



Colecção
Formação Modular Automóvel

SISTEMAS DE CARGA E ARRANQUE



Colecção Formação Modular Automóvel

Título do Módulo Sistemas de Carga e Arranque

Coordenação Técnico-Pedagógica CEPRA – Centro de Formação Profissional
da Reparação Automóvel
Departamento Técnico Pedagógico

Direcção Editorial CEPRA – Direcção

Autor CEPRA – Desenvolvimento Curricular

Maquetagem CEPRA – Núcleo de Apoio Gráfico

Propriedade Instituto de Emprego e Formação Profissional
Av. José Malhoa, 11 - 1000 Lisboa

1ª Edição Portugal, Lisboa, Fevereiro de 2000

Depósito Legal 148201/00

© Copyright, 2000
Todos os direitos reservados
IEFP



“Produção apoiada pelo Programa Operacional Formação Profissional e Emprego, cofinanciado pelo Estado Português, e pela União Europeia, através do FSE”

“Ministério de Trabalho e da Solidariedade – Secretaria de Estado do Emprego e Formação”

ÍNDICE

DOCUMENTOS DE ENTRADA

OBJECTIVOS GERAIS	E.1
OBJECTIVOS ESPECÍFICOS	E.1
PRÉ-REQUISITOS	E.3

CORPO DO MÓDULO

0 - INTRODUÇÃO	0.1
1 - SISTEMAS DE CARGA	1.1
1.1 - ALTERNADORES	1.1
1.1.1 - CONSTITUIÇÃO DO ALTERNADOR	1.1
1.1.2 - PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DO ALTERNADOR	1.2
1.1.3 - CORRENTE ALTERNADA	1.4
1.2 - O INDUTOR (ROTOR) DO ALTERNADOR	1.5
1.3 - O INDUZIDO (ESTATOR) DO ALTERNADOR	1.8
1.4 - RECTIFICAÇÃO DE TENSÃO	1.10
1.4.1- VERIFICAÇÃO E CONTROLO DO ALTERNADOR	1.13
1.5 - REGULADORES DE TENSÃO	1.21
1.5.1 - TIPOS DE REGULADORES DE TENSÃO	1.22
1.5.2 - VERIFICAÇÃO DA TENSÃO NO ALTERNADOR	1.28
2 - SISTEMAS DE ARRANQUE	2.1
2.1 - FUNÇÃO DO MOTOR DE ARRANQUE	2.1
2.1.1- PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DO MOTOR ELÉCTRICO	2.3
2.2 - COMPONENTES DO MOTOR DE ARRANQUE	2.5
2.2.1- MECANISMO DE RODA LIVRE DO PINHÃO DE ATAQUE	2.11
2.3 - FUNCIONAMENTO DO MOTOR DE ARRANQUE	2.13
2.4 - VERIFICAÇÃO DO MOTOR DE ARRANQUE	2.14
2.4.1- VERIFICAÇÃO DO INDUZIDO	2.14
2.4.2- REPARAÇÃO DO COLECTOR	2.16

2.4.3- VERIFICAÇÕES DAS BOBINAS INDUTORAS.....	2.17
--	------

2.5 - VERIFICAÇÕES DO MOTOR DE ARRANQUE NO VEÍCULO.....	2.20
---	------

BIBLIOGRAFIA.....	C.1
--------------------------	------------

DOCUMENTOS DE SAÍDA

PÓS-TESTE	S.1
------------------------	------------

CORRIGENDA DO PÓS-TESTE	S.8
--------------------------------------	------------

ANEXOS

EXERCÍCIOS PRÁTICOS.....	A.1
---------------------------------	------------

GUIA DE AVALIAÇÃO DOS EXERCÍCIOS PRÁTICOS	A.3
--	------------

DOCUMENTOS DE ENTRADA

OBJECTIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS

No final deste módulo, o formando deverá ser capaz de:

OBJECTIVO GERAL

identificar os diversos componentes constituintes do sistema de carga e do sistema de arranque. Deve, também efectuar a manutenção e reparação do alternador e motor de arranque e proceder à sua montagem no sistema eléctrico do automóvel

OBJECTIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar a função dos sistemas de carga e arranque no veículo.
2. Identificar os componentes constituintes do alternador.
3. Medir a corrente gerada pelo alternador utilizando um multímetro, verificando o estado de funcionamento do alternador e do motor de arranque.
4. Medir a resistência da bobina do rotor utilizando um multímetro.
5. Medir a resistência de isolamento do rotor utilizando um multímetro.
6. Medir a resistência dos enrolamentos do estator utilizando um multímetro.
7. Medir a resistência de isolamento do estator utilizando um multímetro.
8. Testar os díodos da ponte rectificadora do alternador.
9. Distinguir os vários tipos de reguladores de tensão quanto à sua constituição e funcionamento.

10. Proceder à afinação do regulador, com base no gráfico de regulação de tensão.
11. Identificar os componentes constituintes do motor de arranque com base no princípio de funcionamento do motor eléctrico.
12. Medir a resistência dos enrolamentos do induzido utilizando um multímetro.
13. Medir a resistência de isolamento do induzido utilizando uma lâmpada.
14. Medir a resistência dos enrolamentos do indutor utilizando um multímetro.
15. Medir a resistência de isolamento do indutor utilizando uma lâmpada.
16. Testar o motor de arranque fora do veículo.
17. Testar o motor de arranque montado no veículo.

PRÉ-REQUISITOS

COLECÇÃO FORMAÇÃO MODULAR AUTOMÓVEL					
Construção da Instalação Eléctrica	Componentes do Sistema Eléctrico e sua Simbologia	Electricidade Básica	Magnetismo e Electromagnetismo - Motores e Geradores	Tipos de Baterias e sua Manutenção	Tecnologia dos Semi-Condutores - Componentes
Circ. Integrados, Microcontroladores e Microprocessadores	Leitura e Interpretação de Esquemas Eléctricos Auto	Características e Funcionamento dos Motores	Distribuição	Cálculos e Curvas Características do Motor	Sistemas de Admissão e de Escape
Sistemas de Arrefecimento	Lubrificação de Motores e Transmissão	Alimentação Diesel	Sistemas de Alimentação por Carburador	Sistemas de Ignição	Sistemas de Carga e Arranque
Sobrealimentação	Sistemas de Informação	Lâmpadas, Faróis e Farolins	Focagem de Faróis	Sistemas de Aviso Acústicos e Luminosos	Sistemas de Comunicação
Sistemas de Segurança Passiva	Sistemas de Conforto e Segurança	Embraiagem e Caixas de Velocidades	Sistemas de Transmissão	Sistemas de Travagem Hidráulicos	Sistemas de Travagem Antibloqueio
Sistemas de Direcção Mecânica e Assistida	Geometria de Direcção	Órgãos da Suspensão e seu Funcionamento	Diagnóstico e Rep. de Avarias no Sistema de Suspensão	Ventilação Forçada e Ar Condicionado	Sistemas de Segurança Activa
Sistemas Electrónicos Diesel	Diagnóstico e Reparação em Sistemas Mecânicos	Unidades Electrónicas de Comando, Sensores e Actuadores	Sistemas de Injecção Mecânica	Sistemas de Injecção Electrónica	Emissões Poluentes e Dispositivos de Controlo de Emissões
Análise de Gases de Escape e Opacidade	Diagnóstico e Reparação em Sistemas com Gestão Electrónica	Diagnóstico e Reparação em Sistemas Eléctricos Convencionais	Rodas e Pneus	Manutenção Programada	Termodinâmica
Gases Carburantes e Combustão	Noções de Mecânica Automóvel para GPL	Constituição e Funcionamento do Equipamento Conversor para GPL	Legislação Específica sobre GPL	Processos de Traçagem e Puncionamento	Processos de Corte e Desbaste
Processos de Furação, Mandrilagem e Roscagem	Noções Básicas de Soldadura	Metrologia	Rede Eléctrica e Manutenção de Ferramentas Eléctricas	Rede de Ar Comp. e Manutenção de Ferramentas Pneumáticas	Ferramentas Manuais
OUTROS MÓDULOS A ESTUDAR					
Introdução ao Automóvel	Desenho Técnico	Matemática (cálculo)	Física, Química e Materiais	Organização Oficial	
LEGENDA Módulo em estudo Pré-Requisito					

CORPO DO MÓDULO

INTRODUÇÃO

Longe vão os tempos em que um indivíduo se deslocava à parte dianteira do veículo com uma manivela na mão, ordenando ao condutor do veículo para que este toma-se todas as providências, como bombear a gasolina, ligar bobina de ignição, etc...

Depois surgia a ordem “CONTACTO”, e o indivíduo girava a manivela com enorme energia e o motor começava a funcionar.

Hoje em dia, o condutor do veículo não necessita nem de força, nem de melhor disposição, e nem sequer da tal manivela, uma vez que o automóvel possui já um sistema de arranque deixando a função da manivela, somente para a eventual mudança de um pneu.

Em alta competição automóvel, existe a constante tendência para diminuir o peso do veículo, (até o peso do próprio piloto) e o motor de arranque, não fugindo à regra, é eliminado do veículo.

Assim se compreende que em caso de saída de pista, muitas vezes os pilotos vêm terminada a sua corrida quando deixam o “motor ir abaixo”.

Mas se é necessário o “arranque” do veículo, também é necessário mantê-lo “em carga” ou seja, alimentar todos os circuitos eléctricos do veículo.

Se o funcionamento de todos os componentes eléctricos dependesse somente da bateria, o veículo não iria longe, pois bastava a bateria esgotar toda a sua energia sobre o sistema de ignição e até o sistema de injeccção.

Para que o sistema eléctrico auto possa cumprir a sua função durante o maior espaço de tempo possível, recorre-se a um gerador: o alternador que transforma a energia de movimento produzida pelo veio da cambota, em energia eléctrica.

Deste modo o veículo não depende somente da bateria como fonte de energia eléctrica mas fundamentalmente alternador, que é o componente principal do sistema de carga do veículo.

A maioria dos automóveis de competição, possuem um alternador como fonte de alimentação dos circuitos eléctricos de gestão do motor, e raramente transportam uma bateria.

Durante muitos anos os construtores de automóveis utilizaram o dínamo, o qual gera corrente continua, portanto compatível com a corrente da bateria, mas também porque os sistemas de rectificação eram demasiado volumosos e pesados para esse fim.

Com a evolução da electrónica e, sobretudo, com a tendência para a miniaturização dos componentes electrónicos, rapidamente se verificou que uma ponte rectificadora se tornava mais leve, ocupando pouco espaço, o que levou a reconsiderar a utilização do alternador.

Nos finais dos anos 60, os fabricantes de automóveis substituíram o dínamo pelo alternador, que se mantém nos nossos dias.

O alternador tem sobre o dínamo grandes vantagens. Em primeiro lugar, o dínamo atinge a sua tensão nominal a um número de rotações superior ao do alternador. O alternador atinge a sua tensão nominal a partir das 400/600 r.p.m, enquanto que o dínamo dificilmente atingirá a tensão nominal abaixo das 1330 r.p.m.

Quando o motor térmico está a rodar ao ralenti, o alternador já está a alimentar todos os circuitos, o que não acontece com o dínamo que somente em alta rotação consegue fornecer energia à bateria e à instalação do veículo.

Para a mesma potência, o alternador é mais leve e compacto.

1 – SISTEMAS DE CARGA

Com o objectivo de manter a bateria sempre em plena carga, o motor do veículo acciona um gerador de energia eléctrica (o alternador).

Caso o alternador não existisse, a bateria descarregar-se-ia sobre todos os componentes eléctricos do veículo, tais como, o sistema de iluminação, o sistema de ignição, injeção, etc..

1.1– ALTERNADORES

1.1.1 – CONSTITUIÇÃO DO ALTERNADOR

De um modo geral, os alternadores são constituídos por um **induzido** ou **estator** (3) (Fig.1.1), formando por uma série de bobinas fixas, e por um **indutor** ou **rotor** (4) que gira no interior do estator.

As carcaças do alternador (1 e 5) cobrem e encerram este conjunto alojando também o conjunto rectificador (2), formado por vários díodos rectificadores. A polia (7) e o ventilador (6) completam o conjunto.

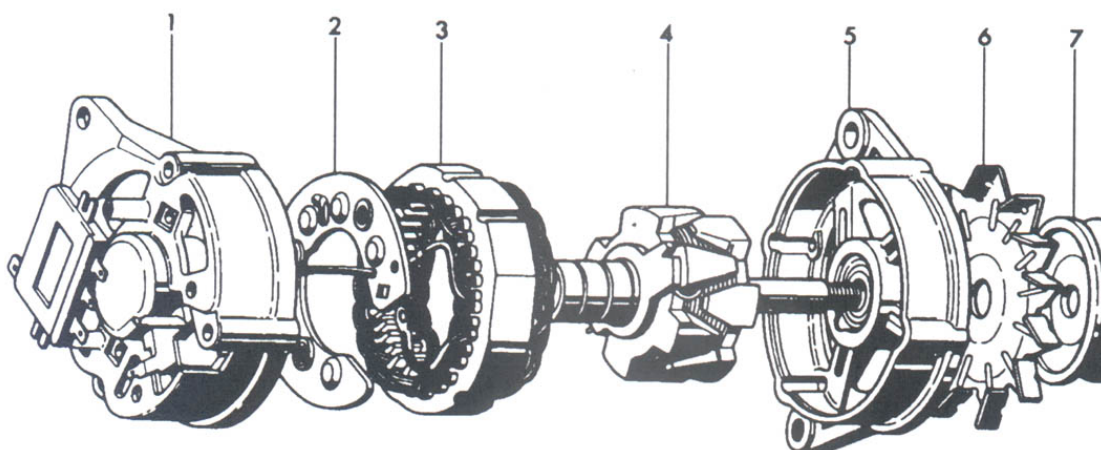


Fig.1.1 – Constituição do alternador

1.1.2 – PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DO ALTERNADOR

O funcionamento de um alternador é baseado no efeito que quando um condutor eléctrico se movimenta, atravessando linhas de força de um campo magnético.

Se entre os pólos de um íman, movermos uma barra de metal bom condutor, como por exemplo o cobre, de forma que esta corte as linhas de força magnéticas no sentido A-B ou B-A, como se apresenta na figura 1.2, e dispusermos de um aparelho de medida bastante sensível, veremos que este regista a passagem de uma corrente de baixa intensidade que traduz a presença de uma força electromotriz induzida pelo íman.

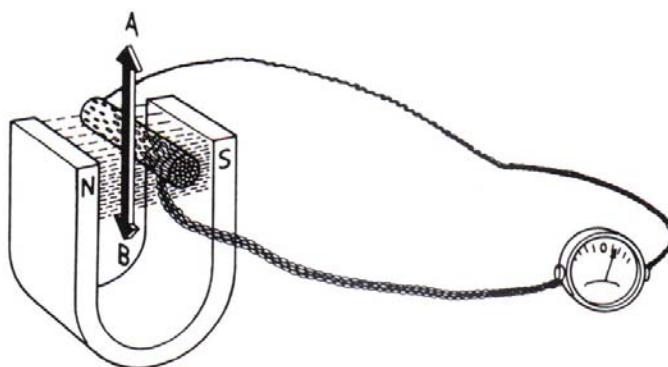


Fig.1.2 – Indução magnética

Existe uma relação entre electricidade e magnetismo.

Se em vez de um simples fio de cobre, criarmos uma espira, e se nos extremos do condutor aplicarmos uns pequenos anéis condutores e sobre eles colocarmos algumas placas condutoras, ao ligarmos este conjunto aos terminais de um instrumento que detecte a produção da força electromotriz, vamos poder observar o seguinte:

No momento em que a espira começa a rodar como se apresenta na figura 1.3, regista-se a passagem de corrente eléctrica, a qual vai aumentando à medida que a espira vai cortando as linhas magnéticas.

Note que quando a espira já rodou 90° o aparelho de medida indica corrente de intensidade máxima (Fig.1.4).

Continuando a rodar a espira no mesmo sentido, veremos a intensidade da corrente a começar a diminuir, até a corrente ser nula.

Nesta posição a espira corta um pequeno número de linhas magnéticas.

Continuando a rodar no mesmo sentido, veremos o aparelho começar a registrar passagem de corrente, até atingir um novo valor máximo, encontrando-se agora o ponteiro em posição contrária relativamente ao ponto central (o zero da escala).

Sempre que a espira dê uma volta, todo este processo se repete (Fig.1.3; 1.4;1.5 e 1.6).

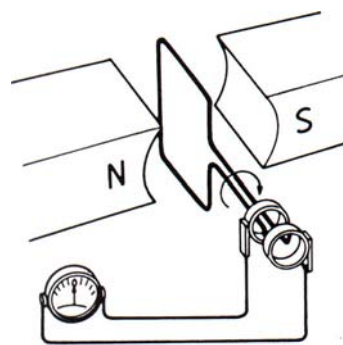


Fig.1.3

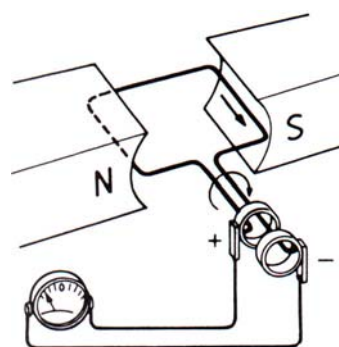


Fig.1.4

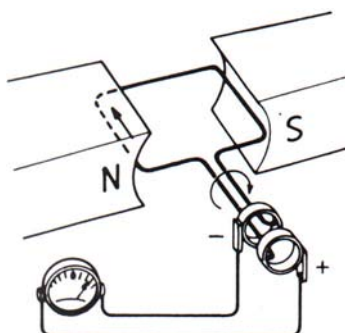


Fig.1.5

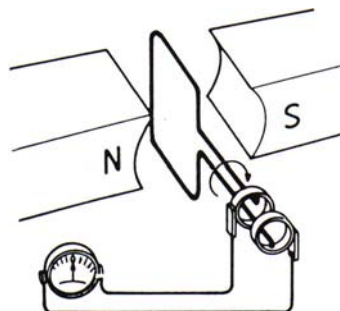


Fig.1.6

1.1.3 – CORRENTE ALTERNADA

A figura 1.7 mostra a sequência de rotação da mesma espira e a curva de valores que a corrente eléctrica pode tomar ao ser gerado aquele movimento.

