

— OSCILOSCÓPIO-MULTÍMETRO GRÁFICO —

7

O objetivo dos conceitos abordados a seguir, é o de destacar as principais características do osciloscópio, apresentar o **multímetro gráfico** e introduzir os dispositivos transdutores, os que, associados ao osciloscópio ou ao multímetro gráfico, abrem novas e interessantes possibilidades de diagnóstico.



Para uma abordagem conceitual do osciloscópio e multímetro automotivos, assim como a descrição das suas características principais, o leitor pode consultar, entre outros, o livro “Eletroeletrônica Automotiva”.

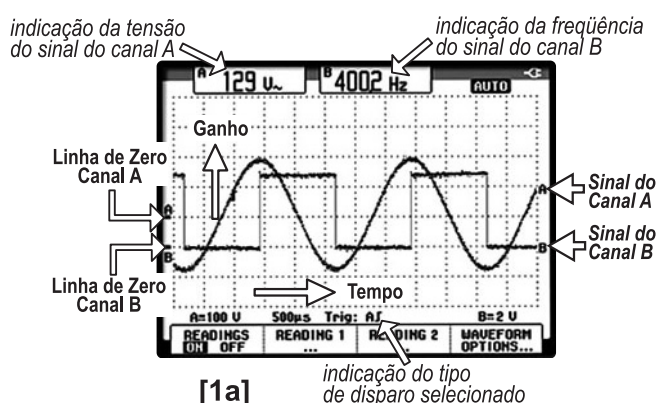
Ter presente que a funcionalidade de ambos os instrumentos é mostrar, na sua tela, as ondas que representam o sinal presente na sua entrada e isto, ao longo do tempo.

- **Osciloscópio automotivo de armazenamento**, tipo DSO (DSO; do inglês **D**igital **S**torage **O**scilloscope ou osciloscópio digital de armazenamento): Permite visualizar sinais ao longo do tempo e armazená-los para a posterior análise. É ideal para analisar todas as características de qualquer tipo de sinal elétrico.
- **Multímetro gráfico**: Basicamente, é um multímetro automotivo convencional, exceto pela possibilidade de apresentar os valores medidos na forma de gráfico ao longo do tempo. Desta forma, é possível analisar a tendência de variação do sinal medido. Além da onda de tensão e a diferença do osciloscópio, o **multímetro gráfico** permite mostrar, ao longo do tempo, as outras características de um sinal: **freqüência**, **ciclo de trabalho** e **largura de pulso**. Também, é possível graficar a variação de resistência de dispositivos como motores e potenciômetros. Muitos osciloscópios automotivos possuem também, a opção de multímetro gráfico. Este tipo de instrumento se apresenta no mercado em duas configurações:
 - **Multímetro GMM** (*Graphing Multi Meter: multímetro com modo gráfico*): Da mesma forma que o multímetro convencional, o gráfico do sinal é atualizado de 3 a 6 vezes por segundo. A capacidade de apresentar o gráfico (no tempo) dos valores lidos permite o monitoramento de sinais. Por exemplo, um sensor ECT (temperatura do motor) pode ser monitorado desde a condição de motor frio até a temperatura normal, isto, para verificar a presença de eventuais defeitos intermitentes. No caso do sensor de temperatura, a falha intermitente (curto-circuito ou interrupção) pode durar alguns segundos. No entanto, o GMM pode não capturar falhas intermitentes de curta duração.
 - **Multímetro PGM** (*Power Graphing Multimeter: multímetro gráfico avançado*): É similar ao anterior exceto que a taxa de atualização da tela é bem maior, chegando, em alguns casos, a 100 vezes, ou mais, por segundo. Isto lhe confere a possibilidade de capturar defeitos intermitentes de curta duração como, por exemplo, perturbações na *freqüência*, *ciclo de trabalho* ou *largura de pulso* de um sinal repetitivo. Na atualidade, praticamente todos os multímetros gráficos presentes no mercado são do tipo PGM.

Osciloscópio - DSO

A figura [1a] mostra a tela de um osciloscópio do tipo DSO (sigla que indica “osciloscópio digital com capacidade de armazenamento de sinais”), de alto desempenho, de dois canais, com as legendas e valores de parâmetros de medição. O exemplo mostra as ondas correspondentes aos canais A e B.

