

EXEMPLO: MEDIDA DE ROTAÇÃO.

Conecte, no multímetro, o adaptador para medida de rotação. Como ensinado anteriormente, meça a rotação do motor. O valor medido oscila fortemente, devido às características não uniformes dos pulsos de tensão às velas de ignição.

Tecele a tecla "AVG". No visor, o símbolo AVG aparecerá, indicando a seleção do valor médio. O multímetro atualizará o valor no visor a partir da média de um conjunto de medidas realizadas. Isto trará ao leitor um maior conforto na visualização dos valores no visor. A tecla MÍN e MÁX possui funções semelhantes, embora atualize o visor a cada vez que perceber um valor menor ou maior que o anterior, conforme selecionado.

Usando o mesmo exemplo anterior, ao selecionar a opção MÍN, o visor manterá sempre o menor valor medido na tela. Se for selecionada a função MÁX, o visor será atualizado apenas com o maior valor medido.

Para selecioná-la, escolha uma opção MÍN, MÁX ou AVG. Em seguida, aperte a tecla PEAK. O visor comutará de 1 a 100 milissegundos, figura (A). Ao habilitar esta função, o multímetro fará medidas a cada 1 ou 100 milissegundos conforme selecionado. Nesta velocidade é possível medir valores instantâneos como, por exemplo, ruídos em um sinal. Deve também ser utilizada em conjunto com outras funções principais como medida de tensão, resistência, corrente, etc.

EXEMPLO: TESTE DE RUIDO NO SISTEMA DE IGNIÇÃO

Aplique uma ponta de prova no terminal de baixa tensão da

bobina de ignição e a outra na massa; verifique a tensão apresentada. Clique a tecla correspondente à função AVG e, em seguida a função PEAK. O valor apresentado será maior que o anterior, pois o visor terá sua mensagem congelada quando houver um pico de tensão nos valores médios medidos.

A FUNÇÃO REL

Também utilizada em conjunto com outras funções, representa a variação relativa entre duas medidas subsequentes. Para selecionar a opção, clique na tecla que contém o símbolo Rel, após selecionar a função principal.

EXEMPLO: VARIAÇÃO DA TENSÃO DE RESPOSTA DO SENSOR DE PRESSÃO ABSOLUTA.

Comute o multímetro para medida de tensão e aplique a

ponta de prova no terminal 2 do sensor de pressão absoluta. Selecione a opção REL. O visor indicará a variação da tensão de resposta do sensor. Estes dados podem ser utilizados como referência para verificar veículos semelhantes. A função REL pode também ser utilizada em conjunto com as funções MÍN, MÁX e AVG. Nesta configuração, são armazenadas as variações entre os valores mínimo máximo medidos.

8.5. A FUNÇÃO LIGHT

Uma função auxiliar que permite acender uma lâmpada no visor, facilitando a leitura quando existir insuficiência de iluminação externa. Para selecioná-la clique na tecla de função com este mesmo nome.

INDICE

INTRODUÇÃO.....	01
SUSPENSÃO ATIVA E DIREÇÃO.....	02
FREIOS ABS.....	02
TRANSMISSÃO CONTROLADAS ELETRONICAMENTE.....	04
CONTROLE DE VELOCIDADE ELETRÔNICO.....	05
CONTROLE ELETRÔNICO DO MOTOR.....	06
AR CONDICIONADO.....	07
SISTEMA SUPLEMENTAR.....	08
INSTRUMENTAÇÃO ELETRÔNICA.....	08
SENSOR DE TEMPERATURA.....	09
CIRCUITO SENSOR DE POSIÇÃO.....	13
SENSORES DE POSIÇÃO ON-OFF.....	16
CHAVEAMENTO DO LADO DO TERRA.....	16
CHAVEAMENTO NA ALIMENTAÇÃO.....	17
SENSORES MAGNÉTICOS.....	18
SENSOR DE OXIGÊNIO.....	22
GERADORES DE FREQUÊNCIA.....	24
DISPOSITIVOS DE EFEITO HALL.....	25
SENSOR FLUXO DE AR (POR FIO QUENTE).....	29
DISPOSITIVOS PIEZOELÉTRICOS.....	31
SENSORES DE IMPACTO OU PRESSÃO.....	32
SENSORES PIEZOLÉTRICOS DE PRESSÃO.....	34
SENSORES ÓTICOS.....	36
SENSORES DE CHOQUE E SEGURANÇA.....	37

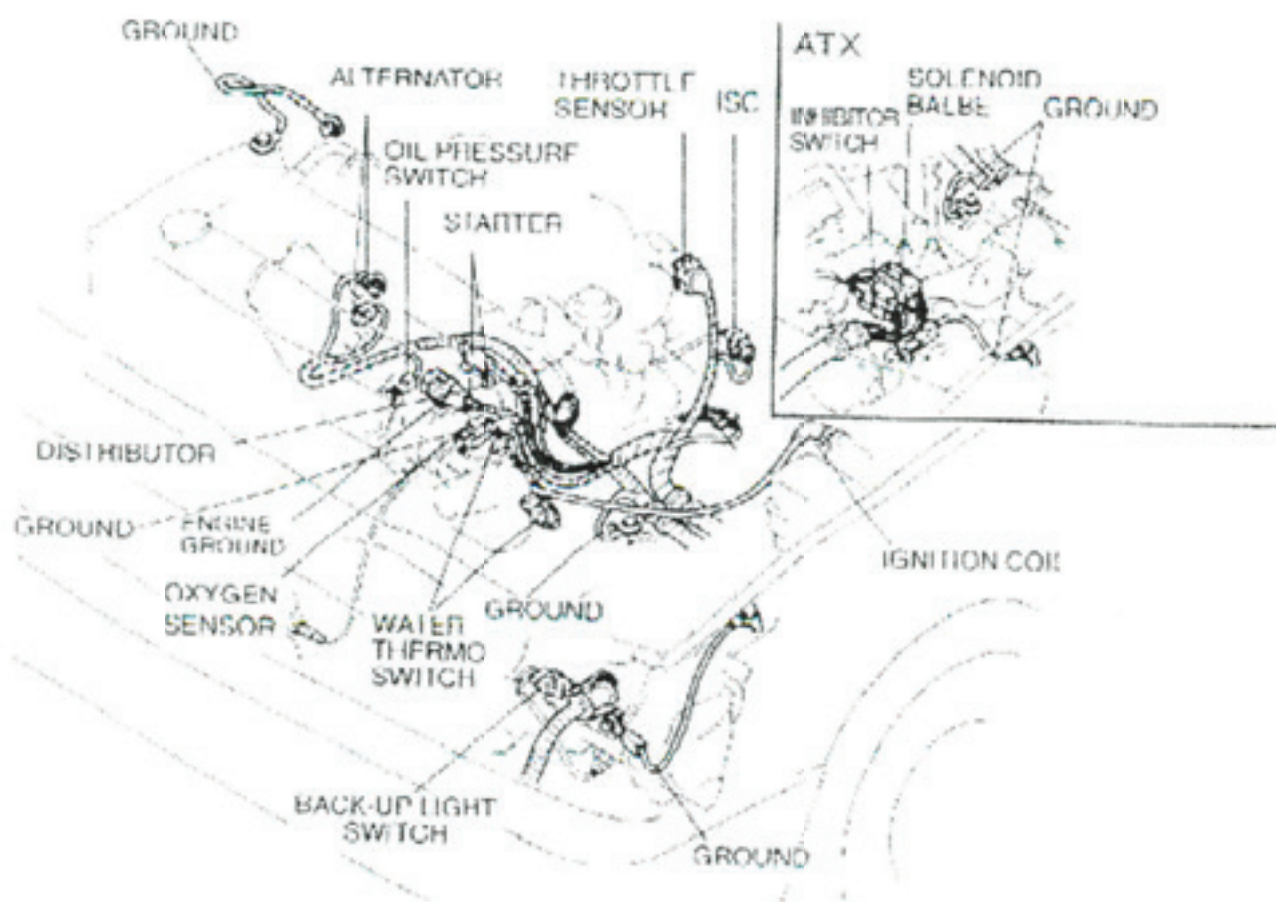
REGULADOR DE TENSÃO INTERNO.....	38
PROCESSAMENTO DO SINAL DE ENTRADA.....	39
CONVERSOR ANALÓGICO/DIGITAL.....	39
CONVERSORES AC/DC.....	40
CONVERSOR FREQUÊNCIA/TENSÃO.....	42
MEMÓRIA.....	43
MEMÓRIA DE ACESSO ALEATÓRIO.....	43
MEMÓRIA PROGRAMÁVEL SOMENTE DE LEITURA (PROM).....	44
MEMÓRIA MANTIDA ATIVA.....	44
MICROPROCESSADORES.....	44
SISTEMA DE AUTO-TESTE.....	44
MEMÓRIA DE SAÍDA.....	45
FUNÇÕES DE SAÍDA.....	45
CONVERSOR DIGITAL/ANALÓGICO.....	46
CHAVEAMENTO DE TRANSISTORES.....	46
CONTROLE DE SAÍDA DA TENSÃO ANALÓGICA.....	47
MODULAÇÃO NA LARGURA DO PULSO (PWM).....	47
TRANSISTORES CONTROLANDO RELÊS.....	48
MULTIPLEXAÇÃO.....	48
TRANSMISSÃO SERIAL VERSUS PARALELA.....	48
OPERAÇÃO DE SISTEMAS NÃO MULTIPLEXADOS.....	49
MOTOR DC.....	50
MOTOR DE PASSO.....	52
BOBINAS.....	54
IGNIÇÃO DE PONTO DE RUPTURA (PLATINADO).....	55
SISTEMAS DE IGNIÇÃO SEM PLATINADO.....	56