À medida que a espira se vai deslocando, a corrente gerada vai mudando de sinal sempre que passa junto do pólo positivo ou do pólo negativo.

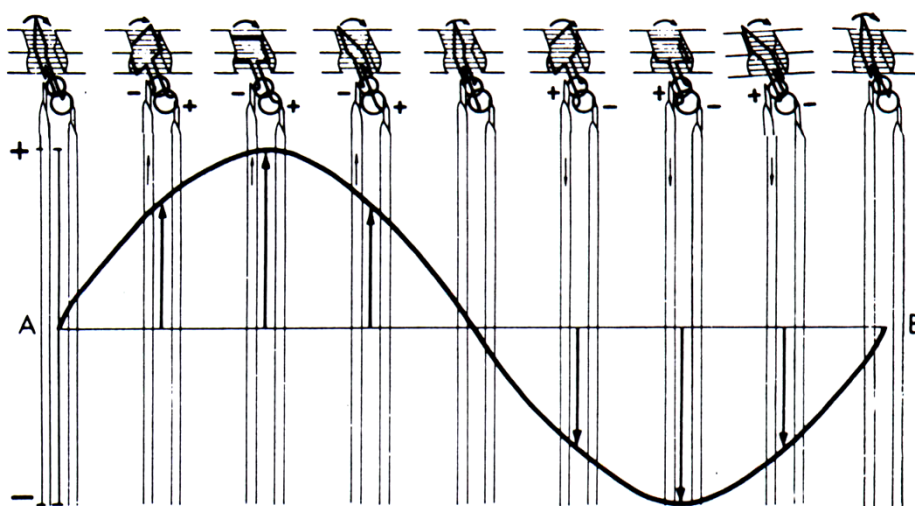


Fig.1.7 – Sinal alternado resultante do movimento de rotação da espira

Podemos deduzir que os valores da corrente eléctrica serão tanto mais elevados quanto maior for o número de espiras, quanto mais intenso for o campo magnético entre os pólos do íman e ainda quanto maior for a velocidade de rotação da espira ou espiras dentro do campo magnético gerado pelo íman permanente.

Na prática, o gerador de campo magnético constitui o indutor (rotor) do alternador, e o induzido constitui o estator como se apresenta na figura 1.8.

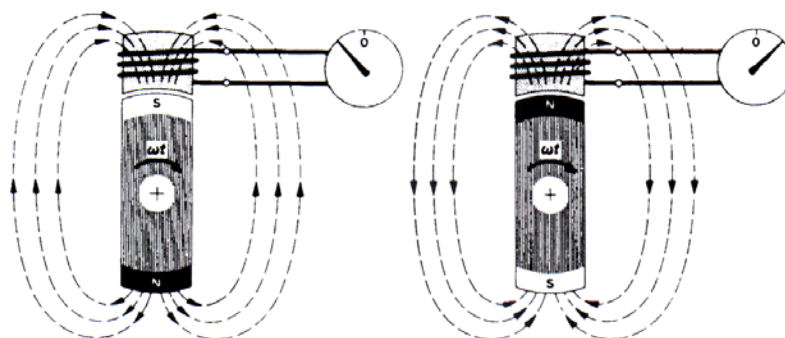
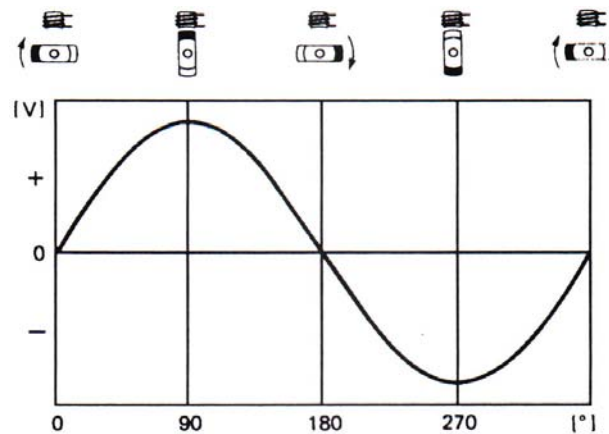


Fig.1.8 – Criação de uma forma de onda sinusoidal com estator fixo e rotor criador de campo magnético

Na Gráf. 1.1 podemos ver a onda de tensão sinusoidal provocada pela força electromotriz (f.e.m) induzida.



Gráf.1.1 – Forma de onda sinusoidal com estator fixo e rotor criador de campo magnético

A f.e.m é tanto maior, quanto mais intenso for o campo magnético e mais elevada a velocidade com que se cortam as linhas de força.

1.2 – O INDUTOR (ROTOR) DO ALTERNADOR

Nos exemplos de correntes induzidas que vimos até este momento, a espira move-se dentro de um campo magnético criado por um íman permanente.

Na realidade, o alternador usa electroímans, que não são mais do que um núcleo de ferro macio em volta do qual se procede a um enrolamento como mostra a figura 1.9.

Este núcleo só se magnetiza quando circula corrente eléctrica pelo enrolamento.

Estes electroímans podem ser mais potentes que os ímans permanentes, porque depende da intensidade da corrente eléctrica que circula pelo enrolamento o maior ou menor número de linhas magnéticas.

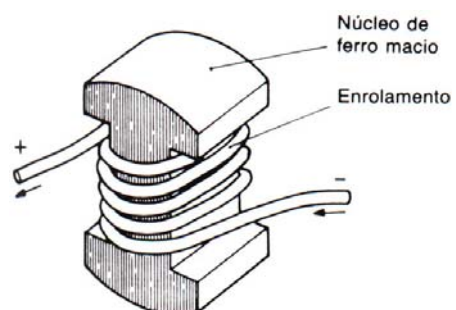


Fig.1.9 – Indutor do alternador

Deste modo, podemos inverter os movimentos e obter o mesmo resultado, bem como a posição da espira e do íman.

Na figura 1.10 apresenta-se a forma esquemática básica como é constituído um alternador. Nesta figura, o íman permanente (com os pólos N e S marcados) pode girar sobre um eixo.

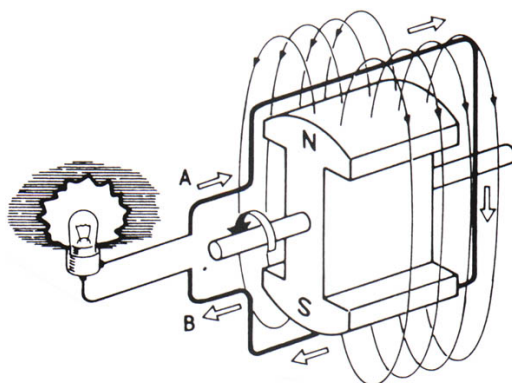


Fig.1.10 – Alternador na sua forma mais básica

Quando o íman gira, as linhas magnéticas são cortadas pelo fio condutor, gerando-se corrente eléctrica no sentido A-B, o que é assinalado pela lâmpada, que acende.

Quando o íman roda de 180° sobre o eixo, a corrente gerada muda de polaridade e circula no sentido B-A (ver figura 1.11).

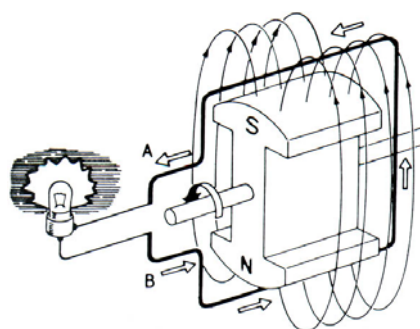


Fig.1.11 – Inversão do sentido da corrente eléctrica à medida que se inverte a polaridade magnética

O indutor (rotor) do alternador é composto, não por um íman permanente mas sim por um electroíman, e a bobina deste toma o nome de bobina de excitação, **excitação do alternador**.

Como se trata da parte móvel da máquina temos que ligar os dois terminais do electroíman a dois colectores de modo que o electroíman esteja constantemente polarizado, definindo constantemente os pólos magnéticos N e S (ver figura 1.12)

A bobina que magnetiza o rotor do alternador chama-se bobina de excitação do alternador.

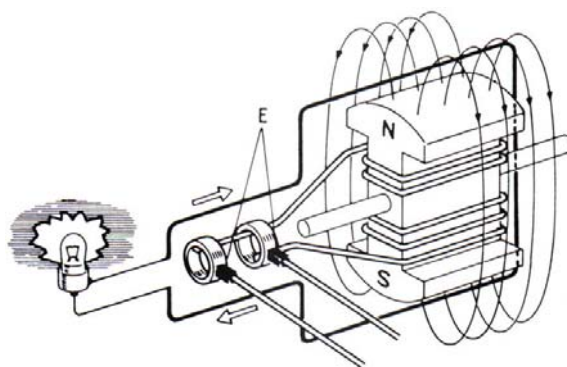


Fig.1.12 – Esquema da ligação do rotor do alternador através de colectores

O indutor (rotor) do alternador está montado em rolamentos no interior do alternador e é accionado pela correia que liga à cambota através de polies.

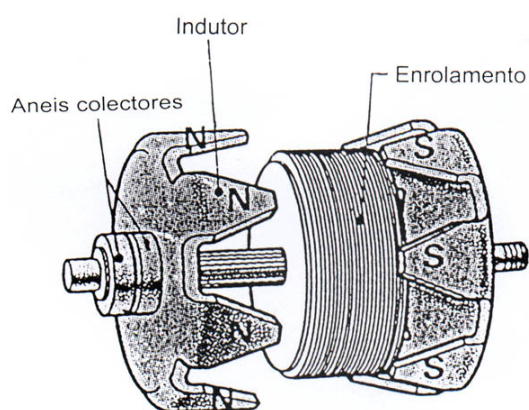


Fig.1.13 - Indutor do alternador

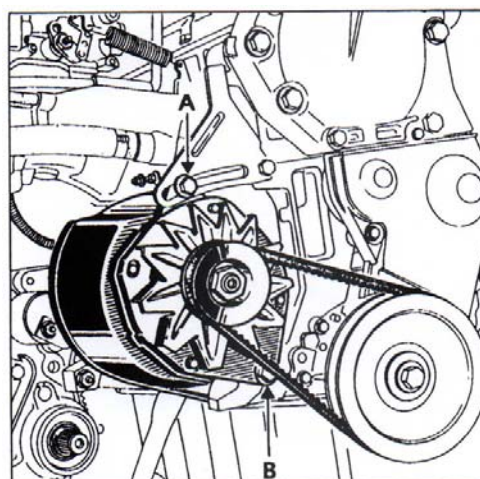


Fig.1.14 - O alternador é accionado pelo veio da cambota

1.3 – O INDUZIDO (ESTATOR) DO ALTERNADOR

Nos exemplos práticos anteriores, a corrente produzida é alternada monofásica.

Nos alternadores aplicados aos automóveis, a corrente obtida é alternada trifásica, uma vez que o estator dispõe de três enrolamentos independentes entre si (Fig. 1.15), originando-se em cada um deles uma tensão alternada.

Os enrolamentos estão desfasados 120° entre si, de modo a garantir o máximo rendimento do alternador.

No gráfico 1.2 está representado a forma de onda resultante das três fases.

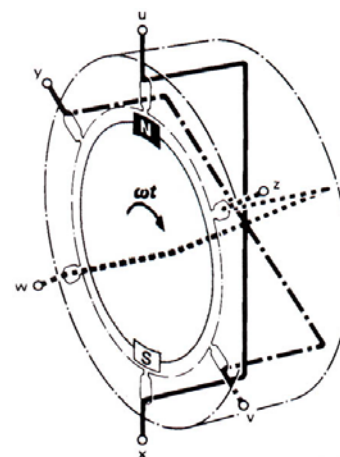
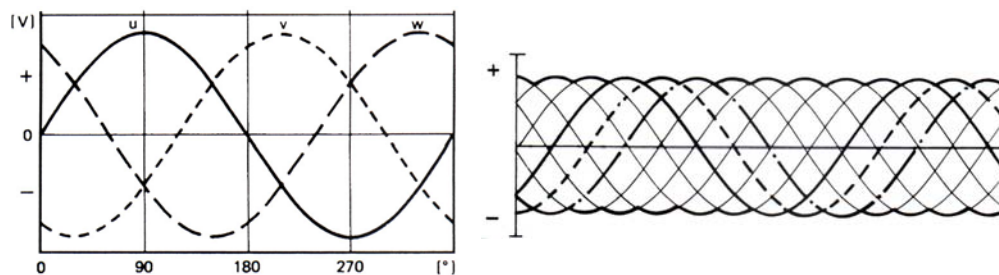


Fig.1.15 - Esquema do estator de um alternador



Gráf.1.2 – Forma de onda sinusoidal trifásica

Os enrolamentos geradores do alternador, constituintes do induzido encontram-se no interior de um anel fixo de ferro macio denominado como se representa na figura 1.16.

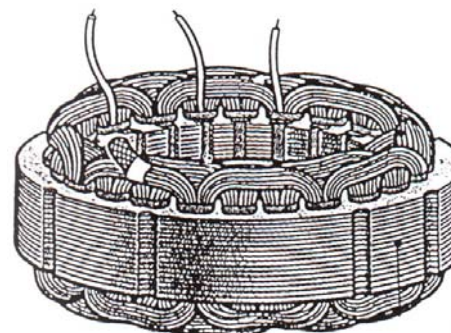


Fig.1.16 – Estator do alternador

Os três enrolamentos do estator do alternador têm duas montagens possíveis. Podem ser montados em **estrela** ou em **triângulo**.

Pelas figuras 1.17 e 1.18 verifica-se que a tensão obtida aos terminais do estator montados em estrela é maior em relação à montagem em triângulo, mas a corrente produzida no enrolamento em estrela é igual à corrente de saída em cada fase.

Por sua vez, o estator montado em triângulo mantém a mesma tensão nos enrolamentos e em cada fase, sendo a corrente superior à saída em relação à corrente circulante em cada enrolamento.

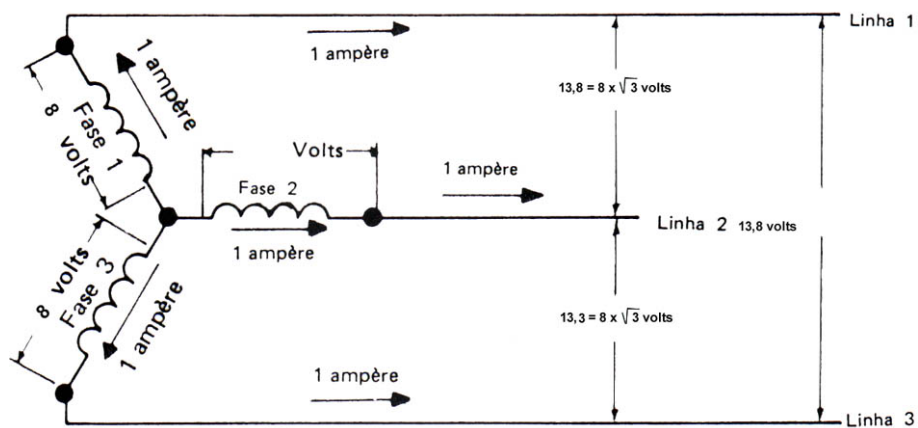


Fig.1.17 –Ligação em estrela

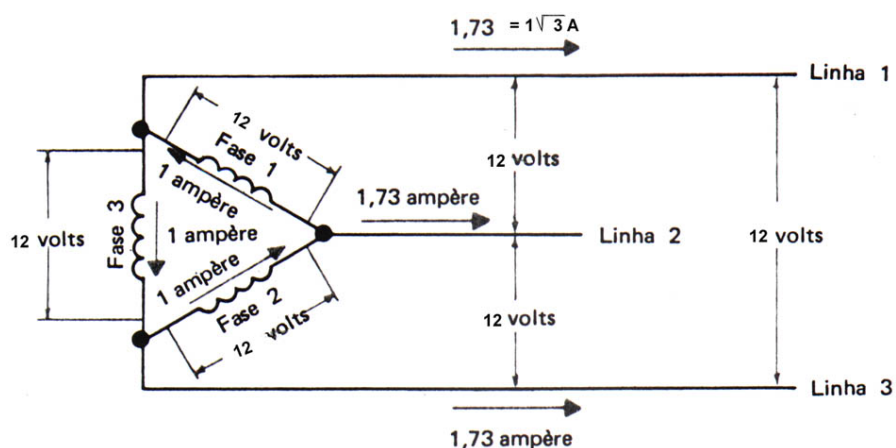


Fig.1.18 – Ligação em triângulo

Os automóveis utilizam normalmente alternadores com o estator ligado em estrela, ficando os alternadores ligados em triângulo reservados para casos excepcionais quando existe uma necessidade de corrente bastante grande como é o caso de automóveis de competição preparados para provas de longo curso.

1.4 – RECTIFICAÇÃO DE TENSÃO

A corrente alternada trifásica produzida pelo estator do alternador, tem de ser rectificada em corrente contínua para poder ser utilizada nos diversos equipamentos do automóvel.

Esta função é realizada por díodos dispostos de forma apropriada, formando uma **ponte** ou **conjunto rectificador**.

Com a utilização de díodos, é aproveitada a sua capacidade de conduzir num só sentido a corrente eléctrica (ver figura 1.19).

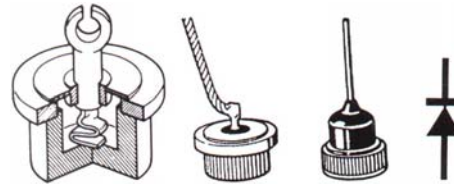


Fig.1.19 – Díodos rectificadores

Se apenas utilizarmos um díodo, este deixará passar apenas a corrente durante os impulsos positivos (rectificação de meia onda), resultando uma corrente contínua pulsatória como se apresenta na figura 1.20.

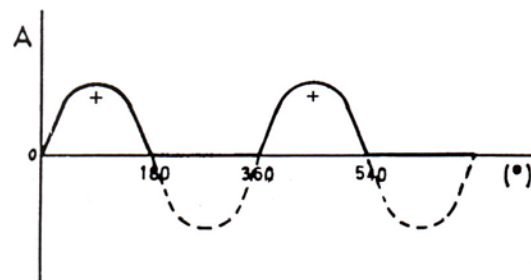


Fig.1.20 – Corrente rectificada é já uma forma de corrente contínua

Portanto, para rectificar a corrente alternada à saída das três fases do alternador, teremos que utilizar uma ponte de díodos, mais concretamente, uma ponte rectificadora.