- ▶ A linha vertical da tela representa a **escala de ganho** a qual está calibrada em **V/div** (volts por divisão do reticulado) ou **mV/div** (milivolts por divisão do reticulado).
- ▶ A linha horizontal representa a **escala de tempos** (base de tempo) a qual pode ser ajustada em **S/div** (segundos por divisão do reticulado), **mS/div** (milissegundos por divisão do reticulado) ou **µS/div** (microssegundos por divisão do reticulado).



- ▶ Cada canal possui uma **linha de zero** (zero do sinal) que pode ser movimentada verticalmente, através dos controles correspondentes.
O ajuste da **linha de zero** permite sobrepor os sinais para facilitar a análise, ou para obter uma boa visualização de sinais com valores positivos e negativos.
- ▶ O **ajuste do “disparo”** estabelece o valor de tensão do sinal para o qual se inicia a visualização da onda a partir do canto esquerdo da tela.
Também, permite sincronizar a apresentação dos sinais na tela. O **disparo** pode ser dado por sinal externo (utilizando a ponta de sincronismo, como mostrado no item a seguir) ou pelo sinal de um dos canais.
Os controles de ajuste do disparo permitem:

- Escolher o valor do sinal para o qual começa a visualização da onda
- A borda do sinal, positiva (sinal aumentando) ou negativa (sinal diminuindo), que provocará o disparo.

Multímetro Gráfico - PGM/GMM

As características básicas do osciloscópio, apresentadas no item anterior, podem ser aplicadas ao multímetro gráfico, também identificado com as siglas **PGM** ou **GMM**.

Como exemplo de equipamento disponível no mercado, a figura [1b] mostra um multímetro gráfico Minipa de 2 canais que associa, também, as funções de *osciloscópio DSO* e de *multímetro automotivo* convencional.

1. Liga/Desliga
2. Habilita a operação do cursor
3. Liga/Desliga a iluminação do visor LCD
4. Congela a tela
5. Habilita a função Auto, de ajuste automático
6. Apresenta o menu na tela
7. Teclas de movimentação do cursor (de tensão e tempo) e da onda; seleção do menu, da base de tempo e do ganho
8. Tecla de Ajuda
9. Teclas de Função
10. Descrição das teclas de função
11. Dados característicos da onda: frequência, tempo de centelha, tensão de pico, RPM
12. Indicação do modo de operação: Osciloscópio/Multímetro; tela congelada



■ Sincronismo

Nas situações onde as ondas visualizadas correspondem ao conjunto de cilindros, como por exemplo, no modo de visualização “*parade*” (ver *Capítulo 10*) da onda de ignição, é necessário relacionar cada parte da mesma com o cilindro correspondente.

Pinça Indutiva para Disparo Externo



Para isto, os osciloscópios e multímetros gráficos, possuem uma “*entrada de disparo externa*” para conectar a pinça (fig. [2a]) que captura o sinal com relação ao qual se deseja sincronizar a onda apresentada na tela.

Assim, quando o sinal de sincronismo externo atinge o nível de disparo ajustado, a onda captada pela *ponta de sinal*, começa a ser desenhada na tela até atingir o canto direito. Uma nova onda será visualizada somente quando o sinal de sincronismo externo atinja, novamente, o nível de disparo. Por exemplo, quando a onda visualizada deve ser sincronizada com a ignição, a pinça indutiva de sincronismo se coloca, geralmente, no cabo do cilindro 1.

Com este sinal de disparo externo, a onda só começa a ser apresentada quando a pinça detecta o pulso de ignição do cilindro 1, conseguindo-se assim, o sincronismo necessário.

A cada atualização da tela, a parte da onda correspondente ao cilindro 1, é a primeira a ser apresentada.

