

Grandezas Elétricas

Tabela de grandezas elétricas

Tabela resumo das grandezas elétricas				
Grandeza	Símbolo da grandeza	Unidades da grandeza	Símbolo da unidade	Aparelho de medição
Corrente	I	Ampere	A	Amperímetro
Tensão	U ou E	Volt	V	Voltímetro
Resistência	R	Ohm	Ω	Ohmímetro
Potência	P	Watt	W	Wattímetro

Múltiplos e Submúltiplos

Múltiplos e Submúltiplos de Unidades de Medida encontrados na eletricidade

Múltiplos de Unidades de Medida

Os múltiplos de unidade de medida são designações associadas as unidades, que visam representar valores acima de 1000. Utilizando como unidade de medida o Volt, no exemplo abaixo podemos encontrar as seguintes representações:

1	Volt.....	.....	.....	.....	.....	V
1000	Volts.....	.....	Mil Volts.....	.....	.....	1KV (Um Kilo Volt)
1000 000	Volts.....	.....	Um Milhão de Volts.....	.....	.....	1MV (Um Mega Volt)
1000 000 000	Volts.....	.....	Um Bilhão de Volts.....	.....	.....	1GV (Um Giga Volt)
1000 000 000 000	Volts.....	.....	Um Trilhão de Volts.....	.....	.....	1TV (Um Tera Volt)

Na tabela acima vemos o nome **Kilo** para representar mil, **Mega** para representar um milhão, **Giga** para representar um bilhão e **Tera** para representar um trilhão. Essa nomenclatura é utilizada com outras unidades além do Volt. Ex: M (Mega Ohms), KW (Kilo Watts), GHz (Giga Hertz).

Submúltiplos de Unidades de Medida

Os submúltiplos de unidade de medida são designações associadas as unidades que visam representar valores menores que um. Utilizando como unidade de medida o Volt, no exemplo abaixo podemos encontrar as seguintes representações:

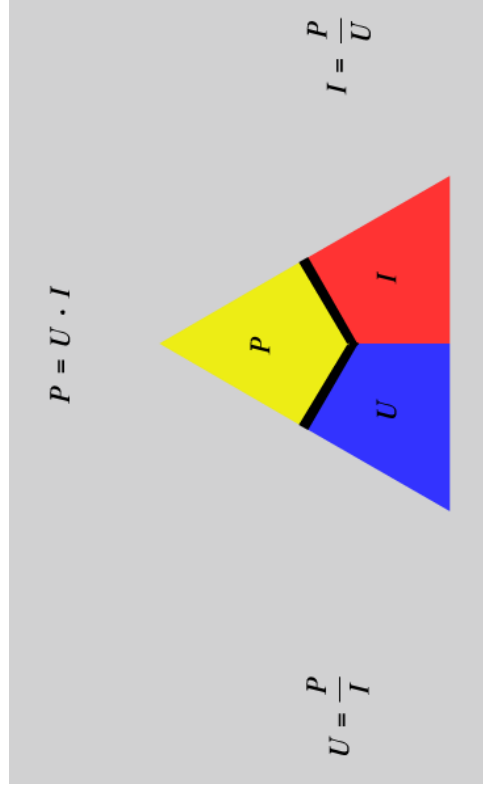
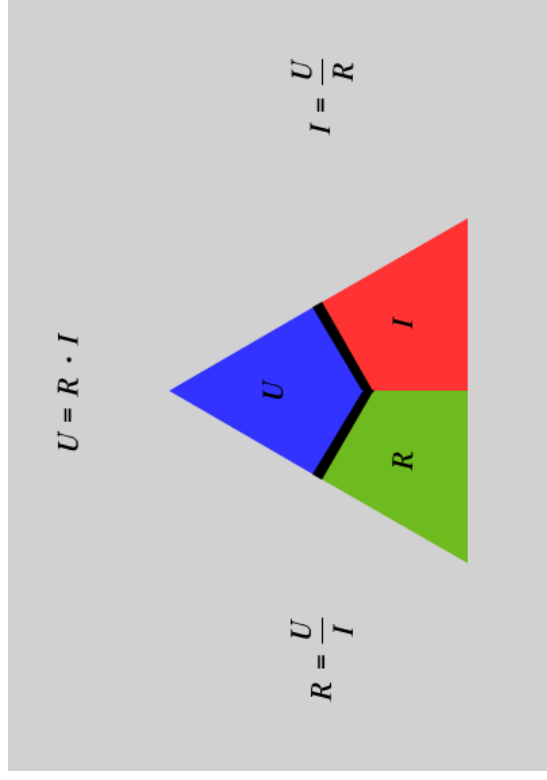
1	Volt	.....	1V
0,001	Volt	.....	1mV (Um mili volt)
0,000001	Volt	.....	1 V (Um micro volt)
0,0000000001	Volt	.....	1nV (Um nano volt)
0,00000000000001	Volt	.....	1pV (Um pico Volt)

Na tabela acima vemos o nome **mili**, para representar valores mil vezes menor que (Um), **micro** para representar valores um milhão de vezes menor que (Um), **nano** para representar valores um bilhão de vezes menor que (Um) e **pico** para representar valores com um trilhão de vezes menor que (Um). Essa nomenclatura é utilizada com outras unidades além do Volt. Ex: A (micro ampére), mW (mili Watts), nF (nano Farad).

