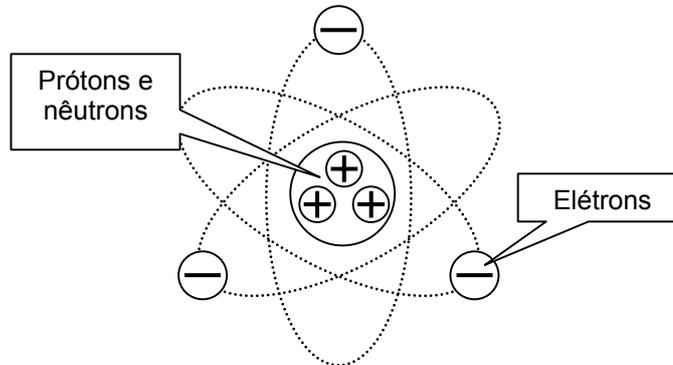


Eletricidade

O desenvolvimento da sociedade moderna está indiscutivelmente ligado à eletricidade. Foi a partir dela que a indústria, o comércio, as comunicações e os transportes atingiram um estágio capaz de proporcionar ao homem uma vida mais cômoda, mais rápida e mais fácil.

A história da eletricidade é muito recente; seu desenvolvimento deu-se principalmente nos séculos XIX e XX. Pôr se tratar de uma força invisível, seu principio básico é explicado na teoria atômica. Torna-se difícil então visualizar a natureza da força elétrica, mas seus efeitos são facilmente notáveis. A eletricidade produz resultados e efeitos perfeitamente previsíveis.

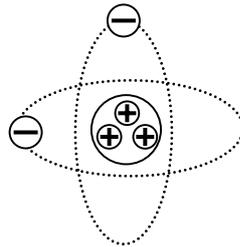
Para que possamos compreender melhor o fenômeno elétrico, vamos recordar alguns pontos básicos da estrutura da matéria:



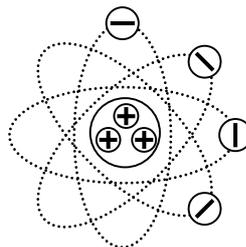
- O núcleo é constituído de PRÓTONS e NÊUTRONS, convencionado-se aos PRÓTONS uma carga elétrica positiva (+) e aos nêutrons carga elétrica nula (0);
- As partículas que giram ao redor do núcleo são denominadas ELÉTRONS, com carga elétrica negativa (-).

Pode-se admitir que num átomo, na condição de equilíbrio, o núcleo é igual ao número de elétrons.

- ✓ Se ele perder elétrons (carga negativa) torna-se eletricamente POSITIVO, passando a se chamar **ÍON POSITIVO**;



- ✓ Se ele ganhar elétrons (carga negativa), torna-se NEGATIVO, chamando-se **ÍON NEGATIVO**.



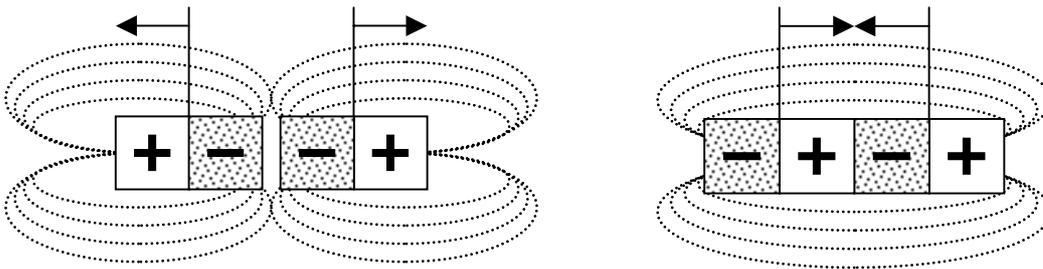
A este desequilíbrio chamamos carga elétrica. O conjunto destes fenômenos que envolvem estas cargas elétricas é que foi definido como eletricidade.

Assim sendo, podemos definir que:

- O núcleo é constituído de prótons e nêutrons;
- Os prótons têm carga elétrica positiva (+) e os nêutrons têm carga (0);
- Os elétrons têm carga elétrica negativa (-);
- A eletrosfera é constituída de elétrons que estão orbitando ao redor do núcleo por causa da atração que há entre eles;
- Os íons são átomos que perderam ou adquiriram elétrons;
- Cátions são íons que perderam elétrons, tornando-se positivo;
- Ânions são íons que ganharam elétrons, tornando-se negativo;

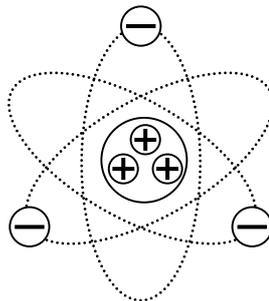
Magnetismo

O princípio que mantém os elétrons de um átomo orbitando ao redor do núcleo é o magnetismo, onde cargas elétricas de sinal igual repelem-se e cargas de sinais opostos atraem-se.



Já vimos que o elétron (eletrosfera) possui carga elétrica negativa, e o próton (núcleo) possui carga elétrica positiva.

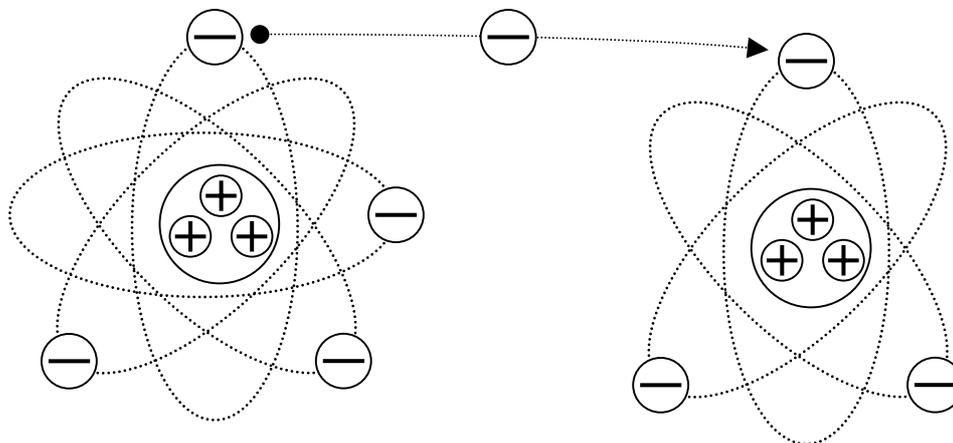
Quando o átomo possui a mesma quantidade de prótons e elétrons, ele estará em equilíbrio, que é a tendência de todo átomo.



Quando o átomo possui mais prótons do que elétrons, ele está positivamente carregado.

Os elétrons que giram mais próximos do núcleo são fortemente atraídos pelos prótons, e os elétrons que giram em camadas mais afastadas do núcleo são atraídos com menor intensidade, proporcionalmente à distância entre o elétron e o núcleo.

Os elétrons que giram na camada mais afastada do núcleo podem vir a desprender-se do átomo, pois são atraídos por outro átomo. Eles são os chamados *elétrons livres*.



Quando um átomo libera facilmente esses elétrons livres, dizemos que este material é um bom condutor elétrico (exemplo cobre, alumínio, ouro, etc...).

Quando um átomo não libera facilmente esses elétrons livres, dizemos que este material é um bom isolante elétrico (exemplo borracha, plástico, vidro, etc...).

Conectando-se um cabo entre os pólos (+) e (-) de uma bateria um grande número de elétrons livres caminharão do (-) para o (+), pois no pólo (-) encontra-se um grande número de elétrons, e no pólo (+) há falta de elétrons.

A este fluxo de elétrons chamamos de **CORRENTE ELÉTRICA**.

A fim de imaginar a grandeza desta força, suponhamos que consigamos colocar 1,00 Kg de elétrons em um bloco e 1,00 Kg de prótons em outro bloco, distanciados a 1,00 m um do outro, teriam uma força de atração de $\pm 1,5 \times 10^{29}$ N.

Instrumentos de medição.

Para efetuarem-se todas as medidas elétricas aqui estudadas, usam-se equipamentos específicos para cada unidade. Como teríamos que ter vários aparelhos para executar estas medições, aglomerou-se todas as funções em um só instrumento, sendo denominado de MULTIMETRO, pôr possuir múltiplas funções de medições elétricas.

As suas funções básicas de medições são:

- ✓ Voltagem alternada e continua (VAC ou VDC);
- ✓ Corrente alternada e continua (ACA ou ADC);
- ✓ Resistência (Ω);
- ✓ Continuidade (beep);
- ✓ Frequência (Hz);
- ✓ Diodos;
- ✓ Duração de tempo (ms);
- ✓ Ciclo de trabalho (% ou carga cíclica);
- ✓ Temperatura (Temp °C).

Além destas funções essenciais, há algumas auxiliares, que são:

- ✓ Seleção de nível de medição dentro da grandeza (RANGE);
- ✓ Congelamento no visor da ultima medida realizada (HOLD);
- ✓ Valor mínimo de uma medição (MIN);
- ✓ Valor médio de uma medição (AVG ou AVERAGE);
- ✓ Valor máximo de uma medição (MÁX);
- ✓ Valor de pico de uma medição (PEAK);
- ✓ Disparo de medição (TRIGGER);
- ✓ Direção de TRIGGER (TRIG- ou TRIG+);
- ✓ Iluminação de fundo da tela (LIGHT).

Procedimentos para leitura de esquemas elétricos

A utilização de esquemas elétricos torna-se indispensável para que possa se fazer uma análise correta de inconvenientes e um diagnóstico preciso.

A verificação de defeitos é uma arte e uma ciência; significa detectar a razão de um circuito não estar realizando o que se espera que ele faça.

Para se fazer tal análise, devemos mentalizar algumas perguntas, como:

- ✓ Se tal elemento entrar em curto circuito, o que acontece nesta parte do circuito?
- ✓ Se a corrente elétrica atingir um valor elevado, qual componente poderá estar acarretando tal inconveniente?

Utilizando-se dos valores especificados em cada componente (Potência, Voltagem, Resistência e Corrente elétrica), a lei de ohm e o esquema elétrico torna-se possível a identificação correta da localização de defeito. Desta maneira passamos de simples trocadores de peças a um verdadeiro técnico automotivo.

Identificação de inconvenientes

Sistemas e componentes elétricos, quando danificados, assumem em maiores proporções, a condição de “curto circuito” ou “circuito aberto”. Uma forma de danificar qualquer componente é exceder as suas especificações de corrente e tensão.

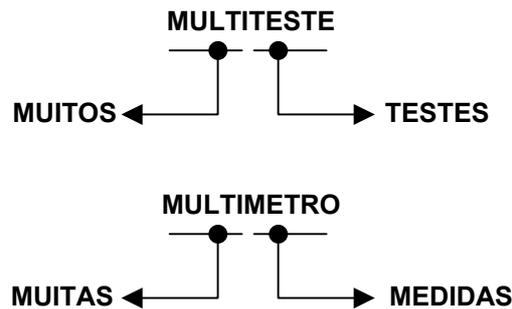
Quando se ultrapassa esse limite de potência, pode-se, às vezes, queimar o interior do componente, deixando um espaço vazio, chamado de “circuito aberto”. Outras vezes, uma dissipação excessiva de potência derrete o interior do componente, produzindo um curto circuito.

Outros pontos de incidência de “curto-circuito” e “circuito aberto” indesejáveis, estão no chicote, terminais, conectores, etc...

Estes pontos de inconvenientes são localizados quando seguimos o circuito (percurso da corrente elétrica), com auxílio de um multímetro.

Medições elétricas com o MULTIMETRO

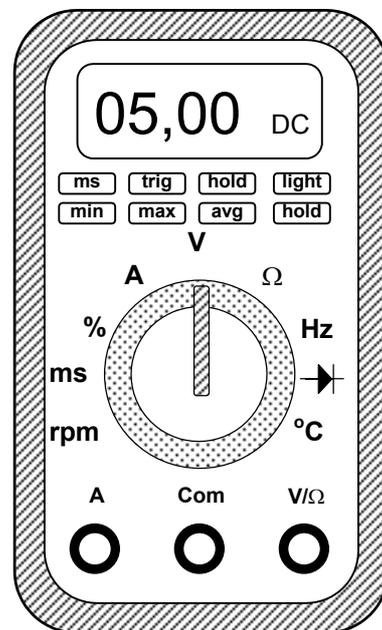
O multímetro é um instrumento compacto, capaz de realizar esta série de medições elétricas, não importando o equipamento ou circuito que desejamos verificar seu funcionamento.



Existem multímetros com mostradores analógicos (visor com ponteiro para mostrar a medição efetuada) e mostradores digitais (visor de cristal líquido que mostra o valor numérico da medição efetuada).

Para o técnico automotivo em eletrônica embarcada, é interessante ter multímetro classificado para medições específicas no automóvel, que deverá ter condições de realizar as seguintes medições:

- ✓ Tensão elétrica alternada (volts AC);
- ✓ Tensão elétrica contínua (volts DC);
- ✓ Corrente elétrica alternada (corrente AC);
- ✓ Corrente elétrica contínua (corrente DC);
- ✓ Frequência elétrica (Hz);
- ✓ Largura de pulso (ms);
- ✓ Ciclo de trabalho em % (duty cycle %);
- ✓ Rotação de motor (rpm);
- ✓ Temperatura (°C);
- ✓ Ângulo de permanência (dwell);
- ✓ Semicondutores (diodos);
- ✓ Resistência elétrica (ohms);
- ✓ Continuidade elétrica (teste sonoro ou beep);



Cuidados necessários:

- ✓ Antes de usar qualquer instrumento, leia atentamente seu manual;
- ✓ Não tente medir TENSÕES acima de 1.000 VDC (tensão contínua) e 750 VAC (tensão alternada);
- ✓ Não tente medir CORRENTES acima de 20 A (corrente contínua ou alternada);
- ✓ Tensões acima de 25,00 VAC ou DC RMS apresentam perigo sério de choque;
- ✓ Ao usar as pontas de provas, mantenha os dedos afastados do circuito, atrás dos protetores das pontas;
- ✓ Não conectar mais de um jogo de pontas de prova ao multímetro.

Não esqueça:

- ✓ Para manter a precisão do multímetro, troque a bateria assim que o símbolo de BATERIA FRACA aparecer no display (low batt);
- ✓ Mantenha o multímetro afastado dos cabos das velas e da bobina de ignição, para evitar interferência eletromagnética induzida;
- ✓ Desconecte as pontas de prova dos pontos de teste antes de mudar a função selecionada;

Lei de Ohm

Sabe-se que se uma certa corrente elétrica (I) circular em um circuito, ela o fará porque uma tensão elétrica (V) forçará a circulação e que o valor da corrente é limitado pela resistência do circuito (Ω). De fato, a quantidade de corrente depende da tensão elétrica e do valor da resistência. Este fato foi descoberto e apresentado por um físico alemão de nome George Simon Ohm (1787-1854), que recebeu seu nome (Ohm) e simbolizada pela letra grega Omega (Ω) em 1827 quando o apresentou em Berlim. Desde que foi estabelecida pela primeira vez, esta lei tem sido primordial para desenvolverem-se circuitos elétricos.

A relação entre corrente, tensão e resistência elétrica nós é explicada pela lei de ohm, que pode ser expressa pela seguinte fórmula:

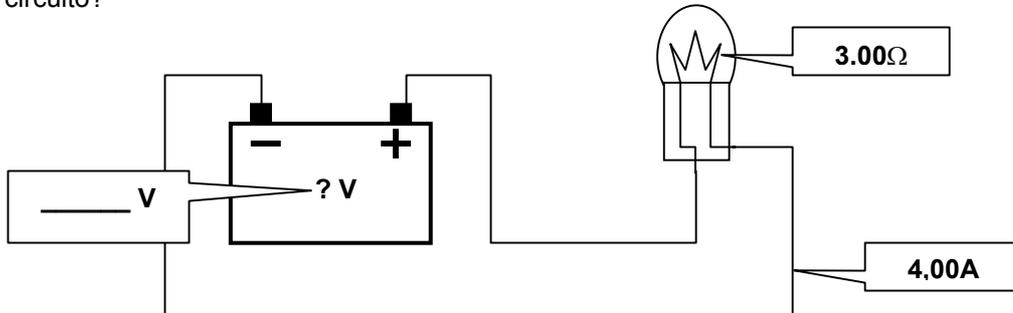
Voltagem = Resistência x Corrente
--

Sabendo-se a corrente elétrica e a resistência do circuito, determina-se a tensão elétrica.

A partir desta fórmula, originaram-se outras duas, também de fundamental importância, que assim são expressas:

Resistência = $\frac{\text{Voltagem}}{\text{Corrente}}$	Corrente = $\frac{\text{Voltagem}}{\text{Resistência}}$
---	---

No circuito abaixo, a resistência da lâmpada é igual a 3,00 Ω, e o consumo de corrente é de 4,00 A. Qual a voltagem do circuito?



Voltagem = Resistência x Corrente	V = 3 x 4	V =
--	------------------	------------

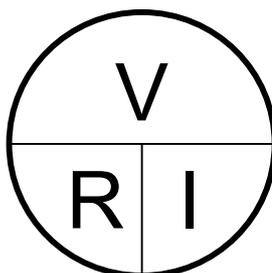
Se no circuito acima a voltagem fosse 14,00 volts e a resistência da lâmpada fosse de 2Ω, qual seria a corrente do circuito?

Corrente = $\frac{\text{Voltagem}}{\text{Resistência}}$	Corrente = $\frac{14,00}{2}$	Corrente =
---	--	-------------------

Resolva os problemas:

• 12,00 V	⇒ 6,00 A	⇒ R =
• 14,00 V	⇒ 4,00 A	⇒ R =
• 2,00 Ω	⇒ 5,00 A	⇒ V =
• 5,00 Ω	⇒ 2,50 A	⇒ V =
• 13,00 V	⇒ 3,00 Ω	⇒ I =
• 15,00 V	⇒ 2,00 Ω	⇒ I =

Sendo assim definidas estas três fórmulas, foram expressas em forma de um círculo, ficando conhecido como círculo mágico de lei de ohm:



Potência elétrica

Outro item importante no estudo da eletricidade é a **POTÊNCIA ELÉTRICA** ou **WATT**, em homenagem a James Watt, que mediu a força de um cavalo e comparou com a força de um motor elétrico determinando uma constante que é de **1 CV = 736 Watt**. Sendo assim, se um motor elétrico tiver uma potência de 5,00 CV, pode-se dizer que ele tem uma potência de 3.680 Watt. Para podermos determinar a **POTÊNCIA ELÉTRICA**, devemos pegar a **VOLTAGEM** e multiplicar pela **CORRENTE**, ou expressa em fórmula da seguinte maneira:

Potência = Voltagem x Corrente

- ✓ Se um motor elétrico recebe 12,00 V e tem um consumo de 4,00 A, qual sua potência?

Potência = Voltagem x Corrente	W = 12,00 x 4,00	W =
---------------------------------------	-------------------------	------------

- ✓ Se uma lâmpada recebe 13,00 V e tem um consumo de 2,00 A, qual será a potência desta lâmpada?

Potência = Voltagem x Corrente	W = 13,00 x 2,00	W =
---------------------------------------	-------------------------	------------

A partir da fórmula básica da lei de watt, pode-se chegar em mais duas fórmulas, as quais são:

- 1) A corrente elétrica (I) é igual à potência elétrica (W) dividida pela tensão elétrica (V);

Ampéres = $\frac{\text{Watts}}{\text{Volts}}$

- ✓ Se um motor elétrico tem 1.500 Watts de potência e tensão de 12,00 V, qual será o consumo de corrente?

Ampéres = $\frac{\text{Watts}}{\text{Volts}}$	Ampéres = $\frac{1.500}{12,00}$	Ampéres =
---	---	------------------

- 2) A tensão elétrica (V) é igual à potência elétrica (W) dividida pela corrente elétrica (A);

Tensão = $\frac{\text{Watts}}{\text{Ampéres}}$
--

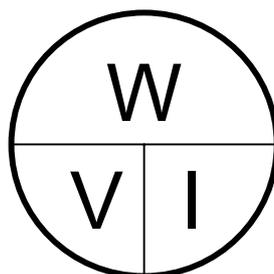
- ✓ Se um motor elétrico tem 84 Watts de potência e 7A de consumo de corrente, com quantos volts irá trabalhar?

Volts = $\frac{\text{Watts}}{\text{Ampéres}}$	Ampéres = $\frac{84}{7,00}$	Volts =
---	---	----------------

Resolva os problemas:

• 12,00 V	⇒ 6,00 A	⇒ W =
• 14,00 V	⇒ 4,00 A	⇒ W =
• 736 W	⇒ 12,00 V	⇒ I =
• 55 W	⇒ 12,00 V	⇒ I =
• 5,00 W	⇒ 0,37 A	⇒ V =
• 21 W	⇒ 1,55 A	⇒ V =

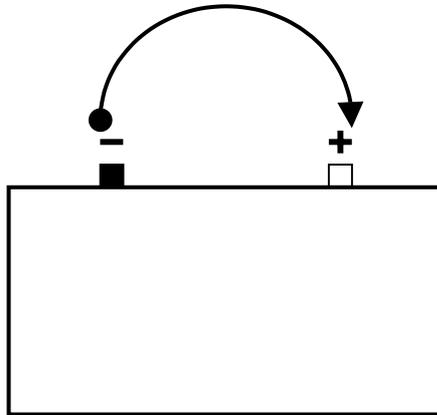
Estas três fórmulas podem também ser definidas através do círculo mágico da lei de watt da seguinte forma:



Corrente elétrica

Chamamos de corrente elétrica o movimento ordenado de cargas elétricas. Como movimento ordenado estamos querendo dizer que as cargas elétricas, em cada instante possuem, em média um sentido predominante em seu movimento.

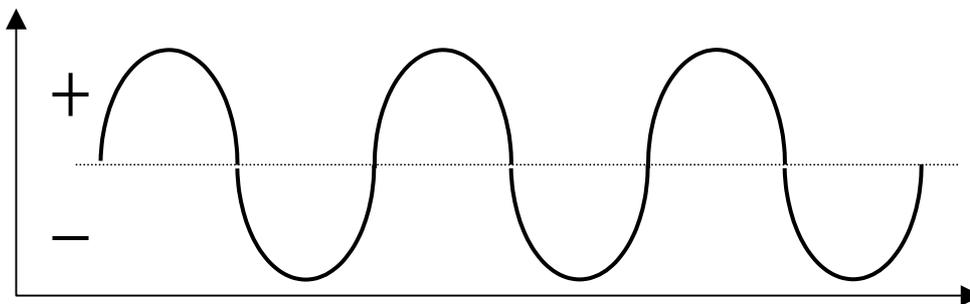
Uma bateria em condições normais tem excesso de elétrons em seu pólo (-) e falta de elétrons em seu pólo (+). A quantidade de corrente elétrica que passa através de um condutor, ou seja, a corrente elétrica que percorre este condutor, é medida em AMPÉRES, utilizando-se para isto o amperímetro.



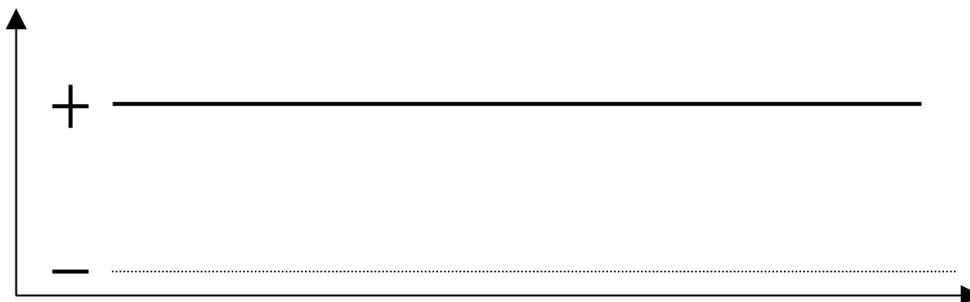
Se os elétrons da nuvem eletrônica começaram a caminhar ordenadamente num metal está passando uma corrente eletrônica.

A corrente elétrica pode se apresentar de duas maneiras:

- **Corrente alternada (VAC):** É quando o fluxo de elétrons alterna o seu sentido de tempo em tempo (período). Esta alternância de direção ou a duração do período de tempo também é chamada de freqüência de sinal, senóide ou onda hertziana (Hertz ou Hz). Esta onda, na rede residencial tem uma freqüência de 60 Hz, isto quer dizer que dentro do tempo de 1,00 segundo, esta onda oscila 60 vezes entre um máximo e um mínimo. Como exemplo, pode-se dizer que uma lâmpada acende e apaga 60 vezes em um segundo, não se notando, porque a oscilação é muito rápida. Em termos práticos é o tipo de corrente elétrica utilizada pelos sistemas elétricos residenciais, industriais, etc. Limitaremos, no nosso caso, a nos aprofundarmos somente em corrente contínua.



