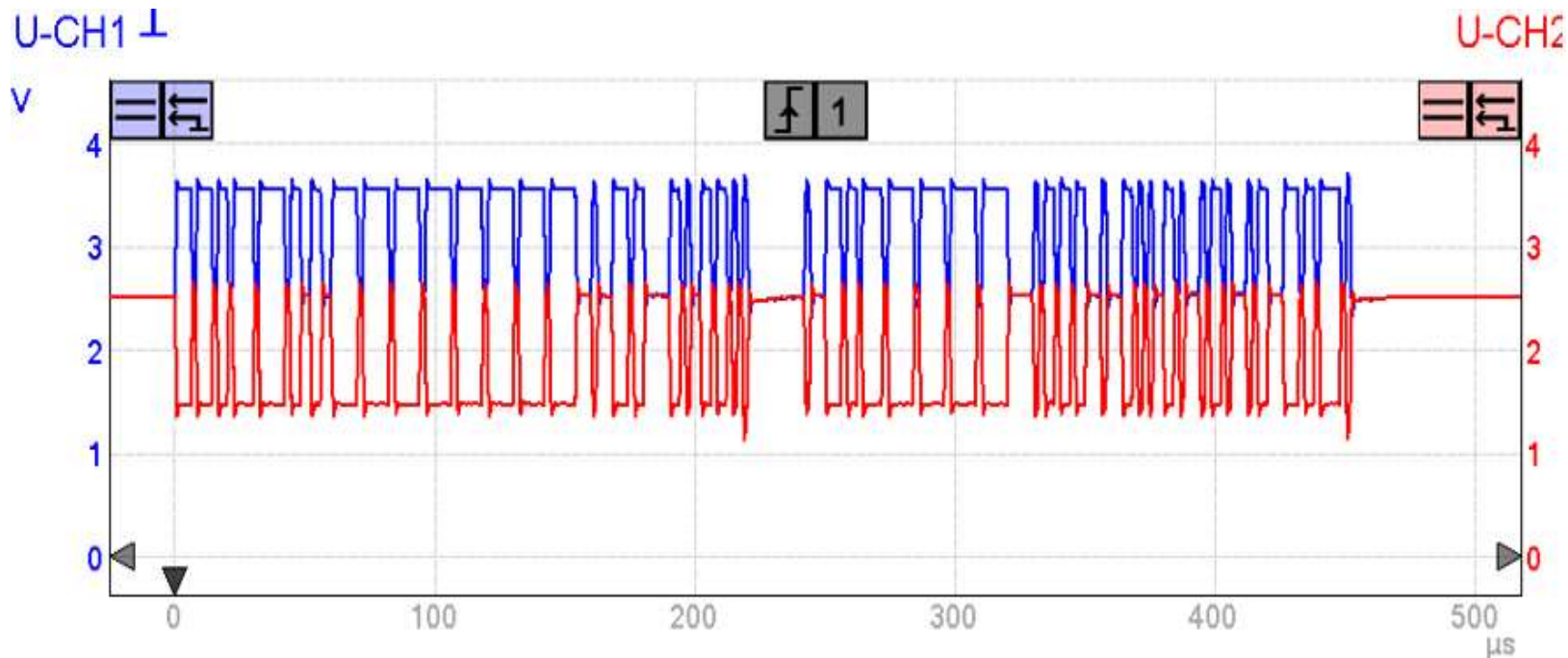
O terminador programável utiliza um resistor de  $120\Omega$  contido em cada um dos vários módulos e, que pode ser ligado/desligado por meio de comandos de software/parâmetros operacionais, conforme a necessidade de minimizar a reflexão do sinal e aumentar a eficiência do barramento.



# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

## Ajuste do sinal da rede CAN HS

Os valores de tensão para o sinal high e low geralmente estão entre 3,5 V e 1,5 V respectivamente. Porém, em algumas aplicações esses valores poderão ser maior, por exemplo 3,6 .. 3,7 V e 1,3 .. 1,4 V.



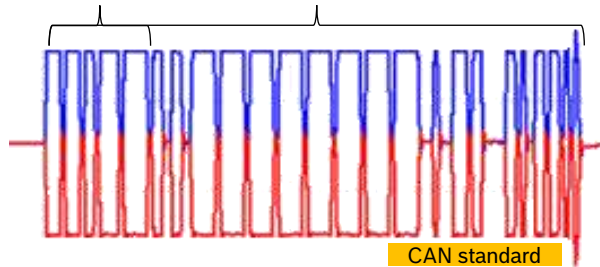
# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

## Rede CAN FD (Flexible Data)

A CAN FD tem os Dados Flexíveis (FD) e pode alternar dinamicamente as taxas de dados e os tamanhos de mensagem, variando de 0, 8, 12, 16, 20, 24, 32, 48, 64 bytes por quadro em 2, 5 e 8 Mbps de taxas de dados.

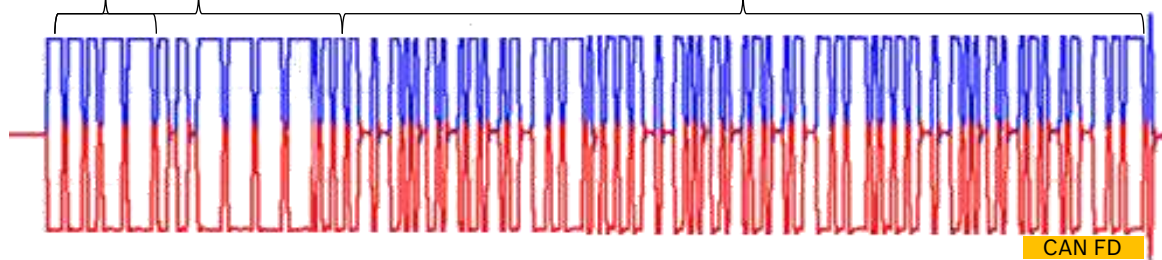
Um unidade pode então seleccionar e alternar dinamicamente para uma taxa de dados mais rápida ou mais lenta, conforme necessário, e de enviar mais dados no mesmo quadro/mensagem em tempo menor.

Arbitragem (11 bits) + Campo de controle    Payload 8 Bytes + CRC (125 Kbps à 1 Mbps)



CAN standard

Arbitragem (11 – 29 bits) + Campo de controle    Payload 64 Bytes + CRC (2 à 8 Mbps)



CAN FD

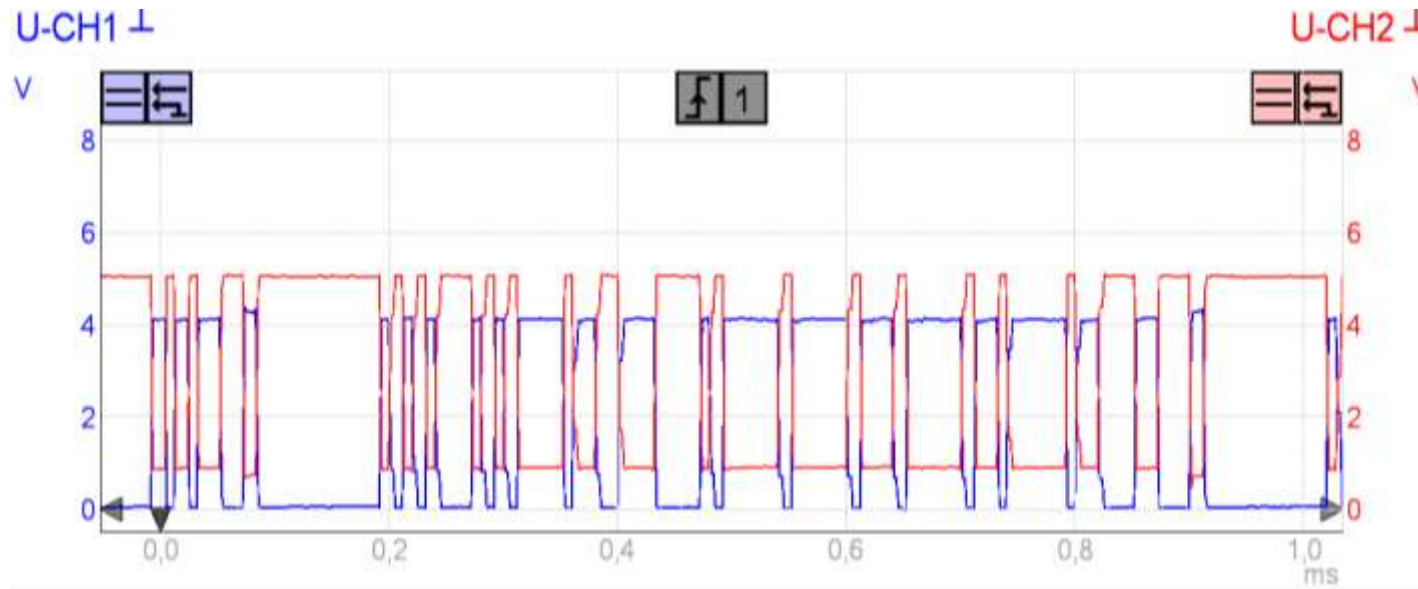
Na CAN FD, é possível usar o identificador de 11 bits (formato standard) ou o identificador de 29 bits (formato estendido da CAN) e o tamanho da carga útil da mensagem foi aumentado para 64 bytes de dados para cada quadro de mensagem, em comparação com apenas 8 bytes no quadro de mensagem (payload) da rede CAN clássica.

# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

## Rede CAN de baixa Velocidade (LS)

A rede CAN LS não possui os elementos finais em suas terminações, devido a sua baixa velocidade de taxa de transmissão de até 125 Kbps.

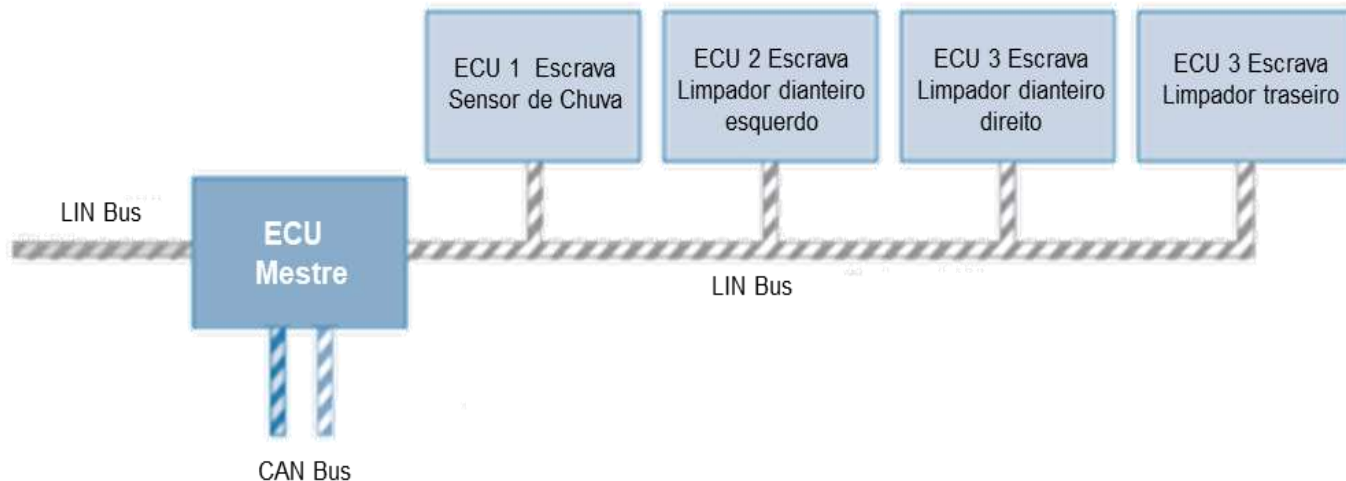
A CAN LS “Low” tem valores próximo a 5V no início do sinal (recessivo) e o impulso do bit dominante chega a aproximadamente 1,4V (ou 0V), na linha CAN LS “High” inicia-se com aproximadamente 0V (recessivo) e o impulso se aproxima à 4,2V (ou 5V).



# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

## Rede de comunicação LIN

A LIN é outro sistema de ligação entre várias unidades, sensores e atuadores. A sigla é a abreviatura de “Local Interconnect Network” (Interligação de Rede Local), o que significa que as unidades presentes nesta rede encontram-se numa zona limitada com a velocidade de transmissão entre 1kbit/s e 20kbit/s (geralmente 2.4 Kbps, 9.6 Kbps ou 19.2 Kbps).

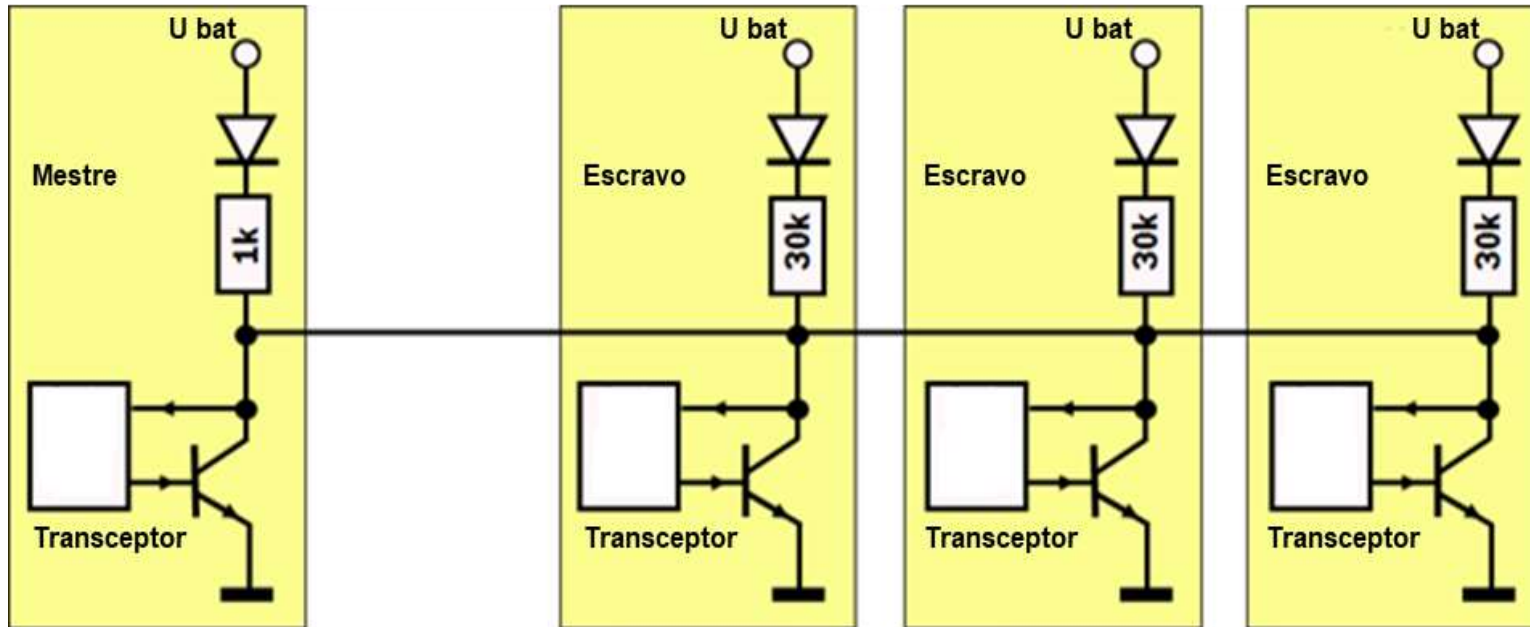


A configuração é mestre – escravo (Master-Slave), com uma unidade mestre e até 16 escravos, o diagnóstico das unidades escravos realiza-se através da unidade de controle mestre, a qual neste caso passa a realizar a função de tradutor.

# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

## Rede de comunicação LIN

A LIN Bus opera com dados em mono canal (bidirecional). A tensão da LIN deve ser próxima a tensão da bateria no bit recessivo, isso devido aos resistores “Pull-Up” (ex.; Mestre 1K $\Omega$ ) e próximo a 0V no bit dominante (Ex.; ECU escravas 30K $\Omega$ ).





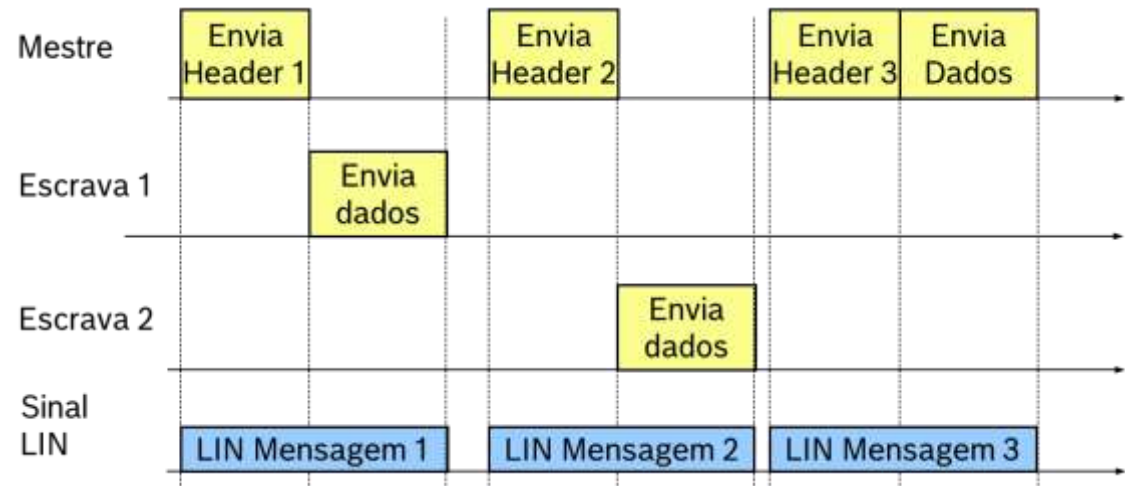
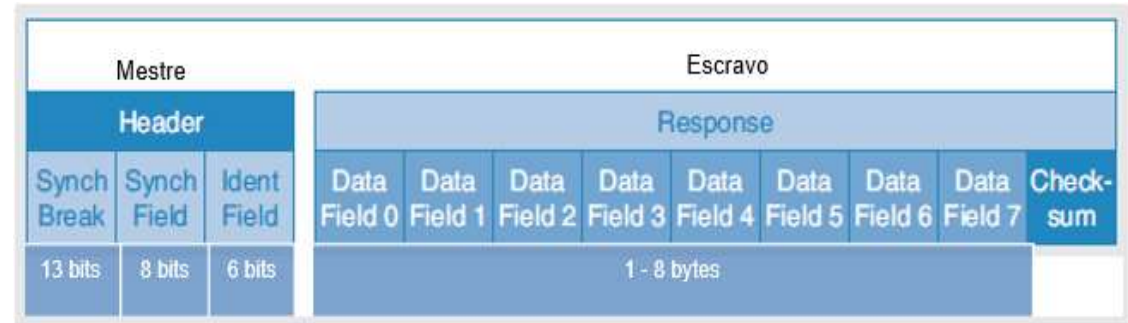
# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

## Estrutura do Quadro de Dados (Data Frame) da Rede LIN

Sincronização (“Synch-Break”), que consiste em 13 bits consecutivamente seguido de níveis dominantes e um nível recessivo.

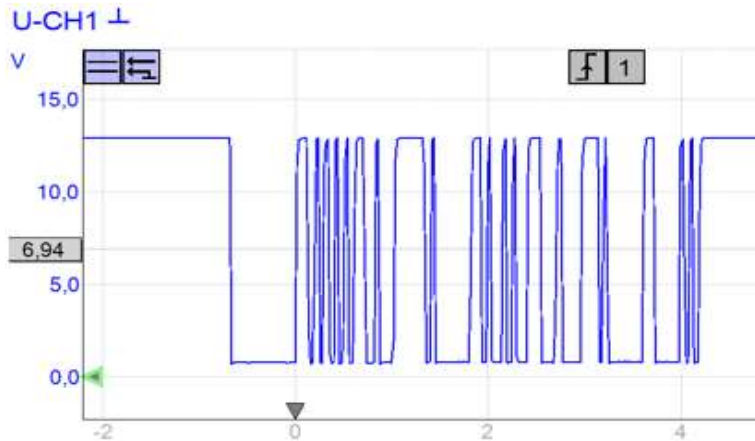
O campo de sincronização (“SynchField”) consiste na sequência de 8 bits (escravos se adaptam à base de tempo do mestre).

O Identificador fornece as informações sobre o conteúdo de uma mensagem (por exemplo, RPM do Motor). Com base nessas informações, todos os nós conectados a esse barramento decidem se a mensagem deve ser recebida, processada ou ignorada.



# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

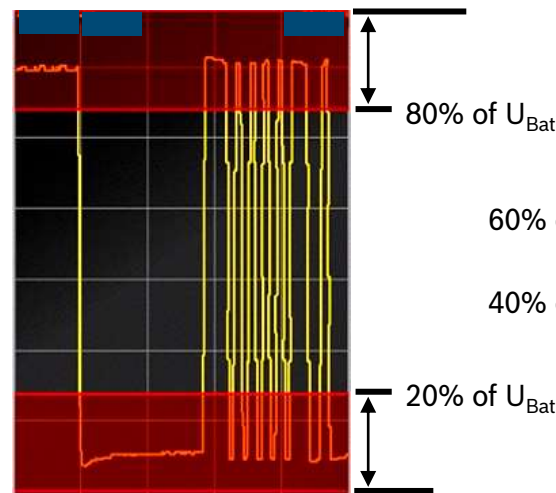
## Análise do sinal de comunicação LIN



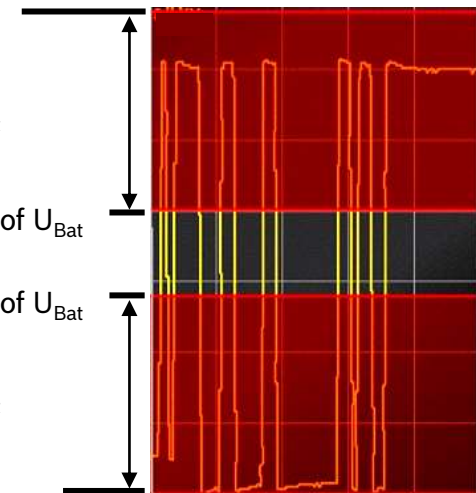
Caso uma unidade escrava esteja avariada o sinal de linha continuará “vivo”, porém mais curta (apenas o cabeçalho do mestre). As outras unidades da linha irão manter a operacionalidade e, em falhas devido a curto de linha ou falha da unidade mestre todo o barramento ficará inoperante.

A tensão do emissor deve estar no mínimo em 80% da tensão da bateria em bit recessivo e a tensão no bit dominante deve estar no máximo 20% da tensão da bateria. A tensão do receptor deve estar no mínimo em 60% da tensão da bateria em bit recessivo e a tensão no bit dominante deve estar no máximo 40% da tensão da bateria.