Lei de Ohm

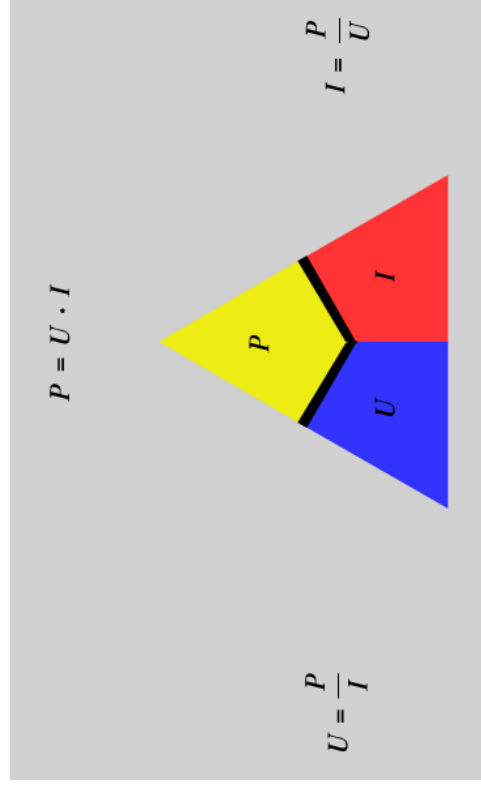
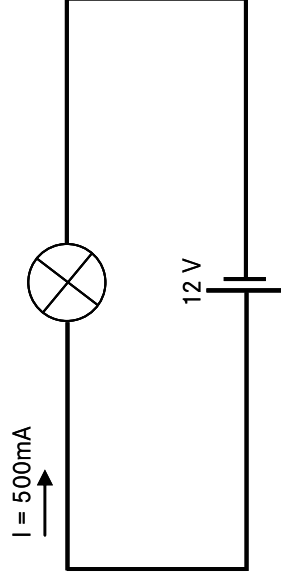
O nome desta importante lei foi dado em homenagem ao físico alemão Georg Simon Ohm. Ela é utilizada para o cálculo da tensão (U), corrente (I), resistência (R) e potência (P) num circuito elétrico.

Os triângulos abaixo são a maneira mais fácil de representar as equações da lei de Ohm.



Exercício 3

Qual é a potência da lâmpada do circuito abaixo ? Utilize o triângulo da potência para extrair a fórmula.

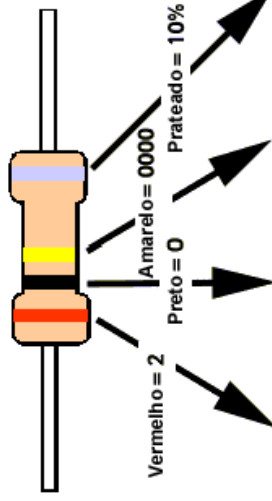


- ☐ $P = 24 \text{ W}$
- ☐ $P = 0,024 \text{ W}$
- ☐ $P = 6 \text{ W}$
- ☐ $P = 0,06 \text{ W}$

Resistores – Código de Cores

Alguns tipos de resistores possuem a representação do seu valor através de um código de cores. A cor dourada e prata representam a tolerância do valor lido. No exemplo abaixo o resistor apresenta a cor prata na última faixa, logo o valor de 200 000 ohms permite uma variação de até 10%, ou seja, o valor pode ser entre 180 000 e 220 000 Ohms.

200,000 Ohms



Côr	1ª faixa	2ª faixa	Nº. de zeros	tolerância
preto	0	0	0	
marrom	1	1	1	
vermelho	2	2	2	
laranja	3	3	3	
amarelo	4	4	4	
verde	5	5	5	
azul	6	6	6	
violeta	7	7	7	
cinza	8	8	8	
branco	9	9	9	
dourado				5%
prateado				10%

Dimensionamento de Cabos Elétricos - Tabelas

Tabela 1.1 Cabo elétrico de cobre para veículos					
Unipolar (um condutor) sem estanho, isolado com PVC com espessura de parede normal tipo FLY					
Seção nominal mm²	Número aprox. de fios individuais	Resistência máxima por metro a +20°C mΩ/m	Diâmetro máximo do cabo mm	Espessura nominal da isolamento	Diâmetro externo máximo do cabo mm
0,5	16	37,1	1,1	0,6	2,3
0,75	24	24,7	1,3	0,6	2,5
1	32	18,5	1,5	0,6	2,7
1,5	30	12,7	1,8	0,6	3
2,5	50	7,6	2,2	0,7	3,6
4	56	4,71	2,8	0,8	4,4
6	84	3,14	3,4	0,8	5,03
10	80	1,82	4,5	1	6,5
16	126	1,16	6,3	1	8,3
25	196	0,743	7,8	1,3	10,4
35	276	0,527	9	1,3	11,6
50	396	0,368	10,5	1,5	13,5
70	360	0,259	12,5	1,5	15,5
95	475	0,196	14,8	1,6	18
120	608	0,153	16,5	1,6	19,7

Tabela 1.2 Cabo elétrico de cobre para veículos					
Unipolar (um condutor) sem estanho, isolado com PVC com espessura de parede reduzida tipo FLRY					
Seção nominal mm²	Número aprox. de fios individuais	Resistência máxima por metro a +20°C mΩ/m	Diâmetro máximo do cabo mm	Espessura nominal da isolamento mm	Diâmetro externo máximo do cabo mm
0,35	12	52	0,9	0,25	1,4
0,5	16	37,1	1	0,3	1,6
0,75	24	24,7	1,2	0,3	1,9
1	32	18,5	1,35	0,3	2,1
1,5	30	12,7	1,7	0,3	2,4
2,5	50	7,6	2,2	0,35	3
4	56	4,7	2,75	0,4	3,7
6	84	3,1	3,3	0,4	4,3

Dados extraídos do Manual Bosch Veicular 25° Edição

Tabela 2 Valores típicos de proteção para fusíveis		
Válidos para cabos não estanhados, isolados com PVC, cabos unipolares FLY e FLRY com uma resistência máxima contínua à temperatura de +105°C com temperatura ambiente máxima de 70°C.		
Seção do cabo mm²	Valor nominal do fusível A	Corrente contínua máxima A
0,35	5	4
0,5	7,5	6
0,75	10	8
1	15	12
1,5	20	16
2,5	30	24
4	40	32
6	50	40
10	70	56
16	100	80
25	125	100
35	150	120
50	200	160
70	250	200

Tabela 3 Máxima queda de tensão recomendada				
Tipo do cabo	Queda de tensão no cabo positivo Uvl		Queda de tensão no circuito completo Uvg	
	12V	24V	12V	24V
Cabos para iluminação				
Do borne 30 do interruptor de luz	0,1V	0,1V	0,6V	0,6V
Até as luzes <15W				
Até o conector do reboque, do conector do reboque até as luzes.				
Do borne 30 do interruptor de luz	0,5V	0,5V	0,9V	0,9V
Até as luzes > 15W				
Até o conector do reboque				
Do borne 30 do interruptor de luz	0,3V	0,3V	0,6V	0,6V
Até o farol				
Cabo de carga				
Do borne B+ do alternador	0,4V	0,4V	—	—
Até a bateria				
Cabo de controle do motor de partida	0,5V	1V	—	—
da chave de ignição/partida até o borne 50 do motor de partida				
Relé de engrenamento com bobina de engrenamento e de retenção.	1,4V	2V	1,7V	2,5V
Outros cabos de controle	1,5V	2,2V	1,9V	2,8V
Do interruptor até relé, buzina, etc.	0,5V	1V	1,5V	2V