O díodo é um elemento electrónico que tem a particularidade de apenas deixar passar corrente num só sentido.

Combinando quatro díodos conforme se apresenta na figura 1.21, podemos converter corrente alternada em contínua.

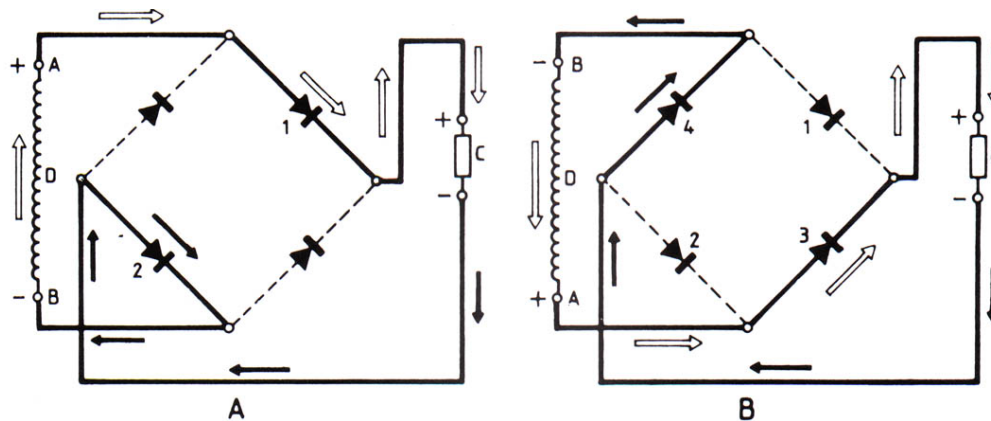


Fig.1.21 – Funcionamento da ponte retificadora

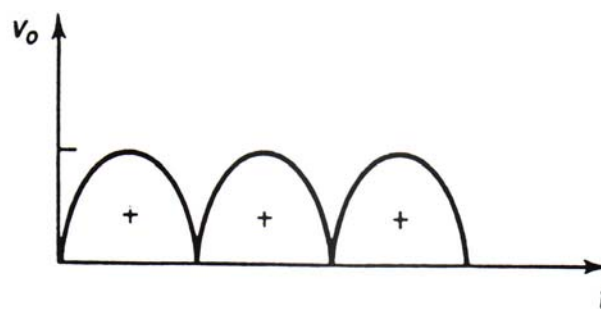


Fig.1.22 – Forma de onda obtida à saída da ponte retificadora

Para se aproveitarem as semi-ondas positivas e negativas de cada uma das três fases (rectificação de onda completa), dispõem-se dois díodos para cada fase, um no lado positivo e outro no lado negativo.

Como o estator apresenta três fases, são necessários seis díodos de potência num alternador trifásico como está representado nas figuras 1.23 e 1.24.

Nas seguintes figuras mostram-se os esquemas dos díodos, para alternadores com ligações em estrela e triângulo.

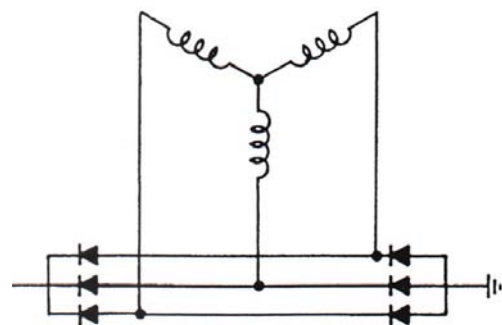


Fig. 1.23 – Ligação em estrela

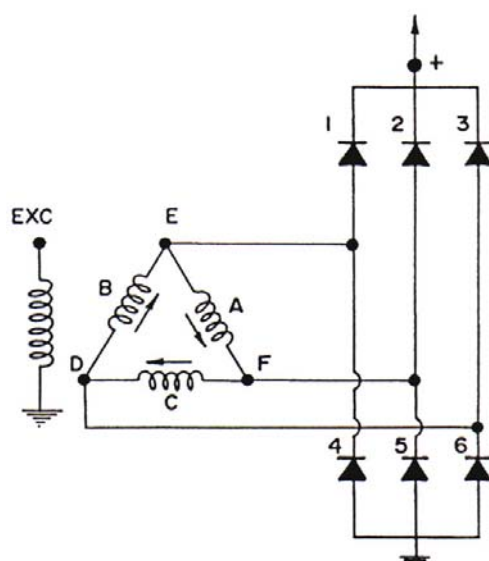


Fig. 1.24 – Ligação em triângulo

Em baixo apresenta-se a sequência de rectificação de onda completa de um alternador trifásico.

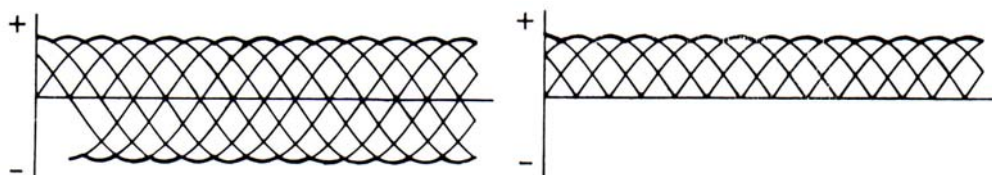


Fig. 1.25 – Rectificação de tensão do alternador

A corrente de excitação deriva da bobinagem do estator e é rectificada por três díodos especiais de excitação e por três díodos do lado negativo (ver figura 1.26).

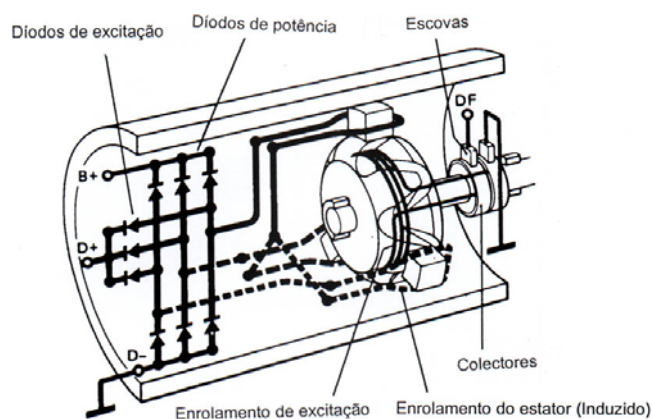


Fig. 1.26 – Alternador com ponte rectificadora de nove díodos

O alternador da Figura 1.26, como se pode ver tem o estador ligado em estrela e possui uma ponte rectificadora de nove díodos.

Os díodos que ligam o terminal de massa (D^-) e o terminal positivo (B^+) são os díodos de potência pois é através deles que circula a corrente eléctrica necessária à carga da bateria.

Estes díodos devem possuir características tais, por forma a suportar esta corrente e devem estar montados em contacto com o chassis do alternador de modo a dissiparem a maior quantidade de calor possível.

Os outros três díodos denominam-se por díodos de excitação uma vez que o terminal (D^+) se destina a ligar ao regulador de tensão.

A Figura 1.27 apresentam o esquema eléctrico ou um alternador com ponte rectificadora composta por nove díodos em que o terminal (+) liga directamente à bateria e o outro terminal supostamente (D^+) liga os díodos de excitação ao regulador de tensão que como veremos adiante, se destina a ligar e desligar a bobine de excitação (rotor) do alternador.

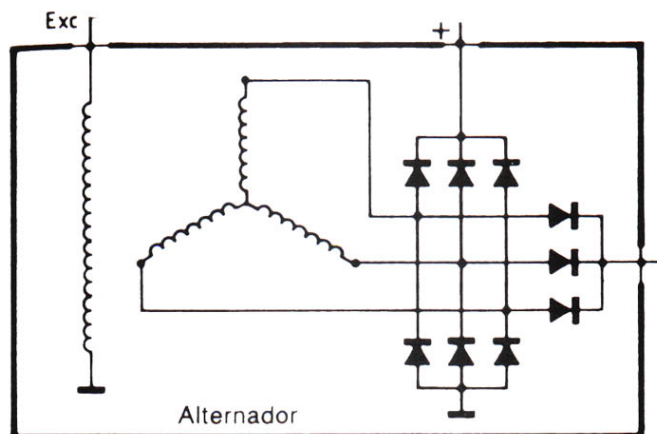


Fig.1.27 – Esquema eléctrico do alternador com ponte rectificadora de nove díodos

1.4.1 – VERIFICAÇÃO E CONTROLO DO ALTERNADOR

Verificar a tensão da correia do alternador tal como mostra a figura 1.28 não devendo a flecha exceder o valor preconizado pelo fabricante sob pena de haver escorregamento e consequente diminuição da corrente gerada.

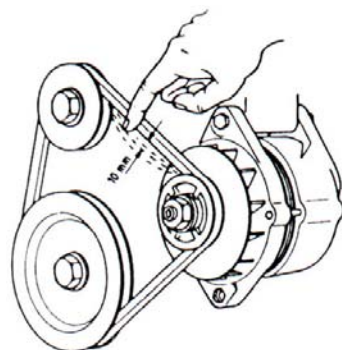


Fig. 1.28

Verificar que a corrente alimenta a bateria:
Desligar o cabo de massa da bateria e cabo do positivo da bateria ao alternador.
Verificar qualidade desta ficha de ligação com o auxílio de um voltímetro como se mostra na figura 1.29.

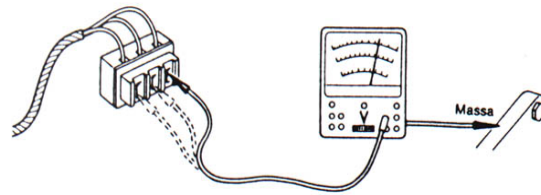


Fig 1.29

Verificar a corrente gerada pelo alternador:
São necessários um voltímetro, um amperímetro e um reóstato a fim de variar a impedância de todo o circuito de carga. Montar circuito conforme a figura 1.30. Ligar motor fixando a sua rotação em 3000 r.p.m., accionar equipamentos diversos (acender faróis, ligar limpa pára-brisas e ventilador, desembaciador do óculo traseiro,...) e fazer variar a resistência do reóstato variando consequentemente a corrente no circuito de carga. O alternador está em boas condições quando ao variar a carga no circuito, consegue restabelecer a corrente nominal sem que a tensão desça abaixo dos 13 V.

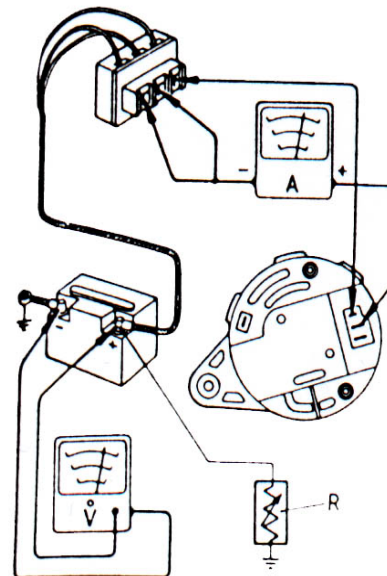


Fig 1.30

Efectuar a montagem conforme a figura 1.31.
Proceder de acordo com o exemplo anterior (ligar motor, equipamentos, etc...). O voltímetro deve marcar uma tensão não superior a 0,5 V caso contrário existe uma elevada resistência do lado positivo do circuito de carga que deverá ser localizada.

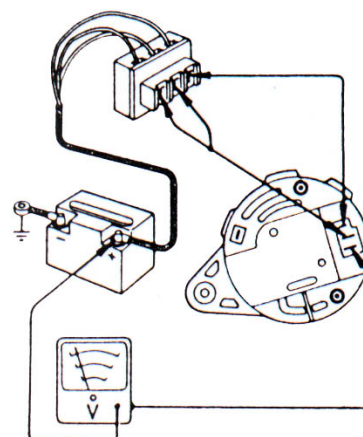


Fig 1.31

Efectuar a montagem do circuito conforme a figura 1.32- Proceder de acordo com os dois exemplos anteriores.

O voltímetro deve marcar um valor igual ou inferior a 0,25 V caso contrário há que procurar a origem da alta resistência encontrada.

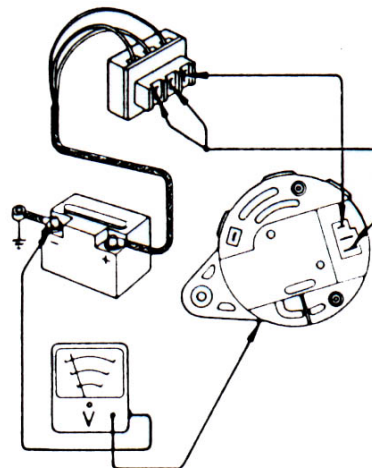


Fig. 1.32

Antes de proceder à verificação individual dos componentes depois de retirar o alternador do veículo, deverá realizar-se uma limpeza dos mesmos, eliminando todas as impurezas que nele poderão existir como lamas, pó, etc..

Para esta limpeza, não devem ser empregues dissolventes ou substâncias que poderão danificar o verniz isolador dos condutores constituintes dos enrolamentos do estator ou rotor do alternador, com risco da perda de isolamento eléctrico destes componentes.

Esta limpeza deve ser executada apenas com um pano limpo isento de qualquer produto de limpeza.

A desmontagem do alternador deve ser efectuada de uma forma cuidada por forma a não danificar, sobretudo, os enrolamentos do estator ou rotor do alternador.

Uma vez feita a desmontagem dos componentes então à sua verificação individual.

ROTOR

O rotor do alternador não deve apresentar fissuras e/ou indícios de oxidação, e os anéis colectores devem apresentar bom estado de conservação.

Os rolamentos do veio rotor do alternador devem ser analisados e caso se verifique folgas anormais, estes devem ser substituídos.

Utilizando um ohmímetro, devemos proceder à medição da resistência da bobina criadora de campo magnético do rotor que deverá apresentar uma resistência de 3 a 8 ohms considerando a medição feita a uma temperatura ambiente de 20° C.

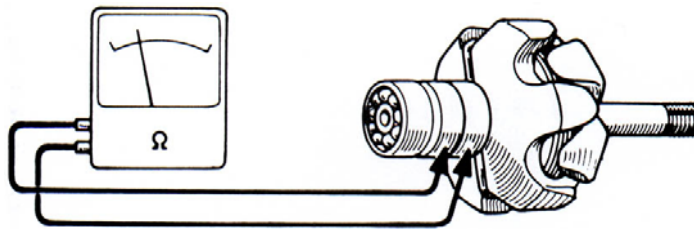


Fig. 1.33 – Medição da resistência da bobina do rotor

Caso a resistência medida seja superior a 8 ohms, significa que a bobina poderá estar em aberto ou queimada.

Caso a resistência medida seja inferior a 3 ohms, significa que a bobina encontra-se em curto-circuito.

A segunda verificação, consiste em verificar o isolamento eléctrico.

Podemos dispor de um multímetro na função de ohmímetro, tal como se apresenta na figura 1.34.

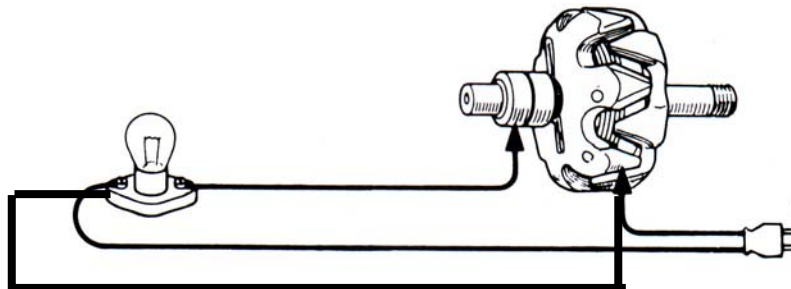


Fig. 1.34 – Medição da resistência de isolamento do rotor

O ohmímetro deve apresentar uma resistência tão elevada como o seu calibre mais alto. No caso de o ohmímetro apresentar uma resistência na ordem dos ohms, significa que não existe isolamento eléctrico e o rotor apresentará defeito.

ESTATOR

Tal como procedemos para as bobinas do rotor, também o estator deve ser verificado quanto à continuidade dos seus enrolamentos, pois deficiências no estator levam a deficiências e quebras na produção de energia.

Em primeiro lugar, vamos verificar a continuidade dos enrolamentos.

A figura 1.35 mostra como se procede com o auxílio de um ohmímetro.

Ligamos as pontas do ohmímetro a duas das três ligações do estator, devendo o valor encontrado situar-se dentro do fornecido pelo fabricante. Regra geral estes valores são pequenos e de grande precisão, situam-se entre os 0,04 e os 0,15 ohm para os alternadores de 12 volts nominais.

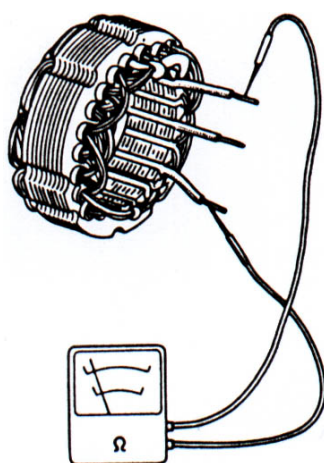


Fig. 1.36 – Medição da resistência dos enrolamentos do estator

Para analisar o estado de isolamento das bobinas do estator, devemos proceder da mesma forma que com o rotor.

Com o uso de um ohmímetro na função de ohmímetro, deverá ser analisado o isolamento eléctrico do estator como se apresenta na Figura 1.37.

A lâmpada de provas não deve acender em qualquer dos casos, pois se isso acontecer significa um isolamento eléctrico deficiente e portanto fuga de corrente entre os enrolamentos e o núcleo do estator.

Testando as três fases, o multímetro deverá apresentar uma resistência o mais elevada possível e que será indício de um bom isolamento eléctrico.

