

Circuitos de proteção

Um componente muito simples e de extrema importância nos circuitos elétricos são os fusíveis. Este dispositivo tem por finalidade proteger o circuito contra possíveis sobre-cargas.

Entenda sobre-carga como uma corrente superior ao máximo permitido num circuito. Por exemplo, se em um determinado circuito elétrico a corrente máxima admissível for de 10A, qualquer valor superior a isso é considerado sobre-carga, que pode danificar o circuito e por em risco a segurança do usuário, pois, podem causar incêndios.

Existem diversos tipos de fusíveis. Os mais conhecidos são: O de vidro (tipo americano), o tipo europeu, o tipo lâmina, o tipo maxi-lâmina, o tipo mini-lâmina e o tipo mega (pode ser macho, fêmea ou com terminal lateral).



Cada tipo é empregado num determinado veículo. Os mais antigos utilizavam o tipo europeu ou americano. Atualmente, a maioria dos veículos utilizam os fusíveis do tipo lâmina (normal, maxi ou mini). Outros utilizam o tipo mega (fêmea, macho ou terminal lateral).

Independente do tipo, todos possuem a mesma função. Vamos descrever cada um deles:

Fusível tipo Europeu

Este tipo de fusível foi muito empregado na linha Volkswagen até 1986.



Possui um corpo de material isolante e as suas área de contato ficam na extremidade. Estas duas áreas estão interligadas por uma lâmina que se rompe (derrete) com a temperatura.

O excesso de corrente faz com que haja um aumento de temperatura no filamento (lâmina) que acaba se rompendo abrindo o circuito elétrico.

Quem não se lembra desse tipo de fusível no Passat, Fusca, etc.? Embora estes fusíveis possam ser encontrados com diversas cores, sua identificação está no seu código de vendas. Exemplos:

CÓDIGO	AMPÈRES	MEDIDA
011008	8	25 mm
011015	15	25 mm
011030	30	25 mm

Fusível tipo Americano

Também é outro tipo de fusível que já saiu de circulação há muito tempo, antes mesmo do que o tipo europeu.



O fusível americano possui seu corpo em vidro. Observe que o filamento de proteção está localizado na sua parte interna.

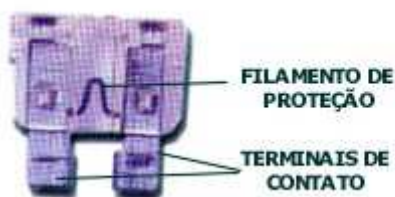
Este tipo de fusível foi muito empregado pela linha Ford até o início dos anos 80.

Os fusíveis do tipo americano também são classificados por códigos

CÓDIGO	AMPÈRES	MEDIDA
010010	10	31,75x6,35 mm
010015	15	31,75x6,35 mm
010020	20	31,75x6,35 mm
010025	25	31,75x6,35 mm
010030	30	31,75x6,35 mm
013001	1	31,75x6,35 mm
013002	2	31,75x6,35 mm
013003	3	31,75x6,35 mm
013005	5	31,75x6,35 mm
015001	1	20,00x5,00 mm
015002	2	20,00x5,00 mm
015003	3	20,00x5,00 mm
015005	5	20,00x5,00 mm

Fusível tipo Lâmina

É o tipo de fusível mais utilizado atualmente. Pode ser encontrado com valores entre 3 a 30 ampères.



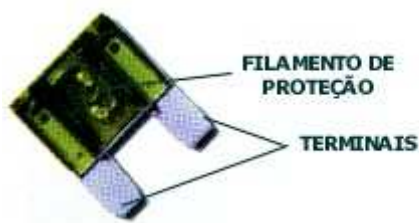
Seu corpo embora seja colorido, possui uma transparência que permite a visualização do filamento de proteção. Suas áreas de contato são do tipo terminal de encaixe macho.

Neste tipo de fusível cada cor representa exatamente o seu valor em ampères. Veja a tabela abaixo:

CÓDIGO	AMPÈRES	MEDIDA
016003	3	Violeta
016004	4	Rosa
016005	5	Laranja
016007	7,5	Marrom
016010	10	Vermelho
016015	15	Azul
016020	20	Amarelo
016025	25	Cristal
016030	30	Verde

Fusível tipo Maxi-lâmina

Possui o mesmo formato do tipo lâmina só que maior. Podem ser encontrados com valores entre 20 a 80 ampères.



Estes fusíveis são normalmente encontrados nos carros da linha Fiat, Chevrolet e os importados da linha Ford.

Abaixo segue a tabela de classificação dos fusíveis Maxi-lâmina:

CÓDIGO	AMPÈRES	MEDIDA
018020	20	Amarelo
018030	30	Verde
018040	40	Laranja
018050	50	Vermelho
018060	60	Azul
018080	80	Cristal

Comutador de partida e ignição

Iremos começar por esse dispositivo, pois, é dele que partem a maior parte dos circuitos elétricos do automóvel.

O comutador de ignição e partida é como se fosse um interruptor, só que com múltiplas posições (normalmente três). Esse dispositivo fica instalado atrás do miolo da chave de contato, no painel do automóvel. Se você está imaginando que se trata do dispositivo que é responsável para ligar o veículo acertou em cheio.

O comutador de partida é um dispositivo que possui três ou quatro terminais, sendo um deles entrada de corrente e as demais, saídas. Para se retirar o comutador de partida é um pouco complicado, uma vez que as montadoras dificultam ao máximo o seu acesso, por questão de segurança, pois, uma vez com o comutador em mãos, não haveria necessidade das chaves para se ligar o veículo (exceto os que contam com o imobilizador eletrônico).



Quando você insere a chave no miolo e, uma vez que o segredo esteja correto, ele permite que se vire o tambor, cuja extremidade está ligado na parte superior do comutador (ver figura ao lado). Se você conseguir retirar o comutador do lugar e desmembrá-lo do miolo, poderá dar partida apenas com uma chave de fenda ou qualquer outro material que possa acionar o comutador. Por esse motivo ele fica bem escondido.

Observe que na parte inferior do comutador existem quatro terminais, como já dissemos, uma é entrada de corrente e as demais são saídas.

Veja na figura ao lado que, onde está escrito acionamento do comutador, bastaria de uma chave de fenda para acioná-lo. Uma vez que se se gire o acionador no sentido horário, ele provocará o fechamento do circuito para as suas respectivas saídas. Bom, creio que agora vocês devem estar imaginando o nível de segurança que nossos automóveis possuem.



Veja na figura abaixo o símbolo que iremos utilizar para o comutador de partida, a sua entrada e suas saídas.

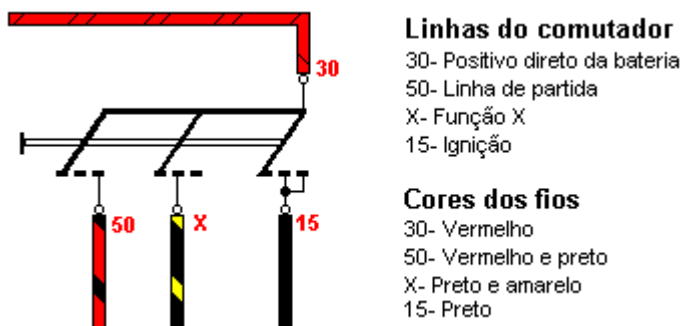


Um comutador de quatro terminais possui três posições, no caso, 1, 2 e 3. Os números que aparecem representam os circuitos aos quais chegam ou saem do comutador.

A linha 30 é a entrada e, as linhas 50, X e 15 são as saídas.

Comutador de ignição e partida

Confira a seguir a ligação dos fios que saem do comutador de partida:



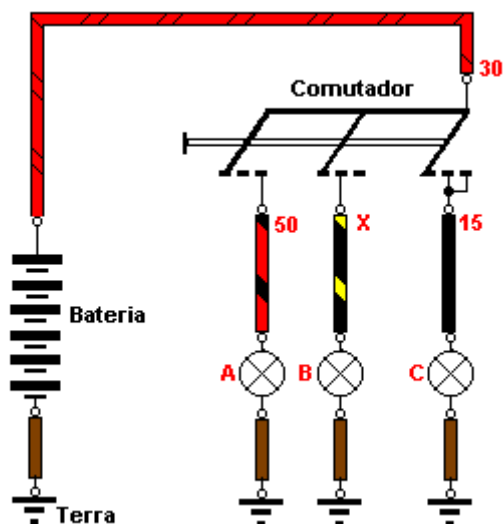
Lembra-se quando mencionamos que o comutador possui quatro terminais. Pois bem, cada terminal possui um fio. Em nosso exemplo, temos: Linha 30 ou positivo direto da bateria (vermelho), linha 50 ou partida (vermelho e preto), Linha X ou função X (preto e amarelo) e linha 15 ou ignição (preto).

Como podemos observar, a linha 30 é a entrada de corrente enquanto que as linhas 50, X e 15 são saídas do comutador.

Observação: Quando os fios possuírem duas cores, é diferente dizermos vermelho e preto de preto e vermelho. Tratam-se então, de dois tipos de fiação distintas. A cor predominante sempre vem primeiro e possui uma faixa maior na simbologia.

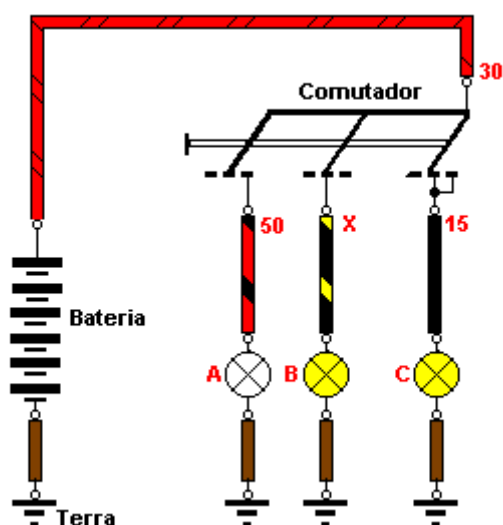
Vamos ver agora o funcionamento do comutador nas suas três posições. Para facilitar nosso entendimento, iremos colocar uma lâmpada em cada saída.

Comutador na posição 1 ou desligado



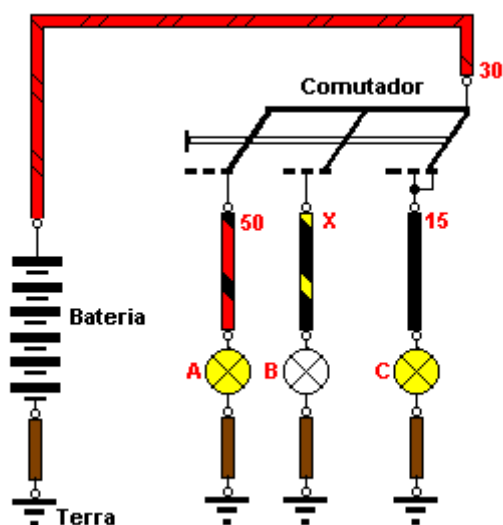
Nesta condição o comutador não permitirá a passagem da corrente elétrica para nenhuma das linhas de saída e as lâmpadas estarão apagadas.

Comutador na posição 2



Nesta posição, a corrente entra no comutador pela linha 30 e sai nas linhas X e 15, conseqüentemente, as lâmpadas B e C irão se acender.

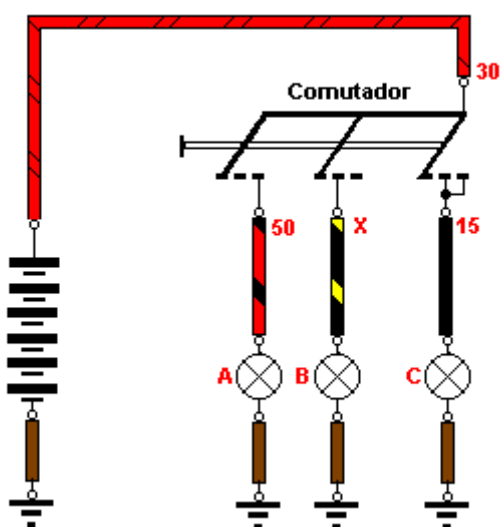
Comutador na posição 3



Nesta posição, a linha 50 é ativada, acionando a lâmpada A. Note que em função de uma linha de comunicação no comutador, a linha 15 se mantém ativa mantendo a lâmpada C também acesa.

Nota importante: Nas posições 1 e 2, a chave se mantém na posição que foi deixada. Na posição três ela somente permanece se o motorista ficar segurando a chave, caso contrário ela voltará à posição 2.

Abaixo a simulação do funcionamento do comutador de partida.



Comutador de ignição e partida II

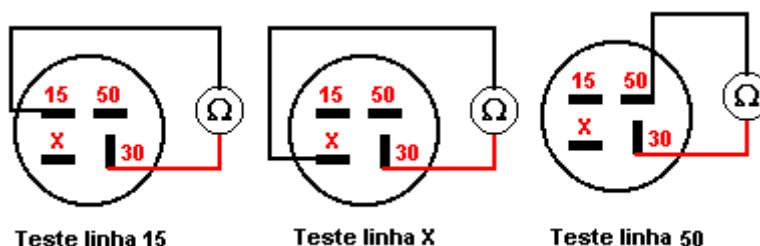
É importante ressaltar as linhas dos circuitos elétricos. Quando falamos em sinal negativo (terra) significa um ponto comum de todos os circuitos. Assim, podemos dizer que mais de 85% dos componentes elétricos já estão aterrados, ou seja, já possuem o negativo ligado. Para funcionar, basta aplicar um sinal positivo.

Por essa razão, o controle de interrupção da corrente normalmente se faz pelo positivo, como vimos no comutador de partida e ignição. Você pôde perceber que entra no comutador um sinal positivo direto da bateria e esse sinal pode ser transmitido para três linhas distintas- 50, X e 15. Todas essas linhas continuam tendo um sinal positivo, só que controlado por um sistema de interrupção.

Estamos empregando em nossos circuitos o método utilizado pela Volkswagen para representar seus diagramas elétricos, uma vez que o mesmo é o mais simples de se compreender. Ao longo do nosso curso iremos aprender a interpretar todos os esquemas elétricos.

Voltemos ao comutador de partida. Caso esse dispositivo apresente algum defeito, ele poderá impossibilitar o funcionamento dos componentes controlados por ele, ou seja, os elementos que estão ligados as linhas 50, X e 15.

Para testar o comutador é muito simples, pode-se inclusive utilizar lâmpadas para esse fim, como vimos na aula anterior ou utilizar um multímetro na função ohmímetro para medir continuidade. Quando falamos continuidade, significa que o valor da resistência é zero ou muito próximo de zero. Outra expressão que iremos utilizar é "infinito" ou circuito em aberto. Neste caso, deverá aparecer o sinal "0.L" no visor (multímetro digital). Veja a ilustração a seguir.



De acordo com a posição dos cabos do multímetro, deveremos encontrar os seguintes valores:

- Comutador na posição 1 ou desligado:

Linha 15- infinito

Linha X- infinito

Linha 50- infinito

- Comutador na posição 2 ou ligado:

Linha 15- continuidade

Linha X- continuidade

Linha 50- infinito

- Comutador na posição 3 ou partida:

Linha 15- continuidade

Linha X- infinito

Linha 50- continuidade

Qualquer valor fora do especificado acima indica que o comutador está com problemas.

Caso o comutador apresente algum defeito, poderão ser apresentados os seguintes defeitos:

- Motor de partida não ativa (linha 50 com circuito aberto);
- Motor não entra em funcionamento pois a bobina de ignição não será alimentada (linha 15 com circuito aberto);
- Alguns dispositivos elétricos do veículo deixarão de funcionar (linha X com circuito aberto);
- Motor de partida ativa na posição 2- Comutador em curto entre as linhas 15 e 50 ou X e 50);

Neste último caso, verifique se não há possibilidade do chicote do comutador estar em curto (um fio tocando no outro sem isolamento).

Afinal, para que serve a função X?

Este método é empregado nos circuitos da linha Volkswagen com a finalidade de interromper o funcionamento de alguns dispositivos elétricos no momento da partida (lembre-se que na posição 3 o comutador desativa essa linha).

Por exemplo, o circuito dos faróis é ativado na linha X. Caso o motorista tente dar partida com os faróis ligados, o mesmo será desligado pela função X, deixando toda a capacidade da bateria para o motor de partida, uma vez que o mesmo é o maior consumidor do sistema. Assim que o motor entra em funcionamento, o motorista retira a mão da chave e o comutador volta para a posição 2 ativando novamente a linha X.

Como dissemos, a função X é empregado nos circuitos da linha Volkswagen. Outras linha utilizam apenas três terminais no comutador: 30, 15 e 50.

Para que serve o jumper mostrado no comutador na linha 15?



Observe que quando o comutador vai para a posição 3, se não houvesse esse jumper a linha 15 seria desativada durante a partida, impossibilitando que o motor entre em funcionamento.

Vale lembrar, que alguns veículos utilizam um retorno do motor de partida para manter ativada a linha 15. Falaremos nesse assunto mais adiante.

O que é uma ligação direta?

Chama-se ligação direta o método utilizado para fazer com que o motor entre em funcionamento sem a presença do comutador de partida. Para isso, basta desligar o chicote do comutador de partida e fazer o seguinte procedimento: Pegue o fio da linha 30 e junte com o da linha 15. Algumas lâmpadas no painel de instrumentos irão acender. Agora pegue o fio da linha 50 e junte com os outros dois. O motor de partida será ativado. Assim que o motor entrar em funcionamento, desconecte a linha 50 para que o motor de partida não fique girando junto com o motor. Viram como é simples? Agora dá pra ter uma noção porque tantos carros são roubados com tanta facilidade.

Relés auxiliares ou universais

Os relés são dispositivos eletromecânicos capazes de controlar uma corrente de grande intensidade com sinais de baixa intensidade.

Os relés pertencem, de certa forma, aos circuitos de proteção. Não como os fusíveis que interrompem o fluxo da corrente em caso de sobre-carga, mas como um dispositivo de controle.

Existem diversos tipos de relés, inclusive os eletrônicos, os quais utilizam componentes como resistores, capacitores, diodos, circuitos integrados, etc. Quando a sua aplicação também é muito variado. Podemos citar alguns sistemas elétricos que utilizam relés como: circuito de seta, farol, acionamento do eletro-ventilador do sistema de arrefecimento, bomba elétrica de combustível, etc.

Para facilitar nosso entendimento, iremos dividir os relés em dois grupos distintos: os de controle e os auxiliares.

Os relés de controle, como o próprio nome já diz, controlam o funcionamento de dispositivos elétricos do automóvel, como a seta, o temporizador dos vidros elétricos, o temporizador de partida a frio, etc. Iremos estudar esses relés ao longo do nosso curso, de acordo com o sistema os quais pertencem.

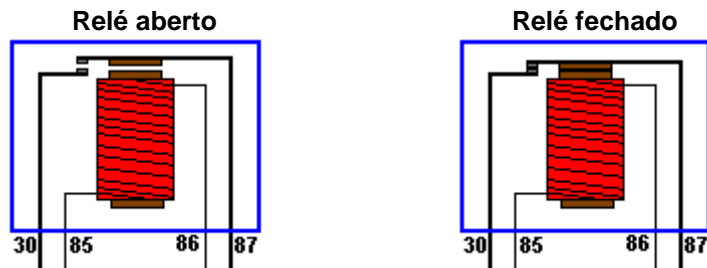
Os relés auxiliares são aqueles que irão permitir a passagem de um grande fluxo de corrente por meio de sinais bem inferiores. O tipo de relé auxiliar mais conhecido também é chamado de relé universal.

Formato físico	Posição- terminais	Circuito elétrico
		

Um relé auxiliar possui quatro terminais, denominados 85, 86, 87 e 30. Esses terminais estão dispostos de modo que não haja possibilidade de montagem errada no seu conector.

Os terminais 85 e 86 pertencem à bobina eletromagnética do relé. Quando é aplicado uma diferença de potencial (tensão elétrica) nesses terminais, é gerado um campo magnético o

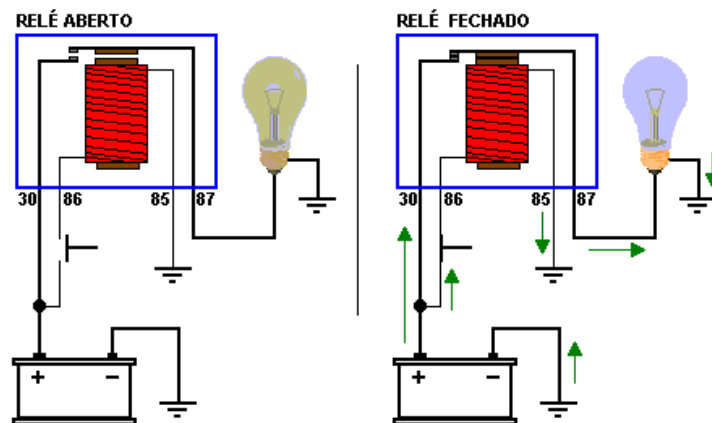
qual provoca o atracamento (fechamento) da chave do relé, que estão ligados nos terminais 87 e 30.