INTRODUÇÃO

Muitos veículos, ou quase todos, contêm sistemas com controle eletrônico, normalmente avaliados como:

- Freio ABS
- Controle de Velocidade Eletrônico
- Controles do Motor Eletrônico (Injeção)
- Ar Condicionado
- Direção e Suspensão
- AIR BAG (Proteção a colchão de ar em caso de choque do veículo)
- Instrumentação Eletrônica

Cada um desses sistemas tem algo comum, pois são todos sistemas controlados eletronicamente. Estes sistemas contêm componentes elétricos que constantemente fornecem informações para várias unidades de processamento de sinais. As unidades de processamento interpretam as informações e fazem os ajustes quando necessário para manter as condições ótimas de operação.

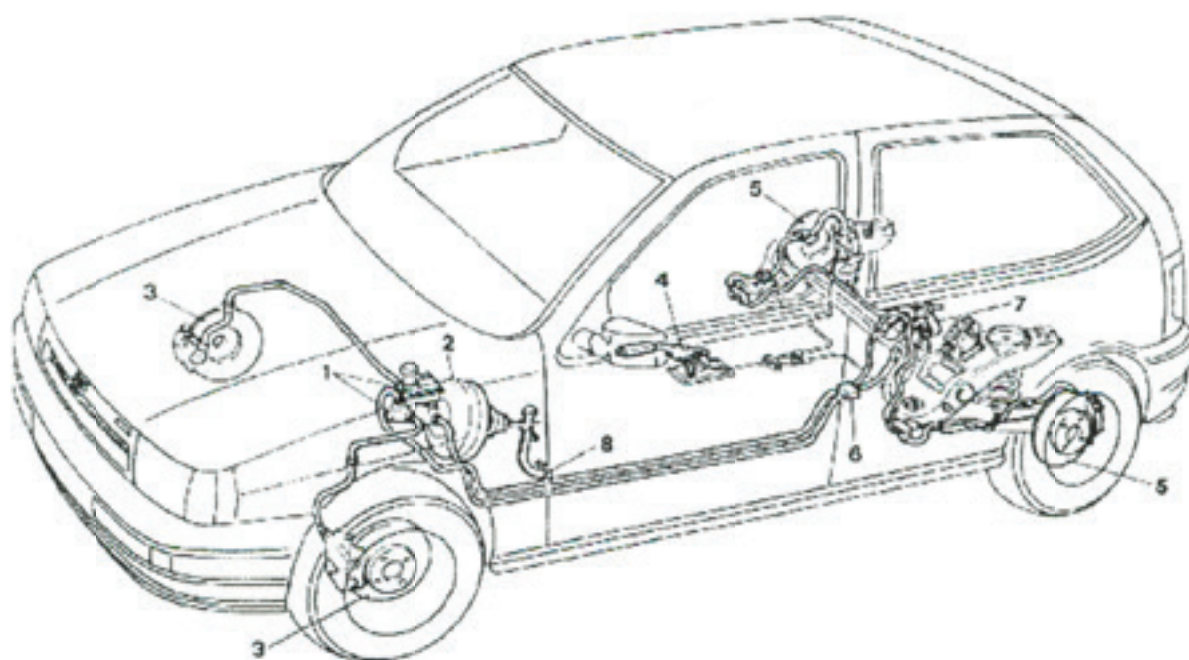


SUSPENSÃO ATIVA E DIREÇÃO

Alguns modelos atuais são equipados com sensor de velocidade (variable assist) e sistemas de direção hidráulica. O sistema tem um sensor de velocidade do volante de direção, sensor de velocidade do veículo, módulo de controle e uma válvula atuadora. O sistema de direção monitora o sensor de velocidade do veículo (montado na transmissão) e o sensor do volante de direção (localizado na coluna de direção) determina a velocidade do veículo, a razão da rotação e ângulo do volante de direção. Baseado nas informações dos sensores, o sistema ajusta a vazão hidráulica para a direção da força por meio da válvula atuadora localizada na direção ou na bomba. Em alta, ou manobras de estacionamento, é necessário mais assistência hidráulica.

O sistema de suspensão ativa usa um módulo de controle, sensores de suspensão do veículo e apoios ajustáveis para controlar o amortecimento da suspensão do veículo ou a altura da mesma. O módulo de controle, monitora as informações enviadas pelos sensores do veículo.

Com as mudanças de condições o módulo de controle ativa os solenóides de controle de ar de suspensão para ajustar a altura do veículo para passageiros e ou bagagens ou ainda para carga total do veículo (passageiros, bagagem, etc).



