



FORMAÇÃO CONTINUADA

Mecânica

Veículos Leves

Sistema de Carga e Partida

MECÂNICA DE VEÍCULOS LEVES

SISTEMA DE CARGA E PARTIDA

2003

Sistema de Carga e Partida

SENAI-SP, 2003

Trabalho elaborado e editorado pela Escola SENAI "Conde José Vicente de Azevedo"

Coordenação geral	Arthur Alves dos Santos
Coordenação do projeto	José Antonio Messas Mauro Alkmin da Costa
Organização de conteúdo	Henrique Thimoteo Borodai
Revisão técnica	Alexandre Santos Muller José Morais Filho Lázaro Aparecido Diana
Assistência editorial	Maria Regina José da Silva
Editoração	Teresa Cristina Maíno de Azevedo

S47s SENAI. SP. **Sistema de Carga e Partida - Básico**. São Paulo, 2000. 74p. il.

Apostila técnica

CDU 629.063.6

SENAI Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
Escola SENAI "Conde José Vicente de Azevedo"
Rua Moreira de Godói, 226 - Ipiranga - São Paulo-SP - CEP. 04266-060

Telefone (011) 6166-1988

Telefax (011) 6160-0219

E-mail senaiautomobilistica@sp.senai.br

Home page <http://www.sp.senai.br/automobilistica>

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	5
BATERIA	7
• Caixa	8
• Elemento ou célula	8
• Bornes	9
• Eletrólito	9
• Funcionamento básico: reação química	11
• Capacidade nominal	13
• Durabilidade	13
• Testes na bateria	14
• Testes de capacidade (descarga)	15
• Recarga	17
• Inspeção preliminar	19
• Manutenção	19
• Fuga de corrente (auto-descarga)	21
• Precauções	22
• Sistema de avarias	22
• Componentes de uma bateria sem manutenção	26
• Identificação das baterias	29
• Procedimentos para teste	33
ALTERNADORES	34
• Princípio eletrodinâmico	35
• Corrente trifásica	36
• Corrente de pré-excitação	41
• Circuito da corrente de carga	42
• Circuito da corrente de excitação	43
• Estrutura básica do alternador	43
• Tipos de alternadores	44
• Explicação da designação dos alternadores	46

• Regulador de tensão	47
• Reguladores de contato	48
• Reguladores de dois contatos	49
• Reguladores eletrônicos	50
• Regulagem de tensão	51
• Eliminação de desarranjos	52
MOTORES DE PARTIDA	54
• Motor elétrico de partida	54
• Chave magnética	58
• Sistema de acoplamento	60
• Pinhão	60
• Mecanismo de engrenamento	61
• Roda livre	61
• Roda livre de roletes	61
• Embreagem de lâminas	62
• Designação	64
• Motores de partida sem transmissão intermediária	65
• Motores de partida com transmissão intermediária	66
• Tipo DW com campo magnético permanente	67
• Motor de partida com avanço do pinhão por haste deslizante	68
• Tipo KB/QB com sistema combinado em série paralelo	69
• Relé de engrenamento e relé de comando	69
• Mecanismo de engrenamento do pinhão	69
• Ultrapasse e desengrenamento	71
• Manutenção	71
• Eliminação de defeitos	73
BIBLIOGRAFIA	74

INTRODUÇÃO

Esse módulo tem o objetivo de dar informações ao aluno sobre o funcionamento do Sistema de carga e partida. Esse sistema é constituído por um conjunto de equipamentos que gera e armazena eletricidade e um outro conjunto de equipamentos que a consome. Além de informar, o módulo pretende desenvolver no aluno habilidades técnicas que lhe permitam detectar defeitos, fazer manutenção e reparações.

O desenvolvimento dos estudos desse módulo deve ocorrer em duas fases: aulas teóricas e práticas.

A divisão do módulo em duas fases é apenas recurso de organização sendo que as aulas de teoria e de prática devem ocorrer simultaneamente e a carga horária deve variar de acordo com as necessidades didático-pedagógicas.

As aulas teóricas visam desenvolver nos alunos o domínio de conteúdos básicos e de tecnologia imediata necessária para a realização dos ensaios.

As aulas práticas caracterizam-se por atividades realizadas direta e exclusivamente pelos alunos. Nessas aulas, o aluno vai aprender a inspecionar, remover, testar e instalar componentes do Sistema de carga e partida; diagnosticar falhas no Sistema e executar as devidas reparações.

O texto que se segue irá tratar do conteúdo básico da fase teórica do módulo. Esse conteúdo compreende os seguintes assuntos:

- bateria;
- dínamo ou alternador;
- regulador de tensão;
- motor de partida.

BATERIA

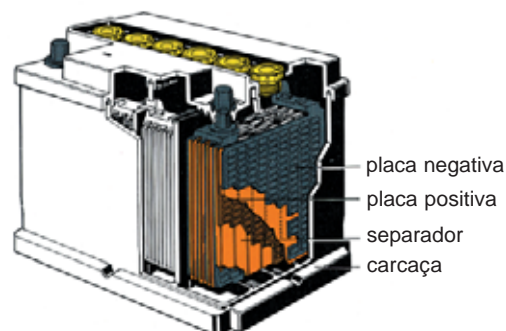
A bateria é um dispositivo de armazenamento de energia química que tem capacidade de se transformar em energia elétrica quando solicitada.

Logo, ao contrário do que comumente se acredita, as baterias não são depósitos de energia elétrica mas sim de energia química, até que um circuito seja conectado em seus pólos, dando origem a uma reação química que ocorre em seu interior, convertendo esta energia química em elétrica que é então fornecida ao circuito.

As principais funções da bateria são:

1. Fornecer energia para fazer funcionar o motor de partida.
2. Prover de corrente elétrica o sistema de ignição durante a partida.
3. Suprir de energia as lâmpadas das lanternas de estacionamento e outros equipamentos que poderão ser usados enquanto o motor não estiver operando.
4. Agir como estabilizador de tensão para o sistema de carga e outros circuitos elétricos.
5. Providenciar corrente quando a demanda de energia do automóvel exceder a capacidade do sistema de carga (alternador/dinamo).

A bateria “chumbo-ácido”, comumente utilizada nos veículos, é constituída basicamente pelos componentes indicados na figura a seguir.



Na grande maioria dos veículos, a bateria é instalada o mais próximo possível do motor de partida, o qual é o seu maior consumidor de energia. Esta medida visa garantir um melhor fornecimento de energia ao motor de partida, diminuindo as perdas nos condutores.

As partes da bateria são: caixa, elemento ou célula, bornes, eletrólito.

CAIXA

A caixa é feita com um material leve, o propileno, excepcionalmente resistente e durável. A caixa facilmente resiste às vibrações que ocorrem em serviço, em diversos tipos de terrenos.

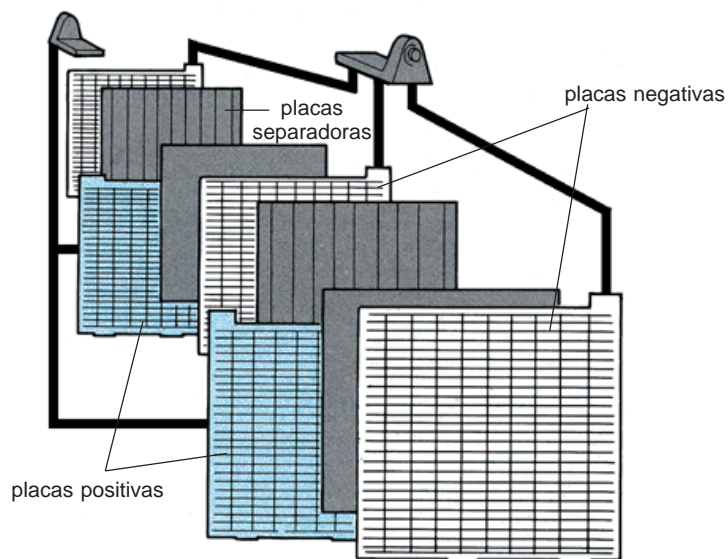
ELEMENTO OU CÉLULA

É um conjunto de placas e separadores agrupados, ligados em paralelo. Os elementos de bateria estão apoiados sobre pontes, sem tocar no fundo da caixa. Esse espaço existente é utilizado para receber a sedimentação de resíduos que se fragmentam das placas, evitando um curto-circuito entre elas. O elemento ou célula é composto de placas e separadores.

PLACAS

As placas positivas e negativas são chapas semelhantes a uma peneira grossa, mas na verdade são grades (compostas de uma liga de chumbo antimônio), coberta de material ativo. O material ativo usado nas placas positivas é o peróxido de chumbo (PbO_2) que lhes dá uma coloração marrom escura; já nas placas negativas, o material ativo usado é o chumbo esponjoso (Pb), que lhes dá uma coloração cinza.

Atualmente, alguns fabricantes de baterias utilizam uma liga de elementos de chumbo e cálcio para fazerem suas grades.

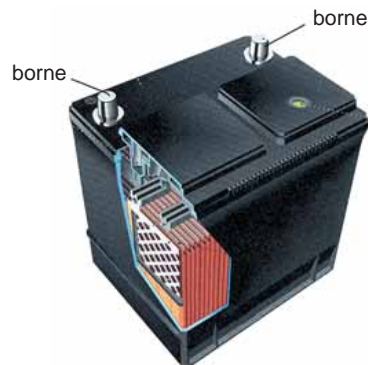


SEPARADOR

Para a montagem do elemento, entrelaçam-se as placas positivas e negativas introduzindo-se entre elas separadores isolantes, o que impede que ocorra curto-circuito entre as placas. Por ser microporoso, o separador possibilita a passagem de íons que são transferidos das placas para o eletrólito durante as reações internas da bateria.

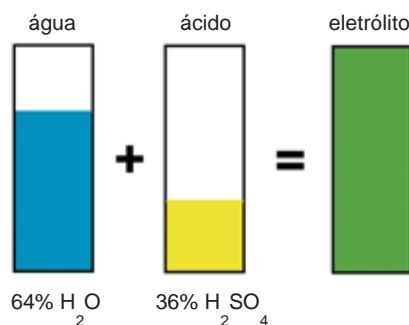
BORNES

São pontos de conexão entre a bateria e os circuitos consumidores externos. As baterias são equipadas com um borne positivo e outro negativo, ambos em chumbo. O borne positivo possui o sinal mais (+) gravado e é, de uma maneira geral, de cor mais escura e de maior diâmetro do que o borne negativo, que possui o sinal menos (-) gravado.



ELETRÓLITO

Este conjunto de placas (elementos) é imerso em solução de ácido sulfúrico e água destilada (eletrólito) que vai provocar a reação entre metais ativos das placas. Quando a bateria está totalmente carregada, a solução fica com aproximadamente 36% ácido e 64% água (por peso) e é dito que sua densidade é de 1,260g/l à temperatura de 26,5°C.



O ácido sulfúrico tem peso diferente da água: é mais pesado. Por conseguinte, quando a bateria está descarregada, o eletrólito pesa pouco; quando a bateria está carregada, pesa mais.

Há outras formas de se definir densidade, entretanto, para o nosso estudo, vamos chamar de densidade o quanto pesa um determinado volume. A densidade da água é 1. Isso significa que um litro de água pesa 1 quilo. O ácido sulfúrico puro tem a densidade de 1,84, ou seja, ele pesa 1,84 vezes mais que a água.

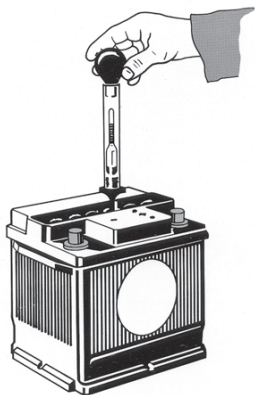
No caso da bateria, o eletrólito tem uma densidade de 1260g/l, isto é 1,26 mais pesado que a água. Quando a bateria se descarrega totalmente, surge mais água no eletrólito e ele fica mais diluído, a sua densidade cai para 1,16.

NÍVEL DO ELETRÓLITO

Uma pequena diminuição no nível do eletrólito da bateria, temporariamente pode ser considerada normal, devido à evaporação da água. Isso ocorre no processo de carga da bateria, que liberta átomos de hidrogênio e de oxigênio que escapam pelos furos de respiros das tampas.

O nível de eletrólito da bateria deve ser verificado periodicamente e se necessário ser corrigido. Para isso, deve-se adicionar somente água destilada, até completar 1,5cm acima das placas, não confundir com a altura dos separadores.

Muitas baterias trazem na tampa uma marca do nível correto do eletrólito.



Densidade de 25°C	Estado de carga
1260 - 1280 g/l	100%
1230 - 1250 g/l	75%
1200 - 1220 g/l	50%
1170 - 1190 g/l	25%
1140 - 1160 g/l	baixa capacidade
1110 - 1130 g/l	descarregada

As leituras das densidades de cada vaso (elemento) não devem variar de 50 unidades g/l entre elas. Se isso acontecer, a bateria deverá ser substituída.

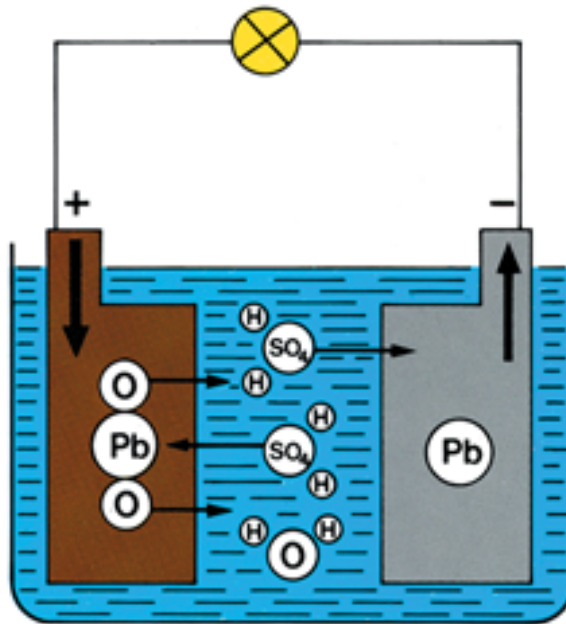
FUNCIONAMENTO BÁSICO: REAÇÃO QUÍMICA

PROCESSO DE DESCARGA

Conectando-se aos pólos de uma bateria os terminais de um consumidor, neste será aplicada uma diferença de potencial elétrico, fazendo circular no sistema uma corrente elétrica. Neste momento a bateria está em reação de descarga.

Neste processo há uma reação química entre as placas e o eletrólito da bateria, resultando daí o radical sulfato SO_4 .

O radical sulfato (SO_4) passará tanto para as placas positivas quanto para as placas negativas transformando-se em sulfato de chumbo (PbSO_4). Quanto mais intensa e prolongada for a descarga maior será esta concentração.



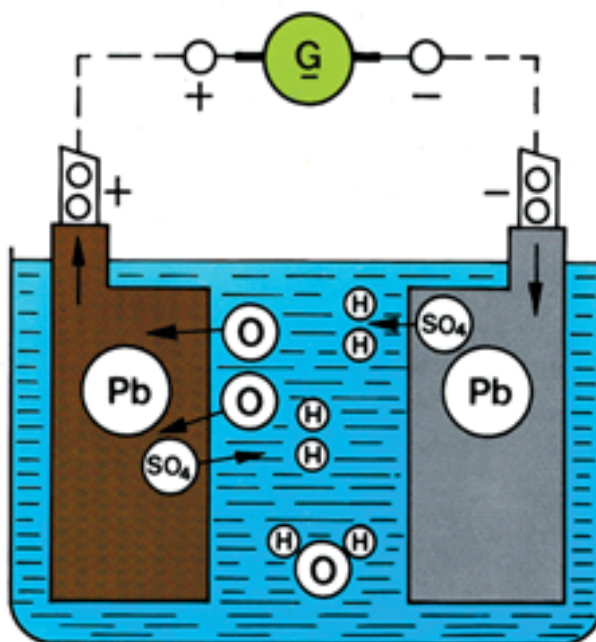
Quando um circuito externo é conectado entre os pólos da bateria, inicia-se um fluxo de corrente que desloca os elétrons das placas negativas para as positivas, até que haja o equilíbrio elétrico. Ao mesmo tempo, as placas “absorvem” os radicais sulfato (SO_4) e o eletrólito ficará menos denso.

PROCESSO DE CARGA

O processo de carga de uma bateria consiste em provocar a reação química oposta à ocorrida na descarga. Para tal, deve-se aplicar à bateria uma tensão maior que a sua tensão nominal. Desta maneira, faremos circular uma corrente, desta vez em sentido oposto à descarga.

Esta corrente fará com que o radical sulfato (SO_4) que estava ligado às placas de chumbo, dissocie-se e junte-se ao hidrogênio da água (H), formando novamente ácido sulfúrico (H_2SO_4) e assim voltando a densidade correta.

As placas restabelecer-se-ão, ficando a negativa com chumbo puro (Pb) e a positiva com peróxido de chumbo (PbO_2), após receber oxigênio (O_2) da água.



Quando aplica-se à bateria uma tensão maior que a sua tensão nominal, faz-se circular uma corrente em sentido contrário à descarga, até que haja o desequilíbrio elétrico. As placas liberam os radicais sulfato (SO_4) e o eletrólito fica mais denso.

CAPACIDADE NOMINAL

É a condição quantitativa de armazenamento de energia que possui uma bateria. A capacidade de armazenamento depende da quantidade de material ativo, contido nas placas da bateria. A unidade de medida de capacidade é Ampères x horas (Ah). Este é o critério mais usado. Baseia-se na corrente que a bateria pode fornecer constantemente durante 20h de descarga à temperatura de 26,5°C, sem que sua tensão “caia” abaixo de 10,5 volts (especificado na caixa da bateria).

Por exemplo: uma bateria que consegue fornecer 3A continuamente, durante 20 horas, é classificada como bateria 60Ah ($3A \times 20 \text{ horas} = 60Ah$).

DURABILIDADE

A durabilidade da bateria está relacionada a vários aspectos de seu uso. Um dos aspectos preponderantes é a profundidade de descarga.

A bateria funciona em ciclos de carga e descarga e quanto maior a profundidade de descarga, menor sua durabilidade.

PERDA DE CARGA

As baterias armazenadas sofrem uma perda constante de carga, mesmo que não sejam solicitadas para nenhum uso. Isto ocorre porque reações químicas secundárias indesejáveis acontecem todo o tempo dentro da bateria. Esta autodescarga como é chamada, varia em função da temperatura.

Por exemplo: uma bateria de 36Ah à temperatura de 38°C poderá estar descarregada em 4 meses, enquanto que armazenada à temperatura de 10°C pouco perderá em 1 ano.

Tanto a umidade como a sujeira sobre a bateria podem provocar uma fuga de corrente entre os terminais da bateria e o chassi do automóvel que provocam sua descarga.

O ácido que se desprende da bateria além de causar sua descarga pode também atacar as chapas do automóvel, roupas e pele humana. Portanto, é bastante importante manter os pólos e a bateria sempre limpos e secos.

TESTES NA BATERIA

Cuidados especiais devem ser observados ao se efetuar um teste em um sistema elétrico que apresenta funcionamento deficiente.

Alguns defeitos atribuídos à bateria podem ser ocasionados por outros componentes do sistema. Assim, possíveis falhas da bateria devem ser pesquisadas cuidadosamente, não só para evitar a indevida substituição de baterias em condições normais de funcionamento, como para evitar trabalhos desnecessários para a eliminação de falhas cuja origem se localiza em outras áreas e que poderia vir a inutilizar a bateria.