Quando não houver tensão nos terminais 85 e 86 o relé estará aberto, fazendo que a resistência nos terminais 30 e 87 esteja no infinito (circuito aberto).

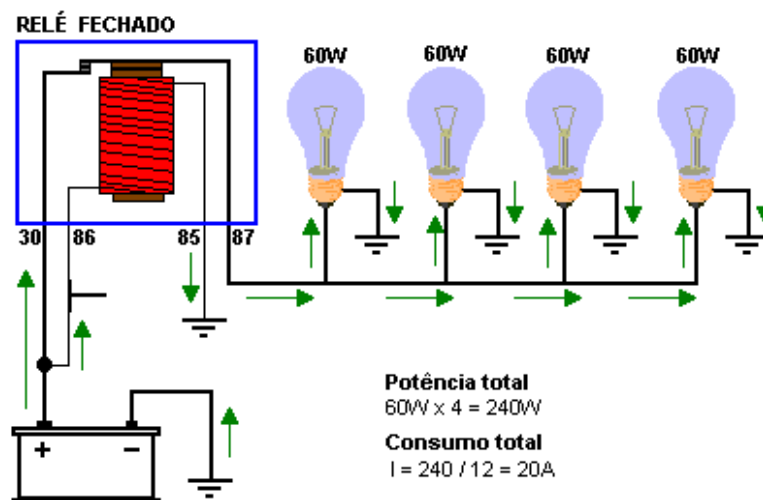
Quando houver tensão nos terminais 85 e 86 o relé estará com seus contatos fechados, deste modo, haverá continuidade entre os terminais 30 e 87.

Agora, veja uma aplicação prática dos relés:



Talvez você esteja pensando: "Não seria mais fácil utilizar um botão ou interruptor diretamente para acionar a lâmpada?". Claro que sim. Isso seria o mais lógico.

O problema está na intensidade da corrente que passa pelo interruptor. Veja o exemplo a seguir:



Veja agora o que acontece quando ligamos quatro lâmpadas de 60W em paralelo. A soma das potências chega a atingir 240W (60W x 4). Conseqüentemente, o consumo de corrente será elevado.

Sabendo-se que a intensidade da corrente é a potência total dividido pela tensão elétrica temos:

$$I = P / E$$
$$I = 240W / 12V$$
$$I = 20A$$

Observe que 20A é uma corrente muito elevada para se passar num interruptor. Para se ter uma idéia, faça uma comparação com um circuito residencial utilizando 4 lâmpadas de 100W ligados em paralelo, onde a tensão da rede seja de 220V.

$$I = P / E$$
$$I = 400W / 220V$$
$$I = 1,8A$$

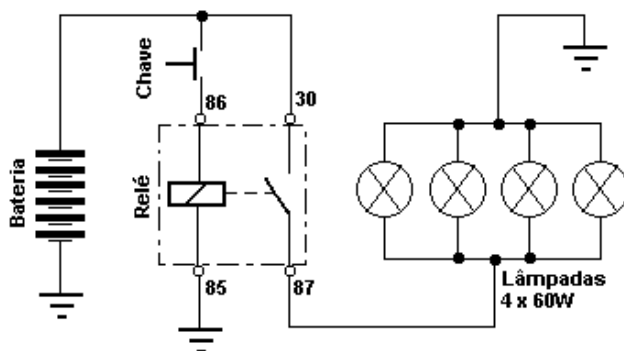
Será que deu para notar a diferença?

Com a utilização do relé, essa corrente de 20A não necessita passar pelo interruptor. A corrente que atravessará o interruptor será a consumida pela bobina do relé, que é de aproximadamente 0,5A.

Creio que agora vocês já sabem o porque do nome "relé auxiliar".

Relés auxiliares ou universais II

Abaixo segue o circuito elétrico que vimos em forma de diagrama elétrico.



Um relé universal é de custo baixo e você poderá encontrá-lo inclusive em desmanches. Sugerimos que você adquira pelo menos dois para fazer os circuitos elétricos que estamos passando. Nada como uma aplicação prática para melhorar nossa compreensão.

No próximo esquema, veja uma aplicação interessante utilizando dois relés auxiliares.

Material necessário:

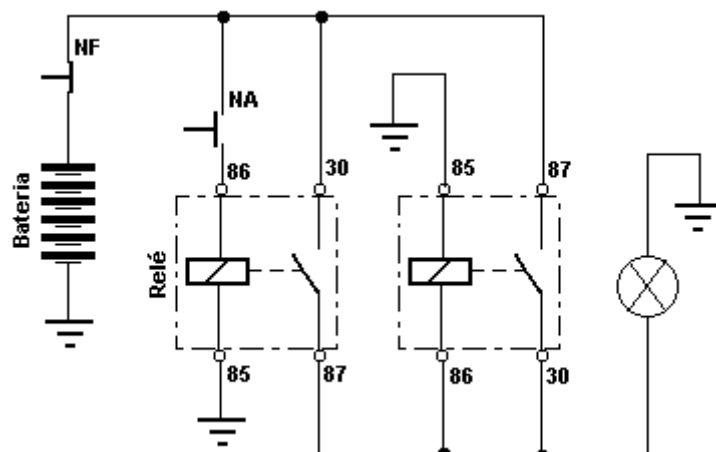
- 1 Bateria de 12V (qualquer capacidade);
- 1 Botão do pulsante do tipo NA (normal aberto);
- 1 Botão pulsante do tipo NF (normal fechado);
- 2 Relés auxiliares de 12V x 30A;
- 1 Lâmpada de 12V inferior a 15W;
- Fios de terminais de encaixe.

Observação- um botão do pulsante é aquele que só permanece acionado enquanto você mantê-lo pressionado. Existem dois tipos, o NA- normal aberto e o NF- normal fechado.

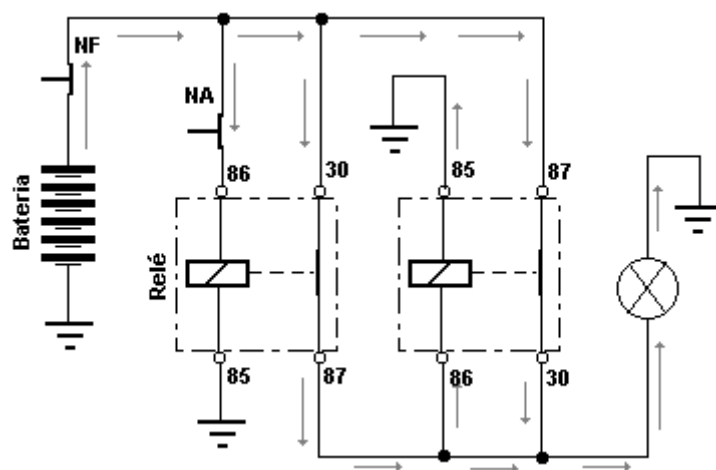
O tipo NA quando você o aciona ele fecha os contatos. O tipo NF faz justamente o contrário, ou seja, ao acioná-lo, ele abre o circuito.

Agora vamos ao circuito e analisar o seu funcionamento:

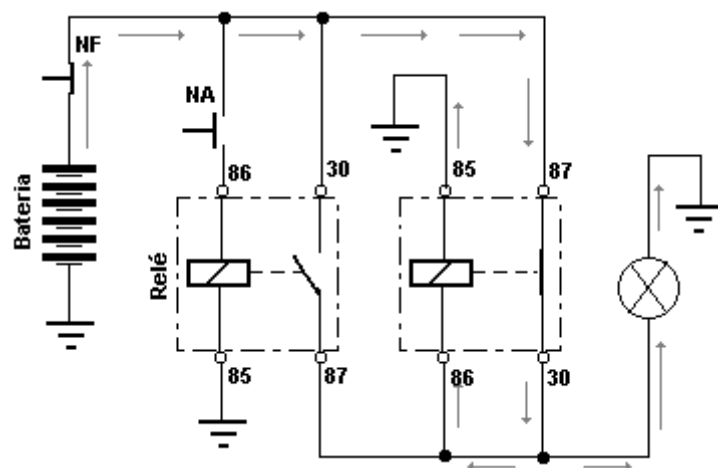
1- Em condições normais, os dois relés estarão desenergizados e a lâmpada estará apagada.



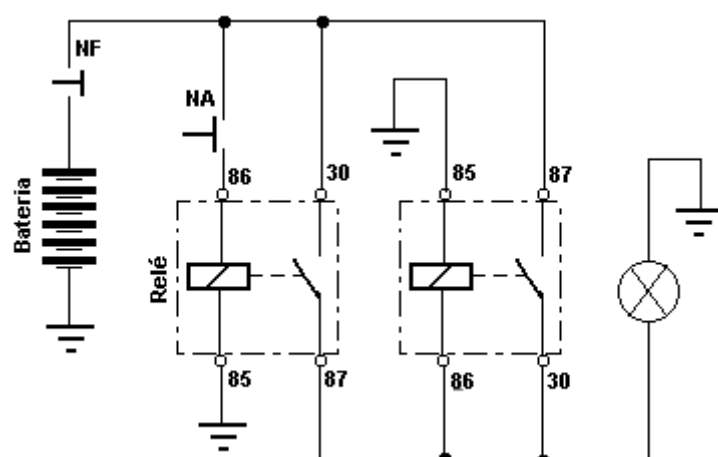
2- Ao acionar a chave do tipo NA, o primeiro relé irá fechar-se, conseqüentemente ele irá acionar a lâmpada. Note que a lâmpada fica ligado em paralelo com a bobina do segundo relé, ou seja, ao mesmo tempo que a lâmpada fica acesa, o segundo relé fica ativado.



3- Tirando-se a mão do botão NA ele irá abrir interrompendo o circuito no primeiro relé. Acontece, que o segundo relé permanecerá ativo, mantendo a lâmpada acesa.



4- A lâmpada só irá se apagar quando interrompermos todo o circuito. Para isso, basta dar um pulso no botão NF que tudo voltará ao início.



Se pressionarmos novamente o botão NA, e ciclo começará a repetir-se.

Nota- observe que o segundo relé foi colocado invertido do primeiro.

Motor de partida

Todos os motores de combustão interna necessitam de um agente externo para iniciar o seu movimento. Isso ocorre devido a inércia (tendência de se manter estático).

Para que o motor possa entrar em funcionamento, primeiramente é necessário que se vença essa inércia. Para isso, é utilizado um motor elétrico de grande potência para iniciar o seu movimento.

Nos primórdios dos automóveis, essa resistência (inércia) era vencida com o auxílio de uma manivela. Com a evolução, essa manivela passou a ser substituída por um motor elétrico, o qual denominamos motor de partida ou arranque.

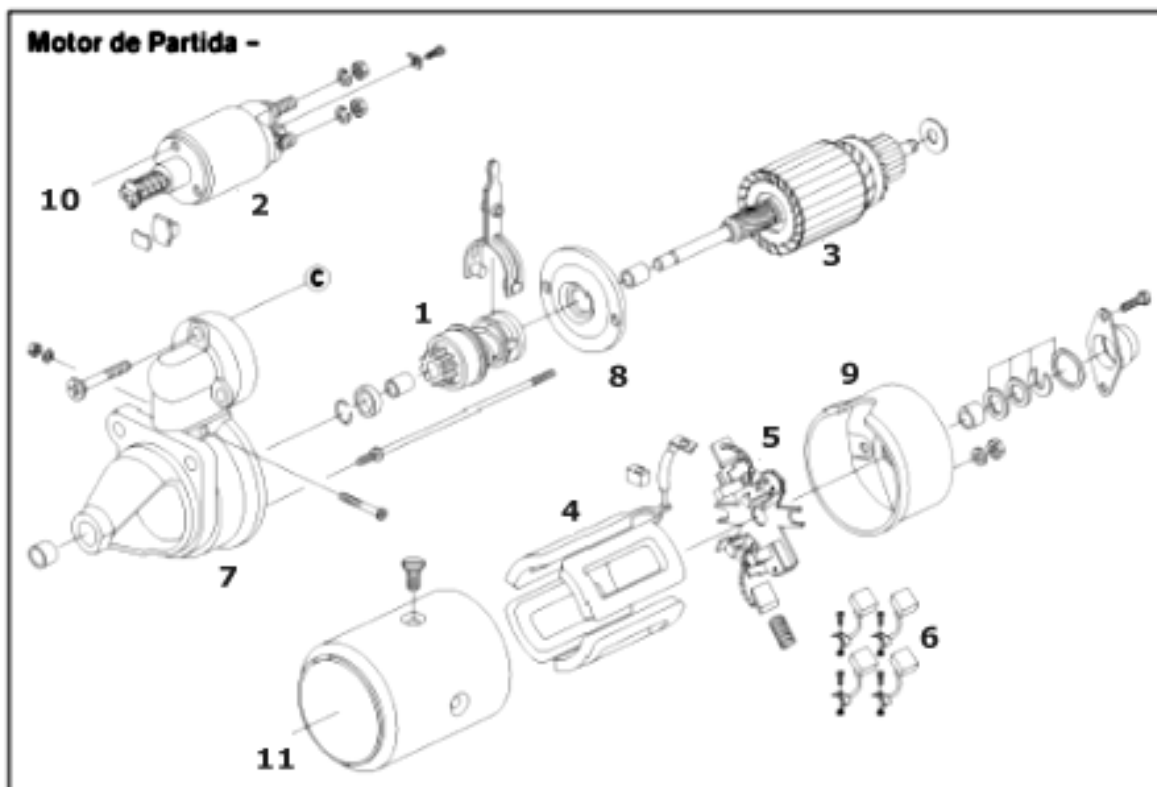


Nos veículos leves, o motor de partida possui um pinhão que engrena com o volante do motor. Este pinhão, possui em sua extremidade uma pequena engrenagem.

Na figura ao lado temos um exemplo de motor de partida.

O sistema de partida é composto por três componentes principais: a bateria, o comutador e o motor de partida.

A seguir, temos a figura de um motor de partida em vista explodida para que você possa conhecer suas peças internas.



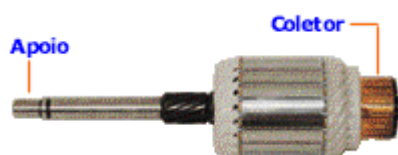
Componentes do motor de partida

1- Pinhão	7- Carcaça dianteira
2- Automático de partida	8- Mancal intermediário
3- Induzido	9- Carcaça traseira
4- Bobina de campo	10- Êmbolo do automático
5- Suporte de escovas	11- Carcaça central
6- Escovas	

Princípio de funcionamento

A parte móvel do motor de partida é chamado de induzido. Esse dispositivo possui um certo número de espiras de cobre, de seção grossa. Essas espiras estão ligadas às lâminas do coletor que recebe a corrente elétrica normalmente por quatro escovas (duas positivas e duas negativas).

O induzido quando acionado, faz com que o pinhão acione o volante do motor.

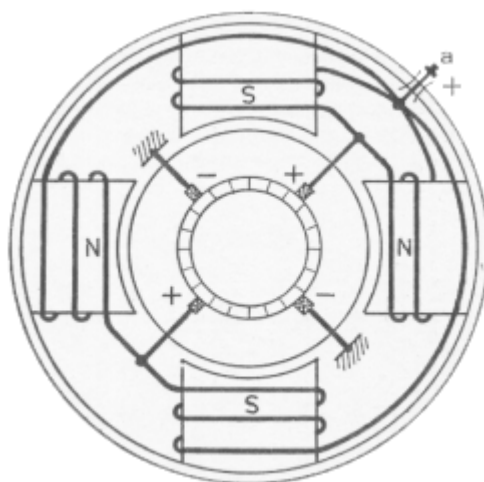


As extremidades do motor de partida são fechadas pelas carcaças dianteira e traseira. Essas carcaças também servem como mancais de apoio do induzido. Para se evitar o atrito direto do eixo com a carcaça, normalmente é utilizado uma bucha de latão como material de atrito.



Em alguns motores de partida o induzido pode ser apoiado em rolamentos, o que diminui o seu atrito.

A carcaça central aloja a bobina de campo e as sapatas polares. Num motor de partida para veículos leves você irá encontrar quatro sapatas, sendo dois identificados como "norte" e duas identificados como "sul".



Observe na figura acima que há quatro escovas em contato direto com o coletor, sendo duas positivas e duas negativas. Essas escovas são apoiadas no coletor por meio de um suporte, o qual denominamos "suporte de escovas".

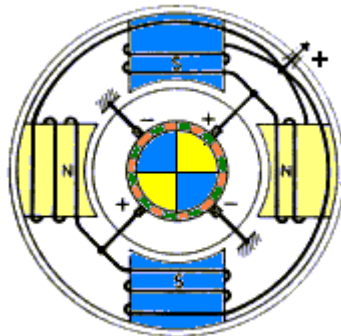


A rotação do induzido é provocado pelos fenômenos de atração ou de repulsão magnética que se manifestam quando os ímãs são colocados perto uns dos outros. Os pólos diferentes se atraem e os iguais se repelem. Quando é aplicado uma corrente no ponto "A", é gerado um forte campo magnético ao redor do induzido, provocando o seu movimento rotativo.

Percorrendo os enrolamentos da bobina de campo do motor de partida, a corrente da bateria cria aí ímãs fixos muito potentes, cuja polaridade é alternada: norte, sul, norte, sul, etc., havendo sempre um número par de pólos.

Motor de partida II

Circulando pelas espiras do induzido, a corrente produz no mesmo uma polarização; mas os pólos do induzido são defasados em relação ao pólos às sapatas polares. Segue-se uma atração entre os pólos diferentes e uma repulsão entre os pólos similares desses dois elementos.



Quando é aplicada uma corrente no terminal positivo, os enrolamentos da bobina de campo magnetizam as sapatas (azul- sul e amarelo- norte). Observe que a mesma bobina aplica uma corrente no induzido por meio das escovas. Com isso, o induzido também será magnetizado. A região onde é aplicado o positivo sempre será o norte do induzido e a região onde é aplicado o negativo será o sul.

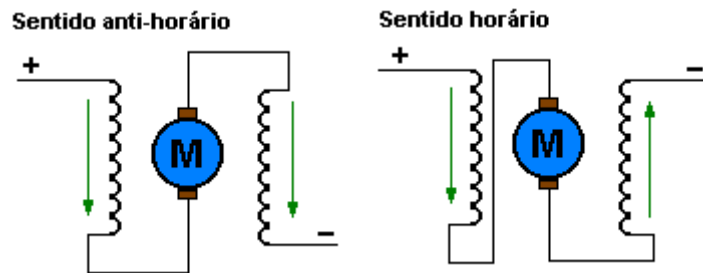
Com essa terminologia, a parte em amarelo do induzido sempre será atraída pela parte azul da sapata polar. Isso fará com que o induzido gire, uma vez que as sapatas são fixas na carcaça.

Para facilitar sua compreensão, imagine você amarrando uma vara nas costas de um cachorro e na ponta dessa vara você irá colocar um pedaço de carne. Logicamente o cachorro sairá correndo atrás da carne, mas nunca irá alcançá-la. O mesmo irá ocorrer com o induzido do motor de partida.

Os motores de partida dos automóveis possuem a bobina de campo ligada em série com o induzido. A totalidade da corrente utilizada passa inicialmente por um e depois pelo outro circuito. Essa disposição "em série" dá aos motores elétricos um torque de força muito grande no momento do seu acionamento.

A potência do motor de partida depende diretamente da quantidade de corrente que nele circula. Conforme as dimensões e as tensões utilizadas, a corrente necessária vai de 100 a 200A. No início da partida, esse consumo pode chegar até 400A, devido a grande resistência encontrada.

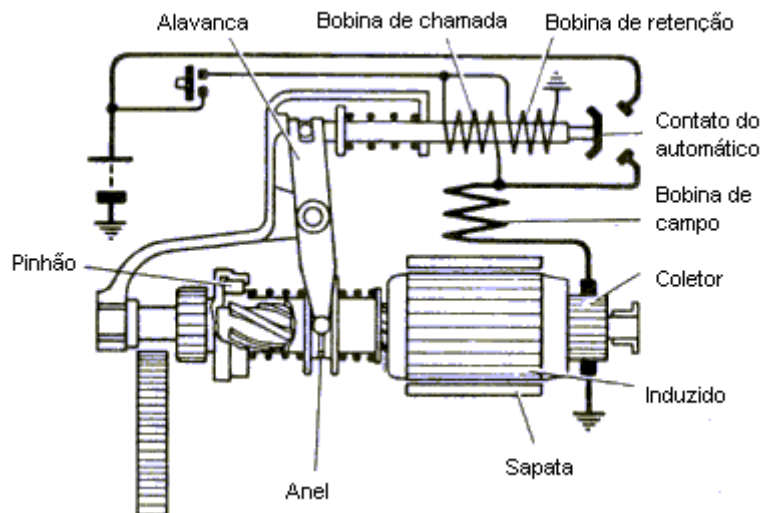
O sentido de rotação é dado pela construção e pela polarização dos indutores (bobina de campo e sapatas polares). A inversão do sentido da corrente da bateria não altera o sentido de rotação. Para modificar este motor, basta simplesmente inverter o sentido da corrente na bobina de campo ou no induzido. Assim, obtém-se somente a inversão de uma parte dos pólos e as atrações efetuam-se no sentido inverso ao de antes.