... Enviando um sinal



... Recebendo um sinal



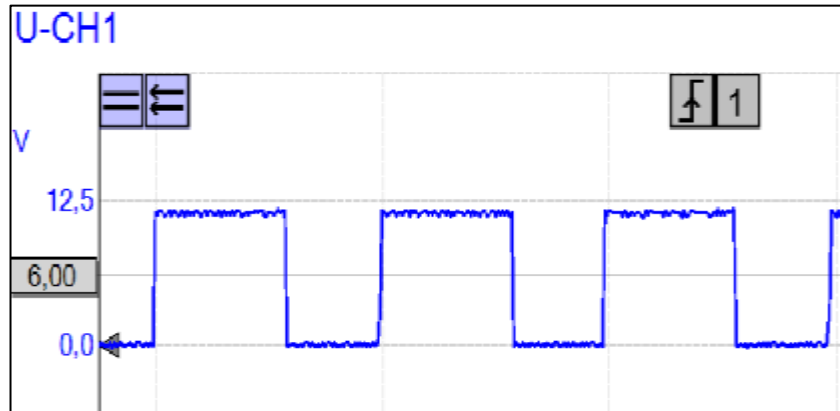
# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

## Protocolo de comunicação SAE J1850

O protocolo SAE J1850 pode ser implementado por dois métodos:

- Primeiro, por largura de pulso Modulação (PWM) com taxa de sinal de 41,6 kbps;
- Segundo, por largura de pulso variável (VPW) com taxa de sinal de 10,4 kbps.

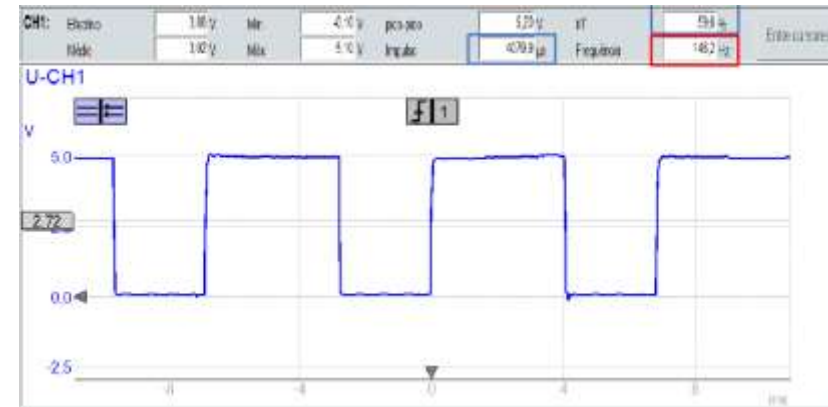
Esse tipo de protocolo SAEJ 1850 pode ser usado compartilhamento de dados e diagnóstico em veículos.



### PWM (Pulse Width Modulation)

Modulação por Largura de Pulso

- Tempo do impulso variável (us, ms e s).
- Tempo do ciclo constante (Hz fixa).



### VPW (Variable Pulse Width)

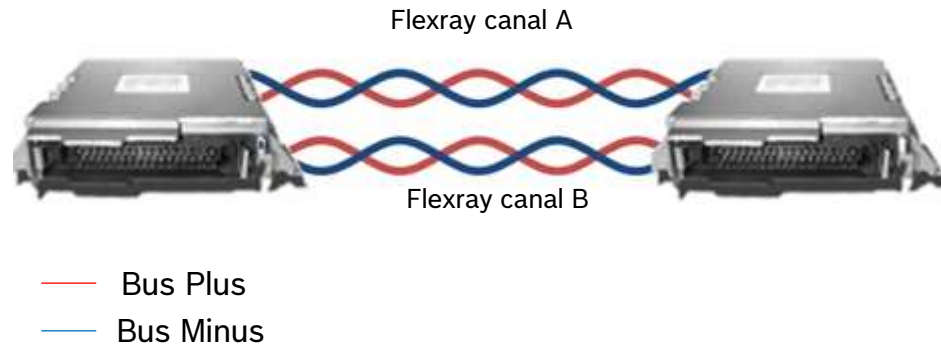
Largura de Pulso Variável

- Tempo do impulso variável (us, ms e s).
- Tempo do ciclo variável (Hz dinâmico).

# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

## Comunicação por protocolo FlexRay

A transmissão em modo de canal duplo é realizada através da utilização de um par trançado, com e sem malha de proteção. Sendo assim cada barramento é composto por dois fios, os quais são designados de “Bus-Plus” (BP) e “Bus-Minus (BM).



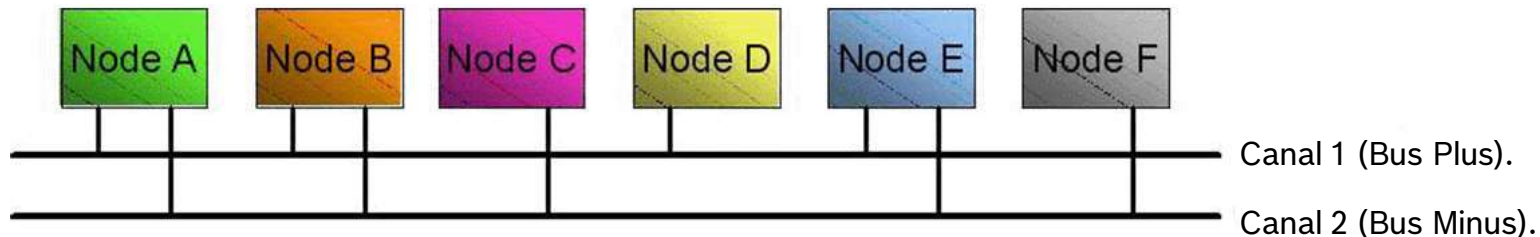
- Resistências de 80-110 ohms.
- Comprimento máximo entre unidades de 24 m.
- O sinal oscila entre valores de tensão de 1.5 V a 3.5 V.
- Oscilando cerca de 1V.
- Tensão de 2.5V, a bus está em repouso.
- O sistema pode apresentar uma tensão de 0V para poupar energia.
- Sincronização de relógio com tolerância a erros.
- Acesso ao barramento sem colisões.
- Período de latência garantido.
- Suporta topologia estrela e linear.

# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

## Comunicação por protocolo FlexRay

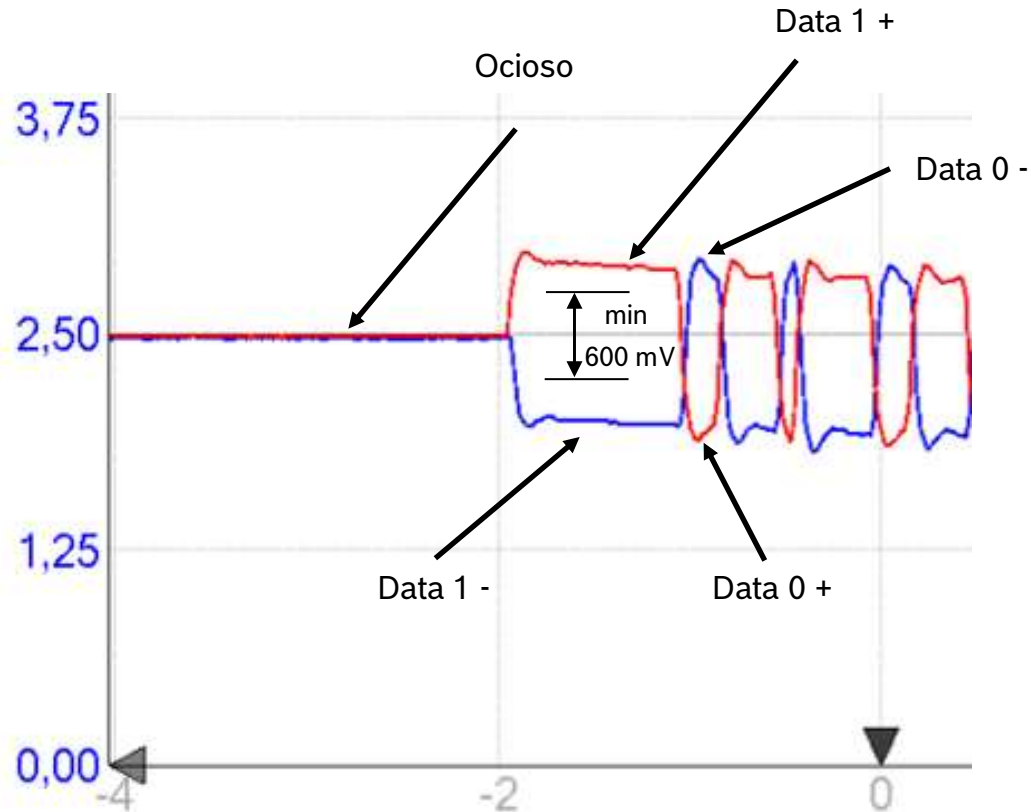
Em um sistema com barramento de um (1) par de fios, ou seja, de dois canais (Plus e Minus), as ECUs podem estar interconectadas ao canal 1 ou ao canal 2 (single) ou a ambos os canais (double). É possível que diferentes topologias possam ser aplicadas a ambos os canais e no mesmo barramento (Bus).