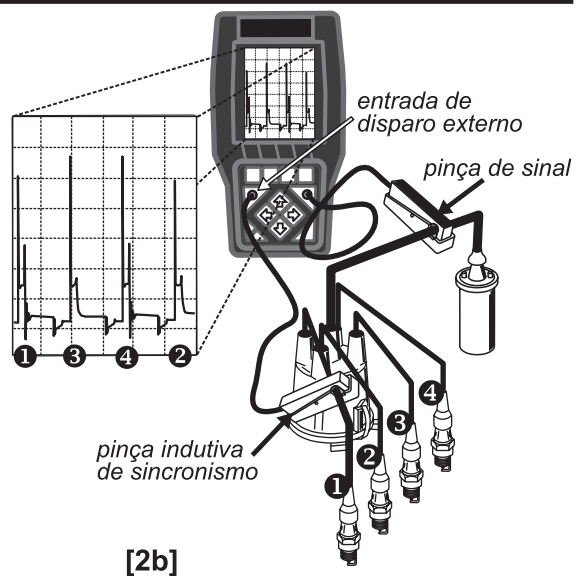
Capítulo 7 - OSCILOSCÓPIO & MULTÍMETRO GRÁFICO

A figura [2b] mostra a configuração para um sistema com distribuidor.

É oportuno salientar que a análise dos sinais visualizados é um auxiliar muito importante no diagnóstico de defeitos, mas, que por si só, em muitos casos poderá não levar à solução.

Geralmente, o defeito é resolvido utilizando um conjunto de instrumentos e isto, sustentado pelo conhecimento adequado do funcionamento do sistema que está sendo diagnosticado, auxiliado por sua vez, com conceitos e informações corretas que ajudem o raciocínio.

Neste sentido, os sistemas atuais, em função dos avanços tecnológicos e sua rápida evolução, não se reparam, na maior parte dos casos, com base em “receitas” prontas, como era freqüente no passado.



[2b]

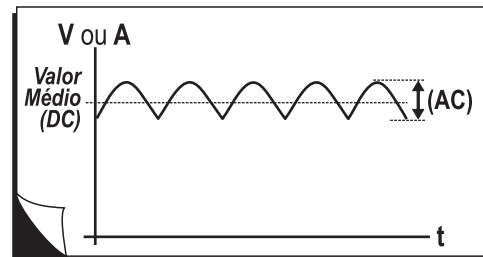
Acoplamento AC

Um tipo de sinal particular, entre os analógicos, é o sinal **DC** ou sinal contínuo com oscilações, como mostrado na figura [3a].

Este tipo de sinal pode ser visto como sendo um sinal de tensão (**V**) contínua, com um **valor médio** ou **componente DC**, sobre o qual se sobrepõe um **sinal alternado** ou **componente AC**.

As considerações sobre *valor médio* e *componente AC* valem, tanto para os sinais de tensão como para os de corrente.

Para permitir a medição e visualização destas componentes, a maioria dos multímetros e osciloscópios possuem a opção de selecionar “**acoplamento DC**” ou “**acoplamento AC**”.



[3a]

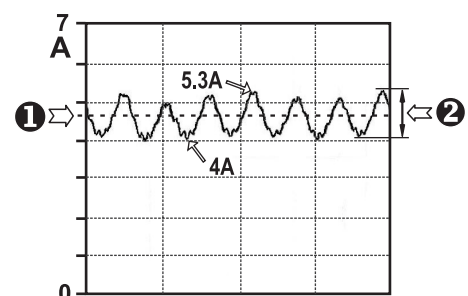
A figura [3a] representa o sinal típico de saída de um alternador automotivo, obtido com **acoplamento DC**; nela, é possível observar a *componente DC* (valor médio) e as oscilações provocadas pela comutação dos diodos retificadores (*componente AC*).

A **componente AC**, conhecida também, como “ripple” (do inglês: *ondulação*), é importante no diagnóstico do estado dos diodos, pelo que, para um diagnóstico conclusivo deve ser visualizada com amplitude adequada.

A figura [3b], corresponde à visualização de uma onda de corrente obtida com acoplamento DC, no fio de alimentação da bomba de combustível.

Ela mostra as características básicas deste tipo de sinal:

- ▶ *Valor médio ou componente de contínua (DC); aproximadamente, 4.7A. Este é o valor medido por um amperímetro automotivo quando selecionada a opção de medição: DC.*
- ▶ *Componente de alterna (AC); aproximadamente, 1.2A. Este é o valor medido por um amperímetro quando selecionada a opção de medição: AC.*



- ① Valor médio (componente DC) = 4.7A
- ② Componente AC = 1.3A

[3b]

No caso do exemplo, e em todos os motores de contínua, as oscilações no sinal de corrente, se devem à passagem das escovas por sobre o anel de comutadores (terminais das bobinas do induzido).