Notas:	
1	Em casos particulares com cabo do motor de partida muito comprido, o valor Uvl eventualmente pode ser ultrapassado com temperatura de partida reduzida
2	Nos casos em que o cabo de retorno do motor de partida for isolado, a queda de tensão no cabo não deve ser superior a queda de tensão na linha de alimentação - Valores máximos permitidos são 4% da tensão nominal, isto é, 1,0V para 24V e 0,8V para 12V.
3	Os valores Uvl se aplicam para temperaturas do relé em engrenamento de 50 até 80°C.
4	Eventualmente, levar em conta o cabo antes da chave de ignição/partida

Dimensionamento de Cabos Elétricos

Para o correto dimensionamento dos cabos elétricos, são necessários alguns pontos a observar:

1. Qual é a tensão elétrica do veículo
2. Qual é a potência consumida pelo equipamento
3. Qual é a distância entre o equipamento a ser ligado e a fonte de energia.

Para o cálculo, utilizamos a fórmula abaixo:

$$A = \frac{I \cdot \rho \cdot L}{UvI}$$

A= Bitola do Cabo (seção transversal)

I= Corrente calculada

ρ = Resistividade do cobre 0,0178 Ω mm² / m

L = Comprimento desejado

UvI = Queda de tensão (conforme tabela 3)

Exemplo:

Vamos calcular o comprimento de um cabo para ligação da iluminação de freio de um ônibus, o qual, sofreu uma avaria durante uma colisão.

1. Qual é a tensão elétrica do veículo => **24V**
2. Qual é a potência consumida pelo equipamento => **4 lâmpadas 21W**
3. Qual é a distância entre o equipamento a ser ligado e a fonte de energia. => **15m**

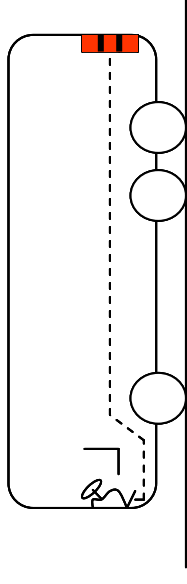
Para o cálculo, utilizamos a fórmula da pagina anterior.

A = Bitola do Cabo (seção transversal) —————> Desconhecido
I = Corrente calculada —————> Lei de Ohm => $I = (4.21)/24 \Rightarrow I = 3,5A$
 ρ = Resistividade do cobre $0,0178\Omega \text{ mm}^2 / \text{m}$ —————> $0,0185\Omega$
L = Comprimento desejado —————> 5m
Vvl = Queda de tensão (conforme tabela 3) —————> 0,5V

$$A = \frac{3,5.0,0178.15}{0,5}$$

$$A = 1,86\text{mm}^2$$

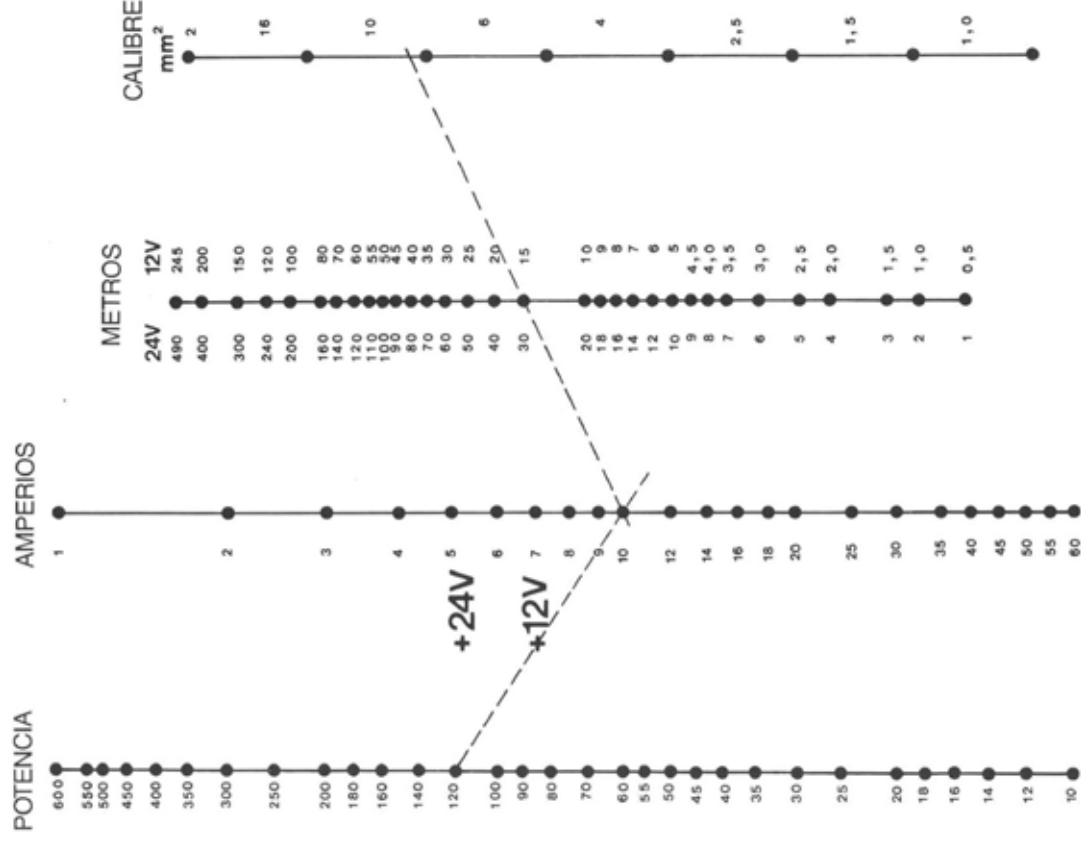
O resultado acima é o valor exato para a bitola do cabo nas condições impostas no problema em questão. No entanto, comercialmente não temos este valor de bitola. O menor valor comercial da bitola do cabo que consegue atender as especificações acima é de $2,5\text{mm}^2$.



