

O SISTEMA ELÉTRICO DOS TRATORES
1996

ÍNDICE

1- Introdução	1
2- Considerações gerais sobre eletricidade	1
3- A bateria de acumuladores	3
3.1- Constituição e funcionamento da bateria de acumuladores	3
3.2- Características de uma bateria	5
3.3- A manutenção da bateria	6
4- Os geradores e os circuitos de carga	7
5- Os motores de arranque	10
6- Os indicadores de bordo do sistema eléctrico	12
Bibliografia	14
Anexo 1 - Principais símbolos utilizados na execução dos esquemas eléctricos	15
Anexo 2 - Principais indicadores de bordo	16

1- Introdução

Inicialmente o sistema elétrico dos tratores compreendia apenas um sistema de ignição constituído por um magneto, que posteriormente, devido à necessidade de se dispor de um sistema de iluminação, sinalização e de um motor de arranque, foi substituído por um sistema de bateria e bobina. Só mais tarde, devido à necessidade da presença de uma bateria que estivesse sempre carregada, tornou-se fundamental a existência de um gerador, dínamo, numa primeira fase, e, mais tarde, de um alternador; hoje em dia praticamente todos os equipamentos dispõem deste tipo de gerador.

2- Considerações gerais sobre electricidade

O estudo do sistema eléctrico dos equipamentos agrícolas pressupõe o conhecimento de alguns conceitos que se passam a apresentar:

- corrente eléctrica é movimento das cargas eléctricas resultante de uma diferença de potencial (tensão) que se faz sentir em dois pontos de um circuito (bornes da bateria ou do gerador). Os materiais, cujos átomos apresentam electrões fortemente presos ao seu núcleo, designam-se por isoladores e os que são constituídos por átomos com electrões livres, chamam-se condutores;
- circuito eléctrico é um trajeto contínuo no qual passa a corrente e que, na sua forma mais simples, é constituído por uma fonte de electricidade, um interruptor, um dispositivo de utilização de carga e as diferentes interligações (fio de alimentação, fio do interruptor e fio de retorno ou terra). Por convenção considerou-se que a corrente passa do borne positivo para o negativo, embora, na realidade, seja o contrário, pois os electrões são partículas carregadas negativamente;
- circuito em paralelo (shunt) é um circuito em que a corrente dispõe de dois trajectos alternativos para se deslocar;
- circuito em série é um circuito em que a corrente apenas dispõe de um trajecto para se deslocar, pelo que se uma lâmpada (elemento do circuito) se fundir aquele fica aberto interrompendo-se o fluxo da corrente;
- terra ou massa é a estrutura metálica do equipamento que está ligada a um dos bornes da bateria (borne negativo);
- curto-circuito é uma ligação indesejável entre condutores ou entre um condutor e a terra, e que é devida, geralmente, a uma falha no isolamento. Esta deficiência resulta, na maioria das vezes, na passagem da corrente através de um outro circuito de menor resistência.
- ampere (**A**) é a unidade de medida do fluxo de electricidade, ou seja, da intensidade da corrente (**I**);

- volt (**V**) é a unidade de medida da diferença de potencial (tensão) entre dois pontos de um circuito;
- resistência é a oposição à passagem da corrente. A unidade de resistência é o ohm (Ω) sendo o seu valor dado por $R = V / I$;
- semiconductor é um material que apresenta certos factores adicionais que comandam o fluxo da corrente, sendo a sua condutividade intermédia entre a de um condutor e de um isolador;
- electroímã é um dispositivo (bobina) onde se cria um campo magnético quando atravessado por uma corrente. Este campo pode ser aumentado quando se coloca uma barra de ferro (núcleo) no interior do enrolamento, pois esta concentra as linhas de força e aumenta o seu número, dado que o seu material constitui um trajecto com menor resistência que o ar. O magnetismo deixa de se fazer sentir quando se interrompe a corrente, invertendo-se a sua polaridade, quando a direcção da corrente é alterada. Qualquer condutor que transporte corrente eléctrica tem à sua volta um campo magnético com um número de linhas de força dependente da intensidade da corrente que o atravessa;
- indução é o aparecimento de uma corrente eléctrica numa bobina como resultado da passagem de corrente numa outra bobina colocada nas imediações. Quando a intensidade da corrente nesta última aumenta ou diminui o campo magnético dilata-se ou contrai-se, cortando as espiras da outra bobina induzindo-se aí, caso esta esteja integrada num circuito fechado, uma corrente eléctrica;
- corrente contínua (**CC**) é a corrente eléctrica que passa numa única direcção e corrente alternada (**CA**) passa primeiro numa direcção e em seguida na outra;
- amperímetro é um instrumento de medida e controlo que é ligado em série no circuito que transporta a corrente e que indica, durante o funcionamento do motor, o estado de carga da bateria e possíveis falhas ou anomalias do sistema eléctrico;
- voltímetro é um instrumento de medida e controlo que permite medir a diferença de tensão entre dois pontos. Este instrumento, que é intercalado em paralelo entre os dois pontos a medir, é constituído basicamente por uma alta resistência montada em série com uma bobina, para que esta seja atravessada por uma corrente de baixa tensão. A ligação de um voltímetro em série num circuito permite detectar curto-circuitos;
- ohmímetro é um instrumento de medição de resistências, com uma escala em ohms para medições de baixa resistência, e uma escala em megaohms, para ensaios de isolamentos. A utilização deste equipamento, num dado circuito, implica o isolamento prévio da bateria e dos restantes circuitos;
- rectificador é um dispositivo que deixa passar corrente em apenas uma direcção. Estes dispositivos podem ser metálicos, fabricados com semicondutores, ou de válvulas, como os díodos utilizados nos equipamentos electrónicos. Os circuitos mais complexos utilizam quatro rectificadores montados em ponte de Wheatstone, que permite realizar uma rectificação de onda completa.