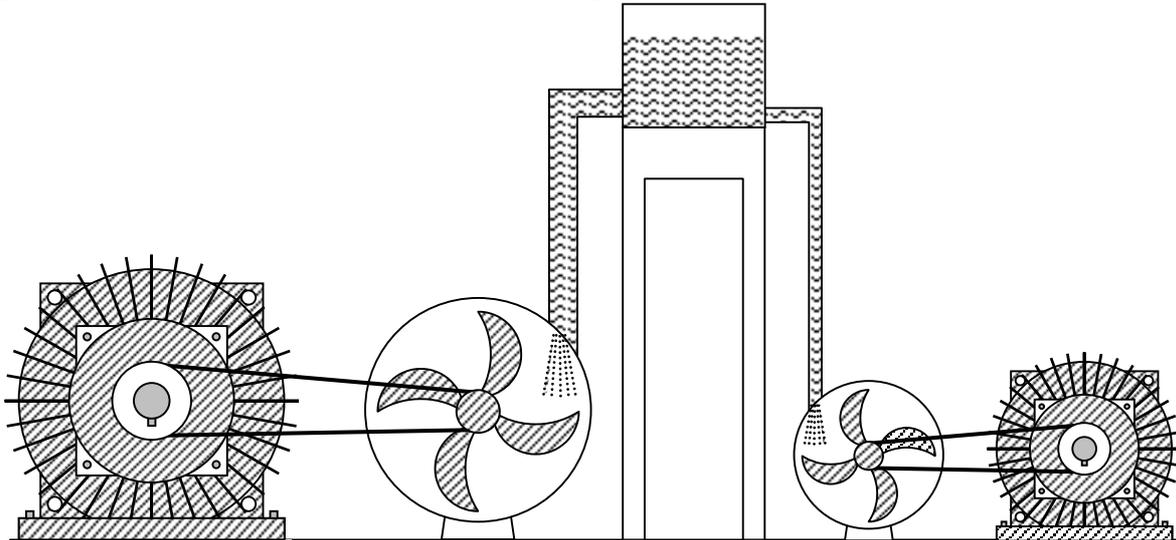
- **Corrente contínua (VDC):** Quando o fluxo de elétrons mantém constante o seu sentido ao longo do tempo, não oscilando entre um mínimo e um máximo, determinamos que este tipo de corrente é contínua. Os sistemas elétricos dos automóveis utilizam corrente contínua para luzes, acessórios, etc., pôr este motivo voltaremos nossa atenção para corrente contínua.



Corrente elétrica x fluxo de água

Denomina-se corrente elétrica ao movimento dos elétrons dentro de um condutor elétrico. Para existir uma corrente elétrica, é preciso ter uma carga, ligada a uma fonte de alimentação.

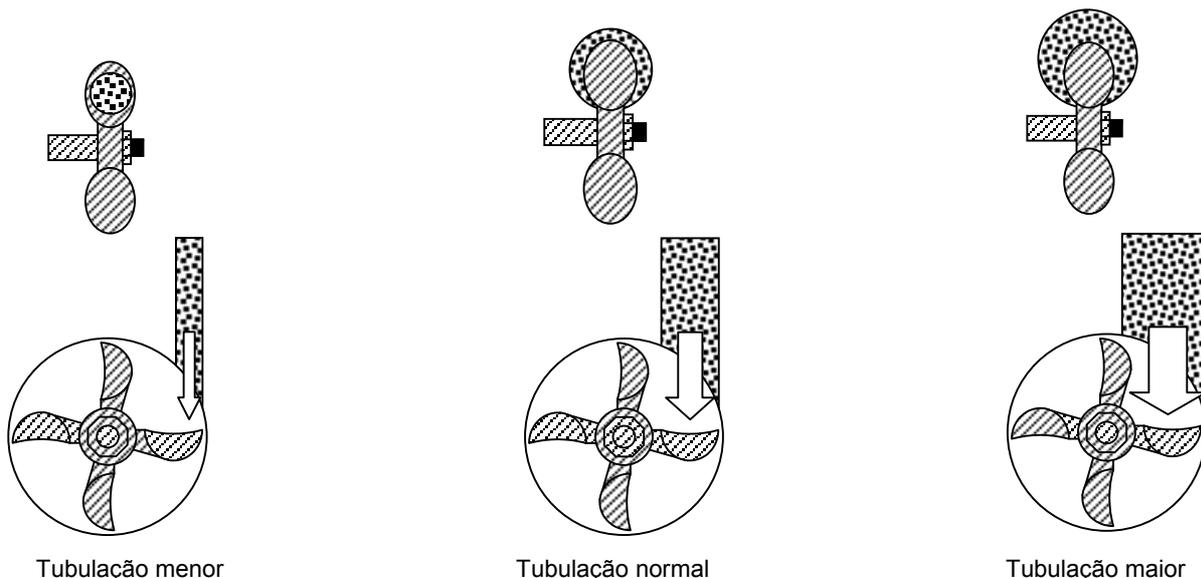
Vamos comparar a semelhança entre o fluxo de corrente elétrica e o fluxo de água. Quando queremos executar um trabalho que use força hidráulica (exemplo, uma turbina hidráulica que impulse um gerador elétrico), precisamos de um determinado fluxo de água. Este fluxo dependerá do “tamanho” do trabalho a executarmos. Se for um trabalho que precise de uma grande força (turbina maior), precisamos de um maior fluxo de água (maior número de litros de água por minuto para impulsionar as pás da turbina), que também precisará de uma tubulação compatível para conduzir esta quantidade de água. Se o trabalho a executar for de pequena proporção (turbina menor), precisamos de um fluxo de água menor.



Então podemos definir que a quantidade de corrente elétrica é determinada pelo circuito que a mesma irá alimentar. O circuito não irá consumir mais corrente elétrica do que ele necessita. Continuando com a analogia hidráulica, vamos imaginar o rotor da nossa turbina em questão. Se tivermos uma tubulação maior que a pá da turbina, a mesma só vai utilizar a quantidade de água necessária para mover seu rotor, desde que seja mantida a mesma pressão.

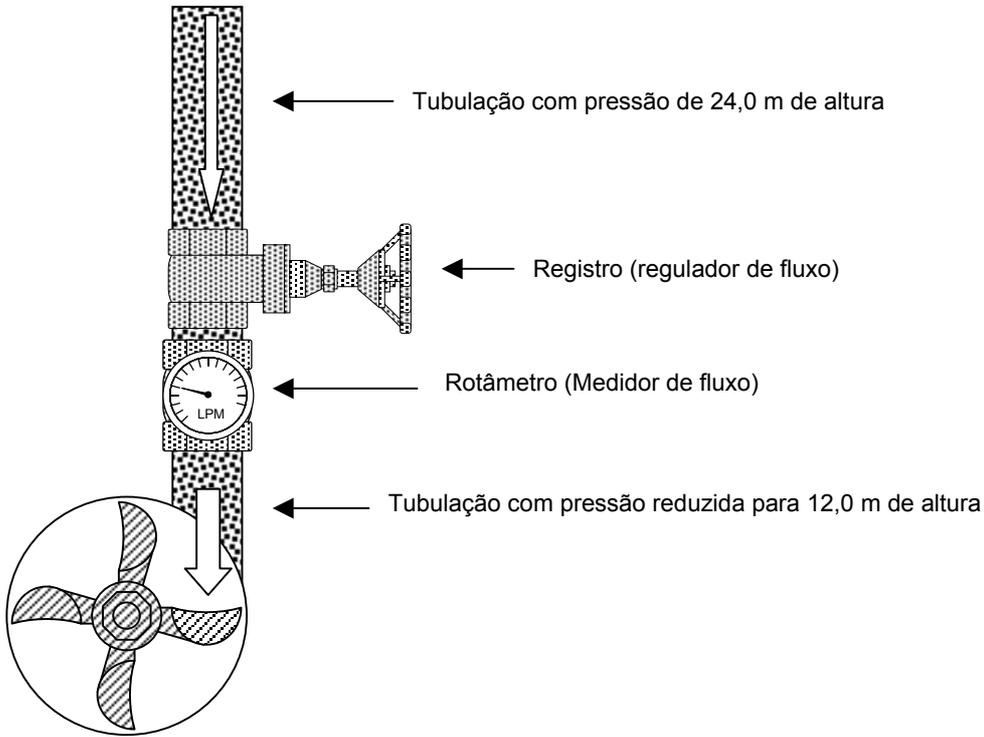
Se a pressão do circuito for constante (12,00 m de altura), o nosso fluxo será controlado pela própria turbina (resistência de entrada da turbina).

Podemos até aumentar o diâmetro do cano, melhorando o rendimento de alimentação, mas a quantidade de água que irá entrar será a mesma. Se diminuirmos o diâmetro, influenciaremos no desempenho da turbina, pois estará sendo diminuindo o fluxo de água.



Se aumentarmos a pressão do circuito (24 m de altura) na turbina dimensionada para trabalhar com 12 m, nosso fluxo será maior, devido a maior pressão do circuito, podendo ocasionar danos na turbina.

A solução é colocarmos um registro (resistência) que controle o fluxo de água, diminuindo a pressão e o fluxo de entrada aos níveis ideais de trabalho.

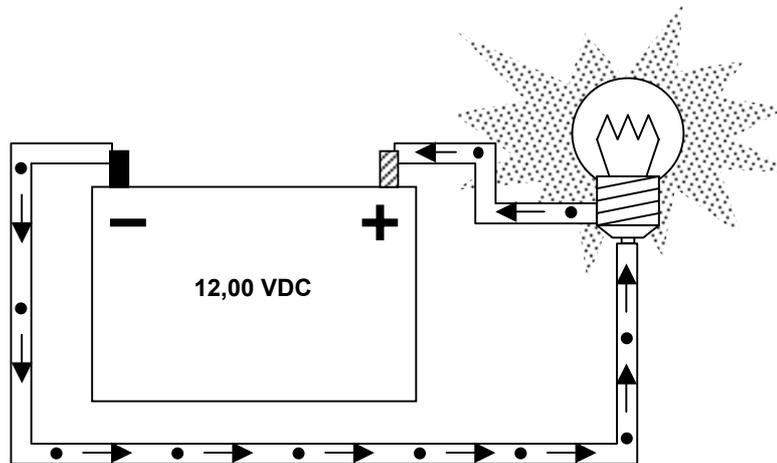


Neste caso pode-se até diminuir um pouco o diametro do cano, pois teremos a compensação do fluxo pela pressão.

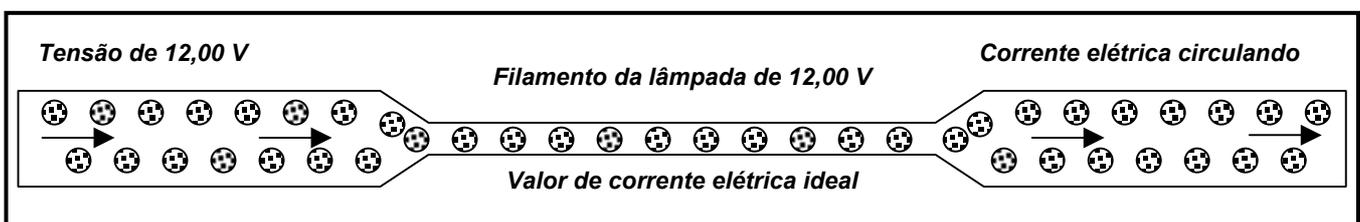
Para medirmos esta vazão, nos valemos do equipamento adequado (Rotâmetro) para tal fim, ligando-o em série na linha de fluxo de água.

Vamos utilizar este sistema hidráulico para explicar o comportamento da corrente elétrica no funcionamento de uma lâmpada.

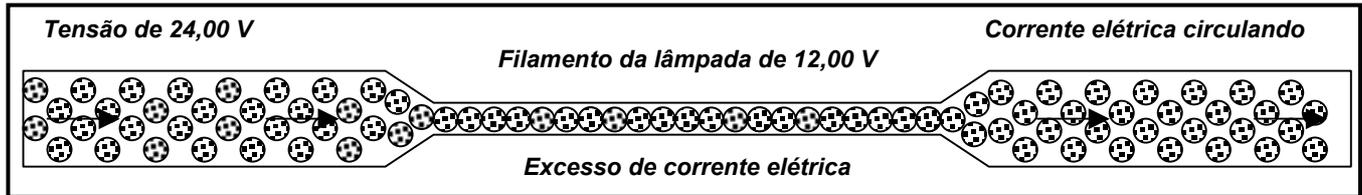
Se a voltagem do circuito for constante (12,00 V), o fluxo de corrente elétrica será controlado pela própria resistência o filamento da lâmpada, não consumindo mais corrente elétrica do que irá usar.



- ✓ Quando a tensão elétrica for a correta para o circuito (12,00 V), o fluxo de corrente para os consumidores também será correto (cada consumidor “gastará” a quantidade de corrente que lhe é inerente). A quantidade de corrente elétrica de cada componente é determinada pela resistência interna que é imposta a passagem do fluxo.



- ✓ Quando a tensão for acima do especificado para o componente (24,00 V), o fluxo de corrente será em excesso para o consumidor.



Pode-se notar que o excesso de corrente elétrica irá danificar o filamento da lâmpada, pois temos um filamento de lâmpada que suporta um fluxo determinado para certa tensão. Se elevarmos a pressão, o fluxo também será maior, vindo a ocasionar danos à lâmpada ou qualquer outro circuito em circunstâncias iguais.

A corrente elétrica num circuito é apresentada pela letra "I" e sua unidade de medida é o **Ampère (A)**.

Assim, quando 1,00 ampère está presente em um fio, significa que uma quantidade definida de eletricidade está fluindo pelo fio a cada segundo.

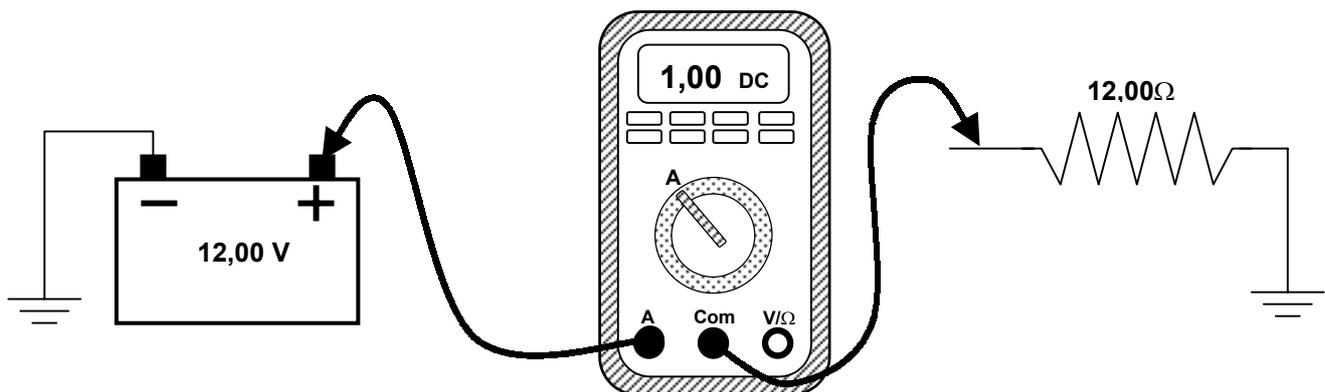
$$1,00 \text{ ampère} = 6,28 \times 10^{18} \text{ elétrons pôr segundo (6.280.000.000.000.000)}$$

Como visto, corrente elétrica é a quantidade de cargas elétricas que flui através de um condutor num determinado intervalo de tempo, ou ainda, a tendência para restaurar o equilíbrio elétrico num circuito onde exista diferença de potencial elétrico entre dois pontos (ddp).

Por definição 1,00 Ampère é a corrente que flui através de um condutor com resistência de 1,00 Ohm quando a diferença de potencial entre os seus terminais for igual a 1,00 Volt.

Conforme a lei de ohm (Corrente = Tensão/Resistência), a corrente elétrica será o produto da tensão elétrica dividida por sua resistência elétrica.

Para se medir corrente elétrica usa-se o amperímetro, ligado sempre em **SÉRIE** com o circuito correspondente que queremos medir, isto é, toda a corrente deverá passar pelo multímetro;



Então, podemos definir o seguinte:

Corrente elétrica (I ou ampères): Fluxo de cargas elétricas que se desloca em condutor em um determinado intervalo de tempo.

NUNCA EXISTIRÁ CORRENTE ELÉTRICA SEM TENSÃO ELÉTRICA.

ATENÇÃO!

- ✓ Nunca usar o multímetro em aplicações onde tensões maiores de 600 volts estejam presentes;
- ✓ Nunca meça corrente acima do valor da escala do instrumento (máximo 10A ou 20A, conforme o instrumento).

Medindo corrente elétrica

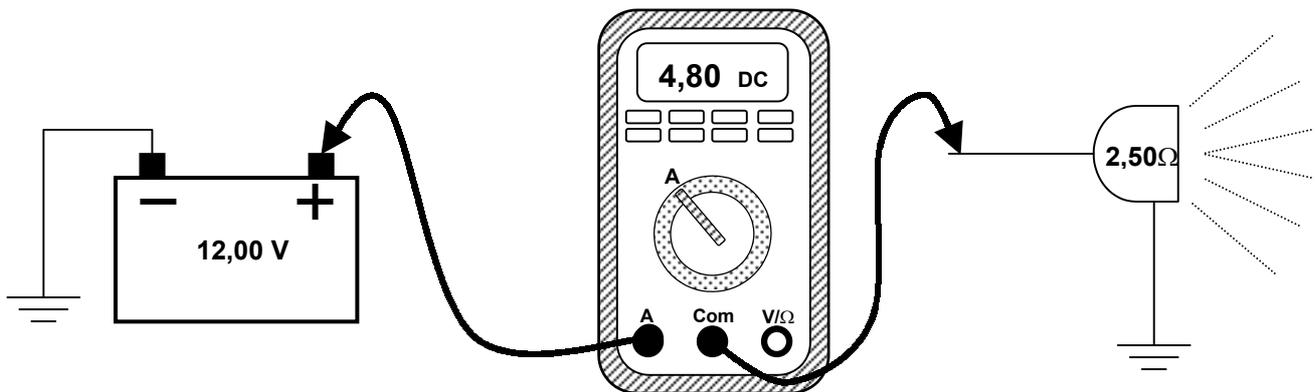
O valor de consumo de corrente será proporcional ao circuito. Obedecendo a lei de ohm (Corrente = Tensão/Resistência), sabendo-se a resistência do componente e a resistência elétrica, chega-se a corrente elétrica. Para isto:

- 1) Selecionar a função AMPÉRES no painel do multímetro;
- 2) Colocar o cabo vermelho no borne A;
- 3) Ligar o cabo vermelho no borne + da bateria (+BAT);
- 4) Colocar o cabo preto no borne Com (comum);
- 5) Ligar o cabo preto no cabo de alimentação do equipo a ser medido. A ligação é em série com o equipo que queremos medir, isto é, toda a corrente deverá passar pelo multímetro;
- 6) O valor de corrente sendo consumido será proporcional a resistência do circuito.

Dados os valores:

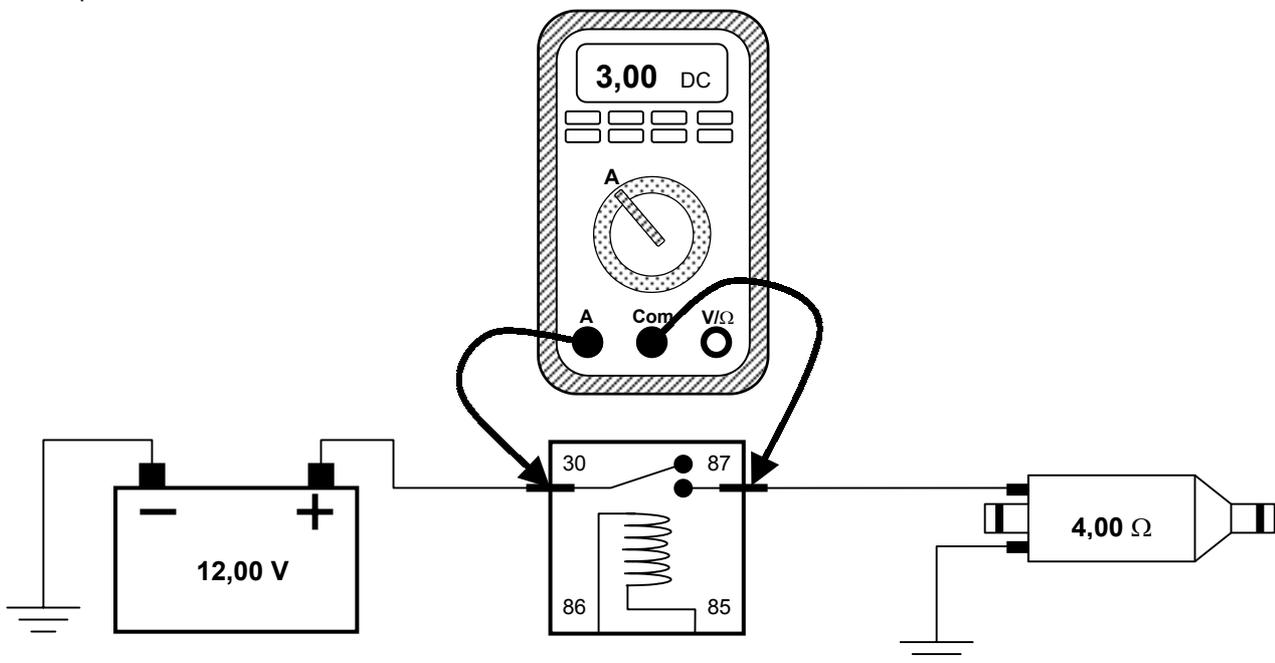
- ✓ Resistência da lâmpada elétrica (R ou Ω): 2,50 Ohms;
- ✓ Tensão de trabalho do circuito (V): 12,00 volts;
- ✓ Corrente elétrica (I):??

$I = V/R$	$I = 12,00/2,50$	$I = 4,80 \text{ A}$
-----------	------------------	----------------------



✓ **Medição de consumo da corrente da bomba elétrica de combustível**

Para medirmos a corrente de uma bomba elétrica, podemos retirar somente o rele da bomba e colocarmos as ponteiros do multímetro direto na base do rele.



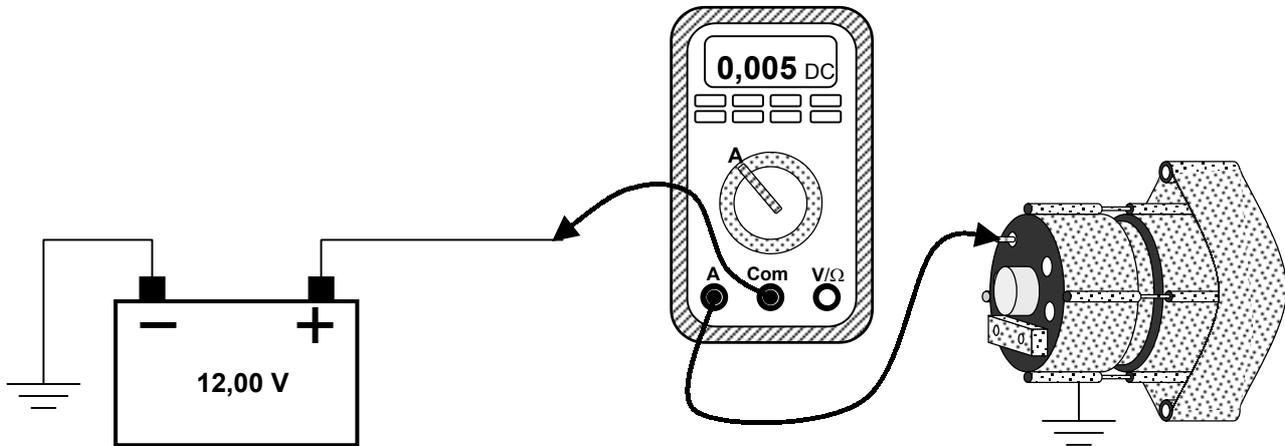
Dados os valores:

- ✓ Resistência da bomba elétrica (R ou Ω): 4,00 Ohms;
- ✓ Tensão de trabalho do circuito (V): 12,00 volts;
- ✓ Corrente elétrica (I):??

$I = V/R$	$I = 12,00/4,00$	$I = 3,00 \text{ A}$
-----------	------------------	----------------------

✓ **Medição de fuga de corrente elétrica dos diodos do alternador**

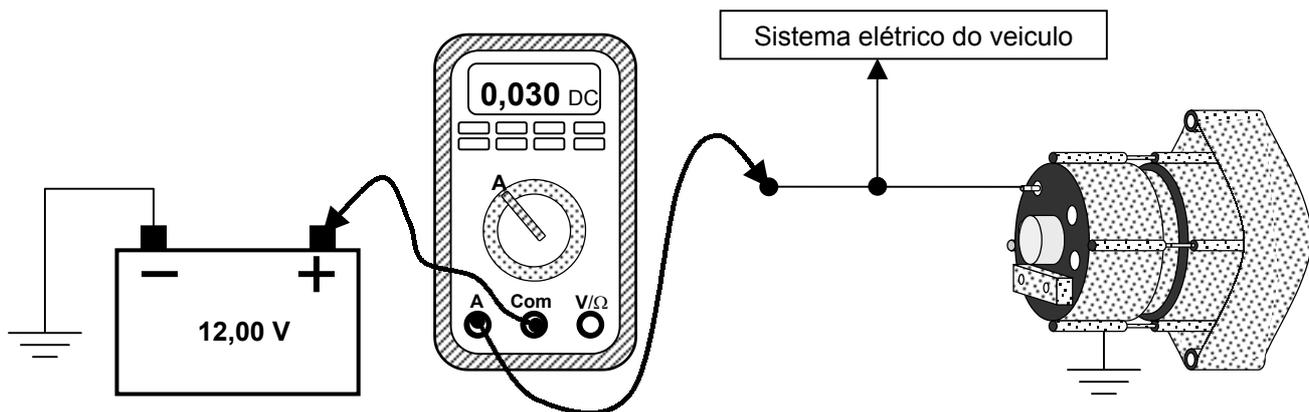
Para verificar a corrente de fuga dos diodos do alternador, desligue o cabo BAT+ do alternador e conecte o multímetro em série com este terminal de saída do alternador, com o motor desligado. Na maioria das vezes, a corrente de fuga é menor que 5,00 mA, mais freqüentemente, na ordem de 0,5 mA. Tenha cuidado quando desconectar o cabo BAT+ do alternador. Certifique-se que a bateria está desconectada primeiramente.