Determinação do Condutor

Para determinar o condutor correto em função da corrente utilizamos uma relação abaixo:

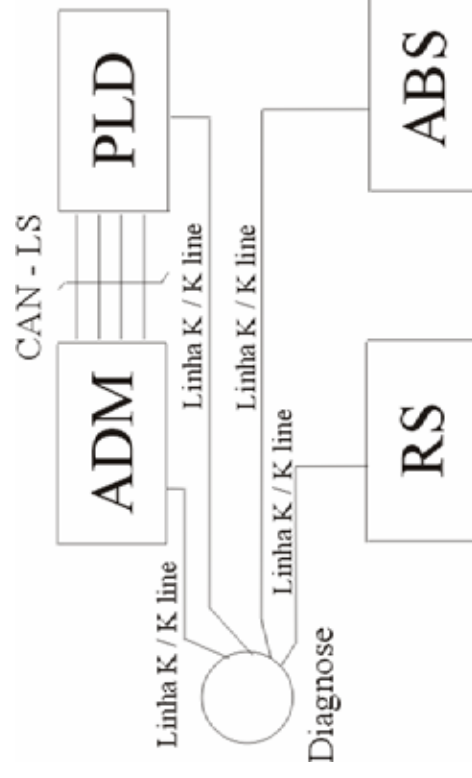
Ex: Para uma carga de 120W, com uma tensão de 12V sendo o comprimento do fio de 15m, qual a bitola?



Arquitetura Eletrônica

O modelo da arquitetura eletrônica utilizado no veículo está diretamente vinculado aos módulos eletrônicos aplicados.

Veículos com PLD e ADM:



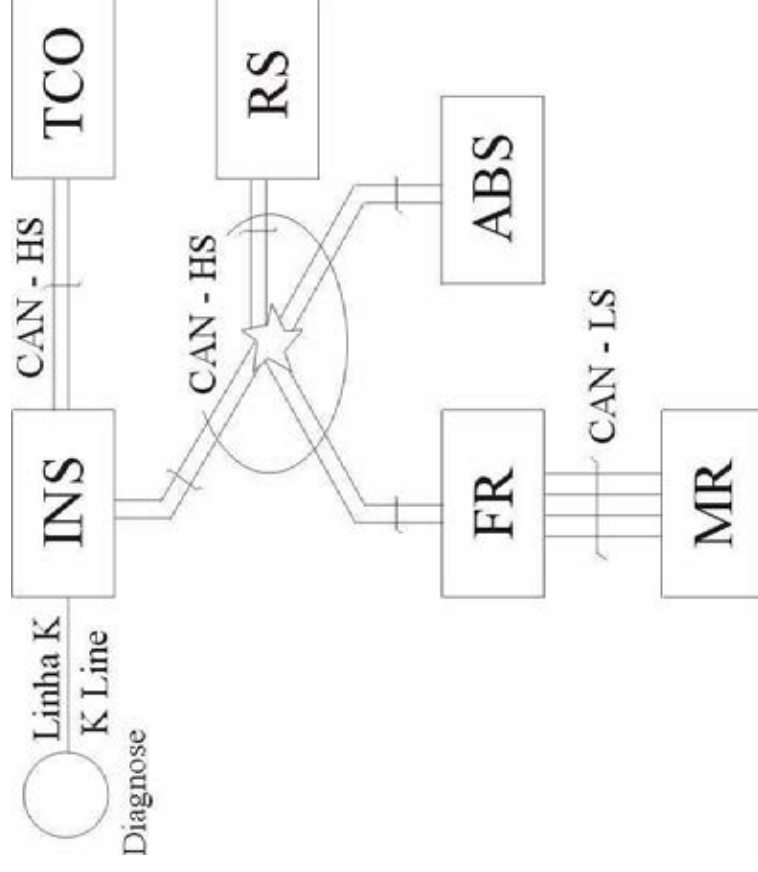
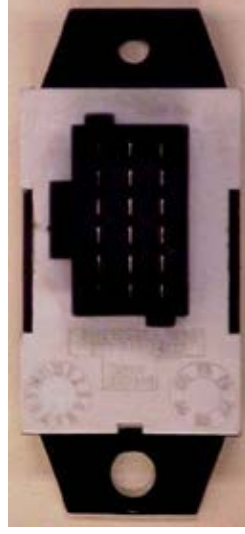
Neste modelo, a comunicação CAN é limitada apenas aos módulos PLD e ADM (baixa velocidade) e a diagnose dos módulos é realizada através de uma linha K (ligação entre a tomada de diagnose e o módulo eletrônico).

Observação: Alguns módulos ABS não possuem diagnose através do Star Diagnosis, apenas pelo Blink Code (diagnose por lâmpada no painel de instrumentos).

Veículos com MR e FR:

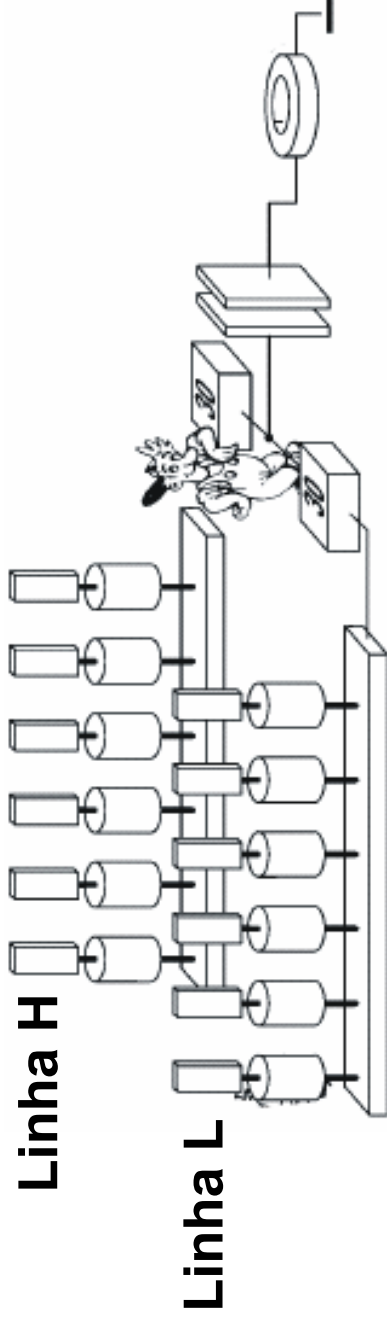
Neste modelo, existe comunicação CAN entre todos os módulos e a diagnose é feita através do painel de instrumentos, pois é o único que está conectado à tomada de diagnose (linha K).

A estrela na figura acima (arquitetura eletrônica) representa o ponto de conexão da linha CAN e é conhecido como ponto neutro ou ponto estrela.



O ponto estrela possui uma ligação entre todos os terminais superiores (observando o componente como na figura acima) e outra ligação entre todos os terminais inferiores.

Deste modo, os fios referentes à comunicação CAN são interligados, como mostra a figura abaixo. Além disso, o ponto estrela também possui um capacitor o qual tem a função de filtro.



A resistência do ponto estrela é de aproximadamente **60 Ohms** entre as linhas H e L e tem como objetivo realizar o casamento de impedâncias entre os módulos eletrônicos.

Comunicação CAN

No sistema de gerenciamento eletrônico dos veículos, existem informações que são utilizadas de forma comum a todos os módulos que compõem a rede eletrônica. Essas informações são necessárias para um correto funcionamento do sistema e possível diagnóstico de falhas.

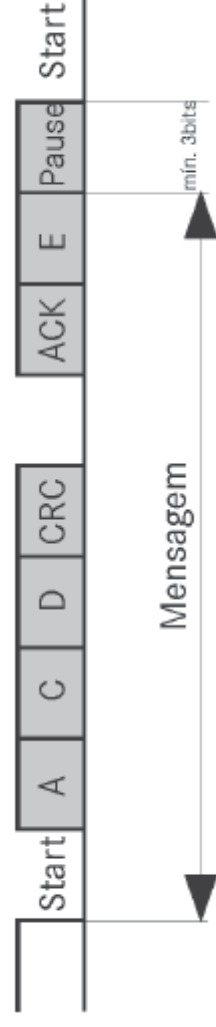
Os módulos eletrônicos se comunicam através de uma rede denominada CAN na qual transitam informações em formato binário onde cada conjunto de bits, valendo 1 e 0, representa uma informação.

Quando houver necessidade de reparação do chicote, referente ao barramento de comunicação CAN, é importante verificar que a prática de emenda de fios não é permitida, sendo assim, necessária a substituição do chicote completo.

Com objetivo de evitar problemas com interferência eletromagnética, o barramento CAN possui os fios trançados ao longo do chicote elétrico.

As mensagens são transmitidas ciclicamente, em intervalo de tempos regulares. Isso assegura que o status de atualização de dados seja sempre avaliado.

Codificação das mensagens:



A (Arbitragem) - Identificador (endereço da mensagem)

C (Campo de controle) - Numero de bytes de dados (máximo por mensagem 130 bits).

D (Campo de dados) - de 0 a 8 bytes de dados

CRC (Código de redundância) - 15 bits para reconhecimento de erros

ACK (reconhecimento) - Confirmação do recebimento de outros usuários

E (Fim da estrutura) - Fim da mensagem

Observação: 1 bit equivale a 8 bytes. Exemplo: 125 bits equivale a $125 \times 8 = 1000$ bytes

CAN de baixa velocidade (LS- Low Speed)

A rede de comunicação LS (Low Speed – Baixa Velocidade) trabalha com velocidade de transmissão de 125 Kbits por segundo a uma frequência de 62.5 KHz e distância máxima dos cabos de comunicação (“chicote”), de **até 15 metros**.

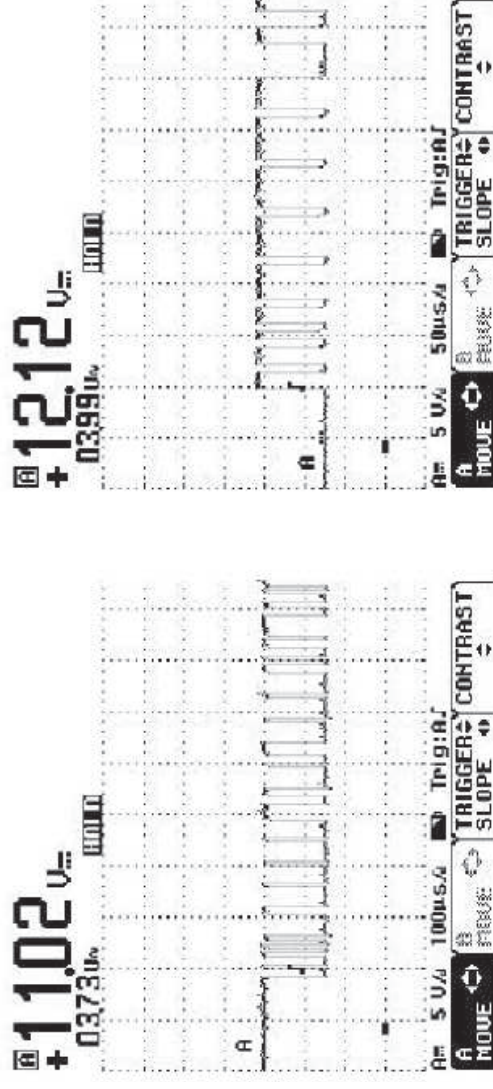
O LS - CAN opera com uma tensão que varia de **1/3 a 2/3 da tensão da fonte (bateria)** e é responsável pela comunicação entre o módulo de controle do veículo (FR, ADM ou UCV) com o módulo de controle do motor (PLD/MIR)..

Existem duas linhas de transmissão de dados, a linha L (low) e a linha H (High). Estas trabalham com sinais espelhados para garantir a transmissão de dados mesmo quando uma linha é rompida ou submetida a curto-circuito.