3- A bateria de acumuladores

A bateria de acumuladores é o elemento principal do sistema eléctrico pois é aí que se acumula a energia necessária para o arranque do motor e, eventualmente, para o sistema de iluminação, aquecimento e outros; a energia nas baterias é acumulada sob a forma de energia química sendo depois utilizada como energia eléctrica.

Representando os diferentes circuitos ligados em paralelo (derivação) à bateria tem-se:

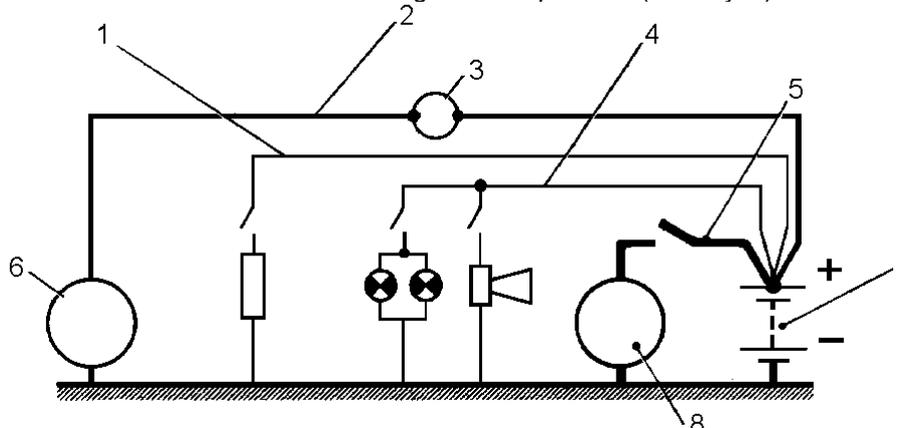


Figura 1- Representação esquemática dos diferentes circuitos eléctricos de um tractor
1- Circuito de pré-aquecimento 2- Circuito de carga 3- Amperímetro 4- Circuito de iluminação e sinalização 5- Circuito de arranque 6- Gerador 7- Bateria 8- Motor de arranque
Fonte: CEMAGREF (1991)

Como se pode observar na figura 1, existem vários circuitos receptores de energia eléctrica, nomeadamente, o de carga, de arranque, de iluminação e sinalização e de aquecimento, aos quais o borne positivo da bateria está ligado estando o borne negativo desta ligado à massa; esta representa um condutor constituído pelos órgãos metálicos, nomeadamente, o motor do tractor, o gerador, o motor de arranque, etc., e é onde se fecham todos aqueles circuitos. Nos equipamentos americanos é o borne positivo que está ligado à massa.

3.1- Constituição e funcionamento da bateria de acumuladores

As baterias de acumuladores apresentam-se sob a forma de uma cuba compartimentada, tendo cada divisão (elemento) um dado número de pares de placas constituídas em chumbo endurecido ou antimónio. Uma placa de cada par apresenta alvéolos em que se encontra depositado bióxido de chumbo (PbO_2) -placa positiva, sendo a outra placa do par coberta de chumbo poroso (Pb) - placa negativa. Cada um destes pares estão separados por placas de material isolante poroso, designadas por separadores, encontrando-se todas elas submersas numa mistura de ácido sulfúrico ($\pm 36\%$) e água destilada ($\pm 64\%$) que se designa por electrólito. As placas positivas (negativas) de cada elemento da bateria estão ligadas entre si formando dois grupos distintos, denominados armaduras, das quais sai um fio condutor que termina num borne; as duas armaduras de cada

elemento formam um acumulador, cuja tensão é de 2 V, estando os vários acumuladores ligados em série para se obter uma bateria de acumuladores.

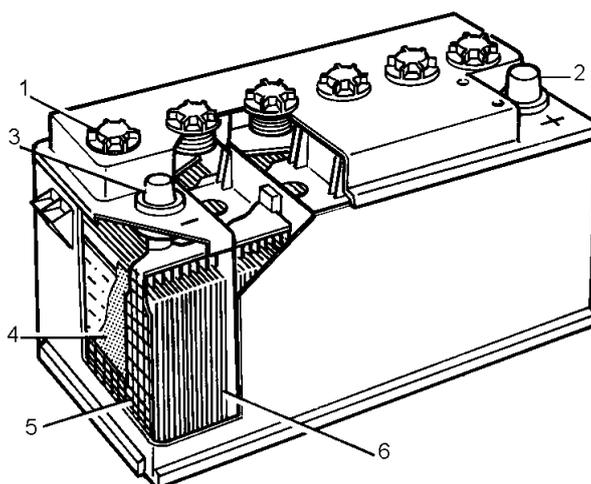


Figura 2- Representação de um corte de uma bateria de chumbo.