FREIOS ABS

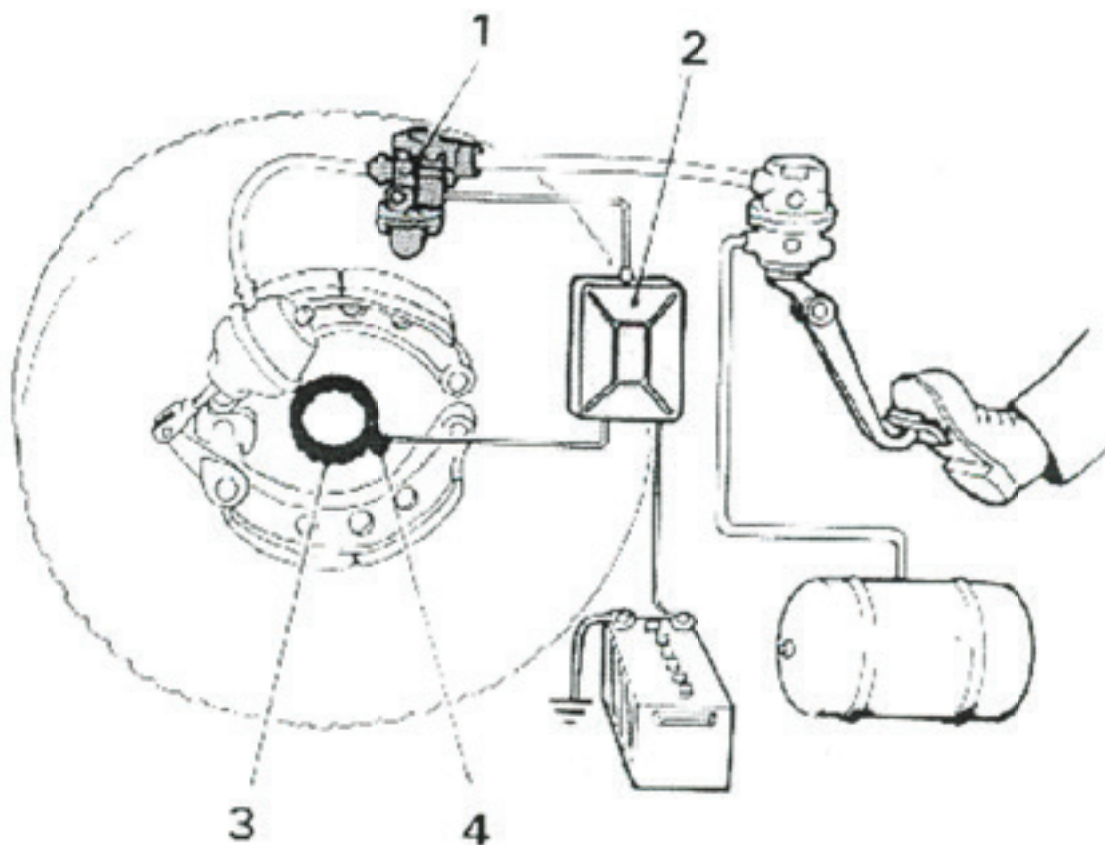
O sistema de freio ABS prevê o travamento de todas as rodas automaticamente, modulando a pressão hidráulica do freio durante uma parada de emergência. Um sistema típico de freio ABS inclui um

módulo de controla, sensores anti-travamento (sensores de velocidade de roda), unidade de controla hidráulico (HCU) e fiação.

O coração do sistema de freio anti-travamento (ABS) é o controlador eletrônico. O controlador monitora a operação do sistema todo o tempo. O controlador processa as informações dos sensores de velocidade localizados em cada roda.

Quando os freios são aplicados, o controlador avisa a HCU para ajustar a pressão hidráulica do freio, quando ele sente que há uma condição de roda travada.

FUNCIONAMENTO

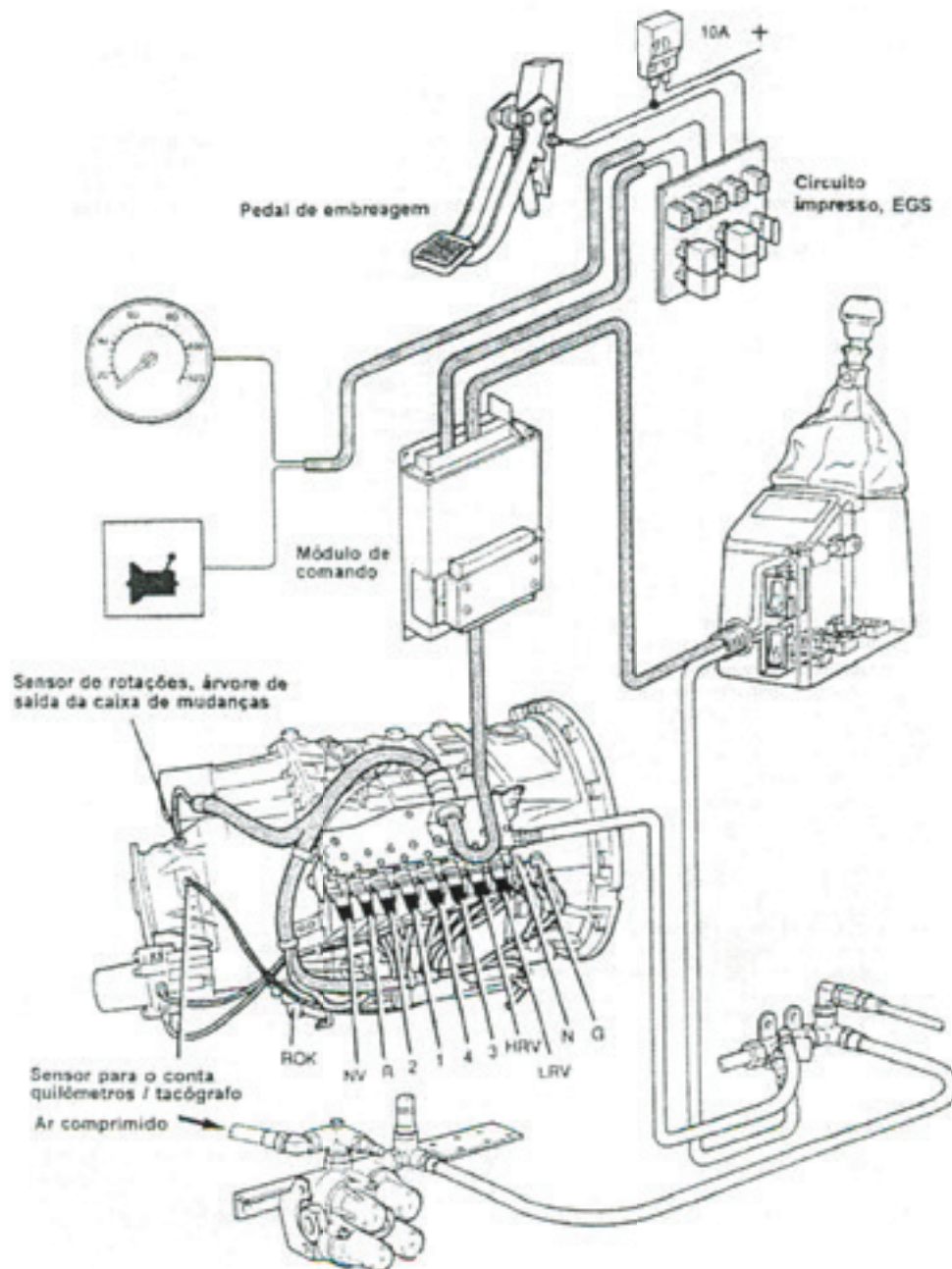


1. Válvula Moduladora. Uma para cada roda monitorada.
2. Unidade de controle eletrônico.
3. Anel dentado. Um para cada roda monitorada.
4. Sensor eletromagnético, (indutivo) um para cada roda monitorada.

EX : ABS DA LINHA PESADA APLICADA EM ÔNIBUS E CAMINHÕES.