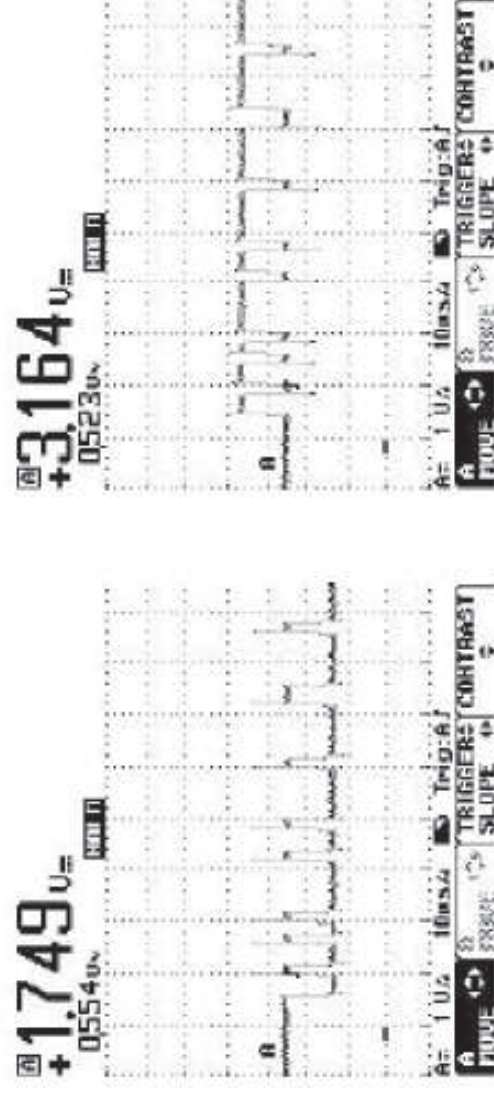
CAN de alta velocidade (HS – High Speed)

A rede de comunicação HS (High Speed – Alta Velocidade) trabalha com um velocidade de transmissão de 125 Kbits por segundo até 1 Mbits por segundo a uma frequência de 62.5 KHz e distância máxima dos cabos de comunicação (“chicote”) de **até 2 metros**.

O HS – CAN opera com uma tensão que varia de **1,5 a 3,5 Volts**.



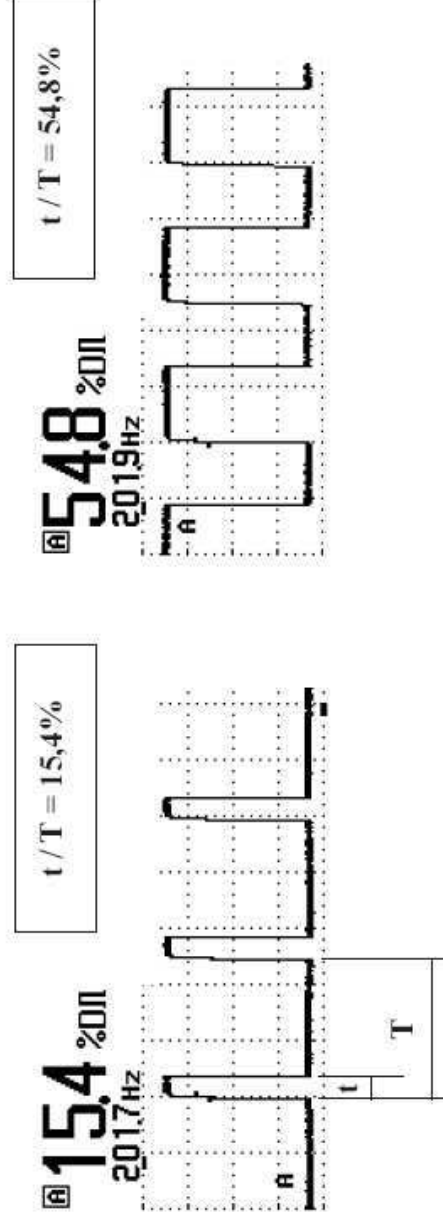
Da mesma maneira que o CAN de baixa velocidade, o CAN de alta velocidade também trabalha com dois sinais espelhados.



Sinal PWM (Modulação por Largura de pulso)

É um conjunto de pulsos que possui valores de Frequência e Tensão fixos. A modulação por largura de pulso é baseada no tempo em que o pulso se mantém no valor de tensão superior e no tempo que se mantém no valor de tensão inferior.

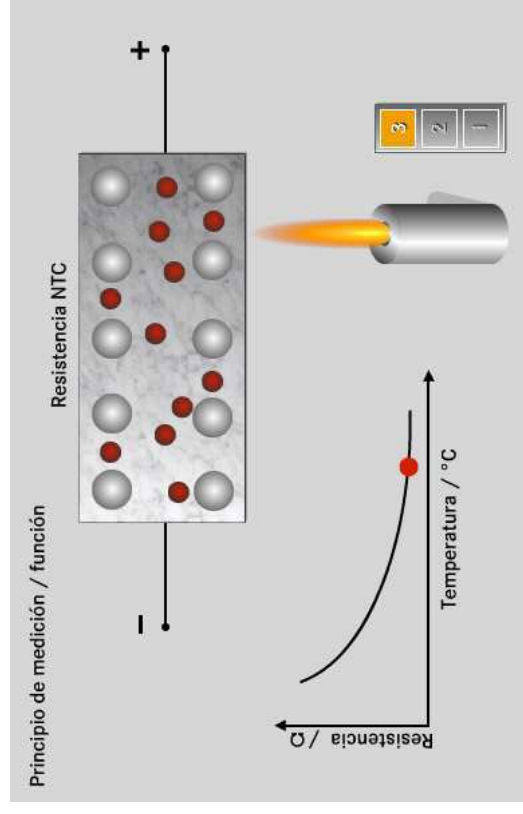
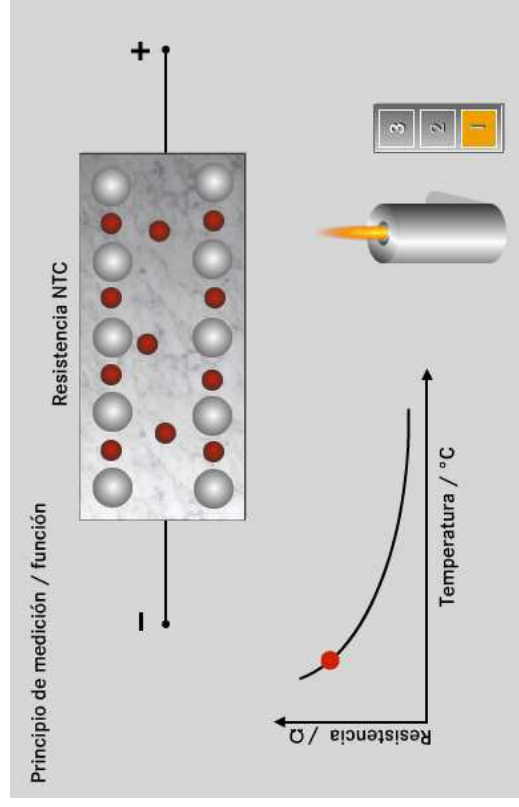
Desta maneira, pode concluir que este tipo de sinal pode ser representado também em porcentagem que se mantém no valor de tensão superior conforme ilustrado na figura abaixo.