1- Bujão 2- Borne positivo 3- Borne negativo 4- Placas isolantes 5- Placas negativas 6- Placas positivas.

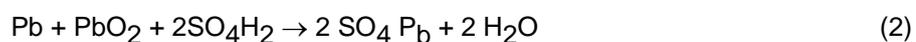
Fonte: CEMAGREF (1991)

Quanto à forma como se processa a carga da bateria esta resulta da passagem de uma corrente eléctrica que provoca, ao nível das placas e electrólito, uma reacção, da qual resulta a transformação da energia eléctrica em química. A reacção química de carga da bateria é representada por:



Como se pode verificar na reacção (1), a passagem da corrente eléctrica origina a formação do chumbo, bióxido de chumbo e o ácido sulfúrico, dando-se igualmente a electrólise da água com libertação de oxigénio e hidrogénio, pelo que é necessário restabelecer, pela adição de água destilada, o nível de electrólito de cada elemento, para que as placas fiquem totalmente submersas. O oxigénio e hidrogénio libertados, especialmente importantes quando a intensidade da corrente é elevada, formam uma mistura explosiva; a libertação destes gases implica que os orifícios dos bujões dos acumuladores estejam desentupidos.

Relativamente à reacção inversa, ou seja, durante a descarga da bateria (libertação de energia eléctrica contínua), o bióxido de chumbo combina-se com o ácido sulfúrico formando sulfato de chumbo e água. Esta reacção representa-se por:



A formação de água e a diminuição do ácido sulfúrico do electrólito faz com que a densidade deste diminua podendo mesmo, durante o Inverno, conduzir ao seu congelamento.

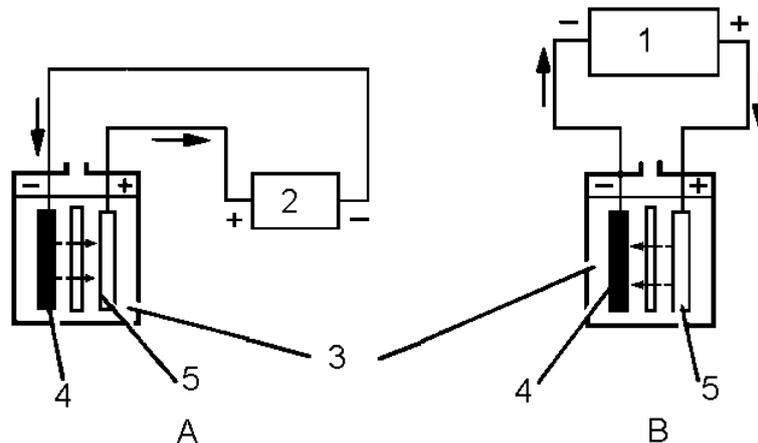


Figura 3- Representação da carga e descarga de uma bateria de acumuladores
 A- Descarga B- Carga
 1- Gerador 2- Receptor 3- Electrólito 4- Placa negativa 5- Placa positiva
 Fonte: CEMAGREF (1991)

3.2- Características de uma bateria

A bateria de acumuladores caracteriza-se pela:

- tensão;
- capacidade;
- aptidão para assegurar o arranque a frio;
- reserva de capacidade.

A tensão da bateria, que depende do número de elementos que a constituem, é expressa em voltes (V); cada elemento tem uma diferença de potencial de 2 V, sendo o valor mais frequente, para as baterias dos tractores, os 12 V, ou seja, baterias com seis elementos. Estes valores nominais variam ligeiramente conforme a bateria está ou não carregada.

A capacidade da bateria, expressa em amperes/hora (A/h), define-se como a intensidade da corrente que a bateria pode fornecer durante um determinado intervalo de tempo, até que aquele valor atinja um nível considerado como mínimo. Os valores geralmente utilizados como mínimos são, para uma temperatura de 20 °C e um período de 20 horas, 10.5 V para uma bateria de 12 V e 5.25 V, para uma bateria de 6 V; uma bateria de 100 Ah de capacidade, deve fornecer uma corrente de 20 Ah, durante 5 horas, sem que a intensidade da corrente diminua para além dos 10.5 V.

A capacidade das baterias, à semelhança da sua tensão, pode variar ligeiramente, conforme o seu estado, a rapidez da descarga e a temperatura ambiente; quanto mais intensa for a descarga e mais baixa for a temperatura ambiente menor é a sua capacidade.

A aptidão para assegurar o arranque a frio define o comportamento da bateria quando se pretende por o motor a funcionar em situações de temperatura bastante baixas. Considerando, por exemplo, uma bateria de 12 V, 100 Ah e 360 A, esta deve permitir fornecer uma corrente com a

referida intensidade (360 A), a uma temperatura de -18°C , sem que a tensão da corrente seja inferior a 8.4 V, durante 60 s, ou 6 V, durante 180 s.

A reserva de capacidade, característica utilizada nos E.U.A., representa o tempo, em minutos, durante o qual uma bateria pode fornecer uma corrente de 25 A.

3.3- A manutenção da bateria

O cuidado fundamental de manutenção deste órgão consiste em manter o nível do electrólito um pouco acima das placas (6 a 10 mm) pela adição, sempre que necessário, de água destilada; a não observação deste cuidado faz com que a parte das placas não submersa seque, perdendo a capacidade para nelas se darem as trocas de material, e que o electrólito se torne demasiado concentrado podendo atacar os separadores e mesmo as placas positivas e negativas.

As baterias mais recentes, sem manutenção, são concebidas por forma a diminuir aqueles cuidados; este objectivo atinge-se principalmente com a utilização de novos tipos de ligas no fabrico das placas e pelo isolamento do electrólito e utilização de uma reserva importante deste.

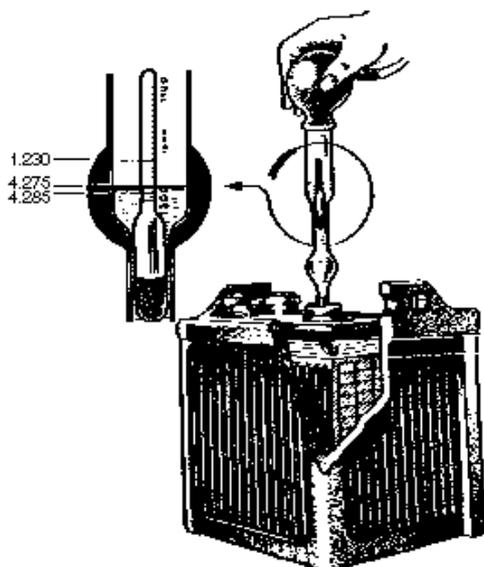


Figura 4- Controlo da densidade do electrólito de uma bateria de acumuladores com um densímetro
Fonte: CNEEMA (1976)

A utilização de um densímetro (pesa - ácidos) faz-se apertando a pês de borracha e introduzindo a extremidade daquele no interior do electrólito, afrouxando-se depois a pressão na pês para que o líquido suba no interior do tubo, arrastando consigo o flutuador, procedendo-se então à leitura da densidade.

Deve igualmente ter-se em atenção a ligação dos bornes da bateria aos terminais dos cabos, pois esta deve estar sempre limpa e revestida com uma camada protectora de vaselina ou, na falta desta, de massa consistente. O exterior da bateria deve estar sempre limpo.

Num período de inacção prolongada, especialmente em tempo frio, convém verificar periodicamente a carga da bateria com um densímetro, pois esta diminui; uma bateria bem carregada

apenas dispõe de 40% da sua capacidade a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, relativamente a uma temperatura de $21\text{ }^{\circ}\text{C}$, pelo que, se estiver parcialmente descarregada, pode não dispor de energia para fazer rodar o motor. A densidade do electrólito de uma bateria bem carregada está normalmente compreendida entre 1.275 e 1.300 $^{\circ}\text{Baumé}$ e quando descarregada este valor é de ± 1150 . Em caso de necessidades de recarga, a intensidade da corrente a utilizar não deve ultrapassar 1/10 da capacidade da bateria, expressa em A.h.

4- Os geradores e os circuitos de carga

O gerador de carga mais utilizado hoje em dia é o alternador, pois o dínamo tem vindo a ser preterido, devido à melhor relação peso - potência, maior débito, mesmo a baixo regime, e manutenção mais simples do primeiro; a maior velocidade máxima atingida pelos alternadores permite obter uma maior relação gerador - velocidade do motor, fornecendo também uma saída útil de corrente quando o motor se encontra ao "ralenti". O termo gerador é aplicado a qualquer máquina electromagnética que converte a energia mecânica em energia eléctrica e o termo alternador refere-se ao gerador de um equipamento motorizado no qual a corrente alternada é rectificada em corrente contínua utilizando díodos semicondutores.

Assim, e considerando apenas o alternador, a sua constituição baseia-se num electroímã rotativo (indutor ou rotor), que cria um campo magnético que gira no interior de uma bobina (induzido), que está fixa no estator do alternador; da ligação da bobina ao estator obtêm-se uma corrente alternada trifásica em três linhas de saída.

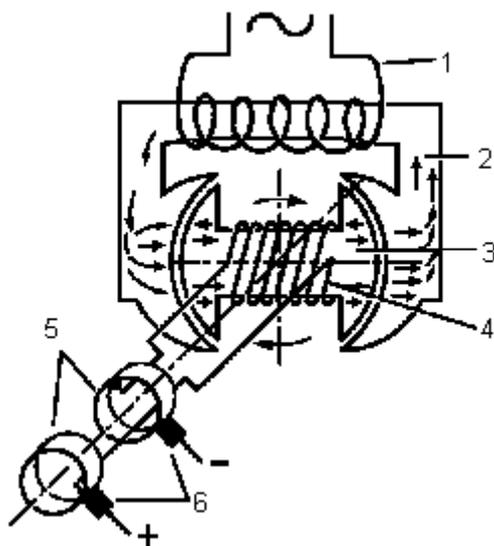


Figura 5- Princípio de funcionamento do alternador

1- Bobina do induzido 2- Estator 3- Rotor 4- Bobina do indutor 5- Colectores 6- Carvões de excitação

Fonte: CEMAGREF (1991)

Como se pode observar na figura 5 a bobina do induzido é sujeita à variação do campo magnético criado pelo indutor, originando-se naquela uma corrente alternada que, depois de passar nos díodos ligados num circuito trifásico rectificador de onda completa, alimenta o equipamento eléctrico e carrega a bateria. O induzido ou estator é constituído por uma carcaça metálica com uma

ou três séries de bobinas designando-se, no primeiro caso, por monofásico e, no segundo, por trifásico.

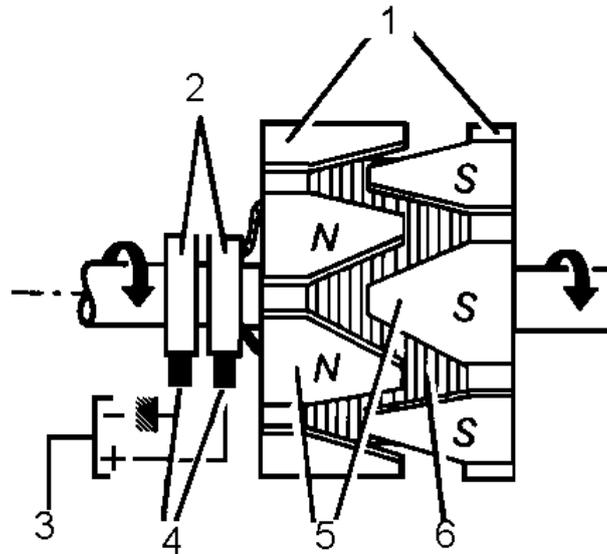


Figura 6- Representação de um indutor de um alternador.

1- Placas 2- Colectores 3- Corrente de excitação proveniente da bateria 4- Carvões 5- Massas polares 6- Bobina do indutor

Fonte: CEMAGREF (1991).

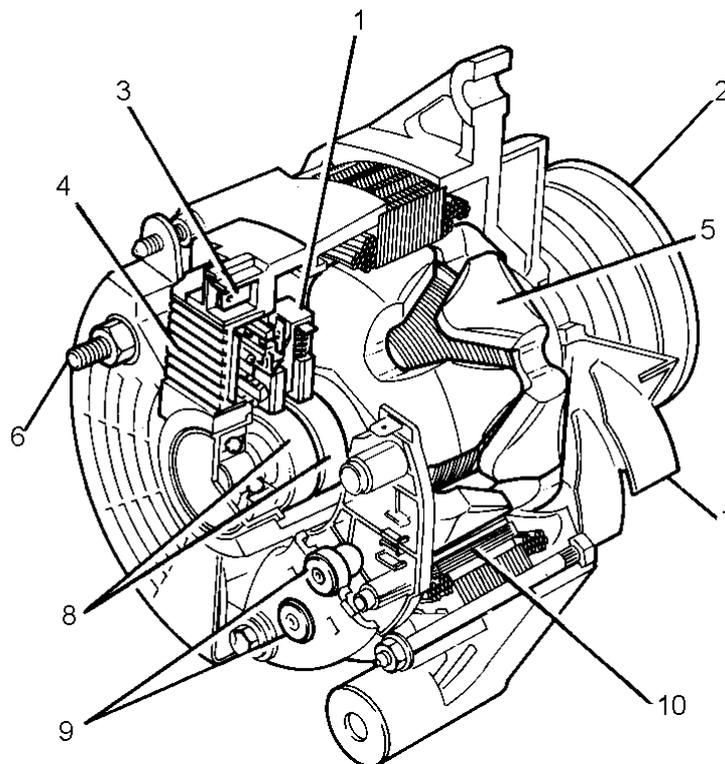


Figura 7- Representação de um alternador

1- Escovas 2- Polie 3- Borne da testemunha de carga 4- Regulador electrónico 5- Indutor 6- Borne de saída da corrente 7- Ventilador 8- Coletor 9- Diodos do retificador 10- Bobina do induzido

Fonte: CEMAGREF (1991)

O indutor é formado por uma bobina axial (enrolamento de campo) fixa por dois conjuntos de massas polares (N e S), que se encontram intercaladas entre si, por forma a produzir-se as variações magnéticas necessárias à criação de corrente nas bobinas envolventes; cada conjunto de massas polares está ligado a um colector (anel de escorregamento), por onde passa a corrente de excitação e uma das extremidades do enrolamento de campo. A corrente de excitação é fornecida pela comutação da corrente da bateria para o enrolamento de campo, através de duas escovas, uma positiva e a outra negativa, que se encontram em contacto com os referidos anéis.

Para além do indutor e induzido o alternador é constituído por (figura 7) um rectificador e um regulador de tensão, sendo o primeiro responsável pela transformação da corrente alternada em contínua, necessária para carregar a bateria, e o segundo, para regular a tensão da corrente do alternador, que se faz controlando a corrente de excitação do indutor, pois a tensão da corrente produzida por este varia em função da velocidade de rotação; a tensão da corrente para alimentação dos diferentes equipamentos eléctricos, e especialmente para carregar a bateria, tem de ser constante.

A regulação da tensão é actualmente efectuada por dispositivos electrónicos constituídos por transístores e díodos semicondutores, em silício, que não se desgastam em serviço.

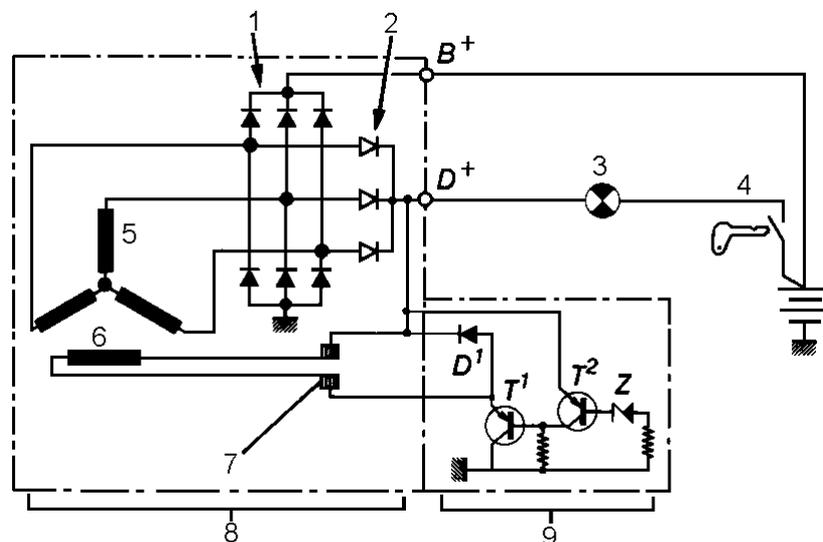


Figura 8- Princípio de funcionamento de um regulador electrónico de tensão
 1- Rectificador principal 2- Rectificador de excitação 3- Indicador luminoso 4- Contacto 5- Induzido
 6- Rotor 7- Escovas 8- Alternador 9- Regulador electrónico
 Fonte: CEMAGREF (1991).

Relativamente ao funcionamento destes reguladores, ver figura 8, logo que o alternador é accionado, uma corrente de excitação é dirigida para os díodos de excitação que, caso esta corrente tenha uma tensão inferior à necessária para a bateria (14.4 V para uma bateria de 12 V), passa pelo indutor indo para a massa através do transístor de potência (T1), ou, caso a tensão de carga seja superior, o díodo Zener (Z) abre-se, tornando-se o transístor de comando (T2) condutor e o de potência não condutor. Na primeira situação o transístor de comando e o díodo Zener ficam inativos e,

na segunda situação, deixa de haver corrente de excitação; esta alternância mais ou menos rápida da abertura e fecho do circuito de excitação é a responsável pela regulação da tensão da corrente.

Atendendo a que os diferentes componentes eléctricos do sistema de carga e regulador de tensão não podem estar sujeitos a diferenças de tensão é fundamental observar alguns cuidados, nomeadamente:

- não desligar o alternador ou bateria com o motor em funcionamento;
- não alterar a polaridade da bateria;
- não mexer nos fios do regulador;
- não criar curto-circuitos nos condutores de carga e nos de excitação;
- carregar a bateria sem desligar os seus bornes;
- proceder a trabalhos de soldadura sem desligar o alternador e a bateria.

5- Os motores de arranque

Os motores de arranque são motores "série", ou seja, motores eléctricos em que as bobinas indutoras estão ligadas em série, por intermédio de escovas, com as bobinas induzidas; este tipo de ligação permite uma alimentação de corrente de elevada intensidade, necessária ao desenvolvimento de binários muito elevados.

Para accionamento destes motores é solicitada à bateria uma forte corrente através de um campo de baixa resistência e das bobinas da armadura, que provoca dois campos magnéticos fortes que interatuam entre si e que actuam nos condutores da armadura, fazendo com que esta rode contra o binário da inércia do motor. Quando o motor começa a funcionar e à medida que aumenta o seu regime, a corrente solicitada à bateria diminui, acontecendo o mesmo com o binário necessário ao accionamento, pois este depende da corrente. Esta diminuição em corrente deve-se ao facto de os condutores da armadura rotativa cortarem as linhas de força do campo magnético, induzindo a uma tensão nos condutores da armadura oposta à tensão da bateria.

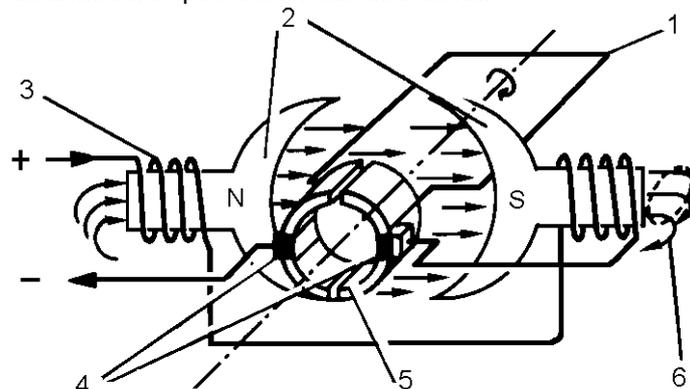


Figura 9- Princípio de funcionamento de um motor de arranque

1- Bobina do induzido 2- Massas polares 3- Bobina do indutor 4- Escovas 5- Colector 6- Campo magnético

Fonte: CEMAGREF (1991)

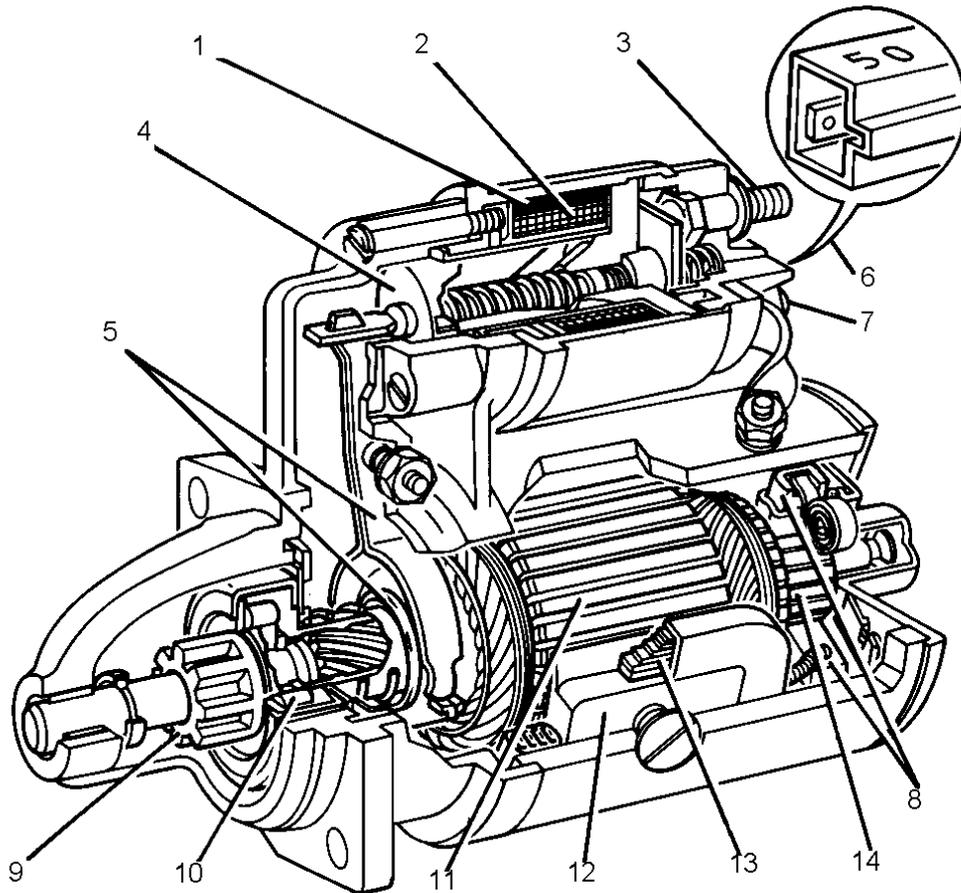


Figura 10- Representação de um motor de arranque com solenoide

1- Enrolamento de manutenção 2- Enrolamento de atracção 3- Borne de alimentação 4- Núcleo móvel 5- Forquilha da manga deslizante 6- Borne de comando 7- Contacto do solenoide 8- Escovas 9- Pinhão de ataque 10- Roda livre 11- Induzido 12- Massas polares 13- Bobinas do indutor 14- Colector

CEMAGREF (1991).

Os principais tipo de motores de arranque utilizados nos equipamentos agrícolas, ver figura 10, são constituídos por:

- um estator (carcaça) no interior do qual estão fixas as massas polares que se encontram envolvidas por bobinas indutoras com fio de grande secção;
- um rotor (induzido), cujas espiras apresentam também uma grande secção, constituído por um colector de lâminas. Numa das extremidades do rotor encontra-se o pinhão de ataque (Bendix) que ao engrenar-se no volante do motor faz com que este gire;
- um electroímã (solenoide) que assegura o comando mecânico e eléctrico do motor de arranque. Este elemento, que é accionado quando se roda a chave de ignição, apresenta um núcleo móvel que, numa primeira fase, permite o engrenamento do pinhão de ataque com o volante do motor, estabelecendo-se, numa segunda fase, a ligação do motor de arranque. O campo magnético responsável pelo deslocamento do núcleo é criado por dois enrolamentos,

um de atracção, que intervém durante a fase do engrenamento do pinhão de ataque, e um de manutenção, que actua durante a fase de engrenamento e arranque do motor;

- um lançador que é constituído por um conjunto de uma manga deslizante, solidária com a rotação do veio do induzido, mas com caneluras helicoidais que lhe permite deslocar-se axialmente neste veio, e o pinhão de ataque. Neste conjunto, entre a manga deslizante e o pinhão de ataque, está montada uma roda livre que permite tornar aquelas peças solidárias durante o arranque, libertando-as logo que o motor do equipamento comece a funcionar. O engrenamento do pinhão de ataque é obtido pelo deslocamento da forquilha que liga a manga deslizante ao núcleo do solenoide, sendo o desengrenamento obtido por acção da mola que actua no núcleo móvel do electroíman.

6- Os indicadores de bordo do sistema eléctrico

Os indicadores de bordo do sistema eléctrico permitem ao operador um controlo dos diferentes sistemas nomeadamente o de lubrificação, refrigeração e eléctrico (ver anexo 2).

Assim, entre os principais indicadores de bordo tem-se:

- o indicador luminoso da pressão de óleo que acende quando esta baixa para além de um valor estabelecido pelo construtor. Este elemento, ver anexo 2 A, está ligado a um contacto que se mantém fechado em repouso, deixando assim passar a corrente eléctrica para a lâmpada testemunho, abrindo-se por acção da pressão do óleo;

- o indicador de agulha da pressão do óleo, que não é mais que um medidor de intensidade de corrente que está ligado em série com um captor de pressão que tem um reóstato, ver anexo 2 B. Quando a pressão do óleo é baixa a resistência do captor não deixa passar a corrente, mas quando aquela aumenta a membrana do captor deforma-se actuando no reóstato, o que faz com que a resistência diminua e a corrente passe deslocando a posição da agulha;

- o indicador luminoso da temperatura do motor, ver anexo 2 C, que se acende quando a temperatura deste se torna elevada ($> 100\text{ }^{\circ}\text{C}$), encontra-se ligado em série com um termocontacto, situado geralmente na cabeça do motor, que se encontra aberto em repouso e se fecha quando a temperatura sobe demasiado;

- o indicador de agulha da temperatura do motor, que é semelhante ao utilizado no circuito do óleo, está ligado em série a uma termoresistência;

- o indicador luminoso de controlo de carga da bateria, ver anexo 2 D, está ligado entre a alimentação do painel de instrumentos e a saída do rectificador de excitação do alternador. Quando este não fornece corrente o indicador fica ligado em série com o circuito de excitação, regulador e massa, acendendo-se, mas quando aquele produz corrente cria-se uma diferença de tensão no borne de saída do rectificador de excitação, que anula a diferença de tensão na lâmpada;

- o voltímetro térmico de indicação de carga da bateria, ver anexo 2 E, encontra-se ligado em derivação depois do painel de instrumentos. Este elemento é constituído por uma resistência enrolada em volta de uma lâmina que se deforma provocando o desvio da agulha sobre um sector graduado;
- o amperímetro de indicação de carga da bateria, ver anexo 2 F, é um instrumento de indução montado em série no circuito de carga do alternador. Em repouso a agulha está na posição intermédia, quando o alternador não está a carregar e a corrente da bateria se dirige para os receptores, a agulha desloca-se para a esquerda (sector de descarga), e, quando o alternador está a carregar a bateria, a agulha desloca-se para a direita (sector de carga).

Bibliografia

AAVIM (1975). Tractor maintenance. Texas. AAVIM

CEMAGREF (1991). Les tracteurs agricoles. Technologies de l'agriculture. Antony. CEMAGREF.

CNEEMA (1976). Livre du maitre. Tome I. Tracteurs et machines agricoles. Antony. CNEEMA.

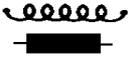
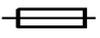
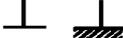
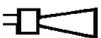
Coker,A. (1979). Sistemas eléctricos do automóvel. Lisboa. Editorial Presença.

Estevez, S. (1976). Tecnologia do automóvel. Barcelona. Plátano Editora.

Jackson, K. (1979). Electricidade. Lisboa. Editorial Presença.

Judge, A. (1970). Manual prático do electricista de automóvel. Lisboa. Hemus-Livraria Editora.

Anexo 1- Principais símbolos utilizados na execução dos esquemas eléctricos.

	Conductor eléctrico Conductor anexo Linha de separação dos órgãos		Resistência
	Cruzamento de condutores sem ligação eléctrica		Bobine
	Cruzamento de condutores com ligação eléctrica		Bateria de acumuladores
	Ficha e tomada		Contacto por impulsão: 1) Aberto em repouso 2) Fechado em repouso
	Fusível		Electro-iman
	Condensador		Relé
	Ligação à massa		Lâmpada
	Ligação à terra		Avissador sonoro
	Corrente contínua		Gerador de corrente contínua Gerador de corrente alternada
	Corrente alternada		Motor de corrente contínua Motor de corrente alternada
	Ligação trifásica em triângulo		Transformador
	Ligação trifásica em estrela		V: voltímetro A: amperímetro Ω: ohmímetro

Anexo 2- Principais indicadores de bordo