✓ **Medição de consumo da corrente de "STAND-BY" do veículo**

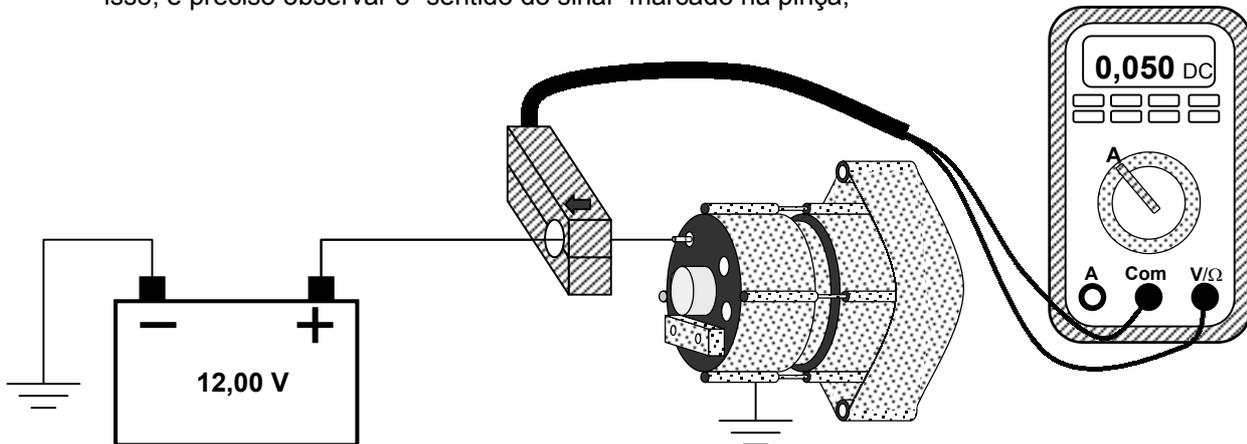
Para medir a corrente de "STAND-BY", desligue o cabo BAT+ da bateria e ligue o multímetro em série e compare com a tabela abaixo.

Capacidade da bateria (Ah)	Corrente fuga mA	Capacidade da bateria (Ah)	Corrente fuga mA
27 Ah	14 mA	65 Ah	32mA
32 Ah	17 mA	70 Ah	35mA
40 Ah	20 mA	90 Ah	45mA
45 Ah	22 mA	100 Ah	50mA
50 Ah	25 mA	135 Ah	67mA
54 Ah	27 mA	150 Ah	75mA
60 Ah	30 mA	170 Ah	85mA
65 Ah	32 mA	180 Ah	90mA



✓ **Medição com a pinça amperimétrica conectada ao multímetro:**

- Ligue o interruptor e examine o estado da carga da bateria da pinça;
- Zerar a leitura de corrente no botão da pinça até conseguir a melhor calibração;
- Para o zeramento total, devemos acionar a tecla REL (modo relativo) do multímetro;
- Se tudo Ok, siga os passos adiante:
 - a) Ligar o cabo vermelho da pinça amperimétrica no pino V/Ohms;
 - b) Ligar o cabo preto da pinça amperimétrica no pino Com (comum);
 - c) Selecione a escala mV DC, para medições até 400 ampéres;
 - d) Nesta escala somente serão medidas correntes acima de 100 mA;
 - e) Para medir correntes acima de 600 A, selecione a escala VDC;
 - f) Para a medição da corrente, a pinça deverá estar envolvendo o cabo do circuito a ser medido. Para isso, é preciso observar o “sentido do sinal” marcado na pinça;



Cálculo para tempo de carga de baterias:

Volts DC	Densidade do eletrólito	Estado de carga
12,60	1265	100%
12,40	1225	75%
12,20	1190	50%
12,00	1155	25%
11,90	1120	0%

Exemplo de cálculo:

Que se tenha uma bateria com capacidade nominal igual a 50 ampéres-hora (50 Ah), e que o estado de carga da bateria é de 50% (densidade do eletrólito 1190), e pretende-se carregar com uma corrente de 10A. Quanto tempo será necessário para obter essa carga?

$$\text{Tempo} = \frac{(100 - ec) \times cb}{100 \times cc} \times 1,5$$

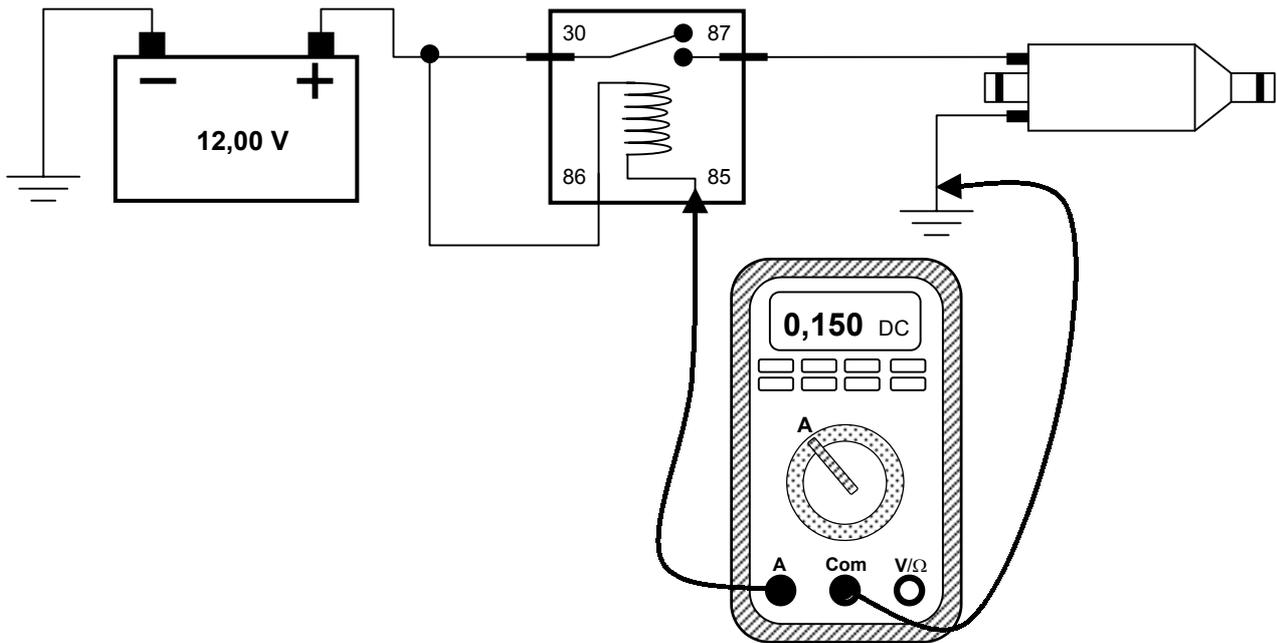
Onde

t =	Tempo de carga em horas.
ec =	Estado de carga da bateria em %.
cb =	Capacidade nominal da bateria em ampéres – hora.
cc =	Corrente de carga em ampéres.

Nota: A corrente de recarga deverá ser de 10% da capacidade nominal da bateria. Por exemplo, para uma bateria de 45 Ah x 10% = 4,50 ampéres deve ser a corrente de recarga.

$$\text{Tempo} = \frac{(100 - 50) \times 50}{100 \times 10} \times 1,5 = 3:45 \text{ Horas}$$

✓ Medição de consumo da corrente da bobina do rele da bomba elétrica de combustível



Tabelas de consumo de corrente elétrica

Lâmpadas (Volts)	Potencia (Watts)	Consumo (ampéres)
12	5	0,42
12	21	1,75
12	55	4,60
12	65	5,40
12	75	6,25
24	5	0,21
24	21	0,90
24	55	2,30
24	65	2,70
24	75	3,12

Tabela de cores de fusível de lâmina

Cor do fusível	Corrente de ruptura (ampéres)
Violeta	3,00
Rosa	4,00
Bege	5,00
Marrom	7,50
Vermelho	10,0
Azul	15,0
Amarelo	20,0
Branco	25,0
Verde	30,0

Tensão elétrica

Chamamos de tensão elétrica a diferença de potencial elétrico entre dois pontos distintos no circuito.

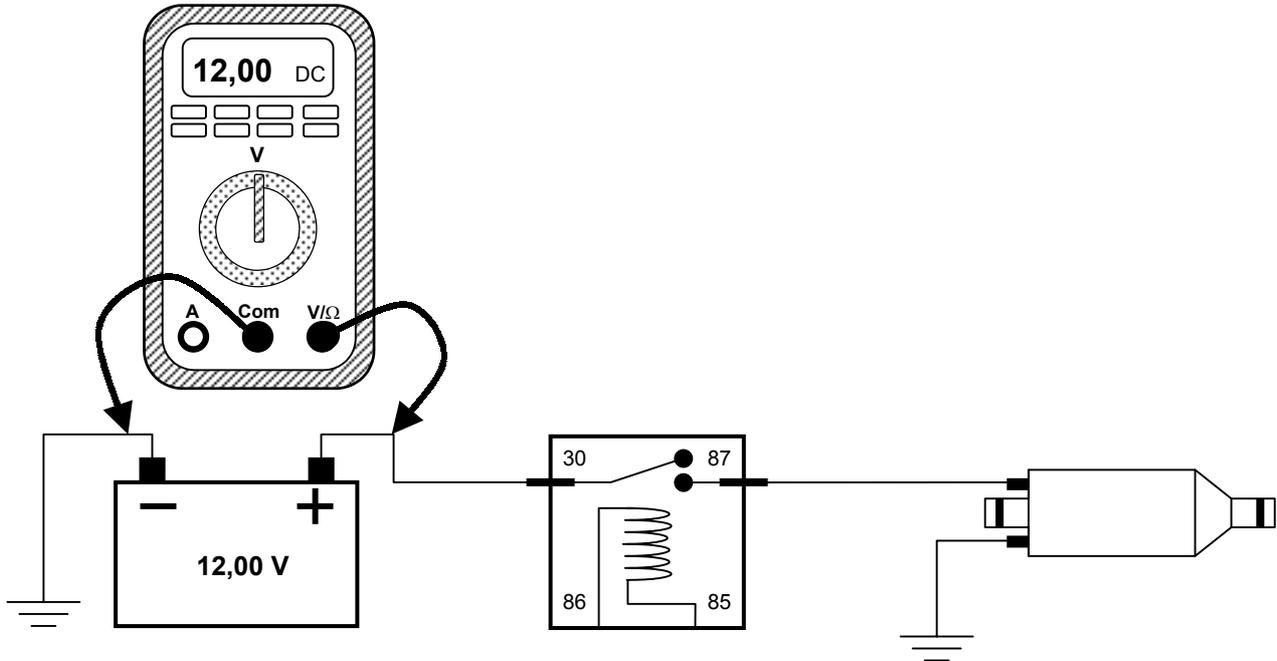
Pode ser definida também como força impulsora ou pressão, que força a passagem da corrente elétrica nos condutores.

Quando afirmamos que uma bateria tem 12,00 volts, estamos dizendo que a diferença de potencial existente entre o pólo POSITIVO e NEGATIVO é de 12,00 volts.

A tensão pode ser representada pelas letras E, V ou U e sua unidade de medida é o volt (V), utilizando-se para isto o VOLTÍMETRO.

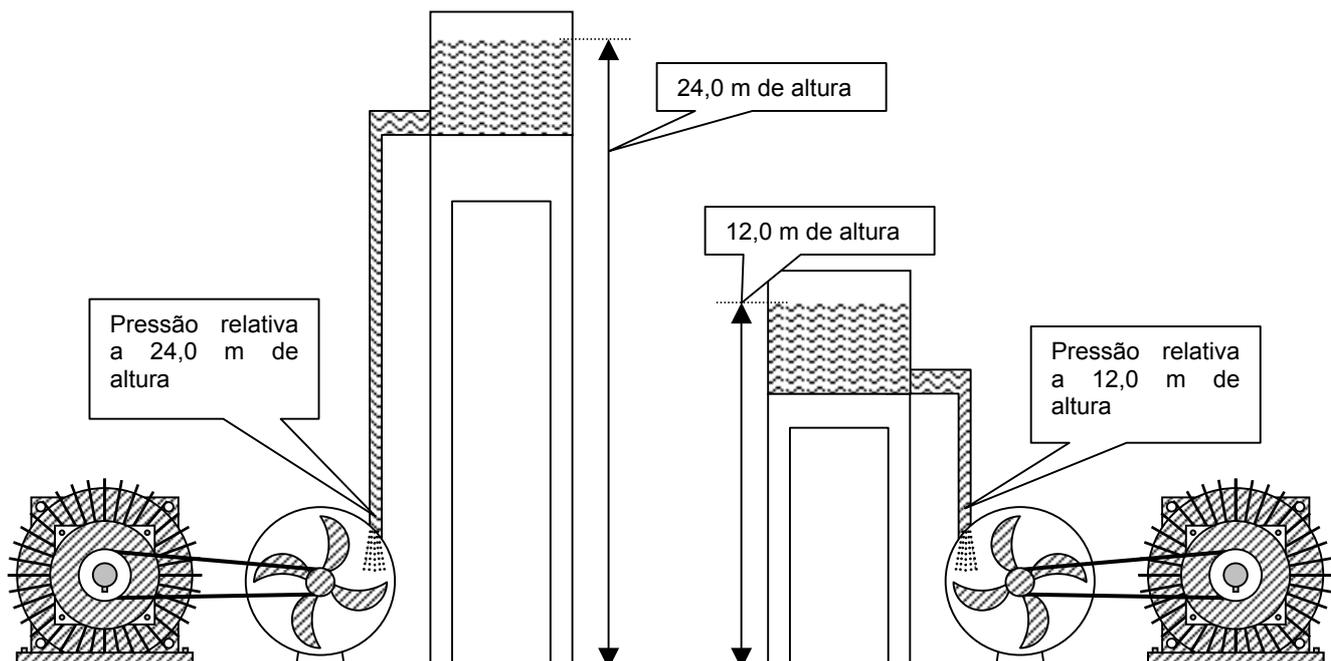
Por definição, 1,00 volt é a diferença de potencial elétrico necessária para impelir 1,00 ampère através de 1,00 Ohm.

Uma bateria em condições normais tem excesso de elétrons em seu pólo (-) e falta de elétrons em seu pólo (+).



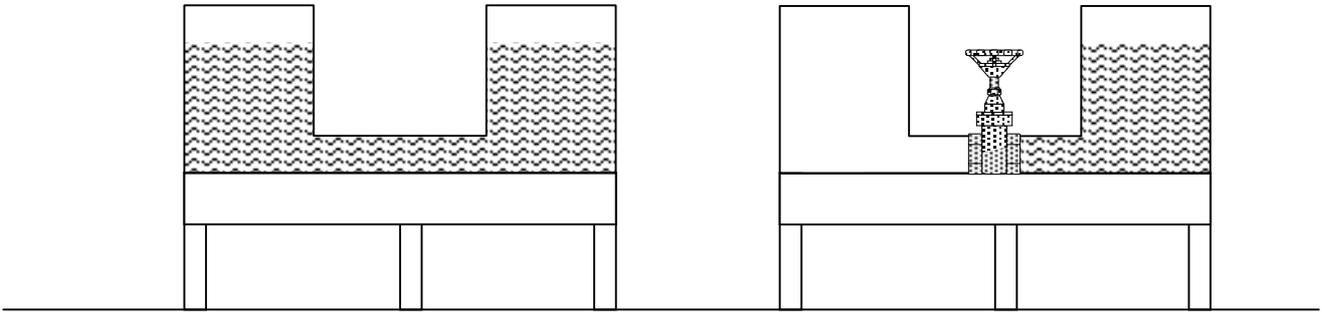
Tensão elétrica x pressão de água

Uma caixa d'água fornece água sob pressão, devido ao seu desnível em relação ao ponto de consumo (turbina). Quanto maior for a altura da caixa de água, maior vai ser a pressão. Se tivermos uma determinada altura da caixa (caixa mais alta), então os consumidores, não precisam de um fluxo elevado, pois a pressão compensa o mesmo. Se a caixa for mais baixa, devido a menor pressão, temos que compensar a pressão menor com um fluxo de água maior. A bateria é quem fornece a tensão elétrica do veículo, estabelecendo uma diferença de potencial elétrico no circuito, "empurrando" eletricidade através dos fios. Quanto maior a tensão elétrica, maior será a diferença de potencial entre dois pontos.

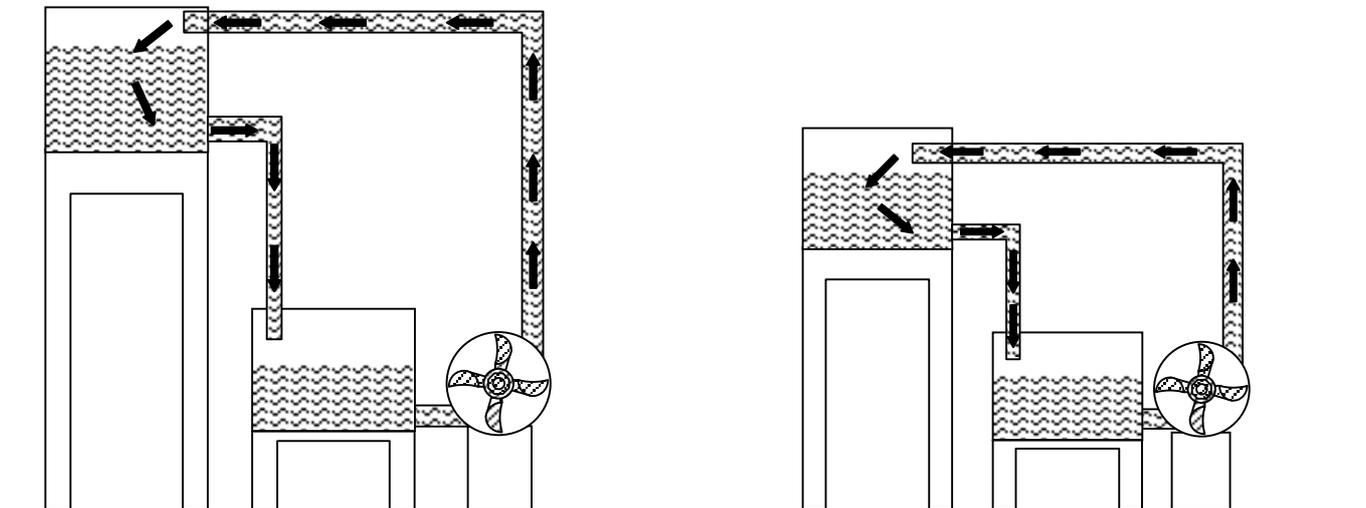


Associaremos a diferença de potencial elétrico com a analogia hidráulica.

Suponhamos que temos duas caixas de água interligadas. As duas estão com ao mesmo nível de altura e com o mesmo nível de água. Então não há deslocamento de água de uma para outra. Se ao contrário, tivermos duas caixas de água, separadas por uma torneira, sendo que uma está vazia, e a outra cheia, a partir daí haverá uma diferença de potencial gravitacional. Ao abrirmos a torneira, haverá deslocamento de água de uma para outra caixa de água, até que os níveis se equilibrem novamente.



A velocidade que a água se deslocará de uma para a outra caixa, vai depender do desnível entre as mesmas. Quanto maior o desnível, maior a pressão (ou a velocidade) que a água se deslocará.



Para medirmos esta diferença de pressão, utilizamos o manômetro.

Para mantermos o circuito com uma diferença de potencial constante, colocamos uma bomba d'água para recalcar novamente a água para a caixa de cima, enchendo-a novamente.

O sistema elétrico do veículo tem um comportamento semelhante. A diferença de potencial elétrico da bateria (também conhecido como voltagem ou tensão elétrica) é quem permite que o fluxo de cargas elétricas (corrente elétrica) se desloque para os vários consumidores do sistema. Quando a tensão for baixa, o fluxo de cargas elétricas será insuficiente para o correto funcionamento de todo o sistema.

No automóvel, o alternador é o responsável por "recalcar" as cargas elétricas novamente para a bateria.

Para medirmos a tensão de qualquer circuito, usamos o **VOLTIMETRO**. Por definição, quanto maior for a tensão, mais rapidamente se movem às cargas elétricas.

Se colocarmos um conjunto de baterias ligadas em série, e começarmos a medir o conjunto, desde a primeira, a tensão vai sendo aumentada, porque aumentamos a tensão do circuito.

Medição de tensão

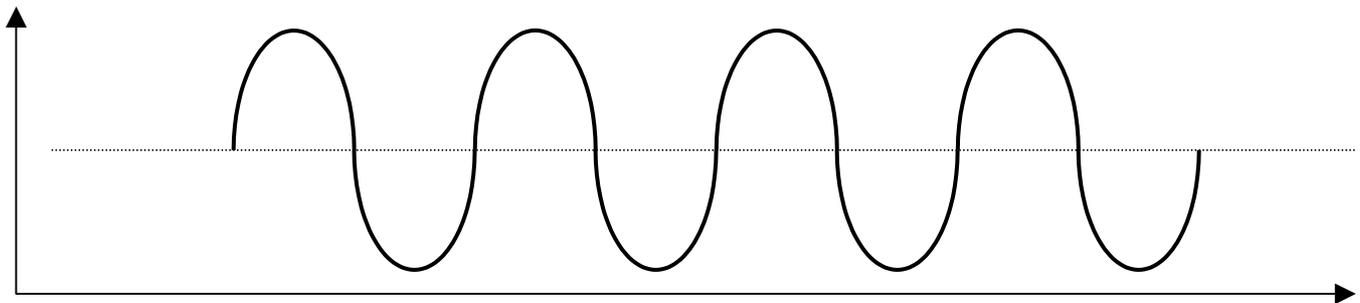
Atualmente no veículo nos veículos 2 tipos de tensão:

- ✓ Tensão alternada;
- ✓ Tensão contínua;

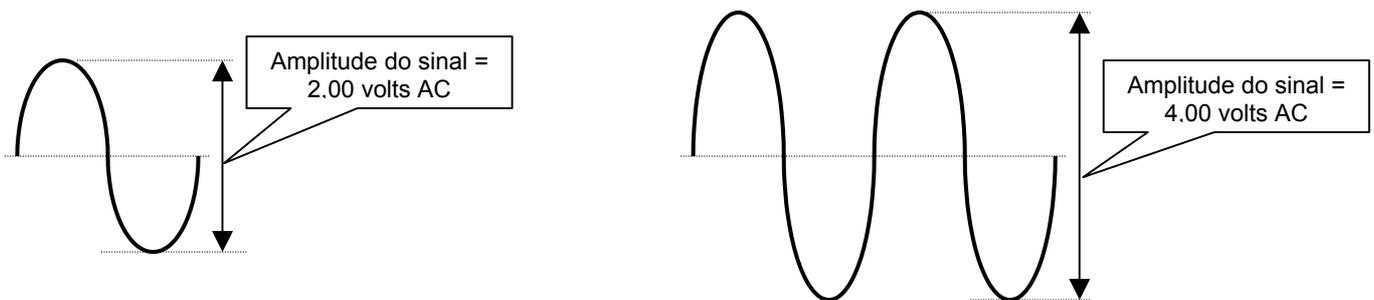
Tensão alternada

Definimos como “**ALTERNADA**” a tensão que não possui um nível fixo, isto é, sempre mudando sua polaridade entre um valor positivo e negativo (+/-). A tensão alternada tem uma forma gráfica de uma **onda senoidal**, onde a **freqüência** e **amplitude** do sinal são variáveis em função do tempo.

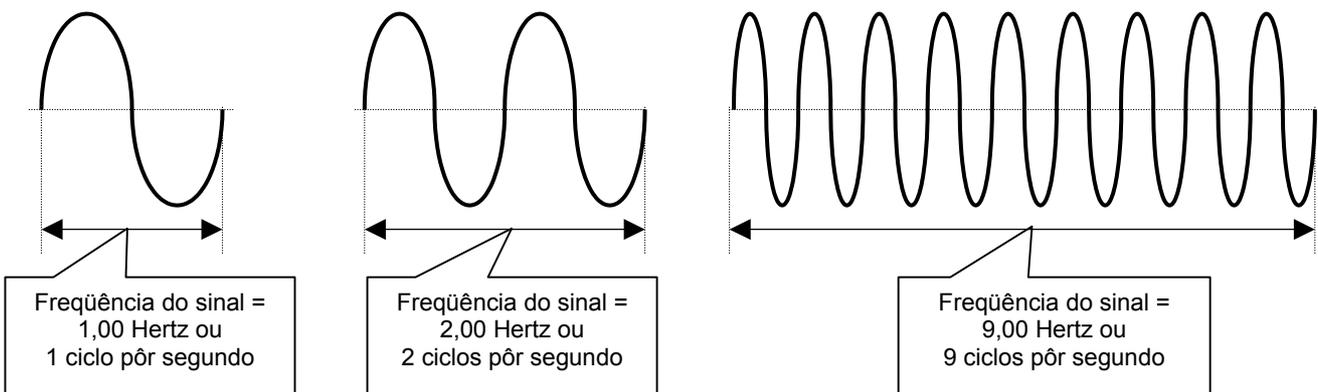
Abaixo damos alguns dados sobre tensão alternada (independente da tensão).

Onda senoidal**Amplitude do sinal elétrico alternado**

Define-se como **AMPLITUDE**, a “**ALTURA**” que o sinal elétrico atinge.

**Freqüência do sinal elétrico alternado**

Define-se como **FREQUENCIA**, a “**DURAÇÃO**” do sinal elétrico dentro tempo de 1,00 segundo. Quanto maior for o número de vezes que o sinal se repete dentro do tempo de um segundo, maior será freqüência elétrica.



