

Ebook

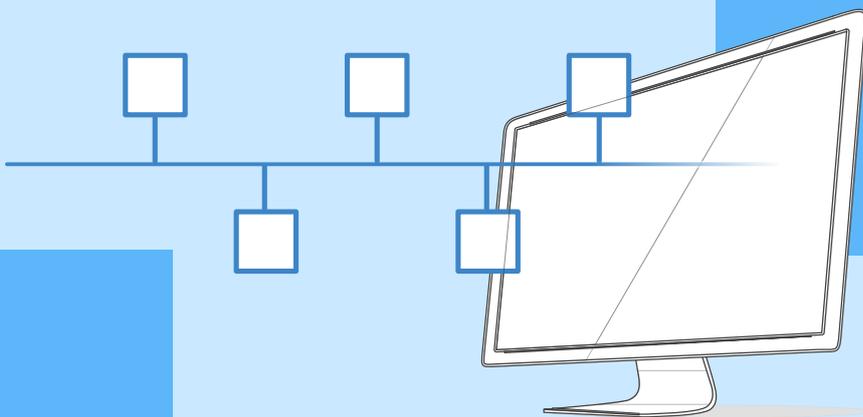
# PROTOCOLO CAN BUS

Uma breve apresentação e imagens de referência para osciloscópio automotivo

Ebook V2024.2



Diogo Vieira  
Especialista em diagnóstico



# Protocolos de comunicação CAN BUS

## Quais os benefícios de um protocolo de comunicação em um veículo?

Um dos grandes benefícios da aplicação de um protocolo de comunicação entre computadores em um veículo é a redução da quantidade de fios do chicote elétrico. Reduzir a quantidade de fios significa: um menor peso do chicote, facilidade de manutenção e a diminuição da probabilidade de panes elétricas nos cabearmentos.

## Como se dá a comunicação entre os módulos em um veículo?

A comunicação entre dois computadores se dá por linguagem binária, por exemplo, uma sequência de numerais "0010010011110111". Através de tabelas específicas, a linguagem binária pode ser traduzida para outros formatos de linguagem, seja outra linguagem de computador ou para nosso idioma. Quando dois módulos em um veículo "conversam", informações são passadas. Um módulo fala e o outro ouve, como pode ser exemplificado na imagem abaixo.



Para que a conversa entre os computadores seja entendida, deverá existir uma regra, padrões e especificações técnicas. O conjunto dessas regras, padrões e especificações técnicas chamamos de "protocolo".

Exemplo de dois computadores automotivos que se comunicam por um par de fios. Computadores possuem uma linguagem própria.

## Afinal, o que é protocolo CAN BUS?

O protocolo CAN (Controller Area Network) foi proposto pela empresa alemã Robert Bosch na década de 80 com o objetivo de proporcionar uma troca de informações entre as unidades de controle eletrônico. Geralmente nos veículos equipados com um protocolo CAN BUS, encontramos um par de fios trançados que transmitem a informação em forma de bits: CAN-H (CAN de alta) e CAN-L (CAN de baixa).



Exemplo de fios par trançado

O protocolo CAN BUS pode ser classificado, resumidamente, de duas formas:

- Quanto à disposição das ligações dos módulos: *topologia*
- Quanto à taxa de transferência: *alta e baixa taxa de transferência*