Observe na construção acima que a rotação do induzido só pode ser invertido com a mudança na ligação do circuito. A seta indica o sentido convencional da corrente elétrica (do positivo para o negativo). Agora siga a seguinte regra: setas no mesmo sentido (rotação anti-horária) e setas em sentidos opostos (rotação horária).

Motor de partida III

Agora que já vimos o princípio de funcionamento do motor de partida, iremos agora estudar como ocorre o acoplamento da engrenagem do pinhão no volante do motor e o acionamento do motor de partida.



O automático de partida é o responsável pelo acionamento do motor e o avanço do pinhão.

Ao se acionar o comutador de partida, a bobina de chamada e a de retenção são energizadas (essas bobinas pertencem ao automático), formando um campo magnético que fará com que o êmbolo se movimente para trás. Quando esse êmbolo se desloca, o mesmo provoca o fechamento do contato energizando a bobina de campo e o induzido e ao mesmo tempo, aciona a alavanca que fará com que o pinhão avance acoplando sua engrenagem no volante do motor.

Quando o motor entrar em funcionamento, o comutador de partida é solto, desenergizando as bobinas de chamada e retenção. Isso fará com que o êmbolo volte a frente, abrindo o contato e desligando o motor de partida. Simultaneamente faz com que a engrenagem do pinhão se desacople do volante do motor.



Na figura ao lado temos um automático de partida, também chamado de relé de partida, uma vez que o mesmo atua como um. Neste dispositivo, os dois terminais maiores (com porcas) são entrada e saída de corrente. Os dois menores são respectivamente, acionamento das bobinas (linha 50) e circuito de ignição (linha 15).

Observação- O motor de partida já se encontra aterrado, uma vez que o mesmo é preso na carcaça do motor ou da caixa de câmbio que estão ligadas à estrutura do veículo. Como o automático é preso no motor de partida, significa que o mesmo também já é aterrado.

O automático é oco por dentro, onde desloca um êmbolo (pistão). Quando a linha 50 é energizada, existem duas bobinas no seu interior que serão energizadas, provocando o deslocamento deste êmbolo que fará o fechamento dos contatos maiores.

Motor de partida- manutenção

Iremos descrever a partir de agora, como efetuar a manutenção num motor de partida. O modelo que escolhemos é um Bosch, utilizado na linha Volkswagen Santana, Gol, Voyage e Parati. Estes motores ainda são do modelo antigo, com bobina de campo, que é mais complexo que os atuais, com ímã permanente.

Será apresentado a forma correta de se efetuar o serviço, com as devidas ferramentas. Caso você não possua, poderá fazer adaptações ou encontrar outros métodos para realizar o serviço.

Motor de partida- examinar (instalado no veículo)

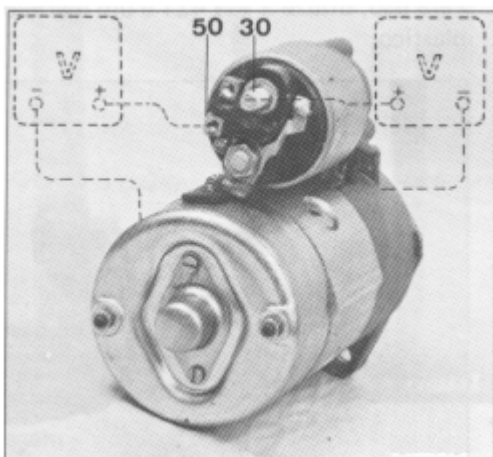
Quando você notar alguma irregularidade no desempenho do motor de partida, verifique primeiramente o estado de carga da bateria, conforme você já aprendeu nas aulas anteriores.

Se a mesma estiver em ordem, verifique:

- a- Instalação elétrica e comutador de partida;
- b- Automático de partida;
- c- Motor de partida.

a- Instalação elétrica e comutador de partida

A instalação elétrica estará perfeita quando, acionando-se o comutador de ignição e partida, houver tensão nos bornes 30 e 50 do automático de partida.



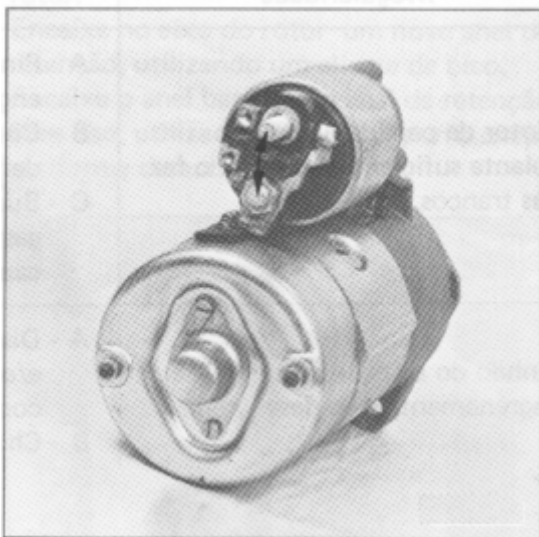
Instale o multímetro, escala em volts conforme mostra a figura ao lado, como o motor de partida instalado e com os cabos ligados. Com o comutador desligado, deverá haver tensão entre o borne 30 e terra. Com o comutador ligado na posição partida, deverá haver tensão também entre o borne 50 e terra. Entre o borne 30 e terra deverá continuar a ter tensão.

A tensão indicada no multímetro deverá ser próximo ao da bateria. Caso o valor esteja muito baixo, verificar o chicote elétrico quanto à mal contato. Se na posição partida do comutador não houver tensão entre os bornes 50 e terra, verifique se não há interrupção no fio. Para isso, desconecte o fio da linha 50 do motor de partida e do comutador. Meça a continuidade desse fio com um multímetro, escala em ohms, entre as suas extremidades. O valor encontrado deverá ser próximo de 0 ohm. Caso o valor seja infinito ou com uma resistência muito alta, substitua o fio.

Se o fio da linha 50 estiver em ordem, o possível defeito está no comutador de partida. Nas aulas anteriores você aprendeu como testá-lo.

b- Automático de partida

Estando em ordem a instalação elétrica e o comutador de partida, verifique o automático de partida, que é uma chave magnética. Para isso, feche o circuito entre o borne 30 e saída do automático para o motor de partida (os dois bornes maiores) conforme mostra a figura a seguir.



Nota: O fechamento dos contatos deve ser feito com um cabo, uma vez que a corrente consumida pode ultrapassar os 100 ampères. Tome muito cuidado com esse tipo de teste, principalmente se você estiver deitado sob o veículo. Se o mesmo estiver engatado e o motor de partida disparar, o mesmo poderá movimentá-lo.

Se, ao fechar os contatos o motor de partida girar, retire-o e substitua o automático de partida, pois, é o provável defeito.

Se o motor de partida não acionar com o teste mencionado, retire o motor de partida e faça uma inspeção completa no mesmo. O defeito estará na parte interna do motor, podendo ser: suporte de escovas ou escovas, buchas do motor de partida, induzido ou bobina de campo.

Um outro defeito muito comum nos motores de partida, é quando você vai ligar o motor e, ao invés de se ouvir o ruído característico de partida, ouve-se apenas um zumbido. Neste caso, o provável defeito está no pinhão que deverá ser substituído.

- Diagnóstico de defeitos		
Irregularidade	Causa provável	Correção
Motor de partida não gira o volante o suficiente ou o faz aos trancos	Pinhão do dispositivo de engrenamento com defeito	Substitua-o
	Coroa dentada do volante defeituosa	Substitua o volante
	Bucha da tampa de proteção gasta (o rotor encosta nos campos)	Substitua-a
Pinhão do dispositivo de engrenamento não desengrena.	Dispositivo de engrenamento e/ou rosca do eixo do induzido com defeito	Substitua os elementos defeituosos
	Automático de partida com defeito	Substitua o automático
	Comutador de partida em curto ou miolo de chave com folga excessiva	Substitua os elementos defeituosos.

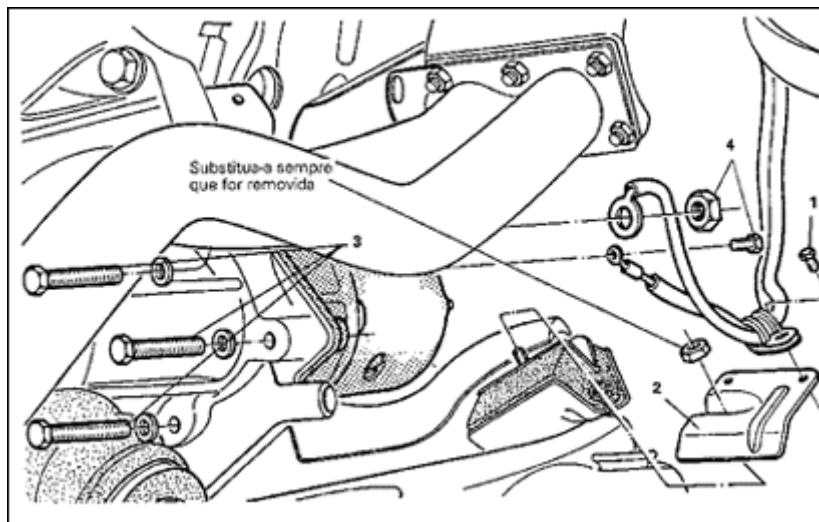
Motor de partida- remover e instalar

Antes de remover o motor de partida, é necessário desligar um dos cabos da bateria para evitar fechamento de curtos. Lembrando que o motor de partida na ilustração pertence a linha Volkswagen.

:: Remoção

- 1- Desconecte o cabo massa da bateria;
- 2- Desconecte os cabos do motor de partida;
- 3- Remova os parafusos de fixação do motor de partida;
- 4- Remova o motor de partida.

A figura abaixo mostra a seqüência correta da remoção.



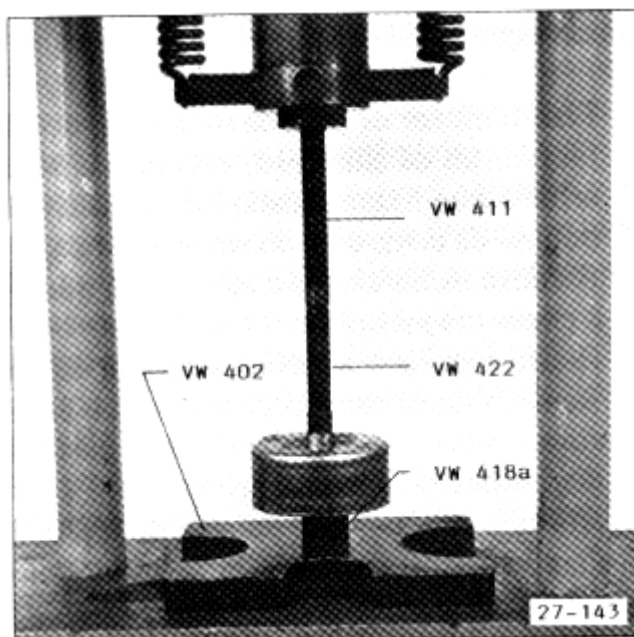
:: Instalação

Antes de iniciar a instalação, verifique o estado da bucha do motor de partida, instalada na carcaça da caixa de mudanças (câmbio). Se estiver gasta ou danificada deverá ser substituída.

Para instalar o motor de partida, basta proceder da forma inversa à remoção.

:: Desmontagem

- 1- Fixe o motor de partida na morsa, utilizando mordentes de alumínio ou cobre e remova a porca e a arruela que fixam o cabo da bobina de campo na chave magnética;
- 2- Remova os parafusos de fixação da chave magnética (automático de partida), o parafuso de articulação do garfo do pinhão e remova a chave magnética;
- 3- Remova do mancal intermediário o êmbolo com a mola, desencaixando-o do garfo do dispositivo de engrenamento;
- 4- Afasta-se o anel batente do anel de retenção. Para isso utilize um tubo e um martelo de plástico (pode ser utilizando um pino de pistão para veículos de passeio);
- 5- Com um alicate de bico, remova o anel trava do eixo;
- 6- Remova os parafusos que fixam a capa da trava do eixo do induzido. Retire a capa e o anel de vedação;
- 7- Remova as arruelas espaçadoras;
- 8- Remova as porcas e as arruelas que fixam a tampa de proteção;
- 9- Remova do mancal intermediário a carcaça em conjunto com o suporte de escovas;
- 10- Remova do mancal intermediário o induzido, desencaixando-o do pinhão do dispositivo de engrenamento;
- 11- Desencaixe e remova do mancal intermediário a borracha de vedação;
- 12- Remova a porca e a arruela do parafuso que fixa o garfo do dispositivo de engrenamento;
- 13- Retire o parafuso e remova o garfo, desencaixando-o do pinhão do dispositivo de engrenamento;
- 14- Remova do mancal intermediário o pinhão do dispositivo de engrenamento;
- 15- Remova manualmente a tampa da carcaça;
- 16- Remova a bucha da tampa de proteção, com as ferramentas VW 411, 422, 418a e 402 (estas ferramentas podem ser substituídas por outras equivalentes). A prensa é necessário.



:: Testes

Com o motor de partida totalmente desmontado, lave todas as peças exceto o pinhão e execute os seguintes testes:

1- A bobina de campo possui três pontos, duas são ligadas às escovas positivas e uma ligada à chave do automático de partida. Meça a continuidade entre esses três pontos. A resistência encontrada deve ser próxima de 0 ohm. Caso a resistência encontrada estiver muito alta ou no infinito, substitua a bobina.

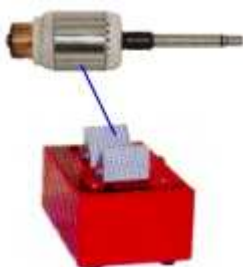
2- Teste o isolamento do suporte de escovas. O ponto massa deverá estar totalmente isolado do suporte das duas escovas positivas.

3- O induzido deve ser testado com um aparelho chamado indutor (cigarra) para verificar se há possíveis curto-circuito no mesmo.

Motor de partida- testar componentes

:: Induzido

Para testar o induzido, proceda da seguinte forma:



Ligue o indutor na tomada, 110 ou 220V de acordo com a tensão de alimentação do aparelho;

Coloque o induzido no indutor (na parte em V) conforme mostra a figura ao lado.

Ligue o aparelho. Você irá perceber um forte campo magnético produzido pelo aparelho.

Coloque uma lâmina de aço (pode ser uma lâmina de serra) sobre o induzido, de forma longitudinal ao eixo. Se a lâmina começar a vibrar, substitua o eixo, pois o mesmo está em curto.

Você deverá testar toda a periferia do induzido. Para isso, gire no induzido no indutor e coloque a lâmina em toda a volta do mesmo. Se em algum ponto a lâmina vibrar, você deverá substituir o induzido.

Suporte de escovas

O suporte de escovas ou porta escovas, deverá ser visto apenas a continuidade ou isolamento das mesmas e o estado físico das escovas.



Colocando uma das pontas de prova do multímetro (escala em ohms) num dos pontos positivos do suporte e a outra ponta em qualquer outro local do suporte, o valor encontrado deverá estar no infinito (isolado). Se houver uma resistência muito baixa, o suporte está em curto.

Entre os pontos negativos a resistência deverá estar muito próximo de zero ohm. Caso seja apresentado uma resistência alta ou o valor estiver no infinito, substitua o suporte.

Observe que os quatro pontos onde se alojam as escovas são fixadas no suporte. Verifique manualmente se as mesmas se encontram bem firmes no suporte.

Os pontos positivos sempre serão aqueles que estão isolados do suporte de escovas, por meio de uma pequena placa isolante.

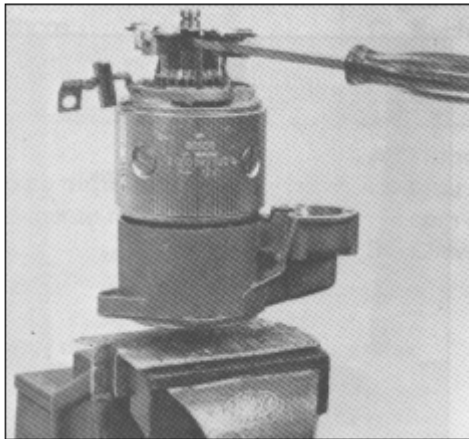
Verifique as escovas quanto ao desgaste. Escovas muito gastas podem provocar mal contato no coletor do induzido, produzindo falhas no funcionamento do motor de partida.

As escovas negativas deverão ser soldadas no próprio suporte. Já as positivas são soldadas na bobina de campo. Prefira comprar suportes onde as escovas negativas já vem soldadas no mesmo.

Para soldar os rabichos das escovas o ferro de solda deverá estar bem aquecido para evitar soldas "frias" que se desprendem com muita facilidade e criam pontos de resistência elétrica no circuito. Aconselhamos não utilizar o ferro de solda utilizado em eletrônica, pois, a sua potência é relativamente baixa (média de 30W).

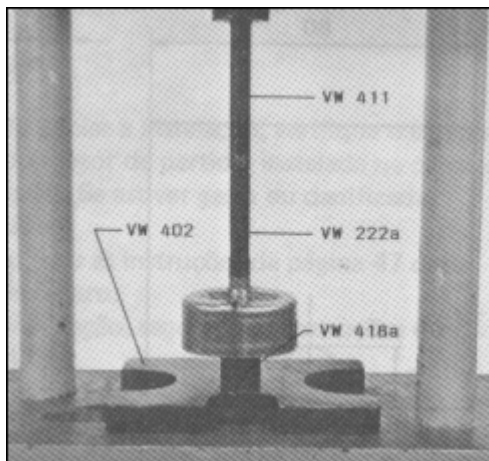
Após verificar todos os componentes e substituir os defeituosos, monte novamente a bobina de campo e as sapatas polares na carcaça central do motor de partida.

Instale o induzido na carcaça e monta o suporte de escovas conforme mostra a figura abaixo.



Fixe o motor de partida numa morsa, pelo eixo do induzido. Utilize mordentes de alumínio para não danificá-lo. Com uma chave de fenda, encaixe as escovas, uma a uma, sobre o coletor do induzido. Execute essa operação cuidadosamente, a fim de evitar danos nas escovas ou no coletor do induzido.

Antes de instalar a tampa traseira, verifique o estado da bucha. Caso seja necessário, substitua-a.



Para substituir a bucha da tampa traseira, será necessário uma prensa e as ferramentas mostradas na figura ao lado.

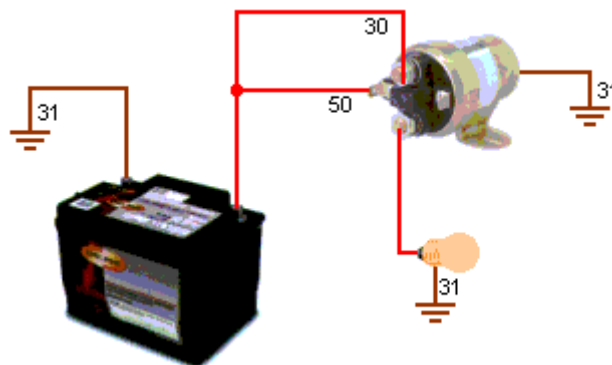
Você poderá adaptar outras ferramentas caso não tenha as específicas para substituir a bucha.

Ao prensar a bucha, a mesma deverá estar faceada com a tampa de proteção.

Após a instalação da nova bucha, monte a tampa traseira tomando o cuidado com a borracha de vedação.

Monte os demais componentes do motor de partida, como arruelas espaçadoras, trava, etc.

Antes de instalar o automático de partida, verifique se o mesmo esteja funcionando corretamente.

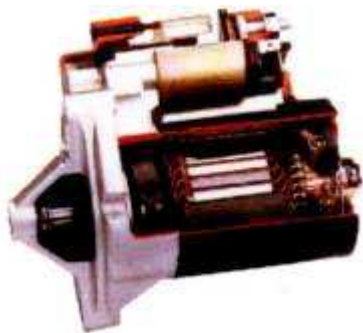


Faça a ligação conforme mostra a figura acima. O automático deverá estar com o êmbolo posicionado no automático, sem a mola para facilitar o teste. Feito a ligação, o êmbolo deverá

ser atraído para dentro, fechando os contatos do automático e a lâmpada deverá acender. Caso isso não ocorra, substitua o automático de partida.

Motor de partida- ímã permanente

Os motores de partida atuais para veículos leves já não utilizam o sistema de bobina de campo e sapatas polares.