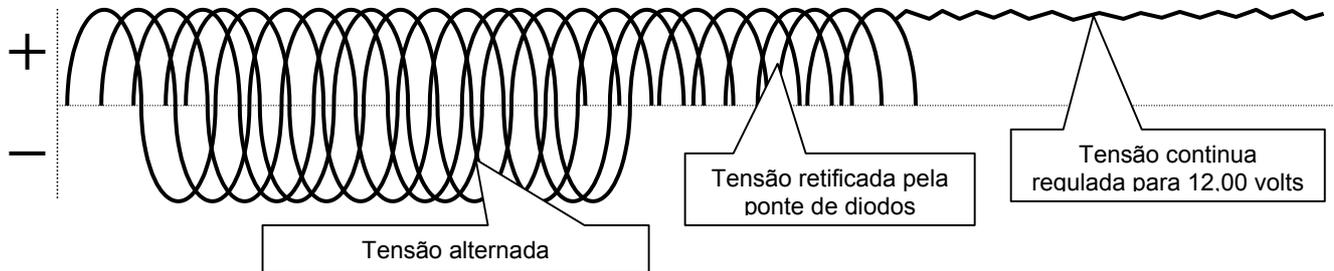
A tensão alternada poderá estar assim representada:

- ✓ **VCA;**
- ✓ **ACV;**
- ✓ **AC.**

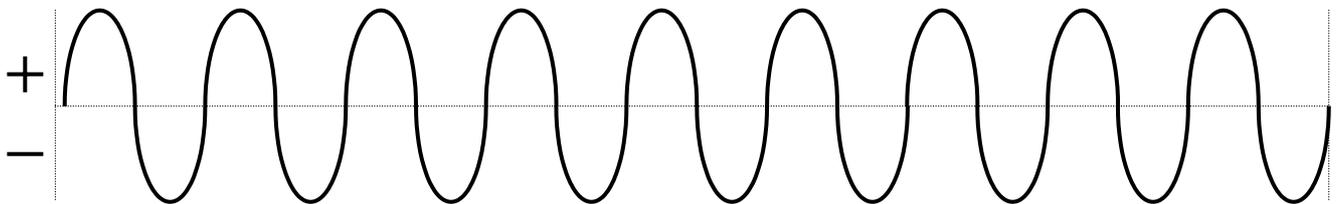
E sua simbologia é a forma de onda alternada (⤿).

No veículo, a tensão alternada é encontrada:

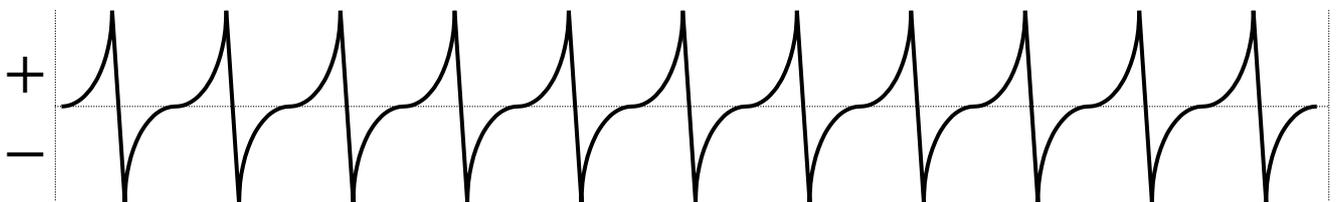
- ✓ **No alternador;**



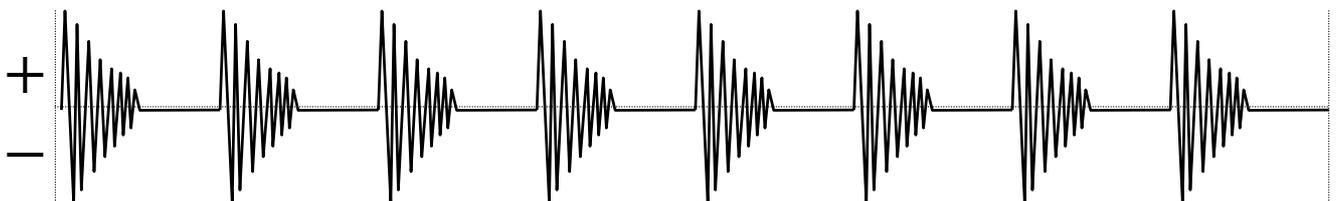
- ✓ **Nos sensores de rotação e PMS;**
- ✓ **Nos sensores de rotação de caixas de câmbio automático;**
- ✓ **Nos sensores de velocidade do veículo (para o sistema de injeção eletrônica do motor);**
- ✓ **Nos sensores de velocidade do veículo (para o sistema de freios ABS);**



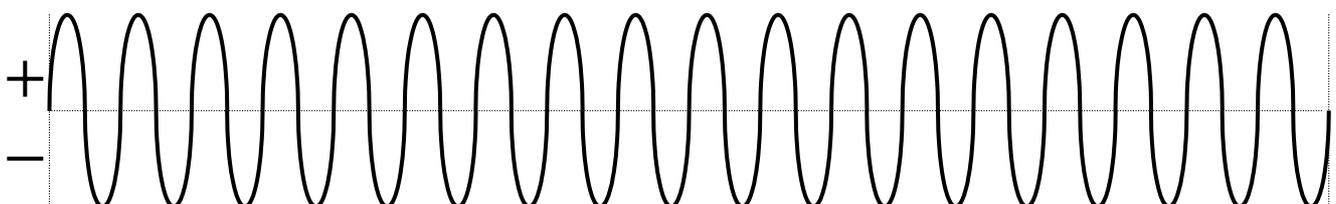
- ✓ **Na bobina impulsora de distribuidores de ignição;**



- ✓ **Nos sensores de detonação;**



- ✓ **Eletricidade residencial e industrial até 750 VAC;**
- ✓ **Motores elétricos e quadros de comando;**

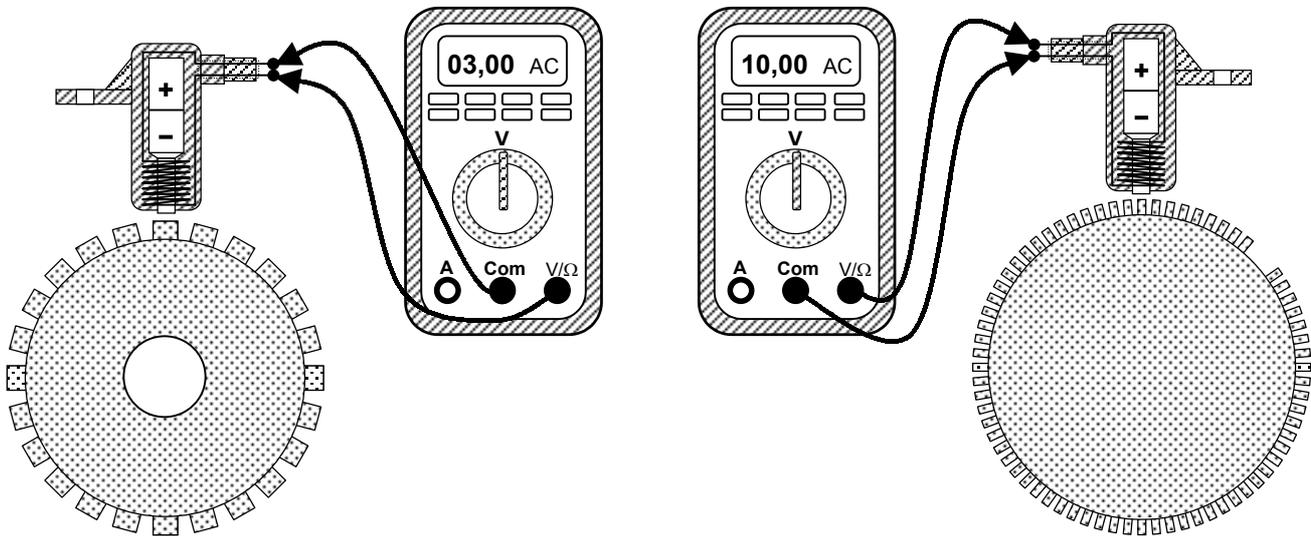


Medição de tensão alternada.

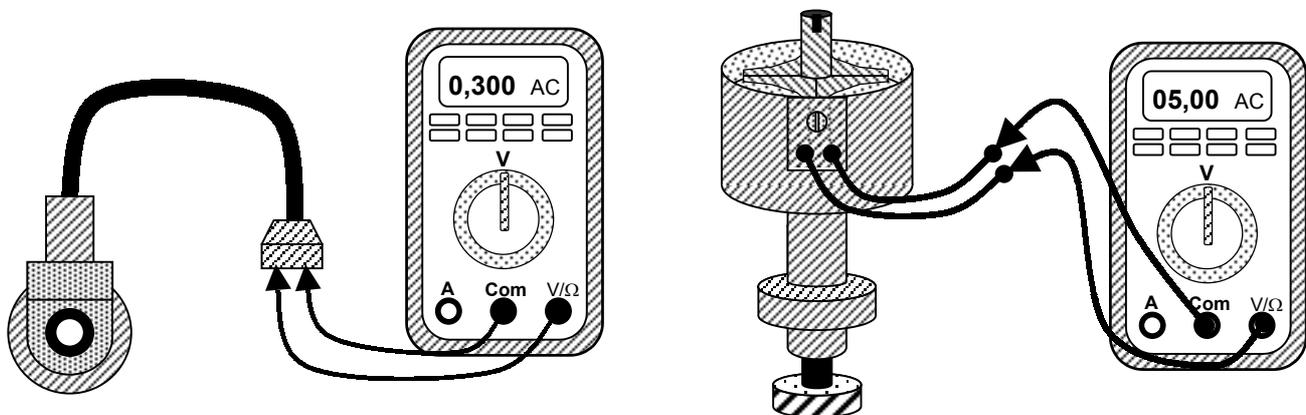
CUIDADO: A tensão medida não pode exceder a 750 VAC.

- 1) Seleccionar no multímetro a função **VOLTS**, e verificar se no visor aparece a sigla **AC**. Se aparece **DC**, use a tecla adequada para acessar tal função;
- 2) Existem multímetros que possuem **escala automática**, que se ajusta de acordo com o valor medido. Com escala manual, deve-se colocar o valor mais próximo (valor superior);
- 3) Encaixar as ponteiros no multímetro e medir a tensão do componente ou circuito.

✓ **Medição da tensão do sensor de rotação do motor e ABS**



✓ **Medição da tensão do sensor de detonação e da bobina impulsora do distribuidor**

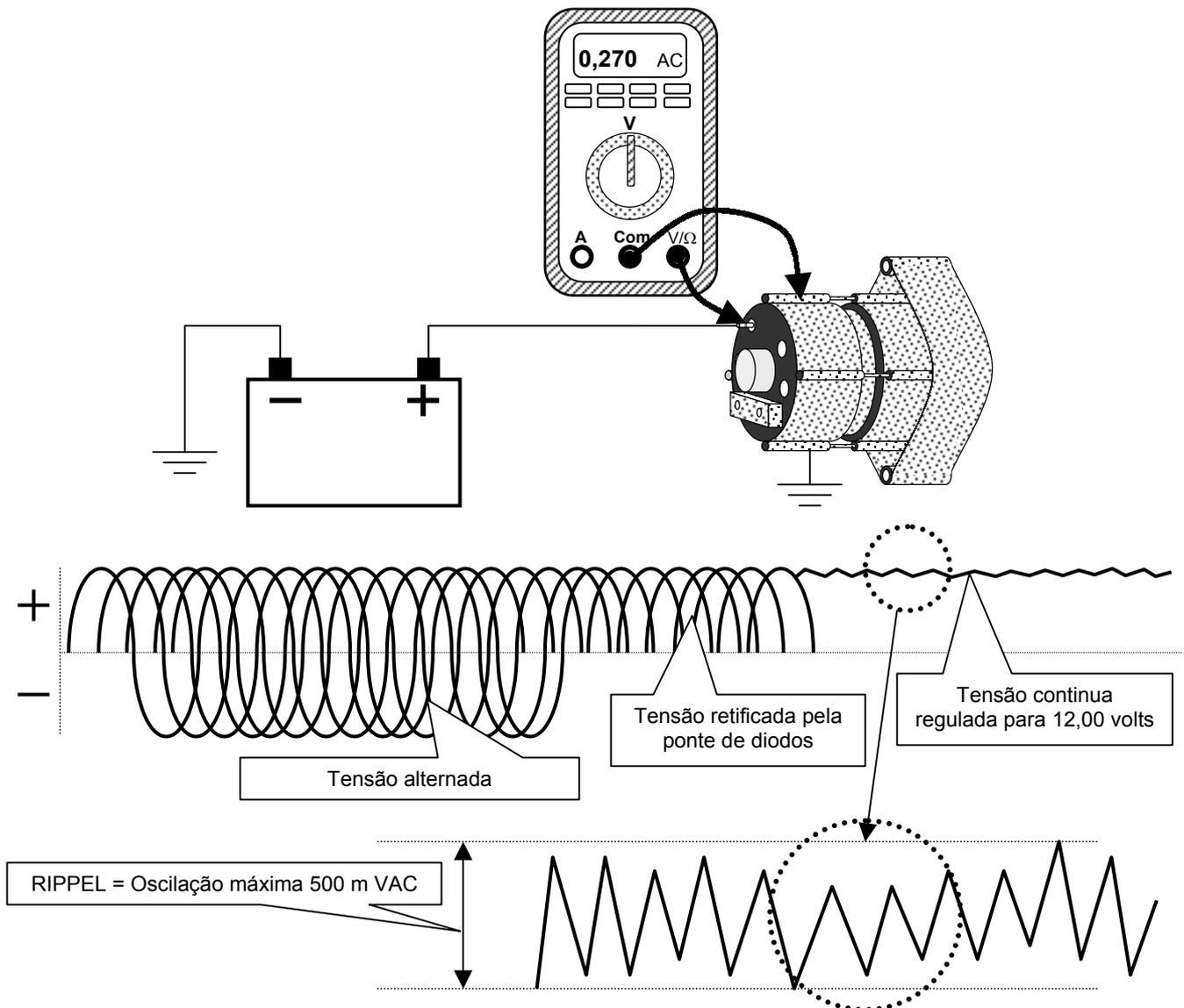


• **Fazer as medições e anotar os valores**

Componente	Tensão	Frequência
• Sensor de rotação		
• Sensor de fase		
• Sensor de detonação		
• Sensor de velocidade		
• Bobina indutiva		
• Rede elétrica		

✓ **Medição da ondulação harmônica do alternador (RIPPEL)**

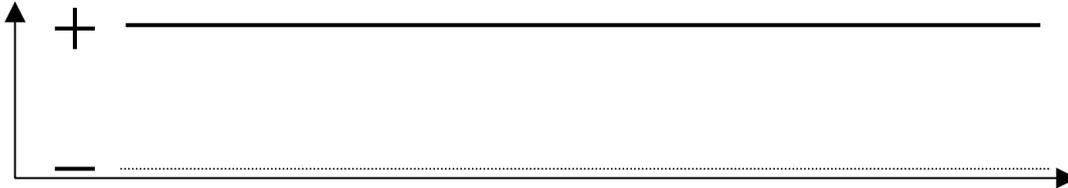
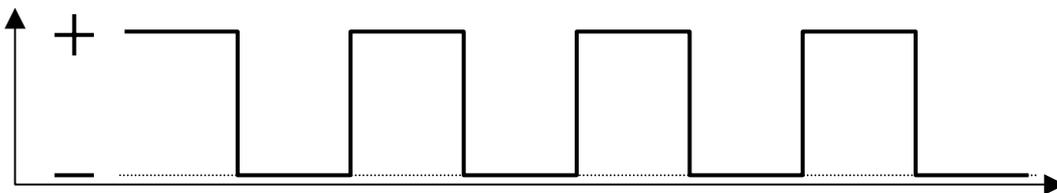
Ligar todas as cargas possíveis e medir na escala de VAC. O valor máximo deve ser de 0,50 VAC (500 mVAC). Esta medição deverá ser feita diretamente entre o borne B+ do alternador e a massa do alternador.



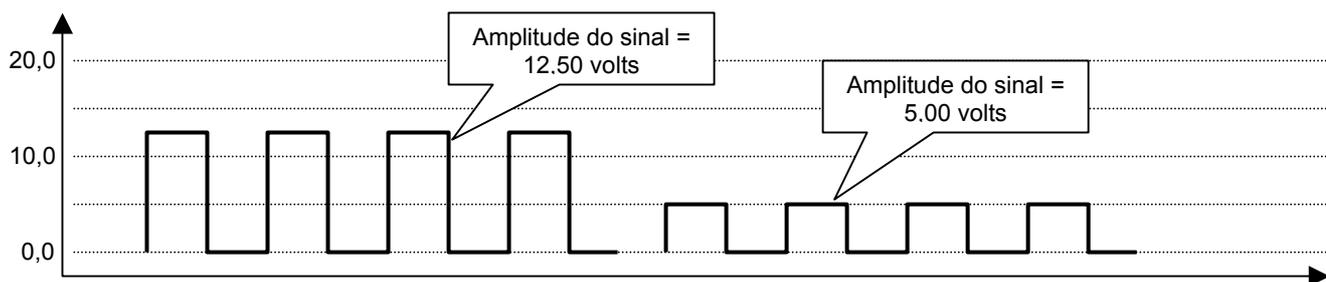
Tensão contínua

Definimos como “**CONTÍNUA**” a tensão que possui um nível fixo, isto é, **NÃO** muda sua polaridade, permanecendo estável entre um valor positivo e negativo (a tensão sempre está um valor “X” acima de 0,00 volt).

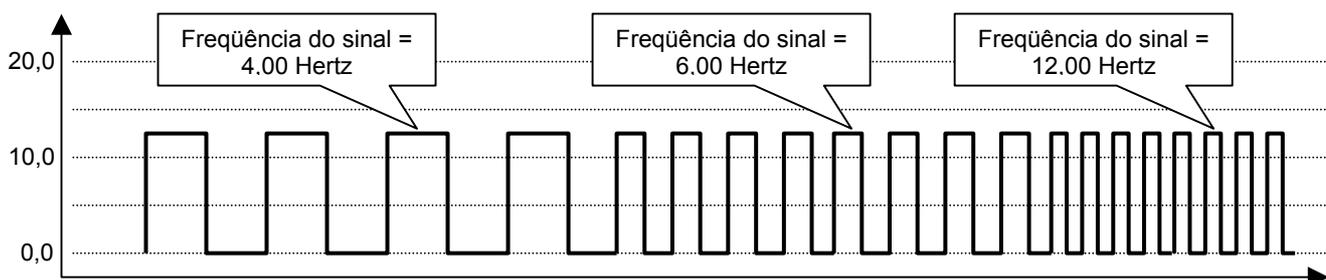
A tensão contínua tem uma forma gráfica de uma **linha reta**, onde a **amplitude** do sinal não varia em função do tempo e a **freqüência** será variável se o sinal for um sinal pulsado.

Tensão contínua constante**Tensão contínua pulsada****Amplitude do sinal elétrico contínuo pulsado**

Define-se como **AMPLITUDE**, a “**ALTURA**” que o sinal elétrico atinge.

**Freqüência do sinal elétrico contínuo pulsado**

Define-se como **FREQUENCIA**, a “**DURAÇÃO**” do sinal elétrico dentro tempo de 1,00 segundo. Quanto maior for o número de vezes que o sinal se repete dentro do tempo de um segundo, maior será freqüência elétrica.



A tensão contínua poderá estar assim representada:

- ✓ **DC (Direct Current);**
- ✓ **DCV (Direct Current Volts);**
- ✓ **CC (Corrente Contínua).**

E sua simbologia é a forma de linha reta ou pulsada (— — —).

No veículo, a tensão contínua é encontrada amplamente, sendo vários campos para ser citado, entre eles:

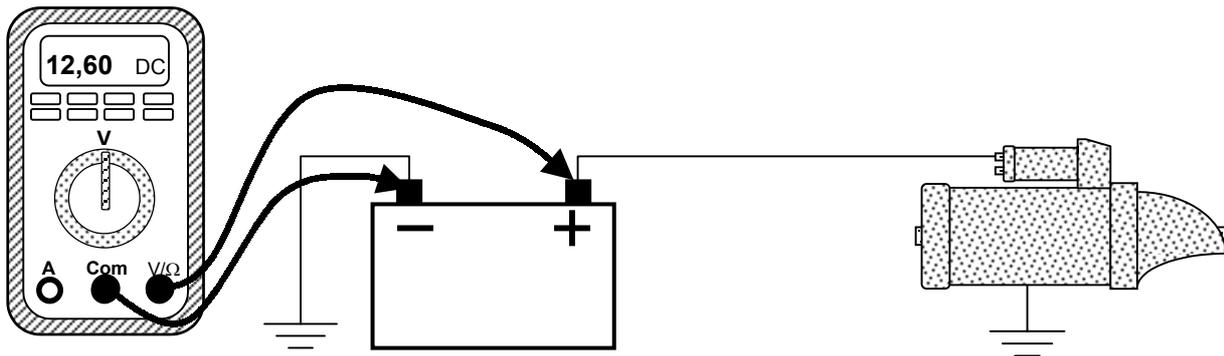
- ✓ **Na bateria;**
- ✓ **Na alimentação elétrica do veículo;**
- ✓ **Nos sensores do sistema de injeção eletrônica;**
- ✓ **Nos atuadores do sistema de injeção eletrônica;**

Testes no sistema de carga e partida:**1) Medição de tensão inicial da bateria (Tabela do estado de carga inicial de uma bateria)**

Uma bateria 100% carregada deverá apresentar uma tensão inicial máxima de 12,60 volts.

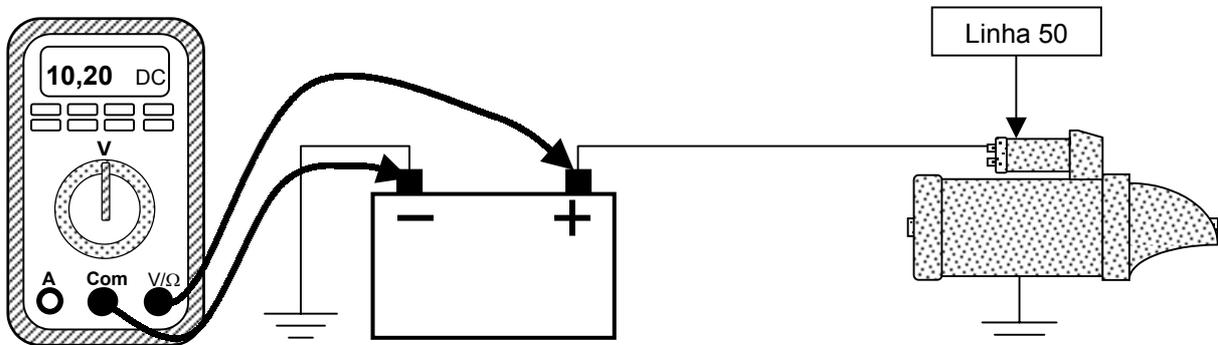
Nota: Se estiver acima devemos aguardar durante 1:00 hora ou dar várias partidas até que essa tensão chamada de “tensão residual” caia abaixo de 12,60 volts, ou pode-se aplicar uma descarga em torno de 3 vezes o valor da corrente nominal da bateria, ou seja uma descarga em torno de 200 ampéres durante 15 segundos.

Volts DC	Densidade do eletrólito	Estado de carga
12,60	1265	100%
12,40	1225	75%
12,20	1190	50%
12,00	1155	25%
11,90	1120	0%

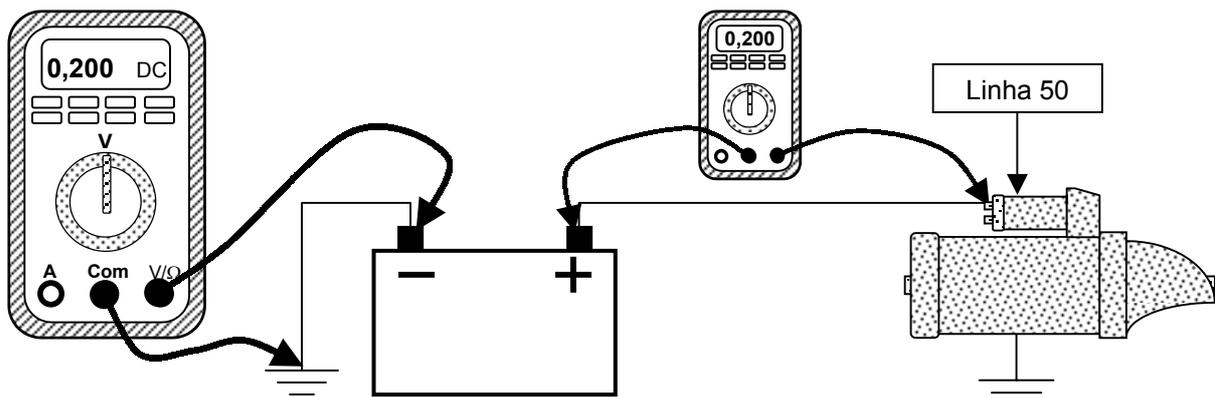
**2) Medição de tensão da bateria durante a partida:**

A tensão deverá se manter acima de 9,60 volts, e a recuperação de tensão deve ser rápida. Desligue o sensor de rotação para que o motor não entre em funcionamento.

Cuidado com veículos equipados com regulador de tensão controlado pela UCE. Esta tensão deverá ser superior a 10,20 volts, pois se estiver abaixo deste valor, o motor não pega;

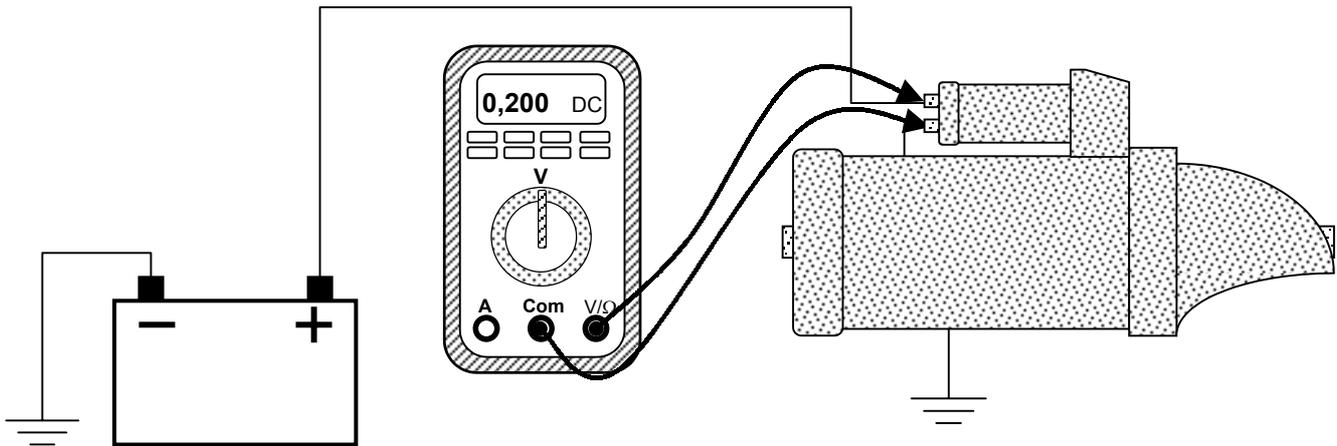
**3) Medição da queda de tensão durante a partida:**

Esta queda de tensão deverá ser medida entre o negativo da bateria e o bloco do motor ou o positivo da bateria e o borne 30 do solenóide de partida. O valor deve ser no máximo de 0,50 volts (500 mVDC).