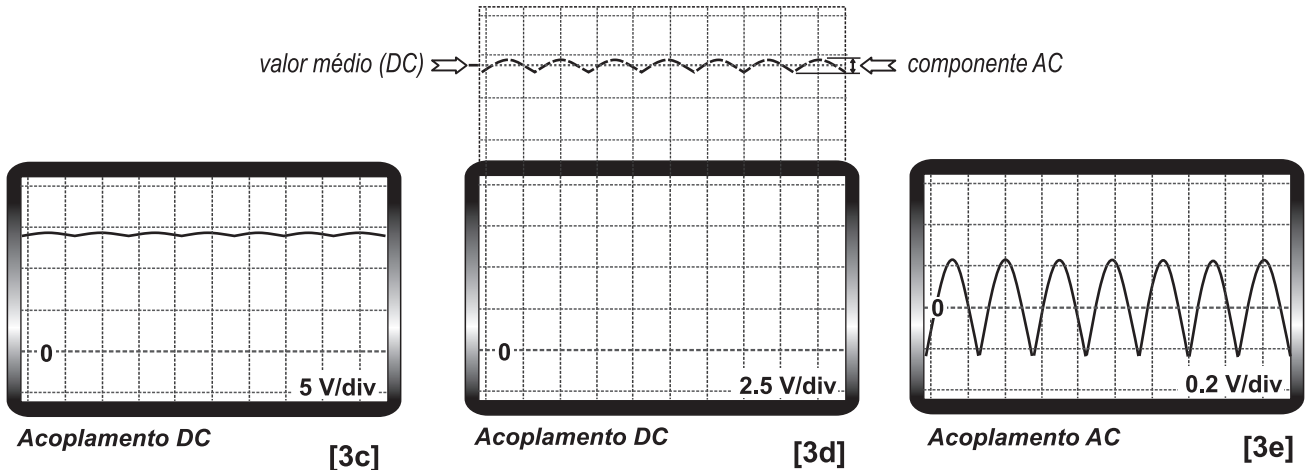
O exemplo apresentado corresponde a uma bomba em bom estado, já que as oscilações mostram uma regularidade entre os máximos de corrente (aproximadamente, 5.3 A) e os mínimos (aproximadamente, 4A). A conclusão só é possível devido a que as variações visualizadas têm uma amplitude adequada. As ondas de correntes são obtidas utilizando uma pinça amperimétrica. (ver *Capítulo 8*)

Capítulo 7 - OSCILOSCÓPIO & MULTÍMETRO GRÁFICO

Já, a onda de tensão de um alternador (fig. [3c]), obtida com “**acoplamento DC**” e ganho ajustado em 5V/div, não fornece informação relevante respeito do estado dos diodos.

Neste caso, a componente AC não tem a amplitude necessária para uma análise conclusiva. O único dado relevante é o valor médio de tensão, similar àquele medido por um multímetro na opção DC.

Reparar que as ondulações da componente AC são pouco perceptíveis, devido ao fato que a tensão média (componente DC) é 14.7V e a componente AC, no caso de um alternados em bom estado de funcionamento, é da ordem de 500 mV, como máximo



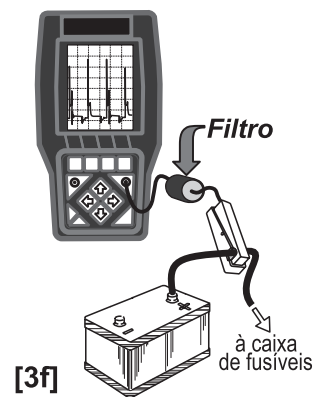
Uma análise conclusiva precisa de uma melhor visualização das oscilações o que, em princípio, poderia obter-se aumentando o ganho.

A figura [3d] mostra qual seria o resultado, quando o ganho é ajustado em 2.5 V/div. A onda, em pontilhado, desapareceria da tela e não seria visualizada. Para um diagnóstico conclusivo a *componente AC* deve ser visualizada com amplitude suficiente.

A figura [3e] mostra a onda da *componente AC*, quando o instrumento é ajustado na opção “**acoplamento AC**”, e o ganho diminuído para 0.2 V/div. Reparar que a linha de zero foi posicionada no centro da tela para permitir a visualização tanto da parte positiva como da negativa, do sinal alternado.