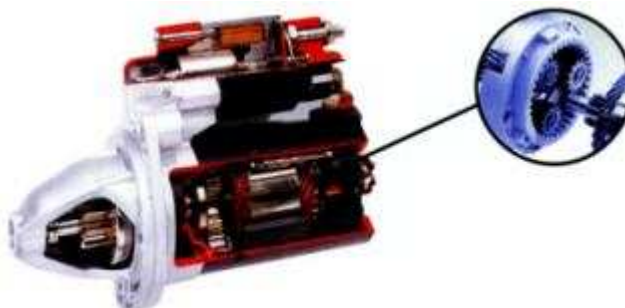


Sua vantagem em relação aos motores com bobina de campo são: baixo peso, ocupa menos espaço, partidas mais seguras o que aumenta sua confiabilidade e baixo consumo de corrente durante a partida.

O consumo médio desse tipo de motor fica em torno de 80A contra 150A dos motores com bobina de campo.

Os motores de partida com ímãs permanentes atingem uma rotação mais elevada do que o seu antecessor, o que garante partidas mais fáceis. Por outro lado há uma perda, sua potência elétrica é bem inferior.

Para compensar esse inconveniente, alguns motores de partida são dotados de um sistema de redução, denominados motores de partida com acionamento por transmissão planetária.



Os motores de partida com ímãs permanentes para veículos leves possuem uma potência média de 0,9Kw contra 1,0 a 2,0Kw daqueles que utilizam o sistema de redução.

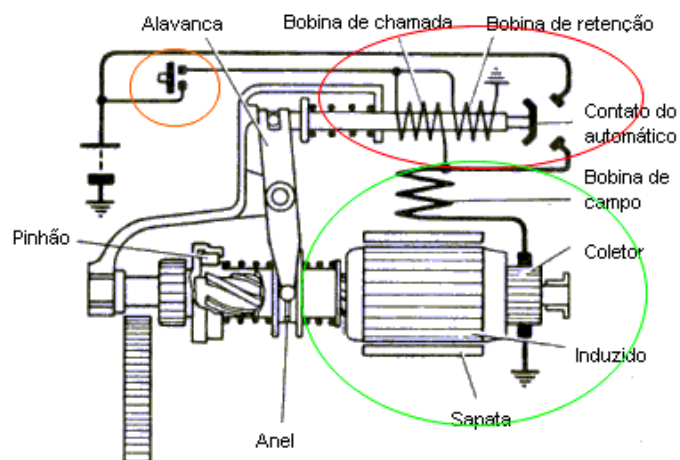


O sistema com redução consiste numa pequena engrenagem fixa na ponta do induzido. Essa engrenagem aciona um conjunto de três engrenagens intermediárias (veja ilustração acima) que por sua vez, aciona a engrenagem externa que está acoplada ao pinhão (ver figura ao lado). A média de redução fica em torno de 1 : 6 (um para seis), ou seja, para cada volta do pinhão são necessários seis do induzido.

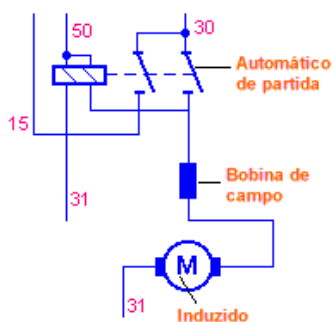
Outra vantagem dos motores com ímãs permanente está na sua manutenção, muito mais simples, uma vez que a corrente de acionamento vai direto para as escovas positivas, sem necessidade de alimentar a bobina para formar o campo magnético, uma vez que o mesmo já existe, devido aos ímãs. Isso evita termos que soldar as escovas positivas na bobina, o que facilita em muito a sua manutenção.

Motor de partida- circuito elétrico

Iremos apresentar o circuito elétrico completo do motor de partida. Para tanto, é necessário que se saiba interpretar a sua simbologia.

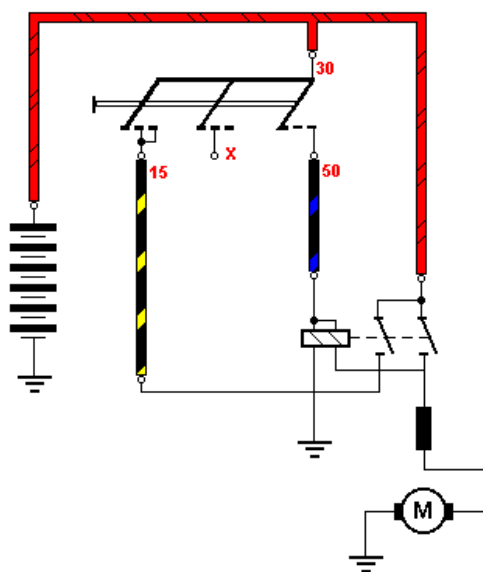


Acima temos o esquema de ligação interna do motor de partida (com bobina de campo). A seguir será mostrado o seu símbolo.



Veja a comparação entre o esquema mostrado acima e a sua simbologia. A parte destacada em laranja corresponde ao comutador de partida, que não aparece na simbologia. A parte em vermelho corresponde ao automático de partida e a parte em verde ao conjunto bobina de campo, sapatas polares e induzido. Os números correspondem as suas respectivas linhas: 15- positivo via comutador, 30- positivo direto, 50- linha de partida e 31- terra.

Segue abaixo o esquema completo:



Ao acionarmos o comutador de partida na última posição, a bobina do automático de partida será energizada, fechando os contatos e acionando o motor elétrico.

Caso não se lembre do funcionamento do comutador de partida, recomendamos que retorne para essa lição.

A seguir, daremos uma lista de defeitos mais comuns que ocorrem no sistema de partida.

Defeitos	Causas
O motor de partida não giram e as luzes do painel de instrumentos não acendem.	<ul style="list-style-type: none">- Bateria totalmente descarregada- Circuito interrompido a partir da bateria- Falta de aterramento
O motor de partida não gira e as luzes do painel de instrumentos se apagam ao aciona-lo.	<ul style="list-style-type: none">- Bateria descarregada- Oxidação excessiva nos bornes da bateria- Cabos da bateria soltos
O motor de partida não gira e as luzes do painel de instrumentos permanecem com luminosidade total mesmo quando acionado o motor	<ul style="list-style-type: none">- Comutador de partida com defeito- Circuito interrompido- Automático de partida defeituoso- Circuito da bobina de campo aberto- Mal contato das escovas ou desgaste acentuado das mesmas- induzido defeituoso- Suporte de escovas defeituoso- Cabo terra entre o chassi e o motor com mal contato- Buchas excessivamente gastas
O motor de partida gira, mas em baixa velocidade	<ul style="list-style-type: none">- Bateria descarregada- Mal contato em uma das escovas- Induzido ou bobina de campo defeituoso- Motor com ponto de ignição adiantado- Buchas gastas
O motor de partida é acionado (o inuzido gira em alta rotação) mas o motor do automóvel não gira	<ul style="list-style-type: none">- Pinhão do motor de partida com defeito.

Analizando o sistema de partida

Após montar um motor de partida e instalar no automóvel, é de extrema importância fazer uma análise no sistema, para averiguar se tudo está correto. Não há nada pior que entregar o veículo a um cliente e, depois de alguns dias ele voltar com problemas de partida.

Para se efetuar a análise, é necessário medir a queda de tensão da bateria durante a partida e o consumo de corrente elétrica. Isso se faz um com aparelho chamado analisador de partida.



Os analisadores de partida também servem para se analisar o sistema de carga, nosso próximo assunto e a bateria.

Instala-se os cabos do voltímetro nos pólos da bateria (vermelho no positivo e preto no negativo). Instala-se também a pinça amperimétrica (garra do amperímetro) no cabo positivo ou negativo da bateria. A seta existente nesta pinça normalmente indica o sentido real da corrente elétrica, ou seja, do pólo negativo para o positivo. Assim, se você instalar no cabo positivo, a seta deverá ser voltado para o pólo da bateria.

Após instalado o aparelho, dê partida e verifique a queda de tensão da bateria, que não poderá ser inferior a 9,6V. Se o valor encontrado for menor, verifique a bateria. O consumo de corrente deverá ser o especificado pelo fabricante do motor de partida.

Exemplo: **Corsa 1.6 MPFI Gasolina**

Queda de tensão: máximo 9,6 Volts

Pico de corrente de partida: máximo 120A

Consumo (estabilizado): 80 a 100A

Alternador

Iremos descrever diretamente o alternador, sem passar por um outro dispositivo gerador, que é o dínamo. Isso se deve ao fato, que todos os veículos atualmente só utilizem o alternador, que trás inúmeras vantagens em relação ao dínamo.

Na figura abaixo é apresentado alguns tipos de alternadores.



Finalidade:

O alternador é acionado pelo próprio motor. Isso significa, que trata-se de um transformador de energia mecânica em energia elétrica. A sua finalidade é de - estando o motor em funcionamento - alimentar de energia elétrica todos os consumidores a ele conectados e carregar a bateria.

Para isso, o sistema requer uma corrente contínua. De início o alternador produz corrente alternada que é imediatamente transformada em corrente contínua. Visto o alternador fornecer dessa maneira realmente corrente contínua, poderíamos muito bem chamá-lo de dínamo. O termo "alternador" serve para distingui-lo do dínamo com coletor, já que sua estrutura interna é diferente.

Por que alternadores?

O trânsito cada vez mais intenso, principalmente nos grandes centros urbanos, provoca o aumento de paradas. Em outras palavras, o motor funciona frequentemente em baixas rotações, quando um dínamo comum na maioria das vezes ainda não fornece energia elétrica. Resultam, além disso, maiores demandas de energia em consequência da instalação de consumidores elétricos adicionais (por exemplo, faróis de halogêneo, faróis de neblina, equipamentos de ar condicionado e som pesado).

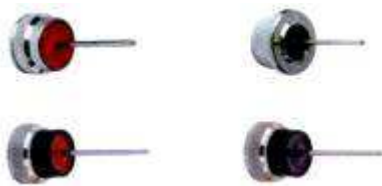


A figura acima mostra alguns exemplos de lâmpadas halogêneas, que possuem potências entre 50W a 100W.

Com uma grande demanda de corrente, em função dos consumidores, é necessário que o gerador forneça corrente elétrica mesmo o motor estando em baixas rotações, de modo que a bateria receba suficiente carga. Isso importa em uma ampliação considerável do âmbito de rotações, dentro do qual o gerador tenha que fornecer corrente elétrica. Atinge-se então os limites das possibilidades de aplicação dos dínamos convencionais (com coletor), pois quanto maior o âmbito de rotações, mais difícil se tornará o controle da conversão da corrente alternada produzida pelo dínamo para corrente contínua, necessária para carregar a bateria.

A solução do problema da obtenção de corrente contínua sem a utilização de coletor foi dada pelos diodos semicondutores, os quais - em virtude de suas reduzidas dimensões - podem ser facilmente instaladas no gerador. Eles permitem a retificação da corrente alternada, de modo

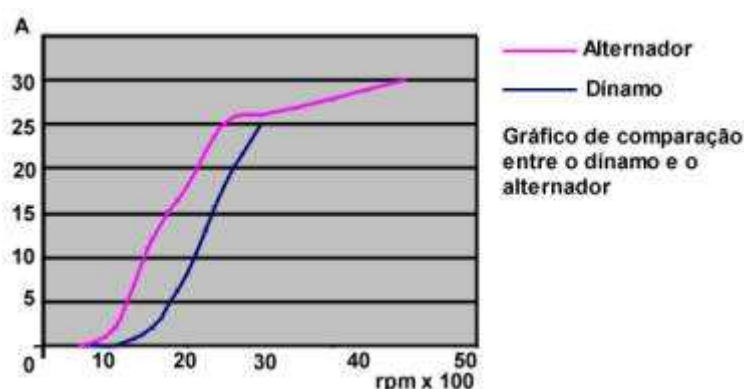
que o alternador possa fornecer corrente contínua. Vem daí a denominação "gerador de corrente contínua sem coletor", que caracteriza muito bem o alternador.



Na figura ao lado temos os diodos retificadores, encarregados de transformar a corrente alternada produzida pelo alternador em corrente contínua para o sistema elétrico.

Em consequência do âmbito de rotações amplificado, o alternador já pode fornecer corrente elétrica ainda em marcha lenta.

O gráfico abaixo mostra a comparação entre as linhas características da corrente fornecida por um dínamo e por um alternador de potência máxima aproximadamente igual.



Verifica-se que o alternador já começa a fornecer energia elétrica com uma rotação essencialmente mais baixa. Em outras palavras a bateria já recebe carga estando o motor em baixa rotação. As curvas mostram que o alternador acionado com rotações variáveis não pode fornecer uma potência uniforme.

Vantagens do alternador:

- >> fornecimento de potência já no regime de marcha lenta do motor;
- >> elevada rotação máxima;
- >> manutenção mínima;
- >> pouco desgaste, por isso longa duração;
- >> grande segurança de funcionamento;
- >> pouco peso em relação à potência;
- >> não há necessidade de disjuntor no regulador de tensão;
- >> parte elétrica independente do sentido de rotação; *
- >> possibilidade de emprego de baterias de menor capacidade.**

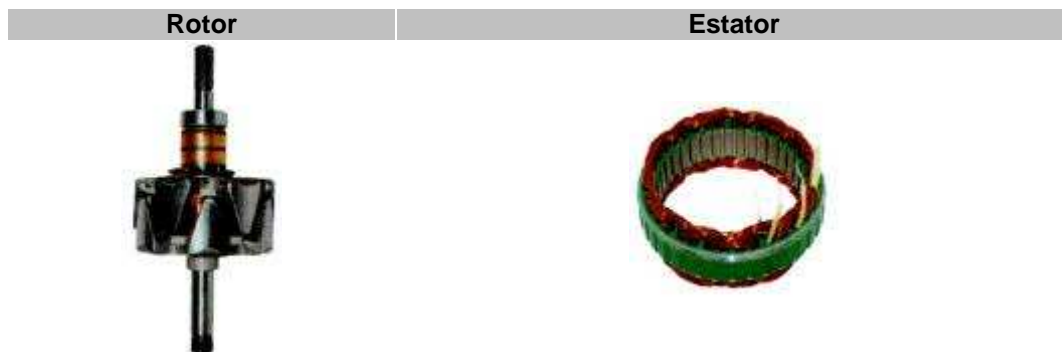
* o sentido de rotação depende do tipo de ventilador empregado para sua refrigeração;

** com cargas mais rápidas, a bateria pode ser de menor capacidade.

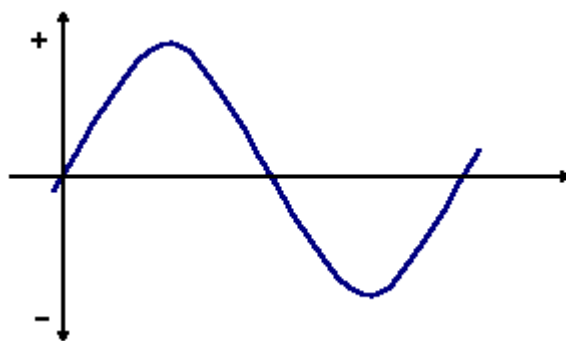
Alternador - princípio eletrodinâmico

O princípio eletrodinâmico baseia-se no seguinte: Em um condutor elétrico que "corta" as linhas de força de um campo magnético, é induzida uma tensão elétrica (força eletromotriz - FEM), sendo indiferente que o campo magnético fique estacionário e o condutor elétrico em movimento ou, vice-versa, o condutor estacionário e o campo magnético móvel.

No alternador, o condutor elétrico (representado pelo enrolamento do estator) é estacionário e o campo magnético efetua o movimento de rotação. Daí o nome de rotor. Como os pólos do campo magnético modificam constantemente sua posição em virtude da rotação, forma-se no condutor uma tensão com valores e direção que se alternam, ou seja, uma tensão alternada.



O rotor gira no interior do estator, produzindo uma variação no fluxo magnético. Esta variação, faz com que a tensão produzida tenha sentidos alternados, ora positivo, ora negativo.



A figura ao lado mostra a corrente alternada produzida durante a rotação do rotor no interior do estator.

Esta corrente deve ser retificada para atender as necessidades do sistema elétrico do automóvel.

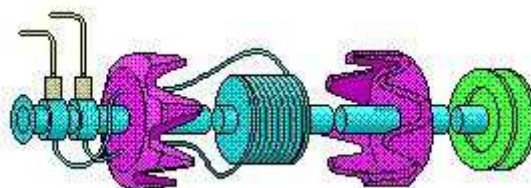
A força eletromotriz induzida será tanto maior, quanto mais forte for o campo magnético (quanto mais concentradas forem as linhas de força) e quanto mais alta for a velocidade, com a qual as linhas de força forem "cortadas".

Os alternadores possuem eletroímãs para a produção do campo magnético. O campo eletromagnético atua somente enquanto houver passagem de corrente através da bobina de campo (enrolamento de excitação).

A fim de multiplicar o efeito de indução, não se expõe ao campo magnético apenas um condutor, mas um grande número deles, nos quais constituem o enrolamento do estator.

Enrolamento de excitação

O enrolamento de excitação, também chamado de bobina de excitação, localiza-se no interior do rotor. Sua função é gerar um campo eletromagnético no rotor quando se aplica um diferença de potencial na mesma.



Como a bobina de excitação gira junto com o rotor, para aplicarmos uma diferença de potencial na mesma é necessário utilizar um conjunto "anéis coletores e escovas" como mostra a figura acima.

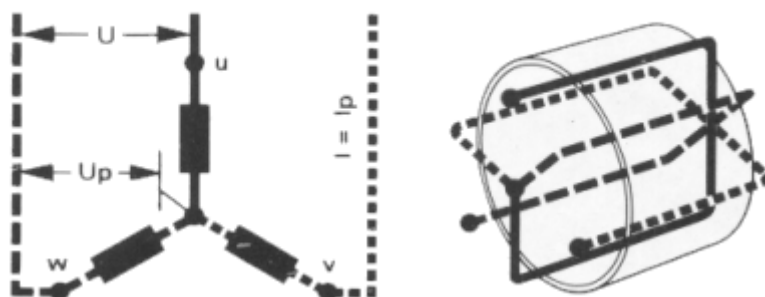
Corrente trifásica

No alternador, o enrolamento do estator se compõe de três bobinas. Em cada uma delas forma-se uma tensão alternada, que recebem o nome de fases. Essas fases são denominadas "**fases U, V, W**".

As bobinas acham-se dispostas de uma maneira tal, que cada fase se acha a 120° da outra. Essa corrente alternada de três fases chama-se "corrente trifásica". A corrente trifásica resulta num aproveitamento melhor do gerador do que uma corrente alternada de uma única fase.

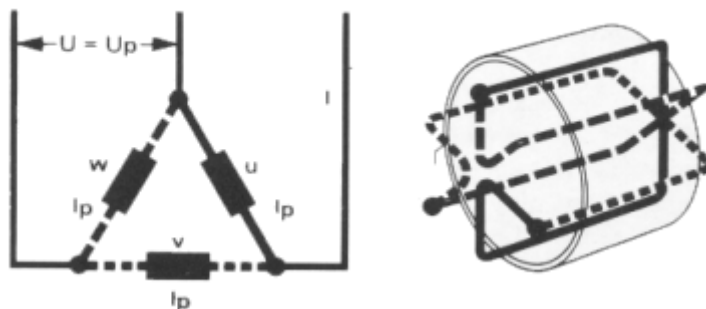
As três fases acham-se encadeadas entre si por meio de conexão estrela ou triângulo. Essas disposições dependem diretamente do estator.

Conexão em estrela



>> Conexão em estrela do enrolamento do estator par corrente trifásica.

Conexão triângulo

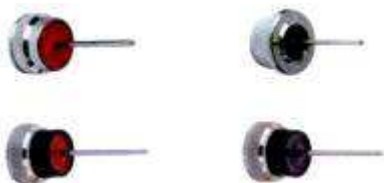


>> Conexão em triângulo de enrolamento

Alternador - retificação de corrente

O alternador, como o próprio nome já diz, produz corrente alternada. Esta corrente, é produzida em três fases, defasadas em 120° . Acontece que todo o sistema elétrico do automóvel é de corrente contínua, ou seja, possui polaridade positiva e polaridade negativa (no caso 0V ou terra). Daí, tem-se a necessidade de se retificar a corrente produzida pelo alternador, ou seja, transformá-la em corrente contínua para o sistema elétrico.

Para se conseguir isso, é utilizado um componente eletrônico chamado "diodo". Este dispositivo funciona como se fosse uma válvula unidirecional, permitindo a passagem da corrente num único sentido.



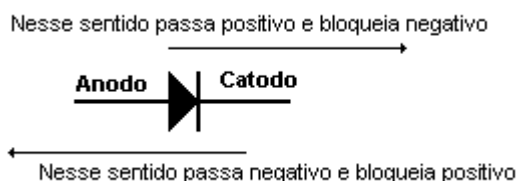
Os diodos retificadores utilizados nos alternadores são diodos de alta potência, podendo trabalhar com correntes superiores a 25 ampères. Para retificação, é utilizado um conjunto de 6 diodos.