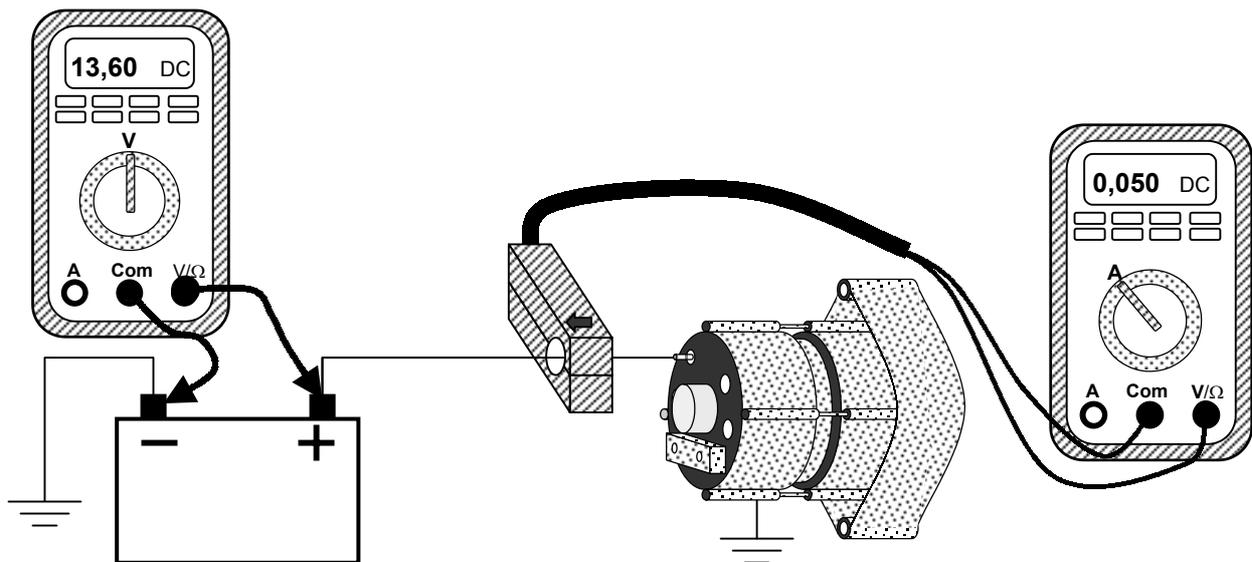


4) Medição da queda de tensão durante a partida:

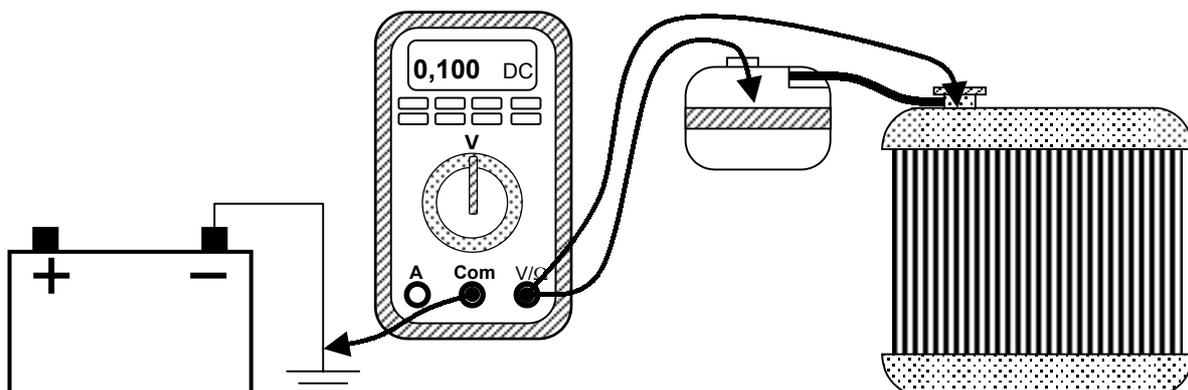
Esta queda de tensão deverá ser medida entre a linha 30 do solenóide de partida e o borne de saída do solenóide para o motor de partida. O valor deve ser no máximo de 0,30 volts (300 mVDC).

**5) Medição da tensão de carga:**

- ✓ Em alternadores antigos (com polias em "V"), ligar todas as cargas e elevar a rotação do motor para 1.200 rpm. A tensão fornecida pelo alternador deverá estar entre 12,70 e 13,70 volts;
- ✓ Em alternadores modernos (com polias poli "V"), ligar todas as cargas e elevar a rotação do motor para 1.000 rpm. A tensão fornecida pelo alternador, a qual deverá estar entre 13,50 e 14,50 volts.

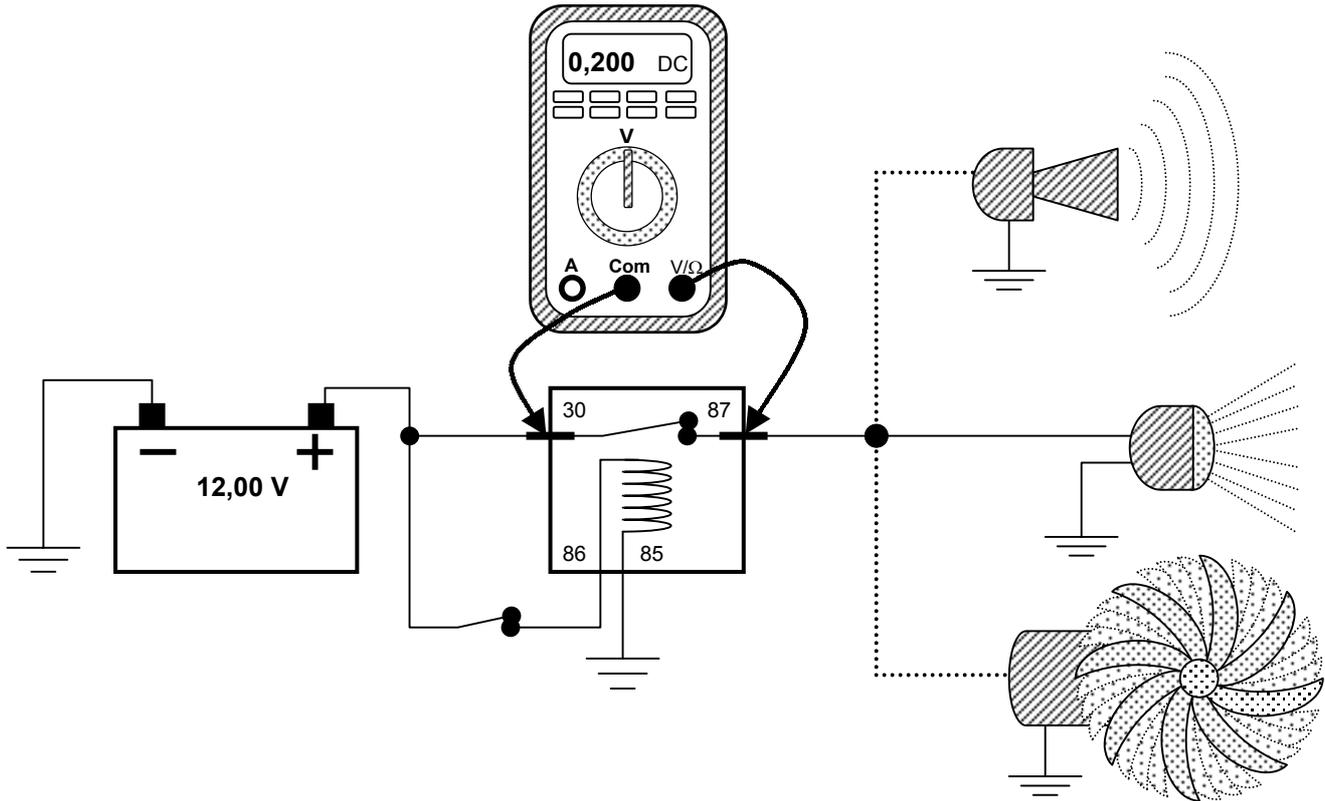
**5) Medição da oxidação da água do radiador (acidez da água):**

Aqueça o motor do carro até a temperatura operacional. Remova a tampa do radiador ou do reservatório de expansão. Coloque a ponteira VERMELHA dentro do reservatório e a ponteira PRETA à massa. O valor lido pelo multímetro não pode ser superior a 0,300 VDC (300 mVDC).



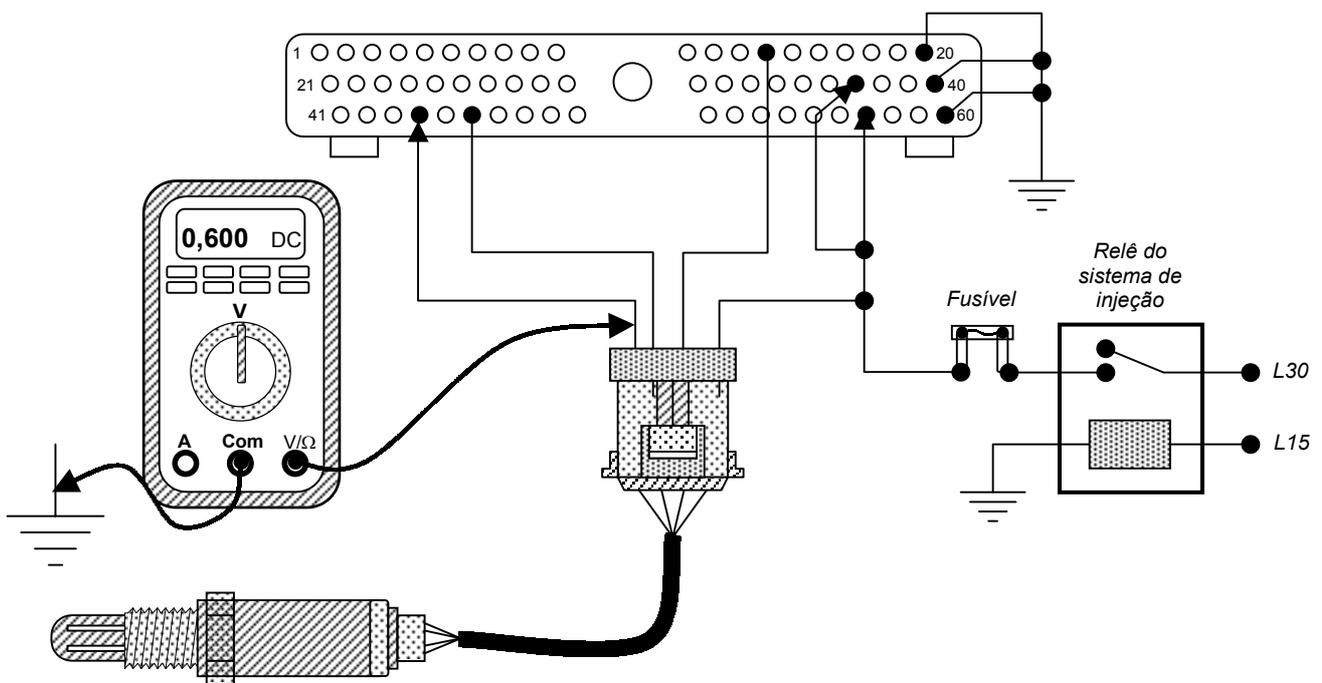
6) Medição da queda de tensão de uma chave ou rele:

A queda de tensão de uma chave ou rele deve ser de no máximo 0,300 VDC (300 mVDC).



7) Medição de tensão dos sensores do sistema de injeção eletrônica:

A tensão de trabalho irá variar conforme o componente.



Resistência elétrica

Já vimos que para que exista corrente elétrica, através de um condutor, deve existir tensão elétrica. Entretanto toda corrente está sujeita a uma dificuldade maior ou menor na movimentação de elétrons. A esta maior ou menor dificuldade de movimentação de elétrons dá-se o nome de resistência elétrica ou resistência ôhmica, ou melhor, definindo, é todo elemento ou substância que se opõe à passagem de corrente elétrica através de si. Assim, vamos fazer uma nova analogia. Como a torneira do circuito hidráulico reduz o fluxo de água em uma tubulação, aumentando a resistência à passagem de água, uma resistência elétrica diminui a passagem de corrente elétrica, aumentando a resistência elétrica do circuito. Dependendo da abertura da torneira, irá variar o fluxo de água percorrendo o circuito. Então:

- Quando a torneira está aberta, não há resistência à passagem de fluxo de água, conseqüentemente, teremos uma maior pressão e fluxo de água no circuito, podendo exercer um trabalho maior (resistência menor = pressão/fluxo maior);
- Quando reduzirmos a abertura da torneira, aumentando a resistência à passagem de água, diminuiremos a pressão e o fluxo de água no circuito, conseqüentemente, o trabalho a ser realizado será menor (resistência maior = pressão/fluxo menor).

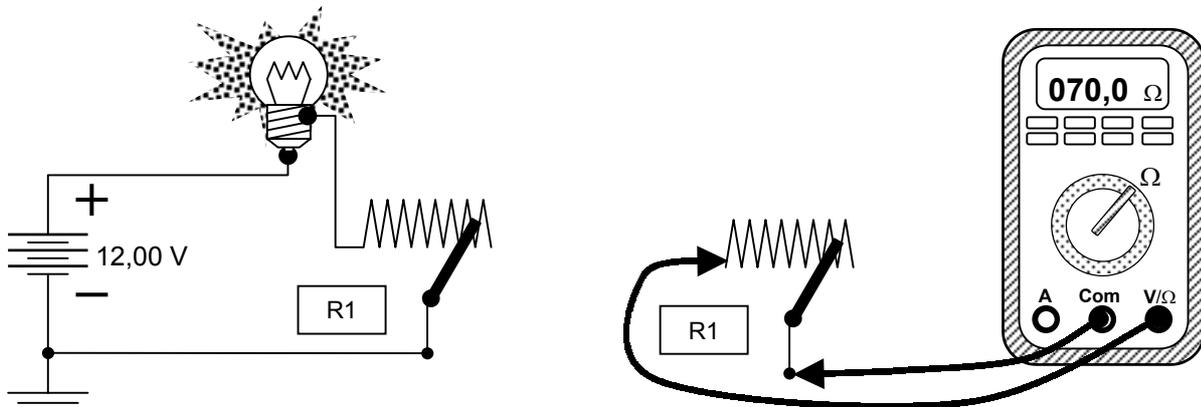
Sendo assim:

- Quando a resistência de um circuito for maior, a quantidade de corrente elétrica será menor, produzindo um trabalho menor;
- Quando a resistência elétrica for menor, a quantidade de corrente elétrica será maior, produzindo um trabalho maior.

Vamos dar um exemplo: nos automóveis, temos um botão de regulagem para alterar a intensidade de luz no painel de instrumentos. Quando queremos uma maior quantidade de luz iluminando o painel, giramos o botão para um lado; pode-se dizer que diminuimos a resistência de um circuito, aumentando a corrente elétrica que chega na lâmpada, aumentando a intensidade de luz. Quando girarmos para o outro lado, aumentamos a resistência elétrica do mesmo circuito, diminuindo a corrente elétrica que chega até a lâmpada, diminuindo a intensidade de luz.

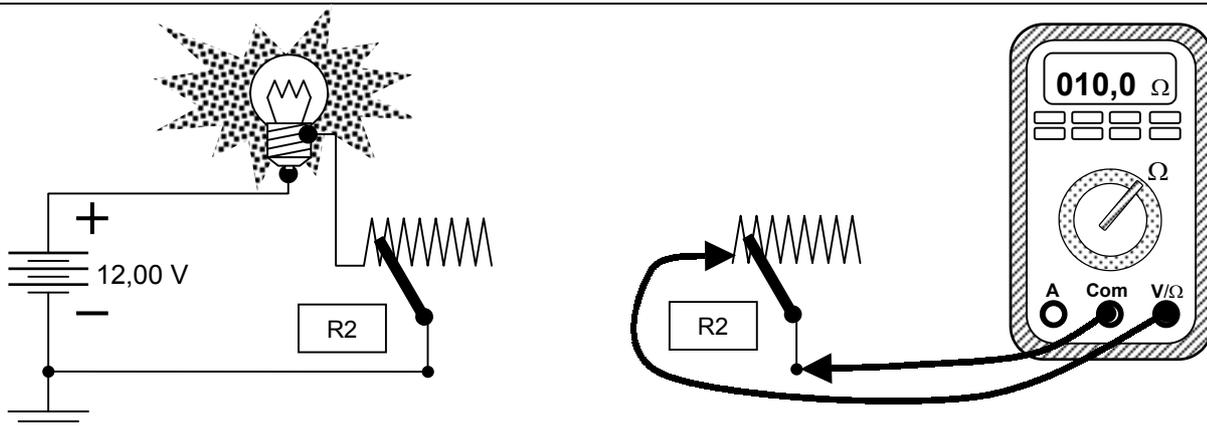
Como podemos observar, na primeira condição (R1), o caminho para a corrente elétrica percorrer é maior, sendo então maior a resistência elétrica (70Ω), conseqüentemente teremos uma menor quantidade de corrente elétrica chegando na lâmpada. Isto fará com que a emissão de luz tenha uma intensidade menor. Relembrando

Resistência maior = Pressão/fluxo menor = Menos luz.



Na condição R2, o caminho para a corrente elétrica percorrer será menor, sendo então a resistência menor (10Ω), onde se terá uma maior quantidade de corrente elétrica chegando na lâmpada. Automaticamente, isto fará que a lâmpada acenda com uma maior intensidade, emitindo uma maior quantidade de intensidade luminosa. Novamente relembrando

Resistência menor = Pressão/fluxo maior = Mais luz.



Da mesma forma que a resistência das luzes do painel, um consumidor de eletricidade, como pôr exemplo um farol ou um rádio, se comportará como uma resistência elétrica, pois transforma energia elétrica em outro tipo de energia.

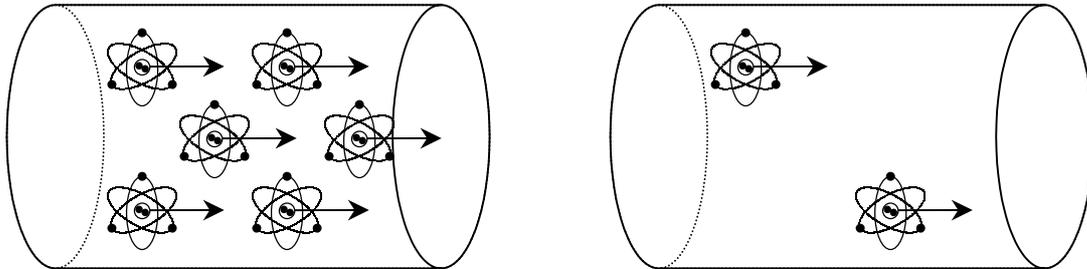
Exemplos:

- Farol = Energia elétrica para energia luminosa (luz);
- Motor elétrico = Energia elétrica para energia mecânica (rotação);
- Aquecedor elétrico = Energia elétrica para energia calorífica (calor);

A resistência elétrica pode ser influenciada pôr diversos fatores, os quais são:

✓ **A natureza da constituição do material:**

A resistência ao fluxo da corrente será menor quando maior for o número de elétrons livres que se encontram no material.



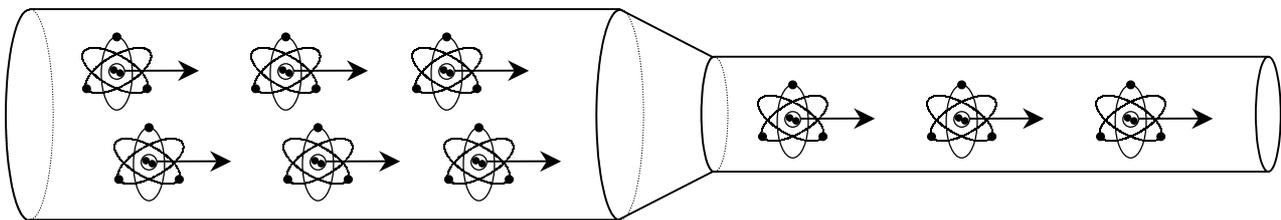
✓ **O comprimento do material:**

Quanto maior for o comprimento do condutor, maior será a resistência ao fluxo da corrente.



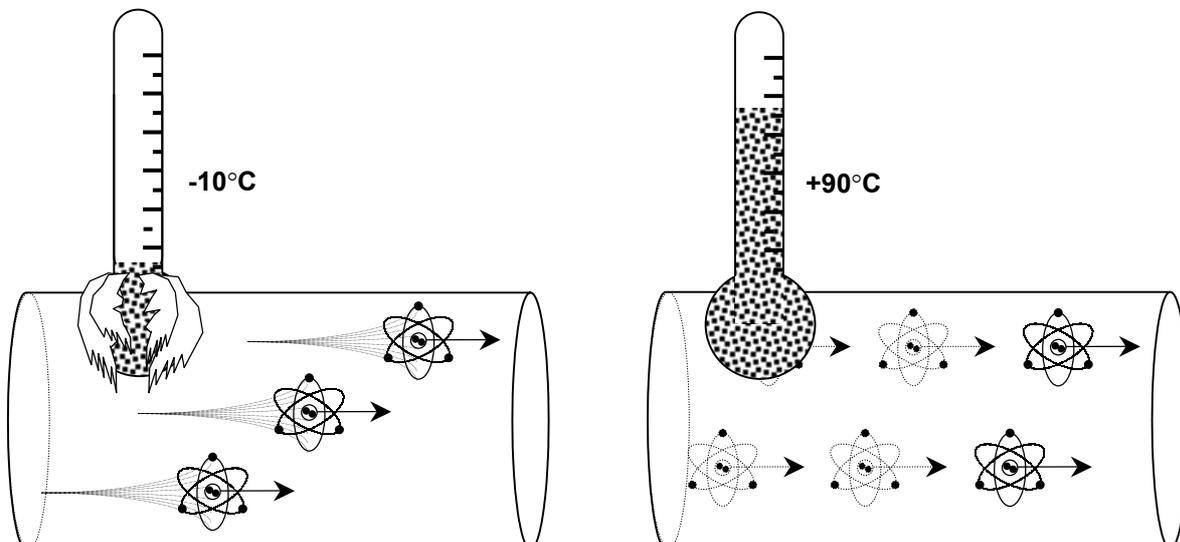
✓ **A área do material:**

Quanto maior for a área do condutor, menor será a resistência ao fluxo da corrente, ou inversamente.



✓ **A temperatura do material**

Quando a temperatura do condutor aumentar, maior será a resistência ao fluxo da corrente elétrica. Quando diminuir a temperatura do condutor, menor será sua resistência, então o fluxo será maior.