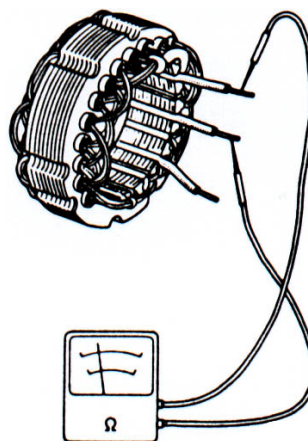


Fig. 1.35 – Medição da resistência dos enrolamentos do estator

Depois desta medição, devemos passar para o outro terminal como se vê na figura 1.35. Os valores desta segunda medição deverão ser iguais à da primeira

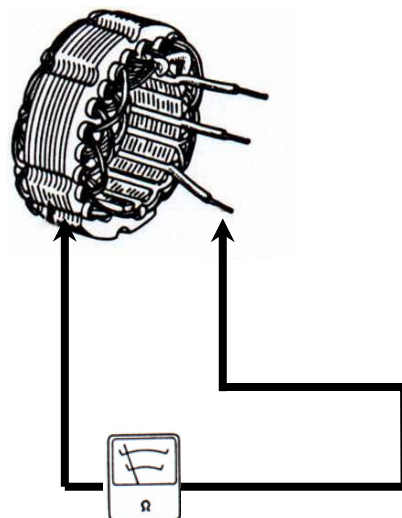


Fig.1.37 – Medição da resistência de isolamento do estator

Tal como o rotor, também o estator pode ser testado sem necessidade de proceder a desmontagens, bastando actuar com as pontas de teste nos orifícios que para o efeito existem no corpo do alternador.

PONTE RECTIFICADORA

A verificação dos díodos é uma operação muito importante quando pretendemos constatar o estado de funcionamento de um alternador.

O alternador dispõe de pelo menos dois grupos de díodos. O primeiro grupo de díodos comporta os díodos positivos cujos cátodos se encontram reunidos formando o terminal positivo da ponte rectificadora, o segundo grupo de díodos tem os seus ânodos ligados à massa definindo assim o terminal negativo da ponte rectificadora.

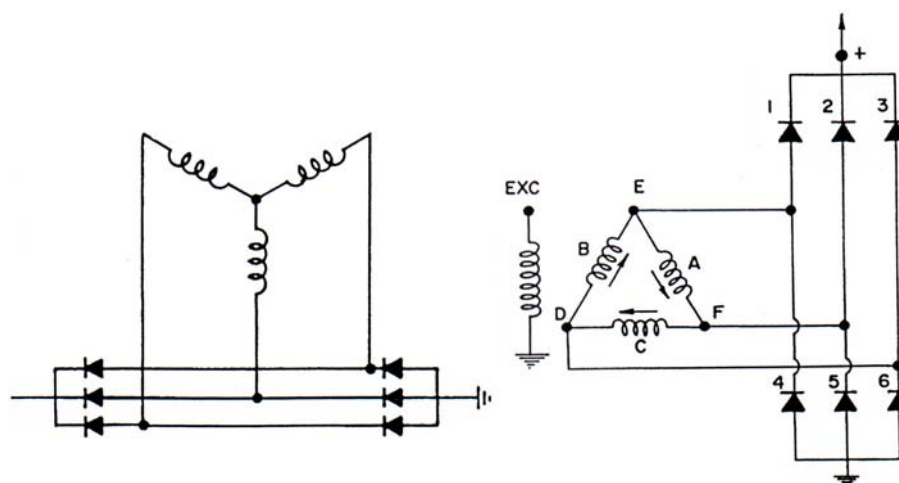


Fig. 1.38 – Ponte rectificadora do alternador

Verificação dos díodos da ponte rectificadora

A fim de não danificar qualquer díodo deve fazer-se as verificações com uma tensão de 12 volts e uma lâmpada de prova de 5 Watts, equipamento com o qual podemos iniciar as provas, conforme mostra a figura 1.39.

Se o díodo estiver em bom estado, a lâmpada de testes acende-se, mantendo-se assim enquanto as ligações estiverem feitas. Isto significa que a corrente circula no sentido correcto.

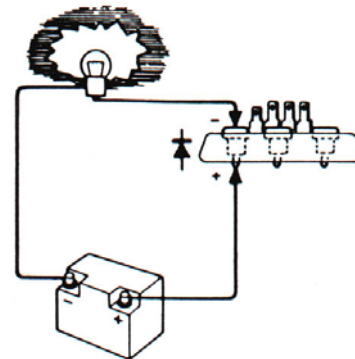


Fig. 1.39 – Verificação dos díodos rectificadores

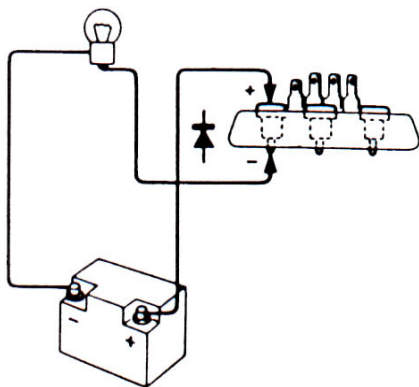


Fig. 1.40 – Com a inversão de tensão a lâmpada não deve acender

Esta operação deve ser seguida para todos os díodos, devendo observar-se o mesmo resultado. Para completar esta verificação procedemos como se apresenta na figura 1.40.

Neste caso a lâmpada nunca deverá acender pois de outro modo os díodos deixariam passar a corrente nos dois sentidos o que constituiria um sinal de avaria, tornando necessária a substituição da placa rectificadora do alternador.

Deve-se proceder da mesma forma para os restantes díodos da ponte rectificadora e caso exista um ou mais díodos que polarizados directamente ou inversamente façam acender a lâmpada ou mantenham a lâmpada sempre apagada levam a concluir que a ponte rectificadora está avariada.

Como já foi referido existem alternadores, cuja ponte rectificadora é composta por nove díodos em os restantes três díodos compõem o grupo de díodos de campo ou díodos de excitação, pelos quais passa a corrente para o regulador (ver a figura 1.41).

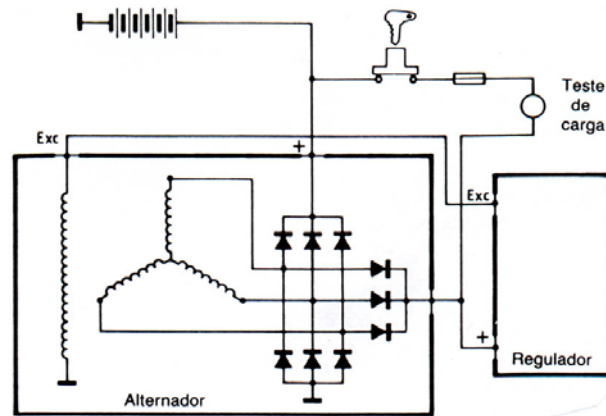


Fig. 1.41 – Esquema eléctrico de um alternador com díodos de excitação

A verificação dos díodos de excitação é idêntica à dos restantes díodos. Efectua-se a verificação dos díodos de campo como nos mostra a figura 1.42 e 1.43.

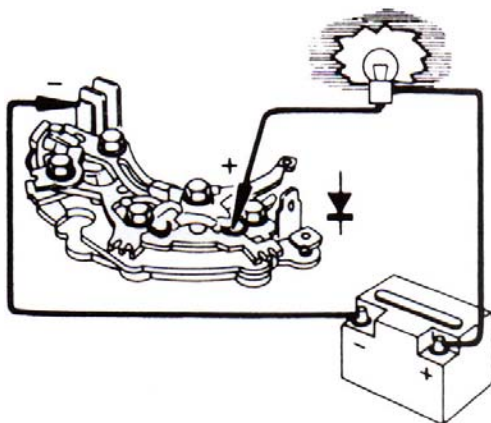


Fig. 1.42 – Quando polarizados directamente, os díodos permitem a passagem de corrente fazendo acender a lâmpada

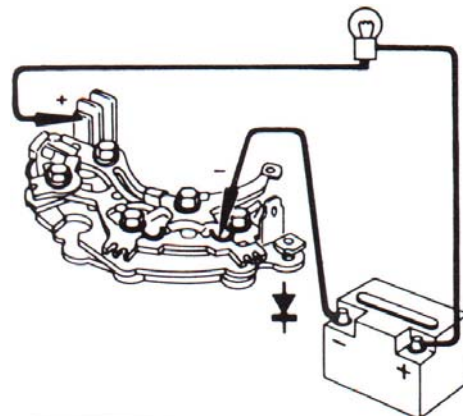


Fig. 1.43 – Quando polarizados inversamente, os díodos cortam a passagem de corrente fazendo com que a lâmpada se mantenha apagada

Como se pode ver, faz-se a ligação positiva da lâmpada de provas, já que as ligações estão feitas no sentido da passagem de corrente.

Invertendo as ligações (fig. 1.43), a lâmpada agora não deve acender, caso contrário, dá-nos a certeza de que estamos em presença de um díodo avariado. Tal como nos casos anteriores, devemos substituir todo o conjunto.

Verificaram-se a continuidade da corrente entre o alternador e a bateria (defeitos nos cabos e/ou suas ligações), resposta do alternador (capacidade de fornecer corrente adicional quando aumenta a impedância do circuito de cargas) a alterações de potência requerida pelo circuito de carga e estado dos díodos positivos e negativos.

1.5 – REGULADORES DE TENSÃO

Todos os instrumentos receptores que equipam o automóvel funcionam correctamente desde que a tensão nominal da rede se mantenha dentro de limites muito estreitos.

Se a instalação está concebida para funcionar a 12 Volts nominais, sobretensões acima dos 15 Volts podem danificar ao fim de pouco tempo alguns receptores e provocar irregularidade no funcionamento dos restantes componentes.

A tensão na rede eléctrica do automóvel deve manter-se entre os 12 e os 14 Volts para que tudo funcione perfeitamente.

Não é difícil construir um alternador que forneça uma tensão fixa com variações muito ligeiras, mas para isso é necessário que a sua velocidade de rotação seja constante e muito estável.

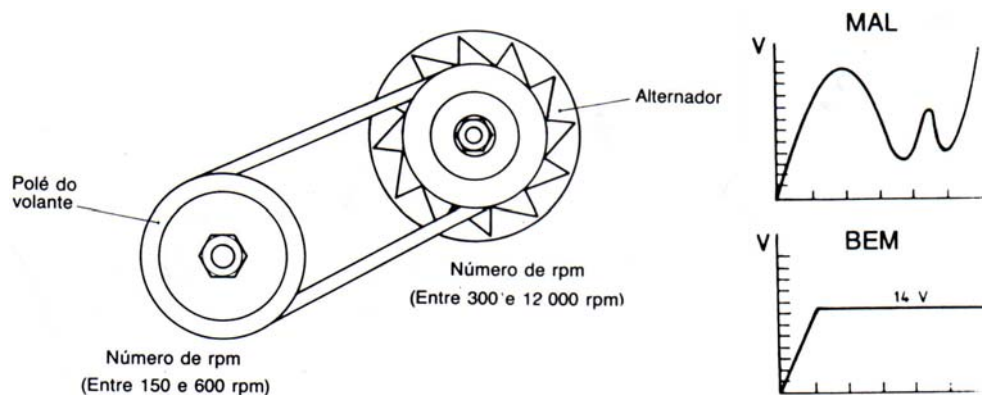


Fig. 1.44 – Variação de rotação do alternador em função do veio motor

A tensão gerada pelo alternador é proporcional à velocidade de rotação do motor como se vê na Figura 1.44 se o veio motor aumentar de rotação aumenta a tensão gerada pelo alternador.

Como esta varia constantemente durante a marcha do veículo é necessária uma regulação para manter a tensão dentro dos limites de utilização dos vários receptores, assegurando-lhes um bom funcionamento.

A regulação da tensão consegue-se actuando sobre a corrente de excitação do alternador e, por conseguinte, sobre o campo magnético criado no rotor.

Enquanto a tensão gerada pelo alternador permanecer abaixo do valor da tensão de regulação, o regulador não entra em funcionamento. Se a tensão nos terminais do alternador ultrapassar o valor prefixado, o regulador provoca, de acordo com o estado de carga da bateria, uma redução ou mesmo interrupção total da corrente de excitação, diminuindo o campo magnético do rotor, que por sua vez, faz diminuir a tensão gerada nos terminais do alternador.

A descida de tensão dá-se até um valor prefixado, aumentando em seguida a corrente de excitação que faz aumentar de novo a tensão nos terminais até ao seu valor máximo.

O processo repete-se tantas vezes, quantas a tensão subir para além do limite.

O regulador actua com tanta rapidez que a tensão do alternador é mantida no valor constante desejado.

Caso não existisse o regulador de tensão, a bateria descarregava-se através da bobina de excitação do alternador, especialmente quando o motor do automóvel estivesse parado.

1.5.1 – TIPOS DE REGULADORES DE TENSÃO

REGULADORES DE CONTACTOS

De entre os diferentes tipos de reguladores empregues nos circuitos de carga, os mais antigos são os reguladores de contactos. Neste tipo de reguladores, o funcionamento do circuito de excitação do alternador, é comandado pela abertura ou fecho do relé que mediante o valor de tensão presente na bateria permite a passagem ou o corte da alimentação da bobina de excitação do alternador (ver figura 1.45).

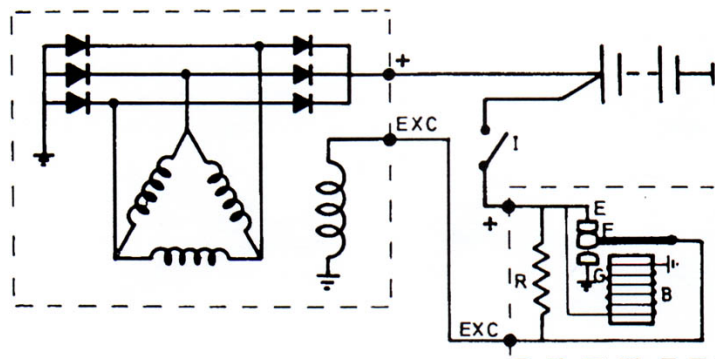


Fig. 1.45 – Regulador de tensão de contactos

Quando se fecha o interruptor I, a tensão do circuito é aplicada à bobina B cuja força magnética é, neste momento, insuficiente para atrair o contacto F para o contacto G.

Assim, a corrente da bateria percorre o relé (contactos E-F) alimentando a bobina de excitação do alternador. Neste momento o alternador está apto a produzir energia por forma a carregar a bateria.

A partir do momento em que a bateria possui aos seus terminais cerca de 14 Volts, este valor é reconhecido pela resistência regulada R fazendo a bobina B atrair o contacto F de E para G abrindo o circuito de ligação da bobina de excitação do alternador.

As figuras 1.46, 1.47 e 1.48 demonstram o funcionamento do regulador de tensão desde o momento em que o alternador carrega a bateria até ao momento em que o regulador faz com o corte da alimentação do circuito de excitação do alternador.

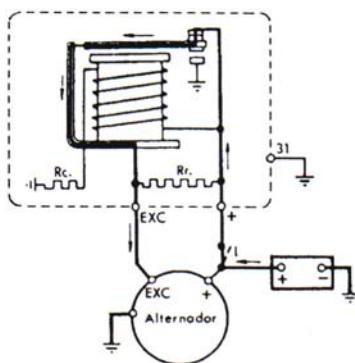


Fig. 1.46 – Carga da bateria

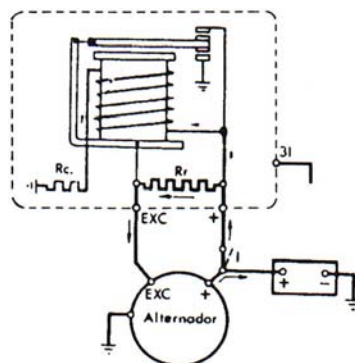


Fig. 1.47 – Bateria com 14V faz desligar excitação

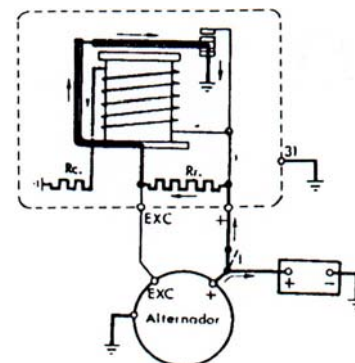


Fig. 1.48 – Excitação desligada

No caso dos alternadores com rectificação composta por nove díodos, o funcionamento do regulador de tensão é análogo como se pode ver pela figura 1.49.

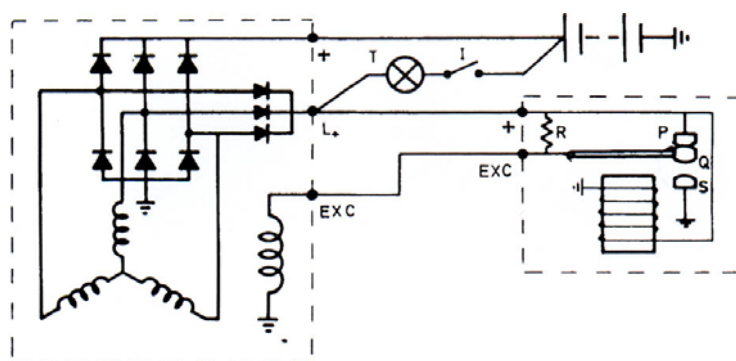


Fig. 1.49 – Regulador para alternador com rectificador de nove díodos

Quando se fecha o interruptor I, a lâmpada acende pois estando o rotor do alternador parado, não existe geração de corrente e considera-se que o terminal L+ possui um potencial igual ao da massa.

Quando o motor do veículo entra em funcionamento, o alternador através da lâmpada e começa a gerar corrente para a bateria pois o relé fecha o circuito de excitação do alternador, neste momento, o terminal L+ toma um potencial positivo igual ao da bateria, fazendo com que a lâmpada T se apague.

Quando a bateria está carregada, a corrente que atravessa a resistência de comparação R faz com que o relé do regulador abra o circuito de excitação do alternador deixando este de produzir corrente de carga para a bateria.

REGULADORES DE CONTACTOS COM AJUDA ELECTRÔNICA

Este tipo de reguladores marca a transição dos reguladores de contactos com principio de funcionamento electro - mecânico para os reguladores comandados electronicamente (ver figura 1.50).

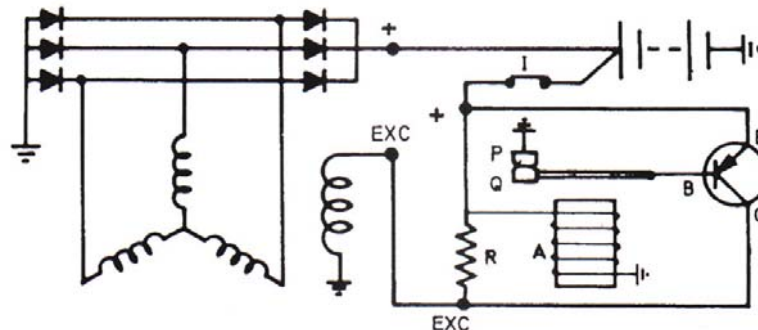


Fig. 1.50 – Regulador de tensão de contactos com ajuda electrónica

O principio de funcionamento deste regulador é igual aos já descritos. A corrente que se destina a alimentar o circuito de excitação é comutada por um transístor, ao contrário daquilo que acontecia até aqui.

A base deste transístor é ligada e desligada da massa através de um relé.

No início, o alternador carrega a bateria porque o relé A não possui força para atrair contacto Q, por forma que o transístor tem a sua base ligada à massa, encontrando-se a conduzir a corrente que alimenta a bobina de excitação do alternador.

Quando a bateria se encontra carregada, o relé A faz desligar a base do transístor, ficando este a trabalhar ao corte.

A bobina de excitação do alternador fica assim desligada.

Os reguladores de contacto baseiam o seu funcionamento na abertura e fecho de contactos que estão a vibrar continuamente. A velocidade de vibração tem um limite que, a partir do qual, provoca anomalias no funcionamento e o próprio desgaste dos contactos.

REGULADORES ELECTRÒNICOS

Actualmente os contactos móveis são substituídos por transístores a fim de evitar os inconvenientes referidos acima.

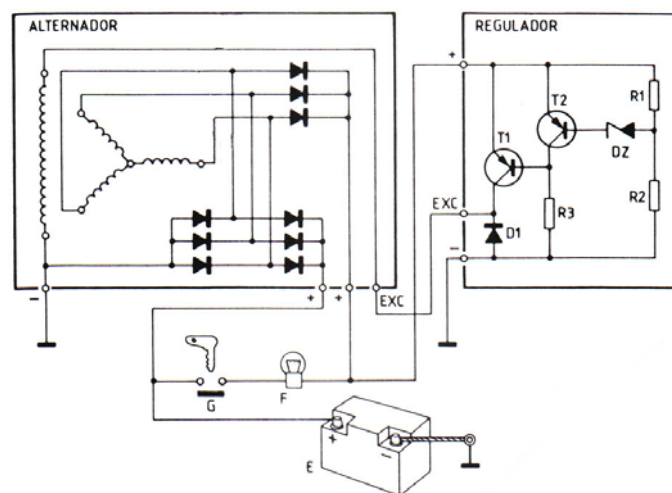


Fig. 1.51 – Regulador electrónico

Na figura 1.51 temos o esquema eléctrico de um alternador, tal como já conhecemos, mas desta vez controlado por um regulador electrónico.

Como podemos ver, este regulador consta de dois transístores e de um díodo Zener (DZ). O transístor T1 é o de potência encarregado de deixar passar a corrente de alimentação do enrolamento do rotor, enquanto o transístor T2 controla a corrente de base do transístor de potência. Os restantes elementos, que são resistências R1, R2 e R3, assim como o díodo D1, são elementos de protecção dos transístores.

Na figura 1.52 temos o momento em que o interruptor da chave de ignição é accionado antes de por o motor de arranque em funcionamento.

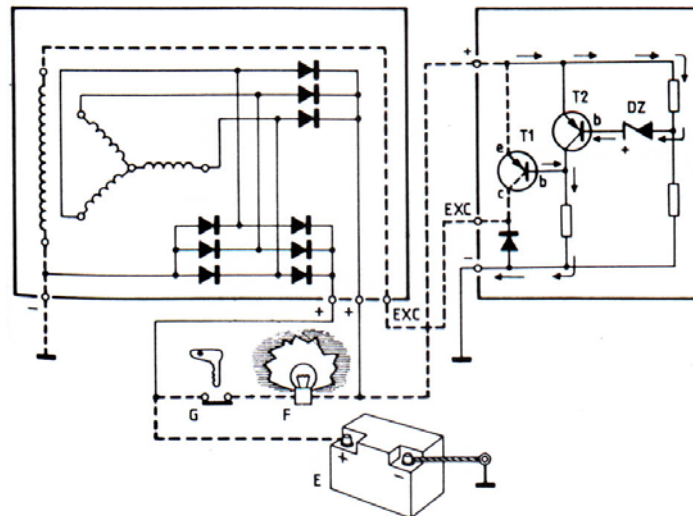


Fig. 1.52 – O regulador electrónico faz acender a lâmpada no painel de instrumentos quando o alternador se encontra imobilizado

A corrente entra pelo borne positivo (+) e passa ao emissor do transístor T1, que é do tipo PNP. Como na sua base (b) há tensão negativa, cria-se a passagem de corrente entre o emissor (e) e o colector (c), passando posteriormente pelo borne de excitação (EXC) até ao enrolamento de excitação, que fica assim alimentado. O transístor T2, por sua vez, mantém-se bloqueado, já que recebe tensão positiva na sua base (b) através do díodo Zener (DZ) e como se trata de um transístor PNP só funciona quando recebe tensão negativa na base, pelo que fica bloqueado.

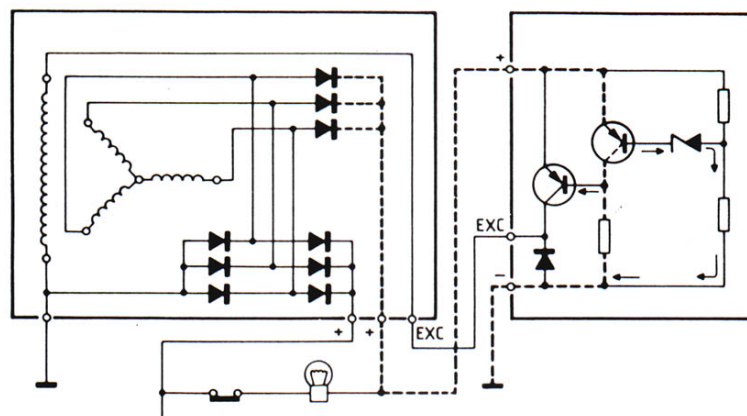


Fig. 1.53 – O regulador electrónico faz apagar a lâmpada no painel de instrumentos quando o alternador gera corrente

A figura 1.54 marca o momento quando o alternador se põe em movimento, começando de imediato a produzir corrente eléctrica devido a ter o enrolamento de excitação alimentado.

Os díodos de campo estão agora encarregues de alimentar o regulador e dar-lhe as indicações sobre o estado de tensão no alternador.

Quando a tensão no alternador se mantém abaixo dos 14,7 Volts, a alimentação do enrolamento de excitação passa pelo transístor T1, mas acima desta tensão o regulador corta a alimentação do enrolamento de excitação do alternador.

O díodo Zener (DZ) está calculado para deixar passar a corrente em sentido contrário quando o valor da tensão for superior aos 14,7 Volts e é este componente o responsável pela regulação de tensão que através dos transístores T1 e T2, executa a alimentação ou o corte da bobina de excitação do alternador.

As vantagens dos reguladores electrónicos devem-se aos seus componentes semicondutores, parcialmente integrados numa pequena placa de circuito impresso, conseguindo-se um conjunto estanque e imune à humidade.

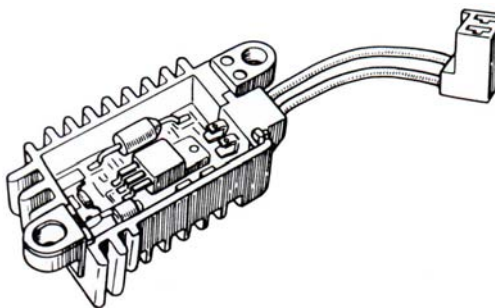


Fig. 1.54 – Regulador electrónico integrado

Algumas vantagens são:

- 1 – Tempos de regulação inferiores que possibilitam tolerâncias de regulação mais apertadas.
- 2 – Não existe desgaste de componentes nem respectiva manutenção.
- 3 – Não existe interferência em sistemas áudio, devido à não existência de faísca.
- 4 – São resistentes a choques, vibrações e influências climáticas.
- 5 – O seu pequeno tamanho possibilita a montagem no alternador, evitando o uso de cablagem.

Actualmente, o regulador electrónico substituiu completamente o regulador de contactos, podendo ser construído como um circuito integrado e sendo fixo ao próprio alternador, como mostra a figura 1.55.

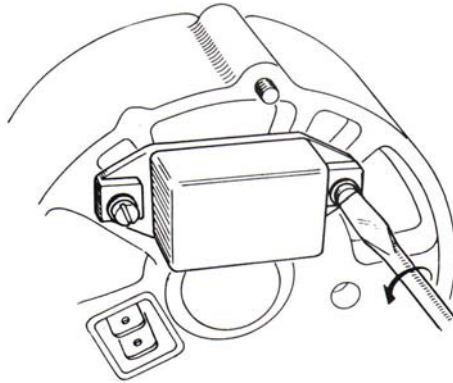


Fig. 1.55 – Regulador electrónico é fixo ao próprio alternador

1.5.2 – VERIFICAÇÃO DA TENSÃO NO ALTERNADOR

Montar o circuito conforme a figura 1.56. Quanto às condições do teste, proceder como se no teste da verificação da corrente gerada no alternador.

Quando a corrente começar a cair (o regulador funciona estando a incrementar a impedância do circuito diminuindo a tensão) o regulador encontra-se em boas condições não devendo a tensão indicada pelo voltímetro variar substancialmente.

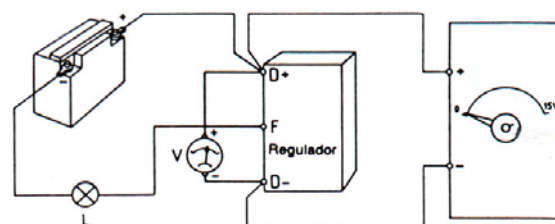
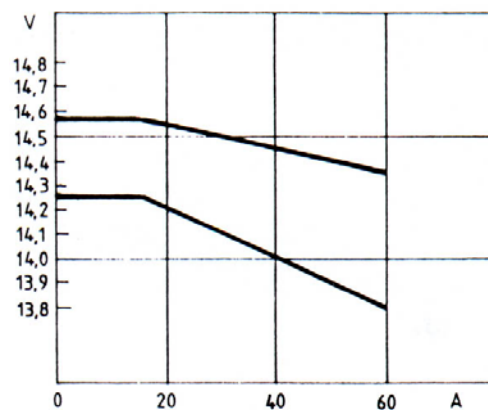


Fig. 1.56– Verificação do regulador de tensão

Os alternadores devem fornecer energia entre os 14,2 e os 14,7 Volts, tensão exigida pela rede. Na figura 1.57 temos o exemplo o gráfico da regulação e um regulador electrónico.

Os reguladores que saem de fábrica já incorporados no alternador vêm já devidamente afinado, pelo que não se recomenda mexer-lhes, até porque muitas esta operação nem sequer é possível.



Gráf. 1.3 – Regulação da tensão gerada pelo alternador

Os valores recomendados encontram-se entre os 13,9 e os 14,3 Volts, pelo que o regulador deve ser afinado para trabalhar dentro destes limites.

Para conseguir esta afinação, todos os reguladores devem ter um dispositivo, potenciómetro de ajuste, como se apresenta na figura 1.57.

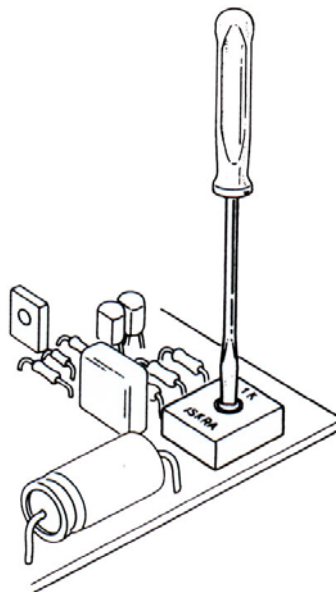


Fig. 1.57 – Ajuste da tensão de regulação

Com o auxilio de uma chave de fendas, podemos afinar a tensão de Zener, o qual é a base de todo o sistema de regulação.

Como o regulador de tensão trabalha exclusivamente com o fluxo com o fluxo de corrente enviada ao enrolamento de excitação (indicado pelo borne EXC ou F), podemos reproduzir as condições de funcionamento do regulador electrónico, colocado independentemente do alternador, mas dispoendo de uma fonte de alimentação cuja tensão possamos variar entre os 0 e os 15 Volts estabilizados e que possa fornecer um mínimo de 100mA.

2 – SISTEMAS DE ARRANQUE

2.1 – FUNÇÃO DO MOTOR DE ARRANQUE

Os motores de combustão interna são incapazes de se porem a trabalhar sozinhos, necessitando para isso, de um sistema que os impulse até conseguirem autonomia de marcha.

É o sistema de arranque, e em particular o motor de arranque que cumpre esta missão.

O sistema de arranque é composto pelos seguintes órgãos:

a) Bateria

b) Motor de arranque

c) Interruptor de comando (corrente de baixa intensidade)

d) Relé (bobine de chamada) incorporado ao motor de arranque

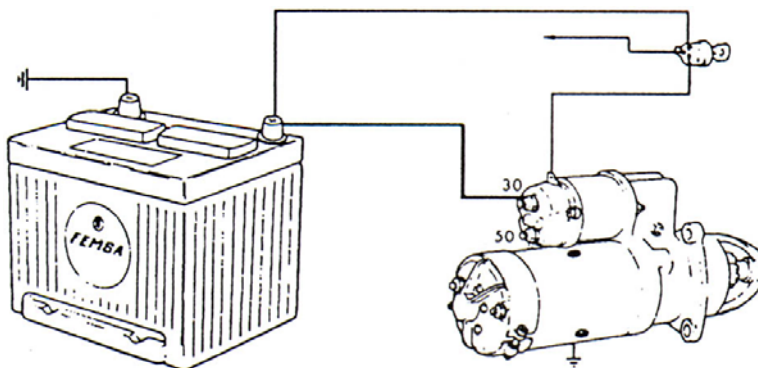


Fig.2.1 – Circuito básico do motor de arranque

A função do motor de arranque consiste em accionar o motor térmico até que tenha início a combustão e o motor funcione por si mesmo.

Os motores a gasolina, na sua maioria, têm de atingir um mínimo de 50 r.p.m. para arrancar, o que exige uma potência eléctrica considerável, particularmente no Inverno, quando o motor está frio e o óleo mais espesso.

O motor de arranque é o componente eléctrico que maior descarga impõe à bateria, no momento em que funciona pode consumir entre 300A e 400A e em poucos segundos.

Como se vê, o motor de arranque consome muita corrente, e por isso precisa de um interruptor com contacto que suportem tal intensidade de corrente eléctrica, assim como a própria instalação eléctrica que deve ser composta por cabos condutores com dimensões tais, que suportem valores altos de intensidade de corrente (ver figura 2.2).

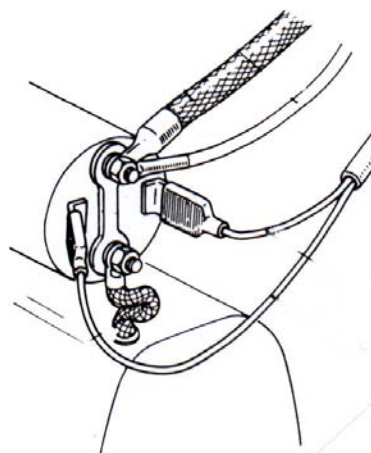


Fig.2.2 – Cabos de ligação do motor de arranque devem ser obrigatoriamente grossos de modo a suportarem as correntes elevadas que o motor consome

Ao mesmo tempo que a bateria acciona o motor de arranque, deve fornecer corrente ao sistema de ignição para que saltem faíscas nas velas.

Se a bateria estiver pouco carregada, e portanto com uma tensão abaixo do seu normal, pode acontecer que o motor de arranque, ao consumir demasiada quantidade de corrente, não permita ao sistema de ignição gerar tensão suficientemente elevada para fazer saltar faíscas entre os eléctrodos das velas de ignição.

O motor de arranque faz girar a cambota por meio de rodas dentadas. O carreto menor (pinhão) está montado no veio do motor de arranque e engrena com o carreto maior (a cremalheira), montado na periferia do volante do motor.

O pinhão do motor de arranque desengrena-se da cremalheira logo que o motor começa a funcionar, caso contrário, o motor térmico accionaria o motor de arranque, com a consequente destruição deste.

2.1.1 – PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DO MOTOR ELÉCTRICO

Quando abordamos o estudo do alternador relacionamos o magnetismo e a corrente eléctrica, e de como, com estes elementos, se chegou à construção de electroímãs com os quais é possível transformar energia mecânica em energia eléctrica. Uma espira a girar dentro de um campo magnético pode produzir corrente eléctrica. O princípio de funcionamento de um motor eléctrico é parecido ao princípio de funcionamento de um dínamo ou de um alternador.

Se tomarmos dois ímanes e os colocarmos como se mostra na figura 2.3, dispondo os pólos norte e sul em confronto, de imediato vamos sentir forte atracção, que leva a unir os ímanes.

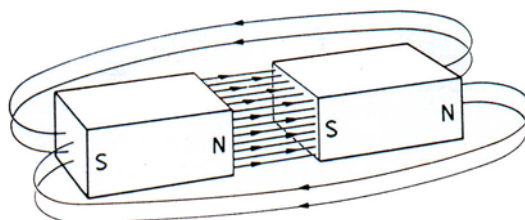


Fig.2.3 – Diferente polaridade faz com que os ímanes se atraem

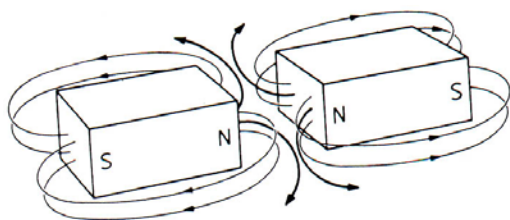


Fig.2.4 – A mesma polaridade faz repelir os dois ímanes

Se a posição dos ímanes for invertida, como se vê na figura 2.4 de modo que os pólos do mesmo sinal fiquem em confronto, veremos que se repelem.