Para entendermos o seu funcionamento no sistema, observe a simbologia utilizado para identificar os diodos num circuito.



O diodo possui dois lados, um chamado anodo e outro catodo. Levando-se em consideração o sentido convencional da corrente elétrica, ou seja, do positivo para o negativo, iremos dizer que a corrente "positiva" flui do anodo para o catodo.

Em outras palavras, a seta utilizado na simbologia representa o sentido convencional da corrente.



Observe na figura ao lado o sentido da corrente elétrica. Isso será utilizado nos próximos esquemas do alternador.

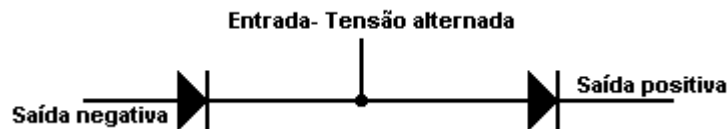
Desta forma, se aplicarmos uma tensão alternada num diodo, veja o seu comportamento:



Observe que é aplicado uma tensão alternada no anodo do diodo. A saída só tem pulsos positivos (negativo bloqueado).

Se aplicarmos uma tensão alternada no catodo do diodo, o pulso de saída no anodo seria negativo, ficando o positivo bloqueado.

Agora, o que aconteceria se montarmos dois diodos em série e aplicarmos uma tensão alternada no centro?



Isso mesmo. De um lado teremos somente pulsos positivos e do outro, somente pulsos negativos.

Na realidade não existem diodos positivos ou negativos. O que existe são diodos retificadores que permitem a passagem da corrente num sentido e no outro não.

Num alternador, costumamos chamar de diodos positivos aqueles que o seu terminal é o anodo. Quando o terminal de um diodo retificador do alternador for catodo, dizemos que o diodo é negativo.

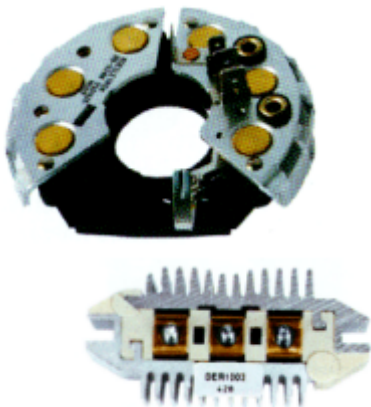


Observe que a identificação de um diodo está no seu terminal.

Um diodo positivo é aquele que o terminal é o anodo. Um diodo negativo é aquele que o terminal é o catodo.

Os diodos retificadores possuem esse formato porque são instalados em placas, a qual denominamos "placas ou ponte retificadora".

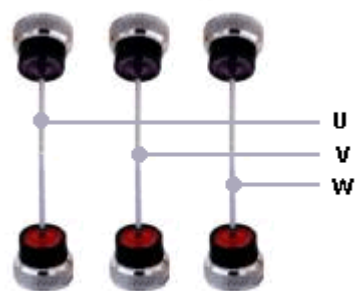
As placas retificadores podem ter diversos formatos, dependendo do tipo de alternador. Veja alguns exemplos:



Na figura ao lado temos uma ponte retificadora utilizado nos alternadores Bosch. Esse tipo era muito utilizado nos veículos fabricados na década de 80. Alguns veículos que utilizavam essa ponte: Belina, Del Rey, Escort, Verona, Pampa, Gol, Parati, Voyage, Santana, Passat.

Atualmente, mais utilizado o estilo de retificador ao lado, devido a sua maior compactação. Este tipo é utilizado no Astra, Corsa, Ômega, Vectra, etc.

Como o alternador é um gerador de corrente trifásica, deveremos ter três pares de diodos (um par para cada fase) para formar a ponte.



Observe que cada uma das fases é ligada a um par de diodos retificadores. Caso você tenha perdido quem são os diodos positivos e negativos aqui vai uma dica. A cor vermelha indica sempre o positivo.

Agora já sabemos porque são seis os diodos retificadores não é mesmo?

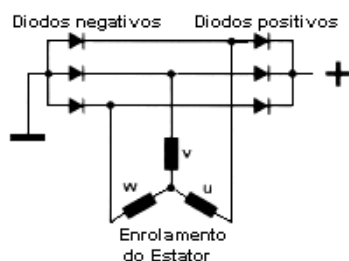
Na próxima aula estaremos dando continuidade a esse assunto, montando o circuito da ponte retificadora.

Alternador - retificação de corrente II

Ponte retificadora

Como vimos na aula anterior, o circuito retificador possui seis diodos (três positivos e três negativos) formando uma ponte. A essa ponte damos o nome de ponte retificadora.

Ponte retificadora trifásica

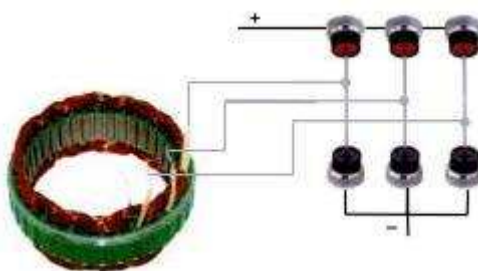


Na figura ao lado temos o esquema da ponte retificadora utilizado nos alternadores. Observe que o estator está configurado em um circuito estrela.

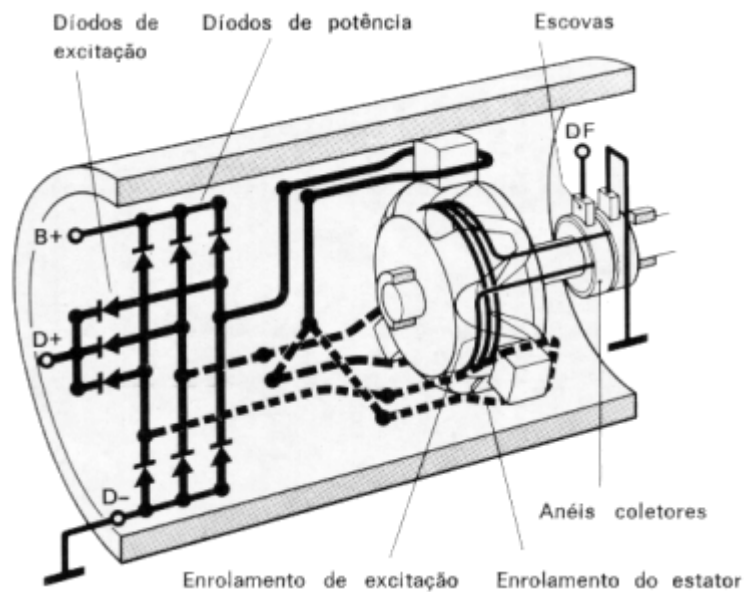
Cada uma das fases (U, V e W) estão conectadas a um par de diodos.

Quando o estator fornecer uma corrente alternada em cada uma de suas fases, as mesmas serão retificadas pelos diodos.

Os componentes interligados abaixo representam o esquema eletrônico acima.

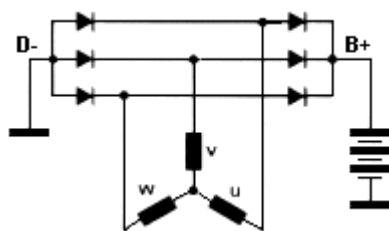


Agora veremos o circuito um pouco mais completo, com o rotor, o estator, os seis diodos retificadores e os diodos de excitação.



A figura acima representa o alternador por completo, com todos os seus componentes. Fique atento as linhas B+, D+, D- e DF. Cada uma dessas linhas é ligada a um ponto do circuito elétrico.

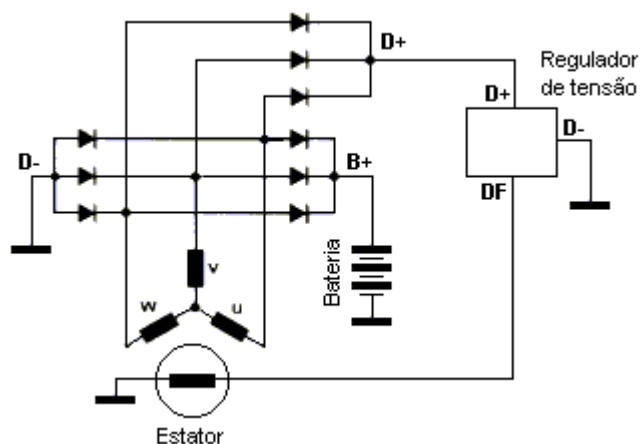
A linha B+ representa a ligação ao positivo direto da bateria (linha 30- positivo constante). D- é a conexão ao terra ou negativo do sistema elétrico. Sendo assim, temos:



Observe na figura ao lado onde se localizam as linhas B+ e D-.

Essa ligação jamais poderá ser invertida a fim de não danificar a ponte retificadora. Invertendo-se a polaridade da bateria, aplica-se tensão positiva em D- e negativa em B+ danificando os diodos retificadores.

Agora, você deve estar querendo saber onde estão os outros três diodos (excitação) e as linhas D+ e DF não é mesmo? Pois bem, segue abaixo mais uma parte do circuito.



Veja na figura acima que foi acrescentado mais três diodos no circuito e que deles resulta uma saída comum chamado D+. Esse circuito é chamado de circuito de excitação, pois é ele que energiza a bobina de excitação do rotor para produzir carga no estator.

O regulador de tensão, como seu nome já diz, ajusta a tensão do alternador num valor compatível ao sistema elétrico (veremos esse assunto mais adiante).

Com o circuito dado anteriormente, temos praticamente o alternador por completo na sua estrutura interna. Se observarmos com atenção, veremos que o diagrama acima possui dois circuitos distintos:

- **Circuito de carga**- formado pelos diodos retificadores e as saídas B+ e D-. É a parte onde será gerado a carga para a bateria e o sistema elétrico do automóvel.

- **Circuito de excitação**- formado pelos três diodos de excitação, o regulador de tensão, o rotor e a bobina de excitação do rotor. Esse circuito serve para produzir cargas no estator.

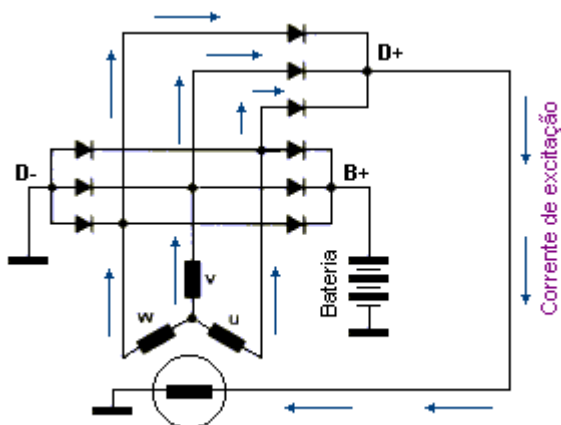
Lembre-se: O estator só produzirá cargas nas suas fases quando: houver rotação do rotor e quando houver corrente na bobina de excitação do alternador. Caso uma dessas condições não forem mantidas, o alternador não irá produzir carga.

Alternador - circuito de excitação

Como vimos, o alternador só irá produzir carga em suas fases quando a bobina de excitação estiver energizado e o rotor em movimento.

Quanto ao movimento, a extremidade do rotor é ligado a uma polia que é acionado pela polia da árvore de manivelas (virabrequim) por meio de uma correia.

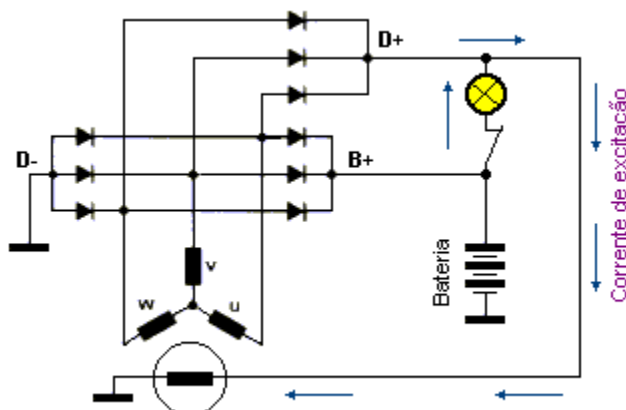
Já a energização da bobina de excitação, se dá pelo próprio sistema, utilizando-se a linha D+. Observe a figura abaixo:



Com a bobina de excitação energizada e o rotor em movimento, é produzido nas fases U, V e W uma corrente alternada que irá atingir os diodos de excitação. A corrente que passa pelos diodos retificadores alimenta o circuito elétrico e repõem as cargas na bateria. A própria corrente produzida pelo alternador se encarrega de manter a bobina de excitação energizada.

Em tudo isso só existe um pequeno problema. Observe atentamente o circuito acima e raciocine. Como a própria corrente produzida no estator se encarrega de manter a bobina de excitação energizada, como seria a produção da corrente no início de funcionamento do alternador, uma vez que não existe carga sendo produzida no estator (rotor estava parado).

Isso se consegue por meio de um outro circuito chamada de "pré-excitação". Esse circuito é composto por uma lâmpada ligada em série com a bobina de excitação e o comutador de partida.



O circuito de pré-excitação se encarrega de energizar a bobina assim que a chave for ligada.

Quando a chave de ignição é ligada (comutador de partida), a lâmpada do circuito de pré-excitação irá acender, uma vez que a bobina de excitação está aterrada.

Quando o motor entrar em funcionamento, o rotor do alternador estará girando, produzindo carga no estator. A partir daí o circuito de pré-excitação já não se faz mais necessário, uma vez o próprio sistema pode se manter.

Quando o alternador estiver produzindo carga, será gerado uma diferença de potencial na linha D+ igual ao do circuito de pré-excitação, fazendo com que a lâmpada se apague. Isso significa que em condições normais de funcionamento, esta lâmpada irá se acender assim que a ignição for ligada e se apagará quando o motor entrar em funcionamento.

Com isso, consegue verificar as condições do alternador por essa lâmpada, uma vez que a mesma fica localizada no painel de instrumentos do automóvel. Para melhor identificá-lo, esta lâmpada emitirá uma luz vermelha e possui a figura de uma bateria.

Se a lâmpada permanecer acesa com o motor em funcionamento, é sinal que não existe corrente em D+, o que pode significar a não produção de carga pelo estator.

Um outro detalhe importante que deve ser levado em consideração, é o fato de que se a lâmpada queimar, o alternador não irá produzir carga uma vez que o circuito de pré-excitação deixa de funcionar.

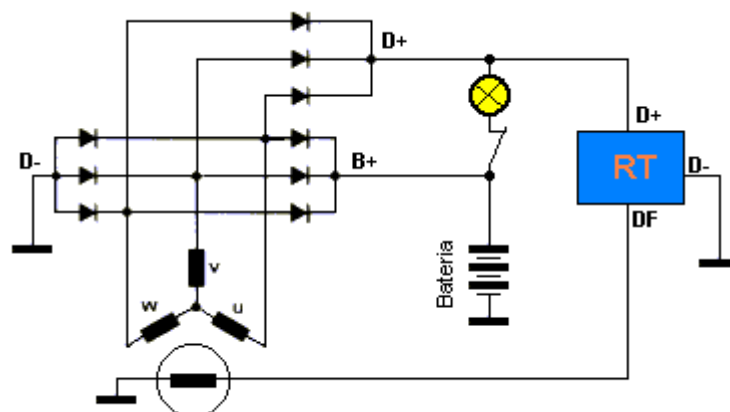
Regulador de Tensão

No alternador são feitas demandas elevadas, pois a tensão tem que ser mantida no valor exigido pelos diversos consumidores elétricos e a bateria receber sempre carga suficiente (mas não em demasia), não obstante as alterações da rotação do motor do veículo e as enormes variações de carga nos diversos âmbitos entre o regime de marcha lenta e o de plena carga. Por isso são necessárias medidas especiais para uma regulação automática da tensão, o que se obtém com reguladores de tensão ou voltagem.

A tensão produzida no alternador é relativamente igual ao produto da rotação e da corrente de excitação. O princípio da regulação da tensão consiste em comandar a corrente de excitação (e conseqüentemente o campo de excitação no rotor do alternador).

Quando a tensão ultrapassar o valor máximo indicado, o regulador de tensão causará- segundo o regime de funcionamento- uma redução ou interrupção total do circuito de excitação.

Com a diminuição da corrente de excitação ou mesmo o seu corte, haverá também um corte ou diminuição da tensão produzida no alternador.



Alternador - Regulador de tensão

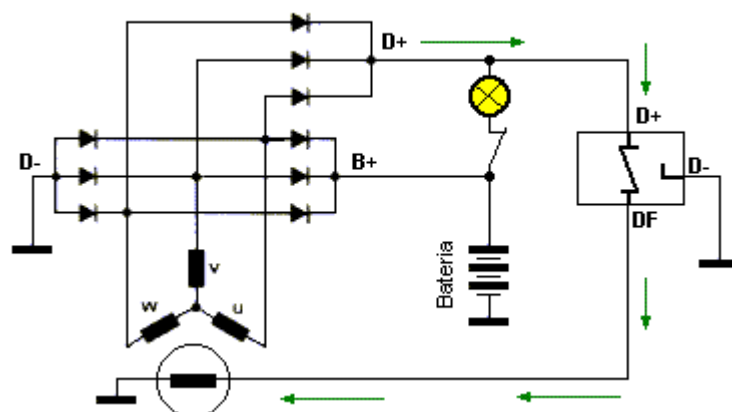
O regulador de tensão faz com que a tensão produzida pelo alternador fique entre 13,5 a 14,5 volts, não importa qual regime de rotação do motor.

Basta dizer que, quando a tensão ultrapassar um limite de 14,5 volts, o regulador irá diminuir e até cortar a corrente de excitação, fazendo com que a tensão caia rapidamente. No entanto, se essa tensão chegar a ser inferior a 13,5 volts, o regulador voltará a ativar o circuito de excitação, fazendo a tensão subir novamente.

A frequência que isso ocorre é tão rápida que temos a nítida impressão que o sistema se estabiliza em torno de 14 volts.

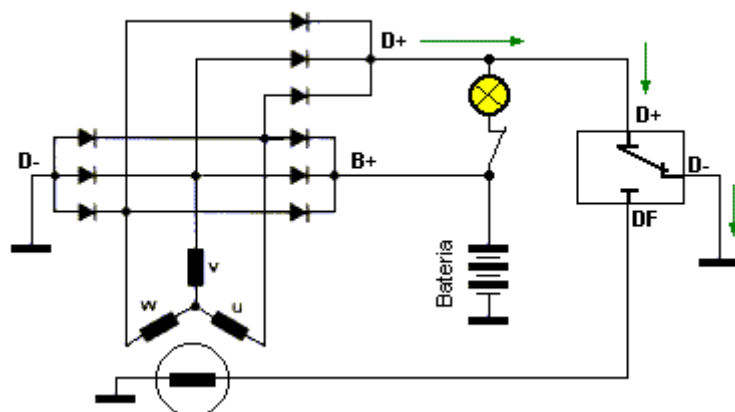
Na figura abaixo temos o regulador ativando o circuito de excitação. Veja as setas ilustrativas:

REGULADOR PERMITINDO A EXCITAÇÃO DA BOBINA



Com isso, a tensão vai aumentando gradativamente. Observe agora o que ocorre quando a tensão atinge um valor superior a 14,5 volts.

REGULADOR CORTANDO A CORRENTE DE EXCITAÇÃO



O regulador de tensão é de extrema importância no sistema elétrica, uma vez que a tensão relativa da bateria é de 12 volts. Há também os outros consumidores do automóvel, como painel de instrumentos, motor dos vidros elétricos, cd player, etc. que não podem trabalhar com uma tensão superior a 17 volts.

Se não houvesse o regulador, seria o mesmo que ligar uma lâmpada de 110 volts numa rede de 220 volts. A lâmpada acenderia com grande intensidade por alguns instantes e depois se queimaria.

Como você pôde observar, o regulador possui três conexões: D+, D- e DF onde:

D+ é a saída do circuito de excitação e entrada de corrente no regulador

D- é a ligação do regulador ao terra;

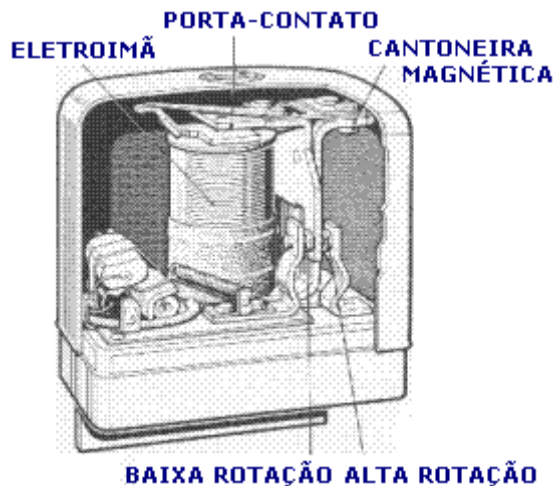
DF é a saída da corrente do regulador, o qual permite ou não a excitação da bobina.