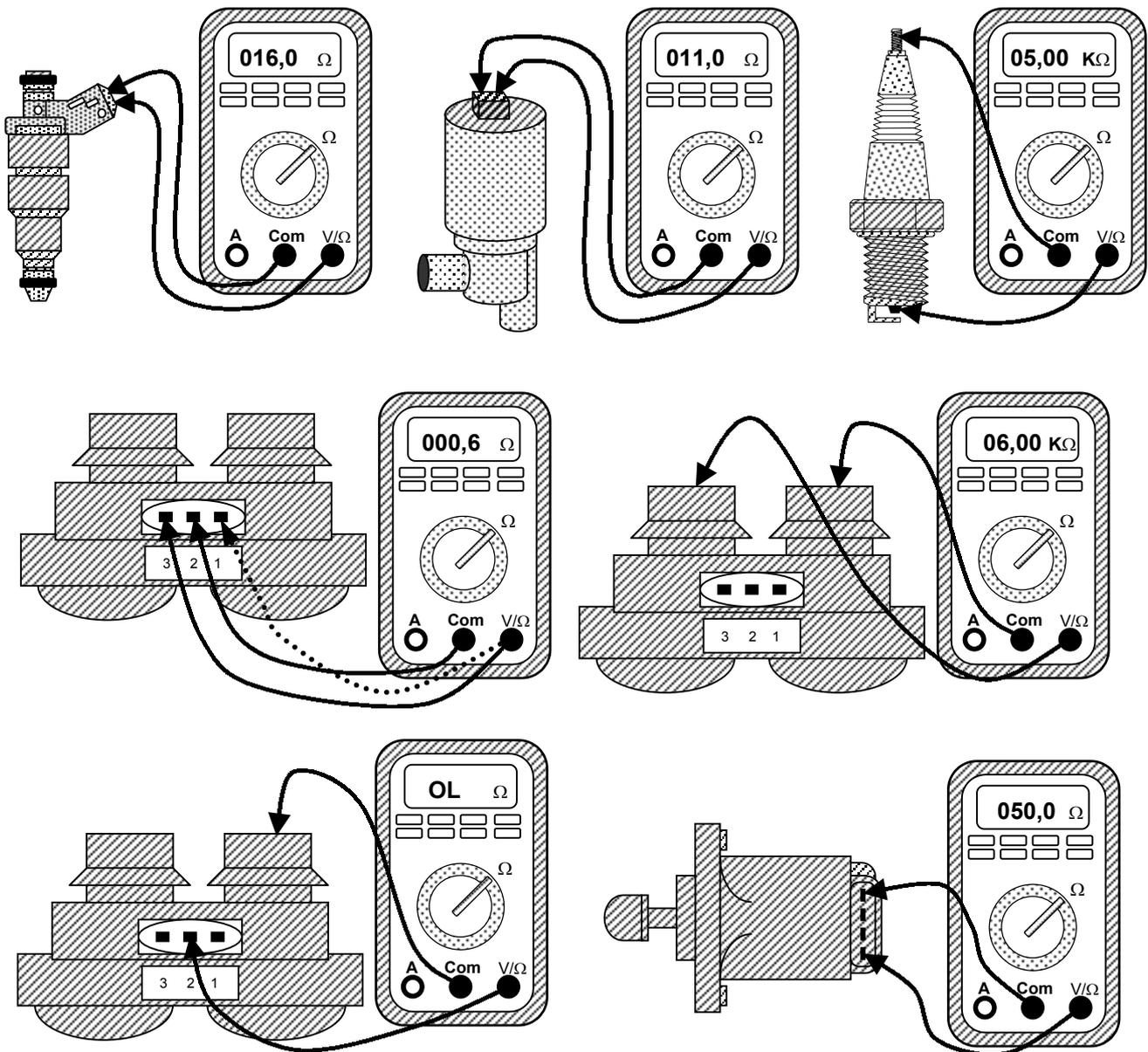


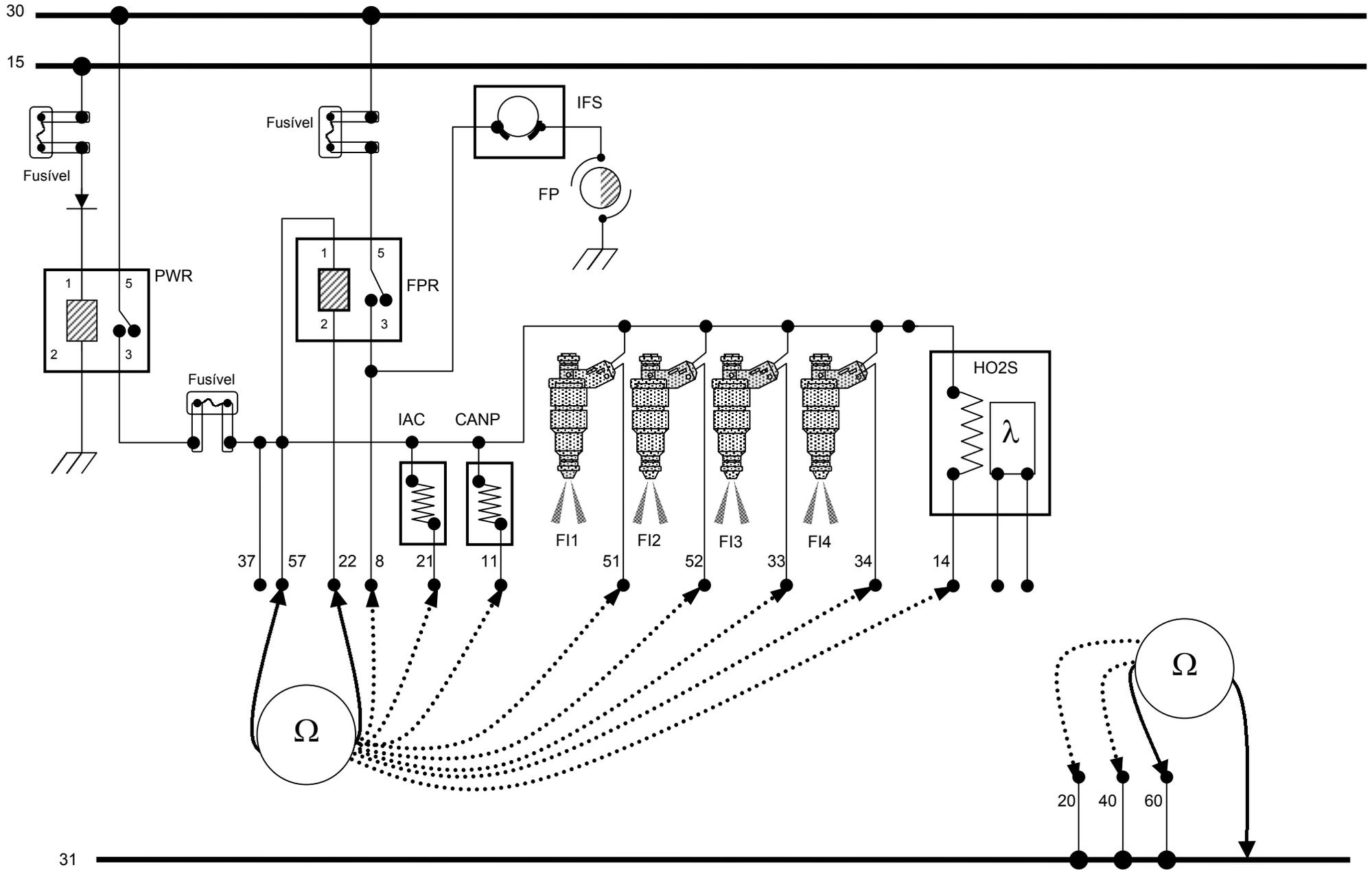
Atenção

- 1) Nunca meça resistência elétrica em um circuito ou componente energizado, isto é, que esteja alimentado com tensão (ligado);
- 2) Se houver capacitores no circuito, descarregue-os;
- 3) Tensões acima de 600 VAC danificarão o multímetro e poderão provocar danos ao operador.

Para medir resistência

- 1) Selecionar a escala Ω ;
- 2) Ligue as ponteiros no componente a ser medido;
- 3) Se o multímetro possuir escala automática, o valor será procurado automaticamente. Se não, procure a melhor faixa da escala de medição (função **RANGE**). Observe se os contatos entre as ponteiros e o componente que está sendo medido terão que estar perfeitos.





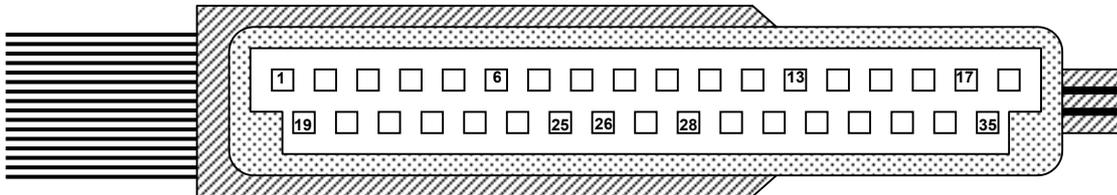
Medições em componentes elétricos.

Componente	Valor medido		
Atuador de marcha lenta			
Bobina de ignição	Primário =	Secundário =	
Bobina de ignição	Primário =	Secundário =	
Bobina impulsora do distribuidor			
Cabo de vela comum			
Cabo de vela supressivo			
Injetor monoponto			
Injetor multiponto			
Interruptor			
Lâmpada 12 V – 5W			
Lâmpada 12 V – 21W			
Motor da bomba elétrica de combustível			
Motor de passo a passo	A + B =	C + D =	B + C =
Pré-resistor			
Relé pinos	30 + 87a =	30 + 87 =	85 + 86 =
Resistência de aquecimento da sonda			
Rotor			
Rotor			
Rotor			
Sensor de rotação de ABS			
Sensor de rotação do motor	1 + 2 =	1 + 3 =	2 + 3 =
Válvula do cânister			
Vela de ignição BP6ES			
Vela de ignição BP6RES			

Valor que aparece no display	Maneira de ler
010.0 Ω	
004.7 Ω	
000.8 Ω	
014.3 Ω	
030.0 Ω	
0.680 KΩ	
1.150 KΩ	
1.500 KΩ	
2.500 KΩ	
06.20 KΩ	
07.58 KΩ	
10.10 KΩ	
022.0 KΩ	

047.3 KΩ	
32.10 KΩ	
0.680 MΩ	
1.090 MΩ	
1.050 MΩ	
1.560 MΩ	
2.195 MΩ	

Descubra qual o pino corresponde ao fio no chicote.



Pino	Cor do fio	Resistência	Curto-circuito com pino...
1			
6			
13			
17			
19			
25			
26			
28			
35			



Bobinas de ignição (valores de resistência elétrica)

A medição da resistência deve ser feita na temperatura ambiente entre 20°C e 30°C (a temperatura influi consideravelmente nos valores de medição).

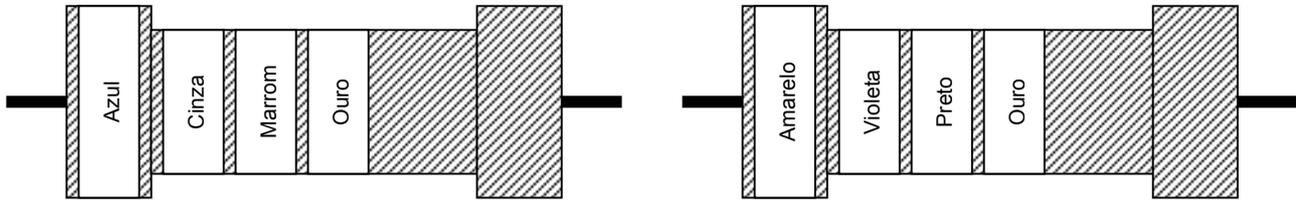
Tipo	Bobina de linha de montagem (número)	Bobina reposição (número)	Resistência circuito primário (Ω)	Resistência circuito secundário (KΩ)
E12V	9.220.081.038 / 050 / 062	9.220.081.039	3,10 a 4,20	4,80 a 8,20
K12V	9.220.081.049 / 026	9.220.081.054	2,90 a 3,80	6,50 a 10,8
KW12V	9.220.081.060 / 056 / 065 / 063	9.220.081.067	1,20 a 1,60	5,20 a 8,80
KW12V	9.220.081.024 / 047 / 059	9.220.081.072	1,60 a 2,20	6,50 a 10,8
KW12V	-----	9.220.081.073	1,40 a 2,10	4,50 a 8,50
KW12V	-----	9.220.081.074	1,40 a 2,10	4,50 a 8,50
KW12V	9.220.081.076	9.220.081.077	1,50 a 2,00	4,80 a 8,20
KW12V	9.220.081.085	9.220.081.087	1,20 a 1,60	5,20 a 8,80
KW12V	9.220.081.088 / 089	9.220.081.091	0,90 a 1,50	4,50 a 7,00
KW12V	9.220.081.092	9.220.081.093	0,90 a 1,50	3,00 a 6,20
KW12V	9.220.081.086	9.220.081.097	0,65 a 0,75	3,50 a 4,50

Toda bobina original que vem da fábrica é na cor alumínio, porém na reposição ela será colorida (azul e/ou vermelha), com exceção da bobina 039 que é também na cor alumínio.

Resistores

Os resistores, como o próprio nome já diz, são elementos com função de criar resistência à passagem de corrente elétrica em um circuito. Pôr efetuar uma ação de resistência ao fluxo de corrente elétrica, o resistor gera calor, sendo este calor passado para o ambiente em que ele se encontra. Basicamente pode se dizer que sua função é rebaixar a corrente elétrica de determinado circuito elétrico e transformar este valor de energia em forma de calor. Em função disto, pode-se afirmar que a resistência de um chuveiro elétrico é um resistor, pois transforma energia elétrica em energia calorífica.

Os tipos mais comuns de resistores são os de fio e os resistores de carvão, existindo também os de película metálica. Os resistores de fio apresentam uma vantagem aos resistores de carvão, pôr suportarem uma dissipação maior de calor.



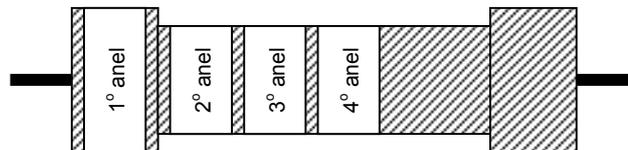
Especificação de resistores.

Os resistores têm três importantes especificações, as quais são a resistência (ohm), a tolerância (porcentagem) e a potência (watt). Pelo simples exame visual do resistor é possível descobrir estas especificações.

- **Resistência:** Nos resistores de fio e de película metálica os valores estão normalmente inscritos no corpo do componente; nos de carvão, o valor é identificado pôr um código de cores;
- **Tolerância:** A resistência raramente é o valor exato indicado no resistor. Pôr esta razão, os resistores possuem uma especificação de tolerância, como pôr exemplo, um resistor de 100Ω pode ter uma tolerância de 10%. Dez pôr cento de 100Ω é igual a 10Ω de tolerância. Portanto o valor do resistor pode estar entre 90Ω ($100-10$) e 110Ω ($100+10$);
- **Potência:** A especificação de potência refere-se ao valor máximo de potência ou calor que o resistor pode dissipar sem que venha a queimar-se ou alterar seu valor de resistência. Quanto maior o tamanho do resistor, maior potência ele pode dissipar. Os resistores de carvão, em geral, são os de menores especificações de potência, que geralmente são de 2,5W, 2W, 1W, 1/2W, 1/4W e 1/8W. Os resistores de filme metálico vão desde 0,33W até 2,5W, dependendo do tipo. Os resistores de fio podem suportar potências muitas maiores, como pôr exemplo 5W, 10W, 25W, 50W, etc...

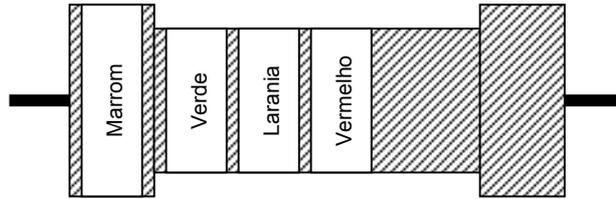
Código de cores para resistores de carvão

No corpo dos resistores de carvão são pintados anéis coloridos que obedecem a um código de âmbito internacional. O código geralmente é constituído de quatro anéis coloridos, sendo que os três primeiros indicam a resistência, enquanto que o quarto anel indica a tolerância do resistor. A ordem dos anéis tem como referência o anel mais próximo de um dos terminais do resistor, sendo este o primeiro anel, conforme o desenho abaixo. Cada cor tem um valor, que depende do anel que está localizado no corpo do resistor, não havendo o quarto anel, a tolerância é de 20%.



Cor do anel	Anel 1 (1º algarismo)	Anel 2 (2º algarismo)	Anel 3 (multiplicador)	Anel 4 (tolerância)
Preto	-----	0	-----	-----
Marrom	1	1	0	1%
Vermelho	2	2	00	2%
Laranja	3	3	000	-----
Amarelo	4	4	0.000	-----
Verde	5	5	00.000	-----
Azul	6	6	000.000	-----
Violeta	7	7	-----	-----
Cinza	8	8	-----	-----
Branco	9	9	-----	-----
Prata	-----	-----	0,01	10%
Ouro	-----	-----	0,1	5%

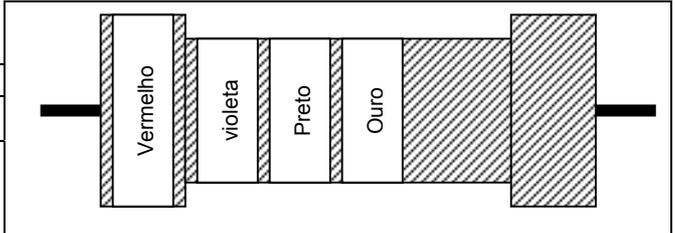
Vamos dar um exemplo com o resistor abaixo:



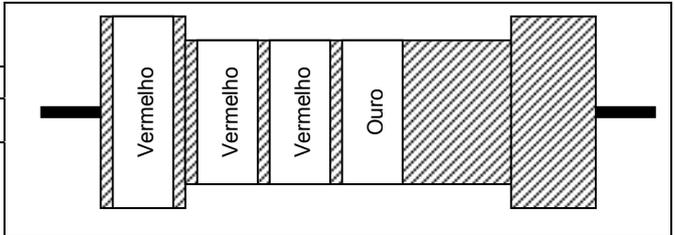
No anel 1 temos a cor marrom (marrom = 1), no anel 2 temos a cor verde (verde = 5), no anel 3 a cor laranja (laranja = 000) e no anel 4 a cor vermelha (vermelho = 2%). A resistência vai ser de 15.000Ω com uma tolerância de $\pm 2\%$ ($15.000 \times 2\% = 300\Omega$ para cima ou para baixo), ficando entre 14.700Ω a 15.300Ω .

Preencha os quadros abaixo, conforma as cores dos resistores:

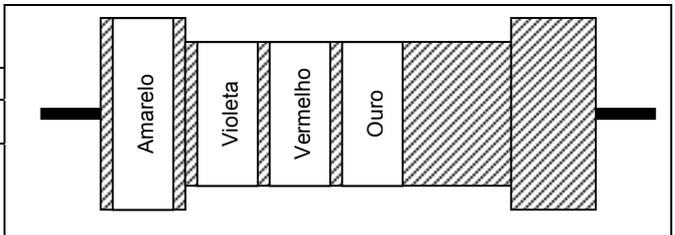
1º algarismo	2º algarismo	3º algarismo	4º algarismo



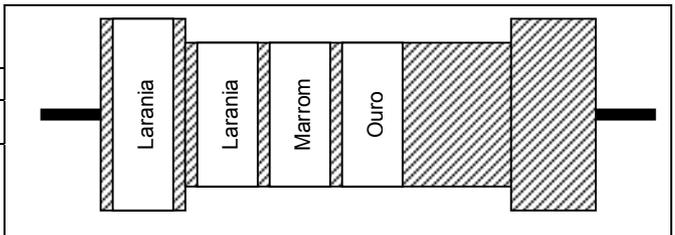
1º algarismo	2º algarismo	3º algarismo	4º algarismo



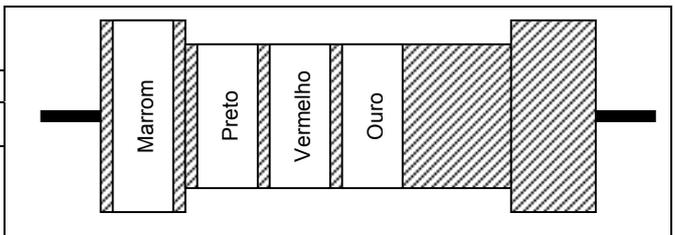
1º algarismo	2º algarismo	3º algarismo	4º algarismo



1º algarismo	2º algarismo	3º algarismo	4º algarismo



1º algarismo	2º algarismo	3º algarismo	4º algarismo



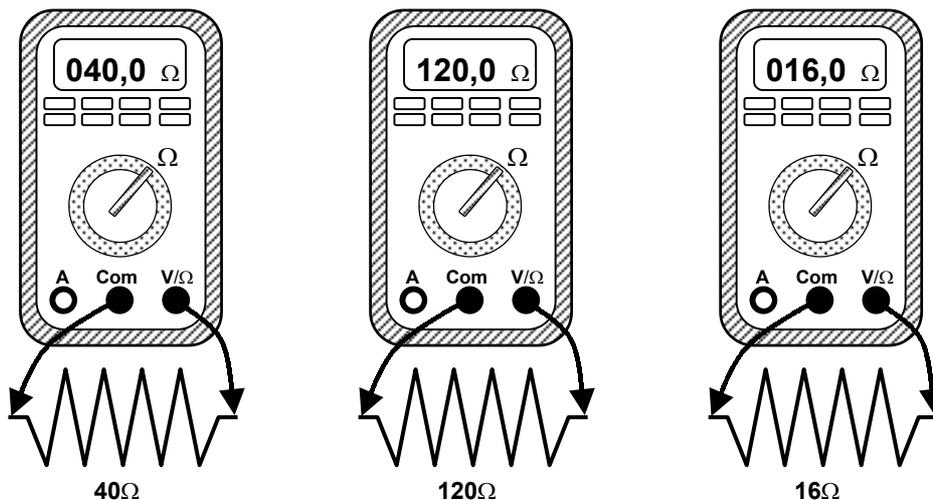
Associação de resistências

Até agora vimos os tipos de resistores mais comuns existentes no mercado e suas formas de trabalho. Agora veremos circuitos elétricos com resistores integrados no sistema.

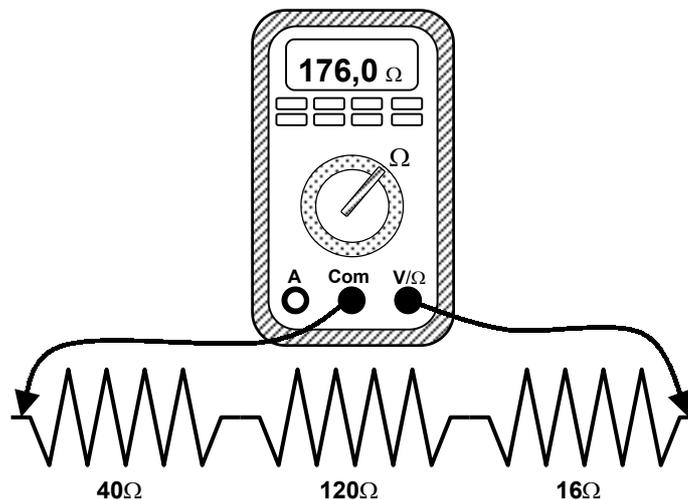
Na transmissão de energia elétrica e nos enrolamentos dos motores e geradores, procura-se reduzir ao mínimo a resistência elétrica para evitar perdas por efeito de aquecimento (também conhecido como efeito joule). Para isso utilizam-se fios de materiais como cobre e o alumínio, por apresentarem baixa resistência elétrica. São os chamados condutores.

Em outros casos, interessa-nos que os fios apresentem resistências elevadas para conseguir aquecimento, queda de voltagem ou limitação de corrente elétrica. Como já vimos, estes são os resistores. Os resistores em um circuito podem ser ligados em

- **Série;**
 - **Paralelo;**
- ✓ **Associação de resistores em série:** No circuito em série, os resistores são ligados uns após o outro no mesmo condutor. Suponha-se que tem-se 3 resistores, de 40Ω , de 120Ω e de 16Ω .



"A resistência equivalente de uma associação de resistores em série é igual à soma da resistência de cada um dos resistores da associação do circuito".

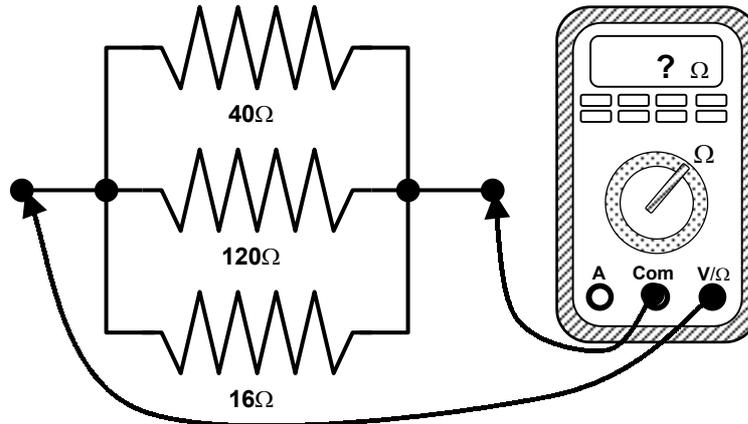


Resumo das características da associação de resistores em série:

- ✓ Um componente depende do outro para que funcione o circuito;
- ✓ Os componentes são percorridos pela mesma corrente elétrica;
- ✓ A tensão elétrica (diferença de potencial ou voltagem) aplicada ao circuito divide-se proporcionalmente sobre os resistores associados;
- ✓ A resistência total do circuito é obtida através da soma das resistências do circuito;
- ✓ A potência total dissipada pelo circuito é igual a soma das potências dissipadas por todos os resistores do circuito.

✓ **Associação de resistores em paralelo:**

No circuito em paralelo, os resistores são ligados um ao lado do outro, de uma forma paralela. Com os mesmos 3 resistores, de 40Ω , de 120Ω e de 16Ω , vamos ao exemplo de como ficará o valor lido pelo multímetro.



A fórmula para cálculo da resistência em paralelo é

$$R_t = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

Onde

- ✓ **R_t** = Resistência total do circuito;
- ✓ **R₁** = Valor da resistência 1;
- ✓ **R₂** = Valor da resistência 2;
- ✓ **R₃** = Valor da resistência 3;

Substituindo os valores

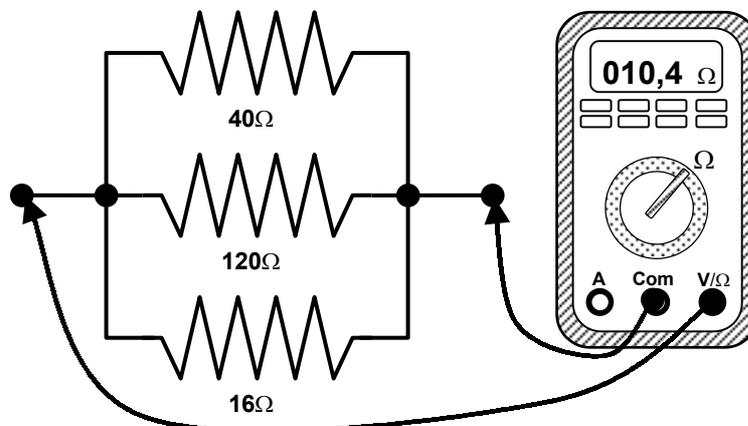
$$R_t = \frac{1}{\frac{1}{40} + \frac{1}{120} + \frac{1}{16}}$$

$$R_t = \frac{1}{0,025 + 0,0083 + 0,0625}$$

$$R_t = \frac{1}{0,0958}$$

$$R_t = 10,4$$

- ✓ O valor lido será $10,4\Omega$.



"A resistência equivalente de uma associação de resistores em paralelo é igual à soma do inverso de cada uma das resistências da associação".

Resumo das características do circuito paralelo:

- ✓ Os componentes são eletricamente independentes entre si;
- ✓ A tensão elétrica (diferença de potencial ou voltagem) é a mesma sobre todos os resistores, pois os mesmos estão ligados nos extremos da fonte;
- ✓ A corrente elétrica divide-se na razão inversa das resistências;
- ✓ A resistência total do circuito é menor do que a menor resistência associada;
- ✓ A potência elétrica total dissipada pelo circuito é igual a soma das potências dissipadas em cada resistor.