Os fios são dispostos em par trançado e com um comprimento máximo de até 24 metros entre as unidades, este valor diminui com o aumento de unidades no barramento.



# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

## Sinal do protocolo de comunicação FlexRay



A identificação do “status” da Bus ocorre através da medição da tensão diferencial entre data 1+ e data 1 – ( entre Plus e Minus) e normalmente é de 1V.

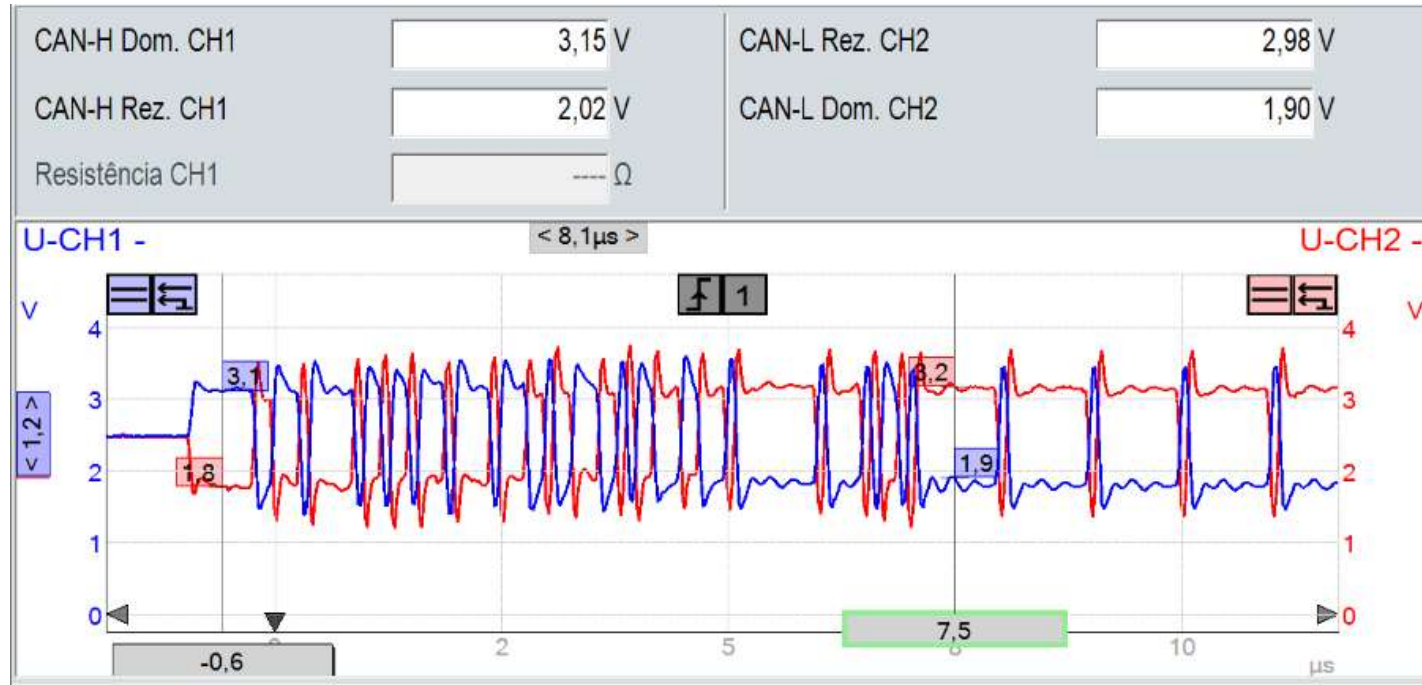
Na rede FlexRay existem 3 tipos de estado lógico:

1. Ocioso: A tensão na Bus Plus e Minus é de aproximadamente 2,5V.
2. Dominante (Data 1): A tensão na Bus Plus é aprox. 3,1V e Minus de aprox. 1,8 V (marcado pelo primeiro impulso elétrico do sinal).
3. Recessivo (Data 0): A tensão na Bus Plus é aprox. 1,8V e Minus de aprox. 3,1 V. Note que a inversão da tensão entre Bus Plus e Minus é bit recessivo.

# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

## Sinal do protocolo de comunicação FlexRay

Abaixo, uma imagem com o sinal da rede Flexray, note que a comunicação se inicia com a tensão em 2,5 Volts e logo depois há uma diferença de potencial de 1 V a 1,3 V.



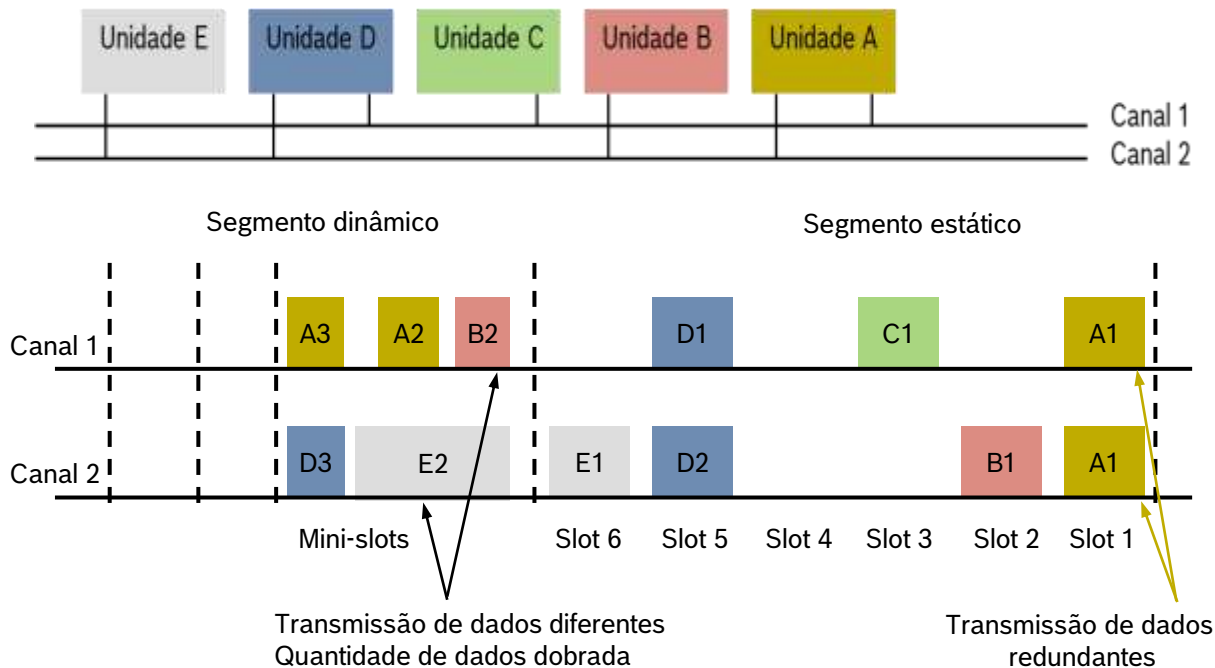
**Observação:** A diferença de tensão mínima desejável é de 600 mV (entre Plus e Minus).



# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

## Time Division Multiple Access - FlexRay

**Acesso Múltiplo por Divisão de Tempo".** O TDMA é um sistema digital que trabalha dividindo um canal em até oito intervalos. Cada unidade ocupa um espaço de tempo específico na transmissão, o que impede problemas de interferência.