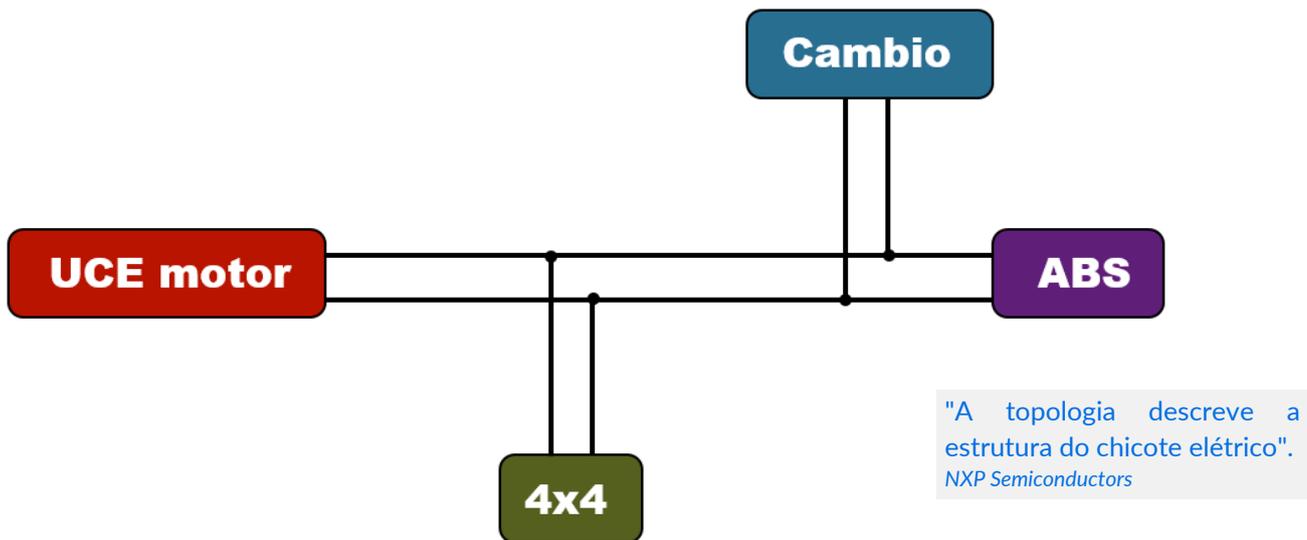
## Classificação quanto à disposição das ligações dos módulos: Topologia

Diz respeito a como os módulos (computadores) automotivos são ligados. A informação de como os módulos são ligados pode ser encontrada na literatura técnica do veículo: os diagramas elétricos. O diagrama elétrico possui papel fundamental no diagnóstico dos protocolos de comunicação, pois o reparador saberá como os módulos são interligados, quantos módulos participam da rede e quantas redes existem no veículo. Um veículo moderno pode possuir duas ou mais redes do mesmo tipo ou um misto de vários protocolos de comunicação.

Citaremos abaixo as principais topologias de um protocolo CAN:

- Topologia barramento.

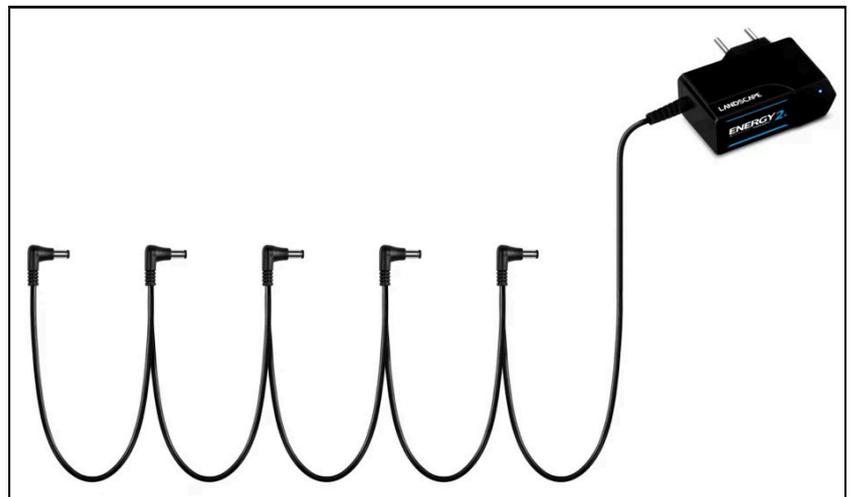
Nessa topologia, os nós (módulos) são ligados a um par de fios, que podem ser entendidos como uma espinha dorsal da estrutura da rede. O protocolo CAN na indústria automotiva geralmente usa dois cabos:



- Topologia sequencial ou topologia em cadeia (Daisy chain topology)

Nessa topologia, alguns nós(módulos) estão conectados de forma que um par de fios que entra no nó e um par de fios sai deste nó ligando o próximo nó da rede, de forma sequencial, formando um encadeamento.