Como mostra a figura [3f], quando o osciloscópio utilizado não dispõe da opção “**acoplamento DC/AC**”, deve ser intercalado, entre a ponta de medição e a entrada do osciloscópio, algum dispositivo que permita separar as componentes **DC** e **AC**

do sinal, e, desta forma, permitir só a passagem da componente **AC**. Esta é a função de um dispositivo eletrônico denominado “**filtro**”, constituído, basicamente, por um capacitor que permite a passagem da componente AC, eliminando ou “**filtrando**” a componente DC. Desta forma, é possível realizar o “**acoplamento AC**” em equipamentos que não dispõem desta opção.



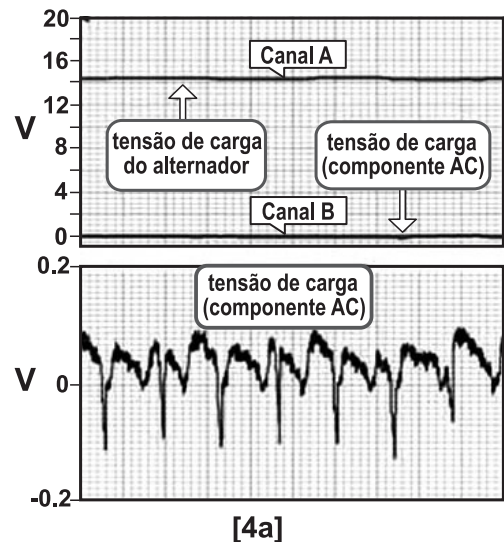
Aplicação do Multímetro Gráfico

1. A figura [4a] apresenta a onda de tensão de saída de um alternador em bom estado. A parte superior da figura apresenta:

- **Canal A:** Tensão de saída do alternador com acoplamento DC.
- **Canal B:** O mesmo sinal com acoplamento AC.

A escala de tensão (ganho) é a mesma para ambos os canais. Reparar na impossibilidade de realizar a análise da componente AC na onda do canal B.

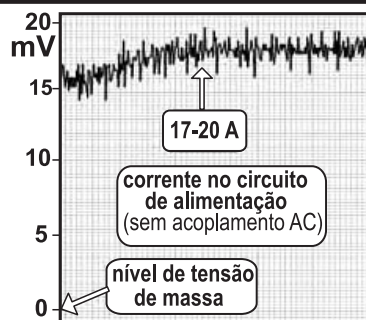
A parte inferior da figura [4a] mostra o sinal de tensão de um alternador, obtido com acoplamento AC e ganho suficiente para uma análise conclusiva. A regularidade aponta para um alternador em bom estado.



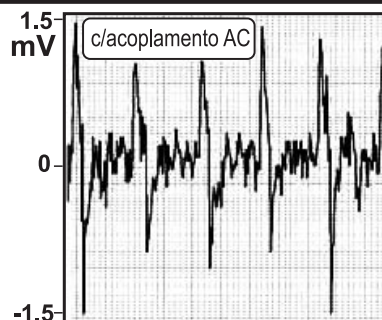
Capítulo 7 - OSCILOSCÓPIO & MULTÍMETRO GRÁFICO

2. A figura [4b] apresenta o sinal de corrente obtido no cabo principal de alimentação, da bateria à caixa de fusíveis, sem a opção “acoplamento AC”, durante a fase de arranque sem que motor entre em funcionamento.

A figura [4c] mostra o mesmo sinal, obtido utilizando um filtro na entrada, com ganho maior. Notar a melhor resolução que permite uma análise mais precisa, visualizando os transientes de corrente



[4b]



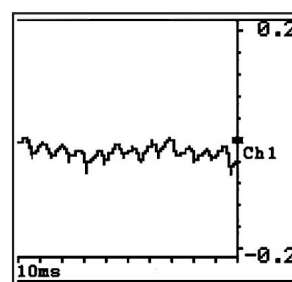
[4c]

devidos ao acionamento dos injetores, bobina de ignição, bomba de combustível e outros dispositivos elétricos. A análise ajuda no diagnóstico de uma falha que impeça a partida, por exemplo.