Observação: apesar da porcentagem ser diferente, a frequência se mantém constante e, neste exemplo, é igual a 201 Hertz.

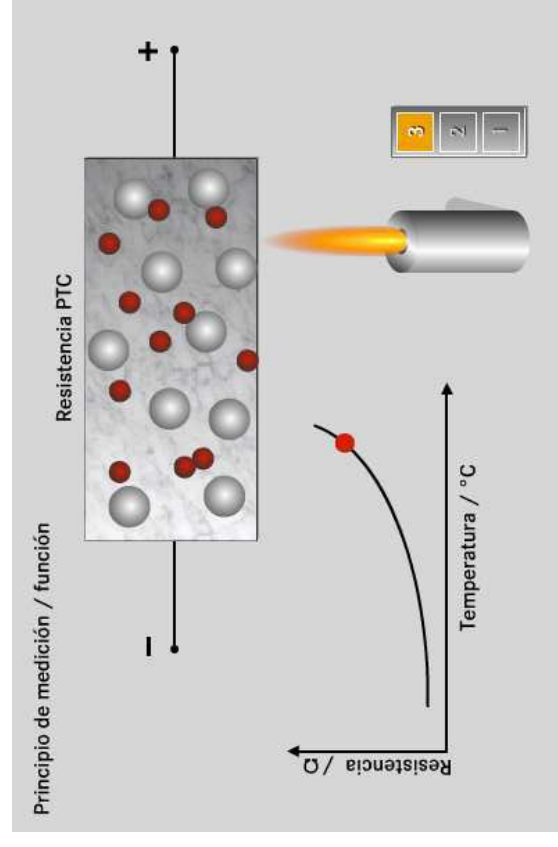
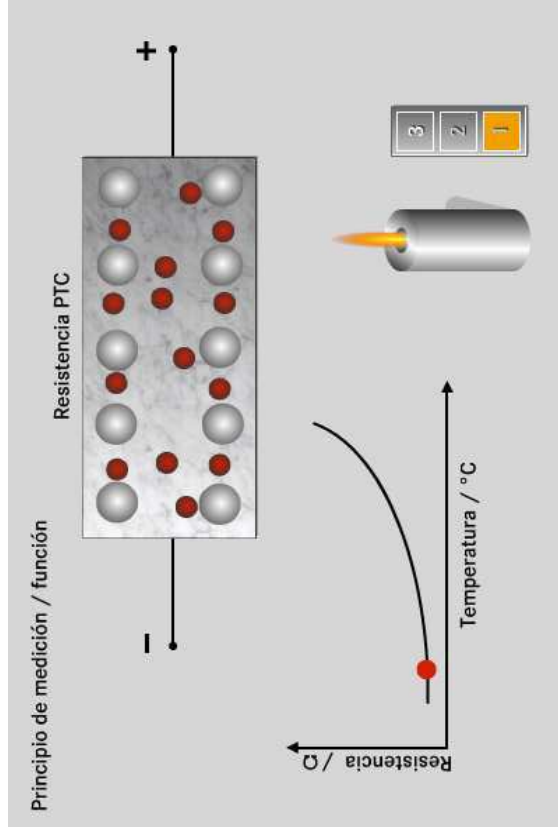
Sensor de Temperatura - NTC

Sensores de temperatura NTC são dispositivos que possuem materiais que alteram sua resistência a passagem de corrente elétrica em função da temperatura. No NTC a resistência do sensor diminui com o aumento da temperatura. Ao compararmos as figuras abaixo vemos a alteração que ocorre com a variação de temperatura. Sensores NTC são largamente utilizados na medição de temperatura.



Sensor de Temperatura - PTC

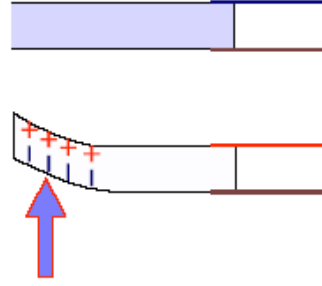
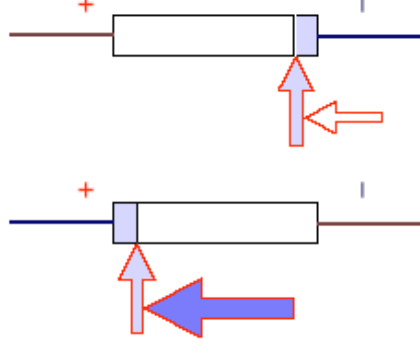
Sensores de temperatura NTC não podem ser submetidos a temperaturas muito elevadas porque isso destruiria o elemento sensor, nesses casos, utiliza-se sensores do tipo PTC que trabalham de modo inverso ao NTC. Nos sensores PTC a resistência a passagem da corrente elétrica aumenta com o aumento de temperatura. Um exemplo de sensor PTC é o sensor de temperatura dos gases de escape.



Sensor de Pressão

A pressão a ser medida exerce um esforço sobre um diafragma que, ao se movimentar, aciona o sensor propriamente dito que pode ser um potenciômetro ou um cristal piezelétrico.

Potenciômetro: a variação de pressão provoca um deslocamento mecânico no potenciômetro responsável por variar a relação de resistência. Esta variação é interpretada pelo módulo eletrônico e é proporcional à pressão que o sensor está submetido.



Cristal piezelétrico: a flexão deste tipo de material causada por esforços mecânicos faz com que seja gerada pelo próprio sensor uma tensão proporcional à pressão que o sensor está submetido.

Módulo de Gerenciamento de Motor – Construção e Funcionamento

Módulo virgem

É um módulo eletrônico com funções semelhantes as de um microcomputador, ele possui processador, memória e programa. Sua parte eletrônica é o que chamamos de hardware, na sua memória foram gravados um programa e um conjunto de parâmetros fixos. Parâmetros fixos são informações que são comuns a todos os tipos de motores eletrônicos, elas são colocadas dentro do módulo pelo fabricante Temic.