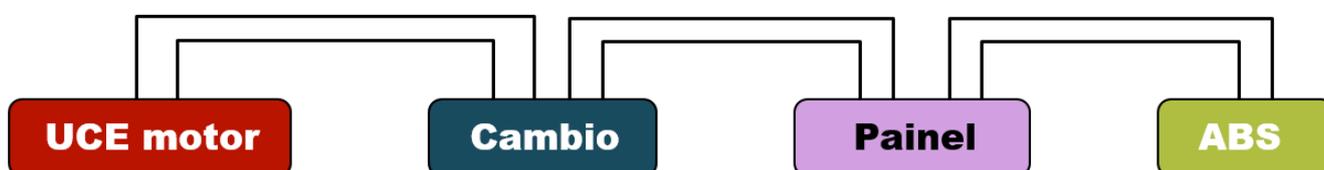
Se o leitor for músico, certamente que o nome *Daisy chain* soa familiar pois há fontes eletrônicas com este nome, justamente pelo fato de ligar vários dispositivos em sequência. Para exemplificar, trouxemos uma foto de um dispositivo *Daisy chain*



Fonte eletrônica Daisy chain. Recebe este nome pela disposição dos conectores

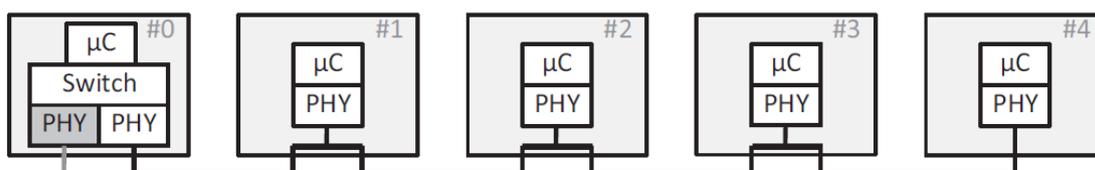
Voltando ao assunto de topologias automotivas, no Brasil, essa topologia é **erroneamente chamada de "rede em série"**. Nunca será possível a conexão de nós da rede CAN em série, pois o processo de arbitragem do protocolo CAN não possibilita esse tipo de arranjo.

Fato também é que se admitirmos coloquialmente "módulos CAN ligado em série", logo dará outro raciocínio errado de "módulos CAN em paralelo". As redes automotivas com os seus mais diversos protocolos (incluindo o CAN) estão muito bem documentados em normas internacionais, artigos científicos e publicações respeitáveis. Sobre a topologia em cadeia, podemos citar o livro "Automotive ethernet - Kirsten Matheus and Thomas Königseder" que já faz a classificação desse tipo de topologia. Sobre a documentação que estabelece regras sobre o protocolo CAN, podemos citar algumas das normas ISO (International Organization for Standardization): ISO 15765, ISO 11898 ou ainda, algumas normas da SAE (Society of Automotive Engineers International): SAE 950293, SAE J2284-500 e SAE 921504. Também há bons documentos sobre o assunto de protocolo CAN, os papers, como o paper SAE 2007-01-1713. Empresas de referência nesta área também disponibilizam materiais técnicos sobre o assunto: Bosch, Texas Instruments, Kvaser, Vector, NXP Semiconductors, dentre outros. Além disso, há uma quantidade razoável de bons livros (a grande maioria em inglês) disponíveis para compra ou *download* na internet.



"Rede CAN em série" é um termo erroneamente adotado no Brasil, pois foge das regras e documentações estabelecidas sobre o protocolo CAN. O termo correto é topologia sequencial ou em Cadeia.

Se já existe documentação do protocolo CAN pronta para consulta, basta traduzirmos e aplicar os conceitos expostos. Não cabe a nós acrescentar, reinventar ou alterar sem nenhum critério científico qualquer parte das documentações que são mundialmente aceitas.