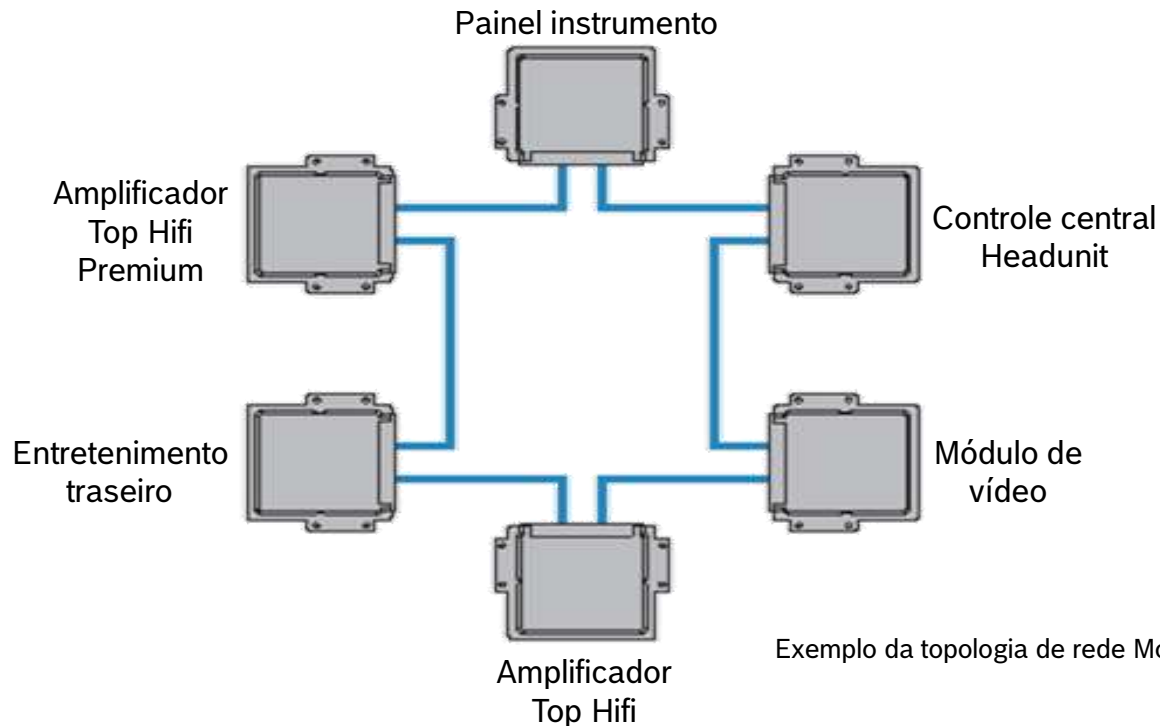




# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

## Protocolo de Comunicação Most Bus

A comunicação por rede de fibra óptica ocorre a uma taxa de transmissão de 24.8 Mbps (Most 25), 50 Mbps (Most 50) ou 150 Mbps (Most 150). Aplicações típicas da rede MOST, são as interligações de aplicação de vídeo, sistemas de navegação GPS, subwoofer, multimídia, telefone, rádio, CD player e etc.



Exemplo da topologia de rede Most BMW X6 F16

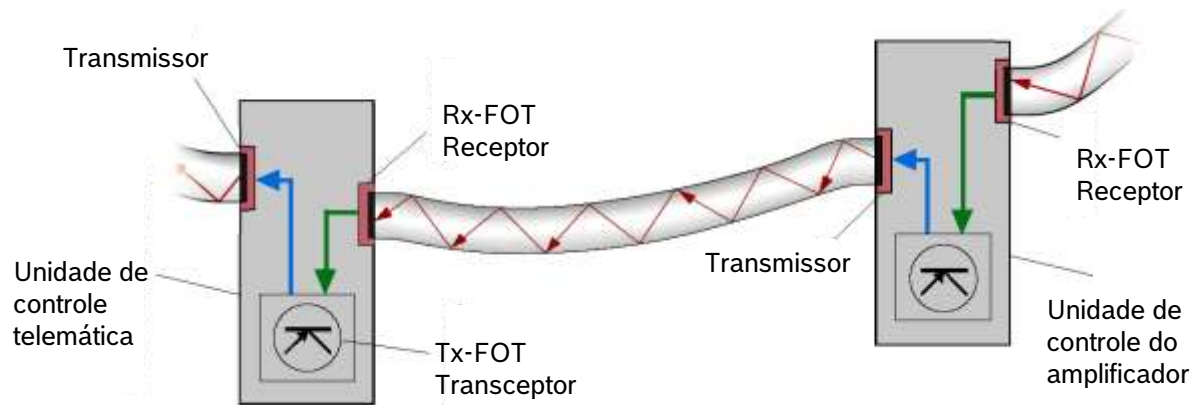
# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

## Análise da rede de fibra óptica plástica

A MOST-Bus foi originalmente definido para a transmissão óptica usando fibras óticas de polímeros (Plastic Optical Fiber, POF).

A estrutura é organizada em forma de anel, na qual cada dispositivo é vinculado ao seu predecessor, bem como sucessor.

O sinal óptico usado tem um comprimento de onda de 650 nanômetro (na faixa de comprimento de onda vermelha), designado no lado do remetente como Tx-FOT (FOT = Transceptor de Fibra Óptica), é gerado por um LED. No lado do receptor, Rx-FOT, o sinal óptico é reconvertido em um sinal elétrico usando um foto diodo PIN