Este comportamento dos ímanes reproduz-se igualmente com electroímãs, que tal, tal como o nome indica, são obtidos por processos eléctricos. Pois bem, se criarmos um sistema em que mantenhamos os pólos do mesmo sinal sempre em o posição podemos transformar a energia eléctrica em energia mecânica de movimento.

Se enrolarmos um fio condutor de cobre em redor de duas massas polares como se mostra na figura 2.5 e que por efeito cria-se um fluxo magnético entre as duas massas.

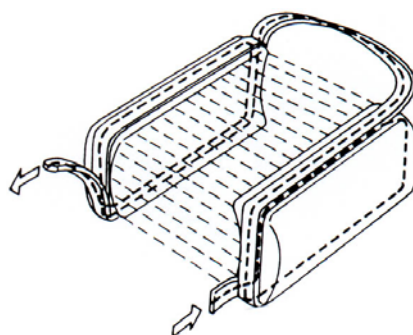


Fig.2.5 – Parte fixa do motor eléctrico

Se fizermos passar uma corrente eléctrica através da espira móvel como se apresenta na figura 2.5 vamos criar outro campo magnético.

Ao fazer circular corrente por ambos os circuitos alternadamente, o enrolamento central poderá girar impelido pelas linhas magnéticas, que tendem a repelir-se do modo que podemos ver na figura 2.6 quando se encontram no mesmo sentido das linhas magnéticas geradas pelas massas polares.

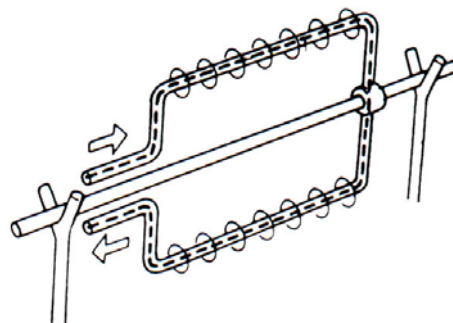


Fig.2.6 – Parte móvel do motor eléctrico

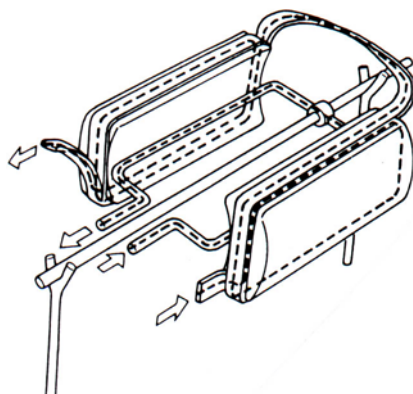


Fig.2.7 – Parte fixa do motor eléctrico

Da união de várias espiras como se vê na figura 2.7, cria-se um movimento constante, tanto mais rápido e potente quanto maior for a qualidade de corrente eléctrica que circula por ambos os enrolamentos.

É baseado neste princípio que trabalha a generalidade dos motores eléctricos.

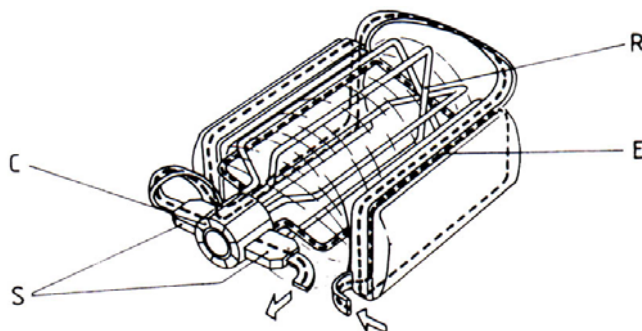


Fig.2.8 – Motor eléctrico

Como em todos os motores eléctricos, a parte do enrolamento que gira e que produz movimento recebe o nome de rotor ou induzidas, ao passo que as bobinas fixas são dominadas por estator ou indutor.

O primeiro está assinalado com a letra R (figura 2.8) e o estator com a letra E.

A alimentação do estator não levanta qualquer problema uma vez que se encontra fixo, no entanto, o rotor deve receber alimentação por meio de escovas S que permanecem fixas, enquanto o colector C, solidário como eixo do rotor, desliza entre as escovas.

Cada uma das peças do colector está ligada a uma espira ou conjunto, formando uma bobina, que coincide com a posição das escovas.

Esta é a bobina que se magnetiza e cujos pólos se opõem à corrente magnética que o estator gera permanentemente.

2.2 – COMPONENTES DO MOTOR DE ARRANQUE

Uma das principais exigências no fabrico de motores é o seu tamanho.

Deverá ser o mais pequeno possível para permitir um fácil acoplamento ao motor de combustão e resultar robusto e leve.

O motor eléctrico, no arranque, é acoplado à cremalheira do volante de inércia, à qual transmite movimento através de um pinhão. Quando o motor de combustão estiver a trabalhar, o pinhão de ataque desengrena da cremalheira, pois se continuassem engrenados, o motor de combustão arrastaria o motor de arranque até se atingirem rotações elevadas, podendo danificá-lo.

Entre o pinhão e a cremalheira do volante existe uma relação de desmultiplicação de 1:8 a 1:20, de modo a poder aumentar o binário de arranque dos motores eléctricos de baixa potência. Isto permite, também, uma diminuição da corrente de arranque, podendo-se utilizar baterias de menor capacidade de arranque.

O motor de arranque é constituído por um motor eléctrico de corrente contínua e por um dispositivo de engrenamento.

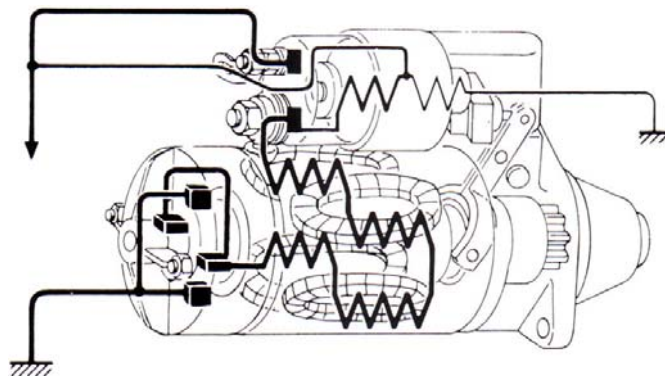


Fig.2.9 – Componentes do motor de arranque

Na figura 2.10 podemos distinguir:

1 – Carcaça do motor com massas polares e bobinas indutoras

2 – Induzido com o mecanismo de pinhão de ataque

3 – Conjunto do relé

4 – Conjunto do porta-escovas

5 – Tampa lateral

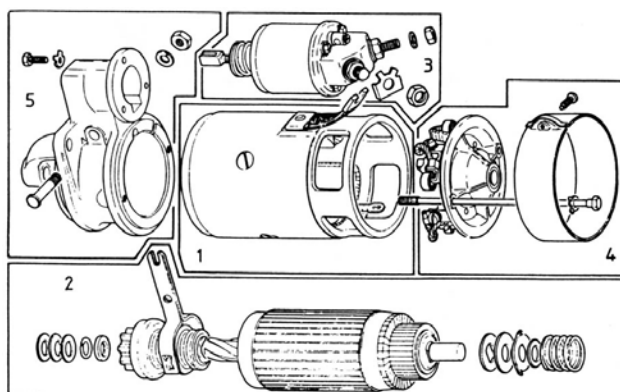


Fig.2.10 – Pormenor dos componentes do motor de arranque

Na figura 2.11 temos as peças fundamentais que formam este conjunto. Em primeiro lugar, temos as bobinas indutoras (1), que estão encarregues de criar o fluxo magnético do estator.

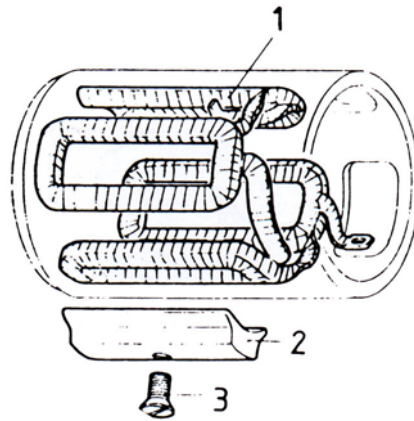


Fig.2.11 – Estator do motor de arranque

Estas bobinas envolvem um núcleo de ferro macio (2), um para cada bobina, por meio do qual se estabelece a passagem das linhas magnéticas.

O parafuso 3 assegura a correcta posição das massas polares no corpo da carcaça.

A carcaça é constituída por ferro e consiste num cilindro oco, no interior do qual são montadas as massas polares e as bobinas, girando o induzido no interior deste conjunto.

As bobinas indutoras são normalmente quatro, nos motores de arranque de automóveis, daí que se trate de um motor de quatro pólos—motor tetrapolar. O circuito magnético criado por este sistema apresenta-se na figura 2.12.

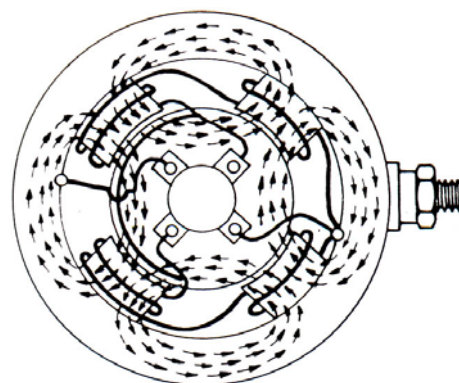


Fig.2.12 – Motor de quatro pólos

As bobinas indutoras são formadas por enrolamentos de fio de cobre (em alguns casos pode ser de alumínio) devidamente prensados e cintadas, como podemos ver na figura 2.13, tomando uma forma arredondada para melhor se adaptarem à forma da carcaça do motor.

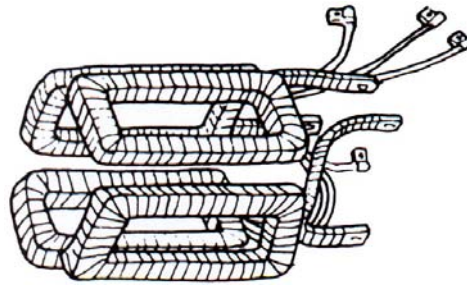


Fig.2.13 – Bobinas indutoras

O sentido do enrolamento, do qual depende a produção do fluxo magnético, está estudado para que este se produza adequadamente entre os pólos e não se criem magnetismos opostos que se anulariam.

Depois de cintadas, as bobinas são submetidas a um banho de verniz, que lhes confere um aspecto exterior brilhante, ao mesmo tempo que as isola de possíveis contactos que dariam origem a fugas de corrente para o exterior. No caso de termos de desmontar estas bobinas, é conveniente serem aquecidas, sem chama, para que adquiram alguma flexibilidade, pois o envernizamento torna o conjunto muito rígido.

O induzido, por sua vez, é formado por um eixo que suporta várias peças, tais como o tambor do induzido, o colectador, onde se fixam os terminais das bobinas, os enrolamentos de apoio do eixo e o mecanismo do pinhão de ataque.

A figura 2.14 mostra o eixo no qual é montado o tambor do induzido. Este tambor consiste uma peça provida de ranhuras longitudinais, dentro das quais são montadas as bobinas do induzido.

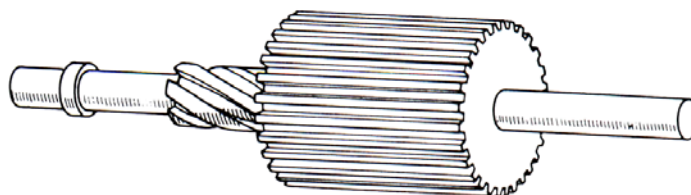


Fig.2.14 – O induzido do motor de arranque

Estas ranhuras possuem uma forma de modo que as bobinas não saltem durante a grande velocidade de rotação e elevada força centrífuga.

Por outro lado, o tambor está apetrechado em todo o seu comprimento com cunhas, com a finalidade de impedir que as bobinas se soltem das respectivas ranhuras (ver figura 2.15).

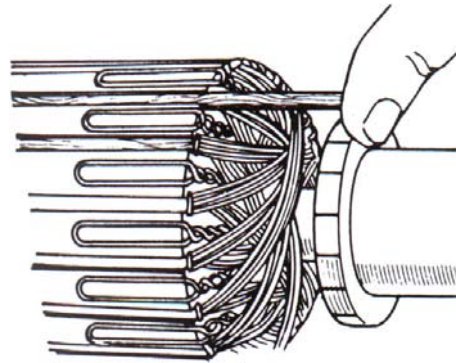


Fig.2.15 – Fixação das bobinas do induzido

O tambor é constituído por muitas chapas isoladas entre si por meio de um papel especial ou de um verniz de modo a eliminar as correntes magnéticas parasitas.

As bobinas devem ser completamente isoladas, o que se consegue aplicando papel isolante em cada uma das ranhuras, como podemos apreciar na figura 2.16.

A bobina (1) fica envolvida pelo papel isolante e firmemente fixa pela cunha.

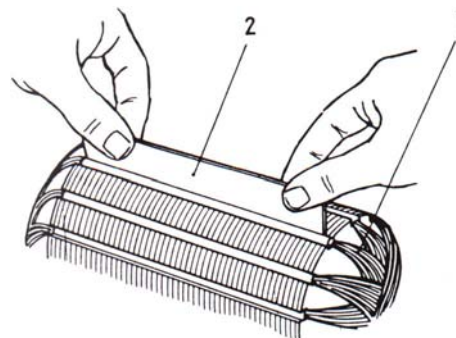


Fig.2.16 – Isolamento das bobinas do induzido

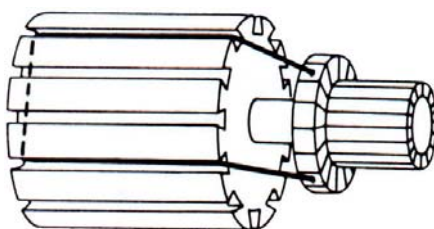


Fig.2.17 – Ligação das bobinas ao colector do induzido

Cada uma das extremidades das bobinas é fixada numa outra peça a qual reparte a corrente eléctrica que vem da bateria que é denominada por colector (ver figura 2.17).

Podemos ver desenhado na figura 2.18 o colector do veio rotor do motor que é composto por um conjunto de laminais em cobre que fornecem a corrente às bobinas do induzido.

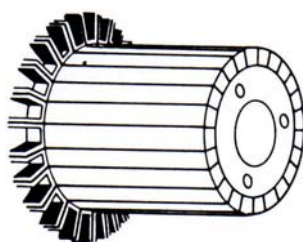


Fig.2.18 – Colector do induzido

O colector C recebe a corrente que lhe chega da bateria pelos contactos móveis denominados por escovas E. As escovas permanecem fixas no porta-escovas P e em contacto com o colector, devido à acção das molas M. Como o colector gira solidário como eixo do induzido, as laminaas vão recebendo corrente da bateria através do cabo B.

As escovas são constituídas por carvão que garantem elevada condutibilidade eléctrica e dureza ligeira de modo a não riscarem e danificarem o colector (ver figura 2.19).

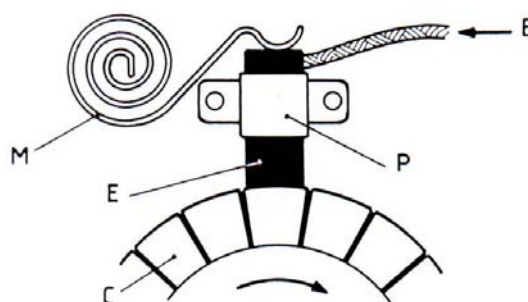


Fig.2.19 – Fixação das escovas

As escovas desgastam-se, pelo que é necessária uma verificação periódica.

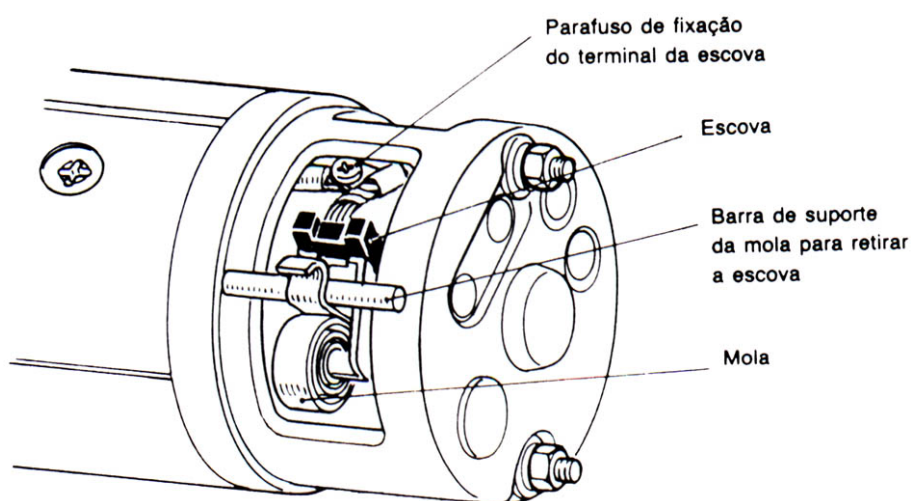


Fig.2.20 – Conjunto das escovas do motor de arranque

É também importante conhecer o sistema de protecção do motor eléctrico, que está associado ao mecanismo do pinhão de ataque.

Neste mecanismo existe um sistema de roda livre, o qual tem por função impedir danos no induzido, quando por descuido do condutor do veículo, o motor térmico arraste no seu movimento o pinhão de ataque.

2.2.1 – MECANISMO DE RODA LIVRE DO PINHÃO DE ATAQUE

Neste sistema, que evita que o motor seja arrastado pelo motor térmico e a destruição do induzido, existe uma bobina de chamada fixa ao corpo do motor de arranque como se apresenta na figura 2.21.

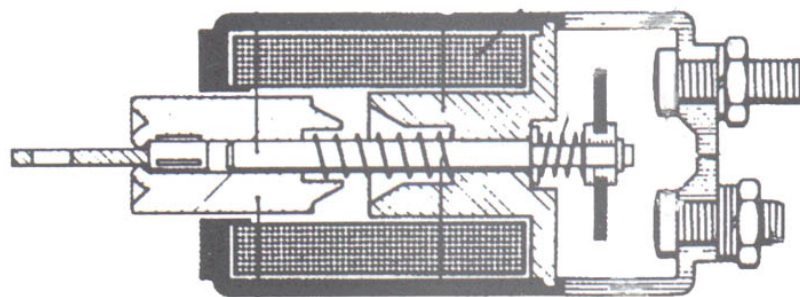


Fig.2.21 – Bobina de chamada

Esta bobina, ao receber a corrente do interruptor da chave de ignição faz deslocar um núcleo de ferro que desloca o pinhão de ataque até que este engrene no volante do motor térmico e simultaneamente liga os contactos de potência que permitem o funcionamento do motor eléctrico.

É também importante conhecer o sistema de protecção do motor eléctrico, que está associado ao mecanismo do pinhão de ataque.

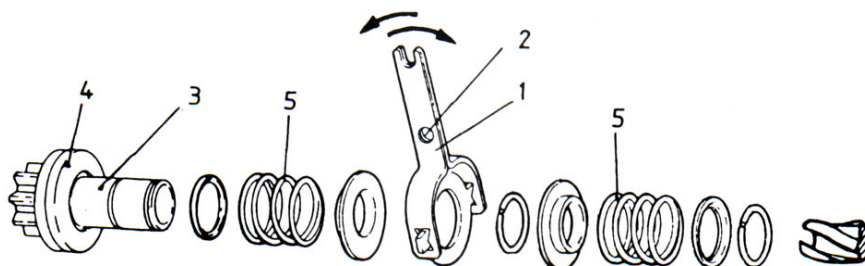


Fig.2.22 – Mecanismo de roda livre

Na figura 2.22 temos o sistema do pinhão de ataque desmontado. Nesta figura temos em 1 a forquilha, a qual pode mover-se no sentido indicado quando fixa pelo eixo 2.

Podemos ver o conjunto do pinhão de ataque em 3, encontrando-se em 4 o compartimento que contém o mecanismo de roda livre.

As molas 5 completam a acção do conjunto.

O mecanismo de roda livre permite a transmissão do movimento num único sentido de rotação, de modo que quando o induzido arrasta o pinhão este o acompanha com a mesma velocidade.

O mecanismo de roda livre consta de dois discos independentes (ver figura 2.23).

O disco B é accionado pelo eixo do induzido. Quando o disco B gira mais depressa que o disco A, os discos rodízios C colocam-se na posição que vê na figura 2.24 e arrastam o disco A.

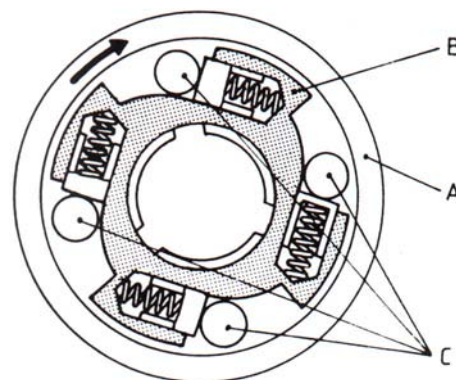


Fig.2.23 – Esquema do mecanismo de roda livre

Se o disco A avançar mais rápido, o disco B desloca os rodízios para a posição que nos mostra a figura 2.25, desligando-se de A.

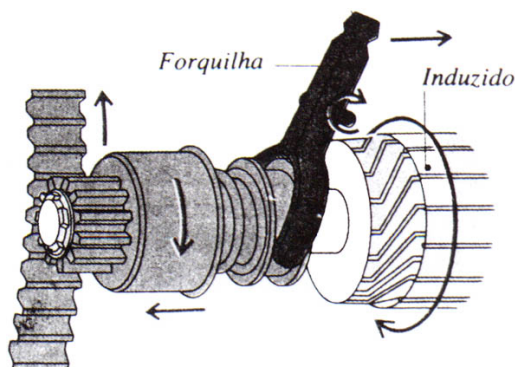


Fig.2.24 – Momento de arranque

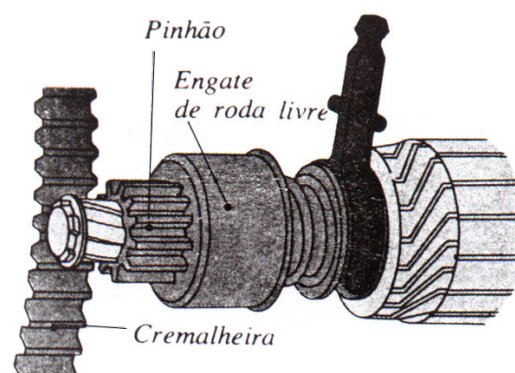


Fig.2.25 – Momento depois do arranque

2.3 – FUNCIONAMENTO DO MOTOR DE ARRANQUE

De todos os modelos de motores de arranque, o motor normalmente utilizado é aquele com relé incorporado.

Ao fechar o interruptor “I”, a corrente de baixa intensidade atravessa os enrolamentos “A” e “B” do relé somando-se as forças electromagnéticas produzidas para mover o núcleo ferromagnético. Este engrena o pinhão do motor de arranque ao motor de arranque ao motor térmico e fecha o contacto “E”-“F” (o sistema está concebido de maneira que o pinhão engrene antes de ser accionado o motor eléctrico).

Deste modo a corrente de carga circula directamente da bateria accionando o motor de corrente contínua cujo rotor está acoplado ao pinhão de ataque do motor de arranque ; nesta fase, a bobina “C” permite a passagem de corrente de alimentação do motor eléctrico e pela bobina “A” cujo campo magnético criado é suficiente para manter o pinhão engrenado e os contactos “E” e “F” fechados.

Uma vez colocado o motor térmico em movimento, o interruptor “I” é aberto desengrenando o pinhão ao motor térmico por meio de acção de uma mola e parando o motor eléctrico.

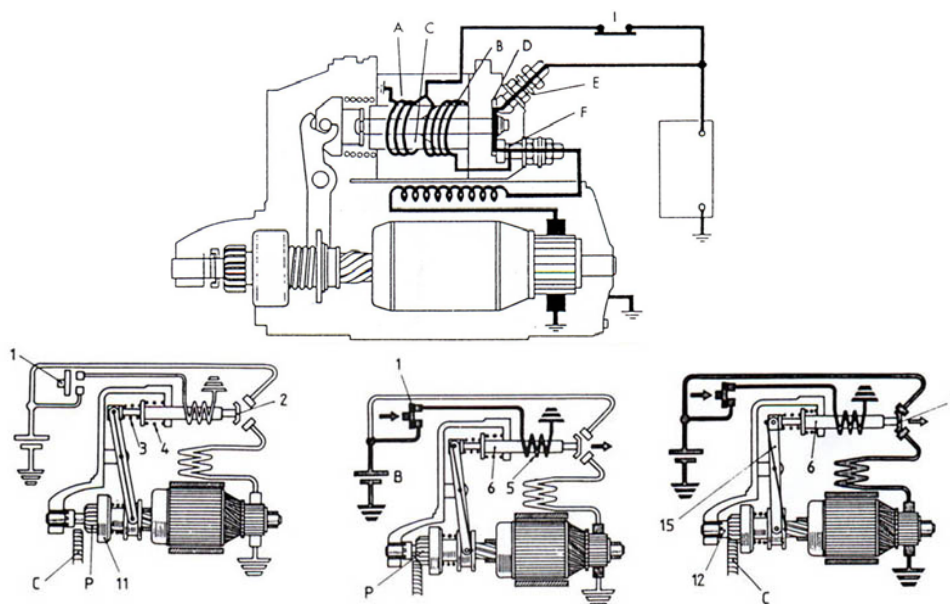


Fig.2.26 – Funcionamento do motor de arranque

2.4 – VERIFICAÇÃO DO MOTOR DE ARRANQUE

2.4.1 – VERIFICAÇÃO DO INDUZIDO

O induzido do motor de arranque é uma peça fundamental para o seu bom funcionamento.

O enrolamento, com todas as suas bobinas, pode ser o responsável por avarias e irregularidades de funcionamento.

Para além de serem verificadas as chumaceiras de suporte do veio motor, limpando-as e lubrificando-as devidamente, deve ser executada uma revisão à parte eléctrica como de seguida se transcreve.

Para conhecer o estado eléctrico do induzido, o melhor é utilizar um aparelho denominado por “Gerador de campo” que tem como função simular um campo magnético idêntico ao campo gerado pelo estator do motor de arranque.



Fig.2.27 – Gerador de campo magnético

As interrupções podem facilmente ser localizadas colocando o induzido sobre o gerador de campo magnético e testando bobina a bobina com o auxílio de um voltímetro

As pontas de prova do aparelho de medida são colocadas sucessivamente em cada uma das bobinas, como se apresenta na figura 2.28 devendo a medição ser interpretada do modo seguinte:

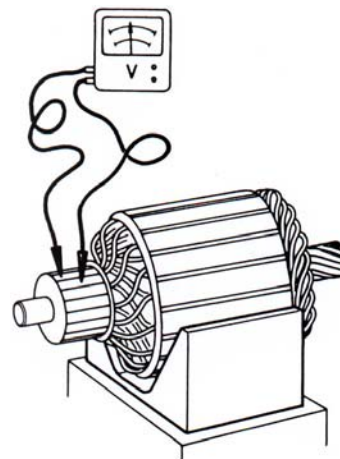


Fig.2.28 – Teste de continuidade eléctrica do induzido

Se a bobina está em bom estado, o voltímetro irá detectar a presença de diferença de potencial.

Se esta secção estiver interrompida, a indicação do voltímetro não detectará qualquer diferença de potencial.

Se tratar-se de um curto-circuito, a leitura terá um valor mais baixo do que o conseguido com a medição mais alta.

A prova de isolamento contra possíveis contactos de massa realiza-se como se vê na figura 2.29.

Utiliza-se um ohmímetro, colocando uma das pontas numa bobina e a outra no extremo do eixo do induzido.

Se houver fuga de corrente, a leitura do ohmímetro deverá ser nula. Quando o aparelho de medida marca algum valor, isso significa que há contacto com a massa, portanto mau isolamento.

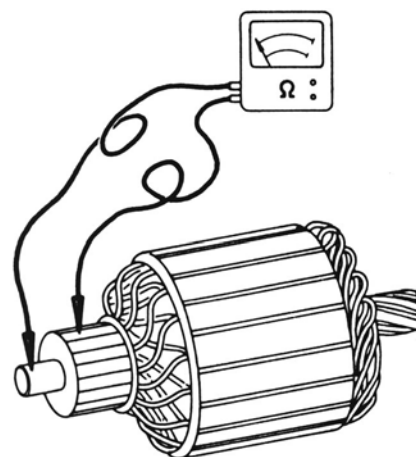


Fig.2.29 – Teste de isolamento eléctrico do induzido

Com a ajuda do gerador de campo magnético é possível localizar falsas ligações no colectador do induzido.

Quando esta avaria ocorre, verifica-se que a velocidade de rotação do motor não é regular e que o induzido aquece demasiado.

Para detectar este tipo de problema, colocam-se as pontas de prova do voltímetro em cada duas ou três lâminas do colectador, tal como se mostra na figura 2.30.

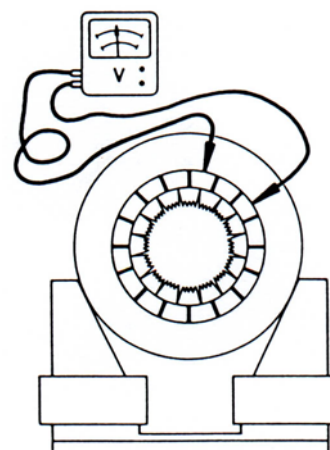


Fig.2.30 – Teste de ligação eléctrica das bobinas do induzido

Se as ligações estão correctas, a força electromotriz soma-se e equivale a duas ou três vezes a indicada pelo voltímetro para uma delas.

Se as ligações de uma secção se encontrarem em mau estado, a força electromotriz diminui como se mostra na figura 2.31.

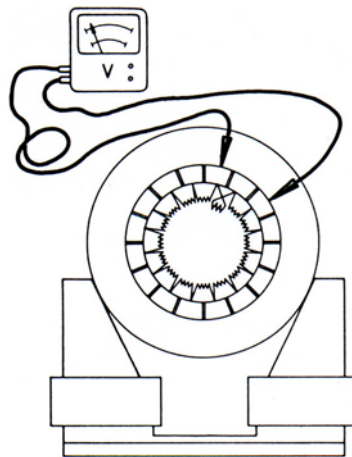


Fig.2.31 – Induzido com defeito

2.4.2 – REPARAÇÃO DO COLECTOR

Uma fonte de avarias pode ser o próprio colector. Devido ao contacto permanente das escovas durante o funcionamento, as ligações das bobinas do induzido podem sofrer desgaste, podendo dar lugar a falsos contactos e a cortes nas ligações.

Ao desmontarmos o induzido devemos observar o estado do colector. Sujo de óleo ou massa de lubrificar, pode conduzir a falhas de funcionamento. Temos de o limpar de preferência com álcool, a fim de remover toda a sujidade. Convém utilizar um pequeno pedaço de madeira para remover das ranhuras do colector a sujidade, tal como mostra a figura 2.32.

De seguida devemos observar o estado das lâminas. Se estão muito gastas, apresentando uma superfície irregular, devemos proceder à troca do induzido.

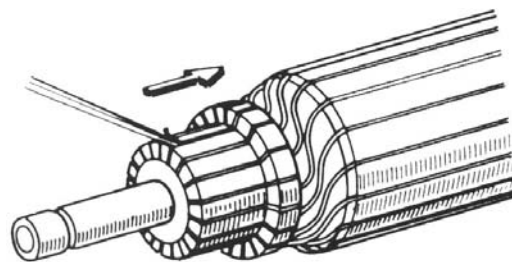


Fig.2.32 – Limpeza das ranhuras do colector

Se os defeitos forem apenas superficiais com o auxílio de um pedaço de lixa fina podemos corrigir estes defeitos como se mostra na figura 2.33.

Uma vez terminada esta operação, convém eliminar toda a limalha de cobre resultante da rectificação

É também necessário verificar o estado das soldaduras das bobinas ao induzido a cada uma das lâminas do colector.

Um mau contacto, por defeito de uma soldadura, pode provocar interrupções no circuito, originando falta de velocidade, quando o motor entra em funcionamento

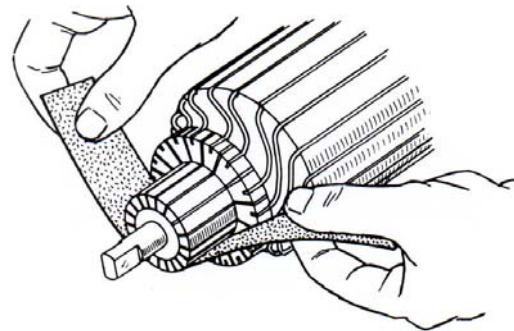


Fig.2.33 – Rectificação do colector

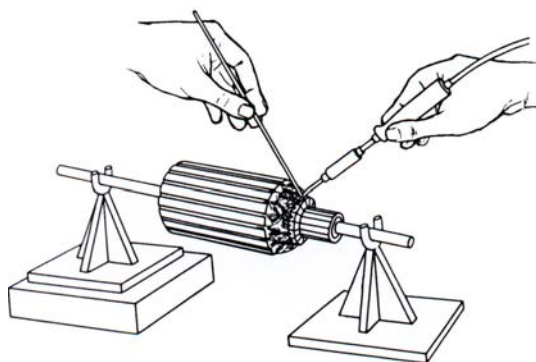


Fig.2.34 – Soldadura das bobinas ao colector

A figura 2.34 mostra o modo como se efectua as soldaduras numa das lâminas, pois foram detectados problemas de ligação.

Esta operação faz-se com o auxílio de equipamento pouco potente e a solda consiste numa liga de estanho e chumbo.

2.4.3 – VERIFICAÇÕES DAS BOBINAS INDUTORAS

Para além da verificação do induzido, é necessária a verificação da continuidade eléctrica do estator do motor de arranque devendo proceder-se ao teste de continuidade das bobinas indutoras do estator, assim como a fixação e estado das massas polares que fixam estas bobinas.

No que diz respeito a bobinas indutoras, em primeiro lugar temos que verificar a existência de curto circuitos, os quais se manifestam pelos seguintes sintomas : se o motor de arranque não se põe em marcha, mas absorve corrente eléctrica e aquece muito rapidamente, tendendo a queimar-se, estamos na presença de um curto-circuito ou de um possível defeito à massa. Este teste pode ser feito como se mostra nas figuras 2.35 e 2.36.

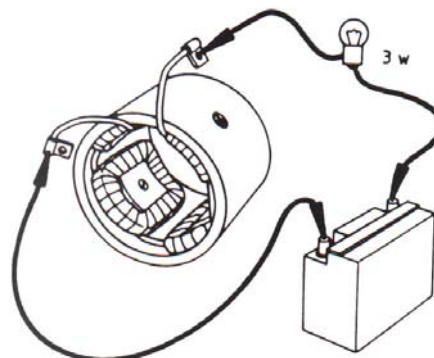


Fig.2.35 – Testes de continuidade do estator

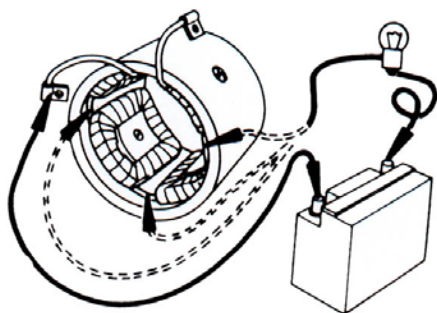


Fig.2.36 – Testes de continuidade do estator

Esta verificação pode ser feita com um lâmpada de testes e uma bateria.

Se o enrolamento está em bom estado, a luz é mortua, inferior ao normal. Se houver interrupção a lâmpada não acende, caso contrário, se houver curto circuito a luz da lâmpada é muito intensa.

Deve proceder-se ao teste de isolamento do estator e este teste pode ser efectuado com o auxílio de um ohmímetro como se mostra na figura 2.37 e 2.38.