A ponta de corrente utilizada fornece um sinal de tensão com fator de calibração de 1 mV/A (um milivolt por ampère). Como o osciloscópio não dispõe da opção de configurar a leitura em valores de corrente, a escala está calibrada em mV. Portanto, neste caso, o operador deve realizar a conversão. (ver Capítulo 8)

3. A figura [4d] mostra a onda da componente AC do alternador, obtida com multímetro gráfico sem “acoplamento AC”, o que implicou na utilização de um filtro. A base de tempo foi ajustada em 1 mS/div.

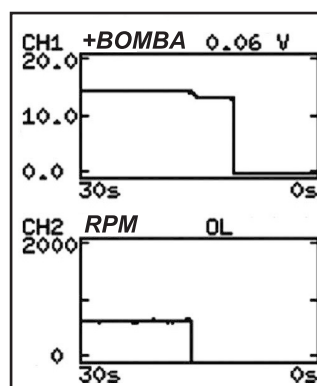
O importante a ser salientado é que a base de tempo deve ser tal que permita a visualização de 8 a 12 ondulações para avaliar a comutação de todos os diodos retificadores. Ainda que não haja uma regra fixa, na marcha lenta, isto se consegue geralmente, com um tempo total de medição, ao longo da tela, de 10mS.



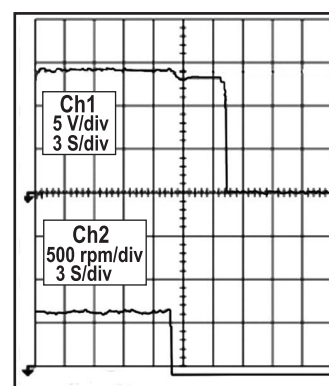
[4d]

4. Diagnóstico de falha intermitente com parada repentina do motor. Neste caso, a utilização do multímetro gráfico permite determinar, com bastante rapidez, se a causa da falha intermitente reside na ignição ou na alimentação de combustível.

A figura [5a] mostra a tela do multímetro gráfico com o registro da tensão de alimentação da bomba (canal 1; CH1) e da rotação (canal 2; CH2); o sinal de rpm é retirado do cabo de alta tensão da bobina. Reparar que quando a falha se manifesta e o motor deixa de funcionar, a rotação cai imediatamente; uma queda abrupta, como a do exemplo, na maioria dos casos, se deve a falta de ignição. Geralmente, quando o defeito se origina na alimentação de combustível, o motor perde rotação no intervalo de alguns segundos, ou seja, não pára abruptamente.



[5a]



[5b]

Ainda que não seja possível determinar o componente causador da falha, este teste simples, serviu, pelo menos, para limitar as verificações posteriores, ao sistema de ignição.

A figura [5b] mostra o mesmo registro, visualizado na tela de um PC; quase todos os multímetros gráficos do mercado, possuem algum tipo de software para transferir o conteúdo das telas “congeladas” (salvas na sua memória) para um PC, o que proporciona uma melhor definição se comparada com a do multímetro.

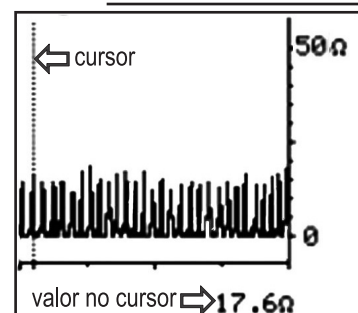
Assim, é possível determinar que a bomba foi desligada, 6 segundos depois que a ignição cessou.

5. Verificação de Induzido com medição de resistência. A figura [5c] apresenta o registro da variação de resistência ôhmica do bobinado de um ventilador de radiador.

Girando lentamente o ventilador, a tela do multímetro gráfico mostra o valor da resistência das bobinas do induzido, no instante em que os segmentos do anel comutador fazem contato com as escovas.

Reparar nos valores consistentes de resistência de todas as bobinas, indicando a ausência de curtos ou interrupções. Este é um teste rápido e conclusivo para casos em que o ventilador não entra em funcionamento devido a um bobinado com defeito.