Página 204 do livro "Automotive ethernet", de Kirsten Matheus and Thomas Königseder". (Third Edition, Cambridge University Press 2021)

### Classificação quanto à taxa de transferência: alta e baixa taxa de transferência

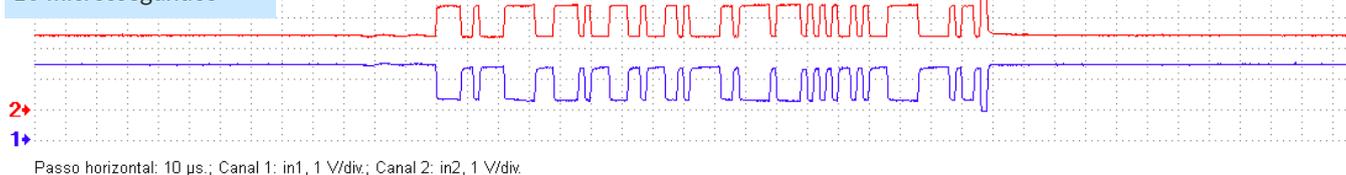
O que representaria uma CAN com especificação de 250 Kbps? "alta velocidade" ou "alta taxa de transferência"? Entendemos que o termo "velocidade" deveria estar ligado à latência. A quantidade de bits que trafegam na rede estão mais ligados à ideia de "vazão". Logo, protocolos que informam 250 Kbps, 500 Kbps, 1 Mbps dizem respeito à largura de banda (taxa de transferência). Entretanto, o termo velocidade é amplamente utilizado em diversos materiais e é o termo mais utilizado entre os profissionais. Para facilitar o entendimento do leitor, a partir de agora também adotaremos este termo.

Redes CAN de *alta velocidade* geralmente estão ligadas a módulos que precisam trocar informações importantes e em grande quantidade. Por exemplo, CAN de 500 Kbps interligam módulos de gerenciamento do motor, câmbio e ABS. Uma característica neste tipo de rede é a presença de resistores de terminação, com a finalidade de remover reflexões de sinais no cabeamento da rede. Para saber mais, acesse nosso curso online, gratuito para clientes **NAPRO ELETRÔNICA**.

Configurações usadas:

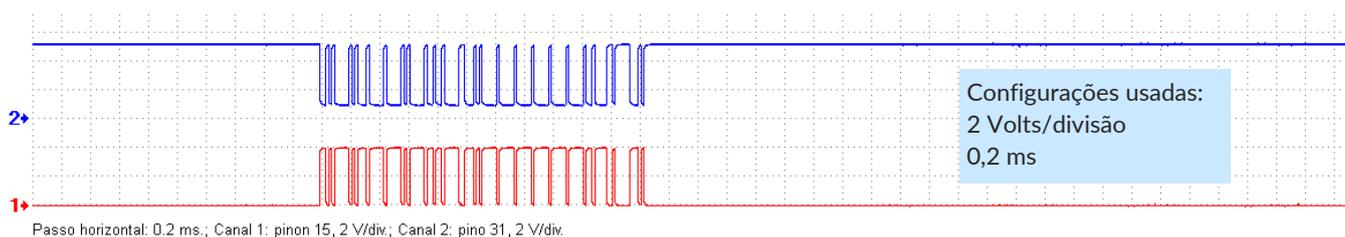
1 Volt/divisão

10 microssegundos



Pacote de mensagem (dataframe), CAN-H e CAN-L entre o módulo de injeção e câmbio de um Jeep Renegade

Redes CAN de *baixa velocidade* estão ligadas a módulos de painel, rádio e outros que não exigem uma grande troca de informações. Fisicamente, este tipo de rede não usa resistores de terminação e no osciloscópio, percebe-se uma diferença nos níveis de tensão dos bits. Este tipo de protocolo está sendo cada vez mais substituído por protocolo LIN (Local Interconnect Network).



Configurações usadas:

2 Volts/divisão

0,2 ms

Pacote de mensagem (dataframe), CAN-H e CAN-L obtido no conector do painel de um Fiat Idea

Ainda se referindo às taxas de transmissão de rede, há outros tipos de rede que são relativamente novas e merecem uma breve apresentação:

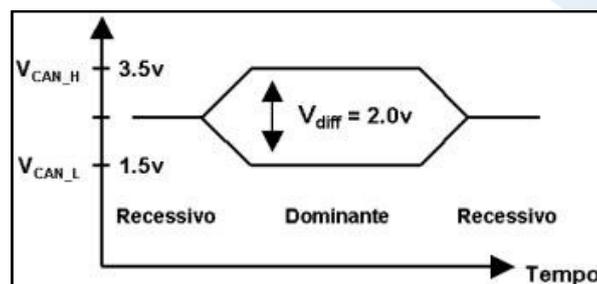
- **Rede CAN FD (Flexible Data-Rate):** é um protocolo CAN superior, com possibilidade de transmitir mais dados em uma mensagem e uma largura de banda maior. O protocolo CAN convencional de alta velocidade não consegue atender as tecnologias de veículos modernos, com arquiteturas multiplexadas complexas, por exemplo, veículos autônomos. Um CAN clássico possui largura de banda típica de 500 Kbps, podendo chegar a 1 Mbps. o CAN FD permite uma largura de banda de até 8 Mbps. Referente à quantidade de dados em uma mensagem, temos 8 bytes no CAN clássico contra 64 bytes no CAN FD.
- **Rede CAN XL:** é terceira geração do protocolo CAN, uma promessa para um futuro não muito distante. Este protocolo é capaz de entregar 2.048 bytes e largura de banda de até 20 Mbps. A rede CAN XL preenche uma lacuna entre o CAN FD e o protocolo Ethernet.



As redes CAN podem receber nomenclaturas diferentes, de acordo com as montadoras. Por exemplo, Fiat especifica *Fiat Florence* ou *Fiat Venice*. A Chevrolet nomeia GMLAN. Ainda pode ser visto em alguma literatura, nomenclaturas como *P-CAN* (P de powertrain).

## Definição de bit Dominante e bit Recessivo

Analisando com osciloscópio o sinal da rede CAN, nota-se que as ondas alternam valores de tensão. \* Os dados não são representados por bits em nível "0" ou nível "1". São representados por bits Dominantes e bits Recessivos, criados em função da condição presente nos fios CAN\_H e CAN\_L. A Figura ao lado ilustra os níveis de tensão em uma rede CAN, assim como os bits Dominantes e Recessivos.



\*Fonte: <http://www.alexag.com.br>

## Diagnóstico no chão de oficina

- **Diagnóstico no nível físico:** podemos entender como nível físico, os componentes físicos da rede como cabos e conectores, responsáveis por transmitir os dados na rede. Para o diagnóstico no nível físico da rede, temos como principais ferramentas o osciloscópio e o multímetro.
- **Diagnóstico no nível lógico:** nível lógico de um protocolo de comunicação compreende o conteúdo da conversa entre os computadores, o envio e recebimento das mensagens (dataframe). Diagnosticar o nível lógico seria entender o significado de cada bit que aparece na tela do osciloscópio. Entender o significado (decodificar a mensagem) requer equipamentos, banco de dados e um conhecimento técnico que julgamos não ter praticidade no chão de oficina, pois o scanner automotivo consegue "ler e interpretar" boa parte dos dados que trafegam na rede. O scanner automotivo é indicado neste caso, pois ao conectá-lo no veículo, ele "fala" a linguagem dos computadores, podendo "fazer perguntas" e "receber respostas".



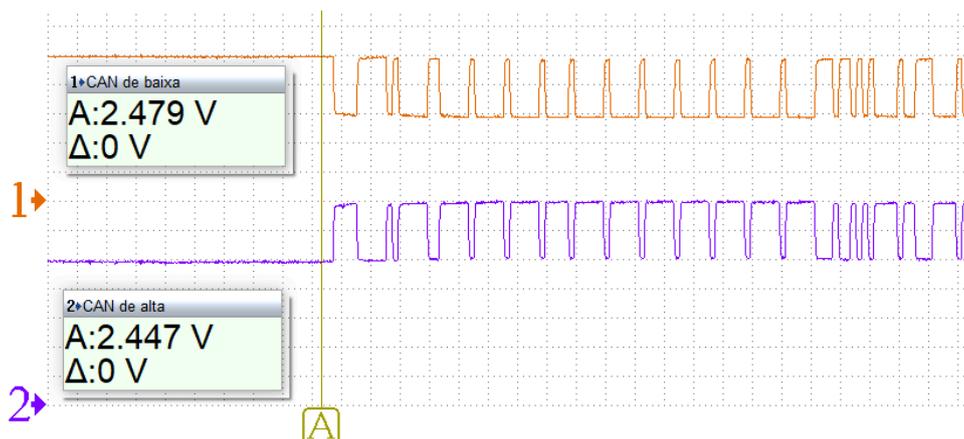
O meio que é transmitido (cabos, conectores): camada física. Usamos o multímetro para medições simples ou um osciloscópio para uma análise mais aprofundada.



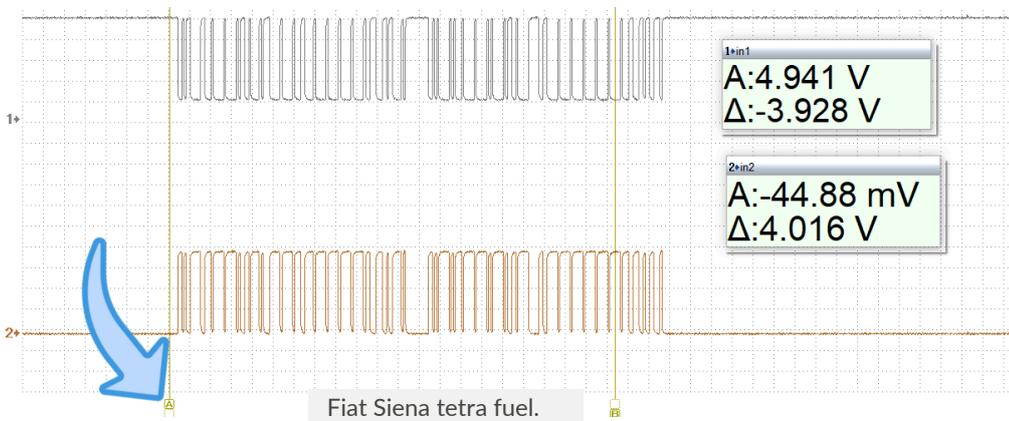
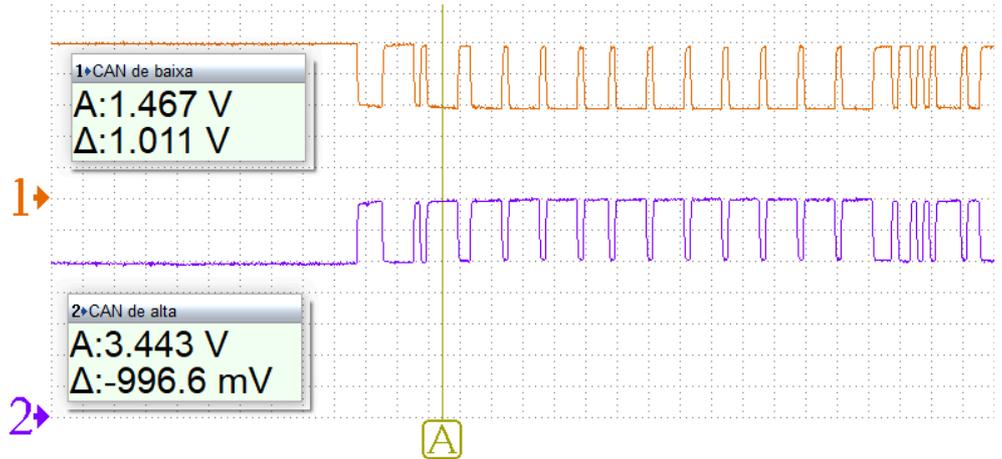
Palavras, frases (o que é conversado) entendemos como nível lógico. Recomendamos o scanner automotivo para este tipo de diagnóstico. Usamos e recomendamos o Napro para veículos nacionais e importados.

O diagnóstico com o osciloscópio é preferível em relação à análise com multímetro, pois possibilita enxergar o formato dos bits no *dataframe*. Além do formato dos bits da mensagem, o diagnóstico com o osciloscópio possibilita a análise de tensões nos bits recessivos e dominantes da mensagem. A soma dos valores de tensão nos bits recessivos ou dominantes das linhas CAN de alta e CAN de baixa deverá ter um valor muito próximo de 5 Volts.