TRANSMISSÃO CONTROLADAS ELETRONICAMENTE

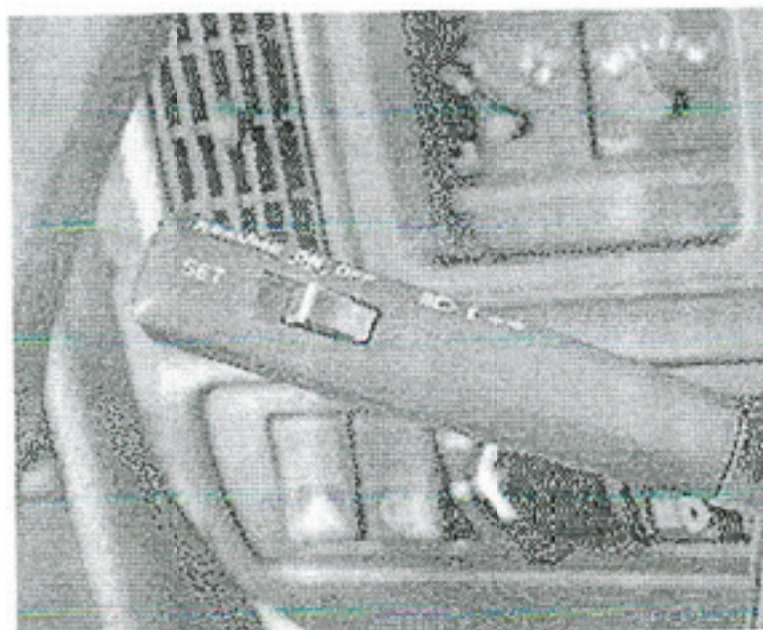
Em transmissões controladas eletronicamente, o fluxo do fluido através do corpo da válvula não é totalmente controlado por válvulas mecânicas e molas. Ao invés disto, a vazão do fluido e direção são controlados por solenóides localizadas sobre e dentro do corpo da válvula. Estes solenóides fornecem preciso controle do comando da transmissão. Os solenóides são controlados por módulos eletrônicos que monitora a velocidade do veículo, a carga do motor e ângulo da borboleta para determinar a marcha adequada para as condições de condução do veículo.



CONTROLE DE VELOCIDADE ELETRÔNICO

Vulgarmente chamado de Piloto Automático. O sistema de controle de velocidade eletrônico é usado para manter uma velocidade na estrada constante, selecionada pelo motorista. O sistema tem uma montagem servo (servo-motor), sensor de velocidade, módulo de controle e componentes elétricos e a vácuo. Em algumas aplicações o sistema de controle de velocidade está integrado com o sistema de injeção (EEC – Controle Eletrônico do Motor) e em outras aplicações, há um módulo de controle separado.

Quando o motorista aciona o sistema, o módulo de controle monitora a frequência do sinal do sensor de velocidade. Quando a frequência do sensor de velocidade muda, o módulo de controle ativa o servo para manter constante a velocidade na estrada.



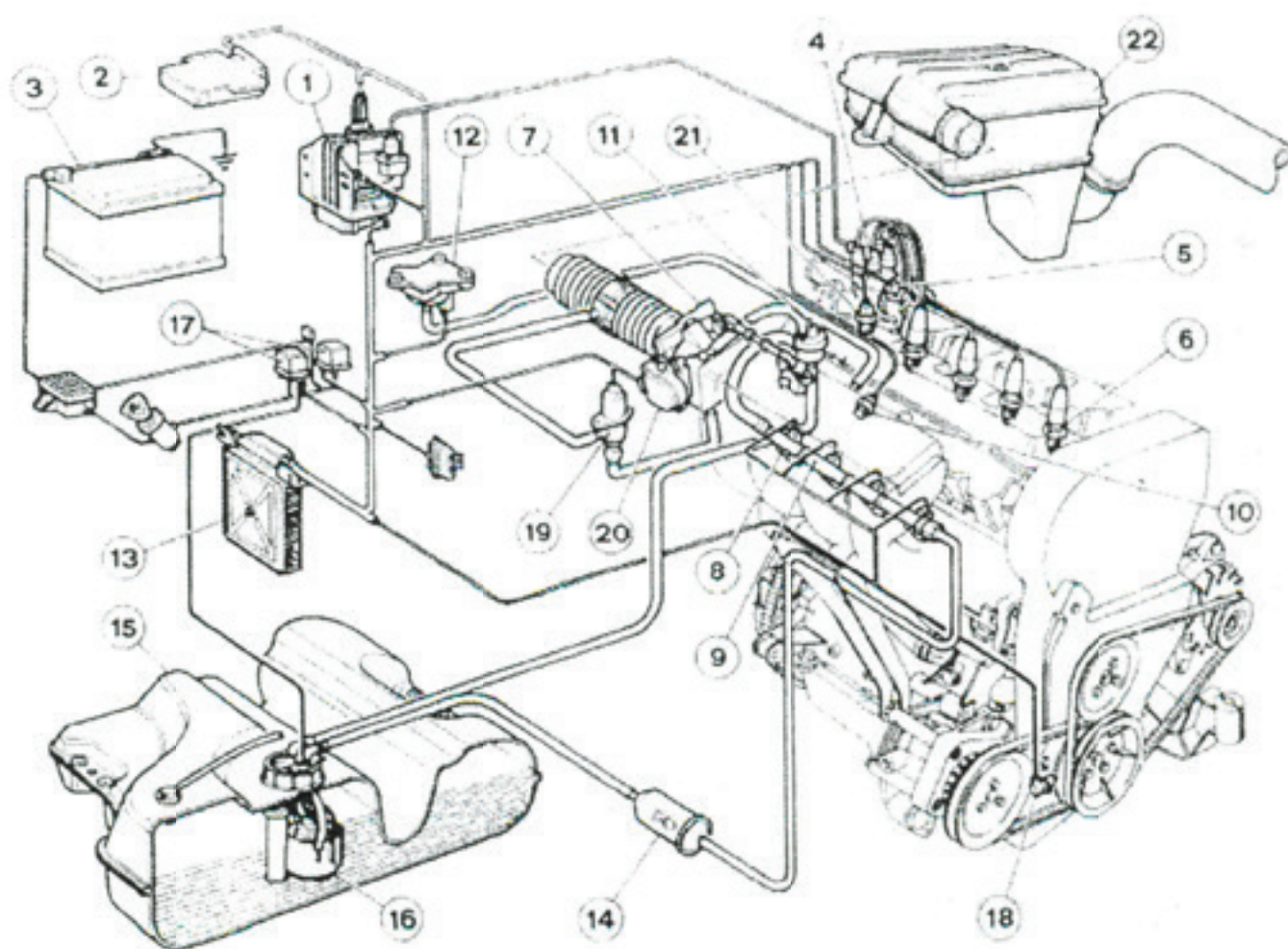
O mais moderno sistema de manutenção e controle de velocidade. Na mesma alavanca, seleção da velocidade de cruzeiro e controle da rotação do motor para aquecimento e tomada de força.

O motorista seleciona a velocidade em que deseja trafegar de acordo com suas condições de operação. O piloto automático é desligado assim que o motorista aciona o freio de serviço, freio da carreta ou a embreagem.

CONTROLE ELETRÔNICO DO MOTOR (Sistema de Injeção de Combustível Eletrônico)

O sistema de controle eletrônico do motor (EEC – Electronic Engine Control) é o coração do sistema de operação do motor. Ele consiste de uma unidade de controle eletrônico (ECA- Eletronic Control Assembly), sensores de entrada, elementos de saída, fiação e componentes diversos.

A ECA é um microcomputador. Ele avalia constantemente ou processa as entradas (sinais) do sistema de operação do motor e determina a melhor seqüência de operação das saídas.



A ECA constantemente monitora as condições de operação do motor através de vários sensores localizados no compartimento do motor e sobre o motor. Entre eles estão o sensor de temperatura do líquido de arrefecimento (ECT – Coolant Temperature Sensor), sensor de pressão absoluta (MAP –

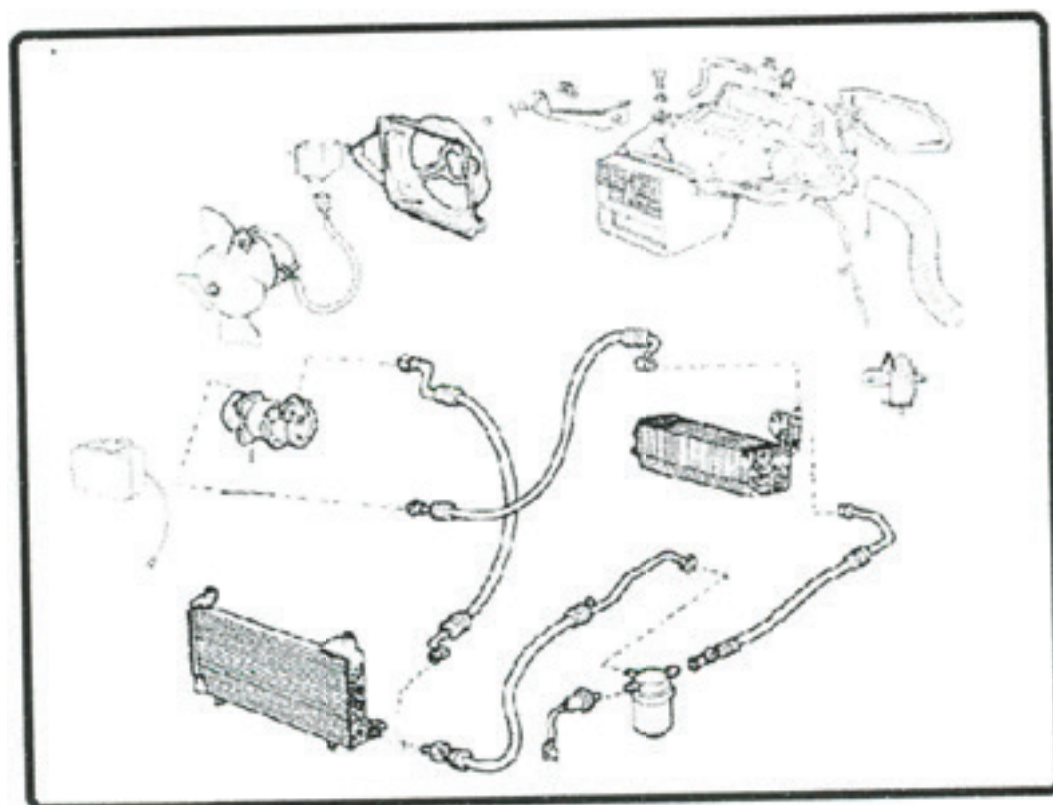
Manifold Absolute Pressure), sensor de temperatura do ar (ACT – Air Charge Temperature), sensor de velocidade do veículo, sensor de detonação e sensor de oxigênio do gás de exaustão. A ECA controla tais coisas como mistura de ar/combustível, ponto de ignição e velocidade de marcha lenta do motor, por meio de vários dispositivos de saída, incluído nestes, estão injetores de combustível, o módulo de ignição, válvula de recirculação de gás de exaustão (EGR), e válvula do ar de marcha lenta (ISC – BPA solenóide). Todos estes componentes trabalham juntos para fornecer a melhor performance do motor com baixos níveis de emissões.

AR CONDICIONADO

O ar condicionado tem um módulo de controle, sensor de calor, sensor de temperatura interna, sensor de temperatura ambiente e sensor de temperatura do motor.

Ele automaticamente mantém a temperatura selecionada pelo motorista e regula a vazão de ar entre o painel de instrumento, dutos do piso, desembassadores do pára-brisa e quebra-vento.

Quando o sistema está ajustado para o modo automático e para uma determinada temperatura confortável, o sistema de controle de temperatura irá automaticamente aquecer ou resfriar o ar.



SISTEMA SUPLEMENTAR

Este sistema eletrônico também usa um monitor de diagnóstico e sensores de colisão. Ele consiste de dois sub-sistemas:

1. O sistema de bolsas de ar é composto de infladores para motorista e passageiro.
2. O sistema eletrônico é constituído de um sensor de colisão e um monitor de diagnóstico.

O monitor de diagnóstico efetua uma checagem contínua para o sistema. Ele monitora o sensor de colisão e suas conexões de instalação elétrica, um instrumento montado no painel.

Sensores de colisão e sensores de proteção são montados na frente do veículo. Sua finalidade é para diferenciar entre colisões moderadas, o que não justifica o uso da bolsa de ar e colisões fortes, que justifica o uso. Eles são projetados de forma que numa colisão a 40 km/h contra um carro parado ou algo similar seja acionado o circuito através do terra do chassi.

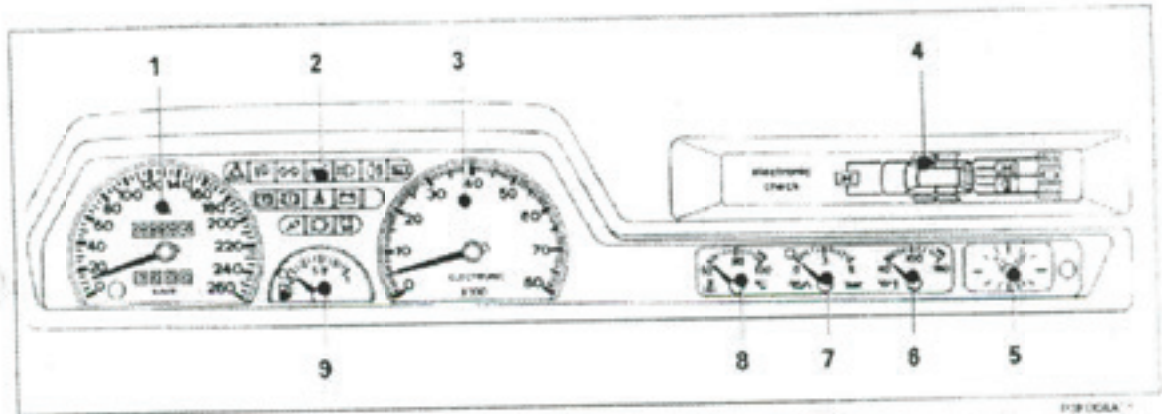
O sistema não irá usar a bolsa de ar, a não ser que ele tenha a confirmação dos dois sensores de controle. Os contatos da chave de segurança irão fechar somente quando houver uma desaceleração do veículo suficiente para o acionamento. Quando o interruptor de segurança fechar ele completará o sistema elétrico para a bateria. As bolsas de ar será acionadas quando apenas um dos sensores de impacto e um sensor de segurança estiveram fechados ao mesmo tempo.



INSTRUMENTAÇÃO ELETRÔNICA

A maioria dos sistemas de controles eletrônicos que explicamos foram sistemas que desenvolvem suas funções sem resultados visíveis. Nos painéis de instrumentos de veículos atuais nós podemos ver

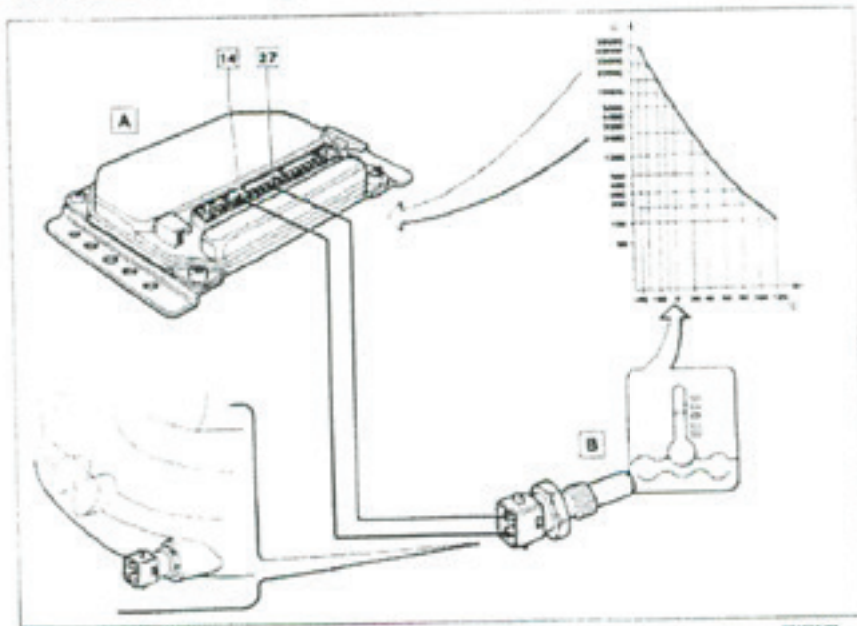
claramente os efeitos de um sistema eletrônico. Esta monitoração eletrônica consiste de um módulo eletrônico que processa as informações dos sensores e controla os displays e indicadores. Os displays podem incluir como: velocímetros, hodômetros, indicadores de óleo do motor, temperatura do fluido refrigerante do motor, nível de combustível, condições da bateria e para alguns veículos uma espécie de painel de diagnósticos.



- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 1. Velocímetro com hodômetros total e parcial 2. Indicadores luminosos 3. Contagiros 4. Check Control 5. Relógio analógico | <ul style="list-style-type: none"> 6. Indicador de temperatura de óleo do motor 7. Indicador de pressão de óleo do motor 8. Indicador de temperatura da água 9. Indicador de nível de combustível |
|--|---|

SENSOR DE TEMPERATURA

Um dos sensores mais comuns encontrados em aplicações automotivas é o sensor de temperatura. Os circuitos de sensores de temperatura são usados em sistemas eletrônicos para monitorar a



temperatura de vários componentes, fluidos e até o ar. As unidades de controle de injeção, os controles de transmissão automática e a instrumentação eletrônica são exemplos de sistemas que

usam circuitos sensores de temperatura. A operação do circuito basicamente é a mesma para os três sistemas.

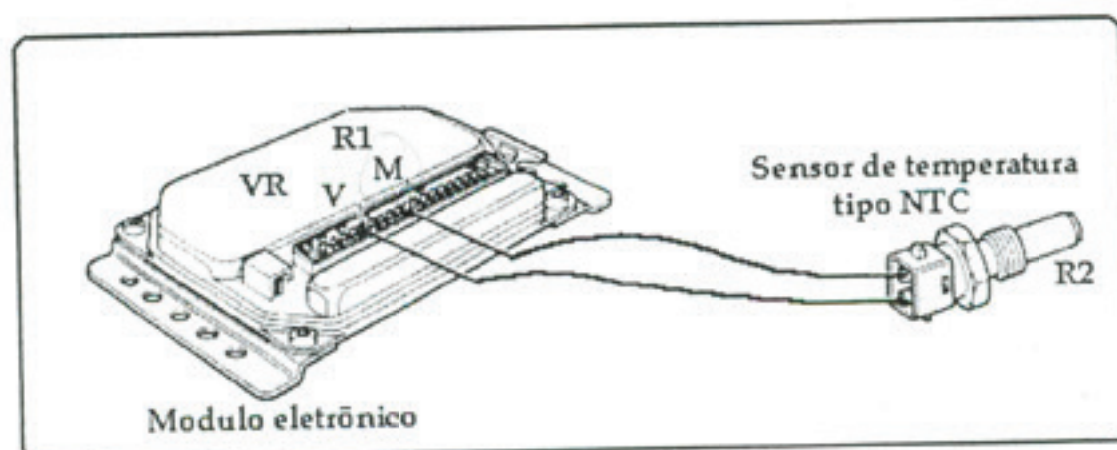
O circuito consiste de um módulo de controle, sensor de temperatura, fiação e conectores. O modo de controle contém um regulador de tensão. Um resistor de limitação de corrente e um processador de sinal que atua como um voltímetro.

O regulador de tensão fornece um nível tensão constante para o circuito. O módulo de controle interpreta qualquer flutuação de tensão quando o sensor detecta variação de temperatura. A fonte de tensão deve ser regulada pelo sistema para funcionar adequadamente.

O resistor de limitação de corrente é um resistor fixo que protege o circuito de uma sobrecarga de corrente. O resistor limita a maior parte do fluxo de corrente, se ocorrer um curto-circuito entre o módulo de controle e o sensor de temperatura.

A parte correspondente ao voltímetro do módulo de controle mede o nível de tensão no ponto M. Este nível de tensão depende do valor da resistência e da temperatura do sensor.

O sensor de temperatura é um resistor variável no qual o valor de resistência muda conforme as mudanças médias de temperatura. Este tipo de sensor aumenta a resistência conforme a temperatura diminui, e diminui a resistência com o aumento da temperatura. Este sensor é chamado de termistor tipo NTC, ou seja, coeficiente negativo de temperatura.

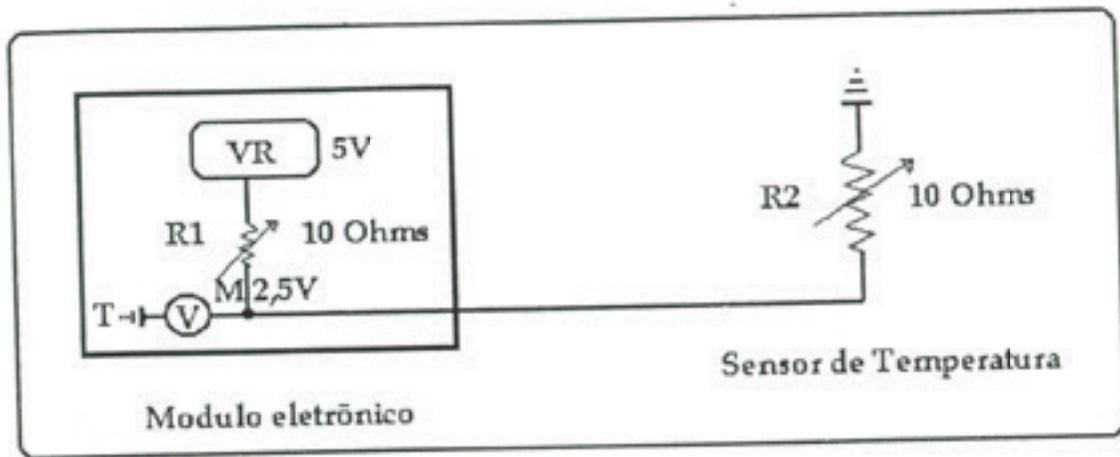


O circuito sensor de temperatura é um tipo de circuito divisor de tensão. Neste circuito um resistor de limitação está em série com um resistor variável. Esta configuração cria uma queda de tensão através do termistor que é diretamente proporcional a resistência do circuito total.

A fórmula que é usada para determinar a tensão no ponto M neste exemplo de um circuito divisor de tensão é:

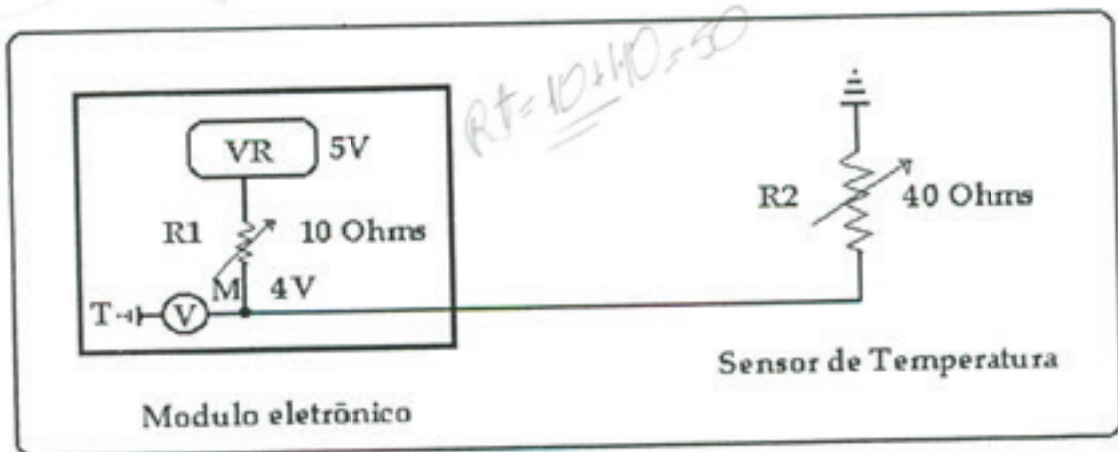
$$V_m = (R_2/R_t) \cdot V_r$$

V_m é a tensão monitorada, a tensão no ponto M. R_2 é o valor da resistência do sensor de temperatura e R_t é o total de resistência de R_1 e R_2 . V_r é igual a tensão de referência do regulador de tensão.



Por exemplo, se $V_r = 5$, $R_1 = 10$ e $R_2 = 10$, então $V_m = 2,5$
 $V_m = (10/20) \cdot 5$
 $V_m = 0,5 \cdot 5$
 $V_m = 2,5 \text{ volts}$

Voltagem modulada



Se R_2 (termistor) for aumentando para 40, então V_m terá aumento de 4.
 $V_m = (R_2/R_t) \cdot V_r$
 $V_m = (40/50) \cdot 5$
 $V_m = 0,8 \cdot 5$
 $V_m = 4 \text{ volts}$

Se R2 (termistor) for diminuído de 1, então Vm diminuiria para 45 volts.

$$V_m = (R_2/R_t) \cdot V_r$$

$$V_m = (1/11) \cdot 5$$

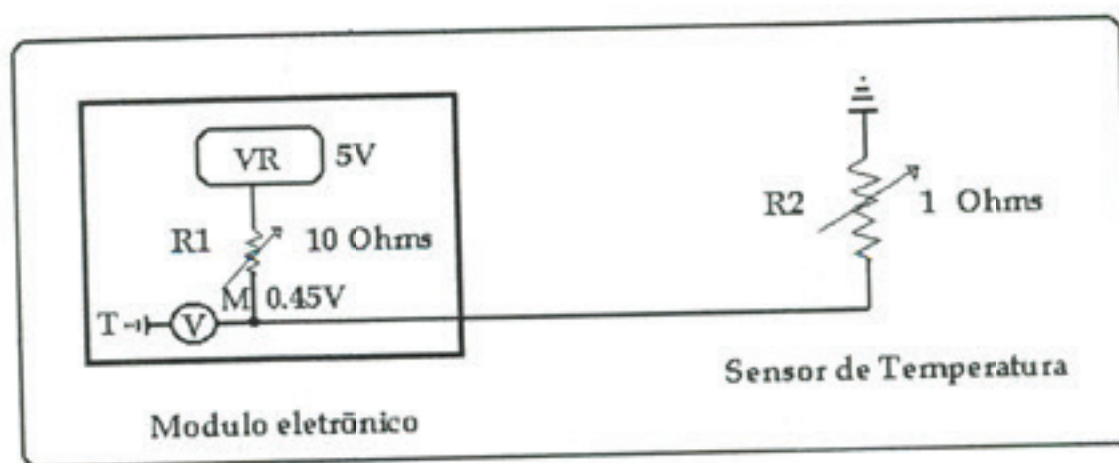
$$V_m = 0.09 \cdot 5$$

$$V_m = 0.45 \text{ volts}$$

$$E_x = R_t = R_1 + R_2$$

$$R_t = 10 + 1$$

$$R_t = 11$$



Durante uma operação normal com o aumento da temperatura que está sendo medida, a resistência do sensor de temperatura diminui e o nível de tensão no ponto M também, e vice versa. O módulo de controle usa o valor de tensão no ponto M como um valor de entrada para determinar quais tipos de alterações devem ser feitas no sistema. Este circuito fornece um sinal de tensão analógica variando de 0 a 5 volts.

Durante condições anormais do circuito, tais como um circuito aberto ou em curto-circuito, o circuito não é capaz de fornecer uma representação precisa da temperatura como ela foi medida. Qualquer valor de resistência que exceder o valor como foi projetado, irá afetar o nível de tensão no ponto M, fornecendo ao módulo de controle um valor de entrada impreciso.

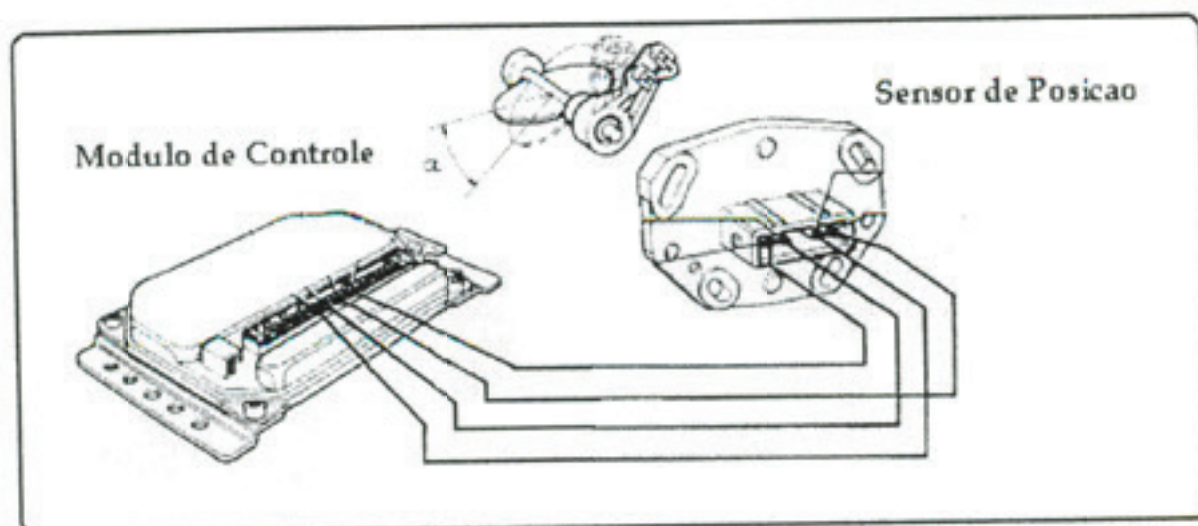
Uma interrupção no circuito entre o módulo de controle e o terra do sensor resultará em uma leitura de 5 volts no ponto M. Um curto para o terra entre o módulo de controle e o sensor resultará em um nível de tensão próximo de zero volts no ponto M. Um nível de tensão maior que o normal estará no ponto M quando houver um valor de resistência alta entre o módulo de controle e o terra do sensor. O valor medido não representará a temperatura que está sendo medida quando houver uma condição de circuito anormal.

CIRCUITO SENSOR DE POSIÇÃO.

Muitos sistemas controlados eletronicamente requerem que a posição de um componente seja monitorada por toda a extensão de seu deslocamento. Uma das aplicações desse circuito está no sistema de temperatura onde o modo de controle precisa monitorar o curso de uma válvula num sistema de ar-condicionado.

Como o circuito sensor de temperatura, o circuito sensor de posição contém um módulo de controle, sensor posição e conectores. O módulo de controle tem um regulador de tensão, resistor de limitação e uma espécie de voltímetro CC (corrente contínua).

O sensor de posição é um resistor variável, ele funciona de forma diferente do que um sensor de temperatura. A resistência do sensor de posição é alterada mecanicamente.

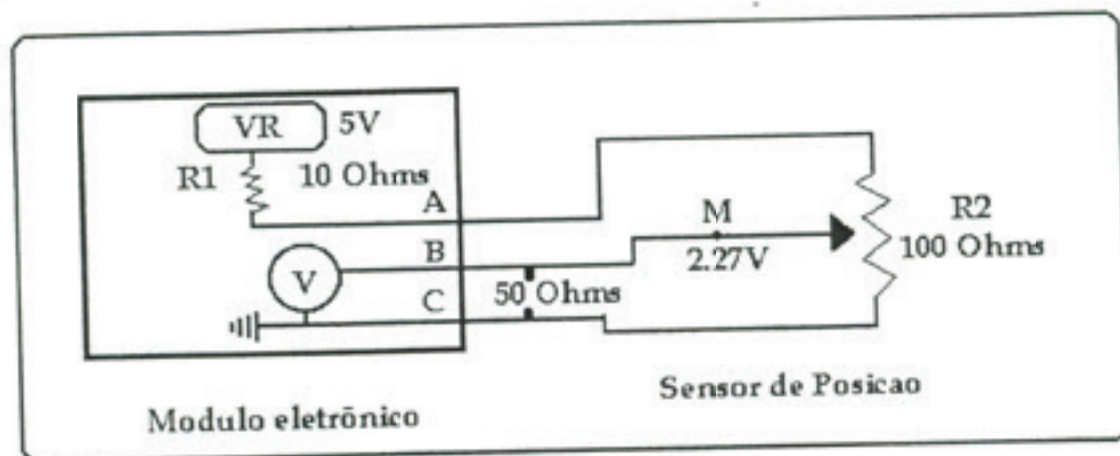


O sensor de posição contém um cursor variável com um contato que desliza sobre um resistor fixo. O cursor é ligado mecanicamente a um eixo que recebe os movimentos mecânicos.

Como a posição do eixo desse potenciômetro é alterado, a sua resistência também é alterada. Através de uma medição de tensão o modo de controle determina a posição do eixo através da tensão medida no cursor.

Este circuito também é um divisor de tensão, mas não é como o circuito sensor de temperatura, ele monitora a tensão no sensor por uma linha de retorno do mesmo.

A fórmula que é usada para determinar a tensão no ponto M neste exemplo de circuito divisor de tensão é:



$$V_m = (R_{bc}/R_t) \cdot V_r$$

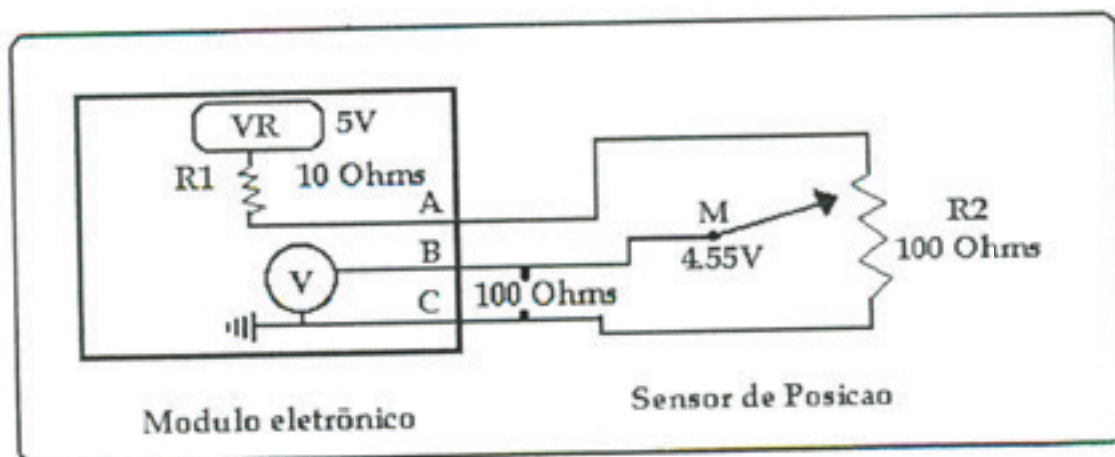
V_m representa a tensão no ponto M, ou a tensão monitorada. R_{bc} é o valor da resistência entre o ponto B e o ponto C. R_t é a resistência total de R1 e R2. V_r equivale a tensão de referência do regulador de tensão.

Se, $V_r = 5$, $R_{bc} = 50$, $R_1 = 10$ e $R_2 = 100$ então $V_m = 2,27$ volts

$$V_m = (50/110) \cdot 5$$

$$V_m = 45.5$$

$$V_m = 2.27 \text{ volts}$$



Se R_{bc} é aumentando para 100, então V_m será aumentado para 4.55 volts.

$$V_m = (R_{bc}/R_t) \cdot V_r$$

$$V_m = (100/110) \cdot 5$$

$$V_m = 91.5$$

$$V_m = 4.55 \text{ volts}$$

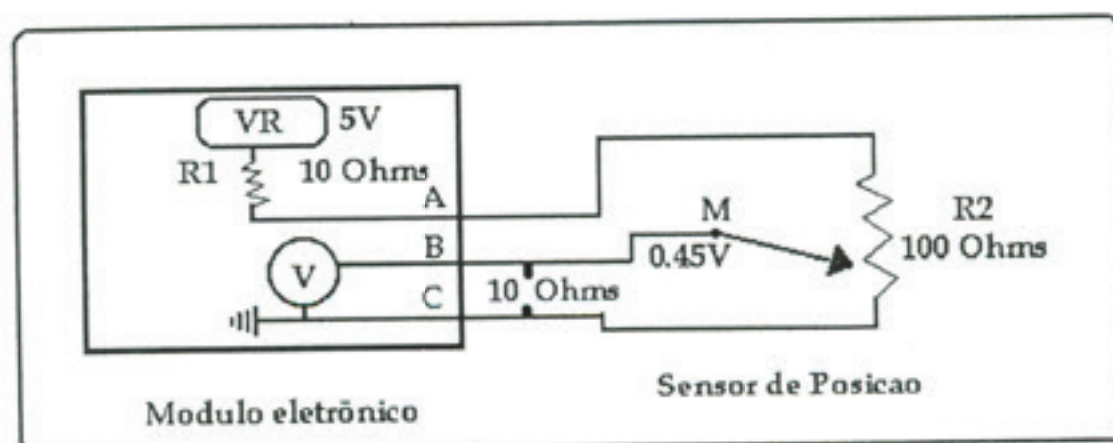
Se R_{bc} for diminuído para 10, daí V_m será diminuído para 45

$$V_m = (r_{bc}/R_t)$$

$$V_m = (10/110) \cdot 5$$

$$V_m = 0.45$$

$$V_m = 0.45 \text{ volts}$$



Durante a operação normal, a posição que está sendo sensoriada muda para o fim de curso e a resistência do sensor de posição aumentará ou diminuirá, dependendo do circuito projetado. O módulo de controle usa a tensão monitorada como uma entrada para determinar qual o tipo de atuação necessária que deverá ser feita. Se a resistência aumenta, a tensão monitorada aumentará, e caso haja o inverso, a tensão diminuirá. O circuito, produz uma escala de tensão numa faixa de 0 até 5 volts.

Nas condições extremas de alta ou baixa resistência, o circuito não pode dar uma representação precisa da posição que está projetada para sensoriar. Qualquer valor de resistência que não está dentro dos limites do circuito projetado causará uma imprecisão de entrada.

Uma abertura em qualquer lugar da tensão de referência ou linha de sinal, causará uma leitura de 0 volts. O mesmo causará se o sensor abrir, e o cursor estiver no lado da referência do terra. Se o cursor acima do ponto de abertura, então o módulo sensoriará 5 volts. Um curto para o terra, na linha de referência ou linha de sinal, causará um nível zero volts para a tensão monitorada. Se a linha de terra para o módulo for aterrada prematuramente, a entrada não será afetada. Na escala do sensor de posição (na mais alta ou na mais baixa), isto significa uma certa imprecisão na leitura do sensor pois se o sensor estiver na linha da Tensão de referência a tensão monitorada será menor que o valor real, e se o sensor estiver com a posição na linha de terra, a tensão monitorada será maior que o normal.