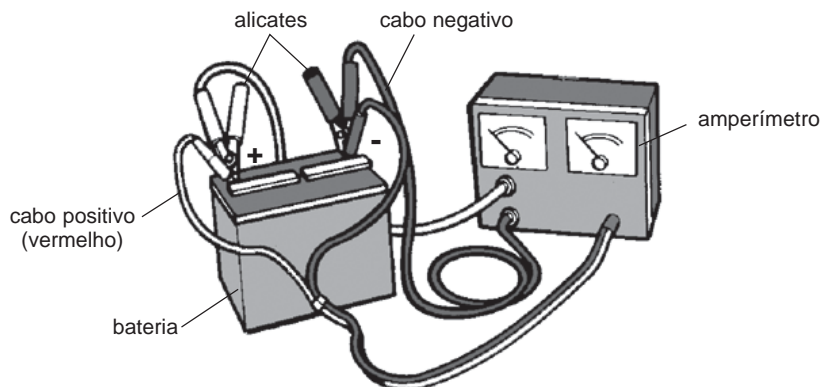
PESO ESPECÍFICO DO ELETRÓLITO (DENSIDADE)

Deve-se verificar o nível do eletrólito em cada elemento; ele deve ser suficiente para que uma quantidade adequada seja fornecida ao densímetro. Para que uma indicação fiel do valor de densidade do eletrólito seja conseguida devem-se observar os seguintes cuidados:

- nunca retirar eletrólito de um elemento cujo nível tenha sido recentemente completado, sem que a bateria tenha sido carregada;
- nunca efetuar a verificação do peso específico em baterias submetidas recentemente a um regime alto de descarga (partidas prolongadas, por exemplo), nem a um regime alto de carga;
- nunca transferir eletrólito de um elemento para outro;
- quando for necessário completar o nível de algum elemento, adicionar unicamente água destilada, aplicando, a seguir, à bateria, uma carga lenta.
- verificar a densidade do eletrólito e comparar as leituras obtidas, com as da tabela da página 9;
- calcular a diferença entre os valores máximo e mínimo, obtidos: se inferior a 40 g/ℓ, a bateria deve ser submetida a carga lenta - até que o peso específico atinja 1250 g/ℓ.

TESTES DE CAPACIDADE (DESCARGA)

Consistem em determinar a corrente que cada bateria consegue fornecer a um sistema, mantendo uma tensão eficiente que permita manter em operações demais sistemas elétricos.



OBSERVAÇÃO

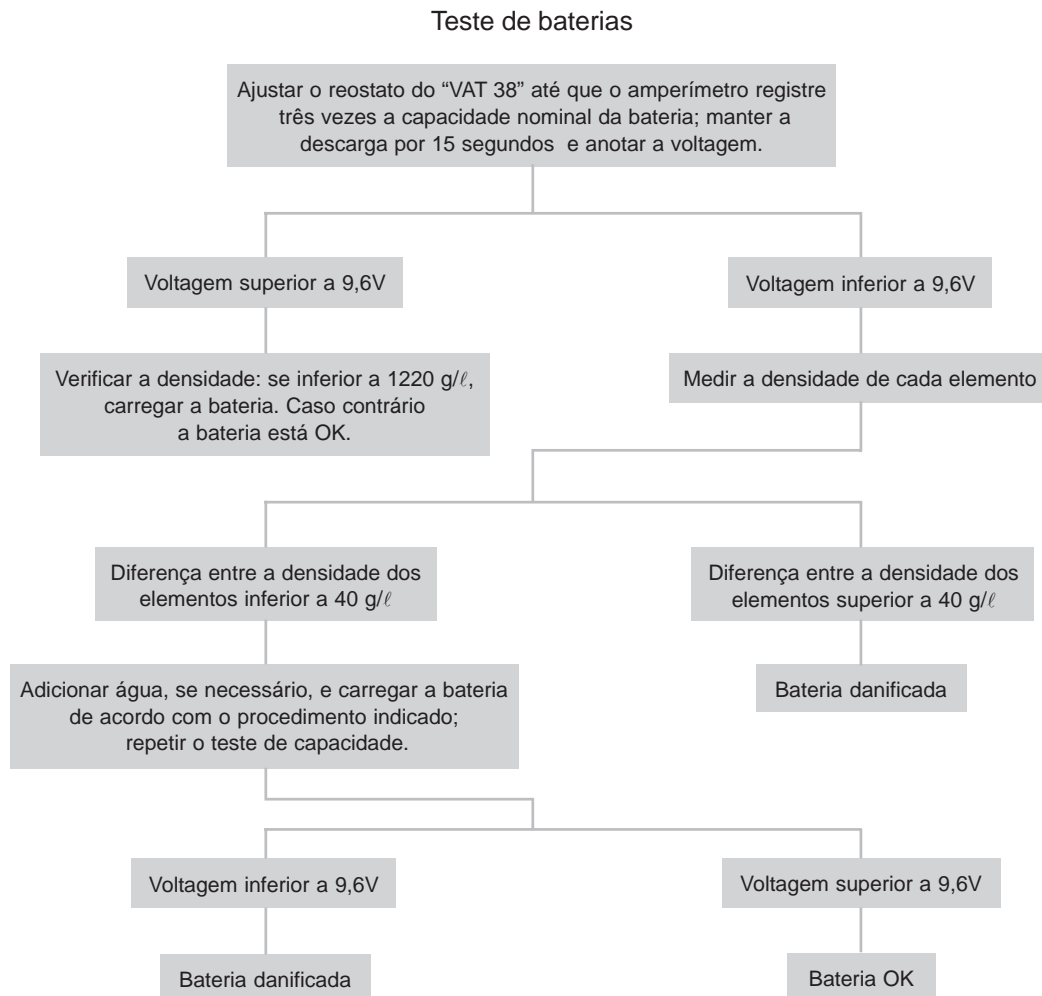
As informações referentes aos itens 5 a 8 aplicam-se às temperaturas superiores a 18°C, com uso do equipamento da SUN modelo VAT 38”.

Os testes de capacidade de bateria devem ser feitos da seguinte maneira:

1. Fazer a inspeção visual da bateria.
2. Submetê-la à carga lenta até que o peso específico do eletrólito atinja 1260g/ℓ.
3. Verificar o nível do eletrólito, completando-o, se necessário. Quando da adição de água, verificar o peso específico do elétrico, após ter sido a bateria submetida à recarga.
4. Ligar o analisador aos terminais da bateria.
5. Drenar a corrente da bateria durante 15 segundos, em três vezes a sua capacidade nominal, ou seja: para uma bateria de 40 ampères x hora, ajustar a corrente de descarga para 3 x 40 ampères = 120 ampères.
6. Durante o período de descarga, observar a tensão, que não deve ser inferior a 9,6V, após 15 segundos. Se a voltagem for superior a 9,6V a bateria está em bom estado.
7. Verificar o peso específico do eletrólito; se inferior a 1250g/ℓ, submeter a bateria à carga lenta;
8. Se a voltagem for inferior a 9,6V, o peso específico do eletrólito for inferior a 1250 g/ℓ, não existir entre os elementos uma variação superior 40 g/ℓ, o eletrólito estiver limpo é, em geral, sinal de que a bateria encontra-se apenas descarregada.

Deve-se, nesse caso, aplicar uma carga rápida durante 30 minutos e fazer nova verificação na densidade. Se apenas um pequeno aumento do peso específico do eletrólito for observado ou se não houver aumento, deve-se aplicar uma carga lenta durante 24 a 36 horas e efetuar nova verificação de densidade.

Se não for obtido um peso específico do eletrólito de pelo menos 1250g/ℓ ou se houver entre os elementos uma variação de 40 g/ℓ ou mais, a bateria está danificada.



Existem dois processos para carregar a bateria:

- Carga lenta
- Carga rápida

CARGA LENTA

A maioria das baterias pode ser carregada totalmente de 12 a 14 horas. Uma bateria está completamente carregada quando os vasos formam gases (borbulham) e a densidade deixa de subir em 3 leituras sucessivas, tomadas a intervalos de uma hora.

Em uma bateria de 15 placas em cada vaso, 7 são positivas e 8 são negativas. o regime recomendado de carga lenta é de 1/10 da capacidade da bateria. Exemplo: bateria de 36 Ah - corrente para recarga = 3,6 ampères.

CARGA RÁPIDA

A carga rápida não recupera totalmente uma bateria porém deve ser suficiente para que forneça energia ao veículo em um caso de emergência.

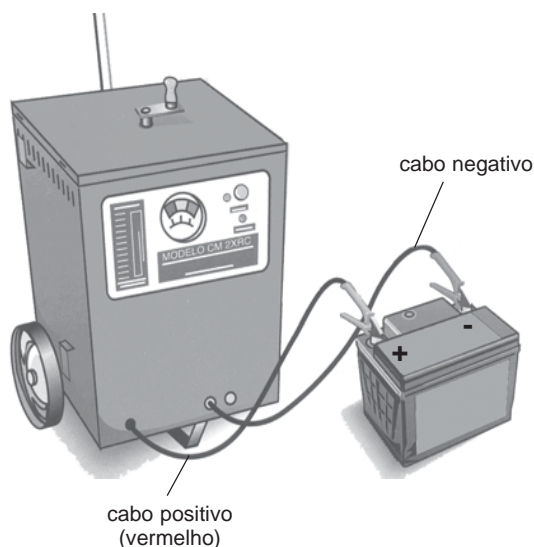
Nunca deve-se aplicar a carga rápida numa bateria com densidade acima de 1250 g/l. O regime da carga rápida é de no máximo 1/3 da capacidade nominal da bateria. Exemplo: bateria de 36 Ah - corrente para recarga = 12 ampères.

A temperatura sobe durante a carga rápida. Se for superior a 49°C é conveniente diminuir a intensidade da corrente de carga para evitar danos na bateria.

RECARGA

Antes de submeter a bateria à recarga, deve-se:

1. Verificar o nível do eletrólito, completando-o, se necessário, até aproximadamente 1,5cm acima das placas.
2. Ligar os terminais do carregador aos da bateria. As ligações dos equipamentos de teste do sistema elétrico e baterias devem ser feitas de acordo com as instruções do fabricante do aparelho.
3. Selecionar o tipo de carga no carregador. Neste instante, a voltagem sobre os terminais da bateria não poderá ultrapassar 14,5V. Valores superiores a 14,5V indicam defeito interno na bateria.



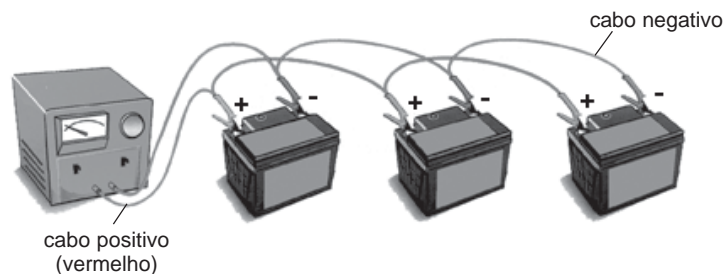
OBSERVAÇÃO

Mantenha as tampas dos elementos removidas durante o processo de carga pois há liberação de oxigênio e de hidrogênio da solução. Mesmo depois de finda a carga, a célula pode acumular hidrogênio, que fica retido no elemento. O hidrogênio, dentro de certa concentração na atmosfera, torna-se altamente explosivo. Por isso, evite realizar esse processo de carga perto de locais que possam ter fogo ou faíscas.

RECARGA EM PARALELO DAS BATERIAS

Em uma recarga em paralelo, a tensão fornecida pelo carregador mantém-se ligeiramente superior à tensão de uma única bateria, não podendo ultrapassar 14,5V.

O circuito paralelo consiste na ligação de bornes com a mesma polaridade.



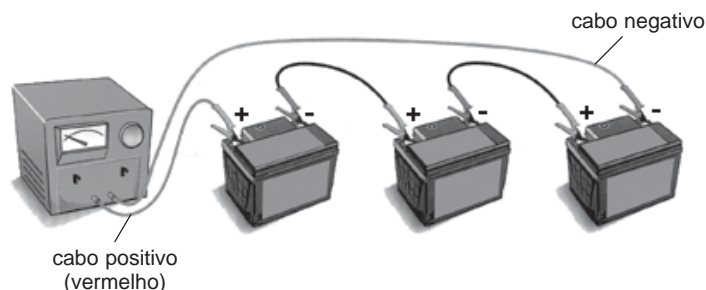
A corrente total do circuito será a soma da corrente que cada bateria estará recebendo do carregador. Caso uma bateria esteja danificada, a corrente desta irá distribuir-se entre as outras, podendo provocar um excesso de carga; por este motivo, é preferível que a recarga seja aplicada através de um circuito em série.

RECARGA EM SÉRIE DAS BATERIAS

Em uma recarga em série, a corrente fornecida a todas as baterias é igual, podendo ser calibrada no carregador.

As ligações devem ser executadas de forma a unir o pólo negativo da primeira bateria, ao positivo da segunda e assim sucessivamente. A garra positiva do carregador deve ser ligada ao borne positivo da primeira bateria; a garra negativa do carregador deve ser ligada ao borne negativo da última bateria.

A tensão fornecida por este tipo de carregador deve ser ligeiramente maior que a soma das tensões das baterias sob carga. Por exemplo: para recarga de 3 baterias em série $V_s = \pm 42V$.



INSPEÇÃO PRELIMINAR

Deve-se efetuar, periodicamente, uma inspeção visual da bateria verificando:

- a fixação ao suporte: a bateria não deve estar frouxa, para evitar danos às placas, por vibração, nem excessivamente apertada;
- os cabos: quanto a corrosão e desgaste do isolamento;
- as conexões: quanto a fixação, corrosão e limpeza; as partes corroídas - bornes, terminais, cabos, etc. - devem ser limpas com uma mistura de água + bicarbonato de sódio ou água + amoníaco e uma escova de cerdas duras;
- jamais deve-se raspar a camada de chumbo dos terminais ou dos cabos;
- o nível do eletrólito: deve ser mantido 1,5cm acima das placas. Atentar para vestígios de corrosão no suporte; esta característica pode indicar que o eletrólito foi derramado e, caso não repostado prontamente, pode ter provocado a sulfatação das placas, aumentando a taxa de descarga da bateria;
- a caixa: quanto a trincas, quebras e deformações; sujeira, em excesso na tampa, pode provocar a descarga da bateria;
- as tampas dos elementos: quanto a quebra, trincas e obstrução dos tubos de respiro;
- a limpeza: a taxa de descarga pode ser superior à normal, se uma quantidade considerável de eletrólito for derramada ou se a parte superior da bateria não estiver completamente limpa. É importante que a bateria seja mantida limpa.

MANUTENÇÃO

O tempo máximo de vida útil de uma bateria somente é atingido quando forem tomados os necessários cuidados para a sua manutenção e realizadas as inspeções periódicas recomendadas.

Sua capacidade de carga não deve ser excedida por sobrecarga excessiva e constante, devendo serem observados os requisitos de carga.

A água é um dos elementos essenciais de uma bateria e o único componente que se consome, em decorrência das condições de carga. O nível recomendado do eletrólito deve ser mantido corretamente, para que sua máxima vida útil seja atingida.

Para a correta manutenção de uma bateria, deve-se proceder como segue:

1. Verificar o nível do eletrólito, à temperatura normal de funcionamento, não permitindo que fique abaixo das placas, o que acarretaria uma alta concentração do ácido, danificando os separadores e debilitando as placas, além de as expor a um rápido processo de sulfatação, que comprometeria a sua durabilidade.

Para um eficiente desempenho, as placas devem ser mantidas completamente cobertas pelo eletrólito. O nível correto do eletrólito é de 1 a 1,5cm acima das placas.

2. Ao reabastecer os elementos da bateria, usar somente água destilada; não usar água de chuva ou de nascente.
3. Conservar a bateria com pelo menos 3/4 de sua carga, evitando, assim, que as placas se sulfatizem e percam a eficiência.
4. Evitar sobrecargas: carga excessiva provoca superaquecimento da bateria, expandindo as placas positivas, podendo empená-las ou, até mesmo, quebrá-las. A sobrecarga pode causar, também, distorção da cabeça e deslocamento do composto vedador.
5. A carga rápida causa um aquecimento repentino na bateria: assim sendo, não deve-se permitir que temperaturas superiores a 50°C sejam atingidas, o que poderia danificá-la.
6. Como medida de segurança, alguns equipamentos de carga incorporam um termostato que desliga a carga rápida automaticamente, quando a temperatura do eletrólito alcança 50°C. O controle termostático assegura a carga máxima, no menor tempo possível.
7. Nunca deve-se adicionar ácido sulfúrico ao eletrólito de um elemento, quando o nível estiver abaixo do normal, por derramamento. O eletrólito usado no reabastecimento deve ter o mesmo peso específico do existente.

8. Nunca retirar o eletrólito de um elemento cujo nível tenha sido recentemente completado com água, não tendo, ainda, a bateria sido recarregada.
9. Não efetuar a verificação do peso específico em baterias submetidas a um regime alto de descarga - partidas prolongadas, por exemplo.
10. Nunca transferir eletrólito de um elemento para outro.

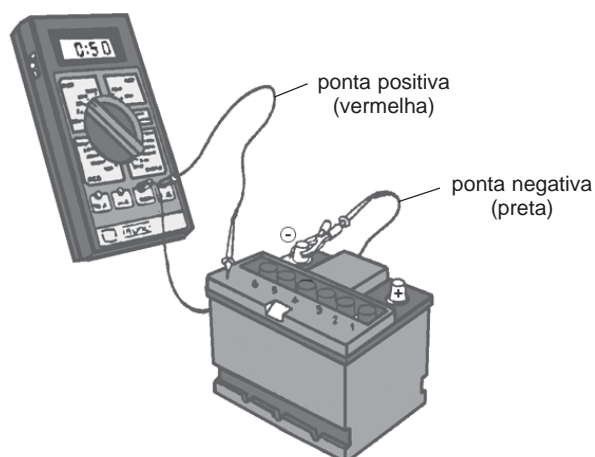
FUGA DE CORRENTE (AUTO-DESCARGA)

Para verificar se está ocorrendo fuga de corrente de uma bateria, deve-se:

- observar se há sobre a bateria depósito de eletrólito, sujeira e substâncias estranhas pois acarretam uma descarga contínua.
- medir a voltagem entre o pólo negativo e a carcaça da bateria com um voltímetro equipado com pontas de prova tipo “BCP” ou de aço inoxidável, ajustado à escala de leitura de tensão mais baixa possível,
- manter a ponta de prova negativa em contato com o pólo negativo e mover a positiva através da superfície isolada da bateria, sem tocar nos terminais das células ou pólo positivo.

OBSERVAÇÕES

- Leituras inferiores a 0,5V
 - caixa da bateria está em boas condições, necessitando apenas de limpeza.
- Leituras superiores a 0,5V
 - limpe a superfície da bateria com uma solução de amônia ou bicarbonato de sódio, e depois com água. Seque-a, a seguir, e repita o teste.



PRECAUÇÕES

- Os gases liberados durante o período de carga são explosivos. Nunca se deve aproximar chamas ou permitir faíscas próximas ao local de recarga ou de baterias recentemente carregadas. Não se deve fumar.
- O ácido sulfúrico usado nas baterias irrita a pele, olhos, nariz e garganta, causando queimaduras. Deve-se, então, evitar respingos ou contatos com a pele, olhos e roupa. É recomendável utilizar luvas de proteção e óculos de segurança resistentes a ácidos; equipamentos comuns de proteção podem ser danificados. É recomendável, também, ter sempre à mão água e sabão, para casos de respingos acidentais. Em uma emergência, deve-se neutralizar a ação do ácido, aplicando sobre a parte atingida uma solução de bicarbonato de sódio ou solução básica (alcalina, fraca). É muito importante evitar a inalação de vapores ácidos.

Se os olhos forem atingidos, deve-se lavá-los imediatamente com água corrente, durante cerca de 15 minutos.

Em casos gerais mais graves, deve-se recorrer a cuidados médicos.

Geralmente estas regras de segurança são identificadas através de símbolos próprios, utilizados internacionalmente.



SISTEMAS DE AVARIAS

Baterias submetidas a longos períodos de inatividade, em estoque ou instaladas em veículos, requerem cuidados especiais de manutenção a fim de evitar sua deterioração.

Igualmente, a ativação e carga de baterias de estoque e o recarregamento de baterias parcialmente descarregadas devem obedecer rigorosamente às normas recomendadas pelos fabricantes a fim de evitar danos causados por processos inadequados.

Cargas insuficientes ou excessivas, aplicadas pelo sistema de carga do veículo ou por equipamentos de recarga, podem danificar a bateria.

As conseqüências mais prováveis de carga excessiva são:

- forte corrosão das placas positivas;
- decomposição da água em gases (hidrogênio e oxigênio), os quais tendem a inibir a ação do material das placas e causar o borbulhamento do ácido para fora das células;
- aumento da temperatura, a qual acelera as reações químicas normais e danifica placas, separadores, caixa e composto de vedação;
- empenamento acentuado e conseqüente perfuração dos separadores. Este tipo de dano ocorre freqüentemente, quando a bateria é submetida a carga excessiva, logo após um período de descarga;
- transbordamento da solução, causado por aplicação de carga a um valor excessivo.

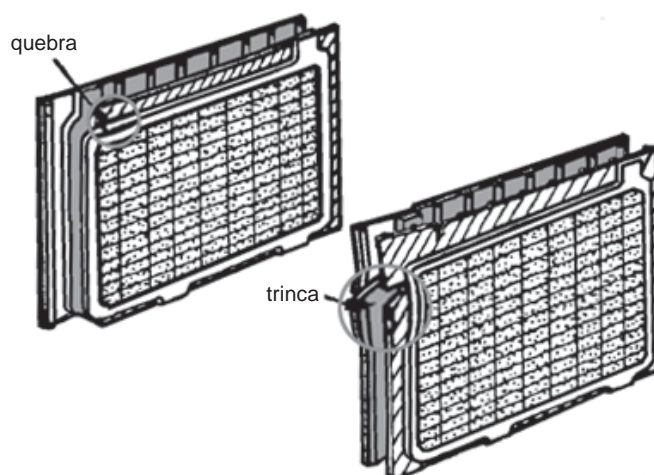
As conseqüências mais prováveis de carga insuficiente são:

- aumento da densidade do sulfato nas placas, prejudicando as reações eletroquímicas, durante a carga da bateria;
- em baterias mantidas parcialmente descarregadas por períodos prolongados, pode ocorrer a formação de partículas de sulfato de chumbo sobre os separadores, provocando curtos-circuitos temporários entre as placas negativas e positivas.

SEPARADOR QUEBRADO OU TRINCADO

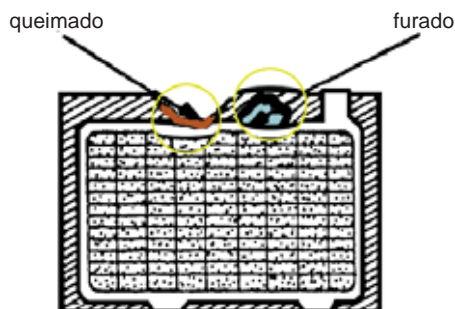
O separador trincado ou quebrado facilita a ocorrência de curto-circuito. As principais causas de quebra são:

- manuseio incorreto de pontas de prova tipo BCP, do densímetro ou de qualquer ferramenta introduzida nas células para teste;
- vibração decorrente de má fixação da bateria no suporte.



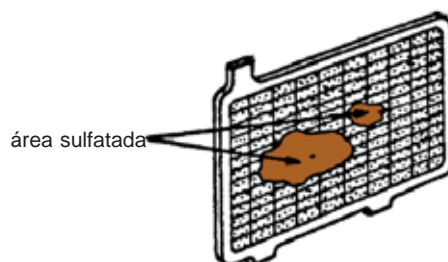
SEPARADOR QUEIMADO OU FURADO

Placas ou separadores queimados, em decorrência de aplicação incorreta de carga imposta pelo sistema de carga, com regulador desajustado, ou recarga incorreta (carga rápida).



PLACA SULFATADA

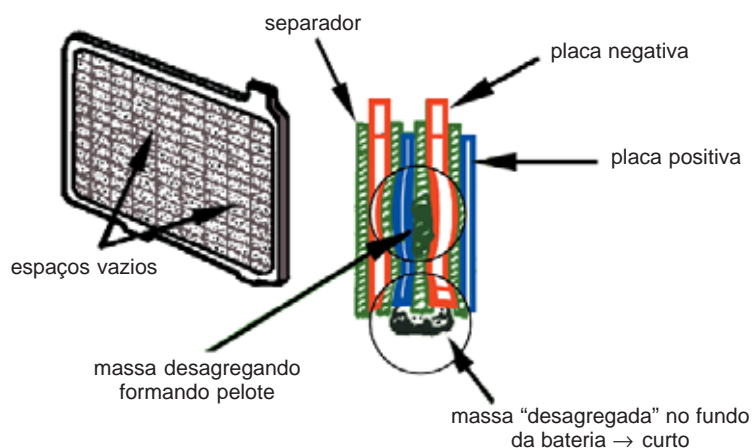
A placa sulfatada reduz a vida útil da bateria. É decorrente de um longo período de inatividade de uma bateria descarregada ou a sua utilização com nível baixo de eletrólito.



PLACA COM FALTA DE MASSA

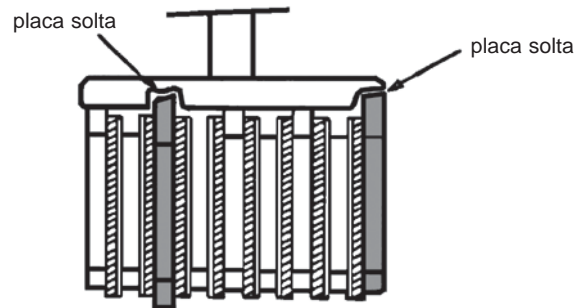
A placa com falta de massa diminui a vida útil da bateria. Um longo período de inatividade de uma bateria, sem pelo menos 3/4 de sua capacidade nominal, acarreta o endurecimento ou empenamento das placas.

Ao ser reativada, a massa das placas solta-se, provocando uma deficiência em sua capacidade nominal de carga e risco de curto-circuito pela deposição desta massa no fundo da caixa.



PLACA SOLTA

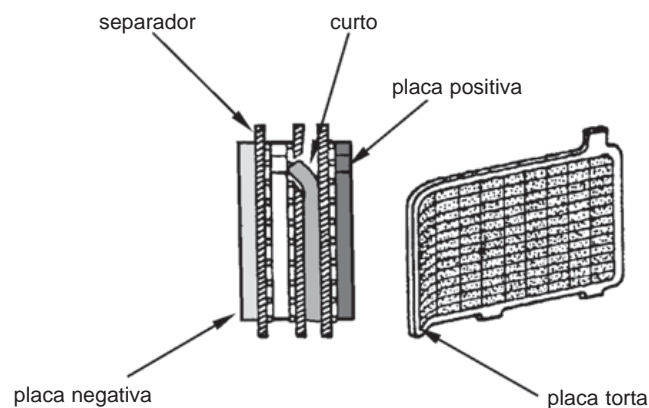
Conseqüência de vibrações causadas pela má fixação da bateria ao seu suporte.



PLACA EMPENADA

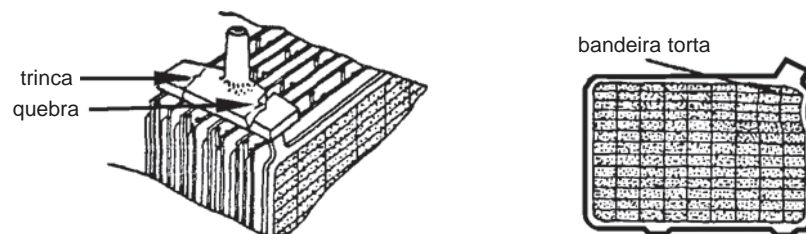
Placas empenadas são conseqüência de superaquecimento provocado por sobrecarga na bateria.

A placa torta força o separador, danificando-o e ocasionando o curto-circuito.



DANOS NOS BORNES

Bornes e ligações internas danificam-se como conseqüência de pancadas, esforço excessivo ou uso de ferramentas inadequadas quando da remoção e instalação dos terminais.



COMPONENTES DE UMA BATERIA SEM MANUTENÇÃO

GRADE

O componente fundamental de uma bateria é a grade. Consiste em uma estrutura metálica que suporta o material ativo das placas e conduz corrente.

A grade é feita com uma liga dos elementos chumbo e cálcio que, através de um novo processo de fabricação, caracteriza uma nova geração que necessitam de pouca manutenção.

Podemos destacar, também, outras vantagens no uso das grades de chumbo e cálcio:

- melhor condutividade;
- menor taxa de autodescarga;
- maior resistência à degradação térmica;
- maior resistência à corrosão.

PLACA

As grades, uma vez empastadas com o material ativo (podendo ser a pasta positiva ou negativa) passam a ser chamadas placas. O material ativo é o responsável pela principal função da bateria, ou seja, converter energia.

No processo de empastamento, é utilizado óxido de chumbo para a preparação da pasta. O óxido de chumbo é micronizado, ou seja, o tamanho da partícula de óxido de chumbo é bem menor do que o não micronizado, usado nas baterias convencionais.

A utilização do óxido de chumbo não micronizado resulta em desempenho inferior das baterias convencionais.

A reação química entre as placas e o eletrólito é um fenômeno de superfície. Sendo assim, quanto menor o tamanho da partícula de óxido de chumbo, mais reativa a partícula será. Desta forma, ao utilizarmos o óxido de chumbo micronizado, obtemos um melhor aproveitamento da área de reação das placas, com uma conseqüente maximização do desempenho elétrico da bateria.

SEPARADOR

É utilizado para evitar que as placas se toquem. Por ser microporoso, possibilita a passagem dos íons que se transferem das placas para o eletrólito durante as reações internas da bateria.

ENVELOPES SEPARADORES

Nas baterias são utilizados envelopes separadores, sendo envelopadas as placas negativas. O envelope separador é microporoso para que o eletrólito possa penetrar e a corrente elétrica fluir das placas de um grupo para as placas de outro grupo com polaridade oposta.

O material utilizado para a fabricação do envelope é o polietileno. Comparados com os separadores existentes de PVC ou celulose, os envelopes separadores de polietileno têm maior resistência mecânica e elevada resistência elétrica.

OBSERVAÇÃO

Resistência mecânica é a resistência às vibrações e ao manuseio durante o processo produtivo da bateria.

Nos testes de ataque pelo eletrólito, os separadores de polietileno também apresentam maior resistência à ação química do ácido.

O envelope separador evita curto-circuitos porque as três bordas das placas estão seladas. Nas baterias convencionais, são utilizados separadores comuns de PVC ou celulose, apenas intercalados, que protegem somente a face da placa, o que possibilita a migração do material ativo desagregado.

Os curtos-circuitos ocorrem em serviço, quando o material ativo migra em forma de pequenas partículas e põe em contato placas de polaridade oposta em sua parte inferior ou lateral. Um acúmulo de material ativo no fundo da caixa dá origem a um curto-circuito, implicando necessidade de substituição da bateria.

CONECTOR DE PLACAS

Tem como função unir as placas de um mesmo tipo formando grupos positivos e negativos. A combinação de um grupo positivo com um negativo dá origem a um elemento.

ELEMENTO

É um grupo de placas positivas e negativas intercaladas. Entre as placas existe necessidade de um separador, pois se as placas se tocarem ocorre um curto-circuito. O elemento está pronto para ser colocado dentro da caixas da bateria. Os elementos são, freqüentemente, chamados células.

ELETRÓLITO

O eletrólito consiste de ácido sulfúrico e água. Cada célula é cheia com eletrólito de maneira que as placas fiquem totalmente cobertas pela solução.

CAIXA

A caixa é feita com um material leve, o polipropileno, excepcionalmente resistente e durável. Facilmente resiste às vibrações que ocorrem em serviço em diversos tipos de terrenos. É dividida em seis células separadas, sendo colocado um elemento em cada célula. Com seis células conectadas em série, a tensão nominal através dos terminais é de 12 volts. Porém, para a geração de tensão e corrente, os elementos devem estar completamente imersos, no eletrólito.

TAMPA

A tampa é feita do mesmo material da caixa. É injetada em uma só peça e selada a quente na caixa. A selagem deve ser resistente e não pode permitir vazamentos.

SEPARADOR LÍQUIDO-GÁS NA TAMPA

Quando a bateria começa a ser utilizada ou existe uma mudança climática, há uma liberação de gases. Por esse motivo, as tampas das baterias são providas de um separador líquido-gás que não pode ser visto após a selagem da bateria e tem, como função, estabilizar a pressão interna da bateria com a pressão atmosférica, liberar os gases provenientes da eletrólise interna da bateria e reter as partículas fazendo com que voltem para as células.

Deste modo, nenhuma quantidade de água é expelida junto com os gases e a perda de água é praticamente eliminada. As baterias convencionais não têm este dispositivo separador líquido-gás, ocorrendo a perda de água o que contribui para a necessidade de adição de água.

HIDRÔMETRO INDICADOR DO ESTADO DE CARGA

A tampa também incorpora em sua estrutura um hidrômetro que tem a função de indicar se a bateria está em condições de ser testada e utilizada, se há necessidade de uma recarga ou, ainda, se deve ser substituída.

Indicador de teste			
Estado de carga	Acima de 65%	Abaixo de 65%	Nível baixo de eletrólito
Ação	Teste de descarga rápida	Carregar antes de testar	Substitua a bateria e verifique o sistema elétrico do veículo

Nota: Indicador de teste escuro não significa bateria defeituosa, e sim bateria descarregada.
Indicador de teste claro indica defeito no sistema elétrico do veículo.

TIPO DE CAIXA

As caixas são codificadas pelas letras A, B, C, D, E e H. Suas dimensões e a forma de fixação estão listadas na tabela “Características Técnicas de Baterias”, nas colunas encimadas por “Dimensões Externas” e “Fixação”. Neste caso, a letra C significa caixa de 242mm de comprimento, por 175mm de largura por 175mm de altura e fixação 2.

C.C.A. (COLD CRANKING AMPÈRES = CORRENTE DE PARTIDA A FRIO)

A principal função da bateria é fornecer energia elétrica ao motor de arranque quando o motor do veículo é acionado. Para tanto, é necessária uma grande descarga em ampères durante a partida. Esta função pode ser comprovada através do “Teste de descarga a frio”, que mede a descarga em ampères que uma bateria totalmente carregada manterá durante um tempo determinado, de acordo com as características da bateria, as condições climáticas e as informações de uso do equipamento usado no teste.

POLARIDADE

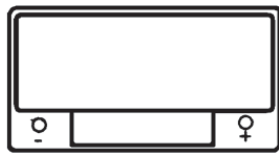
É a localização direita (D) ou esquerda (E) do pólo positivo. A identificação “DF” (Direito Ford) indica pólos somente para os veículos da Ford. Veja detalhe na tabela de “Características técnicas de bateria”.

RESERVA DE CAPACIDADE (RC)

Este parâmetro não se encontra na identificação da bateria, mas será listado na tabela “Características técnicas de baterias”, na coluna encimada por “RC”. Reserva de capacidade é o tempo em minutos que uma bateria totalmente carregada fornecerá energia para ignição, iluminação e acessórios, se o sistema de carga falhar.

A corrente de descarga para este teste é de 25 ampères a 27°C, até a voltagem entre os pólos atingir 10,5 volts.

MONTAGEM



D1



D2



D3



E1

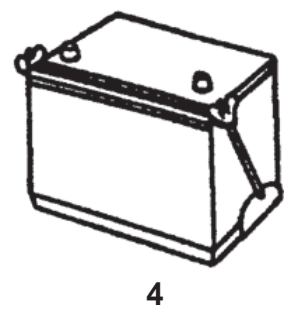
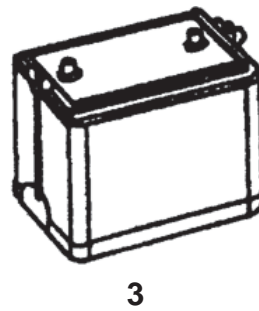
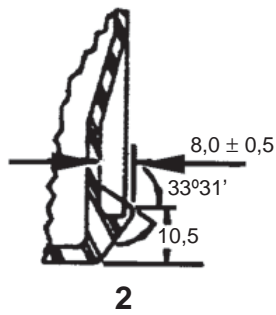
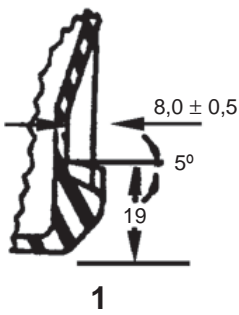


E2

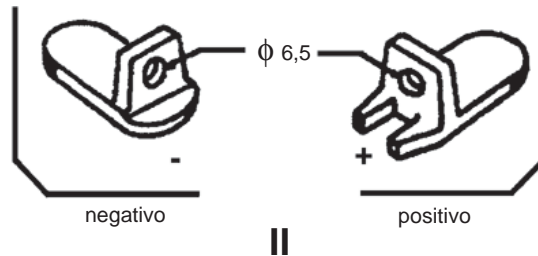
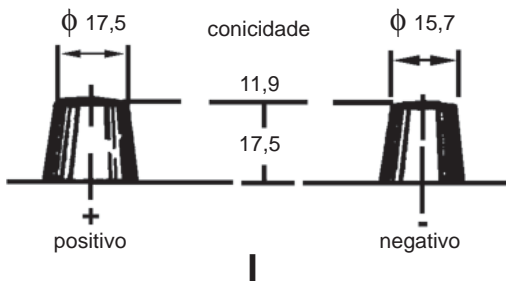


E3

FIXAÇÃO



PÓLOS



Características técnicas de baterias											
Modelo	ABNT	C20 (Ah)	RC (min)	C.C.A. (A)	Corr. de teste (A)	Dim. ext. (mm)			Mont.	Fix.	Polos
040A325D	040D1KR	40	60	325	160	210	175	175	D1	1	I
040A325E	040D1K	40	60	325	160	210	175	175	E1	1	I
045A375E	045D1K	45	65	375	180	210	175	175	E1	1	I
045B375DF	045D1JR	45	65	375	180	210	175	175	D1	2	II
045C425D	045D2JR	45	75	425	210	242	175	175	D1	2	I
045C450DF	045D2JR	45	80	450	220	242	175	175	D1	2	II
045C425E	045D2J	45	75	425	210	242	175	175	E1	2	I
055C425D	055D2JR	55	90	425	210	242	175	175	D1	2	I
055C425E	055D2J	55	90	425	210	242	175	175	E1	2	I
060C450D	060D2JR	60	90	450	220	242	175	175	D1	2	I
045D425D	045D2KR	45	75	425	210	242	175	175	D1	1	I
054D425E	054D2K	54	90	425	210	242	175	175	E1	1	I
060D450E	060D2K	60	90	450	220	242	175	175	E1	1	I
054E450D	054D3JR	54	90	450	220	283	175	175	D1	1	I
063E500D	063D3JR	63	105	500	250	283	175	175	D1	1	I
063E500E	063D3J	63	105	500	250	283	175	175	E1	1	I
063E620E	06303J	63	115	620	310	283	175	175	E1	1	I
100H600E	100H1	100	160	600	300	330	172	239	E2	3/4	I
100H750E	100H1	100	165	750	370	330	172	239	E2	3/4	I
100H900E	100H1	100	165	900	450	330	172	239	E2	3/4	I
21MB	142S2	142	255	-	-	510	222	238	D3	3/4	I
27CC	190N1	190	390	-	-	528	282	248	D3	3/4	I

PROCEDIMENTO PARA TESTE

INSPEÇÃO VISUAL

Para fazer uma inspeção visual na bateria, deve-se:

- Inspecionar externamente a bateria e verificar a ocorrência de danos ou rachaduras.
- Inspecionar os pólos, verificando se estão quebrados ou danificados.
- Observar a coloração apresentada pelo hidrômetro e seguir a recomendação indicada para cada caso.

Hidrômetro	Estado de carga	Ação requerida
Verde	Acima de 50%	Teste de descarga rápida
Preto	Abaixo de 50%	Recarregar
Amarelo claro	Nível baixo de eletrólito	Substituir a bateria (se não houver "partida")

TESTE DE DESCARGA RÁPIDA

- Não remover a carga superficial de baterias estocadas.
- Remover a carga superficial somente de baterias em serviço ou recém-recarregadas.
- Para remover a carga superficial, aplicar uma corrente de descarga de 3 vezes a capacidade nominal durante 15 segundos utilizando um aparelho de teste. Utilizar este procedimento em uma bateria de cada vez.

EXEMPLO

Numa bateria modelo 63E500D, a corrente de descarga deve ser 3 vezes a capacidade nominal da bateria durante 15 segundos: $63 \times 3 = 189\text{A}$ durante 15 s.

OBSERVAÇÕES

- Leia a voltagem da bateria.
- Determine aproximadamente a temperatura da bateria e utilize a tabela a seguir.
- Se a voltagem obtida é menor do que a mencionada na tabela, reponha ou troque a bateria. Se igual ou maior, a bateria está em condições normais de funcionamento.

Voltagem (V)	Temperatura (°C)	Voltagem (V)	Temperatura (°C)
9,6	acima de 21°	9,1	-1°
9,4	10°	8,8	-10°

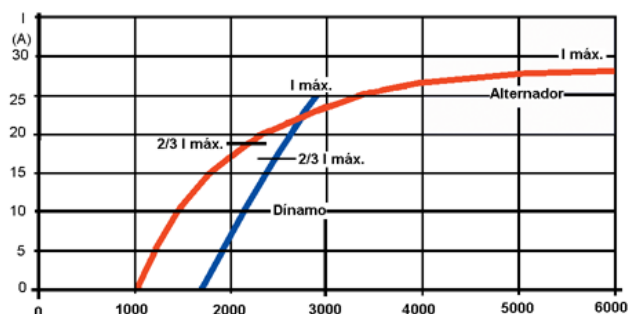
ALTERNADORES

O alternador é acionado pelo motor por meio de correias e polias. Sua finalidade é alimentar de energia elétrica todos os consumidores e carregar a bateria. Para isso, o alternador transforma energia mecânica do motor do veículo em energia elétrica.

Os veículos mais antigos utilizavam para transformar energia mecânica em elétrica o dínamo, porém esse dispositivo não possui eficiência em marcha lenta, o que não ocorre no alternador que gera em rotações mais baixas (marcha lenta).

A figura a seguir 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.

A figura a seguir mostra a intensidade de corrente em função da rotação, em um dínamo e um alternador de aproximadamente a mesma potência máxima.



As seguintes vantagens provam a superioridade do alternador em relação ao dínamo:

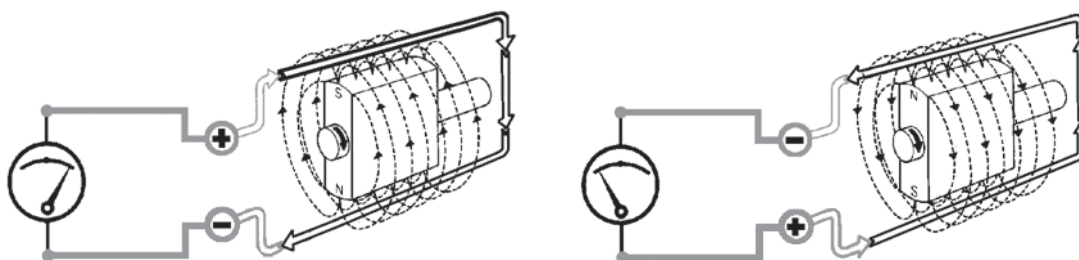
- fornecimento de potência já no regime de marcha lenta do motor, tornando possível a antecipação do início da carga da bateria;
- elevada rotação máxima;

- 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 (exceção apenas em caso de emprego de determinados tipos de ventilador);
- possibilidade de emprego de bateria menor, graças à carga rápida da bateria.

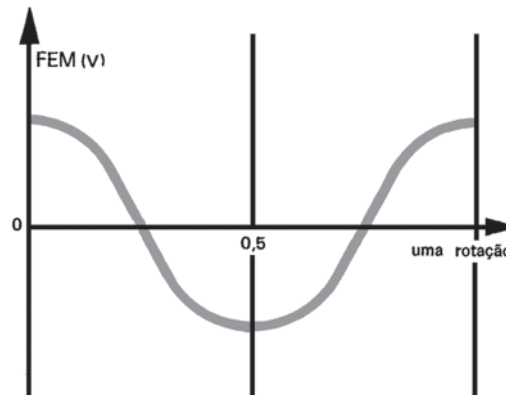
PRINCÍPIO ELETRODINÂMICO

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 um movimento de rotação. Daí o nome de “rotor”. Como os pólos do campo magnético modificam constantemente a sua posição em virtude da rotação, forma-se no condutor uma tensão com valores e direção que se alternam ou seja uma tensão alternada.

A figura a seguir mostra a produção de corrente alternada em condutor estacionário com campo magnético em rotação. A mudança de sentido da corrente elétrica resulta em deslocação do ponteiro para o lado oposto.



A tensão entre os valores máximos, em caso de rotação uniforme do rotor, desenvolve-se segundo uma curva senoidal.



Curva de tensão alternada induzida

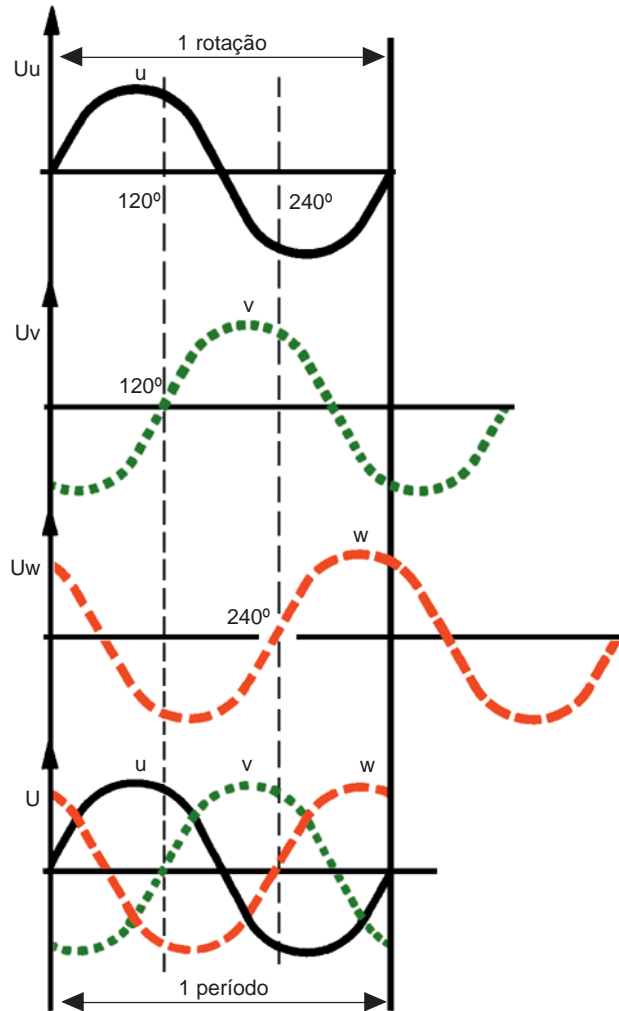
A força eletromotriz induzida é tanto maior quanto mais forte for o campo magnético (quanto mais concentradas forem as linhas de força) e quanto mais alta for a velocidade, com a qual as linhas de força forem cortadas. Os alternadores possuem eletroímãs para a produção do campo magnético. O campo eletromagnético 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, os quais constituem o enrolamento do estator.

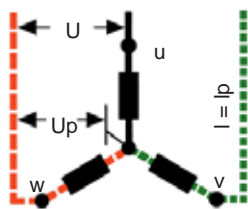
CORRENTE TRIFÁSICA

No alternador, o enrolamento do estator se compõe de três bobinas. Em cada uma delas, forma-se uma tensão alternada que recebe o nome de “fase” (fases U, V, W). As bobinas acham-se dispostas de 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 a corrente alternada de única fase.

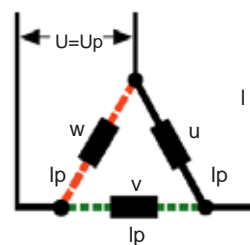
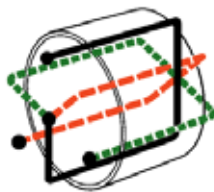
Corrente alternada de três fases = corrente trifásica



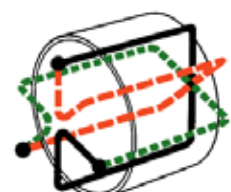
As três fases acham-se encadeadas entre si por meio de conexão estrela ou triângulo. As figuras a seguir mostram o símbolo de ligação dos dois tipos de conexão e esquematicamente a disposição no estator.



Conexão em estrela do enrolamento do estator para corrente trifásica



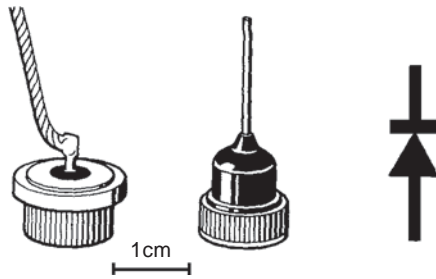
Conexão em triângulo do enrolamento do estator para corrente trifásica



RETIFICAÇÃO DA CORRENTE MEDIANTE DIODOS SEMICONDUTORES

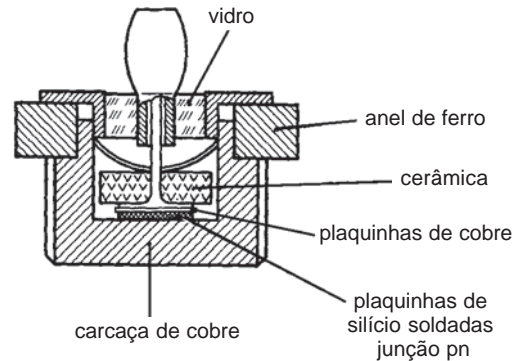
A corrente alternada de três fases, produzida no enrolamento do estator, tem que ser retificada, para que a bateria possa ser carregada. Esse processo ocorre com o auxílio de diodos semicondutores (no presente caso, diodos de silício). As figuras a seguir ilustram um diodo de silício, o qual só permite a passagem em um único sentido (a corrente passa em direção contrária à flecha) bloqueando a passagem de corrente no sentido oposto. Atua, pois, como retificador de corrente. Nos bornes de saída do alternador pode-se, pois, obter corrente contínua.

Diodos de silício e símbolo



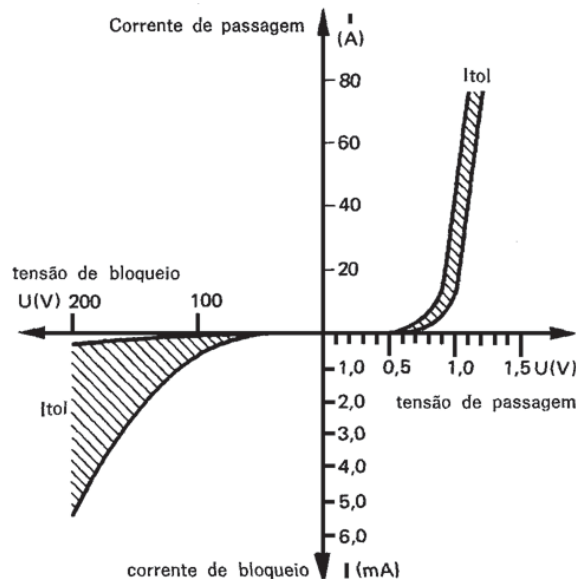
À esquerda: diodo com esmalte vitrificado.
À direita: diodo com revestimento de resina.

Diodo com esmalte vitrificado

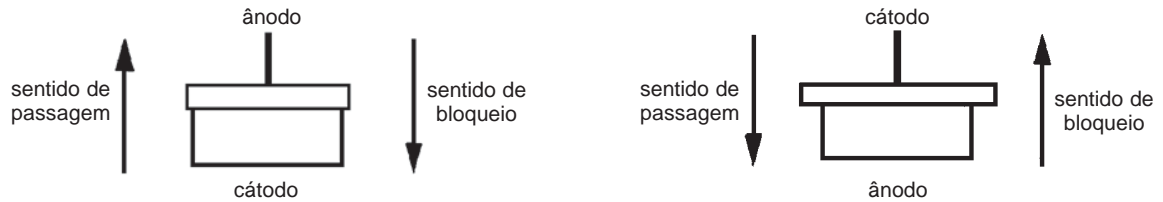


O âmbito de atuação dos diodos semicondutores permanece, no entanto, dentro de certos limites. Para que um diodo se torne condutor, nele deve-se aplicar uma tensão de aproximadamente 0,6 volts, no sentido da passagem. A tensão de bloqueio não poderá ultrapassar 100 volts. O âmbito de tensão é, pois, perfeitamente apropriado para os equipamentos elétricos de baixa voltagem, usados nos veículos.

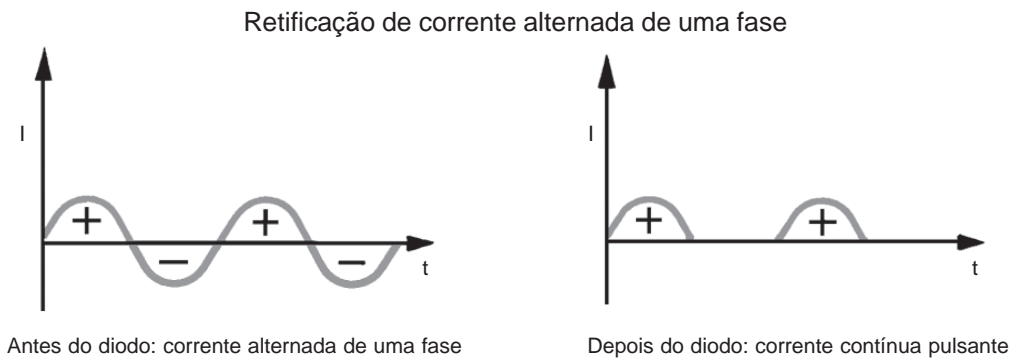
Linhas características de diodos de silício (1 tol. = faixa de tolerância)



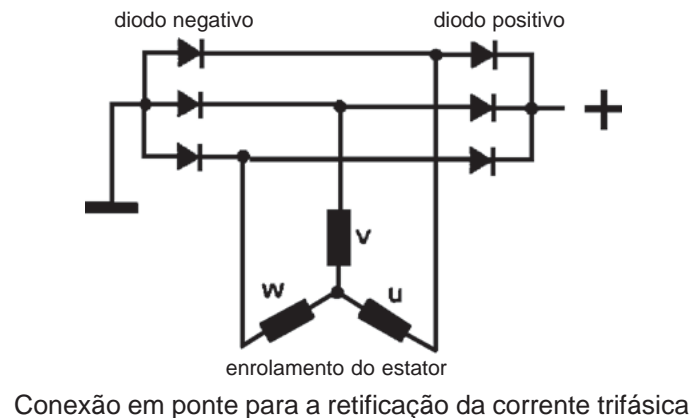
No sistema elétrico do veículo, empregam-se diodos positivos e negativos que se diferenciam pelo fato de o material do diodo estar instalado em sentidos opostos. Isso é necessário, pois os diodos possuem apenas uma conexão e a sua carcaça se acha fixada em uma chapa de base, conectada ao pólo positivo ou ao pólo negativo da bateria.



O modo de atuação de um diodo na retificação de corrente alternada acha-se representado na figura a seguir. Os semiciclos negativos são retidos pelos diodos de modo que resulta numa corrente contínua pulsante.

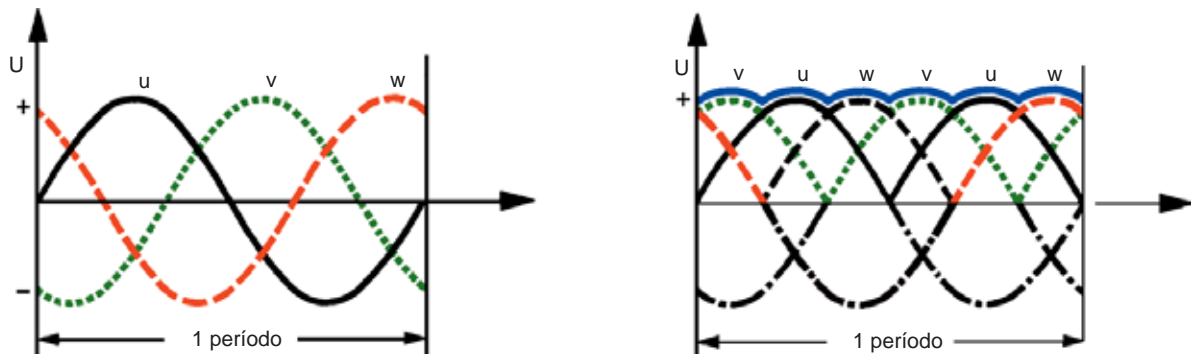


A fim de aproveitar ambos os semiciclos de cada período (retificação de onda completa), existem para cada fase um diodo no lado positivo e um diodo no lado negativo, perfazendo um total de 6 diodos, que conduzem a corrente fornecida pelo alternador. Dá-se a isso o nome de conexão em ponte para a retificação da corrente trifásica.



Na figura a seguir, acha-se representado o resultado da retificação de um período completo.

Retificação de um período completo
(transformação de corrente trifásica em corrente contínua)



A corrente trifásica é transformada em uma corrente contínua levemente ondulada.

O grau de ondulação depende da quantidade de semiciclos retificados por unidade de tempo. O número de semiciclos, por sua vez, depende da frequência de troca de polaridade do campo magnético. A figura a seguir foi baseada em uma troca de polaridade por rotação e por fase. Nos alternadores, as inversões de polaridade ocorrem com frequência bem maior. Com isso, consegue-se uma retificação mais perfeita da corrente contínua resultante.

Para aumentar a quantidade de trocas de polaridade por rotação, empregam-se diversos tipos de rotores.

A conexão para retificação de onda completa é usada não somente para retificação da corrente de carga do alternador, mas também para a corrente de excitação, que deve magnetizar os pólos do campo de excitação.

No alternador há três circuitos de corrente:

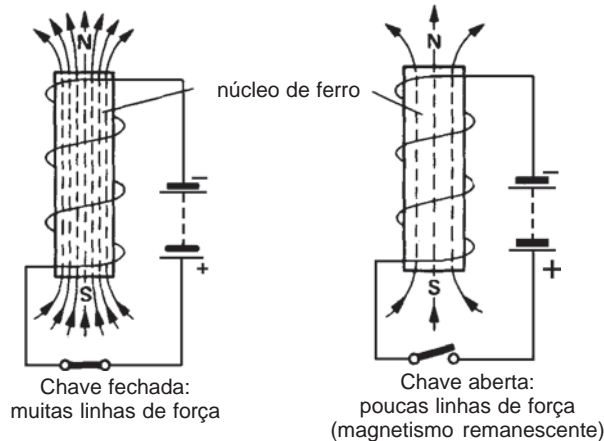
- o circuito da corrente de pré-excitação;
- o circuito da corrente de carga;
- o circuito da corrente de excitação.

CORRENTE DE PRÉ-EXCITAÇÃO

Os alternadores são, via de regra, auto-excitantes. Isso significa que a corrente de excitação é obtida na própria máquina, visto ser desviada da corrente principal.

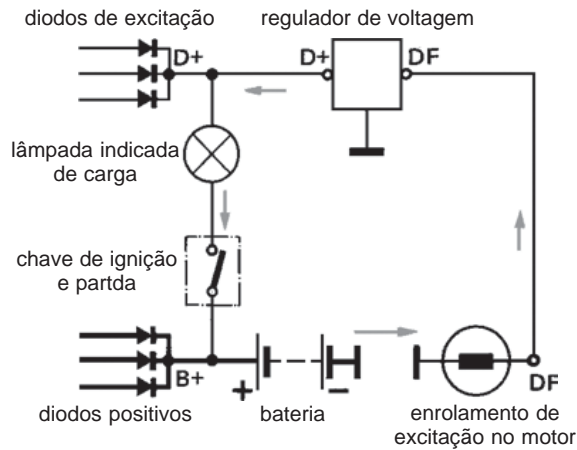
Como é possível a excitação (ou seja, a formação de um campo magnético) quando ainda não há passagem de corrente de excitação? Para responder a essa pergunta, é preciso saber o que significa “magnetismo remanente” ou “remanência magnética”. Ao ser desligada a corrente de um eletroímã, o respectivo campo magnético não desaparece por completo, mas um pequeno resto continua existindo no núcleo de ferro. Quando o alternador for acionado pelo motor do veículo, o magnetismo remanente no núcleo de ferro provocará a formação de uma pequena força eletromotriz no enrolamento do alternador. Essa pequena tensão, por sua vez, provocará a passagem de uma pequena corrente elétrica no circuito fechado do enrolamento de excitação de maneira que o magnetismo remanente é acrescido de um pouco de eletromagnetismo, que reforça o campo de excitação. Em virtude do campo de excitação mais forte, resultará uma força eletromotriz mais elevada, etc., constituindo-se finalmente o valor desejado da força eletromotriz, correspondente à rotação do alternador.

Magnetismo remanente (remanência magnética)



No alternador existem dois diodos no circuito de corrente de excitação, um de excitação e um negativo. A auto-excitação somente pode começar quando o alternador tiver atingido uma tensão de, no mínimo $2 \times 0,6 \text{ V} = 1,2 \text{ volts}$.

O campo de magnetismo remanente do rotor produzirá a referida tensão somente com uma rotação elevada. Por isso, é necessária a pré- excitação do alternador na partida do motor. A maneira mais prática é sob a forma de corrente da bateria, através da lâmpada indicadora de carga. Após ligado o motor, a corrente de pré- excitação terá o percurso apresentado na figura a seguir.

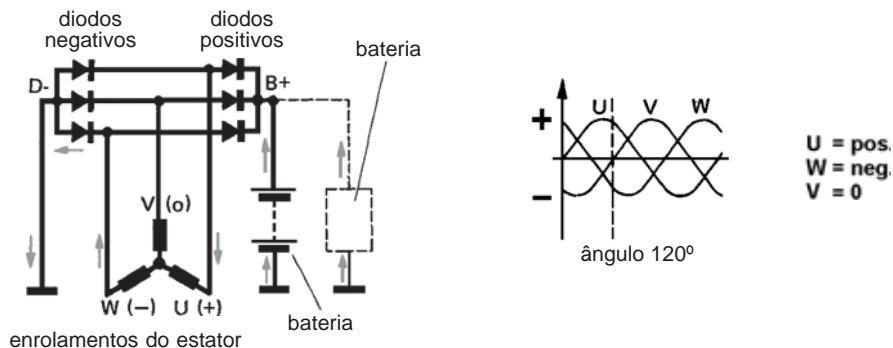


Pólo negativo da bateria, massa, enrolamento de excitação, borne DF do alternador, borne DF e D+ do regulador, lâmpada indicadora de carga, chave de ignição e partida, pólo positivo da bateria.

A corrente de pré- excitação causará, com absorção suficiente de corrente pela lâmpada indicadora, um campo magnético suficientemente grande para o início da auto- excitação do alternador.

CIRCUITO DA CORRENTE DE CARGA

No borne “D-” do alternador, obtém-se a corrente para carregar a bateria e alimentar os consumidores elétricos do veículo. O percurso da corrente de carga e de consumo é visto na figura a seguir.

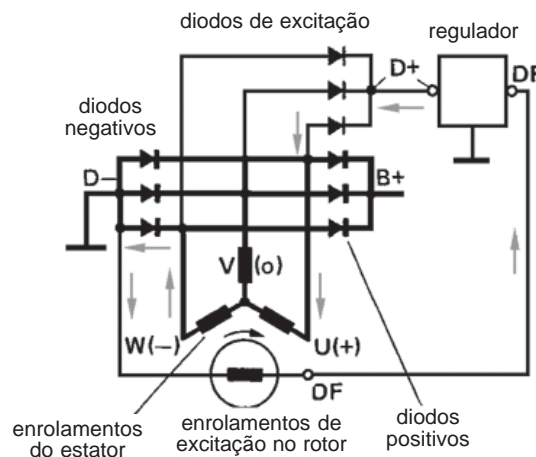


Verifica-se que a tensão na extremidade “U” do enrolamento é positiva, em “W” negativa e em “V” é igual a zero (sem tensão). O percurso da corrente é então o seguinte: extremidade de enrolamento “W”, diodo negativo “W”, borne de alternador “D-”, massa, bateria (consumidor), borne de alternador “B+”, diodo positivo “U”, extremidade de enrolamento “U”, ponto neutro.

Enquanto as correntes de fase modificam o seu valor e trocam de polaridade, a corrente fornecida à bateria (ou aos consumidores elétricos) mantém sempre o mesmo sentido.

CIRCUITO DA CORRENTE DE EXCITAÇÃO

A corrente de excitação para a produção do campo magnético é derivada do enrolamento do estator e retificada por três diodos de excitação especiais e os três diodos de potência negativos. O percurso da corrente de excitação é mostrado na figura a seguir.



Extremidade de enrolamento “W” (negativa no momento em questão), o correspondente diodo negativo, borne do alternador “D-”, enrolamento de excitação do alternador, borne do alternador DF, borne do regulador DF, borne do regulador D+, borne do alternador D+ diodo de excitação correspondente à fase U, enrolamento U, ponto neutro.

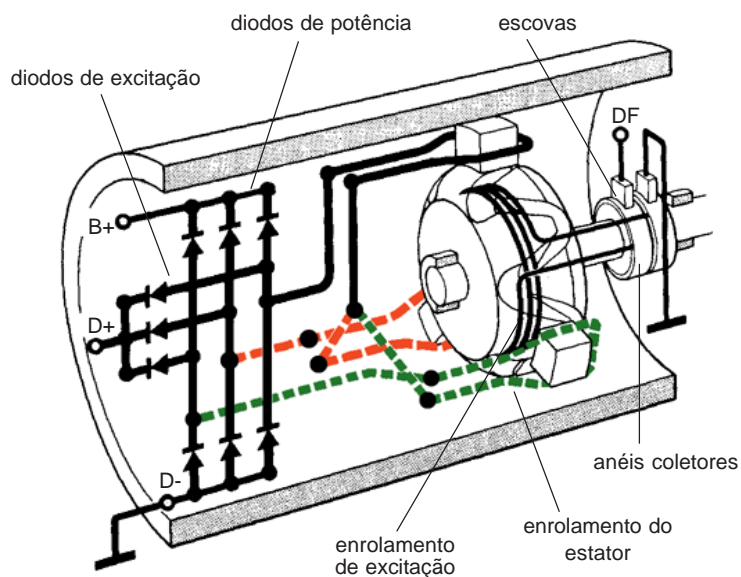
ESTRUTURA BÁSICA DO ALTERNADOR

Constituem elementos fundamentais de um alternador: um enrolamento de três fases no estator, como parte imóvel dos condutores; um rotor, sobre cujo eixo se encontram os pólos magnéticos com o enrolamento de excitação, assim como (na maioria dos tipos) dois anéis coletores; dois mancais, 6 diodos de potência e 3 diodos de excitação; e, finalmente, duas escovas aplicadas sobre os anéis coletores e através dos quais passa a corrente de

excitação do enrolamento do estator ao enrolamento de excitação, este em movimento giratório. Para fazer a conexão elétrica do alternador com o regulador e a rede de alimentação do veículo há bornes.

Em geral, os alternadores podem funcionar nos dois sentidos de rotação por não haver necessidade de inversão de corrente (como é o caso nos dínamos). O sentido da rotação depende exclusivamente do tipo de ventilador empregado.

Esquema básico de um alternador



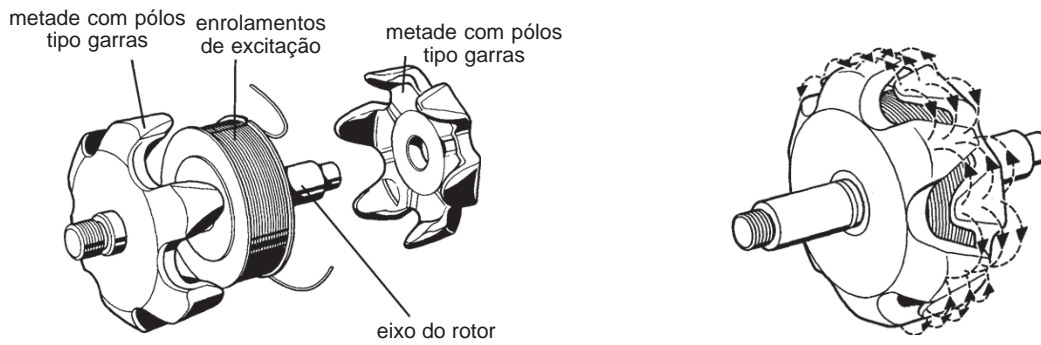
TIPOS DE ALTERNADORES

Os tipos de alternadores são: alternador de rotor com pólos tipo garra e anéis coletores, alternador de pólos individuais com anéis coletores (linha automotiva), alternador de rotor com pólo interno sem coletor, alternador de rotor com pólos tipo garra e unidade excitatriz.

ALTERNADORES DE ROTOR COM PÓLOS TIPO GARRA E ANÉIS COLETORES

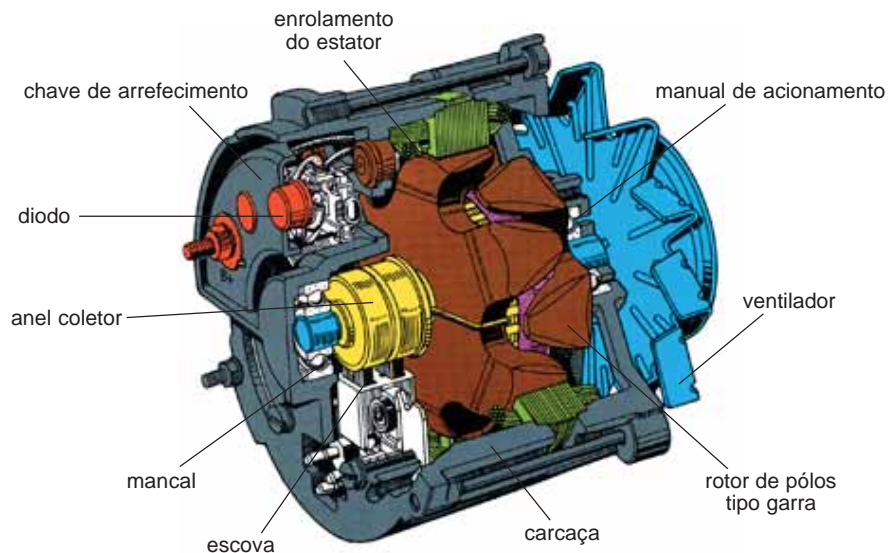
A denominação provém do formato do rotor, que consta de duas metades e entre as quais se encontra o enrolamento de excitação de forma anular. Cada metade possui pólos em forma de garra, que se encaixam alternadamente, resultando o total de 12 pólos (6 pólos norte e 6 sul). De um pólo para o outro forma-se um campo de linhas de força, que durante o movimento giratório do rotor corta os três feixes do enrolamento do estator, resultando 12 passagens de pólo em uma rotação (360°) do rotor. A cada passagem de pólo resulta um semiciclo de corrente elétrica alternadamente de sentido positivo e negativo.

Conseqüentemente são induzidos $12 \times 3 = 36$ semiciclos de tensão nas três fases do estator.



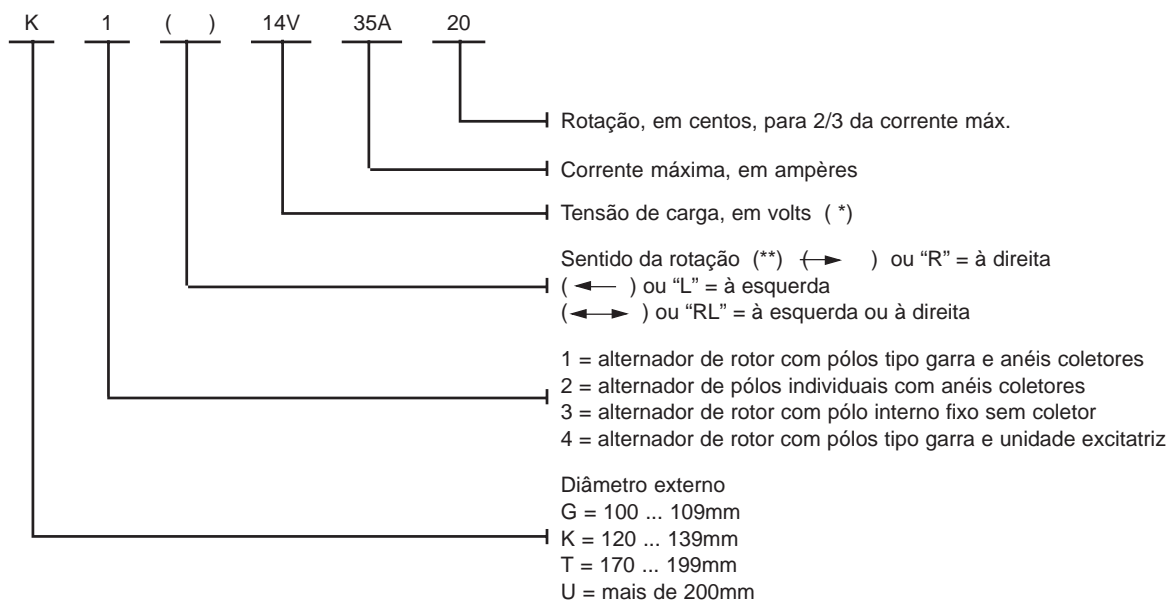
A figura a seguir mostra mais claramente as peças de um alternador K1 com pólos tipo garra. O rotor gira em dois rolamentos de esferas. O enrolamento de excitação recebe corrente elétrica através das escovas pressionadas contra os anéis coletores. Os anéis coletores giram com o rotor e se acham protegidos contra sujeira e água.

Nos corpos de arrefecimento do mancal do lado dos anéis coletores encontram-se os 6 diodos de potência para a retificação das correntes de fase, assim como os 3 diodos de excitação para a retificação da corrente de excitação. No lado frontal deste mancal, estão os bornes “D+/61”, “D-” e DF para a conexão dos condutores ligados ao regulador, assim como o borne “B+” e parcialmente “D-” para a conexão à rede de alimentação dos consumidores (e à bateria). O circuito negativo é feito, na maioria dos casos, através da massa.



EXPLICAÇÃO DA DESIGNAÇÃO DOS ALTERNADORES

Nos alternadores consta, além do número de tipo (que começa sempre com 0 12...), uma designação com a seguinte significação:

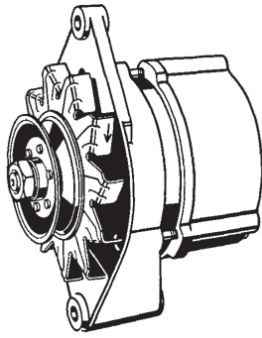


* A tensão de carga (7 volts, 14 volts, 28 volts etc) não deve ser confundida com a tensão nominal. É a tensão mediante a qual o alternador funciona e consta da sua chapinha de indicação. É um valor aproximado da tensão de carga necessária para os diversos tipos de bateria e condição de funcionamento. A tensão nominal, por sua vez, é a tensão de bateria padronizada, isto é, a tensão da rede com o alternador parado (6, 12, 24 volts etc ...). Essa tensão nominal também é gravada nos motores de partida e motores elétricos em geral.

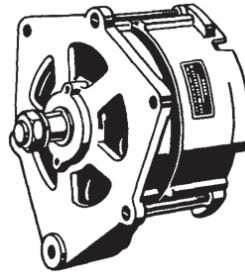
** No alternador com mancais próprios, visto do seu lado de acionamento. Rotação à direita = no sentido do movimento dos ponteiros do relógio

TIPOS DE ALTERNADORES E PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS

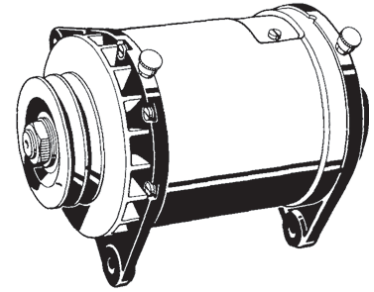
Tipo	φ da carcaça	Sistema de rotor	Nº de pólos	Anéis coletores	Retificador	Regulador	Fixação	Aplicação
G1	100 ... 109	pólos tipo garra	12	com	incorporado	anexo em separado	braço	carros, caminhões, tratores
K1	130	pólos tipo garra	12	com	incorporado	anexo em separado	braço	carros, caminhões, tratores
T1	178	pólos tipo garra	16	com	incorporado	anexo em separado	braço móvel, cavalete	ônibus



Alternador G1 (de rotor com pólos tipo garra e anéis coletores), fixação mediante braço móvel, ventilação externa.



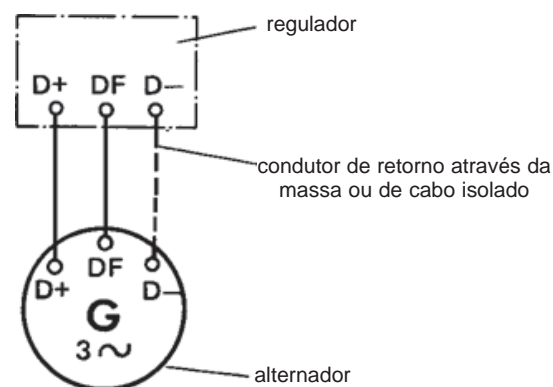
Alternador K1 (de rotor com pólos tipo garra e anéis coletores), fixação mediante braço móvel, ventilação externa.



Alternador T1 (de rotor com pólos tipo garra e anéis coletores), fixação mediante braço móvel, ventilação externa com tubuladura de aspiração de ar.

REGULADOR DE TENSÃO

Ao gerador (dínamo ou 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 regulagem automática da tensão, o que se obtém com os reguladores, de comprovada eficiência, que acompanham cada gerador de energia elétrica.



A tensão produzida no alternador é relativamente igual ao produto da rotação e da corrente de excitação. O princípio da regulagem da tensão, consiste em comandar a corrente de excitação (e conseqüentemente o campo de excitação no rotor do alternador) de tal maneira que a tensão nos bornes do alternador seja mantida constante até a corrente máxima, com rotação e carga variáveis. Enquanto a tensão produzida pelo alternador permanecer abaixo da tensão de regulagem (de, por exemplo, 7, 14 ou 28 volts), o respectivo regulador não atuará.

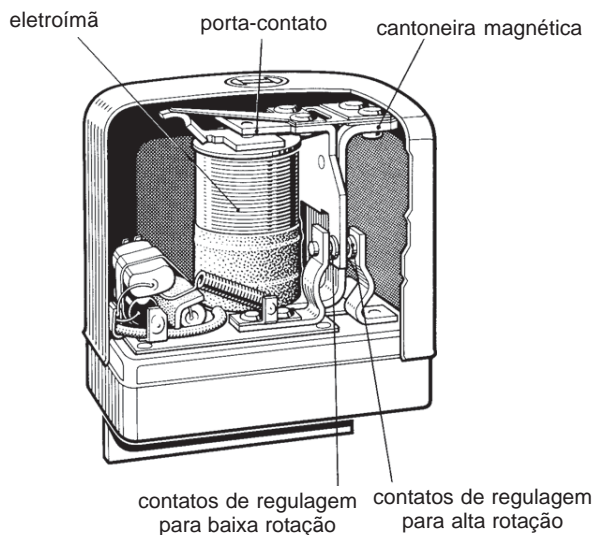
Quando a tensão ultrapassar o valor máximo indicado, o regulador de tensão causará - segundo o regime de funcionamento - uma redução ou interrupção total da corrente de excitação. A excitação do alternador diminuirá e, com isso, também a tensão produzida pelo alternador. Se, em seguida, a tensão produzida ficar abaixo do valor prescrito, a excitação do alternador começará novamente a subir, e assim também a sua tensão, até que o valor prescrito seja novamente ultrapassado. E aí “começa tudo de novo”.

Isso se passa com tanta rapidez, que a tensão do alternador fica praticamente ajustada no valor constante desejado, não havendo nenhum tremular perceptível da luz.

REGULADORES DE CONTATO

Os reguladores de contatos são empregados de preferência com os tipos menores de alternadores, “G1” e “K1”. No regulador de contatos, a modificação alternada da corrente de excitação é feita pela abertura e 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 no circuito de corrente de excitação, resultando na diminuição da corrente de excitação e, conseqüentemente, queda da tensão do 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.

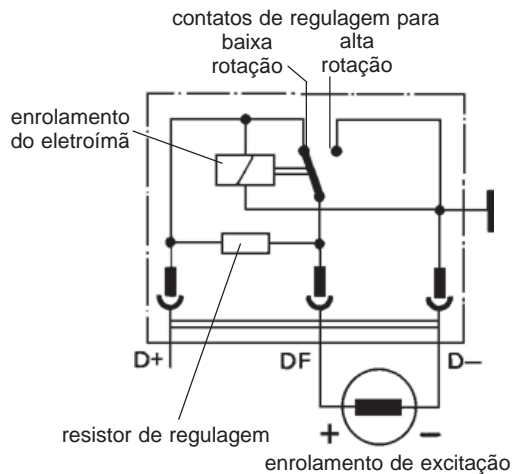
Nos alternadores são empregados reguladores de um elemento. O elemento é constituído pelo eletroímã, cantoneira magnética e o porta-contato. O porta-contato é atraído pelo eletroímã.



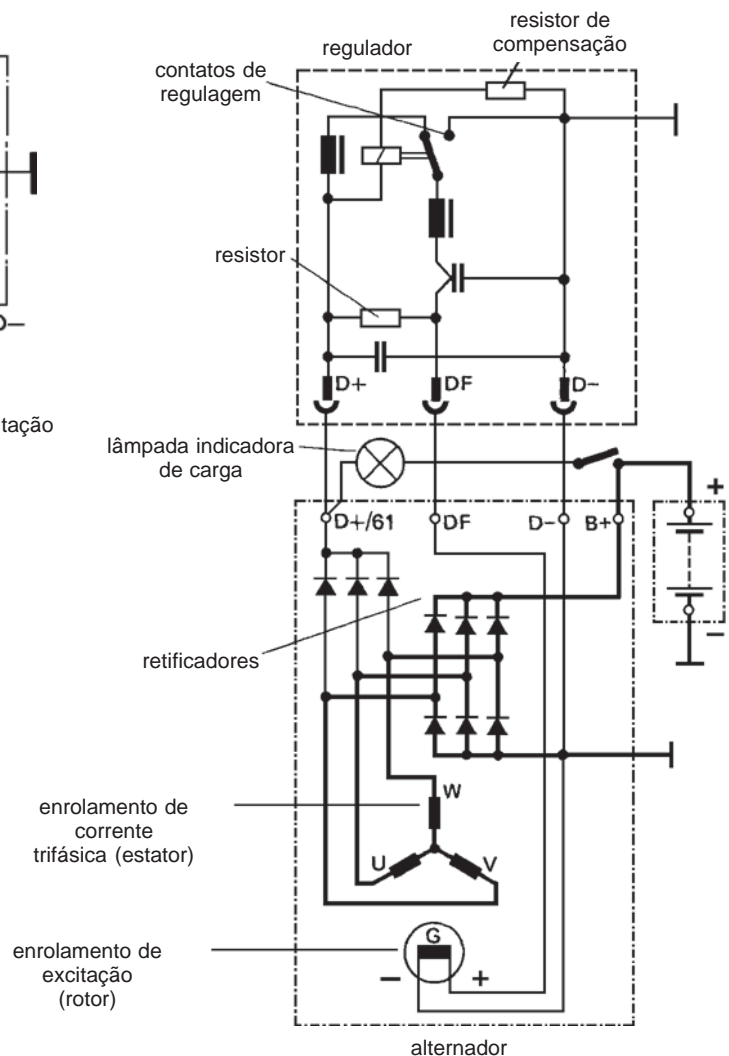
REGULADOR DE DOIS CONTATOS

Esse 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 no regulador de dois contatos, o resistor que é ligado em série com o enrolamento de excitação, pode ser de valor bem menor, o que favorece a durabilidade dos contatos e permite 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 podem ser controladas rotações elevadas. Utiliza-se o regulador de dois contatos de preferência para tensões do alternador de 7 ou 14 volts.

Esquema de ligações do regulador de tensão de dois contatos



Alternador G1 ou K1 (de 14 volts) com regulador de dois comandos ADN 1 negativo à massa, com dispositivos supressores de interferência (supressão local)

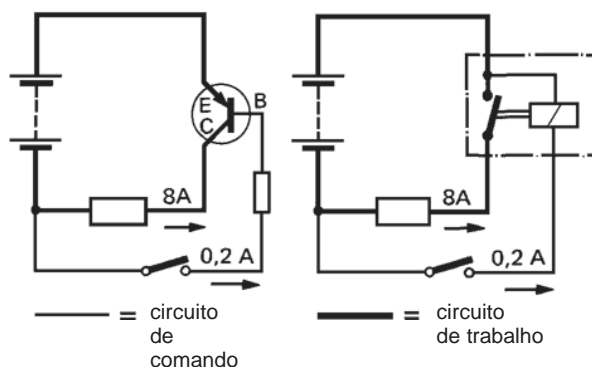


REGULADORES ELETRÔNICOS

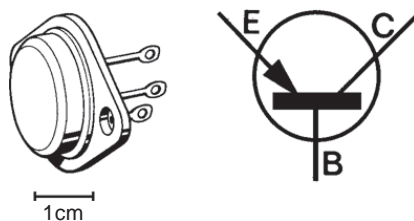
Para alternadores de potências médias e maiores empregam-se - para a regulação da tensão - reguladores eletrônicos, com os quais é possível controlar com absoluta segurança as elevadas correntes de excitação dos alternadores; são além disso de elevada durabilidade (funcionamento sem desgaste). Os reguladores eletrônicos contêm transistores e diodos Z (diodos Zener), como elementos semicondutores.

TRANSISTOR

A figura a seguir mostra como, em lugar de um relé, com um eletroímã e contatos (à direita), um transistor (à esquerda) pode desempenhar a mesma função. No momento em que é ligado o interruptor no circuito de comando do relé, os contatos do relé fecham o circuito de corrente principal (circuito de trabalho), portanto com uma corrente relativamente fraca pode ser comandada uma corrente de trabalho mais forte. Exatamente a mesma coisa ocorre com o transistor representado na parte esquerda da figura. No momento em que for ligado o interruptor no circuito de comando, flui uma corrente de comando do terminal negativo da bateria através do interruptor pelo resistor, à base B, emissor E, ao terminal positivo da bateria. Em virtude da corrente que passa entre a base e o emissor, o trecho emissor-coletor (E-C) se tornará condutor, a corrente principal estará ligada. Essa é a característica principal do transistor.

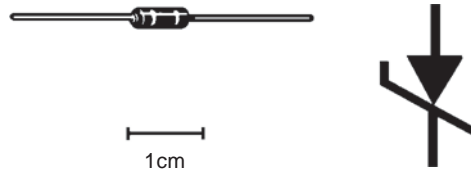


No alternador, o transistor principal do regulador de tensão liga e desliga alternadamente, em rápida seqüência, o campo de excitação.



DIODO Z (DIODO ZENER)

Um outro componente semicondutor, também muito importante no regulador eletrônico, é o diodo Z, antigamente chamado de diodo Zener, em homenagem ao seu descobridor. Esse diodo funciona apenas no âmbito de bloqueio, sendo que, com uma determinada tensão (tensão Zener), a corrente de bloqueio aumenta repentinamente. Por essa razão, o diodo Z é bastante apropriado como emissor do valor de medição. No regulador transistorizado, é utilizado para comandar um outro transistor, após atingida a tensão de medição.

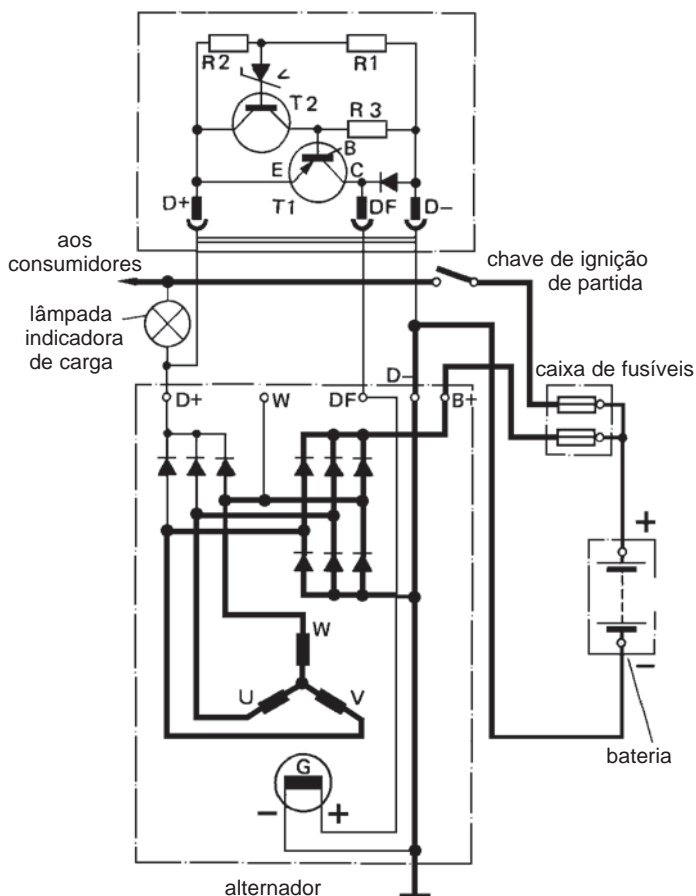


REGULAGEM DE TENSÃO

O regulador transistorizado, representado de maneira simplificada, funciona da seguinte maneira:

Partindo do borne D-, passa uma corrente elétrica através de R3, base de transistor principal T1, emissor "E" do mesmo e atinge o borne D+ (o resistor "R3" serve de proteção contra a ocorrência de um curto-circuito entre D- e D+). Com isso o trecho C-E se torna condutor, a corrente de excitação passa agora de D-, enrolamento de excitação, conexões DF, trecho C-E e atinge D+. O alternador atinge com isso a sua excitação total e a tensão aumenta. A tensão do alternador vai ter também ao divisor de tensão "R1 - R2", o qual, por sua vez, fornece a tensão Zener. Quando for atingida a tensão de aproximadamente 28 volts, a tensão no resistor R2 será igual à tensão Zener e o diodo Z se tornará condutor. O diodo Z liga o transistor de comando "T2". A base do transistor principal "T1" ficará ligada ao borne D+ através do transistor T2. Não haverá mais passagem de corrente de base. Com isso, o transistor principal "T1" abrirá o circuito da corrente de excitação. O alternador deixará então de ser excitado. A tensão baixará para menos do valor teórico, e o diodo Z interromperá a corrente de base do transistor "T2". Com isso, a base do transistor principal "T1" será ligada, através do resistor "R3", ao borne "D+". O transistor principal "T1" tornará a ligar a corrente de excitação.

Esse jogo se repete em uma seqüência rápida, resultando uma tensão regulada com muita exatidão.



Equipamento composto de um alternador T1 e de um regulador transistorizado ED, sendo:
 T1 = transistor principal
 T2 = transistor de comando
 Z = diodo Z
 R1 – R2 = divisor de tensão
 R3 = resistor

ELIMINAÇÃO DE DESARRANJOS

Em caso de defeitos no equipamento gerador de corrente, deve-se levar em consideração que nem sempre as causas se encontram no alternador ou no regulador de tensão. Podem encontrar-se também na bateria, nos condutores, etc.

Para os desarranjos que eventualmente possam ocorrer, seguem abaixo as possíveis causas e os respectivos meios de corrigi-los.

Inconveniente	Possíveis causas
Tensão superior a 14V.	<ul style="list-style-type: none"> • Regulador de tensão defeituoso.
Corrente inferior a corrente de carga.	<ul style="list-style-type: none"> • Defeito no regulador de tensão. • Curto entre espiras ou à massa no enrolamento do estator. • Diodos em curto-circuito.
A lâmpada piloto acende com a chave de ignição desligada (motor parado).	<ul style="list-style-type: none"> • Existe um ou mais diodos retificadores positivos queimados (em curto-circuito).
A lâmpada piloto acende (fraca) quando o motor está acelerado.	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar as conexões: cabo massa do motor à carroceria, cabos da bateria. • Diodos de excitação abertos. • Diodos positivos abertos.
A lâmpada piloto não acende com o motor parado.	<ul style="list-style-type: none"> • Lâmpada queimada ou desligada. • Regulador de tensão desconectado. • Bateria totalmente descarregada ou danificada. • Enrolamento do rotor interrompido.
A lâmpada piloto acende com pouca luminosidade e não se altera.	<ul style="list-style-type: none"> • Circuito de campo do alternador interrompido. • Terminais DF isolados. • Escovas com mau contato. • Anel coletor dessoldado.
A lâmpada piloto permanece com luminosidade inalterada (forte).	<ul style="list-style-type: none"> • Terminal D+ em curto à massa (com consequência, diodos de excitação queimados). • Terminal DF em curto-circuito à massa. • Curto-circuito à massa ou entre espiras do enrolamento do rotor.

MOTORES DE PARTIDA

Motores de combustão não dispõem de força própria para sua partida, como por exemplo uma máquina a vapor, necessitando de um dispositivo impulsor para a partida, ou seja, um motor de partida.

Na partida, há considerável resistência devido à compressão e ao atrito de pistão, biela, árvore de manivelas e mancais. Resistência essa que precisa ser superada e que varia com o tipo de construção e o número de cilindros do motor, depende ainda da viscosidade do óleo e da temperatura do motor. As resistências por atrito são maiores quanto mais frio se encontrar o motor.

Não é suficiente girar o motor, a função de um motor de partida é fazer com que o motor atinja um número mínimo de rotações (40 a 80 RPM no motor a gasolina, 100 a 200 no motor diesel) para que seja conseguida a mistura ar- combustível ideal e, no motor diesel, que seja conseguida também a temperatura necessária na câmara de combustão.

Os motores de partida são constituídos, via de regra, dos seguintes componentes:

- Motor elétrico de partida (alguns tipos possuem caixa de redução).
- Chave magnética com ligações elétricas (alguns tipos possuem relé de comando adicional).
- Sistema mecânico de engrenamento do pinhão.

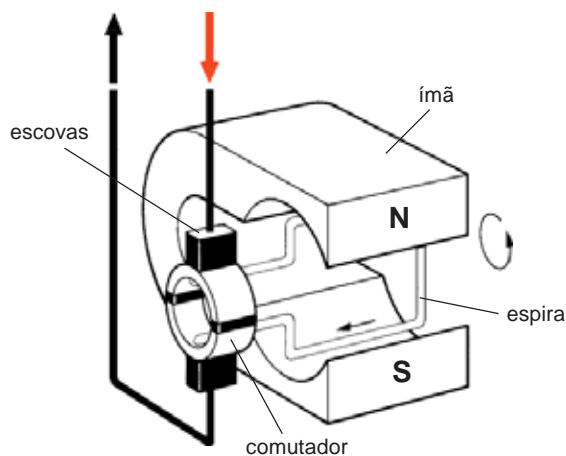
MOTOR ELÉTRICO DE PARTIDA

No motor elétrico de partida, a corrente elétrica é utilizada para gerar um movimento rotativo. A energia elétrica é transformada em energia mecânica.

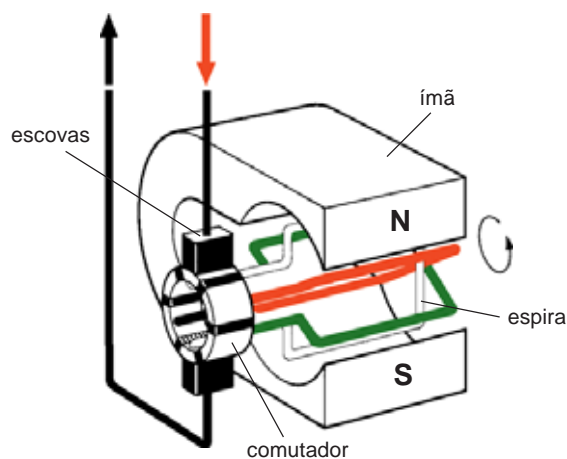
Isto se deve ao fato de que um condutor pelo qual flui corrente elétrica exerce uma força em um campo magnético. A intensidade desta força é proporcional à intensidade do campo magnético e à intensidade da corrente elétrica, e maior quando campo magnético e corrente estão perpendiculares entre si.

Para melhor entendimento, na representação esquemática a seguir, o condutor é representado por uma espira que pode girar livremente no campo magnético. Se por esta espira passar uma corrente elétrica, ela se alinha perpendicularmente ao campo magnético, e é mantida nesta posição pela força magnética. Mas se neste ponto morto se inverter a direção da corrente na espira, pode-se impedir sua imobilização.

O torque tem então sempre o mesmo sentido de rotação e permite uma rotação contínua da espira. Esta inversão da corrente é feita em um coletor (inversor de corrente) que neste caso é constituído de dois segmentos semicirculares isolados entre si, aos quais estão ligadas as duas extremidades da espira. Duas escovas de carvão estão ligadas com a fonte de tensão e, assim, flui corrente elétrica através das espiras individuais.



Para obtenção de um torque uniforme, aumenta-se a quantidade de espiras. Os seus torques individuais geram juntos um torque total bem mais elevado e mais uniforme. A figura a seguir mostra ainda as espiras simetricamente dispostas, cujo coletor tem seis segmentos, também chamados lâminas. Na realidade, a quantidade de espiras é ainda maior, com o que se pode aumentar ainda mais o torque.



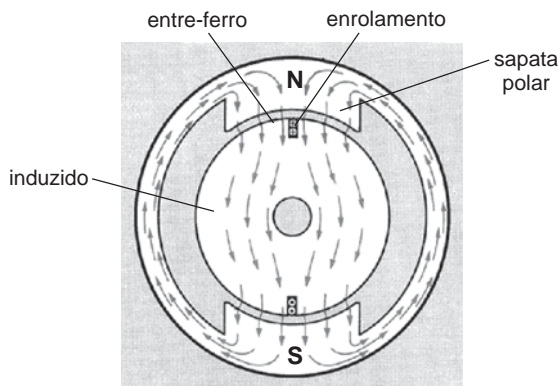
O campo magnético pode ser gerado por ímãs permanentes ou por eletroímãs (pólos eletromagnéticos com enrolamento de excitação). Conforme a ligação do enrolamento de excitação, pode-se diferenciar entre motores de partida com enrolamento em derivação, em série e em dupla derivação.

De um modo geral, os motores de partida possuem, não duas, mas quatro sapatas polares, com o que se consegue melhor aproveitamento dos condutores. Em contato com o coletor encontram-se, em geral, também quatro escovas ligadas aos pares ao borne positivo e negativo da bateria.

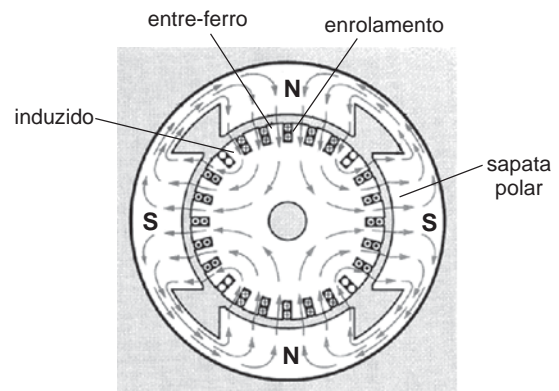
Por meio dos pólos do motor de partida, com exceção dos de pequena potência, de tipo ímã permanente, obtém-se o campo magnético por eletroímãs (bobinas de campo).

As bobinas de induzidos e as bobinas de campo de motores de partida têm ligação em série, sendo percorridas pela mesma corrente. Desse modo, desenvolve-se no induzido um torque muito elevado, especialmente no instante da partida, torque esse necessário para a rápida aceleração do motor de combustão até a rotação necessária ao seu funcionamento.

As figuras a seguir mostram as linhas magnéticas e a disposição das espiras no induzido.



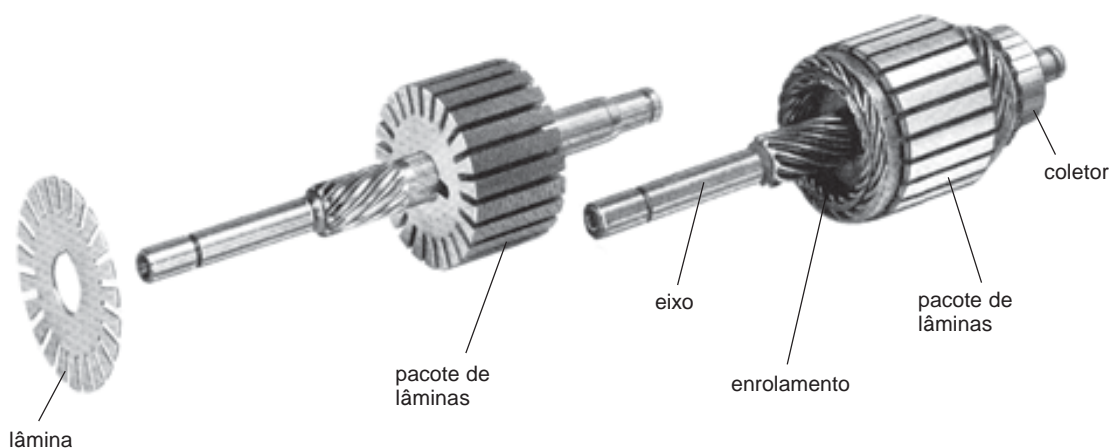
Motor de 2 pólos e um par de espiras



Motor de 4 pólos e doze pares de espiras

As linhas magnéticas sempre formam um circuito fechado e se conduzem muito bem em ferro, motivo pelo qual a carcaça, as sapatas polares e o induzido são de ferro. Entre as sapatas polares e o induzido há uma pequena folga conhecida como entre-ferro.

As espiras são dispostas em ranhuras do induzido. O induzido acompanha a rotação das espiras e, para diminuir as perdas de magnetização, é composto de várias lâminas isoladas entre si e prensadas sobre o eixo do induzido. Também o coletor fica sobre o eixo.



Nos motores elétricos de partida, o eletroímã é formado de uma carcaça polar de formato tubular, em cuja parte interna estão fixadas, em geral, quatro sapatas polares (ímãs polares).

Essas sapatas polares possuem, desde que não se trate de ímãs permanentes como no motor de partida tipo DW, um enrolamento de excitação (ou bobina de campo) através do qual flui a corrente para a excitação do campo magnético.

Para que as linhas do campo apontem sempre em uma direção, a bobina de campo é alimentada com corrente contínua. Como as linhas do campo magnético estão sempre fechadas e se propagam muito bem no ferro, as carcaças polares e as sapatas polares são feitas desse material (mais precisamente um aço com propriedades magnéticas excepcionalmente boas).

O induzido corresponde às espiras giradas no campo magnético, porém equipado com um núcleo adicional de ferro. Quando passa corrente, também no núcleo de ferro do induzido é formado um campo magnético com pólos norte e sul.

A rotação do induzido baseia-se no fato de que pólos iguais do induzido e da carcaça polar estão um defronte ao outro e se repelem. O núcleo de ferro do induzido, para diminuição das perdas por magnetização, é composto de lâminas individuais, isoladas entre si, e prensadas sobre o eixo do induzido formando um “pacote”.

Nos canais deste núcleo de ferro estão as espiras, ou seja, o enrolamento do induzido, ligado nas lâminas individuais do coletor. O coletor é fixado diretamente no eixo do induzido. No coletor encostam, na maioria das vezes, quatro escovas de carvão, devido à mais favorável passagem de corrente, ligadas aos pares no pólo positivo (+) e no pólo negativo (-) da bateria (ou massa).

O coletor, mediante constante inversão de corrente, cuida para que a polaridade no induzido inverta em tempo, ao passo que os pólos magnéticos na carcaça polar mantém sua polaridade inalterada.

No induzido de um motor elétrico é induzida uma tensão (força contra-eletromotriz), que age contra a tensão operacional aplicada ao induzido. Quanto mais rapidamente gira o motor, tanto maior é a força contra-eletromotriz e tanto menor é a intensidade da corrente.

Mas se o motor é submetido a uma carga, tendo que desenvolver trabalho, com a diminuição da rotação, diminui também a força contra-eletromotriz, o que aumenta a intensidade da corrente. A intensidade da corrente e assim também o torque são maiores quando o motor parado deve entrar em funcionamento com carga.

OBSERVAÇÃO

O motor elétrico adapta automaticamente a sua corrente elétrica à carga mecânica que tem de mover.

CHAVE MAGNÉTICA

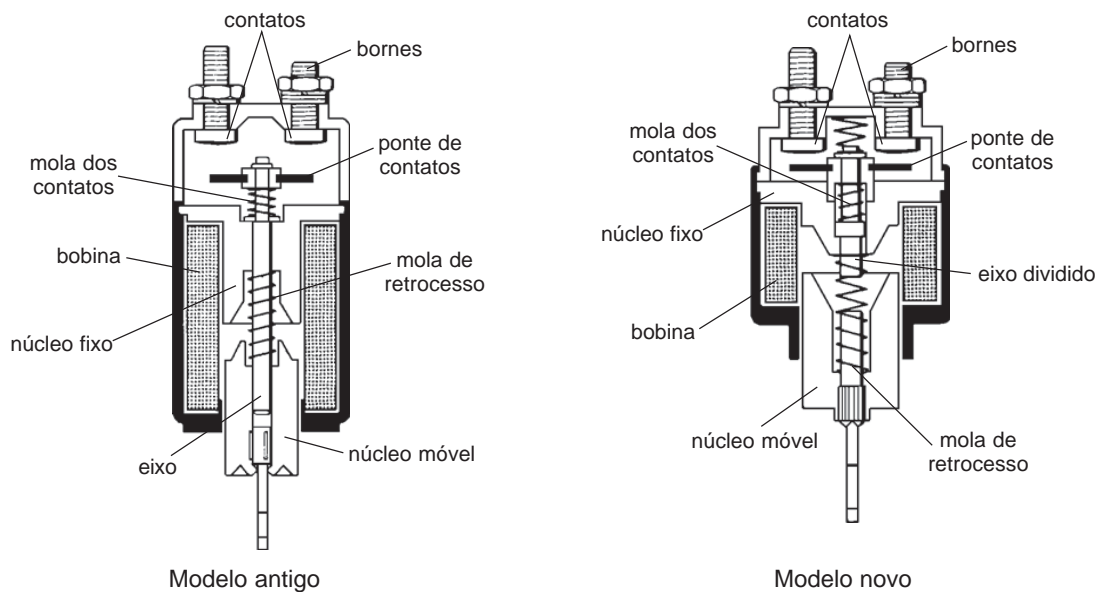
A função básica de uma chave magnética é comutar altas correntes por meio de correntes elétricas relativamente baixas.

Como na partida, a corrente no motor alcança algumas centenas de ampères - nos tipos maiores até mais de mil ampères - geralmente são utilizadas tais chaves no circuito de partida.

Para a ligação da corrente de pequena intensidade, chamada corrente de comando, é suficiente um dispositivo mecânico (botão de partida, chave de partida).

As figuras a seguir mostram a construção de uma chave magnética. O núcleo fixo, preso à carcaça, penetra na bobina de um lado; pelo outro, penetra o núcleo móvel. A distância entre núcleo fixo e o núcleo móvel corresponde ao curso do núcleo móvel. Carcaça, núcleo fixo e núcleo móvel formam um circuito magnético.

Em muitos tipos de chaves magnéticas, a bobina é constituída de dois enrolamentos: um de chamada (atração) e um de retenção.



A vantagem desse tipo de chave magnética é uma melhor resistência térmica. Durante a atração, desenvolve-se uma força magnética mais elevada, e o circuito magnético, uma vez fechado, curto-circuita o enrolamento de chamada; permanece o campo magnético da bobina de retenção, o qual é suficiente para reter o núcleo móvel, até a abertura da chave de partida.

Sob a ação do campo magnético, o núcleo móvel é atraído para o interior da bobina: fecha-se a ponte de contato com os bornes. Há um contato perfeito graças à mola existente entre o anel de trava no eixo do núcleo móvel e a ponte. A mola de retrocesso faz com que os contatos se abram depois de desligada a chave. Nas chaves magnéticas para motores de partida, o curso móvel é utilizado também para deslocar o pinhão no sentido axial.

Há chaves (também usadas em motores de partida) com funcionamento similar, que porém só provocam o deslocamento do pinhão.

SISTEMA DE ACOPLAMENTO

O mancal do lado de acionamento do motor de partida contém essencialmente um sistema de acoplamento, com pinhão, roda livre, elemento de engrenamento, (alavanca ou haste de comando para executar o curso de engrenamento do pinhão) e mola de engrenamento. Nestes motores de partida, o movimento de avanço do pinhão gerado pela chave magnética e os movimentos rotativos do motor de partida são adequadamente unificados e transmitidos ao pinhão.

PINHÃO

O motor de partida engrena uma pequena engrenagem - chamada “pinhão” - na cremalheira do volante do motor. Uma elevada relação de transmissão (normalmente entre 10:1 e 15:1) permite superar a resistência oferecida pelo motor de combustão com um motor de partida relativamente pequeno, mas de rotação elevada. É possível, assim, manter pequenas as dimensões e o peso do motor de partida.

Para que o pinhão do motor de partida, durante a partida, possa engrenar perfeitamente na cremalheira do volante do motor, transmitir o torque necessário e finalmente desengrenar no momento certo, os dentes apresentam características bem específicas:

- Nos dentes do pinhão, usa-se o perfil envolvente, que propicia um melhor engrenamento.
- Os dentes do pinhão e, conforme o tipo de motor de partida, também os dentes da cremalheira do volante do motor, têm uma entrada chanfrada.
- Contrariamente ao que ocorre com engrenagens constantemente engrenadas, a distância entre pinhão e coroa dentada do volante do motor é aumentada para manter grande o suficiente a folga nos flancos dos dentes.
- Na posição de repouso, a face frontal do pinhão deve ter uma distância mínima em relação à face dos dentes do volante do motor.
- Tendo em vista uma grande durabilidade, os materiais e os processos de têmpera do pinhão e do volante são objetos de minuciosos estudos, para uma perfeita adaptação.

Assim que o motor entra em funcionamento e por força própria ultrapassa a rotação de partida, o pinhão deve desengrenar automaticamente para proteção do motor de partida, isto é, a união entre eixo do motor de partida e o volante do motor deve ser automaticamente desfeita. Portanto, os motores de partida são ainda equipados com uma roda livre e com um sistema mecânico de engrenamento e desengrenamento.

MECANISMO DE ENGRENAMENTO

O mecanismo de engrenamento deve ser tal que o movimento de avanço do pinhão gerado pela chave magnética e os movimentos rotativos do motor de partida possam agir em conjunto com todas as situações possíveis do engrenamento porém independentemente. Os diversos tamanhos de motores de partida diferenciam-se todavia quanto à execução técnica do mecanismo de engrenamento. As diferenças são destacadas pela denominação do tipo de motor de partida.

RODA LIVRE

Em todos os tipos de motores de partida, o movimento rotativo é transmitido via uma roda livre. A roda livre faz com que, com o eixo do induzido acionado, o pinhão seja também avançado e que, com o pinhão girando mais rapidamente (motor de combustão “ultrapassando” a velocidade do pinhão), a união entre pinhão e eixo do induzido seja desfeita.

A roda livre ou embreagem está disposta entre o motor de partida e o pinhão e impede que o induzido do motor de partida atinja rotações inadmissivelmente elevadas com a aceleração do motor de combustão.

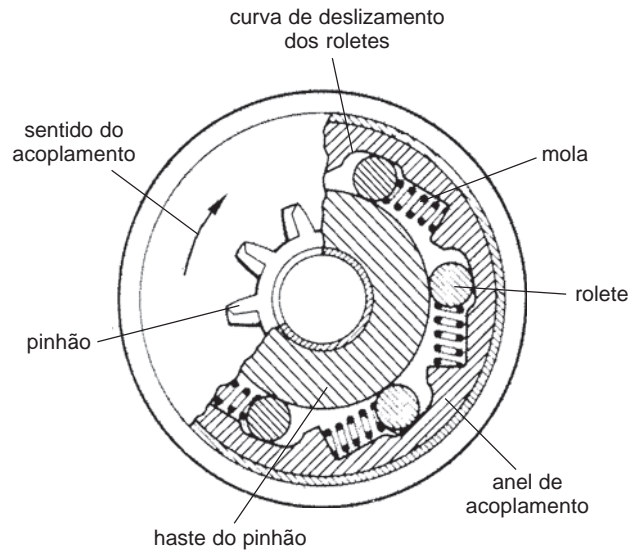
RODA LIVRE DE ROLETES

Motores de partida com fuso de avanço e alavanca de comando são equipados para sua proteção com uma roda livre (veja figura a seguir). A união mecânica entre o eixo do pinhão situado internamente com o anel de acoplamento externo do arraste em rotação é feito através de roletes, que podem se deslocar sobre a curva de deslizamento.

Na condição de repouso, as molas pressionam os roletes para a parte mais estreita do espaço entre a curva de deslizamento do anel de acoplamento e a parte cilíndrica do eixo do pinhão para que, com motor de partida em rotação, o pinhão seja firmemente acoplado ao eixo do induzido.

Observe na figura a seguir que com o eixo do induzido acionado, os roletes são travados no espaço menor, estabelecendo assim uma firme união mecânica. No momento em que ocorre inversão da força devido à aceleração do motor de combustão, os roletes se soltam

e são empurrados - contra a força das molas - para a área com espaço maior. É assim desfeita a união mecânica entre o induzido e o pinhão do motor de partida.



O eixo do Induzido quando em rotação faz com que os roletes sejam travados no espaço mais estreito.

Quando o motor de combustão entra em funcionamento, o pinhão do motor de partida é acionado com rotação maior do que a rotação sem carga do induzido do motor de partida; isto faz com que os roletes da roda livre destravem e - contra a força das molas - se desloquem para a parte mais larga da curva de deslizamento dos roletes. Assim é desfeita a união mecânica entre o pinhão e o induzido.

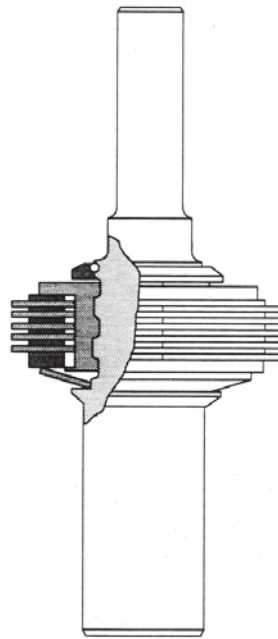
A grande vantagem desta roda livre é que apenas pequenas massas de peso bastante reduzido precisam ser aceleradas e que o torque de ultrapasse do motor de combustão é relativamente pequeno.

EMBREAGEM DE LÂMINAS

A embreagem de lâminas encontra aplicação em motores de partida maiores do tipo de pinhão deslizante. Quando a rotação do motor ultrapassa a rotação do motor de partida, a embreagem de lâminas desfaz a união entre o pinhão e o induzido do motor de partida. O fuso da transmissão mecânica do motor de partida executa a separação. Impede-se, assim, que o motor de partida seja acelerado até rotações inadmissíveis.

A embreagem de lâminas atua ainda como embreagem de proteção contra sobrecarga, limitando o torque do eixo do induzido ao pinhão.

Fundamental na construção desta embreagem é que as lâminas individuais, que devem transmitir toda a força, embora possam ser deslocadas na direção axial dentro do flange de arraste ou na peça de acoplamento, não podem ser giradas radialmente. Estas lâminas estão alternadamente ligadas no diâmetro externo com o flange do arraste (lâminas externas) e no diâmetro interno com a peça de acoplamento (lâminas internas). O flange de arraste externo está firmemente unido com o induzido. A peça de acoplamento assenta sobre fuso.



ACOPLAMENTO MECÂNICO

Condição básica para que a embreagem de lâminas possa acoplar mecanicamente por atrito, é uma determinada compressão entre as lâminas. Na posição de repouso, o pacote de lâminas é comprimido por uma reduzida pré-carga das molas de tal modo que o atrito desenvolvido assegure o arraste do acoplamento.

Se o pinhão após o seu engrenamento atinge sua posição final, deve atuar à plena força para dar partida ao motor. O acoplamento desliza sobre a rosca de passo rápido para fora, com o pinhão preso nos dentes do volante do motor e eixo do induzido em rotação, deslocando-se contra as molas prato, com o que aumenta ainda mais a compressão entre as lâminas. O aumento da compressão perdura até que o atrito entre as lâminas seja suficiente para transmitir o torque de partida necessário.

O acoplamento mecânico transcorre do seguinte modo:

Eixo do induzido - flange de arraste - lâminas externas - lâminas internas acoplamento - fuso - pinhão

LIMITAÇÃO DO TORQUE

A compressão das lâminas, aumentada pelo movimento helicoidal do acoplamento e assim do torque transmitido, é limitado pelo encosto do acoplamento internamente nas molas prato, uma vez atingida a carga máxima. Sua superfície frontal pressiona as molas prato contra o colar de encosto do fuso. Desenvolve-se assim um equilíbrio de forças. A compressão nas lâminas não pode mais ser aumentada.

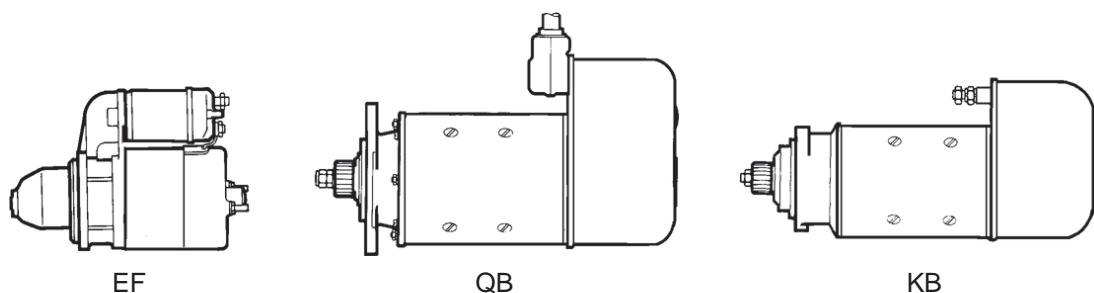
A embreagem de lâminas neste caso atua como um acoplamento de proteção contra sobrecarga, uma vez que as lâminas patinam quando atingida a força máxima ajustada na embreagem e com o torque máximo resultante.

DESIGNAÇÃO

A designação serve como uma primeira orientação, e é indicada na documentação técnica dos motores de partida juntamente com o número de tipo.

EXEMPLO DE UMA DESIGNAÇÃO

Letra de identificação para o ϕ da carcaça polar	ϕ da carcaça polar mm	G	F	(R)	12 V	0,8 kW
D	D					
E	E					
G	G					
J	J					
K	K					
Q	Q					
T	T					
B, D, E, F, G - Características construtivas						
Sentido de rotação (visto do lado do pinhão)						
→ ou R = rotação à direita						
← ou L = rotação à esquerda						
Tensão nominal em V						
Potência nominal em kW						



A identificação do motor de partida (gravada na carcaça) engloba o número de tipo, sentido de rotação e tensão nominal.

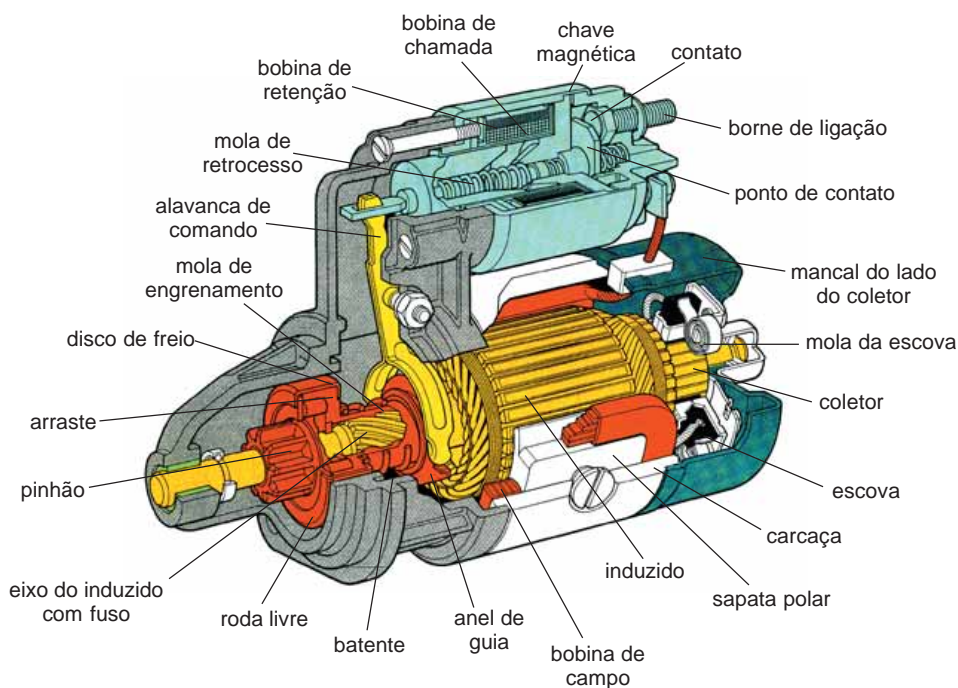
EXEMPLO PARA A MARCAÇÃO DE UM MOTOR DE PARTIDA

9.000.082.061

→ 12V

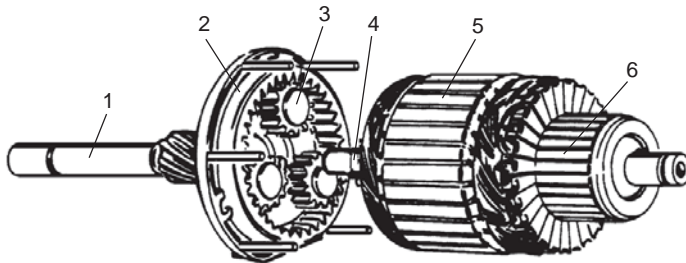
MOTORES DE PARTIDA SEM TRANSMISSÃO INTERMEDIÁRIA

As características principais de motores com fuso de avanço e alavanca de comando sem transmissão intermediária são possuir motor elétrico com acionamento direto, chave magnética montada em cima do motor de partida, mecanismo de engrenamento e roda livre.



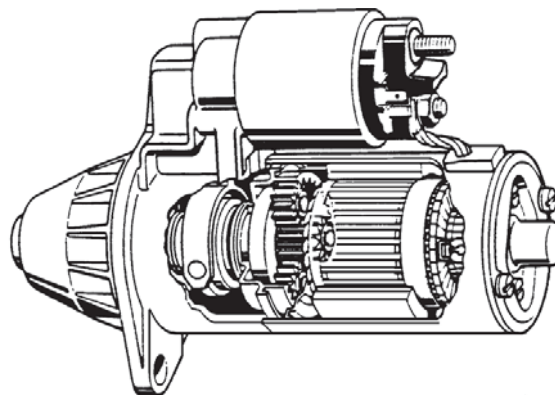
MOTORES DE PARTIDA COM TRANSMISSÃO INTERMEDIÁRIA

Motores de partida com fuso de avanço e alavanca de comando com transmissão intermediária coincidem amplamente em construção e modo de funcionamento com os motores de partida com fuso de avanço e alavanca de comando sem transmissão intermediária. Os dois tipos transmitem a rotação do motor diretamente ao mecanismo de engrenamento.



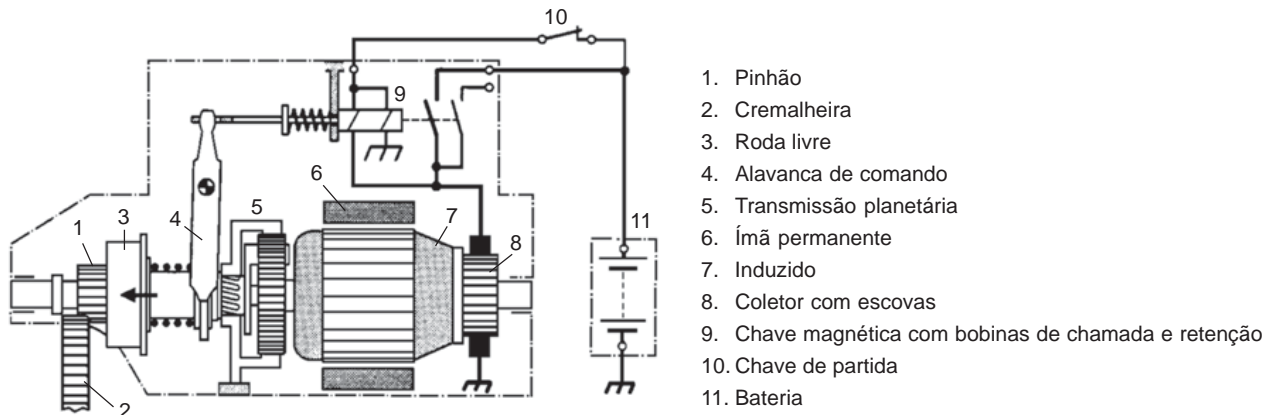
1. Eixo porta-planetárias com fuso de avanço
2. Cremalheira interna servindo simultaneamente como mancal intermediário
3. Engrenagens planetárias
4. Engrenagem sobre o eixo do induzido
5. Induzido
6. Coletor

Características fundamentais de diferenciação da nova geração de motores de partida é uma transmissão planetária, que é instalada adicionalmente entre a carcaça polar e o mancal de acionamento. A carcaça polar transmite o torque do induzido ao pinhão, isento de forças transversais. Ao passo que as engrenagens planetárias são fabricadas em aço, a cremalheira interna é fabricada de uma combinação de poliamida de alta qualidade com reforço de material mineral para aumento da resistência do material e desgaste.

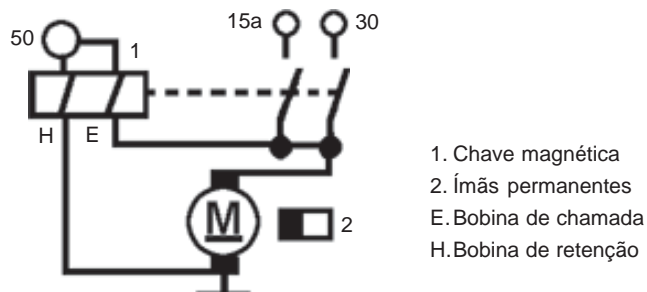


TIPO DW COM CAMPO MAGNÉTICO PERMANENTE

O motor de partida com transmissão intermediária do tipo DW com campo magnético permanente destina-se a automóveis com motores Otto até 5.0 litros ou com motores diesel até 1.6 litros. Este motor de partida oferece em comparação com os tipos convencionais, até então usados e sob as mesmas condições, até 40% menos peso e dimensões de instalação significativamente menores com potência de partida igual ou até mesmo mais elevada.



Como em todos os demais motores de partida com fuso de avanço e alavanca de comando, a chave magnética para atuação da alavanca de comando e ligação da corrente de partida está montada sobre o motor de partida, transmitindo o movimento de avanço do pinhão no eixo do induzido através da alavanca de comando. Todas as variantes do motor de partida tipo DW são equipadas com a mesma chave magnética.



MECANISMO DE ENGRENAMENTO

O mecanismo de engrenamento com roda livre coincide em construção e funcionamento com a execução descrita para outros motores de partida, e é usado também para as outras variantes do mesmo tipo.

O modo de funcionamento do motor de partida com transmissão intermediária do tipo DW não se diferencia do modo de funcionamento de outros motores de partida com fuso de avanço e alavanca de comando. A descrição pode ser encontrada no item motores de partida com fuso de avanço e alavanca de comando sem transmissão intermediária. Somente as ligações elétricas diferenciam-se, uma vez que a bobina de campo, normalmente ligada em série, não existe. Na ligação do circuito de corrente do motor de partida, a corrente flui diretamente para escovas e induzido.

Como motor de partida, é usado um motor de corrente contínua com campo permanente. Ao invés dos eletroímãs (sapatas polares com bobinas de campo) na excitação são usados somente ímãs permanentes. Induzido e ímãs permanentes são diferentes no comprimento em função da potência de partida.

Esse tipo de motor torna possível reduzir em muito o volume do motor de partida e obter uma sensível redução no peso. Além disso, como no tipo EV, a alta rotação do motor é reduzida através de uma transmissão intermediária até a rotação adequada para partida, sendo simultaneamente obtido o elevado torque necessário para a partida.

MOTOR DE PARTIDA COM AVANÇO DO PINHÃO POR HASTE DESLIZANTE

Estes motores de partida são usados em motores de combustão de grande tamanho; trabalham com um mecanismo de engrenamento elétrico de dois estágios para menor esforço nos dentes do pinhão e do volante do motor. O primeiro estágio auxilia somente o engrenamento do pinhão do motor de partida. O motor de combustão, neste estágio ainda não é girado. Somente no segundo estágio são ligadas, pouco antes do final do curso de engrenamento do pinhão, as bobinas de campo e o induzido.

Motores de partida deste tipo destacam-se pelo fato de que a chave magnética juntamente com os outros componentes está disposta coaxialmente, isto é, na mesma direção do eixo. Motores de partida deste tipo são: KBIQB e TBITF.

TIPO KB/QB COM SISTEMA COMBINADO SÉRIE PARALELO

O induzido do motor de partida tem dois mancais: no lado do acionamento e no lado do coletor, e tem um eixo do induzido oco em toda a sua extensão, que no lado do mancal do acionamento tem a configuração de flange de arraste para a embreagem de lâminas.

O flange de arraste tem uma tampa na qual está instalado o mancal de deslizamento do induzido do motor de partida no lado do seu acionamento. No lado do coletor, o induzido do motor tem outro mancal de deslizamento. Do circuito interno, podemos ver que além da bobina série existe ainda uma bobina em paralelo, para excitação do campo. Esta bobina em paralelo nas diferentes execuções do motor de partida KB permanece basicamente ligada nos dois estágios de funcionamento do motor de partida. Nas demais execuções, a bobina em paralelo no primeiro estágio é ligada em série com o motor de partida para, através de limitação da corrente do induzido, colaborar para uma lenta rotação do induzido. No estágio principal, estará em paralelo com o motor de partida. Nos motores de partida tipo QB, usa-se adicionalmente uma bobina auxiliar para aumento do torque dos estágios iniciais de engrenamento do pinhão.

RELÉ DE ENGRENAMENTO E RELÉ DE COMANDO

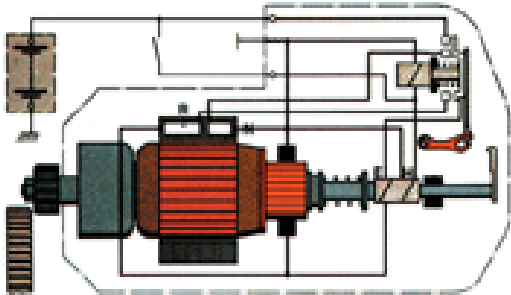
No mancal do coletor, estão instalados um relé de engrenamento para engrenamento do pinhão e um relé de comando para os dois estágios de ligação do motor de partida. Esta disposição torna necessário que o pinhão seja avançado através de uma haste que passa dentro do eixo oco do induzido. O relé de engrenamento tem ainda a função de liberar a ponte de contato do relé de comando através de ligação, alavanca de trava e placa de batente.

MECANISMO DE ENGRENAMENTO DO PINHÃO

O eixo da embreagem, no qual se encontra instalada a embreagem de lâminas, possui um mancal com rolamento de roletes no lado do acionamento e um rolamento de agulhas no eixo do induzido. O pinhão está ligado ao eixo da embreagem por meio de uma chaveta. O fluxo de força entre o induzido do motor de partida e o pinhão é feito, conforme a fase de trabalho em execução, através da já descrita embreagem de lâminas, ou interrompido por esta embreagem.

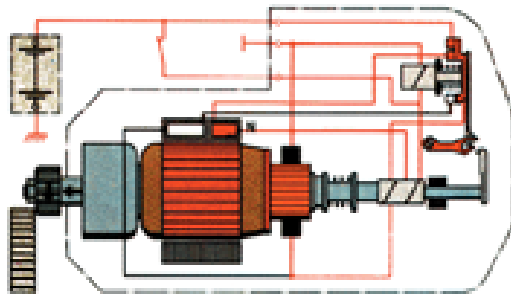
As figuras e a descrição do funcionamento no engrenamento e no desengrenamento referem-se ao tipo KB.

Posição de repouso



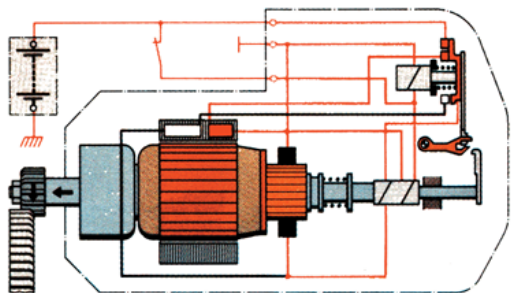
Motor de partida sem corrente. Mola do relé de comando mantém a ponte de contato na posição de repouso.

Estágio de ligação 1a: Dente coincide com dente



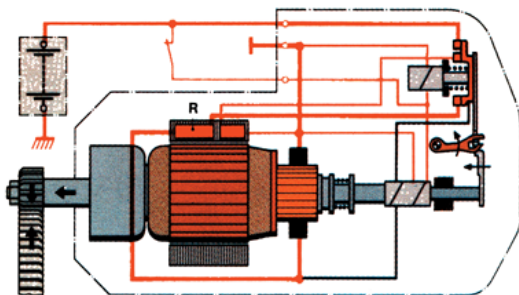
Chave de partida é acionada. O batente se apoia na alavanca de trava. Relé de comando, relé de engrenamento e bobina de campo auxiliar (N) recebem corrente. Pinhão avança mas não engrena: o eixo do motor deve antes girar.

Estágio de ligação 1b: Dente coincide com crena



Processo de ligação como no estágio 1a. Pinhão engrena na cremalheira. O induzido gira lentamente.

Estágio de ligação 2



Alavanca de trava é levantada pela alavanca de ligação. A ponte de contato liga imediatamente a bobina de campo principal (R). O motor de partida tem torque total. O motor do veículo é acionado.

ULTRAPASSE E DESENGRENAMENTO

Quando na partida do motor de combustão, a rotação do pinhão ultrapassa a rotação máxima sem carga do motor de partida, ocorre uma inversão na força. Por meio do fuso na embreagem de lâminas é interrompida a união mecânica entre o pinhão e o induzido do motor de partida, impedindo-se assim que o motor de partida seja acelerado até rotações muito elevadas.

O pinhão propriamente dito, porém, permanece ainda engrenado enquanto a chave de partida estiver atuada. Somente quando a chave de partida for solta e assim desligado o motor de partida, é interrompida a alimentação de corrente à bobina da retenção do relé de engrenamento. O relé de comando interrompe então o circuito da corrente principal, com o que o mecanismo de engrenamento juntamente com o pinhão é puxado novamente para sua posição de repouso, através de uma mola de retrocesso instalada no interior do eixo do induzido. O pinhão desengrena e retoma para sua posição de repouso. A mencionada mola de retrocesso tem também a função de manter o mecanismo de engrenamento do pinhão na posição de repouso apesar das vibrações provocadas pelo motor de combustão em funcionamento, até a próxima operação de partida. No desengrenamento também a alavanca de trava do relé de comando é novamente pressionada para a posição de travamento pela ação de uma mola, de modo que na próxima operação de partida temos novamente à disposição os dois estágios do motor de partida.

MANUTENÇÃO

Antes de executar qualquer serviço no motor de partida, é absolutamente necessário desligar o condutor massa da bateria a fim de evitar o perigo de curto-circuitos. Não colocar ferramentas sobre a bateria.

ESCOVAS

Se o acesso às escovas for fácil, verificar periodicamente seu estado. Após retirar a tampa ou a cinta de proteção, afastar as molas de pressão das escovas com um gancho adequado (Não torcer as molas para o lado e não levantá-las mais que o necessário); verificar se as escovas deslizam livremente nas suas guias.

Tanto escovas como porta-escovas deverão estar livres de poeira, óleo ou graxa. Se estiverem sujos ou presos em suas guias, limpá-los com um pano limpo e que não solte fios (não usar estopa). Não usar lixa, lima ou faca para limpar as superfícies de contato das escovas. Usar ar comprimido para limpeza do porta-escovas.

Substituir as escovas quebradas, dessoldadas ou demasiadamente gastas quando a mola ou o condutor ameaçar encostar no porta-escovas. Observar que a mola assente corretamente na escova. Por ocasião de revisão geral do motor de partida, substituir as escovas. Tornear o coletor sempre que forem substituídas as escovas.

COLETOR

O coletor deve apresentar uma superfície lisa e uniforme, isenta de óleo ou graxa. Coletores sujos devem ser limpos com um pano (não usar estopa). Coletores sulcados ou ovalados deverão ser torneados, rebaixado o isolamento entre as lâminas e novamente torneados (passe fino). Jamais retrabalhar um coletor com lixa ou lima.

LUBRIFICAÇÃO

Os motores de partida com avanço por inércia e com furo de avanço possuem buchas autolubrificantes, dispensando lubrificação.

Não usar substâncias dissolventes de graxa na limpeza destes mancais. No mancal do lado do coletor dos motores com induzido deslizante, é utilizada uma bucha autolubrificante. Os roletes do lado do pinhão possuem um ponto de lubrificação. A cada 25.000 a 50.000 km ou de 500 a 1.000 horas de trabalho, ou ainda uma vez por ano, adicionar o óleo recomendado, sem pressão, 40 a 50 pingos, cerca de 3 cm³. A lubrificação deve ser feita sempre que se desmontar o motor de combustão ou o motor de partida.

No mancal do lado do coletor dos motores de partida tipo T encontra-se um ponto de lubrificação (bujão) situado entre os bornes. No mínimo a cada seis meses, completar (sem pressão) com óleo recomendado.

Outras lubrificações são desnecessárias, à exceção dos motores com transmissão, nos quais deve-se observar o seguinte:

1. Após 3.000 operações de partida, 50.000 km ou 2.000 horas de serviço, lubrificar as engrenagens intermediárias, o pinhão e a cremalheira. As superfícies do eixo da transmissão, sobre as quais desliza o eixo do pinhão, também requerem lubrificação. Em condições extremas de funcionamento, com temperaturas elevadas (carcaça atingindo até 80°C) ou poeira excessiva, diminuir os intervalos entre lubrificações.

2. Estando o bujão do canal de lubrificação todo atarraxado, o feltro lubrificador do mancal intermediário deverá exercer pressão sobre o eixo, por ação da mola. Com o eixo removido e o bujão todo atarraxado, o feltro deverá sobressair pelo furo da bucha aproximadamente a 5 a 10 mm. Na colocação do eixo, observar para não prender ou mesmo cortar o feltro (retirar o bujão e fazer recuar o feltro).
3. O feltro montado no mancal de acionamento, assim como os feltros do mancal de acionamento e do mancal intermediário dos motores com transmissão intermediária devem, ao serem removidos os eixos, penetrar tangencialmente pelo menos 1,5mm na bucha. Na montagem do eixo, cuidar para não prender ou cortar o feltro.

Observando-se as recomendações dos itens 2 e 3, não há perigo de emperramento (ou trabalho em seco) do eixo da transmissão. Em casos de substituição, os feltros de lubrificação novos devem permanecer imersos em óleo por 24 horas.

ELIMINAÇÃO DE DEFEITOS

Muitas falhas atribuídas ao motor de partida, bateria, relés, fiação, contatos ou ligação à massa podem estar na ignição ou na alimentação de combustível, etc.

A orientação para eliminação de defeitos que damos a seguir abrange apenas a instalação de partida.

Inconvenientes	Causas
Chave magnética não liga.	<ul style="list-style-type: none"> • Chave de partida danificada. • Conexões entre chave de partida e solenóide interrompidos. • Chave magnética danificada.
O induzido gira mas o pinhão não engrena (faz barulho).	<ul style="list-style-type: none"> • Eixo do pinhão empastado. • Pinhão ou cremalheira com dentes danificados ou com rebarbas.
O pinhão engrena, o induzido gira, mas o volante não.	<ul style="list-style-type: none"> • Embreagem (roda livre) do pinhão patina.
Motor de partida continua girando após desligar a chave de partida.	<ul style="list-style-type: none"> • Chave de partida não desliga. • Chave magnética em curto.
Pinhão não desengrena após a partida.	<ul style="list-style-type: none"> • Mola de retrocesso fraca ou quebrada. • Pinhão empastado.
Motor de partida funciona normalmente, mas faz barulho ao desengrenar.	<ul style="list-style-type: none"> • Roda livre do pinhão emperrada.

BIBLIOGRAFIA

BOSCH. *Geradores para veículos automotivos*. Apostila técnica. São Paulo, 1986.

BOSCH. *Motores de partida*. Apostila técnica. São Paulo, 1986.

BOSCH. *Elétrico – Rede Bosch Automóveis*. Folhas de exercícios e apontamento.

DELCO FREEDOM. *Folheto técnico*. São Paulo, 1992.

FORD. Treinamento de serviço. *Sistemas eletroeletrônicos*. São Paulo, 1992.

FIESP
SESI
SENAI
IRS

Sistema
FIESP