Grandezas elétricas

De todas estas fórmulas até aqui apresentadas, nós chegamos em um quadro de unidades elétricas mais comumente usadas, as quais são:

Grandeza elétrica	Unidade de medida	Símbolo	Múltiplos e submúltiplos	Equivalência	Instrumentos de medição
Voltagem (AC ou DC)	Volt	V ou U	Kilovolt (KV) milivolt (mV)	1.000 volts 0,001 volt	Voltmetro
Corrente (AC ou DC)	Ampére	I	Kiloampére (KA) miliampére (mA)	1.000 ampéres 0,001 ampéres	Amperímetro
Resistência	Ohm	Ω	Megaohm (M Ω) Kiloohm (K Ω) miliohm (m Ω)	1.000.000 Ω 1.000 Ω 0,001 Ω	Ohmmetro
Potência	Watt	W	Megawatt (MW) Kilowatt (KW) miliwatt (mW)	1.000.000 W 1.000 W 0,001 W	Wattímetro
Frequência	Hertz	Hz	Gigahertz (GHz) Megahertz (MHz) Kilohertz (KHz)	1.000.000.000 Hz 1.000.000 Hz 1.000 Hz	Frequencímetro

Dentro de cada unidade de medida, sempre haverá os múltiplos e submúltiplos, que poderão ser apresentados em potência de base 10 ou utilizando-se os símbolos antes de cada unidade para especificar sua grandeza.

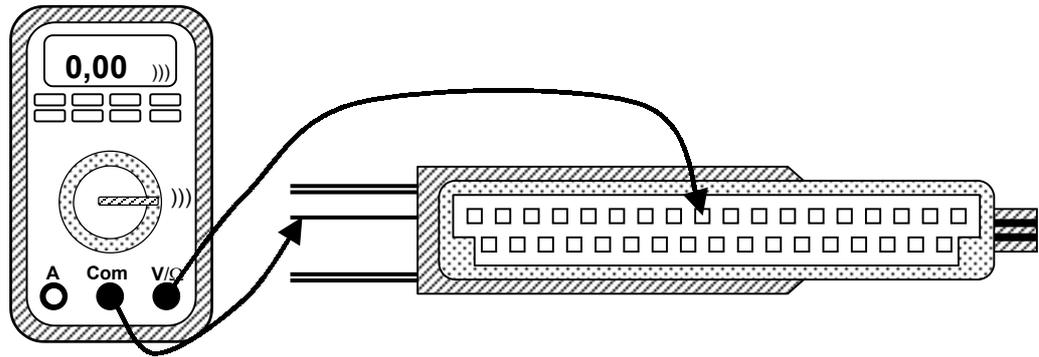
Potencia de base	Valor	Prefixo	Símbolo
10 ¹²	1.000.000.000.000	Tera	T
10 ⁹	1.000.000.000	Giga	G
10 ⁶	1.000.000	Mega	M
10 ³	1.000	Kilo	K
10 ²	100	Hecto	H
10 ¹	10	Deca	Da
10 ⁻¹	0,1	deci	d
10 ⁻²	0,01	centi	c
10 ⁻³	0,001	mili	m
10 ⁻⁶	0,000.001	micro	μ
10 ⁻⁹	0,000.000.001	nano	n
10 ⁻¹²	0,000.000.000.001	pico	p

Preencha os exemplos abaixo:

Valor	Multiplicador	Resultado
0,175 K Ω	0,175 x 1.000 (K)	175 Ω
2,87 K Ω	2,87 x 1.000 (K)	
856,1 K Ω	856,1 x 1.000 (K)	
53 M Ω	53 x 1.000.000 (M)	
650 KHz	650 x 1.000 (K)	
2,45 MHz	2,45 x 1.000.000 (M)	
6,98 GHz	6,98 x 1.000.000.000 (G)	
150 mA	150 x 0,001 (m)	
10 μ A	10 x 0,000.001 (μ)	
35 KV	35 x (K)	
0,045 K Ω	0,045 x (K)	
0,85 KHz	0,85 x (K)	

Continuidade (Beep):

Para medidas de continuidade de fios quando a resistência for menor que 70Ω , dependendo do multímetro. Quando a resistência for igual ou menor que este valor, será emitido um sinal sonoro (bip). Acima deste valor, o multímetro não emite nenhum sinal. Muito útil para detecção de um determinado fio dentro de um conjunto de fios ou chicote elétrico, quando todos são da mesma cor.



Teste de diodos:

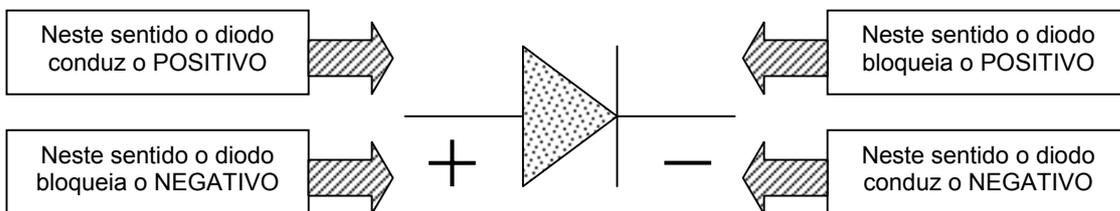
Utilizado para determinar polaridade ou verificação de curto circuito interno de diodos.

- ✓ O que é um diodo? É um semicondutor, que conduz somente em um sentido, sendo utilizado para transformar AC (tensão alternada) em DC (tensão contínua) ou bloquear um sinal indesejado.
 - Um diodo bom deve apresentar no sentido de condução uma queda de tensão de 0,35 a 0,80 V.
 - Diodos de potência (retificadores de alternador) têm uma queda de tensão de 0,35 a 0,50 V. Diodos de comando (uso geral) têm uma queda de tensão maior, de 0,60 a 0,80 VDC. Um diodo que apresente uma tensão de condução abaixo de 0,30 V está em curto-circuito.
 - Um diodo aberto apresentará o numero 1. ou OL.

O multímetro tem uma saída de aproximadamente 3,00 VDC. A ponteira VM é positiva e a PR negativa. Um bom diodo deve impedir a voltagem em um sentido e permitir o fluxo de corrente com a polaridade contrária aplicada. O símbolo do diodo é:

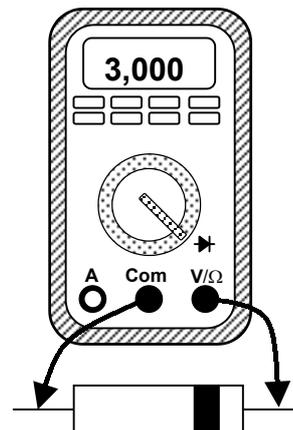
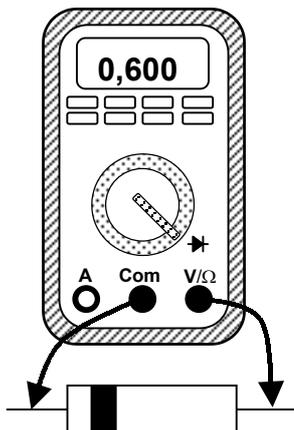


Exemplo de testes do DIODO



O diodo deve ser testado nos dois sentidos, devendo estar desligado do circuito.

- ✓ Quando testado no sentido direto (igual ao exemplo à esquerda) o diodo permite condução, e o multímetro irá apresentar um valor de 400 a 600 mV. Quando testado no sentido inverso (exemplo a direita), o diodo não permite condução. Portanto o valor no display deve ser o mesmo que aparece quando as ponteiros estão afastadas.

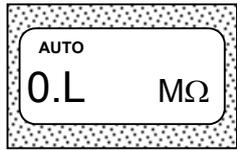
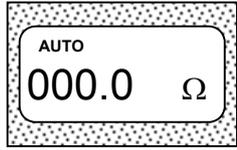
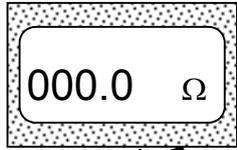
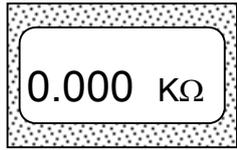


Fazer as medições nos diodos e anotar os valores na tabela.

Diodo	Polarização direta	Polarização inversa	Condição do componente
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

RANGE: Função utilizada para determinar nível de escala dentro de cada unidade de grandeza. No caso do multímetro aqui estudado tem função de escala automática. Isto quer dizer que quando ligamos o multímetro e formos efetuar uma medida, automaticamente ele fará a escolha da escala adequada. Se quisermos determinar um nível de escala, apertaremos a tecla RANGE até chegarmos no nível adequado. Observe que o ponto decimal para a escala manual corre dentro da grandeza. Pôr exemplo, se quisermos medir resistência (Ω):

- Ligamos o DMM na escala escolhida (Ω);

<ul style="list-style-type: none"> O mesmo apresentará o numero 1. ou a sigla OL (Overload = carga excessiva, circuito aberto ou infinito); 	 
<ul style="list-style-type: none"> Unir as ponteiros do multímetro. O valor apresentado será da resistência dos cabos do multímetro. Na função AUTO, o multímetro mede resistências de 0 a 40 MΩ (de 0 a 40.000.000Ω); 	 
<ul style="list-style-type: none"> Se apertarmos RANGE uma vez, o multímetro sairá da função AUTO e mudará para o nível de medição acima dentro da escala. Neste momento o multímetro tem condições de ler resistências de 0 a 400,0Ω. Com valores acima, aparece a mensagem OL; 	 
<ul style="list-style-type: none"> Apertando RANGE novamente, o multímetro muda para um nível de medição acima dentro da escala. Neste momento o multímetro tem condições de ler resistências de 0 a 4,00 KΩ (de 0 a 4.000Ω). Com valores acima, aparece a mensagem OL; 	 
<ul style="list-style-type: none"> A cada vez que for apertada a tecla RANGE, o multímetro mudará para um nível de medição acima. Neste momento o multímetro tem condições de ler resistências de 0 a 40,00 KΩ (de 0 a 40.000Ω). Com valores acima, aparece a mensagem OL; 	 
<ul style="list-style-type: none"> Tecla RANGE pressionada. O multímetro tem condições de ler resistências de 0 a 400,0 KΩ (de 0 a 400.00Ω). Com valores acima, aparece a mensagem OL; 	 

Apertando RANGE, o multímetro mudará para:

Valor da escala	Pressionando a tecla RANGE
0 a 400,00 Ω (0,40 K Ω)	1x
0 a 4.000,00 Ω (4,000 K Ω)	1x
0 a 40.000,00 Ω (40,00 K Ω)	1x
0 a 400.000,00 Ω (400,0 K Ω)	1x
0 a 4.000.000,00 Ω (4.000 K Ω ou 4 M Ω)	1x
0 a 40.000.000,00 Ω (40,00 M Ω)	1x

Após a última seleção (40,00 M Ω), o multímetro retornará para a primeira escala novamente. Esta função é importante quando quisermos medir, por exemplo um valor de resistência variável de 0 a 5,50 K Ω . Se deixarmos na escala automática, ele oscilará o valor na tela do multímetro entre as 3 escalas iniciais (0 a 400 Ω , de 0 a 4 K Ω e de 0 a 40 K Ω). Se apertarmos a tecla RANGE, o multímetro mudará para a primeira escala, mas como queremos medidas superiores a 400 Ω , selecionamos mais uma vez a tecla RANGE e mudamos para a segunda escala (0 a 4,000 K Ω). Sendo assim, teremos maior precisão de leitura, dentro das medidas que queremos efetuar.

Esta função pode ser usada para qualquer função elétrica do multímetro.

Valor da escala	Pressionando a tecla RANGE
• 0 a 4,000 V	1x
• 0 a 40,00 V	1x
• 0 a 400,0 V	1x
• 0 a 750 V (para tensões AC)	1x
• 0 a 1.000 V (para tensões DC)	1x

HOLD: Função de travar última medida lida pelo multímetro. A letra "H" aparece na tela quando a função estiver acionada, e a última leitura fica congelada. Se as medições não variarem na tela quando estiver trabalhando, veja se esta tecla não está acionada.

PEAK: Função de medida de pico de sinais oscilantes. É utilizada quando temos um valor variável dentro do tempo. Se quisermos ver qual valor máximo atingido por este sinal, aciona-se esta tecla. Quando o multímetro registrar um valor de pico dentro do sinal oscilante, emitirá um bip acusando que foi gravado um valor.

Tempo

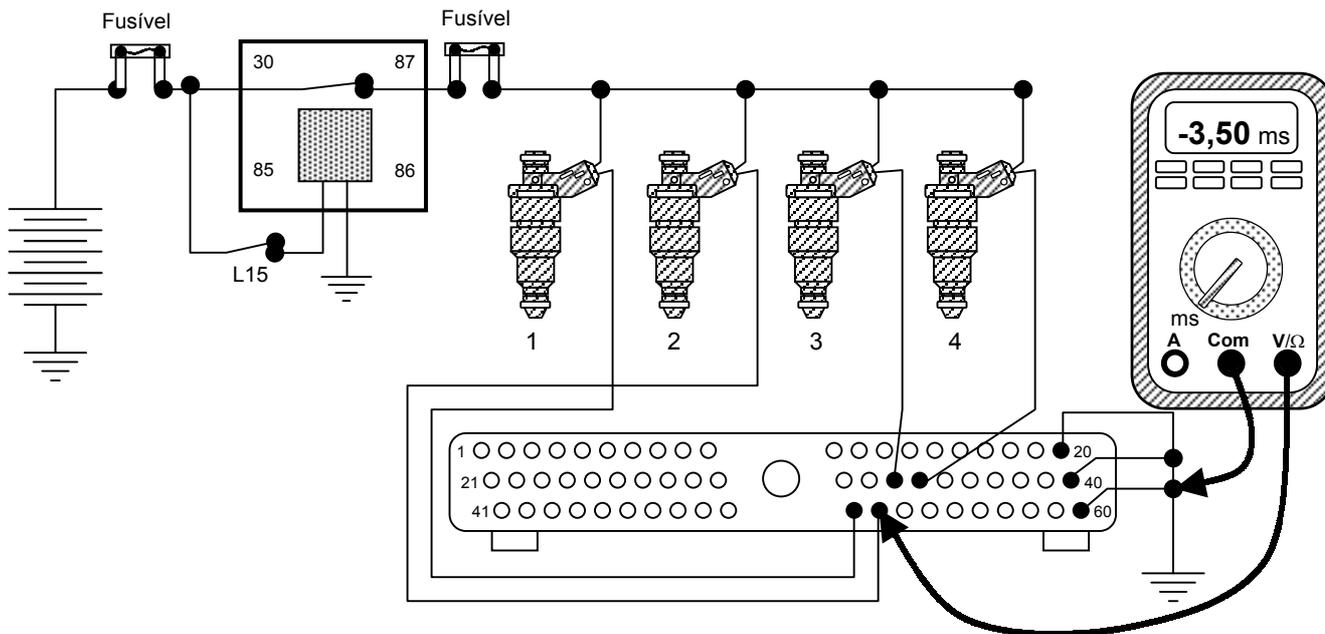
Função usada para medir tempo de energização de um circuito elétrico (atuador ou sensor). Geralmente é usado o milissegundos (ou ms) para esta função de leitura.

Há um fator que influencia no modo de leitura de tempo, que é a polaridade do sinal a ser medido. Este fator é chamado de “**TRIGGER**” ou **DIREÇÃO DE DISPARO**, que pode ser **POSITIVO (+)** ou **NEGATIVO (-)**.

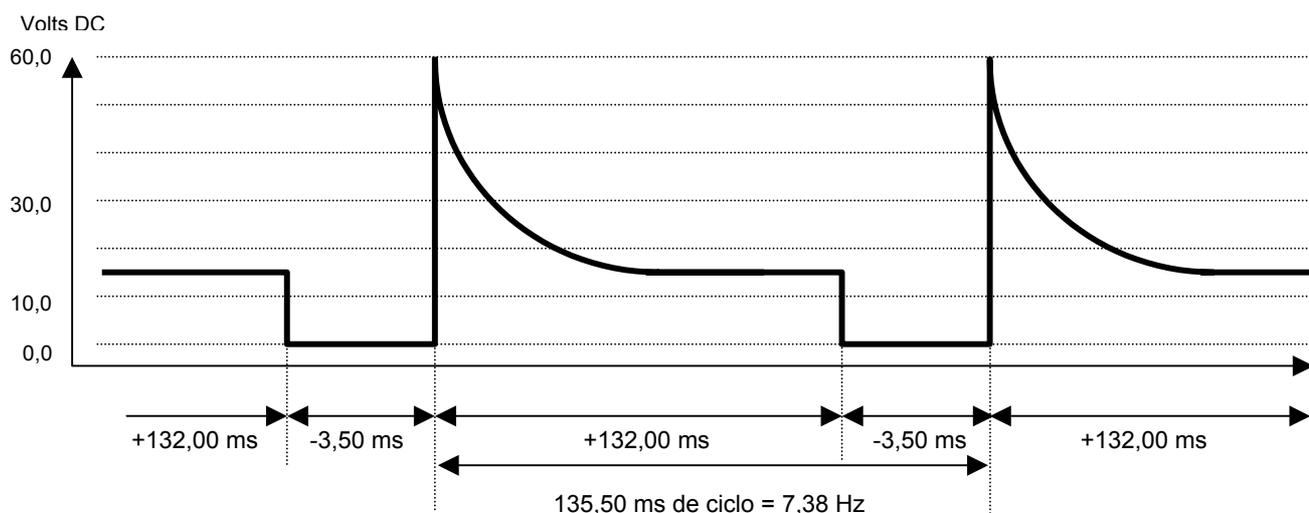
- ✓ **DISPARO POSITIVO (TRIG+)**: É o tempo de leitura do sinal quando ele encontra-se no lado ALTO (+), ou quando o sinal sai de um valor baixo (0,00 V) para um valor alto (12,00 V);
- ✓ **DISPARO NEGATIVO (TRIG-)**: É o tempo de leitura do sinal (-) ou neste caso 0,00 V, ou quando o sinal sai de um valor alto (12,00 V) para um valor baixo (0,00 V).

• **Injetor de combustível**

Vamos dar como exemplo o tempo de injeção de combustível de um injetor de combustível (tempo que o injetor fica aberto) para exemplificar. Um determinado veículo, em condições normais de temperatura/pressão (FORD Fiesta 1.0 8V com motor ROCAM) tem um tempo de injeção de 3,50 ms, no modo **TRIG-**.



Se selecionarmos o modo **TRIG+**, ele apresentará o valor de 132,00 ms. Então pode dizer que o injetor abre durante 3,50 ms (**TRIG-**) e fica fechado durante 132,00 ms (**TRIG+**), totalizando 135,50 ms de ciclo de aberto/fechado, ou através de um gráfico:

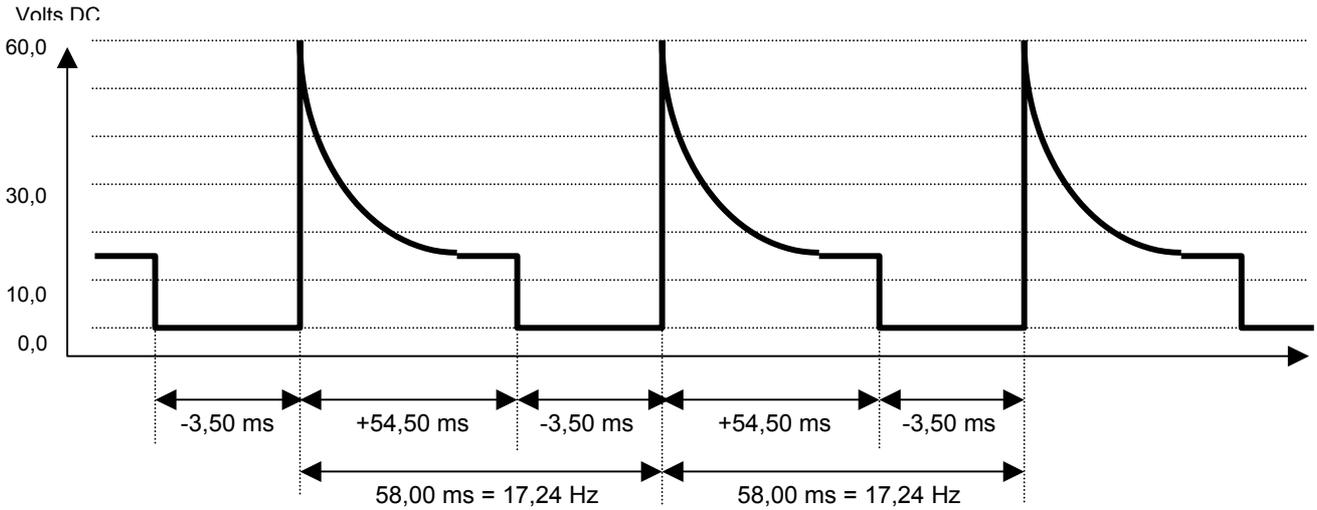


Portanto, o ciclo aberto/fechado do injetor tem uma duração de 135,50 ms. Durante 1,00 segundo (1000 ms), o injetor irá executar 7,38 ciclos aberto/fechado (7,38 Hz).

Pode-se então deduzir que a função tempo pode ser usada de duas maneiras:

- ✓ Como medição de um sinal com direção de disparo para o lado **POSITIVO (TRIG+)**;
- ✓ Como medição de um sinal com direção de disparo para o lado **NEGATIVO (TRIG-)**;

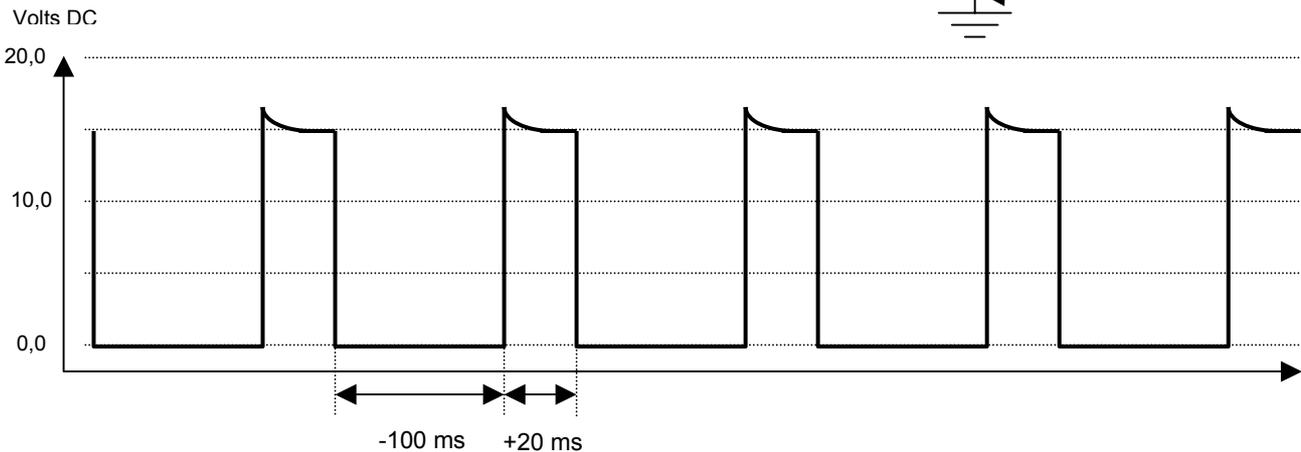
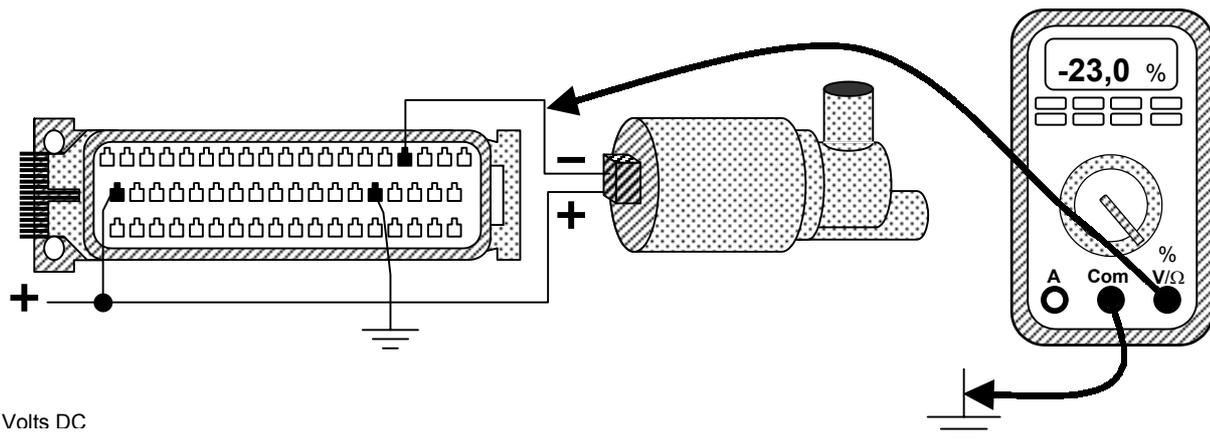
Com o funcionamento do motor em rotação que **NÃO** seja a de marcha lenta, nota-se que o tempo de injeção (TRIG-) pode não diminuir ou aumentar significativamente, mas o TRIG+ pode diminuir consideravelmente.



Portanto, o ciclo aberto/fechado do injetor tem uma duração de 58,0 ms. Durante 1,00 segundo (1000 ms), o injetor irá executar 17,24 ciclos aberto/fechado ou 17,24 Hz.