Na foto ao lado, o cursor A está posicionado no bit Recessivo da CAN de baixa e CAN de alta de um Jeep Renegade. Os valores de tensão lidos em cada um dos canais é de 2,479 Volts e 2,447 Volts respectivamente. Logo, a soma dos valores é de 4,926 Volts.



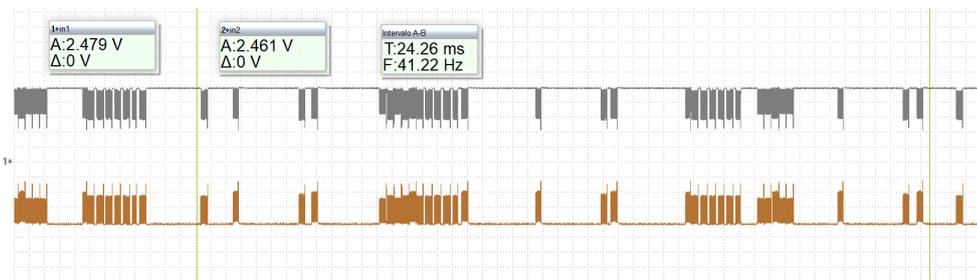
Na foto ao lado, o cursor A está posicionado nos bits Dominantes da CAN de baixa e CAN de alta. Os valores de tensão lidos em cada um dos canais é de 1,467 Volts e 3,443 Volts respectivamente. Logo, a soma dos valores é de 4,910 Volts.



Na foto ao lado, o cursor A está posicionado nos bits Recessivos desta CAN de baixa velocidade. Canal 1 apresenta 4,941 Volts e canal 2 um valor próximo de zero volts. A soma também dá um valor próximo de 5 Volts.

## Tráfego na rede CAN BUS de alta velocidade

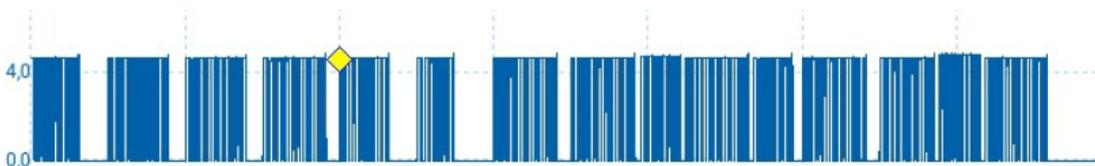
Para que o leitor possa conhecer o formato e quantidade de dados que trafegam na rede CAN, trouxemos um exemplo.



Tráfego de rede: sinal da CAN de alta taxa de transferência GM Cobaltm2016. Alteramos a varredura (base de tempo) para o leitor perceber que há diversos pacotes trafegando na rede, e cada um com tamanho diferente.

## Curiosidade: rede CAN de 1 fio

A Chevrolet adota em alguns veículos o protocolo SWC (single Wire CAN), com aplicações em redes de conforto, especificada na norma SAE J2411. A taxa de transmissão nominal é de 33,3 kbit/s.



Fonte: <https://www.picoauto.com/support>

## Autor

# DIOGO VIEIRA

- Carioca, filho de mecânico, atirador esportivo e residente em Fortaleza-CE há 25 anos.
- Escreveu no jornal Oficina Brasil por quase 3 anos(+ de 25 artigos), contribuindo com matérias técnicas de diagnóstico com osciloscópio e scanner.
- Proprietário do primeiro analisador de motor ucraniano no Brasil: **Autoscope IV**
- Técnico especialista em diagnósticos automotivos, proprietário da Automotriz Serviços Mecânicos
- Atualmente toca a oficina, vende o Autoscope em todo Brasil, representante Napro e ministra cursos e palestras.

Ebook V2024.2

O autor reserva-se a alterar o conteúdo deste material sem aviso prévio



Circuito Doutor Ie 2024



Automotriz Serviços  
Fortaleza CE

Treinamentos EAD, cursos presenciais e equipamentos

Nossos websites:

[academiadiag.com.br](http://academiadiag.com.br)

[autoscopebrasil.com.br](http://autoscopebrasil.com.br)