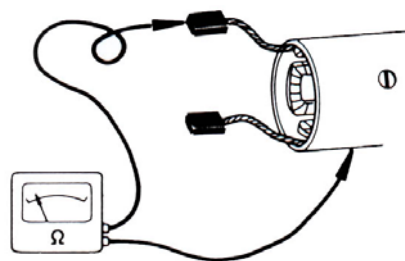


Fig.2.37 – Testes de isolamento do estator

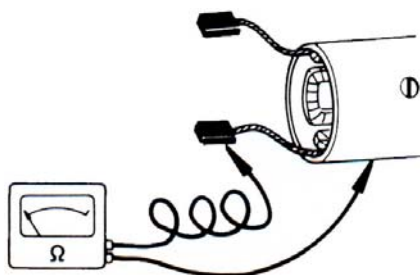


Fig.2.38 – Testes de isolamento do estator

Devemos no final analisar as massas polares, examinando visualmente para verificar se têm sinais da passagem do induzido.

Devemos apertar bem os parafusos de fixação das massas polares, como se pode ver na figura 2.39, para garantir que estas massas não rocem no induzido.

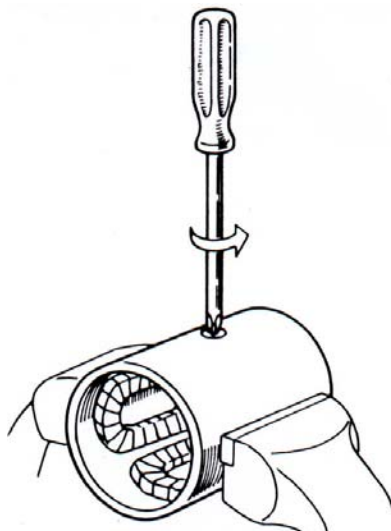


Fig.2.39 – Aperto das massas polares para que estas não afectem o funcionamento do induzido

Finalmente deve-se limpar e lubrificar o pinhão de ataque e por fim, testar o funcionamento do motor de arranque fora do veículo, devendo para isso constatar-se a boa rotatividade e eficiência do mesmo.

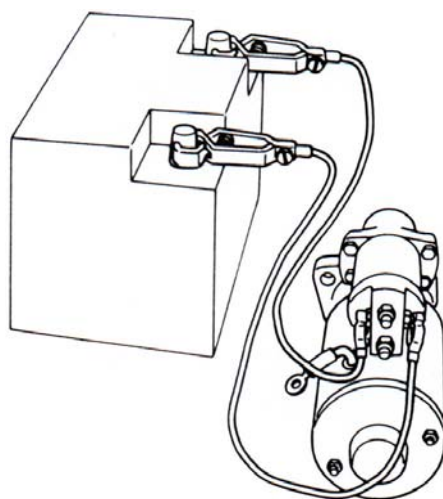


Fig.2.40 – Teste final do motor de arranque fora do veículo

2.5 – VERIFICAÇÕES DO MOTOR DE ARRANQUE NO VEÍCULO

Atenção à bateria: Verificar o estado de ligação dos cabos (comprovação de ligação à massa) e a sua carga, comprovar que desligando a alimentação da bateria à bobina de ignição e fazendo funcionar o motor de arranque durante alguns segundos, a leitura da tensão aos bornes da bateria deve ser da ordem dos 10,5 Volts.

Verificar continuidade das ligações do relé:

Desligar o cabo de massa da bateria e cabos do circuito de comando do relé

Ligar os terminais da bateria directamente aos bornes do circuito de comando do relé intercalando numa das ligações uma lâmpada de prova de 21 W (ver figura 2.41).

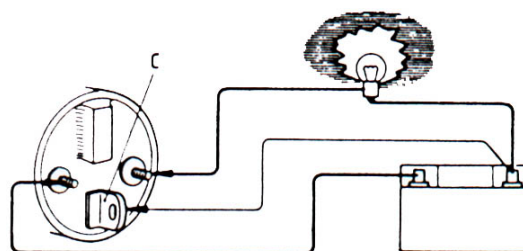


Fig.2.41

Estabelecer uma ponte entre o positivo da bateria e o borne de alimentação da bobina do relé ou, caso este tenha dois bornes para o circuito de comando, estabelecer pontes entre estes bornes e os terminais da bateria. Em seguida deve-se ouvir o relé a funcionar e a lâmpada deverá acender.

Verificar o motor de arranque. Desligar a alimentação da bobina do motor de arranque e com o auxílio de um voltímetro ligar as pontas de prova na seguinte sequência:

Ao borne do relé que alimenta o motor de corrente contínua e à massa do motor de arranque. Accionar o motor de arranque e verificar que a tensão não desce mais de 0,5 V, caso contrário examinar o circuito entre a bateria e o motor de arranque (ver figura 2.42).

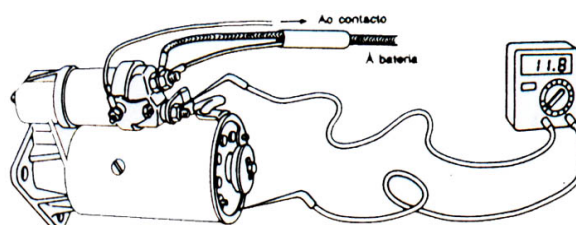


Fig.2.42

Ao borne do relé que alimenta o motor de corrente contínua e terminal positivo da bateria. Accionar o motor de arranque devendo-se verificar um valor inferior a 1 V, comprovando-se uma queda de tensão nos cabos (ver figura 2.43).

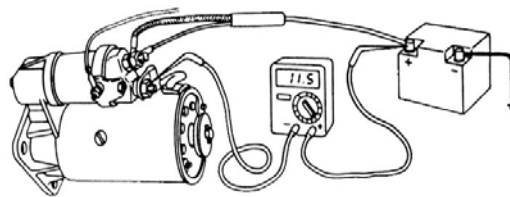


Fig.2.43

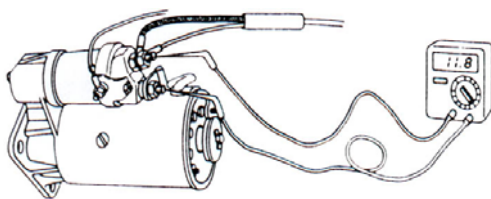


Fig.2.44

Aos bornes do circuito de carga do relé, a tensão lida deve ser aproximadamente o valor da tensão da bateria. Accionar o motor de arranque durante alguns segundos e verificar-se a tensão desce pelo menos 0,5 V, caso contrário os bornes estão oxidados (ver figura 2.44).

A massa do motor de arranque e ao negativo da bateria comprovando que esta se encontra correctamente ligada à massa (ver figura 2.45).

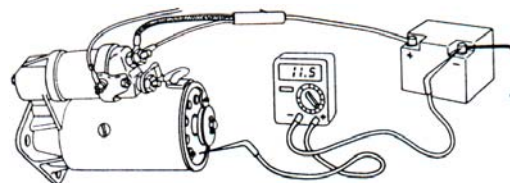


Fig.2.45

Foram verificados o estado da bateria, do relé, dos cabos de alimentação e do próprio motor de arranque (motor de corrente contínua). Se não foi detectada qualquer anomalia a avaria deve-se ao motor de corrente contínua devendo-se proceder à sua desmontagem e reparação, ou caso se justifique à sua substituição.

BIBLIOGRAFIA

CASTRO, Miguel de – *Manual do Alternador, Bateria e Motor de Arranque*, Plátano Editora.

DUMANZEAU, G. ; RODES, D. – *CIRCUIT DE DEMARRAGE tests, contrôles, diagnostic, localisation de la panne*, E.T.A.I.

HUBERT, Guy – *Cahier Technique Automobile, Electricité, Batterie, Alternateur, Démarreur*, Tome2, E.T.A.I.

DOCUMENTOS DE SAÍDA

PÓS-TESTE

1 – Como é que se chama a parte móvel de um alternador?

- a) Cambota..... ☐
- b) Induzido..... ☐
- c) Indutor..... ☐
- d) Estator..... ☐

2 – Como é que se chama a parte fixa de um alternador?

- a) Cambota..... ☐
- b) Induzido..... ☐
- c) Indutor..... ☐
- d) Rotor..... ☐

3 – Que tipo de corrente gera o alternador?

- a) Corrente alternada..... ☐
- b) Corrente contínua..... ☐
- c) Corrente composta..... ☐
- d) Nenhuma das anteriores..... ☐

4 – Quantos díodos compõem a ponte rectificadora de um alternador?

- a) Dois díodos..... ☐
- b) Quatro díodos..... ☐
- c) Seis díodos..... ☐
- d) Sete díodos..... ☐

5 – O conjunto de três díodos suplementares dos alternadores trifásicos servem para:

- a) Rectificar a corrente gerada pelo alternador..... ☐
- b) Filtrar a corrente gerada pelo alternador. ☐
- c) Transformar a corrente continua em alternada..... ☐
- d) Rectificar e auto-alimentar a bobina de excitação do alternador. ☐

6 – Que função tem o regulador de tensão?

- a) Gerar corrente eléctrica. ☐
- b) Transformar a corrente gerada pelo alternador..... ☐
- c) Manter o valor da tensão dentro de um determinado limite independentemente da rotação do alternador..... ☐
- d) Nenhuma das anteriores..... ☐

7 – O regulador de tensão do alternador ...

- a) Rectifica a corrente gerada pelo alternador! ☐
- b) Não permite que a tensão gerada pelo alternador ultrapasse certos valores através de um díodo de zener presente no mesmo regulador. ☐
- c) Permite que a tensão gerada pelo alternador dependa somente da rotação do mesmo alternador. ☐
- d) Nenhuma das anteriores. ☐

8 – Qual o componente que o regulador de tensão do alternador comanda?

- a) O induzido do alternador ☐
- b) O indutor do alternador. ☐
- c) A ponte rectificadora do alternador. ☐
- d) Nenhuma das anteriores. ☐

9 – O regulador de tensão permite que o alternador forneça energia:

- a) entre 14,2 Volts e 14,7 Volts. ☐
- b) entre 12,0 Volts e 14,5 Volts. ☐
- c) entre 13,7 Volts e 15,8 Volts. ☐
- d) entre 10,8 Volts e 12,7 Volts. ☐

10 – Utilizando um voltímetro ligado aos terminais da bateria de um veículo, depois de arrancar o motor do mesmo veículo, verificou-se que o voltímetro marca 12 Volts a 14 Volts permanecendo neste valor.

- a) Correia do alternador com folga. ☐
- b) Ponte rectificadora queimada. ☐
- c) Bobina do indutor do alternador com defeito. ☐
- d) o sistema funciona perfeitamente. ☐

11 – Como é que se chama a parte móvel do motor de arranque?

- a) Cambota. ☐
- b) Induzido. ☐
- c) Indutor. ☐
- d) Estator. ☐

12 – Como é que se chama a parte fixa do motor de arranque?

- a) Cambota. ☐
- b) Induzido. ☐
- c) Indutor. ☐
- d) Rotor. ☐

13 – Que característica fundamental, deve o condutor que liga directamente a bateria ao motor de arranque possuir?

- a) Deve ter grande secção pois o motor de arranque consome muita corrente ☐
- b) Deve ter pequena secção. ☐
- c) Secção igual aos condutores que ligam a bobina de chamada ☐
- d) Depende do fabricante do motor de arranque ☐

14 – Qual a função da bobina de chamada de um motor de arranque?

- a) Permite deslocar o pinhão de ataque por forma que este engrene no volante do motor quando solicitado. ☐
- b) Permite desengrenar o pinhão de ataque do volante do motor quando solicitado..... ☐
- c) Permite deslocar o pinhão de ataque e simultaneamente contactar o motor de arranque. ☐
- d) Nenhuma das anteriores. ☐

15 – Porque é que o motor de arranque é um motor eléctrico de quatro pólos?

- a) Depende do fabricante do motor de arranque. ☐
- b) Para que o binário do motor seja suficiente para conseguir fazer girar o volante do motor e todo o seu conjunto. ☐
- c) O motor de arranque é um motor de eléctrico com dois pólos. ☐
- d) Nenhuma das anteriores. ☐

16 – Fazendo o teste de continuidade eléctrica do induzido de um motor de arranque com a ajuda de um voltímetro constatou-se que o aparelho de medida não regista qualquer valor. Qual será o problema?

- a) A bobina encontra-se em bom estado. ☐
- b) A bobina encontra-se em curto-circuito. ☐
- c) A bobina está interrompida..... ☐
- d) Nenhuma das anteriores. ☐

17 – Fazendo a prova de isolamento do induzido de um motor de arranque com a ajuda de um óhmímetro, constatou-se que o aparelho marcava 0,01 Ohms ?

- a) Bom isolamento ☐
- b) Isolamento suficiente..... ☐
- c) Isolamento com problemas. ☐
- d) Mau isolamento. ☐

18 – Ao arrancar o motor de um veículo constatou-se que a luz indicadora da bateria não apagou mesmo durante a viagem.

- a) Induzido do motor de arranque em curto-circuito..... ☐
- b) Regulador de tensão do alternador com defeito. ☐
- c) Problemas no sistema de ignição..... ☐
- d) Bateria totalmente carregada ☐

19 – Ao accionar a chave de ignição, constatou-se que o motor de arranque não gira.

- a) Bateria totalmente carregada ☐
- b) Correia do alternador com folga ☐
- c) Motor de arranque com avaria. ☐
- d) Problemas no sistema de ignição. ☐

20 – Ao accionar a chave de ignição, constatou-se que o motor de arranque gira lentamente.

- a) Bateria totalmente carregada. ☐
- b) Correia do alternador com folga ☐
- c) regulador de tensão do alternador em curto-circuito..... ☐
- d) Bateria descarregada. ☐

CORRIGENDA E TABELA DE COTAÇÃO DO PÓS-TESTE

Nº das Perguntas	Resposta Certa
1	C
2	B
3	A
4	C
5	D
6	C
7	B
8	B
9	A
10	D
11	B
12	C
13	A
14	C
15	B
16	C
17	D
18	B
19	C
20	D

ANEXOS

EXERCÍCIOS PRÁTICOS

EXERCÍCIO N.º 1 - SISTEMAS DE CARGA

- **SISTEMAS DE CARGA**, REALIZANDO AS TAREFAS INDICADAS EM SEGUIDA, TENDO EM CONTA OS CUIDADOS DE HIGIENE E SEGURANÇA.

EQUIPAMENTO NECESSÁRIO :

- 1 VEÍCULO AUTOMÓVEL
- 1 ALTERNADOR
- 1 MULTÍMETRO
- FERRAMENTA PARA MONTAGEM E DESMONTAGEM DO ALTERNADOR

TAREFAS A EXECUTAR

- 1 – DIAGNÓSTICO DE AVARIAS NO SISTEMA DE CARGA.
- 2 – DESMONTAGEM DO ALTERNADOR DO VEÍCULO.
- 3 – DESMONTAGEM DO ALTERNADOR.
- 4 – MEDIÇÃO DO ESTATOR E ROTOR COM MULTÍMETRO.
- 5 – REPARAÇÃO E/OU SUBSTITUIÇÃO DOS COMPONENTES AVARIADOS.
- 6 – MONTAGEM DO ALTERNADOR
- 7 – MONTAGEM DO ALTERNADOR NO VEÍCULO.
- 8 – VERIFICAÇÃO DO FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE CARGA.

EXERCÍCIO N.º 2 - FUNCIONAMENTO DO MOTOR DE ARRANQUE

- **FUNCIONAMENTO DO MOTOR DE ARRANQUE**, REALIZANDO AS TAREFAS INDICADAS EM SEGUIDA, TENDO EM CONTA OS CUIDADOS DE HIGIENE E SEGURANÇA.

EQUIPAMENTO NECESSÁRIO :

- 1 VEÍCULO AUTOMÓVEL
- 1 MOTOR DE ARRANQUE
- 1 MULTÍMETRO
- FERRAMENTA PARA MONTAGEM E DESMONTAGEM DO MOTOR DE ARRANQUE

TAREFAS A EXECUTAR

- 1 – DIAGNÓSTICO DE AVARIAS NO MOTOR DE ARRANQUE.
- 2 – DESMONTAGEM DO MOTOR DE ARRANQUE DO VEÍCULO.
- 3 – DESMONTAGEM DO MOTOR DE ARRANQUE.
- 4 – MEDIÇÃO DO ESTATOR E ROTOR COM MULTÍMETRO.
- 5 – REPARAÇÃO E/OU SUBSTITUIÇÃO DOS COMPONENTES AVARIADOS.
- 6 – MONTAGEM DO MOTOR DE ARRANQUE
- 7 – MONTAGEM DO MOTOR DE ARRANQUE NO VEÍCULO.
- 8 – VERIFICAÇÃO DO FUNCIONAMENTO DO MOTOR DE ARRANQUE.

GUIA DE AVALIAÇÃO DOS EXERCÍCIOS PRÁTICOS

EXERCÍCIO PRÁTICO Nº 1: SISTEMA DE CARGA

TAREFAS A EXECUTAR	NÍVEL DE EXECUÇÃO	GUIA DE AVALIAÇÃO (PESOS)
1 – Diagnóstico de avarias no sistema de carga.		3
2 – Desmontagem do alternador do veículo.		2
3 – Desmontagem do alternador.		2
4 – Medição do estator e rotor com multímetro.		3
5 – Reparação e/ou substituição dos componentes avariados.		3
6 – Montagem do alternador.		2
7 – Montagem do alternador no veículo.		2
8 – Verificação do funcionamento do sistema de carga.		3
CLASSIFICAÇÃO		20

EXERCÍCIO PRÁTICO Nº 2: FUNCIONAMENTO DO MOTOR DE ARRANQUE

TAREFAS A EXECUTAR	NÍVEL DE EXECUÇÃO	GUIA DE AVALIAÇÃO
1 – Diagnóstico de avarias no motor de arranque.		3
2 – Desmontagem do motor de arranque do veículo.		2
3 – Desmontagem do motor de arranque.		2
4 – Medição do estator e rotor com multímetro.		3
5 – Reparação e/ou substituição dos componentes avariados.		3
6 – Montagem do motor de arranque.		2
7 – Montagem do motor de arranque no veículo.		2
8 – Verificação do funcionamento do motor de arranque.		3
CLASSIFICAÇÃO		20