Basicamente, existem dois tipos de reguladores de tensão: os de contatos (por platinados) e os eletrônicos, sendo este último o mais utilizado atualmente.

Embora não seja mais utilizado, veremos a seguir o princípio de funcionamento de um regulador de contatos, para facilitar nossa compreensão.

Reguladores de contatos

Nos reguladores de contatos, a modificação alternada da corrente é feito pela abertura e o fechamento de um contato móvel, pressionado contra um contato fixo pela ação de uma mola.

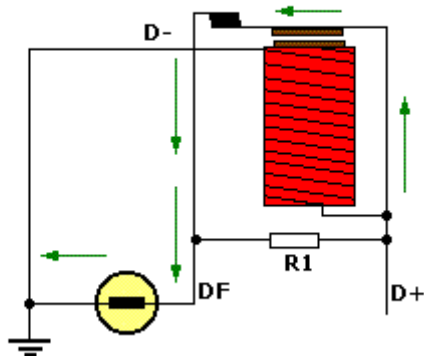


No momento em que a tensão nominal for ultrapassada, um eletroímã, influenciado pela tensão do alternador e agindo contra a força da mola, abre os contatos. Um resistor é ligado ao circuito da corrente de excitação, resultando na diminuição da corrente de excitação e, conseqüentemente, queda da tensão no alternador. Quando a tensão do alternador baixar além da tensão nominal, a força da mola vence a força do eletroímã e os contatos fecharão novamente.

Nos alternadores são empregados reguladores de um elemento que é constituído pelo eletroímã, porta contato e cantoneira magnética. Ver figura ao lado.

Embora não tenhamos falado até agora, vale um lembrete: o regulador não corta totalmente a corrente de excitação no alternador e sim a diminui por meio de um resistor. Sendo assim, entre D+ e DF haverá um resistor para limitar a passagem da corrente elétrica de excitação.

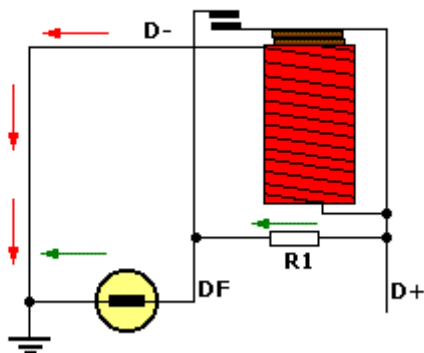
REGULADOR PERMITINDO A PASSAGEM DA CORRENTE DE EXCITAÇÃO



Observe na figura ao lado o funcionamento do regulador quando o mesmo permite a excitação da bobina. Os contatos dos platinados estão fechados e a corrente tende a fluir para onde há menos resistência elétrica, ou seja, diretamente entre D+ e DF, sem passar por R1.

Acontece que, com o aumento a tensão, o campo magnético produzido na bobina do regulador irá aumentar a tal ponto que os contatos se abrem.

REGULADOR REDUZINDO A CORRENTE DE EXCITAÇÃO E A TENSÃO PRODUZIDA

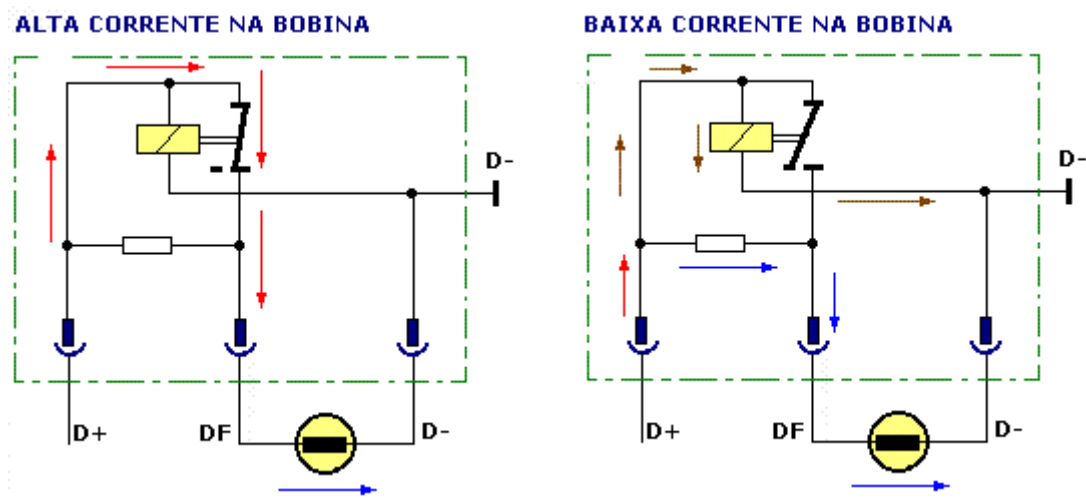


Veja que com o aumento da tensão, a bobina do regulador força a abertura dos contatos dos platinados, o que obriga a corrente a passar pelo resistor R1 que, conseqüentemente, terá uma queda na intensidade da corrente. Com isso, a tensão do alternador começará a cair.

Alternador - Regulador de tensão II

Para os processos de conexão, o mais vantajoso seria escolher um resistor de baixo valor. Mas para que a corrente de excitação fique suficientemente reduzida, inclusive com as rotações elevadas do alternador e contatos abertos, o resistor não pode ser muito baixo, caso contrário, não iria provocar a queda de tensão no alternador. Por outro lado, se o resistor for de um valor muito alto, a corrente de excitação será muito baixa em marcha-lenta.

Veja o esquema de funcionamento nas figuras abaixo:



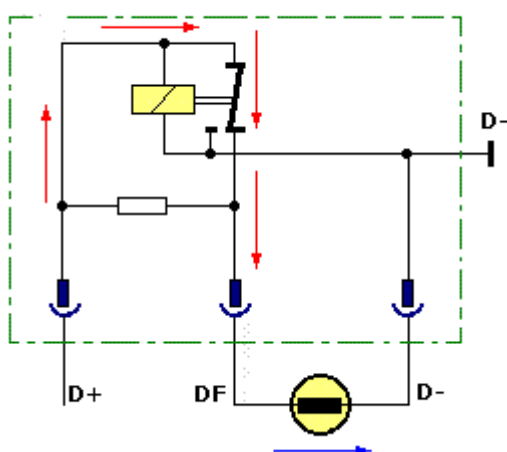
Como se pode observar, o funcionamento é muito simples. Quando a tensão for inferior a 14,5 volts, a tensão é baixa não sendo suficiente para energizar a bobina do regulador. Com isso, os contatos se mantêm fechados, produzindo uma alta corrente de excitação.

Quando a tensão ultrapassar 14,5 volts, a bobina do regulador é energizada, criando um forte campo magnético que abre os contatos do regulador. A corrente é obrigada a passar pelo resistor, o que diminui a intensidade da corrente.

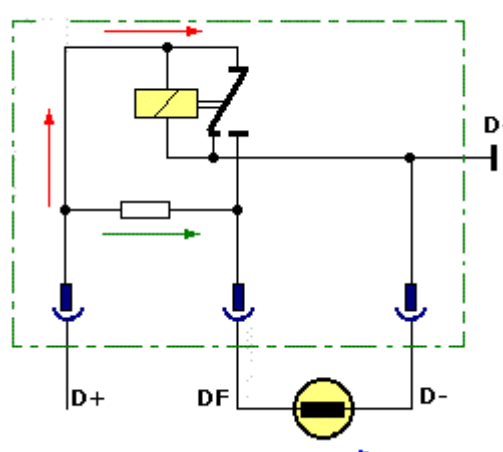
O que estamos tratando é justamente o valor do resistor que limita a corrente quando os contatos se abrem. Se muito baixo, possibilita uma alta corrente de excitação em marcha-lenta (ideal) e não provocaria a redução da tensão em altas rotações (prejudicial). Se o valor do resistor for alto, a corrente de excitação em baixa rotação seria insuficiente (prejudicial) e adequada em altas rotações.

Para corrigir esse inconveniente, foram criados os reguladores de dois contatos, tendo um circuito para baixa rotação e outro para alta.

CONTATOS BAIXA ROTAÇÃO ATIVO



CONTATOS ALTA ROTAÇÃO ATIVO

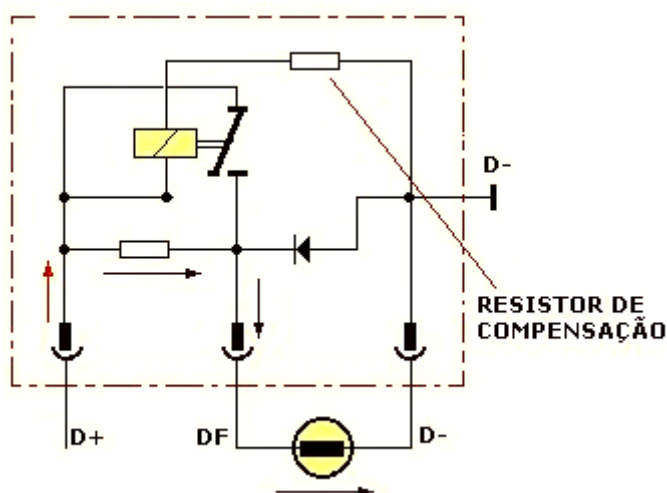


Este regulador permite maior elasticidade na escolha das correntes de excitação e no âmbito de rotações do alternador. Com uma rotação baixa, o modo de atuar é igual ao do regulador de um contato. A diferença essencial consiste no fato de que o regulador de dois contatos, o resistor que é ligado em série com o enrolamento de excitação (bobina de excitação), pode ser de valor bem menor, o que favorece a durabilidade dos contatos e permite conseqüentemente correntes de excitação mais elevadas. Com rotação alta, o regulador trabalha com o segundo par de contatos. O enrolamento de excitação é periodicamente ligado em curto-circuito. Também pode ser controladas rotações elevadas.

Compensação da temperatura dos reguladores de contato

A resistência do enrolamento do elemento de regulação se altera com a mudança da temperatura, influenciando, em conseqüência, o ajuste do regulador. Para compensar a referida falha servem os resistores de compensação.

Isto permite que o regulador ative o alternador com carga mais alta em baixas e mais baixas em altas temperaturas.



Observe que no circuito ao lado, o resistor de compensação fica em série com a bobina magnética do regulador, provocando uma redução de corrente e, conseqüentemente, menor potência dissipada, o reduz a sua temperatura.

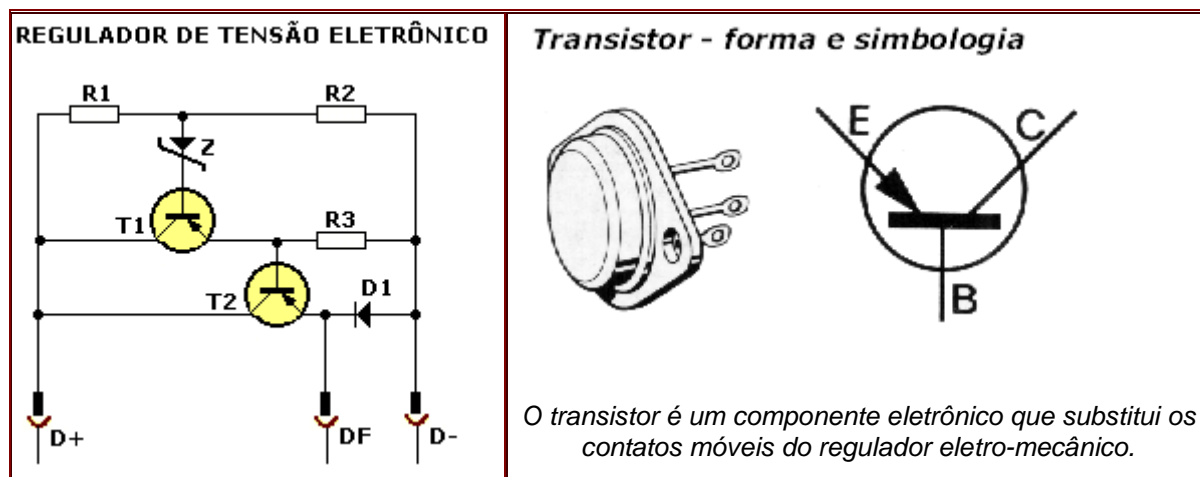
A figura ao lado mostra um regulador de um contato com resistor de compensação. Os reguladores de dois contatos também possuem esse resistor.

É de extrema importância que se entenda o funcionamento de um regulador eletro-mecânico para que possamos iniciar o estudo dos reguladores eletrônicos.

Nos alternadores atuais não se utilizam mais reguladores eletro-mecânico e sim eletrônicos, que possuem uma durabilidade muito maior e são mais compactos, podendo ser incorporado no próprio alternador. Quem não se lembra do Fusca que tinha uma caixinha preta embaixo de banco traseiro próximo à bateria? Se você acha que era o regulador de tensão.... acertou.

Alternador - Regulador de tensão eletrônico

O regulador de tensão eletrônico não possui contatos móveis, o que minimiza o seu desgaste. A tensão é regulada eletronicamente. Para esse fim servem os diodos, transistores, resistores e capacitores instalados numa placa de circuito impresso.



Saiba para que serve os componentes eletrônicos no regulador de tensão:

- **Transistor (T)**: semicondutor que possui três terminais (base, coletor e emissor). Atua como uma chave eletrônica no sistema, ora deixando a corrente passar do emissor para o coletor, ora bloqueando a passagem. O transistor só permite a passagem da corrente entre emissor e coletor quando se aplica uma tensão na sua base. O tipo apresentado aqui é o transistor PNP.

- **Resistor (R)**: Já comentamos sobre esse componente no início das aulas. Caso você não se lembre, ele serve para provocar uma resistência no circuito, dificultando a passagem da corrente elétrica.

- **Diodo (D)**: Atua como se fosse uma chave unidirecional, permitindo a passagem da corrente em um único sentido. Lembre-se que a seta do diodo indica o sentido convencional da corrente elétrica.

- **Diodo Zener (Z)**: Possui a mesma função do diodo, mas pode conduzir no sentido oposto quando se atinge um determinado valor de tensão. Em nosso caso, suponhamos que o diodo zener passe a conduzir no sentido oposto quando a tensão ultrapassar 7 volts.

Com a utilização dos componentes eletrônicos, o regulador de tensão passou a possuir um tamanho bem inferior ao regulador eletro-mecânico.

Antes de iniciarmos a explicação do seu funcionamento, lembre-se que quando se tem resistores em série, forma-se um divisor de tensão. Caso você não se lembre, volte para o início das aulas e faça uma revisão.

Não se esqueça também da simbologia das três conexões do regulador:

D+ : Corrente de excitação;

D- : Terra ou massa;

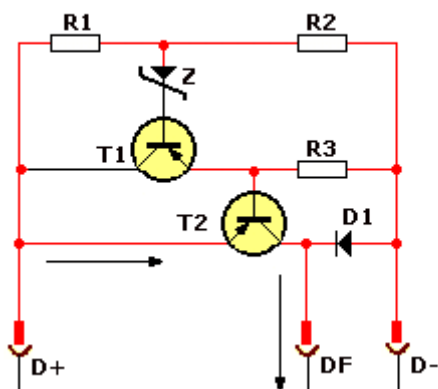
DF : Saída de corrente de excitação.

Apesar de estamos acostumados a utilizar o sentido convencional da corrente elétrica, ou seja, supondo que a corrente vai do positivo para o negativo, utilizaremos na explicação o sentido real, uma vez que o transistor utilizado é o PNP. No sentido real, a corrente parte do negativo para o positivo, ou seja, de D- para D+ (corte da corrente de excitação) ou de D- para DF (energizando a bobina de excitação).

Regulador eletrônico: Princípio de funcionamento:

Com o alternador em funcionamento e a tensão baixa, a corrente partindo de D- passa pelo resistor R3, o que diminui sua intensidade. O diodo bloqueia a passagem da corrente entre D- e DF, uma vez que o negativo não passa no sentido da seta. Essa corrente é aplicada na base de T2, o que provoca a passagem da corrente entre o emissor e o coletor. A corrente de excitação, passando por T2 vai para DF, energizando a bobina de excitação. O diodo bloqueia a passagem da corrente positiva para D-.

BOBINA DE EXCITAÇÃO ENERGIZADA

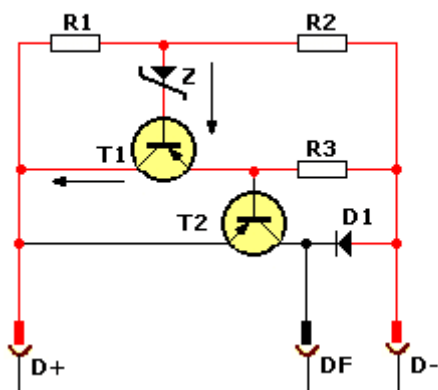


As linhas em vermelho mostram onde há corrente no circuito. Sabendo-se que a tensão de ruptura do diodo zener é de 7 volts, o mesmo só permitirá a passagem da corrente quando a tensão entre R1 e R2 for superior a esse valor, ou seja, quando a tensão entre D- e D+ for superior a 14 volts. A tensão aplicada no diodo zener sempre será a metade do valor da tensão entre D- e D+, uma vez que os resistores possuem os mesmos valores (divisor de tensão).

A corrente só tem um caminho a percorrer, ou seja, por R3 e base de T2, o que faz com que esse transistor permita a passagem do positivo do circuito de excitação para DF.

Com o aumento gradativo da tensão no alternador, a tensão entre R1 e R2 também vai aumentando, ou seja, se a tensão entre D- e D+ for 10 volts, a tensão entre os resistores será 5 volts.

CORTE DO CIRCUITO DE EXCITAÇÃO



Agora veja o que ocorre quando a tensão entre D- e D+ atinge 14 volts.

A tensão entre R1 e R2 chega a 7 volts, provocando a passagem da corrente (negativa) pelo diodo zener. Este aplica uma tensão na base de T1 que entra em condução. A corrente que anteriormente era aplicada na base de T2 é desviada e com isso, T2 deixa de conduzir.

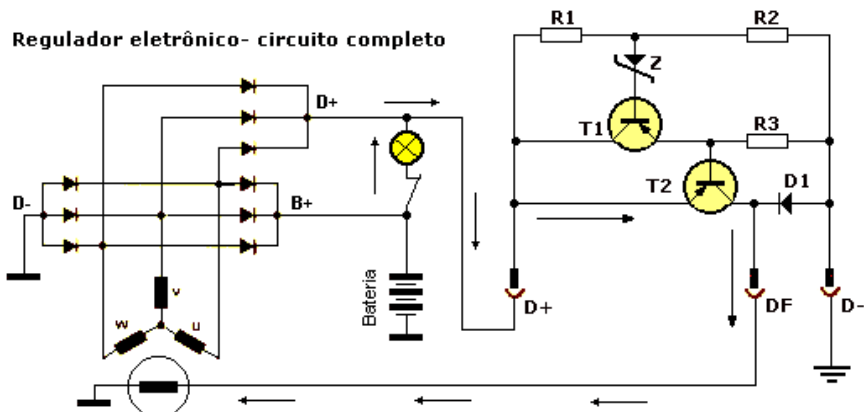
Quando T2 entra em corte, a corrente que alimentava DF é cortada, fazendo com que a tensão do alternador caia. Quando esse valor cair abaixo de 14 volts, o diodo zener passará a bloquear o circuito novamente. Começa tudo de novo.

Isso que passamos é apenas uma forma resumida. Caso você queira saber mais sobre esse circuito, você deve fazer um curso de eletrônica.

Para nós o que mais interessa saber é: Quando a tensão for inferior a 14 volts, DF é energizado. Quando for maior, DF é desenergizado.

Alternador - Regulador de tensão eletrônico II

Vamos ver agora o esquema completo com o regulador eletrônico.



Como já dissemos, os reguladores eletrônicos tem inúmeras vantagens em relação ao eletromecânico. Veremos agora suas vantagens:

- Menor número de componentes;
- É inviolável, evitando que seja desregulado;
- Suporta vibração, impactos e maior temperatura de trabalho;
- Ocupa menos espaço, pois, pode ser incorporado ao alternador;
- Maior durabilidade por não ter contatos mecânicos.



Na figura ao lado temos um regulador de tensão eletrônico. Este tipo de componente não possui reparação. Uma vez com problemas deve ser substituído por um novo.

Utilize sempre reguladores recomendados pelo fabricante para uma maior eficiência e vida útil do componente.

Você deve estar imaginado: "O regulador de tensão eletrônico é um componente inovador no alternador". Realmente é, só que em relação ao seu antecessor, o regulador eletromecânico. Atualmente já estão sendo produzidos outros tipos de reguladores de tensão, com menor tamanho e maior tecnologia.