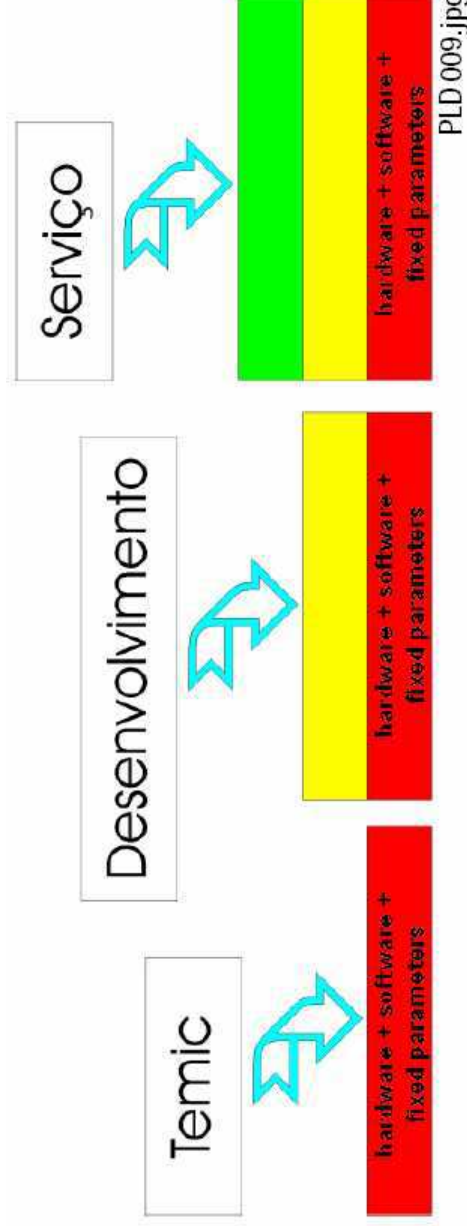
Módulo com jogo de parâmetros básicos

É um módulo virgem que já recebeu um conjunto de parâmetros básicos, agora ele já está apto a trabalhar com um motor, pois conhece suas características. Parâmetros básicos são informações que determinam um tipo de motor (OM 904 LA, OM 906 LA ou OM 457 LA...) eles são colocados dentro do módulo pela área de fabricação de motores durante testes na produção.

Módulo completo (Com Flags)

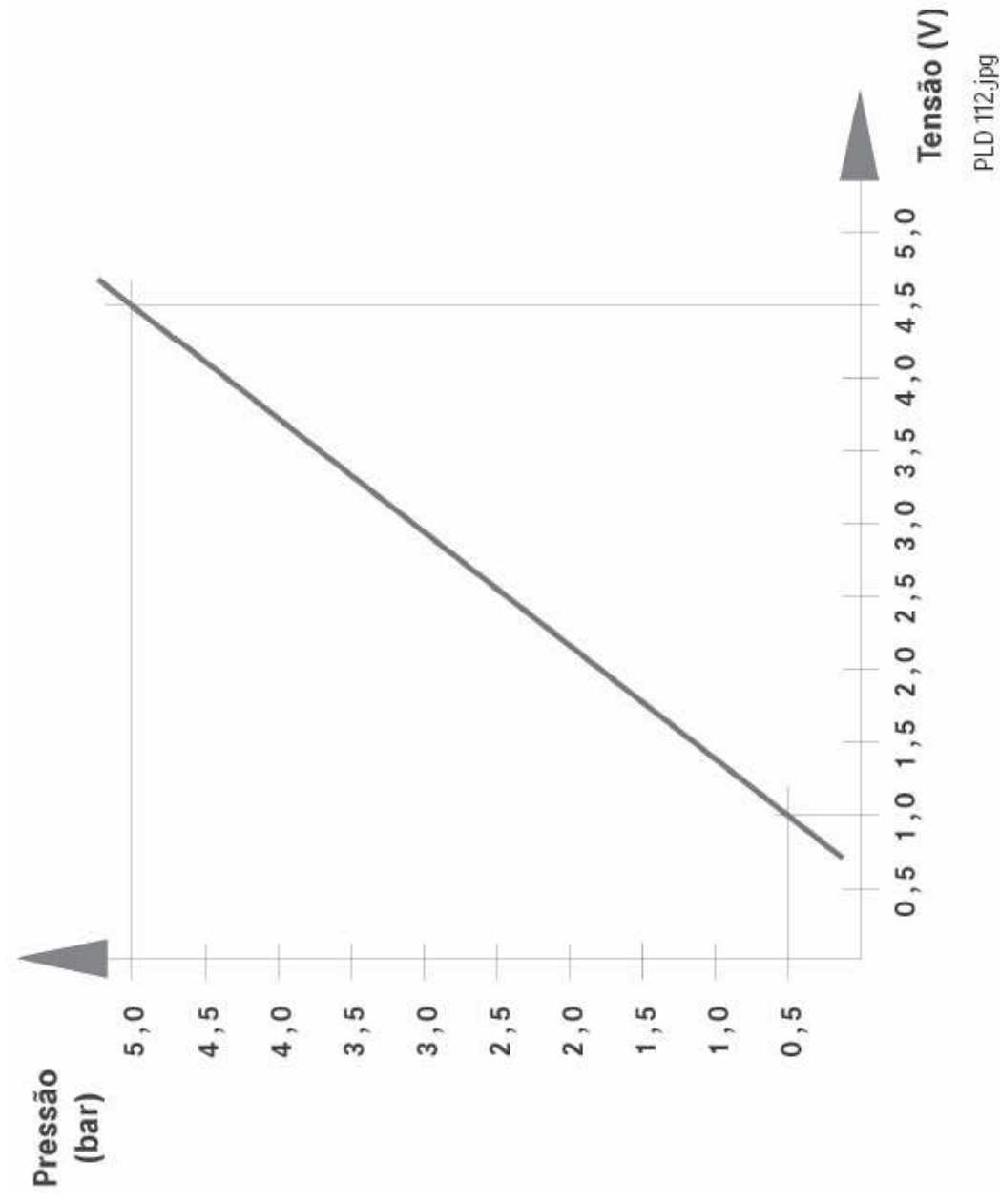
Este módulo já recebeu toda a parametrização, agora ele está apto a desempenhar todas as funções pois conhece as características do motor e os acessórios nele instalados.

Flags são informações que indicam ao PLD qual o tipo de acessório instalado no motor, (ventilador, válvula do top-brake, tipo de motor de partida...), elas são colocadas dentro do módulo pela área de fabricação motores ou pelo pessoal de serviço.



Curva de Resposta dos Sensores de Pressão

Ar de admissão e óleo lubrificante



Temperaturas do motor