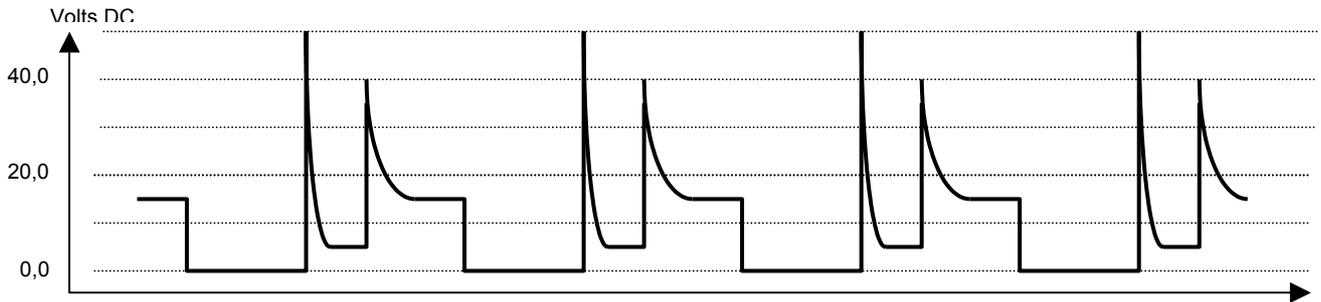
Notas-se que o TRIG- não teve uma alteração significativa, mas o TRIG+ diminui. Conseqüentemente, como o próprio cálculo mostra, teremos uma maior frequência de ciclo aberto/fechado do injetor.

- **Atuador de marcha lenta**

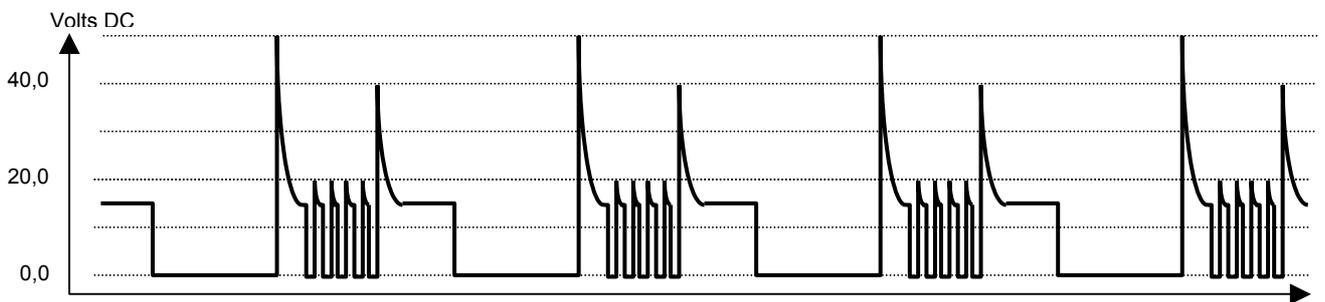


Em alguns modelos de veículos não é possível se medir o tempo de trabalho. Como exemplo, a UCE DELCO, MAGNETI MARELLI e FIC possuem um tipo de controle de injetor diferente do convencional.

- **Comando do injetor por corrente controlada**

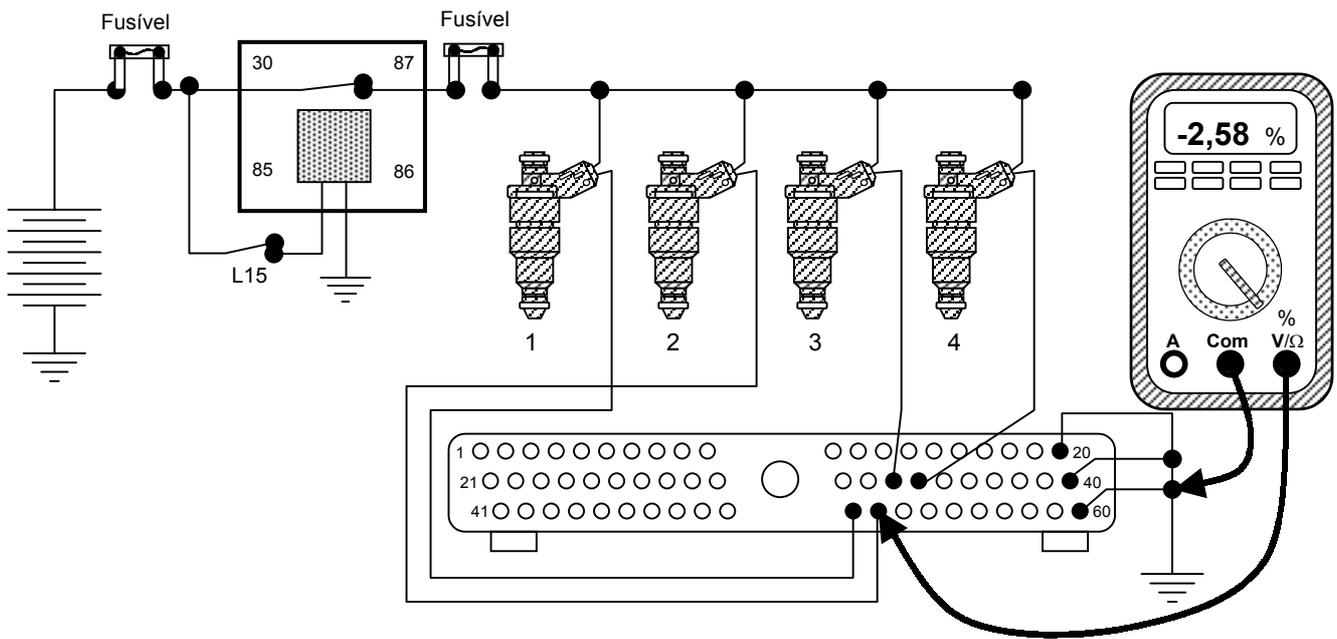


- **Comando do injetor por corrente modulada**

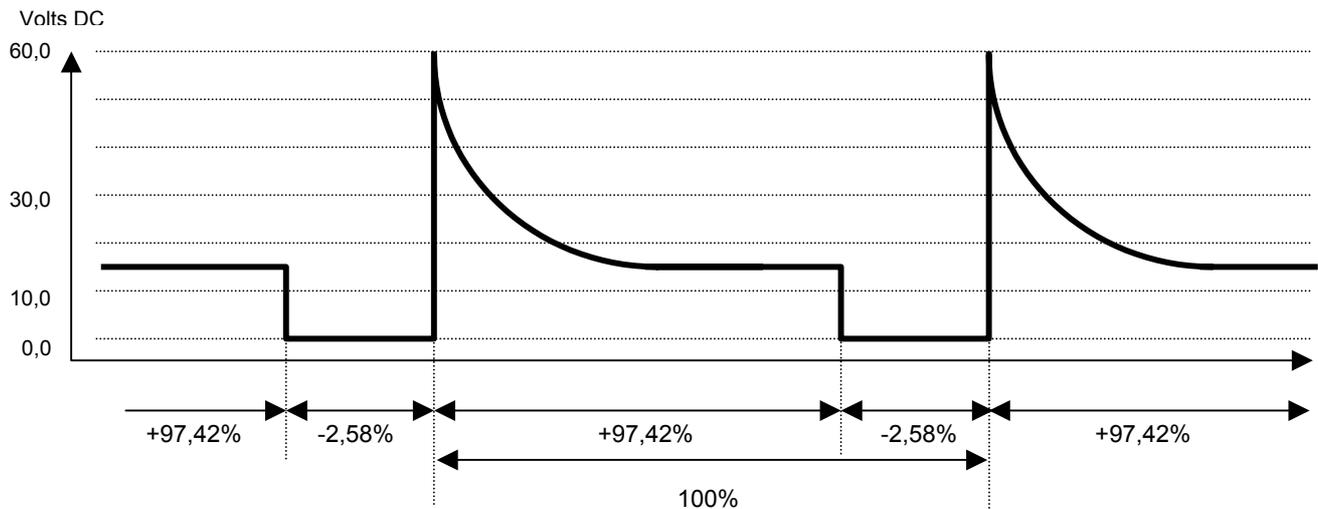


Ciclo de trabalho (Duty Cycle ou %)

A função CICLO DE TRABALHO ou carga cíclica (DUTY CICLE) tem como objetivo determinar em porcentagem, o valor de trabalho de um componente. Se pegarmos o exemplo anterior (ms).



- ✓ Fase do injetor ABERTO = -3,50 ms;
- ✓ Fase do injetor FECHADO = +132,00 ms;
- ✓ Ciclo total (aberto + fechado) = 135,50 ms;



Este tempo corresponde a 100% do ciclo de trabalho do injetor, ou 135,50 ms.

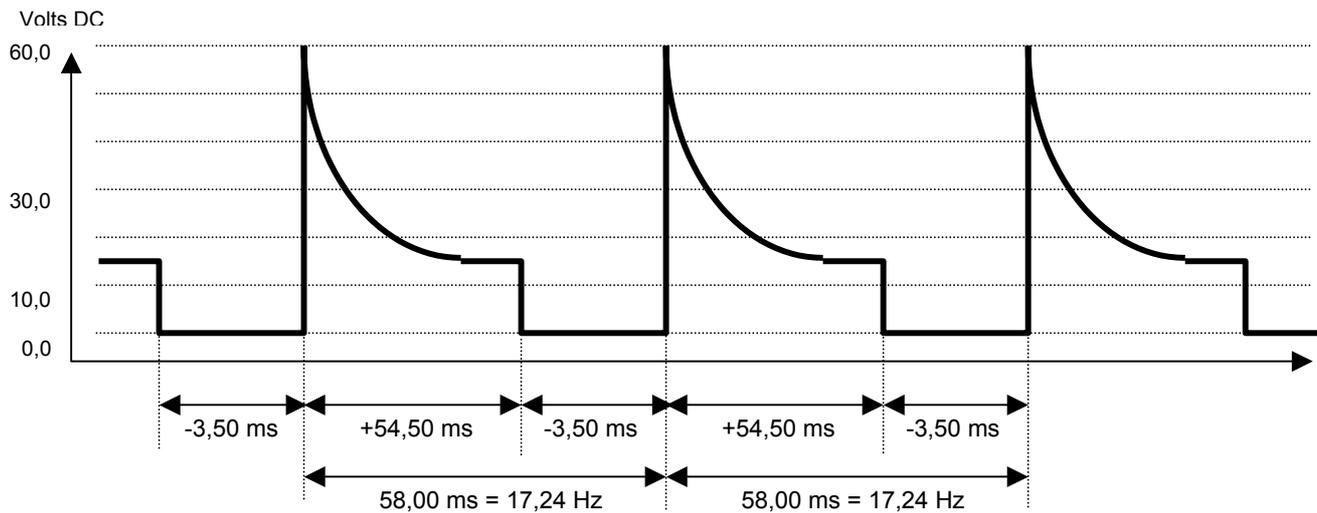
Se quisermos determinar a carga cíclica de cada fase, calculamos os valores:

- ✓ $3,50 \times 100 / 135,50 = 2,58\%$;

Esta é a carga cíclica da fase do injetor ABERTO, ou com 100% do ciclo, o injetor fica 2,58% aberto;

- ✓ $132,00 \times 100 / 135,50 = 97,42\%$

Esta é a carga cíclica da fase do injetor FECHADO, ou com 100% do ciclo, o injetor fica 97,42% fechado;



- Fase do injetor aberto = -3,50 ms;
- Fase do injetor fechado = +54,50 ms;
- Ciclo total (aberto + fechado) = 58,0 ms.

Este tempo corresponde a 100% do ciclo de trabalho do injetor ou 58,00 ms = 100%;

Se quisermos determinar a carga cíclica de cada fase, calculamos os valores:

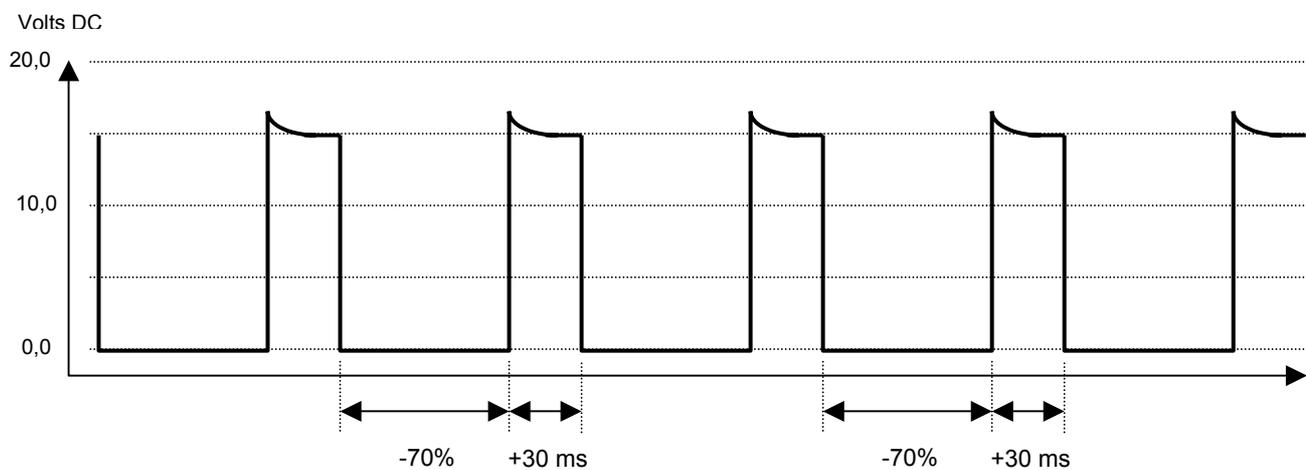
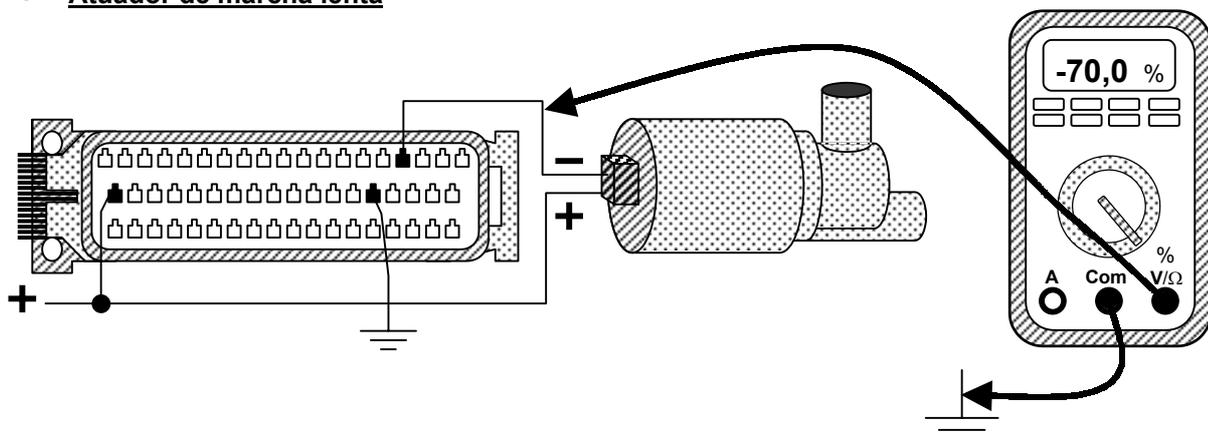
✓ $3,50 \times 100 / 58,00 = 6,03\%$

Esta é a carga cíclica da fase do injetor ABERTO, ou com 100% do ciclo, o injetor fica 6,03% aberto;

✓ $54,50 \times 100 / 58,00 = 93,96\%$

Esta é a carga cíclica da fase do injetor FECHADO, ou com 100% do ciclo, o injetor fica 93,96% fechado;

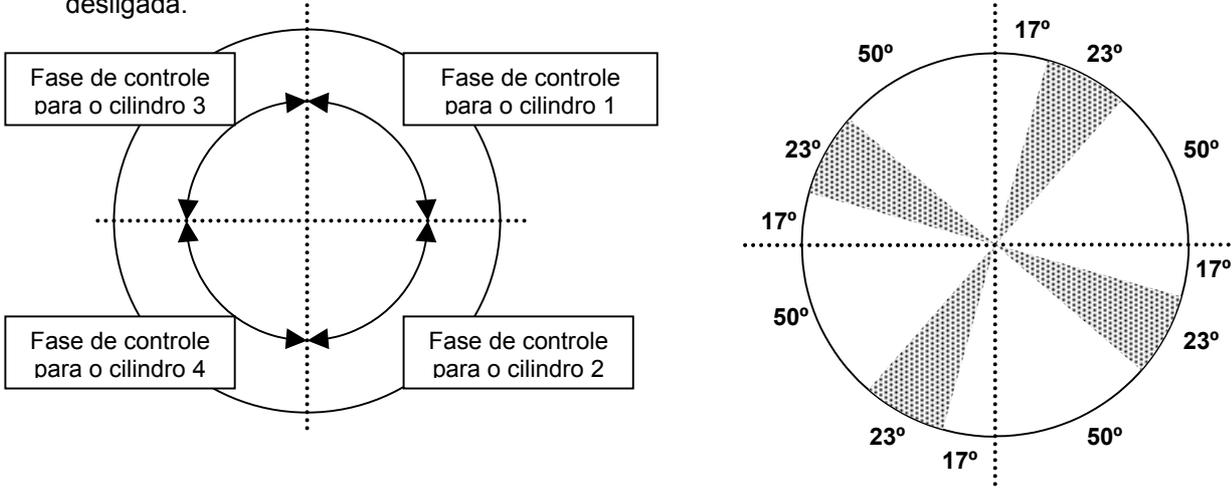
• **Atuador de marcha lenta**



Ângulo de permanência

Ângulo de permanência é a medida em graus (em relação ao comando de válvulas) de quantos graus a bobina de ignição permanece energizada, isto é, qual a duração que a UCE fica carregando a bobina para o disparo de ignição. Para se saber o cruzamento de ignição divide-se o numero em graus de uma volta completa do comando pelo número de cilindros do motor.

- 1 volta do eixo do comando de válvulas tem 360°. Se o motor tem 4 cilindros, o cruzamento será $360^\circ/4 = 90^\circ$. Este é o cruzamento de cada cilindro, ou seja, a cada 90° ocorre um chaveamento da bobina de ignição que é feito pelo módulo de ignição. Então estes 90° estão divididos entre bobina ligada e bobina desligada.



Pelo exemplo acima, pode-se dizer que de cada 90°, a bobina fica 23° ligada (carregando) e 67° desligada (em repouso).

360°/...	Cruzamento em graus	360°/...	Cruzamento em graus
2 cilindros =	180°	3 cilindros =	120°
4 cilindros =	90°	5 cilindros =	72°
6 cilindros =	60°	8 cilindros =	45°

Como medir ângulo de permanência

- Selecione a função “ÂNGULO DE PERMANENCIA” ou “DWELL”;
- Selecione o número de cilindros;
- Ligue a ponteira preta a um bom ponto de massa e a ponteira vermelha a linha de comando da bobina de ignição.

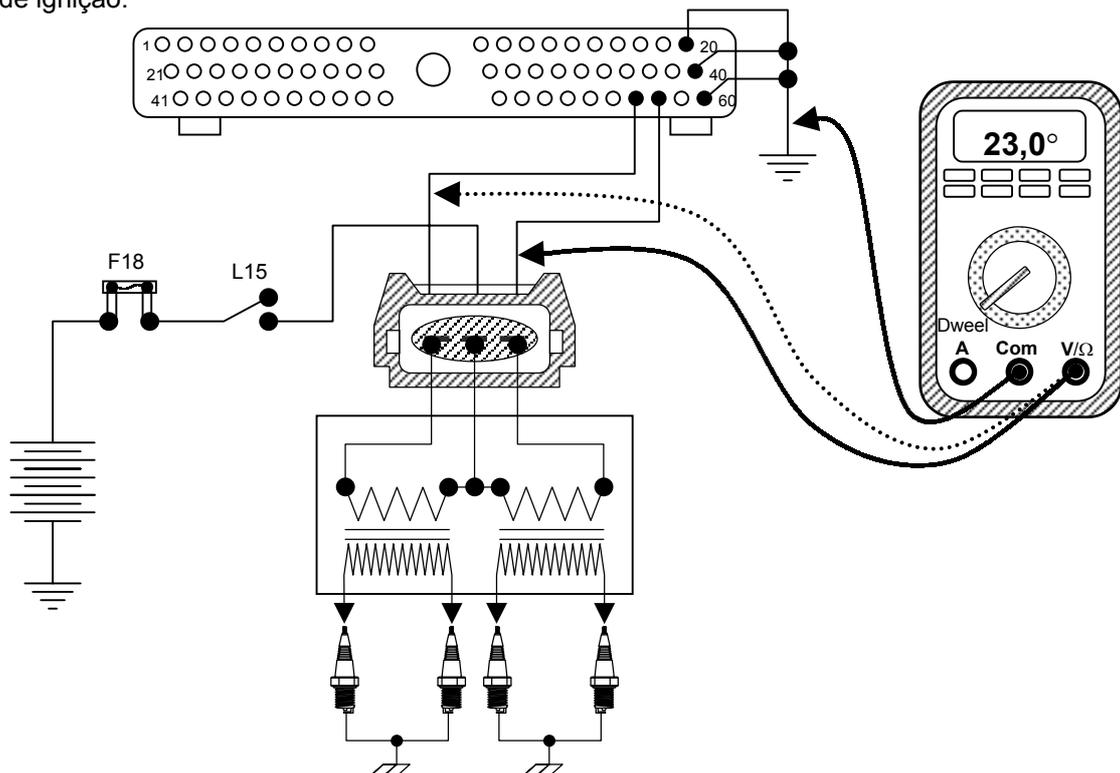


Tabela de ângulo de permanência**Sistemas com sensor de efeito Hall:**

Sistema	900 RPM	2.000 RPM	Campana n°	Abertura da janela (mm)
EEC-IV (CFI)	24 a 26°	38 a 42°	591	19,5 mm (4 janelas iguais)
EEC-IV (EFI)	28 a 32°	42 a 46°	909	Janela do 1° cil. menor
Bosch LE + EZK (VW)	35 a 40°	65 a 70°	075	
Bosch LE + EZK (GM e Fiat)			073	
Corsa EFI 1.0/1.4	22 a 27°	28 a 32°	629	Janelas iguais de 14 mm
Golf 1.2.3 Monomotronic				Janelas iguais de 12 mm
Golf Digifant 1.74 e 1.82			145	Janelas Iguais de 16 mm
Golf Motronic 2.9 (fase no distribuidor)				Uma janela de 11 mm.
Magneti Marelli (VW MI)			155	Janela do 1° cilindro maior
Veículos carburados	18 a 22°	38 a 42°	063	4 janelas iguais de 14,5 mm
VW Gol 1.0 MI (8 e 16 válvulas)			143	4 janelas iguais de 15,0 mm

Sistemas indutivos TSZ-I

N° unidade	Motor 4 Cilindros		Motor 6 Cilindros	
	1.000 Rpm	3.000 Rpm	1.000 Rpm	3.000 Rpm
9 220 087....	29 a 37°	45 a 58°	19 a 27°	24 a 34°
003/004/005/006	29 a 37°	45 a 58°	19 a 27°	24 a 34°
007* e 008*	-----	-----	19 a 27°	24 a 34°
010	29 a 37°	45 a 58°	-----	-----
011	31 a 45°	47 a 59°	-----	-----
012*	29 a 37°	45 a 58°	-----	-----
013	31 a 45°	47 a 59°	-----	-----
014*	29 a 37°	45 a 58°	-----	-----
015*	-----	-----	19 a 27°	24 a 34°
016*	-----	-----	19 a 27°	24 a 34°
017*	29 a 37°	45 a 58°	-----	-----
018*	-----	-----	19 a 27°	24 a 34°
019/021/022/023/026 (#)	20 a 33°	25 a 36°		

Notas:

- (*) - Unidades de comando equipadas com limitador de rotação.
- (#) - Unidades de comando Mini TSZ-i.

Identificação de linhas elétricas

Linhas	Significado
1	Sinal da bobina de ignição
1a	Platinado
4	Alta tensão da bobina de ignição
15	+12,00 após a chave de ignição
15a	+12,00 volts direto da bateria
30	Positivo direto da bateria
30a	Positivo direto da bateria, protegido por fusível ou Chave seletora serie/paralelo 12/24V
31	Negativo da bateria
31b	Negativo da bateria via chave ou rele
49	Entrada +12,00V do relé dos indicadores de direção e luz de advertência
49a	Saída do relé dos indicadores de direção e luz de advertência
50	+12,00 V de saída da chave de ignição e partida para excitação do motor de partida
53	+12,00V do motor do limpador do pára-brisa
53a	Posição automática de parada do motor do limpador do pára-brisa
53b	Segunda velocidade do motor do limpador do pára-brisa
53c	+12,00V da bomba do lavador do pára-brisa
53e	+12,00V intermitente do motor do limpador do pára-brisa
54	Luz de freio
55	Luz de neblina
56	Saída do interruptor da luzes para alimentação das luzes alta e baixa
56a	+12,00V para alimentação da luz alta (protegido por fusível)
56b	+12,00V para alimentação da luz baixa (protegido por fusível)
57	Lâmpadas para posição lateral
57a	Lâmpadas de estacionamento
57L	Lâmpadas de estacionamento esquerdo
57R	Lâmpadas de estacionamento direito
58	+12,00V das luzes para alimentação das lâmpadas da luz de posição/licença
58d	+12,00V das luzes do painel, passando pelo reostato e protegido por fusível
58L	Lâmpadas de posição esquerda
58R	Lâmpadas de posição direita
71	Massa de acionamento do relé da buzina
72	Chave do alarme
75	Acendedor de cigarros/rádio
81	Chave seletora NF entrada
81a	Chave seletora contato NF
85	Entrada da bobina do relé (lado negativo da bobina)
86	Saída da bobina do relé (lado positivo da bobina)
87	Contato NA de saída do relé
G	Sinal do sensor de combustível
L	Lado esquerdo
NZ	Lâmpada da lanterna de neblina
R	Lado direito
Rf	Lâmpada do farol de marcha à ré
oL	Sinal do interruptor da luz indicadora da pressão do óleo
TG	Sinal do sensor de temperatura