Esses reguladores são os híbridos e os de multi-função.

Reguladores híbridos

O regulador híbrido tem as mesmas funções dos reguladores eletrônicos anteriormente abordados.

Porém, em função de novas tecnologias e modernos processos de fabricação, sua construção requer um menor número de componentes, o que lhe confere um tamanho reduzido.

Por este motivo, o regulador híbrido em alguns alternadores está instalado internamente, causando a impressão que esse modelo de alternador não possui regulador.



Regulador de tensão multifunção (inteligente)

O regulador multifunção faz parte de uma nova geração de reguladores, construído com a mais moderna tecnologia no que se refere ao controle e monitoramento de tensão para os atuais alternadores compactos.



Além da tradicional função de controle da tensão gerada pelo alternador, o regulador multifunção pode realizar até outras 12 funções para garantir a perfeita integração do alternador com os atuais sistemas eletrônicos empregados nos veículos. Confira algumas funções possíveis graças à utilização do regulador multifunção.

- Informa, através da lâmpada piloto, se a tensão está abaixo ou acima do normal;
- Executa a pré-excitação através de pulsos de tensão, dispensando o uso de diodos de excitação proporcionando maior capacidade de carga com menor rotação;
- Aumento progressivo da carga para não alterar a marcha lenta quando existe grande quantidade de consumidores ligados, principalmente na fase fria do motor;
- Corta a geração da tensão de forma temporizada, ao aumentar o número de consumidores, possibilitando maior estabilidade do motor.

Caneta de polaridade

Antes de iniciarmos os testes, convém explicar a você aluno, como montar um simples dispositivo para efetuar alguns testes no alternador. Abaixo segue a relação de material.

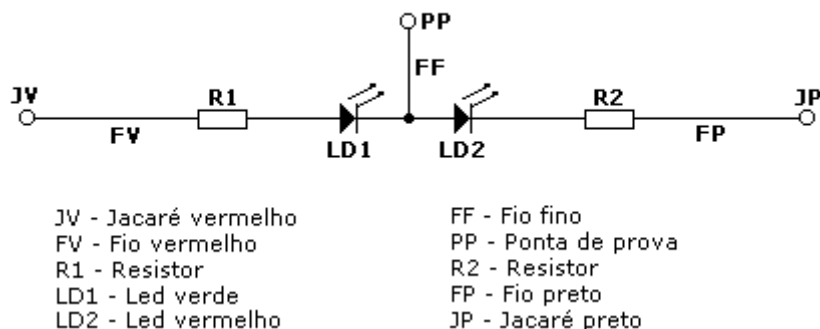
:: Material

- 2 garras do tipo jacaré para bornes de bateria (um vermelho e um preto)
- 1,5 metros de fio flexível na cor vermelho (1mm² de seção)
- 1,5 metros de fio flexível na cor preto (1mm² de seção)
- 1 led vermelho e redondo de 5mm de diâmetro
- 1 led verde e redondo de 5mm de diâmetro
- 1 pedaço de fio bem fino (pode ser o tipo utilizado em telefonia- aqueles coloridos)
- 1 ponta de prova de multímetro
- 2 resistores de 1/4 de watts e 470 ohms 5% (amarelo, violeta e preto)
- 1 pincel atômico cilindro já usado
- estanho para solda

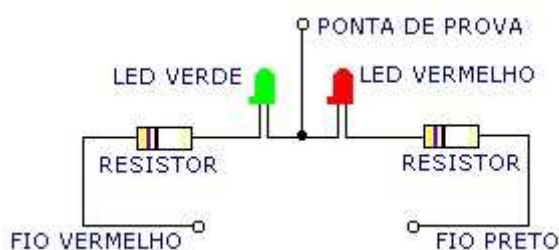
Todos esses materiais você irá encontrar numa loja que revende componentes eletrônicos. Os resistores podem ser de qualquer valor desde que fiquem entre 240 a 1000 ohms (os dois devem ter o mesmo valor). Quanto maior o valor do resistor, maior será a vida útil, porém, menor será a luminosidade.

Segue abaixo o esquema eletrônico do nosso dispositivo de teste, também conhecido como ponta de prova ou caneta de polaridade.

Caneta de polaridade



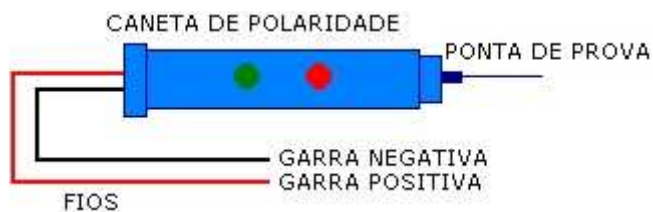
Para facilitar a montagem, iremos mostrar a disposição dos componentes:



A figura ao lado mostra exatamente como ficará a disposição dos componentes conforme o circuito mostrado acima.

Os dois leds e os dois resistores deverão ficar dentro da caneta de polaridade. A ponta de prova deverá ser fixada na sua extremidade, onde fica a ponta do pincel atômico.

Veja na figura a seguir como ficará a caneta em sua montagem final.



Na montagem final, as cores das garras devem ser montadas nos fios correspondentes as suas cores. O preto deverá ser ligado ao negativo da bateria e o vermelho no positivo. Jamais troque as posições, caso contrário, a caneta não irá funcionar.

Alguns cuidados devem ser tomados durante a montagem da caneta de polaridade, como por exemplo, a ligação correta dos leds, uma vez que os mesmos são polarizados.

A montagem invertida dos leds não permitirá o funcionamento correto da caneta de polaridade.

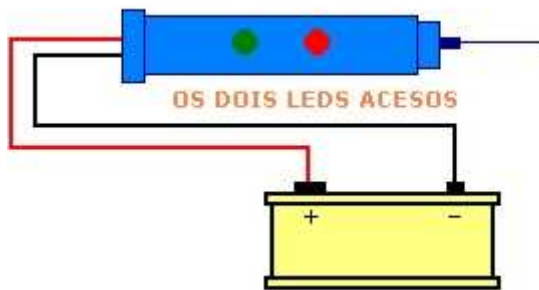


Os leds suportam uma corrente máxima de aproximadamente 50 mA. Ultrapassar esse valor reduzirá muito a sua vida útil, por isso, os resistores são ligados em série com os mesmos de modo a limitar a corrente elétrica no mesmo. Esses resistores não possuem polaridade, podendo ser montado de qualquer lado. Já o led, um terminal é chamado de anodo (terminal longo que deverá ser ligado ao positivo) e outro catodo (terminal curto que deverá ser ligado ao negativo).

Todos os componentes deverão ser soldados, de modo a garantir que os contatos estarão bem firmes. Durante o processo de soldagem, não deixar que a temperatura atinja um valor superior a 170 graus, de modo a não danificar o led. Para isso, aqueça bem o ferro de solda e solde com o menor tempo possível os componentes.

Aqueça o terminal rapidamente e em seguida coloque o estanho. Jamais derreta o estanho sobre os terminais, caso contrário, sua solda será fria, não dando boa condutividade. Uma boa solda é quando o estanho fica com aspecto brilhante. Se ficar opaco, é sinal que a solda é fria.

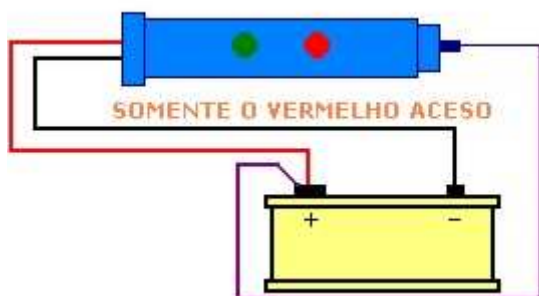
Agora vamos aos testes para verificar se a caneta está funcionando perfeitamente.



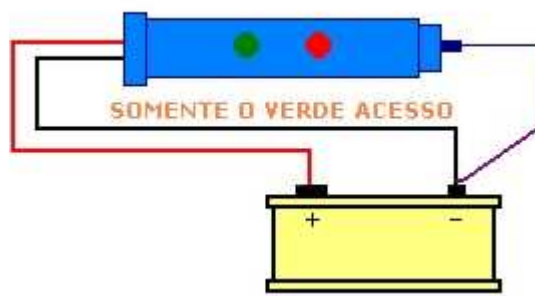
Com a caneta de polaridade ligada à bateria e a ponta de prova livre, ou seja, não tocando nem no positivo e nem no negativo, os dois leds deverão estar acesos.

Isso indica que não existe sinal na ponta de prova e serve para verificar exatamente essa ausência de sinal num circuito elétrico.

Agora, veremos o que acontece quando existe algum sinal na ponta de prova.



Ponta de prova no positivo



Ponta de prova no negativo

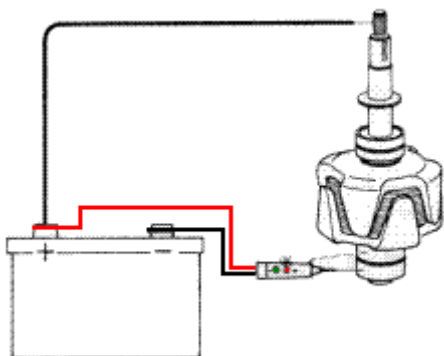
Observação: Se você não quiser montar a caneta, poderá comprá-la em alguma loja de eletrônica, ou pelos fabricantes de aparelhos para testes como a Tecnomotor, Alfatest, Raven, Planatec, etc.

Testando os componentes do alternador

Com o alternador já desmontado, temos que testar os seguintes componentes:

- rotor e bobina de excitação;
- estator;
- diodos;
- regulador de tensão.

Teste do rotor quando a curto-circuito à massa

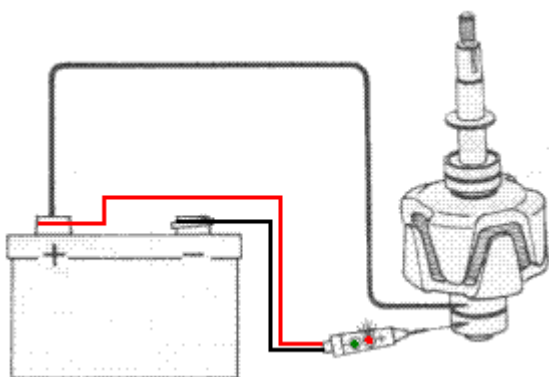


Ligue a caneta de polaridade na bateria (fio preto no negativo e vermelho no positivo). Pegue um fio e ligue a ponta do rotor no positivo da bateria. Encoste a ponta de prova da caneta nos dois anéis do rotor.

Resultados:

- dois leds acesos: rotor em ordem;
- somente led vermelho aceso: rotor em curto-circuito com a massa (substitua o rotor)

:: Teste da bobina de excitação

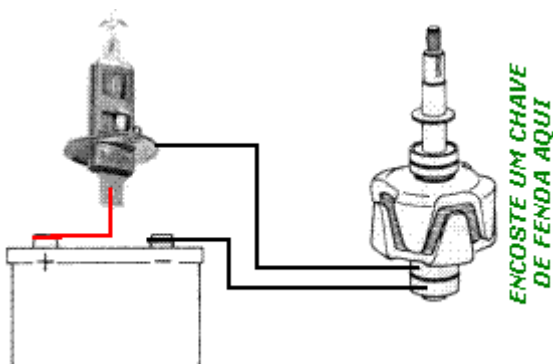


Ligue um fio do positivo da bateria para um dos anéis do rotor. Encoste a ponta de prova da caneta de polaridade no outro anel.

Resultados:

- led vermelho aceso: bobina em ordem;
- dois leds acesos: bobina interrompida (substitua o rotor, pois, a bobina de excitação trabalha em conjunto com ele).

Mesmos que nos dois testes anteriores o resultado tenha sido favorável, ou seja, esteja tudo em ordem, ainda teremos que testar o rotor e a bobina de excitação quanto a sua capacidade de gerar um forte campo magnético. Para isso, execute o seguinte teste:



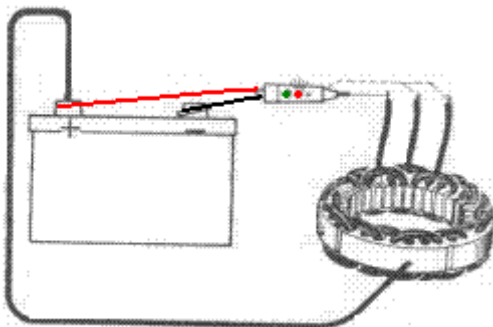
Pegue uma lâmpada halógena de 55 a 65W e faça a ligação conforme a figura ao lado. A lâmpada deverá se acender com uma intensidade baixa. Encoste uma chave de fenda ou qualquer outro material ferroso no local indicado.

Utilizando-se uma chave de fenda, a mesma deverá ser fortemente atraída contra o rotor enquanto a lâmpada estiver acesa. Se isso ocorrer, o rotor e a bobina de excitação estarão em ordem, caso contrário, substitua-o.

Não ligue a lâmpada halógena diretamente na bateria para não ofuscar a vista devido ao seu brilho muito intenso.

Estando o rotor em ordem, iremos passar para os próximos testes.

Teste do estator



Pegue um fio e faça uma ligação do positivo da bateria à armadura do estator. Encoste a ponta de prova da caneta de polaridade nos três fios que saem do estator, um de cada vez (cada um dos fios corresponde a uma fase).

Resultados:

- dois leds acesos: estator em ordem
- led vermelho aceso: bobina do estator em curto (substitua o estator);

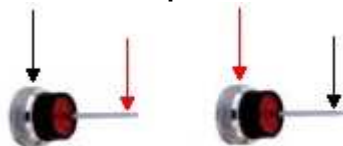
Testes dos diodos retificadores do alternador

Para testar os diodos do alternador, recomendamos utilizar um multímetro automotivo. Neste aparelho, há uma escala para teste de diodos com o símbolo \rightarrow .

Ao utilizar essa escala, o multímetro passará a gerar uma tensão de aproximadamente 3 volts. Os diodos ao entrar em condução, provocam uma queda de tensão de aproximadamente 0,6 volts e será isso que o multímetro deverá acusar quando o diodo for polarizado corretamente. Não havendo essa queda de tensão o diodo estará interrompido. Se o valor da tensão cair a 0 (zero), o diodo estará em curto-circuito.

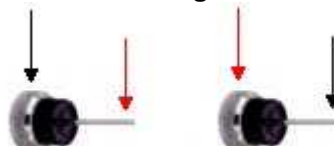
Sabendo-se destes detalhes, utilize a escala \rightarrow e faça os seguintes testes. As setas coloridas indicam a posição das pontas de prova de multímetro.

Diodo positivo



- Ponta de prova preto na carcaça e vermelho no terminal- queda de tensão
- Ponta de prova vermelho na carcaça e preto no terminal- não acusa nada

Diodo negativo



- Ponta de prova preto na carcaça e vermelho no terminal- não acusa nada
- Ponta de prova vermelho na carcaça e preto no terminal- queda de tensão.

Casos os valores acima não forem obtidos, substitua o diodo retificador.

Para testar os diodos de excitação, os procedimentos são os mesmos. Apenas a construção física do diodo é diferente, parecido com um resistor.

O diodo de excitação normalmente possui uma faixa prateada em uma das extremidades. Essa faixa indica que a ponta de prova preta deverá ser ligada neste ponto para se efetuar os testes. A ponta de prova vermelha deverá ser colocada no terminal oposto a faixa. Feito isso, a queda de tensão deverá ser de aproximadamente 0,6V. Invertendo-se as ligações, não poderá indicar nada.

Caso não se obtenha os valores acima, substitua o diodo de excitação.

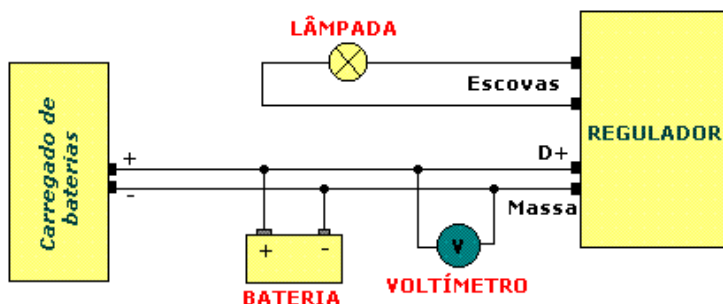
Testando os componentes do alternador II

Os reguladores de tensão na sua grande maioria são do tipo eletrônicos como já mencionamos em aulas passadas. Por isso, não é tão simples assim testá-lo, mesmo porque, deveremos ter um dispositivo ou aparelho que produza tensões superiores a 15 volts para executar os testes.

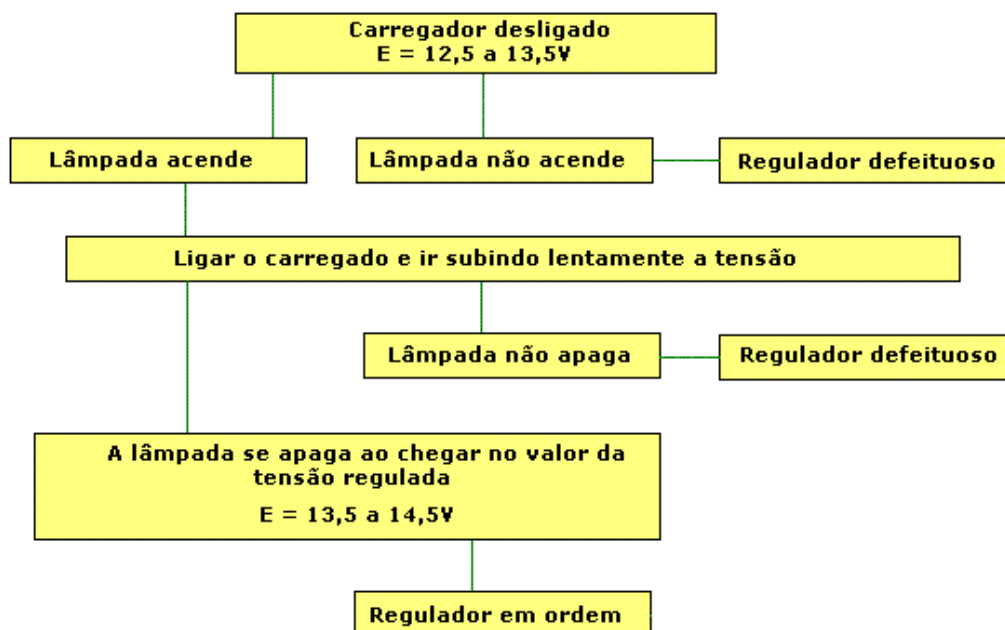
Mostraremos como fazer esse teste utilizando um carregador de baterias.

Teste do regulador de tensão eletrônico

Ligue o regulador de tensão conforme o esquema abaixo:



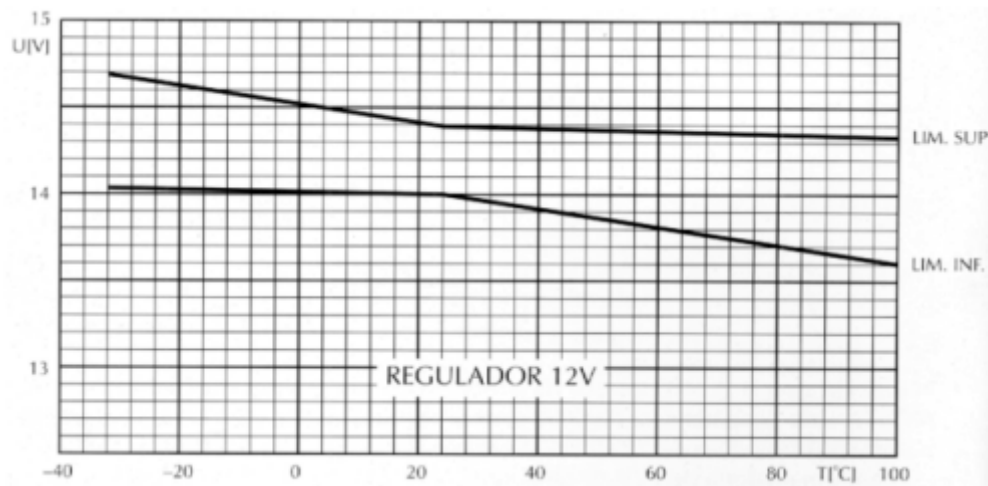
A lâmpada a ser utilizada é de 12V/50W. A bateria poderá ser de qualquer capacidade, desde que seja de 12V. Durante todo o teste, verifique a tensão indicada no voltímetro.



Controle da tensão regulada

Com o regulador instalado, montar o alternador na bancada de testes ou no veículo. Colocar o alternador a uma velocidade de 5000 ± 200 rpm com uma carga de 5 ± 1 A durante 10 minutos, sendo que o valor medido entre o terminal B+ e o terminal terra (D-), deve estar dentro dos limites do gráfico "Curva de compensação térmica". Depois de aumentar a carga até chegar a uma corrente que seja 90% da nominal, certificar-se que a tensão não diminua mais de 0,4V para um regulador de 12V.