BMW61136906535



Jaguar JLR-418-673 MOST REPAIR KIT



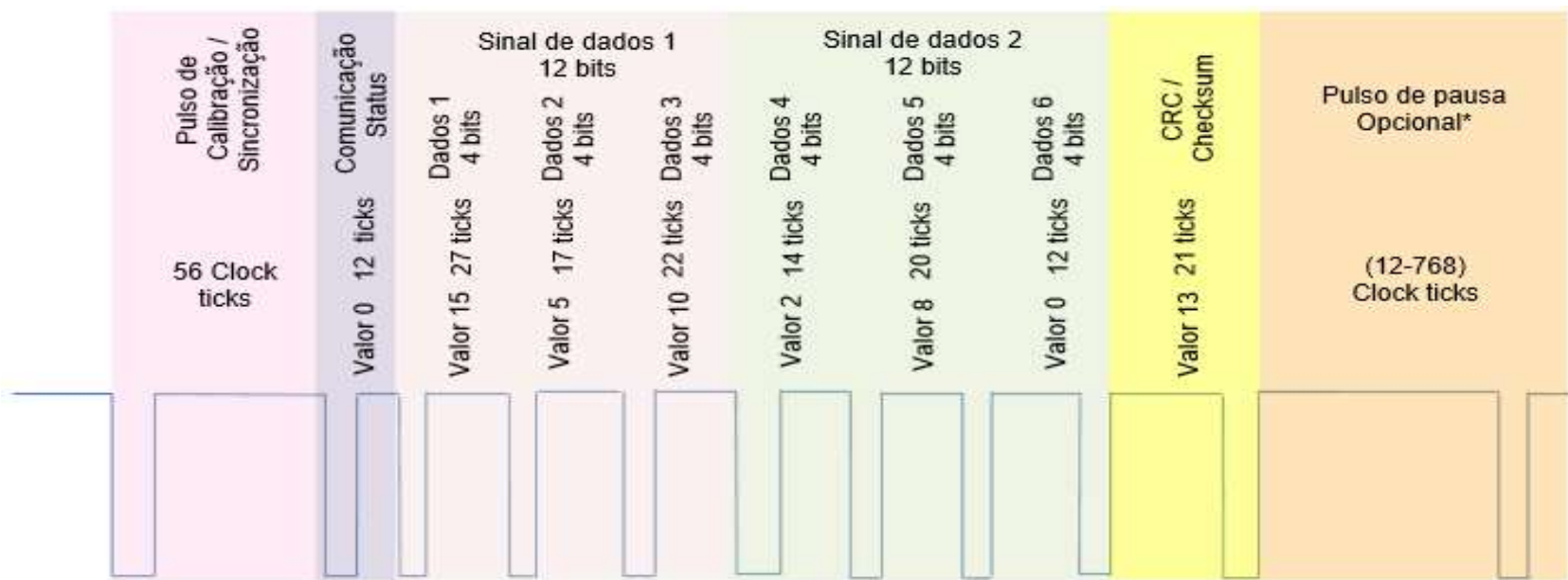
Fiber Optic Loop by-pass BMW e VAG

# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

## Formato da mensagem da rede SENT

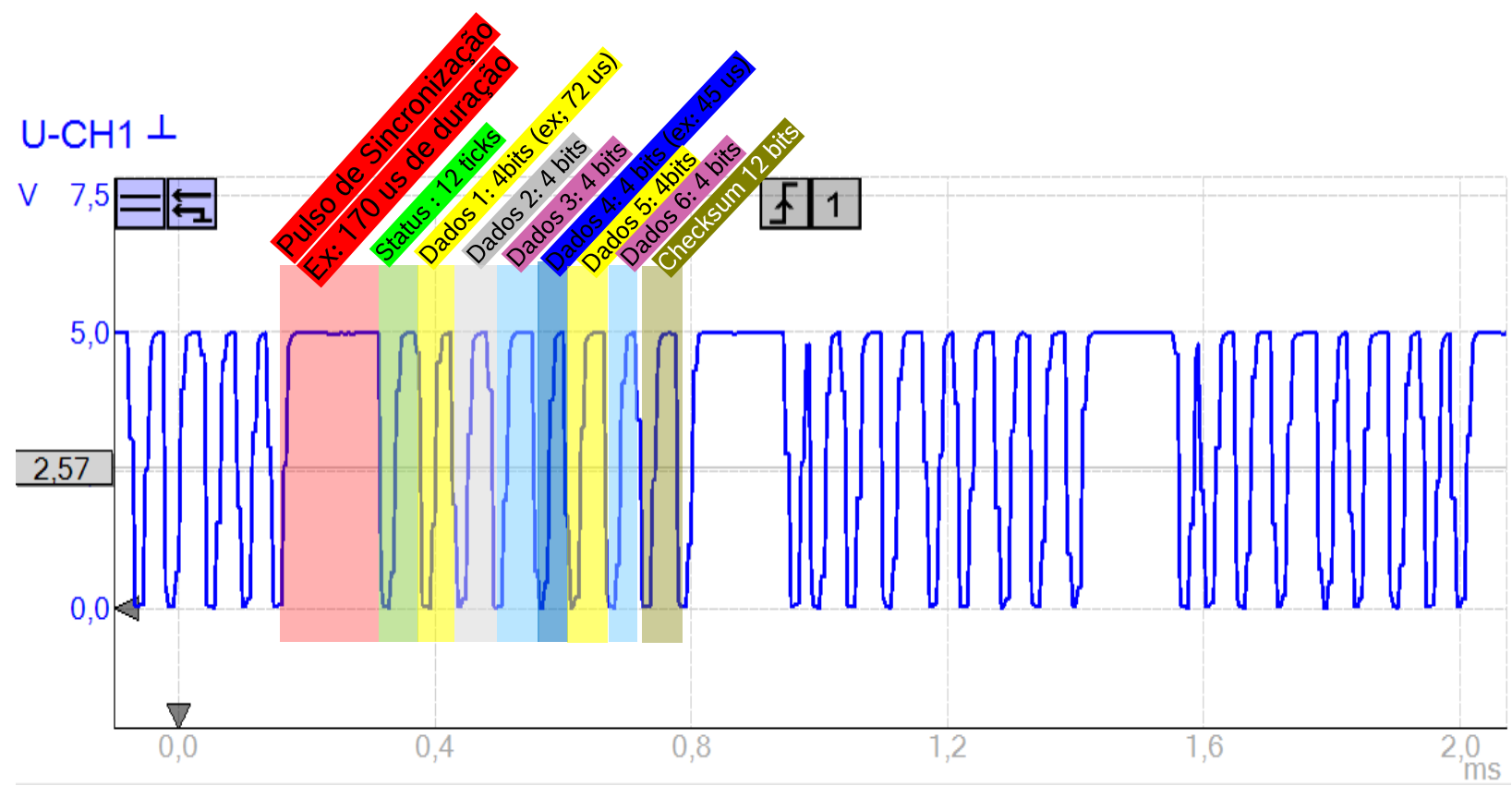
**Tick** : Unidade de tempo para transmissão SENT (  $3\mu\text{S} < \text{clock tick} < 90\mu\text{S}$  ).

**Nibble**: Um impulso comunica 4 bits de dados codificados, combinado de um período inicial baixo de largura fixa e, seguido por um período alto de largura variável.



# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

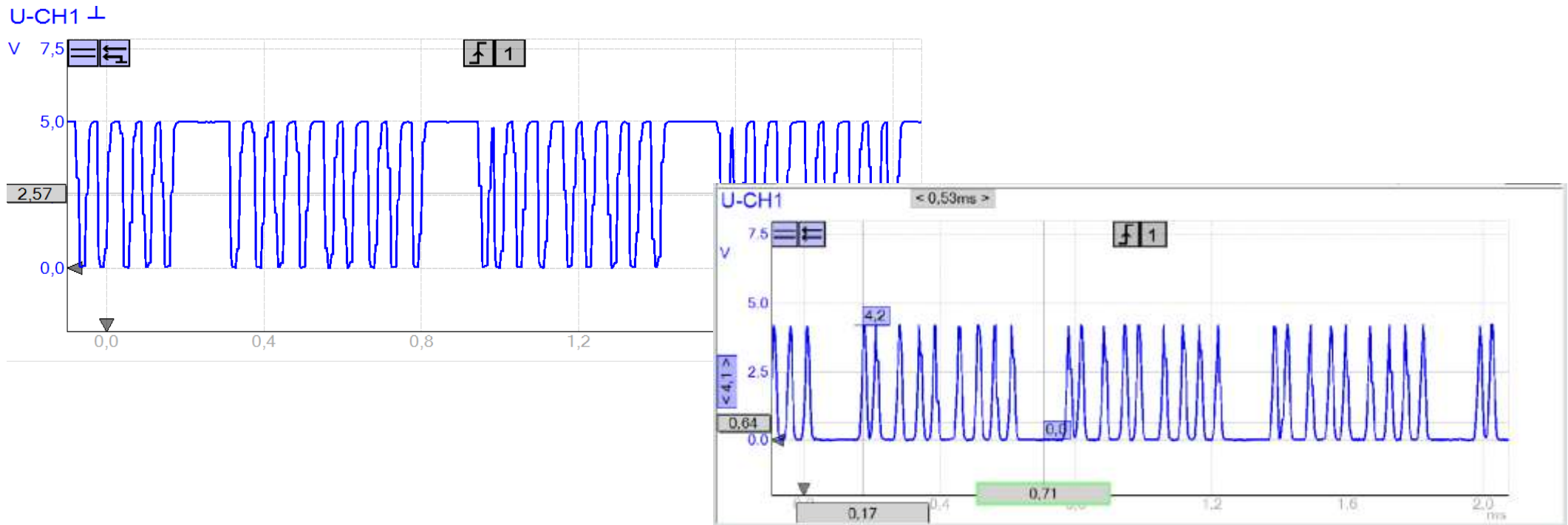
## Protocolo de comunicação SENT



# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

## Sinal do protocolo SENT

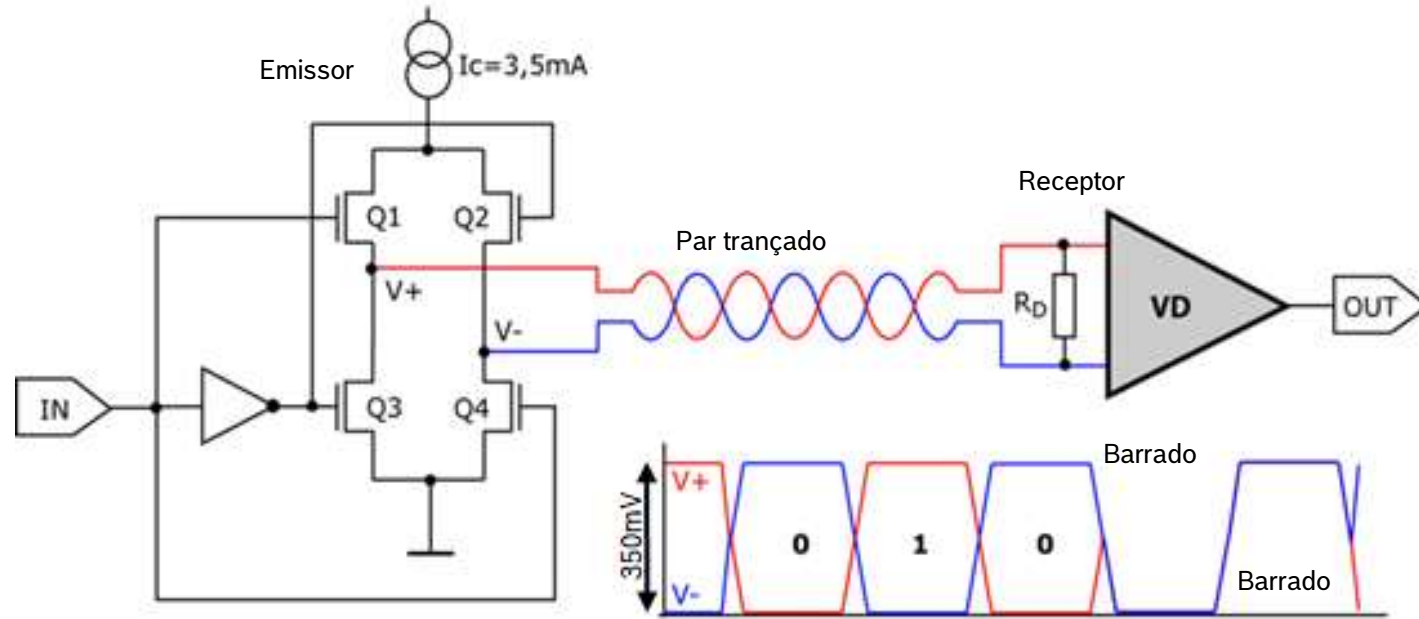
Aplicação: Medidor de massa de ar, sensor de pressão do coletor de admissão, sensor de pressão de combustível, corpo de borboleta e transdutor de pressão AC.



# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

## Sinalização diferencial de baixa tensão LVDS

O LVDS padrão opera em uma oscilação de tensão de 350 mV e a transmissão de sinal diferencial significa que, duas linhas são usadas e a diferença nas tensões é decisiva para o “status” lógico.

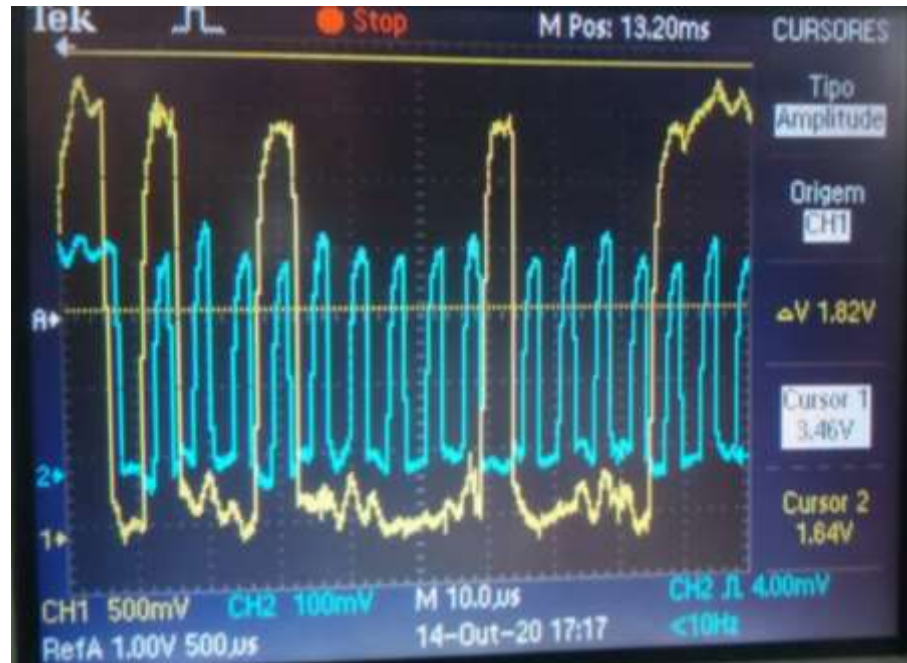


Pode transmitir até mais de 3Gbit/s com 3.5mA de consumo, que alimenta a linha de transmissão. A tensão diferencial  $V+ / V-$  diminui sobre a resistência de terminação  $R_D$  ( $100\Omega$  a  $120\Omega$ ), conforme Q1 e Q4 ou Q2 e Q3 são comutados.

# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

## Sinalização diferencial de baixa tensão LVDS

Abaixo, uma imagem do sinal LVDS captado a partir de um osciloscópio de bancada, com taxa do tempo de amostra em 10 us e largura de banda máxima de 100 MHz e taxa de amostra de 1GS/s.



Exemplo: Câmera de vídeo (ADAS) BMW I3



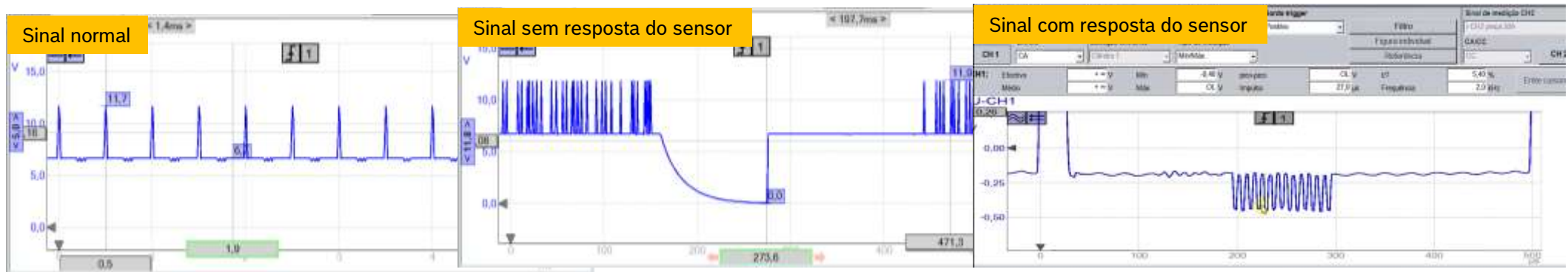
# Diagnóstico de Sistemas de Redes de Bordo

## Interface do sensor periférico (PSI5)

O PSI5 (Peripheral Sensor Interface) foi criado com o âmbito do desenvolvimento de uma interface robusta entre sensores e unidades de controle elétrico (ECU) para aplicações de airbag.

PSI5 conecta sensores ou atuadores a uma unidade de controle com base em 2 fios de par trançado. O cabo serve tanto para alimentação dos sensores ou atuadores e para comunicação de dados.

A ECU transmite os chamados “pulsos sincronizados” por modulação da tensão (125 .. 189 Kbps) e o sensor ou atuador responde dentro de intervalos de tempo predefinidos com dados modulados em baixa corrente.



Exemplo: Sensor de aceleração/impacto frontal (ARGO)



*Queremos fazer parte da sua carreira profissional!*



***Aponte a câmera do seu  
Smartphone e preencha nossa  
Pesquisa de Satisfação.***

Organização e realização  
Centro de Treinamento Automotivo Bosch

Apoio:

