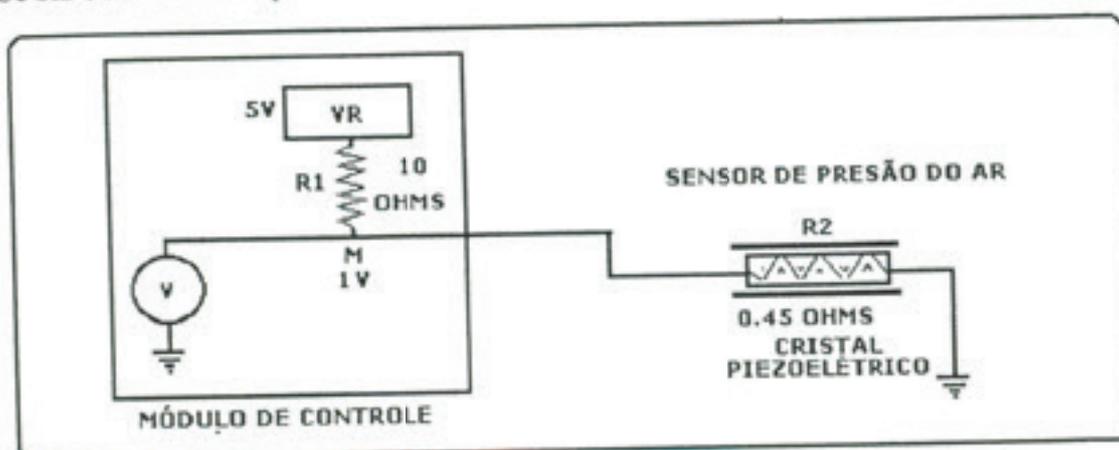


Se R2 é aumentado para 40 Ohms, então Vm aumentaria para 4 volts.



Se R2 for 1 Ohm, então Vm cai para 0.45 volts.

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

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

$$V_m = 0,45 \text{ volts}$$

Durante a operação normal, se tivermos uma variação na pressão, a resistência será diretamente proporcional bem como a tensão no ponto M. A tensão no ponto M varia de zero a 5 volts.

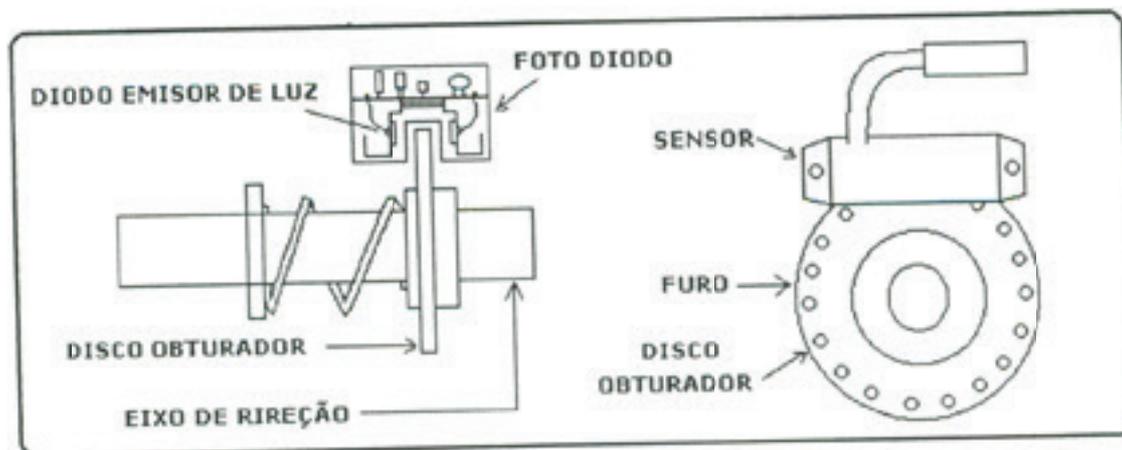
Durante uma operação anormal, tal como uma abertura ou curto, o circuito não fornece indicação correta da pressão. Uma abertura entre o módulo de controle e o terra do sensor resultará em leitura 5 volts no ponto M. um curto para o terra a leitura será de zero volts. Uma leitura maior que a tensão normal ocorrerá quando houver muita resistência entre o módulo de controle e o terra do sensor. A entrada do circuito não representará a temperatura correta, sempre que houver uma condição anormal no circuito.

## SENSORES ÓTICOS

O controle de suspensão e direção eletrônicos, ambos utilizam-se de sensores óticos.

O circuito consiste de um módulo de controle, sensor ótico, fiação e conexões. O sensor fornece uma tensão quadrada para o módulo de controle.

O sensor de direção possui dois elementos emissores e dois transistores receptores. O sensor é fixado na coluna de direção por uma abraçadeira. Um disco com orifícios é fixado na haste de direção e, sem contato físico, é encaixado no disco o conjunto emissor/receptor, que estará sendo interceptado ou não, dependendo da posição do disco. A função do disco perfurado é deixar passar ou não luz do emissor (LED) para o receptor (transistor).



O sinal do sensor de direção e o módulo de controle são ligados por dois fios A e B. Quando passa luz através do orifício do disco, então é detectado o sinal para o foto-transistor A, controlando esta linha que irá medir zero volts e caso contrário (obstrução) 5 volts. Analisando o transistor B, da mesma forma funcionará. Cada pulso pode indicar aproximadamente 5 graus de rotação do volante.

O módulo de controle utiliza-se das informações dos dois sensores para determinar a direção e o número de rotação através do número de pulsos recebidos dos detectores. O sentido de direção será reconhecido se ocorrer o primeiro pulso em A e logo a seguir em B, ou então para a outra direção a seqüência seria B e em seguida A.

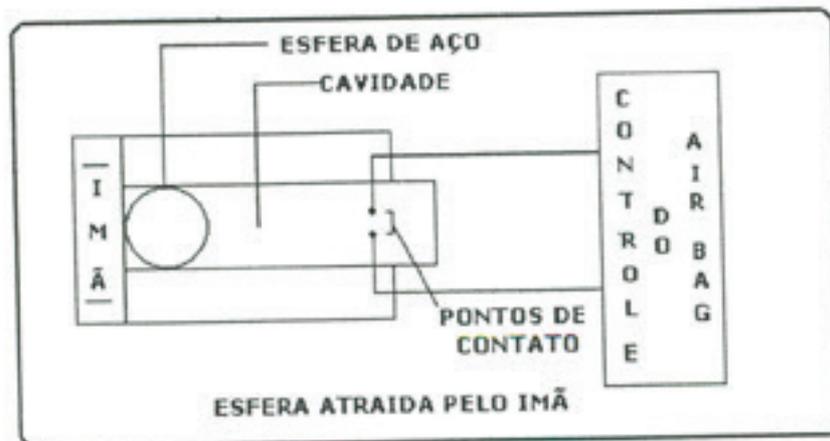
Uma condição anormal de funcionamento resultará numa imprecisão do sinal de entrada para o módulo. O voltímetro irá ler zero se ambos os sensores estiverem com as seguintes condições:

- Má conexão ou um circuito aberto na alimentação ou linha de terra.
- Um curto para o terra na linha de alimentação.

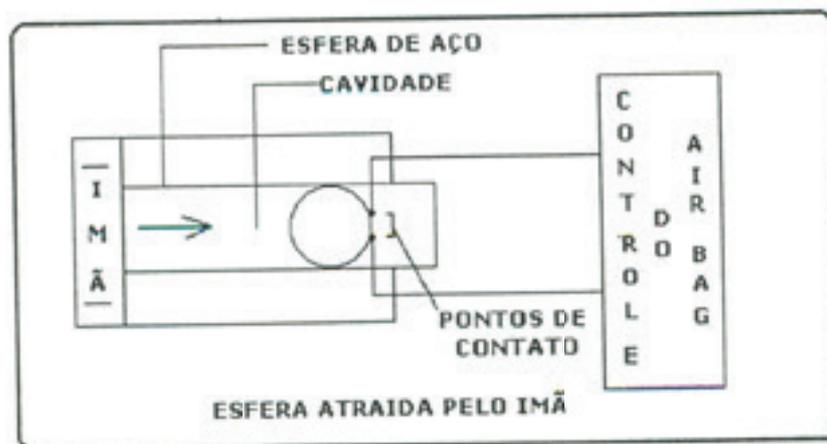
Numa destas condições, a leitura será zero volts na própria linha e não afetará a outra linha de sensoriamento.

## SENSORES DE CHOQUE E SEGURANÇA

Talvez o mais simples e de construção cuidadosa usados em aplicações automotivas onde requerem-se choque e segurança. Os sensores de segurança e choque são constituídos de uma cavidade na qual uma esfera revestida de ouro pode deslocar-se. No final da cavidade existe um ímã e no outro lado um par de contatos.



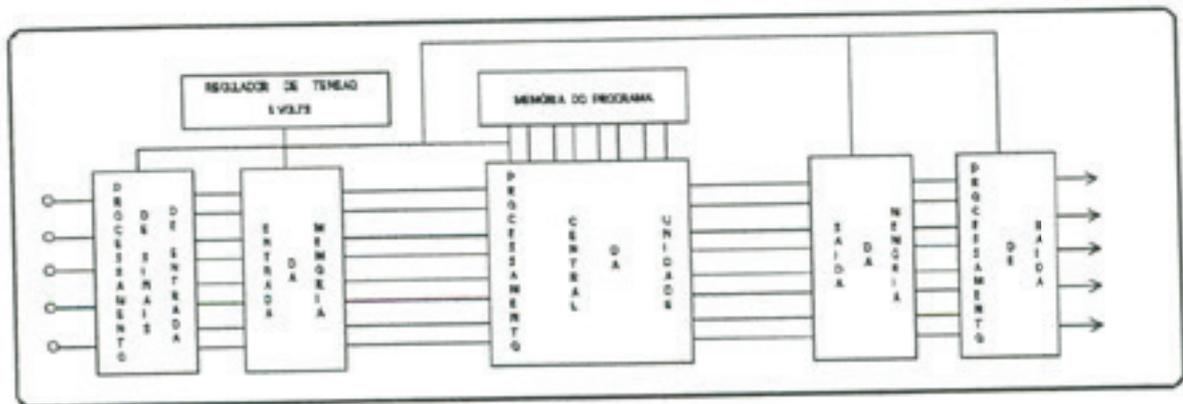
Sob circunstâncias normais, o ímã prende a esfera. Durante o impacto em que há a desaceleração, a esfera desprende-se do ímã, chega até o ao outro lado e fecha os contatos e aciona assim o airbag.



Embora o módulo a qual monitora os sensores não é microprocessado, ele contém circuitos lógicos. Esses circuitos comparam diretamente as entradas de vários sensores na frente e meio do veículo. Quando a combinação dos sinais recebidos dos sensores é correta, o circuito aplica tensão para o disparo da chave do airbag (bolsa inflável) e o dispositivo é ativado.

## MICROPROCESSADORES

### VISÃO GERAL DO SISTEMA



O diagrama em blocos, mostra um típico módulo microprocessado. No diagrama, distinguimos sete funções distintas e cada uma implementa determinada função. Elas são :

- O regulador de tensão
- Processamento do sinal de entrada
- Memória de entrada
- Unidade de processamento central
- Memória de programa
- Memória de saída
- Processamento do sinal de saída

Estas áreas estão conectadas entre si. Para entender cada uma destas partes, iremos discutir primeiramente o Regulador de tensão interno.

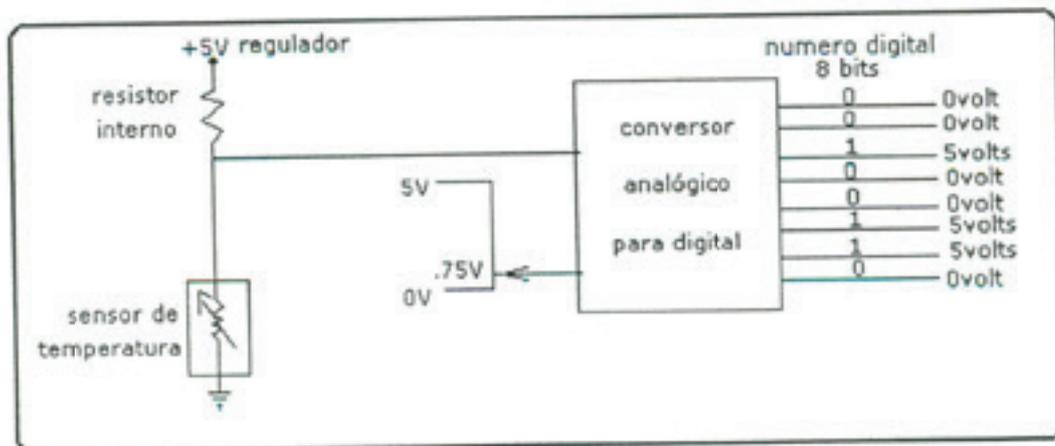
### REGULADOR DE TENSÃO INTERNO

O módulo de controle e os vários sensores, requerem uma alimentação muito estabilizada. O módulo de controle tem seu próprio regulador. Este regulador de tensão eletrônico alimenta o módulo de controle com uma precisão bastante grande e com um nível de tensão de 5 volts, que é usado como referência para muitos dos circuitos de entrada.

## PROCESSAMENTO DO SINAL DE ENTRADA

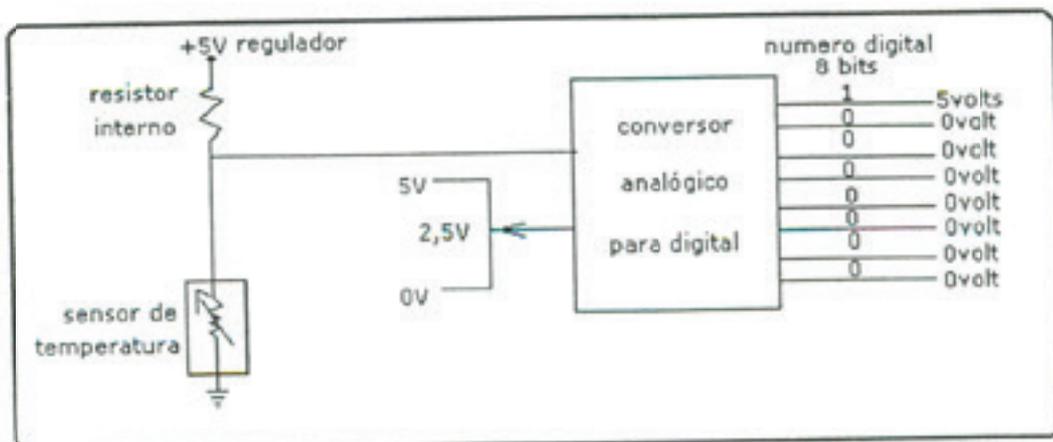
Há uma concepção enganosa sobre a função dos microprocessadores em um automóvel. Muitos técnicos acreditam que os sinais de entrada movem-se através do microprocessador e retornam como sinal de saída. Por causa da velocidade para o qual processador opera é muito fácil entender como aparece e o que acontece. Mas em realidade, os sinais recebidos pelo módulo de controle, não podem ser usados na forma que são recebidos. Entretanto, cada sinal é convertido para um número digital. Números digitais são nada mais que uma combinação de tensão ou não tensão, sendo que ter tensão significa nível 1 e não tensão 0. Isto é feito porque o módulo de controle não pode trabalhar com qualquer combinação que não seja 0 e 1.

Como cada tipo de sensor gera um diferente tipo de sinal, então são necessários diferentes métodos de conversão. Entretanto, é importante entender a operação básica dos diferentes conversores.

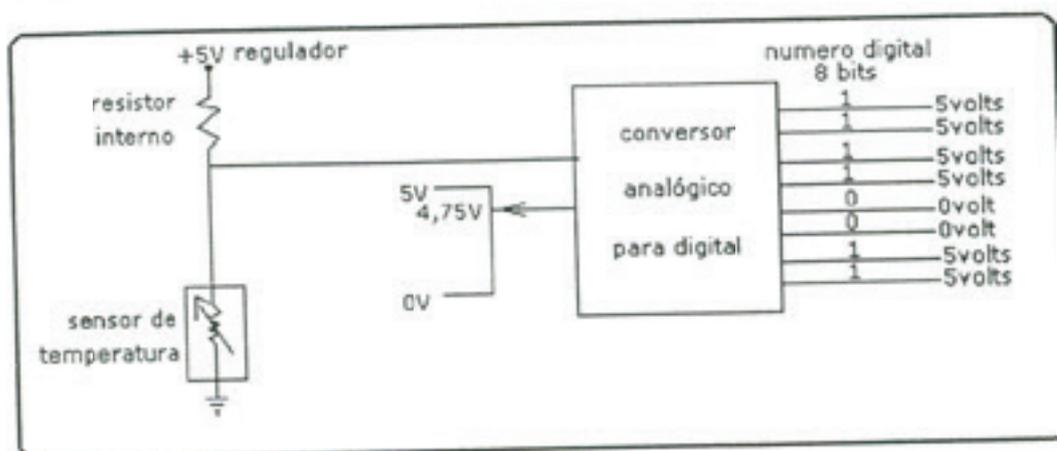


## CONVERSOR ANALÓGICO/DIGITAL

Um dos mais comuns processadores de sinais nos sistemas microprocessados é o conversor Analógico/Digital ou ADC (A/D). Estes dispositivos são usados para converter sinais com as mais diferentes amplitudes para um número digital (binário) correspondente que deverá ser usado pelo microprocessador.



A figura mostra um conversor ADC típico, consistindo de um simples terminal de entrada e que possui oito linhas de saída que são vinculadas à área de processamento para a memória. O ADC é bastante complexo e não entraremos em detalhes profundos sobre o circuito. Entretanto a coisa importante a entender, é que quando um sinal analógico é aplicado no ADC ele produz um sinal digital para a saída.

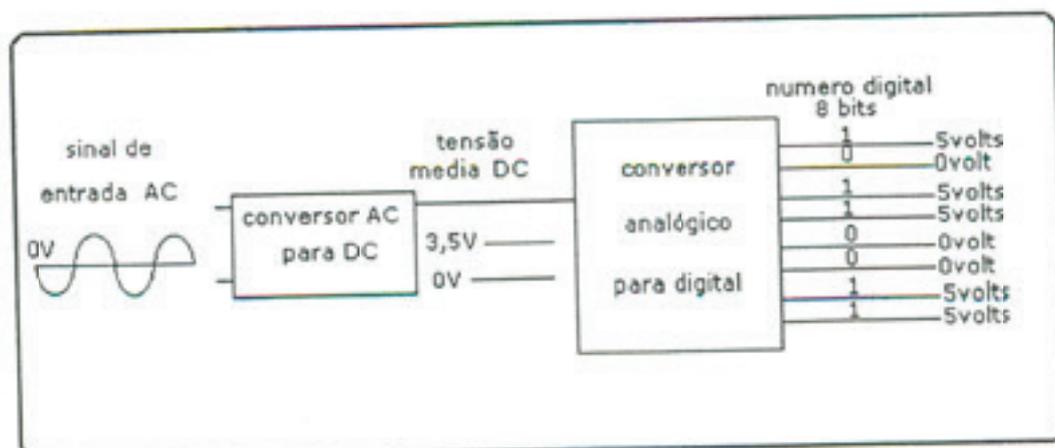


Em outras palavras, um ADC transforma um valor de tensão para um número binário correspondente, que poderá ser utilizado pelo microprocessador.

Um circuito ADC converte tensões analógicas DC para binário tão rapidamente que o processo parece ser instantâneo. Mas, mesmo assim a conversão leva cerca de microssegundos.

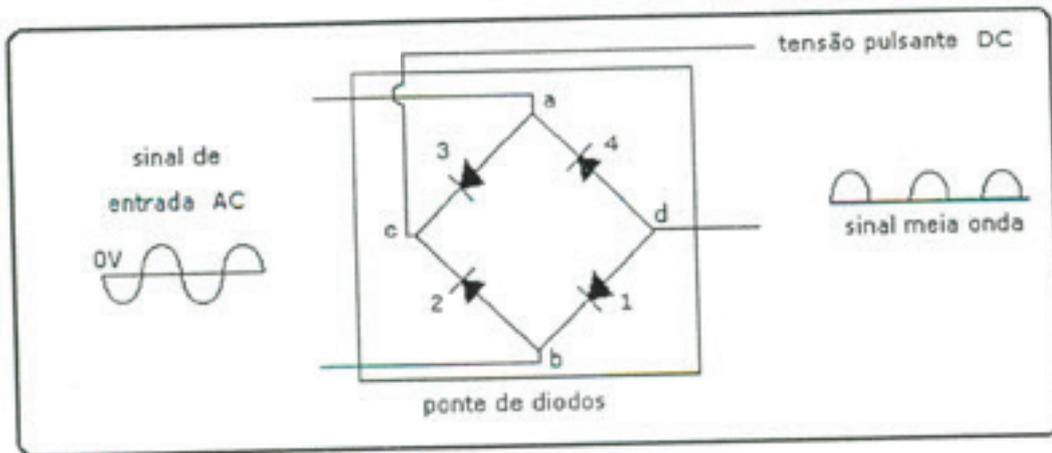
## CONVERSORES AC/DC

Muitos dos sensores usados em sistema eletronicamente controlados alimentam o módulo de controle com sinal alternado (AC) e não contínuo (DC). O sinal AC não pode ser aplicado diretamente no conversor ADC sem antes ter passado por um outro conversor chamado AC/DC. O sensor de velocidade da roda, é um exemplo de dispositivo sensor que produz dado de entrada na forma alternada.

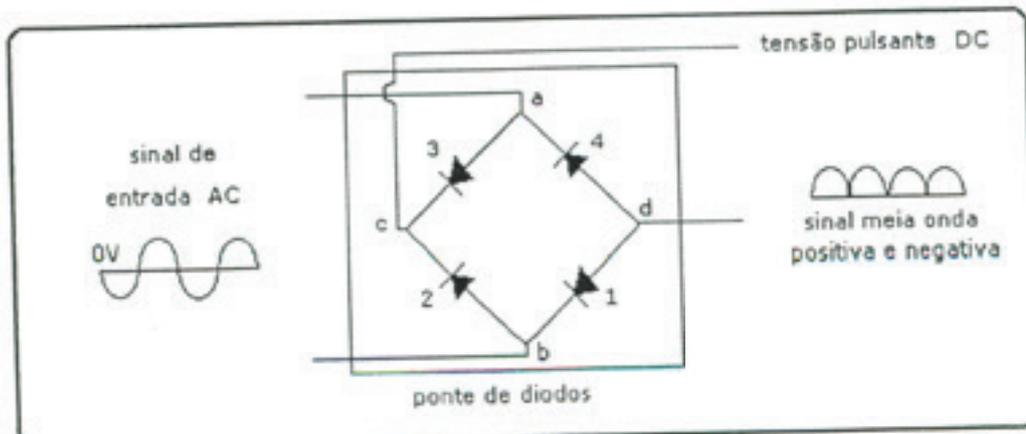


Embora não seja uma prática comum, há casos tal como o sistema ABS, onde o módulo necessita monitorar a amplitude de um sinal AC. Quando isso é necessário, o sinal AC precisa de pelo menos três conversões distintas antes de ser armazenado na memória como um número digital. Os dois primeiros são acompanhados por um dispositivo chamado conversor AC/DC que nada mais é do que um retificador. O terceiro passo toma lugar no conversor ADC.

Na primeira das três conversões, o sinal AC é mudado para uma sinal DC pulsado, pela passagem através de um simples retificador de onda completa em ponte.



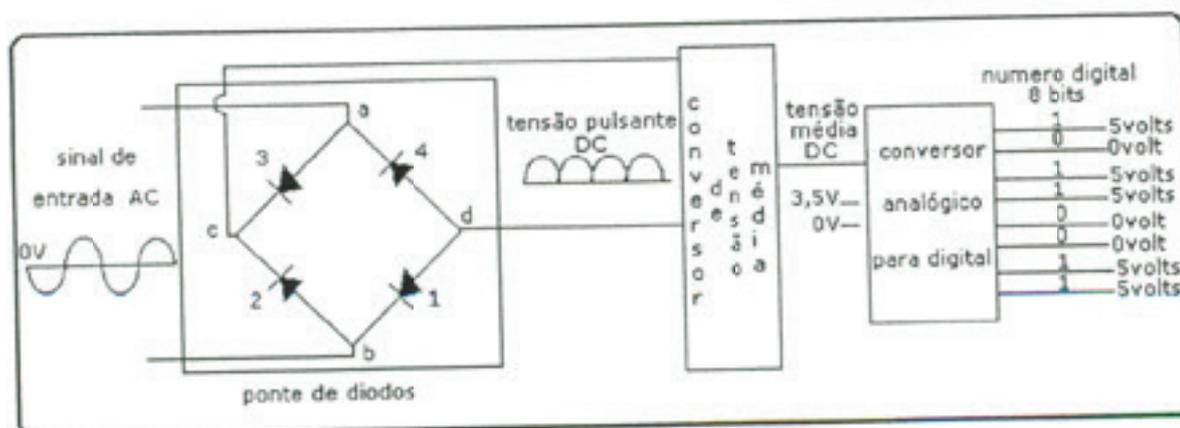
O sinal AC do circuito sensor é aplicado na ponte nos pontos A e B e a saída é tomada nos pontos C e D. Durante o ciclo positivo do sinal AC, os diodos 1 e 3 conduzem e enquanto que 2 e 4 não. Podemos observar que a polaridade positiva do sinal estará no ponto C e a negativa no ponto D. Durante a porção negativa do sinal de entrada, os diodos 2 e 4 conduzem, enquanto que 1 e 3 não. Uma vez mais, a polaridade positiva aparece no ponto C e negativa no ponto D, podemos observar o



resultado.

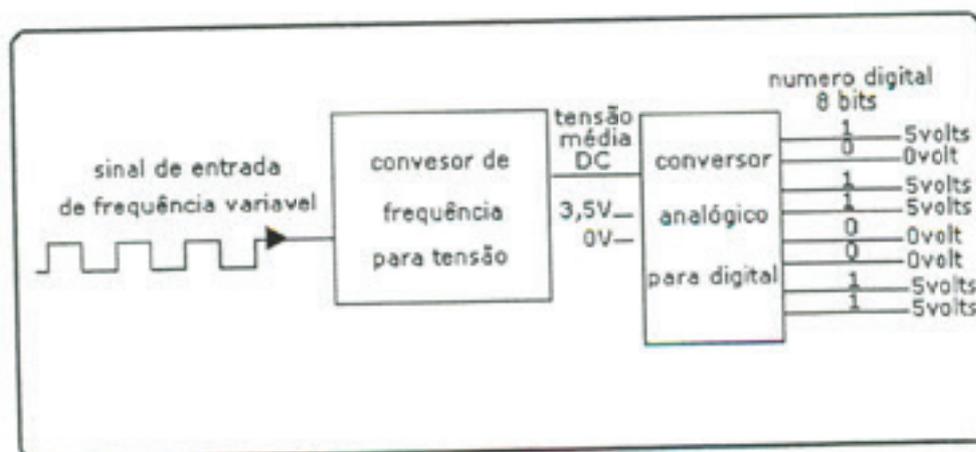
Após a retificação do sinal, ele precisa ser convertido em um sinal analógico de tensão. Esta segunda conversão necessita de um circuito para converter o sinal em um valor médio. Neste circuito, a pulsação DC é convertida em um valor analógico diretamente proporcional à pulsação trabalhada.

Após a retificação do sinal de entrada estar feita e convertida para uma tensão média correspondente, tem-se então a terceira fase final que é conversão do sinal analógico em um binário correspondente, feito pelo conversor ADC.



## CONVERSOR FREQUÊNCIA/TENSÃO

O sensor MAP (sensor de pressão absoluta de ar), e o BPS (sensor barométrico de pressão), são exemplos de sensores que produzem sinais de frequências variáveis. No caso do MAP, o sensor é projetado para detectar a pressão absoluta e a saída possui uma forma de onda o qual representa uma leitura média. Antes que o sinal possa ser utilizado pela CPU será necessário obtermos uma tensão DC correspondente com esta frequência. Então utilizaremos um conversor frequência tensão (FDC), onde o nível de tensão DC produzida é diretamente proporcional ao sinal da frequência. Um sinal de baixa frequência fará com que o FDC produza uma baixa tensão ou vice-versa. Após a conversão, o ADC converte o sinal DC em um número binário correspondente e a seguir são armazenados na memória.



## MEMÓRIA

Como podemos observar, os sinais detectados são armazenados e logo após é que serão processados. Desta forma são enviados para a memória, onde ficarão armazenados até um momento oportuno. Para facilitar o raciocínio, vamos considerar o que acontece com um bit (zero 0 ou um 1) após deixar o conversor.

A memória do conversor é feita de milhares de posições, todas contendo um número de pequenos chips dentro do módulo. Cada célula de memória é composta de um circuito eletrônico que retém a

informação e é chamado LATCH. Um LATCH tem a capacidade de armazenar um bit (0 ou 1). Para entender como a memória trabalha, é necessário conhecer como opera um LATCH.

No similar elétrico, cada bobina atua no contato em diferentes direções quando energizados. O acionamento das bobinas é controlado por duas chaves. Fechando a chave A, energizamos o relê A, o qual leva a chave para a posição ZERO sendo aplicada tensão na saída. Abrindo a posição A e fechando a posição B, energizamos a bobina B que por sua vez leva o contato para a posição B que é a posição 1 (um). Cada vez uma bobina é energizada e a contato move-se para uma das posições onde queremos armazenar o valor 1 ou 0 e permanece nesta posição.

O acesso à memória é controlada pela CPU com o objetivo de gerenciar os dados para evitar a perda de um dado antes que ele possa ser atualizado. Podemos controlar os dados de um modelo de LATCH com relês. Neste circuito o LATCH é conectado em série com dois relês. O conjunto é controlado por três chaves existentes na Unidade Central de Processamento (CPU). As três chaves são chamadas de RESET, WRITE e READ.

## MEMÓRIA DE ACESSO ALEATÓRIO

O microprocessador começa o ciclo de memória, fechando a chave RESET, que energiza a bobina B que por sua vez move a chave do LATCH para a posição 0. Resetando o LATCH sempre teremos a chave de retenção na posição 0 e nesta posição permanece. O LATCH desta forma, estará pronto para receber os dados a serem armazenados se um comando da CPU (WRITE) fechar o relê de entrada (INPUT RELAY), ficando assim a entrada de dados (DATA IN) disponível para o armazenamento. Caso seja 0, a bobina A não energizará, e portanto, a chave permanecerá na posição de reset (0). Se DATA IN for 1 (5 volts), então a bobina A será energizada e trocará a posição da chave de retenção de 0 para 1 e a partir desta análise, o dispositivo já está pronto para a leitura.

Se desejarmos uma leitura no LATCH, dar-se-á um comando para a CPU, que por sua vez fechará a chave que aciona o relê de saída (OUTPUT RELAY) e que por sua vez acionará a chave para a leitura do dado armazenado que poderá ser 0 ou 1 (DATA OUT). As memórias atuais são fabricadas com circuitos digitais e providas de uma alimentação própria. Neste dispositivo, como podemos fazer uma leitura ou armazenamento em qualquer célula, é chamado de memória de acesso aleatório (RAM).

## MEMÓRIA PROGRAMÁVEL SOMENTE DE LEITURA (PROM)

Certas informações como sistema de programação e teste de parâmetros de componentes, necessitam ser armazenados numa célula de memória que não pode ser apagada ou escrita com novos dados. Estas informações são armazenadas em uma seção separada de memória conhecida por Memória Programável somente de leitura (PROM). Embora muito similar a RAM, a PROM tem o relê de escrita trocado por uma chave que trabalha de forma permanente na posição 0 (terra) ou na posição 1 (5 volts). Pelo chaveamento da linha de WRITE para 5 volts, o LATCH é programado para permanentemente estar armazenado o número digital 1, ou caso queiramos o valor 0, que permanecerá retido no LATCH.

Pelo motivo de armazenarmos uma só vez e o microprocessador não fazer um comando de leitura (só escrita) esta memória é conhecida como Memória Somente de Leitura (ROM).

## MEMÓRIA MANTIDA ATIVA

Existem certas memórias que normalmente são mantidas ativas (com energização própria), mesmo desligando a ignição, e desta forma, esta área de RAM é mantida ativa e pode ser atualizada e as informações não serão apagadas quando a partida for novamente dada.

## MICROPROCESSADORES

Os microprocessadores são capazes de executar multitarefas. Ele busca e trás os dados, controla o seqüenciamento dos eventos usando um circuito de sincronismo, fazendo decisões baseado nos resultados de cálculos matemáticos.

Quando usamos uma calculadora matemática, colocamos os dados apertando botões no teclado da calculadora. Podemos também operar as funções que existam nela. Podemos pensar, que um microprocessador pode apertar seus próprios botões, por intermédio de uma programação interna feita pelo projetista da máquina.

O programa interno do microprocessador que executa uma soma de números binários, sendo um deles na célula 11 com o número da célula 12 e a seguir armazenando o resultado na célula 30. O resultado da célula 30, será usado para controlar um dispositivo de saída. Poderemos trocar os dados para um novo resultado, mas o programa não pode ser trocado. Em outras palavras, o microprocessador não pensa, somente executa o que foi programado para fazer. Ele sempre trabalhará com os conteúdos das células 11 e 12 e armazenará o resultado na célula 30.

Numa aplicação similar, o microprocessador utilizado em eletrônica automotiva, calcula e controla a operação do sistema através de um programa pré-escrito, que descreve todas as possibilidades que o sistema deve trabalhar.

## SISTEMA DE AUTO-TESTE

Muitos sistemas eletrônicos controláveis atuais, possuem capacidade de AUTO TESTE. A função de AUTO-TESTE é na verdade um programa que está armazenado no memória permanente, no lado do módulo de controle. Este programa permite o controle do módulo para manter os vários sinais de entrada e saída usados no sistema. Num certo instante que o sinal monitorado fica fora da escala

normal, o controlador armazena um código de falha na memória que deverá ser enviado para o equipamento de teste ou o operador. Alguns destes módulos acionam, automaticamente uma indicação, por exemplo: sinal luminoso ou sonoro se a falha for detectada. Outros sistemas requerem que o operador acione um display que mostra os códigos de falha, via um simples procedimento. A forma pela qual serão obtidos os códigos de falha dependerá do sistema envolvido. Por exemplo, o Sistema de Controle Eletrônico de Motores, pode detectar se todas as condições forma satisfeitas para que o veículo pudesse dar a partida.

Embora as características de AUTO-TESTE sejam extremamente úteis para localizar falhas em sistemas eletronicamente controlados, ele tem limitações para falhas intermitentes, pois o sistema é do tipo passo a passo para a verificação dos parâmetros.

Quando o controlador necessita reter e comparar muitos sinais, o tempo aumenta. Isso significa que a operação torna-se lenta entre checar uma leitura e um re-chechar esta mesma leitura. Este intervalo de tempo é o que impede a função de AUTO-TESTE de pegar falhas intermitentes ou de curta duração no sistema.

Por exemplo, se o controlador foi programado para varrer os dispositivos de entrada como também mostrar seu programa retido, o controlador deveria primeiro segurar a entrada do circuito 1 então compara-la com o valor de memória. Se o valor monitorado combinou com o esperado, o controlador deveria mover mantendo o sinal no circuito 2.

Após decidir se armazena ou não um código para este sinal, ele moveria para o teste o dado na linha 3. Após a linha 3, deveria testar o sinal na linha 4 e então até ter testado todas as 7 linhas. Após testar todas as 7 linhas, deveria começar na linha 1.

Agora se cada teste leva 10 microsegundos, o intervalo total entre o primeiro passo da linha 1 e o momento de retorno, teríamos 70 microsegundos. Entretanto, qualquer anormalidade ou troca de sinal na linha 1, que existiu na primeira retenção de dados após a auto-teste, não deveria ser detectado por este programa de AUTO-TESTE.

Um outro inconveniente para a função AUTO-TESTE, é que ele tem sido programado para armazenar o código de falha somente após a mesma ter sido ocorrida por vários ciclos de teste consecutivos. Isto é feito para evitar fixar um código de falha para a condição que ocorreu somente uma vez.

## MEMÓRIA DE SAÍDA

Após a CPU ter executado os cálculos necessários, o resultado é armazenado numa área de memória que é reservada especialmente para dados de saída. Esta área de memória é usualmente localizada na mesma seção da RAM usada como memória de entrada. Pode até mesmo ser alocada no mesmo chip. A memória de entrada, é semelhante à uma folha de rascunho, onde os dados são temporariamente armazenados. A CPU usa a memória de saída como um lugar para armazenar números digitais que serão usados pelo sinal de saída para gerar vários controles.

## FUNÇÕES DE SAÍDA

A CPU (*unidade central de processamento*) não aciona diretamente os dispositivos de saída. Ao contrário, cálculos feitos pela CPU resultam em soma, o qual são armazenados na memória e que mais tarde será usada pelo processador de sinal de saída para gerar o sinal de controle. Os tipos de sinais de saída gerados dependem das necessidades dos dispositivos. Como o processamento do sinal de

entrada, o de saída é composto de vários dispositivos diferentes, o qual só, ou combinado, produz o sinal de saída.

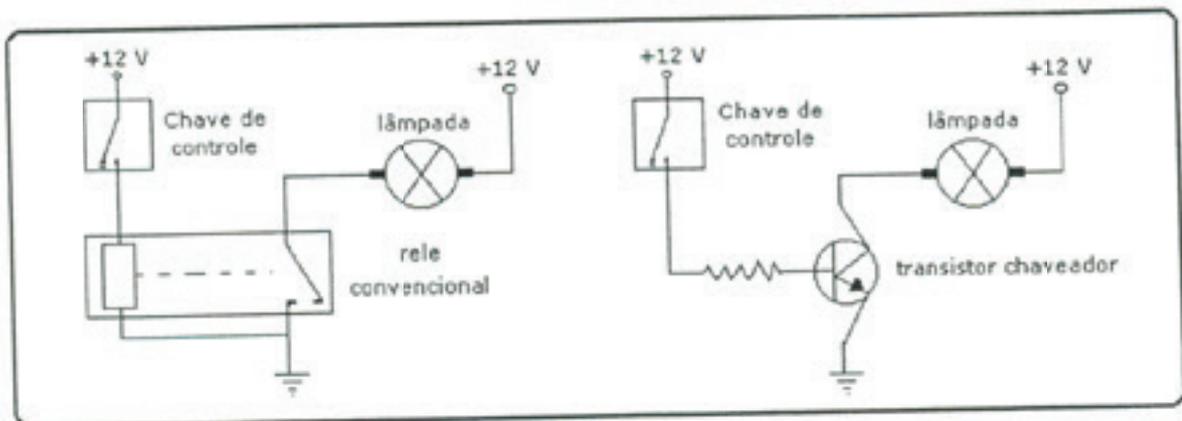
## CONVERSOR DIGITAL/ANALÓGICO

O dispositivo de saída mais comum é o conversor Digital/Analógico. Encontra-se na área de processamento do sinal de saída do módulo de controle e também pode ser conhecido por DAC. Um DAC é exatamente o oposto de um ADC, ou seja, converte sinais digitais em uma tensão DC equivalente para acionar o dispositivo de saída.

Num conversor DAC, quanto menor o número digital menor será a tensão convertida, ou vice-versa. Nas figuras 60, 61 e 62, ilustram o relacionamento entre o sinal de entrada e o de saída. Na área de processamento do sinal de saída, o DAC é o primeiro dispositivo a receber os dados da memória de saída.

## CHAVEAMENTO DE TRANSISTORES

O segundo dispositivo mais comum para o comando na área de processamento do sinal de saída é o Transistor. O chaveamento de um transistor assemelha-se em muito com um relê, pois possui dois estados (0 e 1). A figura mostra a similaridade entre as aplicações de um relê e um transistor, e observe que em ambos os casos, a corrente de controle é pequena, pois a bobina do relê e a base do transistor consomem pouca potência.



Vemos que ao fecharmos a chave que aciona a base do transistor uma pequena corrente polariza o dispositivo diretamente, fazendo com que este conduza e como consequência uma corrente muito maior no coletor e como consequência aparece uma tensão quase que nula entre coletor/emissor. Desta forma o transistor funciona como uma chave fechada e aciona o motor. Caso a chave da base esteja aberta, não fluirá corrente pela base, e o transistor fica sem polarização direta e não circula corrente de coletor, então o transistor funcionará como uma chave aberta e o motor não será acionado. A principal vantagem do transistor sobre o relê é a velocidade de resposta quando acionado. No caso do relê, o sistema mecânico de acionamento é bastante lento. Em algumas situações, utilizamos um transistor acionando um relê e que por sua vez acionará outra carga. A diferença de velocidade é muito importante onde os dispositivos de saída precisam ser ligados ou não de forma rápida, tal como o injetor de combustível ou as válvulas de freios ABS.

## CONTROLE DE SAÍDA DA TENSÃO ANALÓGICA

O processamento da saída do microprocessador pode também criar uma saída de tensão analógica direta. No circuito mostrado, o número armazenado na memória vai para um DAC o qual cria uma tensão correspondente que é proporcional ao número digital armazenado na memória. A saída do DAC alimenta um amplificador de tensão, o qual é usado para que possa suprir uma potência maior solicitada pelo motor.

### MODULAÇÃO NA LARGURA DO PULSO (PWN)

Muitas das funções em veículos controlados eletronicamente, são executadas por solenóides. Exemplos para isso, temos a injeção eletrônica, EGR, controle de transmissão, ABS, etc. Na maior parte dos casos, um sinal quadrado controla o solenóide e cujo estado LIGADO (ON) pode ser variado em relação ao estado DESLIGADO (OFF). A forma de controle é feita por um PWN, que pode controlar os tempos ON/OFF.

Neste tipo de sinal quadrado, somente a relação (em porcentagem) do estado ON por OFF troca, então, a frequência do sinal permanece constante. Estes sinais são usados em dispositivos tais como válvulas de freio, controle de velocidade de marcha lenta, etc.

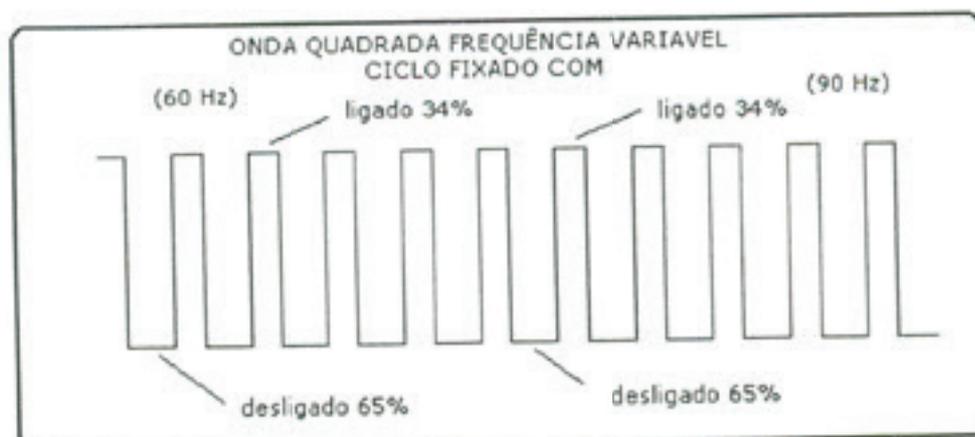
Em outras aplicações tais como injetores de combustível seqüencial não somente faz o ciclo de trabalho mudar como também a frequência do sinal. Isto é necessário porque como a rotação do motor aumenta e desse modo faz aumentar o volume de combustível injetado.

A figura ilustra um sinal de onda quadrada de frequência variável e o ponto de troca do valor da frequência. Note que mesmo o sinal com outro valor de frequência, o ciclo de trabalho continua o mesmo. Ilustra também um sinal de frequência variável em que ambos trocam de valor, ou seja, frequência e ciclo de trabalho.

Em seqüência, para criar um controle de ciclo de trabalho, variável, a CPU faz o transistor abrir e fechar (ON/OFF) à partir de um sinal digital de oito bits e, passado por um conversor DAC converte-o num sinal DC correspondente e que a seguir é aplicado num ciclo conversor tensão para ciclo de trabalho correspondente.

O tempo ON/OFF do sinal de saída é determinado pelo nível de tensão DC fornecida ao conversor. A mais alta tensão DC produz o mais longo tempo ON e o mais curto para o OFF. Nos menores valores de tensão produz o mais curto tempo ON e o mais longo OFF. O sinal de saída do conversor é usado para acionar o chaveamento do transistor ON/OFF.

O transistor funciona como chave quando uma tensão é aplicada a base. Este fechamento de circuito entre coletor/emissor, permite fluir corrente para o circuito de saída. Este circuito com um simples transistor pode ser usado em situações em que a corrente de carga não exceda a capacidade do transistor.



## TRANSISTORES CONTROLANDO RELÊS

Para situações de alta corrente e baixa frequências, onde o chaveamento não é crítico, como a bomba de combustível por exemplo, um transistor de baixa corrente é usado para energizar a bobina de um relê, permitindo que este alimente 12 volts na bomba. Uma desvantagem para este tipo de chaveamento é que as bobinas levam um certo tempo para energizar, então este tipo de circuito pode somente ser usado em circuito de baixa velocidade.

## MULTIPLEXAÇÃO

Multiplexação nos sistemas automotivos, é uma nova tecnologia de comunicações de dados. Nesta seção daremos uma noção sobre estes sistemas e algumas aplicações específicas para esses sistemas bem como benefícios e desvantagens.

## DEFINIÇÃO DE MULTIPLEXAÇÃO

Basicamente é a capacidade de enviar várias informações de diversos pontos, através de um único canal de transmissão. Isto elimina a necessidade de fiação com volume muito grande. Num sistema de multiplex, todos os sensores são conectados para as entradas e o outro lado para o módulo de controle. Isto toma o circuito com pouca fiação, reduz o número de conexões, fazendo mais fácil o gerenciamento e muito fácil o diagnóstico.

## TRANSMISSÃO SERIAL VERSUS PARALELA

Em seqüência, para entender como a multiplexação trabalha, primeiro necessitamos entender a diferença entre SERIAL e PARALELO numa transmissão de dados binários. Esses são os dois tipos usados em sistemas eletrônicos automotivos.

A via expressa de 8 faixas mostrada, ilustra o princípio de transmissão paralela. Oito carros estão circulando ao mesmo tempo num único sentido por esta via expressa. Na transmissão binária paralela, um código de 8 bits é habilitado para circular na via.

Uma auto-estrada com uma pista única, ilustra o princípio da transmissão serial. Como os carros são forçados a circular por uma simples via, na transmissão serial um código de oito bits é transmitido por um único fio com um bit de cada vez. Num sistema de transmissão serial os dados podem ser recebidos e transmitidos entre o módulo de controle e os sensores.

Como já foi visto em sensores automotivos, em código binário, o número 1 representa uma leitura ALTA, enquanto que o 0 representa uma leitura BAIXA. Então o código 1001, significa que a linha enxerga uma leitura durante um segundo (atualmente este tempo é bem menor) e logo após lê outro valor, então poderemos dizer que o sistema fará uma leitura de um valor 1 durante um segundo, a seguir 0 no mesmo tempo, outro 0 e em seguida 1.

Na transmissão serial um código de oito bits é transmitido um bit por vez, ao longo de um fio. Na transmissão paralela, os códigos são transmitidos ao mesmo tempo ao longo de oito fios distintos.

Normalmente as memórias de computadores podem aceitar dados somente na forma paralela, mas códigos binários seriais podem ser transmitidos na forma serial por sistemas de multiplexação.

## OPERAÇÃO DE SISTEMAS NÃO MULTIPLEXADOS

Sistemas de sensoriamento convencionais usam sensores analógicos para captar dados do motor. Num veículo típico, encontramos de 2 a 15 sensores deste tipo, o qual são usados para monitorar várias condições do motor. Os sensores são conectados para o módulo de controle por fios separados e estarão enviando sinais não convertidos para os módulos de controle.

Vamos brevemente rever um sistema controlado a microprocessador operando o uso de um sensor que mede o fluido refrigerante do motor (ECT). O ECT é um sensor analógico o qual continuamente fornece ao módulo de controle, um sinal analógico de tensão que é proporcional à temperatura do motor. Esta tensão analógica é diretamente monitorada pelo módulo numa linha dedicada ao sinal do ECT.

O módulo de controle contém um ADC o qual troca um sinal de 4,5 volts do sinal analógico por um código binário de oito bit. Isto habilita o computador para aceitar o código na memória.

Todos os oito bits do código são aplicados na memória do computador ao mesmo tempo. O módulo de controle recebe constantemente sinais de diferentes sensores, o qual são alimentados pelos próprios Fios que alimentam o módulo. O módulo de controle converte esses sinais dos sensores analógicos para oito bits e armazena-os, esperando pelos cálculos do microprocessador.

## OPERAÇÃO DE SISTEMA MULTIPLEXADO

Embora Sistemas Multiplexados também usem módulos de controle e sensores, eles trabalham diferentemente. No MUX, todos os sensores são parte de uma linha de sinal de sensor, o qual é conectado em uma linha atrás do módulo de controle. Sinais são transmitidos e recebidos do mesmo fio.

A maior diferença entre o sistema multiplexado e o não multiplexado está no ajuntamento e processamento dos dados. Num sistema não multiplexado, o sinal de saída do sensor é enviado numa forma analógica no fio dedicado para o microprocessador na forma de um número binário, e cada sensor requer uma linha própria e portanto o sistema requer um número grande de fios.

No sistema multiplexado, o sensor incorpora o próprio circuito sensor, o sinal de processamento e o sinal transmitido pelo sensor. Isto permite que cada sensor monitore a condição apropriada e alimente um número digital para o módulo de controle quando requisitado.

Relembre, o microprocessador em qualquer sistema pode somente manter um sinal de entrada por vez. Entretanto, pela temporização da transmissão de dados do sensor para o módulo de controle uma simples linha de dados poderá ser usada para ligar todos os outros componentes.

Durante o intervalo entre envio de dados, cada sensor é eletronicamente desconectado da linha de sinal. Novamente, a grande diferença aqui, é que convertendo o sinal analógico para um número digital, é pego um sensor por vez num determinado lugar.

## TECNOLOGIA DE MULTIPLEXAÇÃO ATUAL

A última tecnologia em MUX são os sensores inteligentes. Esses sensores são implementados com circuitos de processamento digital. Sensores inteligentes fazem muito mais que simplesmente converter sinais analógicos em digitais. Eles são construídos com circuitos que corrigem as próprias variações e desgastes.

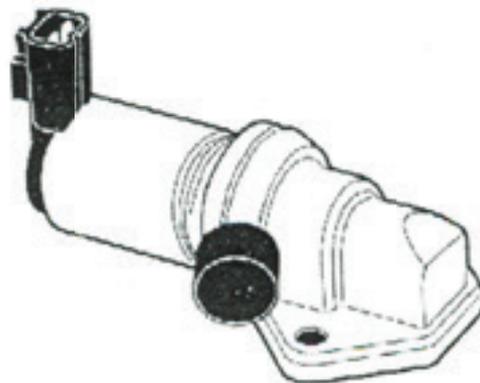
## RESULTADO DO MUX EM DIAGNÓSTICO EM VEÍCULOS

A indústria automobilística em geral está apoiando a Multiplexação. É uma tendência a padronização de conexões multiplexadas. Um exemplo é que todos os microprocessadores automotivos possuem um canal serial de comunicação que raramente é usado. O sistema permite, através de uma varredura acessar todo o sistema através desta porta padronizada. O sistema multiplexado normalmente fica menos complexo, com menores custos, montagem mais simples e com melhor desempenho com relação ao diagnóstico.

## MOTORES COMO ATUADORES

### Motor DC

Os motores DC com imã permanente são usados em várias aplicações automotivas. Eles acionam ventoinhas, podem operar cintos, janelas, trava de portas, antenas, limpadores de pára-brisa, bombas elétricas de combustível, sistemas de bombas em ABS, e muitas outras unidades. Os motores DC usados, são basicamente máquinas rotativas usadas para converter energia DC em energia mecânica com algum tipo de movimento.

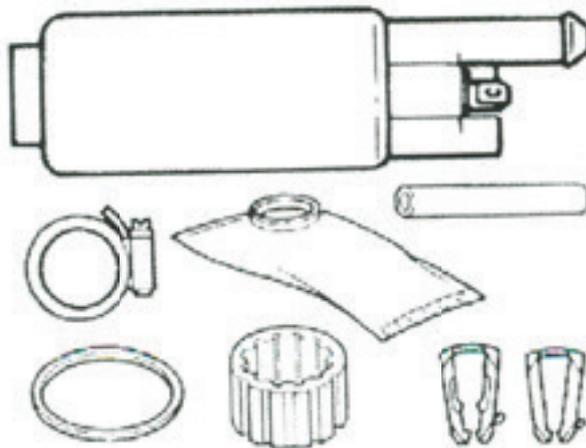


Motores DC usam energia elétrica para criar rotação, e geralmente operam através de mecanismo de engrenagens. Podem ser uma ou duas velocidades, velocidade variável e podemos controlar a direção de rotação. Alguns podem ser projetados para produzir alto torque para curtos períodos de tempo. Pode também girar em uma ou ambas as direções. Os motores diferem no projeto pelo campo magnético, o tamanho dos condutores no motor, e método usado para o chaveamento.

O motor de partida é um exemplo de um tipo padrão utilizado em todos os tipos de veículos. Este motor tem um pinhão na montagem do acionador que encaixa os dentes, quando acionado no volante do motor, sendo que o volante possui dentes e desta forma o motor gira. Pequenos motores são conectados diretamente a alimentação diretamente por chaves, se a corrente for alta, podem ser acionados por circuitos com relês. Em casos especiais, podemos também variar a alimentação do motor e controlar sua velocidade.

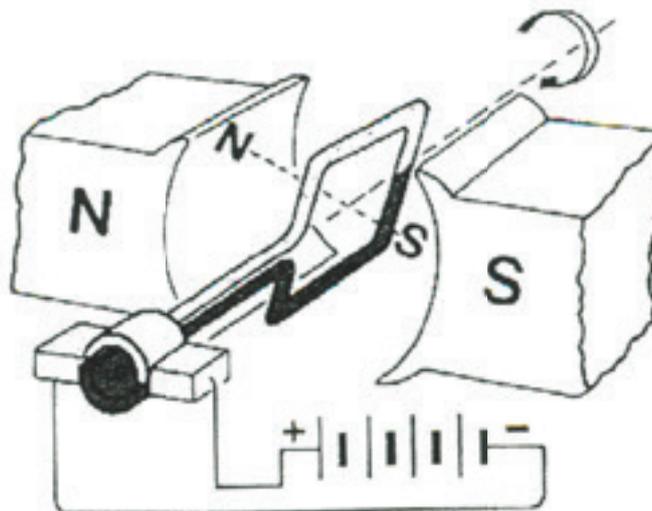
Podemos produzir um movimento rotatório num motor. Um imã permanente é montado num pivô devendo ele estar livre para girar entre os pólos de uma eletroímã.

A bobina conectada em série com a bateria e entre uma chave com dois pólos e três posições. Se considerarmos a chave numa posição teremos as polaridades da bobina e imã. Neste caso o imã tende executar um movimento rotatório e teremos assim a posição intermediária. A seguir comuta-se a chave para a posição oposta e teremos as novas posições do imã e a polaridade do eletroímã. Neste caso teremos novamente um movimento de rotação que na realidade é a continuação do movimento anterior.



## COMUTADORES

Podemos observar que a ação das chaves poderá ser substituída por um sistema automático de mudança de polaridade no eletroímã chamada de comutador instalado num sistema como mostra a figura.

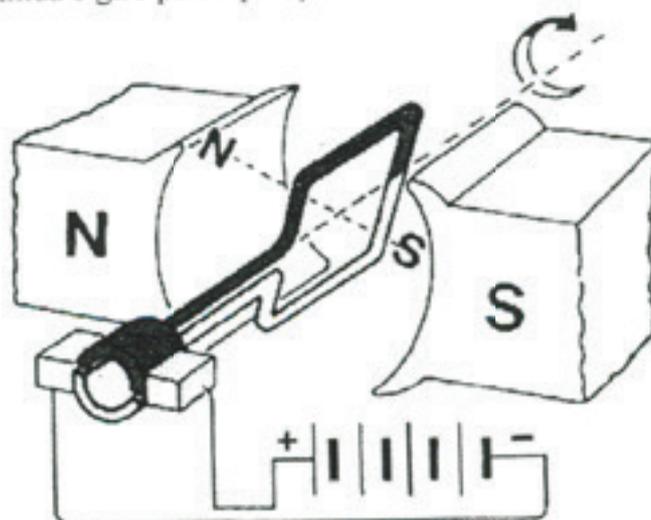


A ação de um comutador é simples, e podemos notar que o ímã permanente e o eletroímã estão em posições diferentes.

Neste motor numa bobina, chamada de armadura é montada numa haste. É colocado entre os pólos um ímã permanente. Como a bobina gira, é chamada de rotor. Cada terminal da bobina do rotor é

conectado em uma das partes do coletor, o qual é montado sobre a haste. Os segmentos entre os comutadores são isolados da haste e um com relação ao outro. O conjunto é alimentado por uma bateria que é conectada à armadura, e esta conexão é feita via um dispositivo chamado escovas que permite a rotação do rotor e ao mesmo tempo mantém a armadura alimentada.

Na figura, o segmento 1 do comutador é conectado para o terminal negativo da bateria via escova 1, enquanto que o segmento 2 é conectado com o terminal positivo da bateria. Nesta condição, o rotor é repelido pelos pólos do ímã permanente e o rotor começa a girar no sentido horário. A polaridade da armadura não troca e continua o giro para a posição mostrada na figura.



Na figura, os pólos são atraídos pelos pólos do ímã permanente. Quando o rotor encontra-se na posição mostrada pela figura, a ação do comutador reverte as conexões com a bateria. O segmento 1 é conectado no terminal positivo da bateria enquanto que o segmento 2 vai ao negativo. Isto muda a direção da corrente através da bobina do rotor e inverte a polaridade. Como os pólos magnéticos estão novamente perto um do outro, temos novamente o mesmo efeito de rotação já analisado anteriormente e o movimento continua no sentido horário.

### MOTOR DE PASSO

Num motor DC, observamos que poderemos ter uma ou mais velocidades, porém isto pode não ser suficiente para todas as aplicações. O motor de passo pode ser controlado por posições ou graus. Podemos citar como aplicações em direcionamento das aletas para ar-condicionado. Um motor de passo é ilustrado na figura.

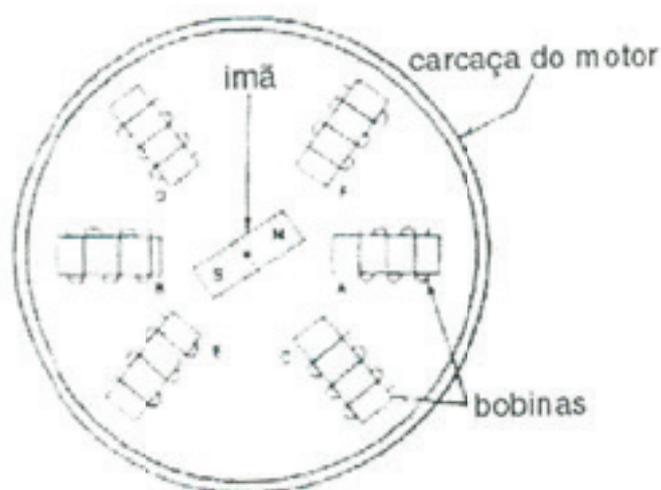


Similar a construção de um motor DC, um motor de passo contém um ímã permanente numa armadura cercada por janelas e ranhuras e montada no alojamento do motor. A diferença entre os dois tipos de motores é que as bobinas são construídas por pares e são opostas em 180 graus uma da outra. No exemplo da figura, há três pares de bobinas. Em geral, podemos ter a precisão do motor de passo ligado ao número de ranhuras que ele possui.

Ao energizarmos as bobinas, faremos sempre de maneira que duas opostas sejam acionadas, por exemplo: as bobinas, faremos sempre A e B, ou C e D, etc. somente um par é energizado ao mesmo tempo. Quando elas são energizadas, aparecem campos opostos. Se for norte em A, B será sul e assim por diante.

Em termos de controle um motor de passo é tratado como um componente separado. Todos os fios são conectados para o módulo de controle. O módulo de controle usa sinais binários para acionar transistores e com um acionamento individual para cada eletroímã. A figura mostra como o motor de passo pode ser controlado, usando dois bancos de chaves que são alimentadas com os potenciais que as bobinas deverão serem alimentadas de forma individual.

Para ilustrar como o motor de passo é controlado para produzir um movimento horário. Vamos seguir a rotação do eixo em 180 graus do ciclo. Vamos assumir que o eixo está alinhado com o eletroímã energizado AB e logo a seguir estaremos desligando AB e acionando CD, inicialmente o módulo de controle desenergiza as bobinas A e B e logo a seguir energiza as bobinas C e D, com polarização magnética normal. Isto cria campos magnéticos opostos e as polaridades acabam por uma atração entre um e outro.



O dispositivo gira 60 graus e alinha-se com CD, onde permanece. Se o microprocessador decide girar o eixo para a próxima posição, o sistema desliga o conjunto CD e aciona o EF, ficando alinhado com esta posição 60 graus com relação ao posicionamento anterior e se procedermos desta forma completaremos no próximo comando os 180 graus de rotação.

Entretanto, quando o conjunto gira 180 graus, as polaridades, aparecerão no rotor de forma contrário ao momento de início (zero graus). O módulo pode também mudar a alimentação das bobinas, fazendo