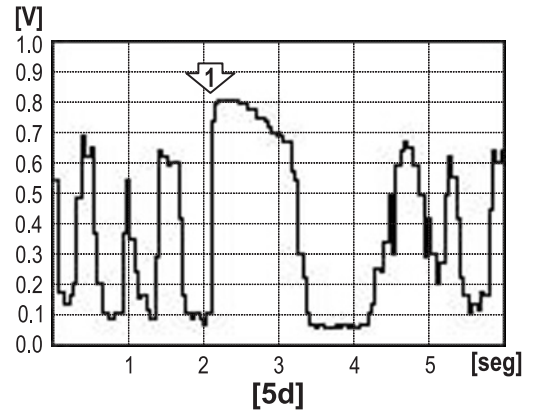
Resistência de Bobinado



[5c]

6. Verificação da resposta de sonda Lambda. A figura [5d] apresenta o sinal de um sensor de O₂ de um sistema funcionando em malha fechada. No instante 1 é despejado um jato de propano através do filtro de ar.

Reparar na imediata resposta do sensor com uma transição de pobre para rico, menor que 100 ms, característica esta, de um sensor em boas condições de funcionamento. (ver Capítulo 25)



Transdutores para Osciloscópio e Multímetro Gráfico

Basicamente, tanto o multímetro, na sua função voltímetro, como o osciloscópio e o multímetro gráfico, são instrumentos que medem tensão: O multímetro apresenta o valor medido no mostrador; o osciloscópio e o multímetro gráfico, na sua tela, na forma de uma onda graficada ao longo do tempo.

No entanto, nas últimas décadas foram desenvolvidos dispositivos **transdutores** que transformam outras variáveis físicas, como temperatura, pressão, vácuo e corrente, em variações de tensão, capazes de serem apresentadas na tela do osciloscópio ou de um multímetro gráfico, ou no mostrador do multímetro.

Estes dispositivos têm aberto um amplo campo para o desenvolvimento de novas técnicas e procedimentos que auxiliam enormemente o diagnóstico de defeitos, principalmente, daqueles mais difíceis.

■ **Transdutores**

São dispositivos adaptadores que transformam grandezas físicas como *pressão, vácuo, temperatura*, em outras capazes de serem interpretadas por instrumentos como o osciloscópio ou pelas unidades de comando eletrônico. Assim, os sensores presentes nos sistemas de eletrônica embarcada, são, na realidade, **transdutores** que transformam as diversas grandezas físicas como rotação, temperatura, pressão de coletor, entre outras, em variações de tensão ou corrente, capazes de serem interpretadas pelas unidades de comando eletrônico, as que, somente conseguem processar sinais elétricos.

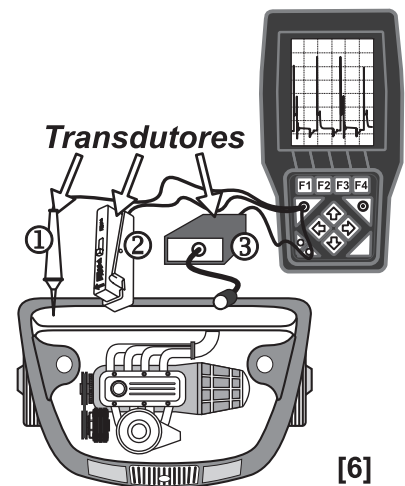
Este mesmo conceito se aplica ao osciloscópio (fig.[6]) que só pode apresentar, na tela, variações de tensão, presentes na sua entrada, capturadas com a ponta de "tensão" [1].

Portanto, se for desejado visualizar variações de pressão de coletor, por exemplo, deverá ser intercalado, entre o medidor de pressão e a entrada do osciloscópio, um dispositivo que transforme as variações de pressão em variações de tensão.

Na realidade, sensores utilizados nos sistemas de eletrônica embarcada, podem ser adaptados para servir como transdutores. Por exemplo, um sensor MAP pode ser utilizado como transdutor de pressão de coletor.

Entre os transdutores mais relevantes para o diagnóstico automotivo (fig.[6]) se destacam:

- *Pinças de alta e de baixa corrente [2]*
- *Pinça indutiva de alta tensão [2]*
- *Transdutor de pressão/vácuo [3]*
- *Transdutor de temperatura*



Estes transdutores fazem do osciloscópio uma poderosa ferramenta de diagnóstico automotivo. Requer, no entanto, o desenvolvimento de novas técnicas que serão analisadas nos próximos capítulos.