Obs: 5000 rpm do alternador equivale a aproximadamente 2500 rpm do motor.



Uma outra forma de se testar o alternador por completo é ligá-lo numa bateria e utilizar uma lâmpada de 65 watts aproximadamente para excitar a bobina. Ao se fazer isso, o rotor deve dar um pequeno giro em torno do seu eixo.



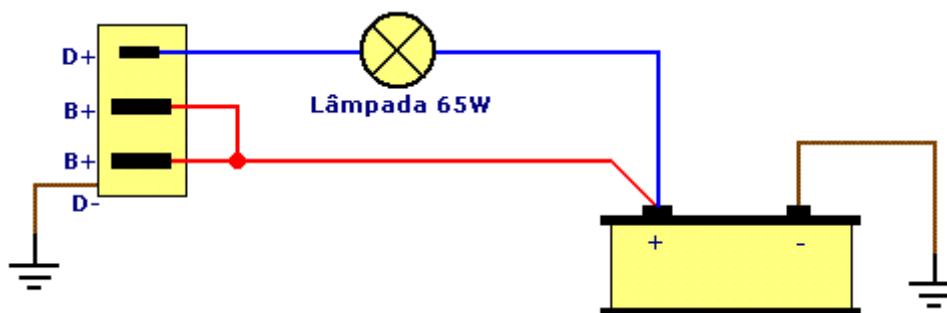
Observe que figura ao lado temos três terminais. Os dois maiores é o que deve ser ligado ao positivo da bateria (terminal B+). O menor deve ser ligado na bateria com uma lâmpada de 65 watts em série. Neste tipo de alternador, os dois terminais maiores são comuns, ou seja, ambos são B+.

O terminal negativo do alternador (D-) é a sua própria carcaça.

Alguns alternadores trazem a disposição dos terminais de forma diferente a mostrada na figura ao lado.

Obs: O alternador mostrado na figura ao lado é um Bosch, utilizado na linha Volkswagen, Fiat, etc.

Faça o a ligação de acordo com o esquema abaixo:



Você também poderá observar que, enquanto a lâmpada não for ligada, o rotor gira livremente. Ao ligar a lâmpada em D+, o rotor deverá ficar mais "pesado" para girar. Se isso não ocorrer, desmonte o alternador e teste o rotor e o estator.

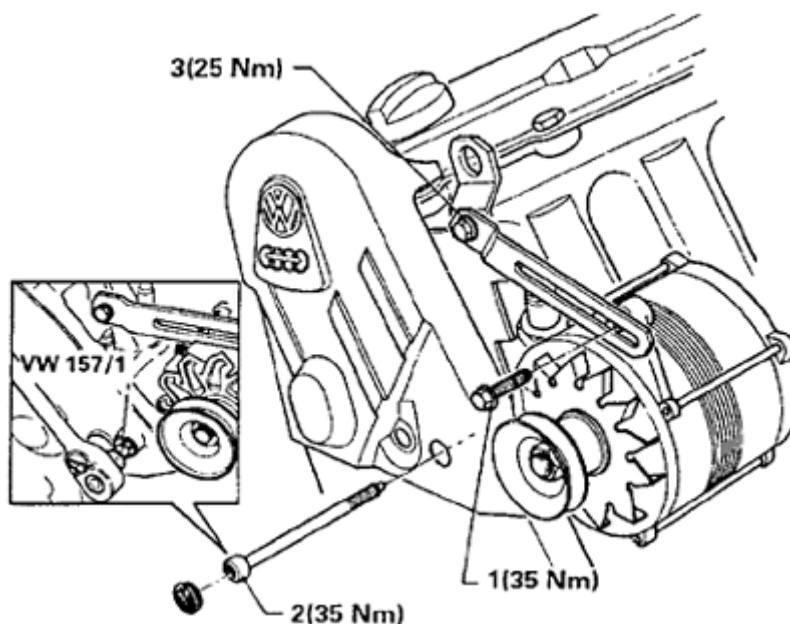
Alternador- recondicionando

Para fazer qualquer reparação no alternador, primeiramente é necessário retirá-lo do veículo.

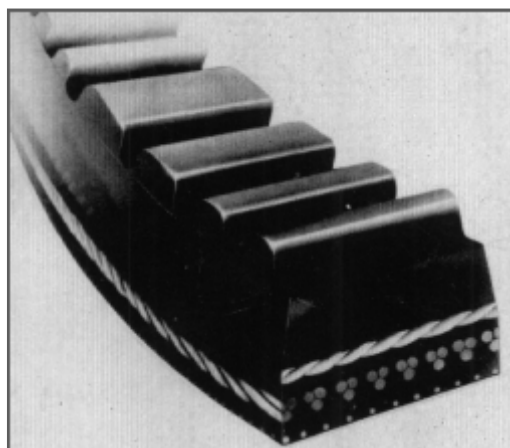
Em alguns veículos, o alternador fica bem visível e sua remoção é muito simples. Entretanto, existem aqueles de difícil acesso, como é o caso do Ford Ka. Se o veículo possuir ar condicionado e direção hidráulica, o serviço de remoção pode ser mais complexo ainda.

Pegaremos como exemplo os motores da linha Volkswagen, onde o acesso é fácil e com boa visualização.

Para retirar o alternador, primeiramente deve-se retirar a correia de acionamento, que pode ser do tipo trapezoidal ou poli-V.



A correia trapezoidal é de fácil remoção, uma vez que a mesma acopla-se no máximo em três polias (árvore de manivelas, bomba d'água e alternador).

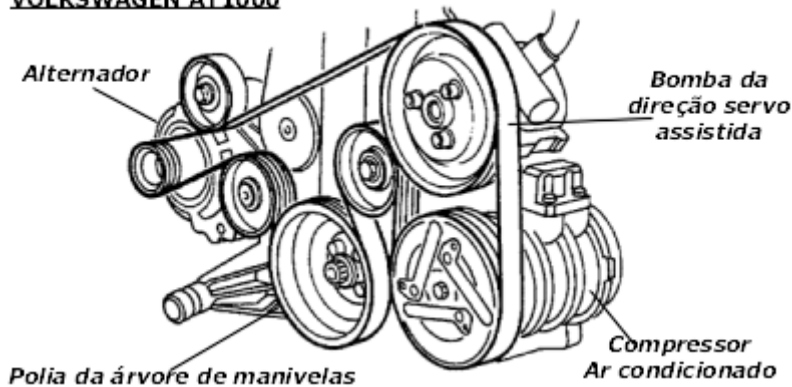


Este tipo de correia foi muito utilizado nos veículos fabricados até 1995. Hoje a grande maioria dos motores utilizam a poli-V.

Embora muito mais barata que a poli-V, a correia trapezoidal não trabalha com esforços mecânicos muito altos. Para garantir um ótimo atrito da correia na polia, seria necessário um tensionamento muito alto, o que poderia provocar o desgaste acentuado dos rolamentos do alternador ou buchas da bomba d'água. Com isso, caso o veículo possua ar e direção, são necessárias três correias deste tipo, sendo uma para o alternador, uma para a bomba hidráulica da direção e outra para o compressor do ar condicionado.

As correias do tipo poli-V, também conhecido por micro-V ou multi-V devido a sua maior aderência com a polia, pode ser utilizada para acionar todos os componentes simultaneamente, diminuindo o número de correias.

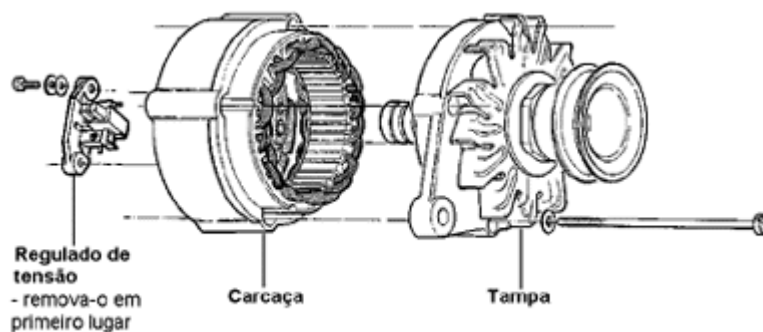
VOLKSWAGEN AT1000



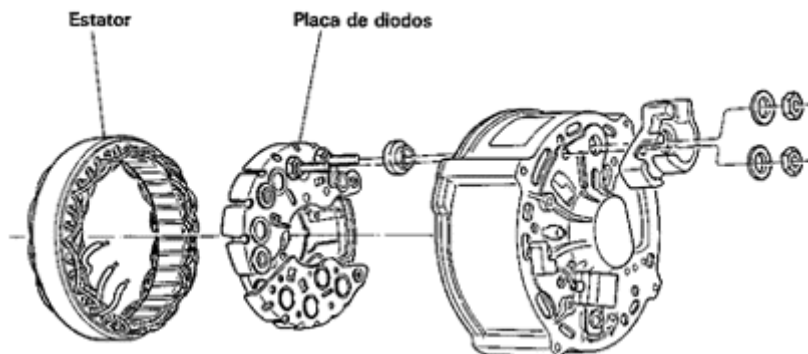
Observe que com a utilização deste tipo de correia, um único componente aciona todos os dispositivos do motor, como compressor de ar condicionado, bomba da direção hidráulica e alternador.

A desvantagem fica por conta da remoção, pois, o sistema tornou-se muito mais compacto, dificultando o acesso a mesma.

Após retirado o alternador, devemos desmontá-lo numa bancada. O alternador normalmente é dividido em partes, como mostra a figura abaixo:

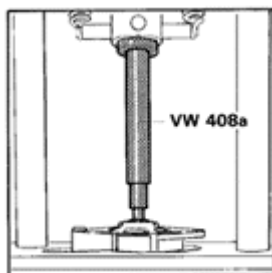
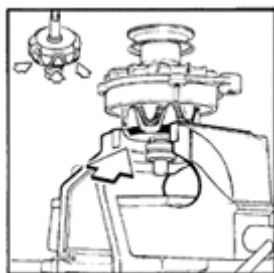


Após desmontado de acordo com a figura acima, devemos separar o rotor da tampa dianteira e o estator da carcaça. Observe que o regulador de tensão deve ser a primeira peça a ser retirada.



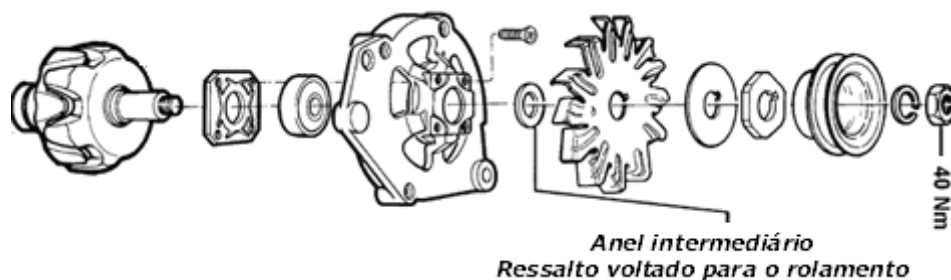
Remova a placa de diodos junto com estator, soltando os parafusos de fixação. Para desmembrar o estator da placa é necessário dessoldar os seus três terminais do diodo com um ferro de solda bem aquecido.

Para remover o rotor da carcaça dianteira, retire a porca de fixação da polia (cuidado para não danificar a ventoinha). Utilize um pino e uma prensa para remover o rotor.



Para retirar o rotor da tampa dianteira, prenda o rotor numa morsa, utilizando mordentes para não danificar o rotor. Retire a porca de fixação, a polia e a ventoinha.

Utilize uma prensa para retirar o rotor da tampa dianteira (cuidado para não danificar a tampa). A figura mostra uma ferramenta especial da VW mas pode-se utilizar um pino confeccionado para isso.



Após desmontado todos os componentes, teste toda a parte elétrica (rotor, estator e placa de diodos) e a parte mecânica (rolamento).

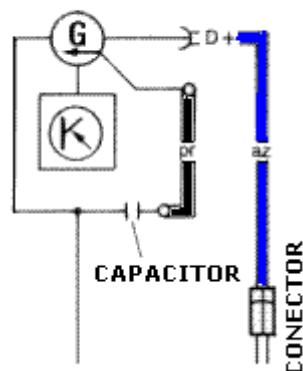
Caso haja folga no rolamento o mesmo deve ser substituído.

Observação: No modelo apresentado (Bosch), caso algum diodo retificador esteja com problemas, convém fazer a substituição completa da placa. Os alternadores Wapsa permitem a substituição de um único diodo.

Alternador- esquema elétrico

Agora que já vimos como funciona, como executar os testes e toda a estrutura do alternador, vamos ao esquema elétrico e suas ligações com os demais componentes do sistema. Para facilitar nossa compreensão, iremos utilizar uma única simbologia para o alternador e o regulador de tensão.

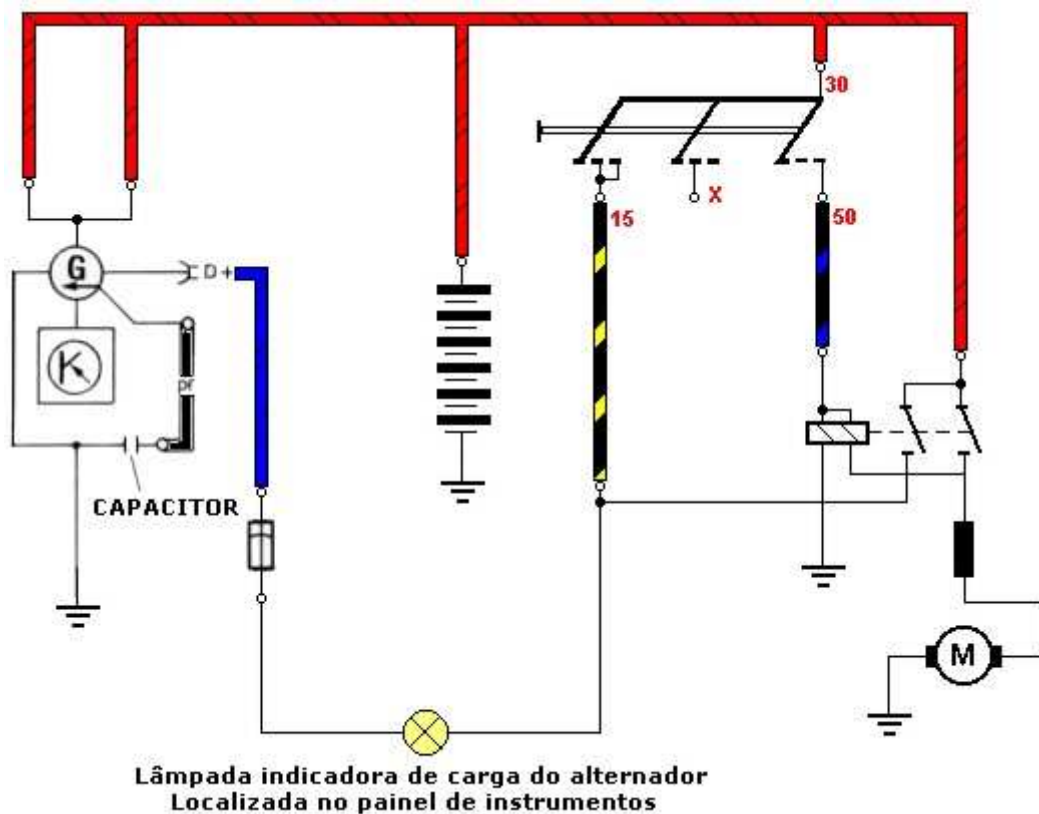
SIMBOLOGIA DO ALTERNADOR COM REGULADOR DE TENSÃO INCORPORADO



Daqui em diante iremos utilizar essa simbologia para o alternador. Veja que não mostrados toda a estrutura do alternador, como placas de diodos, estator e bobina de excitação, apenas o alternador em si representado pelo círculo e a letra G de gerador e o regulador de tensão eletrônico, com o símbolo de um transistor no meio de um círculo, uma vez que este dispositivo é eletrônico.

O capacitor colocado no circuito serve para filtrar os sinais, uma vez que estes podem gerar alguma interferência eletromagnética em outros componentes do automóvel, como a unidade de comando do sistema de injeção, rádios, etc. O aterramento do alternador se faz pela sua própria carcaça.

Agora iremos ver o esquema completo, com o alternador, motor de partida, bateria e comutador de ignição e partida.

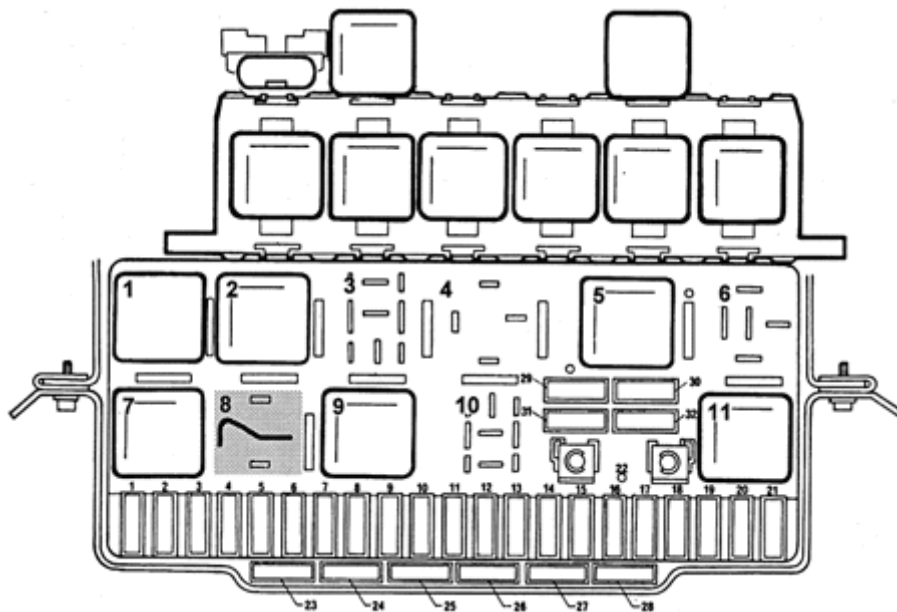


Observe que, se retirarmos o alternador, o restante do circuito você já tinha visto nas aulas anteriores. Daqui para frente é isso que vai ocorrer, cada vez mais o número de componentes irá aumentar até formarmos o circuito elétrico completo.

Na realidade não vai ser bem assim. Como sabemos, com um número muito grande de componentes, será impossível colocarmos todo o circuito numa única página. Isso também ocorre nos manuais, que ao invés de se ter um único circuito numa imensa folha, é dividido em várias partes.

Não se esqueça também, que todo o circuito passa por uma central elétrica e a caixa de fusíveis e relés, que iremos ver a partir de agora, aproveitando o sistema de carga e partida.

CENTRAL ELÉTRICA SANTANA A PARTIR DE 91- VISTA FRONTAL



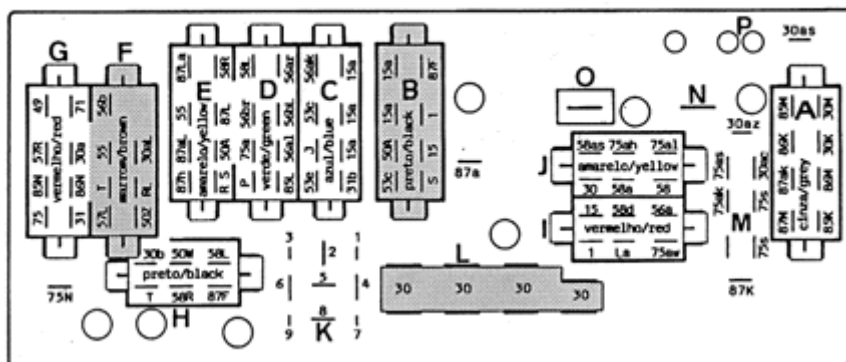
POSICIONAMENTO DO CLIPE

8- Clipe entre os bornes 36 e 38

Na central elétrica estão posicionados os relés e os fusíveis. Adotamos este modelo por ser simples e bastante completo, uma vez que serão apresentados circuitos do ar-condicionado, freios ABS, etc.

Parece meio assustador não? Mas é muito simples. Veremos agora esta mesma central vista de trás.

Central elétrica / vista de trás



POSICIONAMENTOS DOS CONECTORES

B- Chicote dianteiro
L- Linha 30
F- Chicote dos instrumentos do painel

Embora existam vários conectores, utilizaremos no momento apenas os conectores B, L e F que fazem parte do sistema de carga e partida. Os demais conectores veremos futuramente.

Também é de extrema importância que saibamos os códigos de cores dos fusíveis. Os utilizados aqui são os do tipo lâmina. Caso não se recorde, volte algumas aulas e memorize seus valores. Daqui para frente iremos utilizar muito esses dados.