

# **TEXTOS DE APOIO PARA OS ALUNOS**

## **DE**

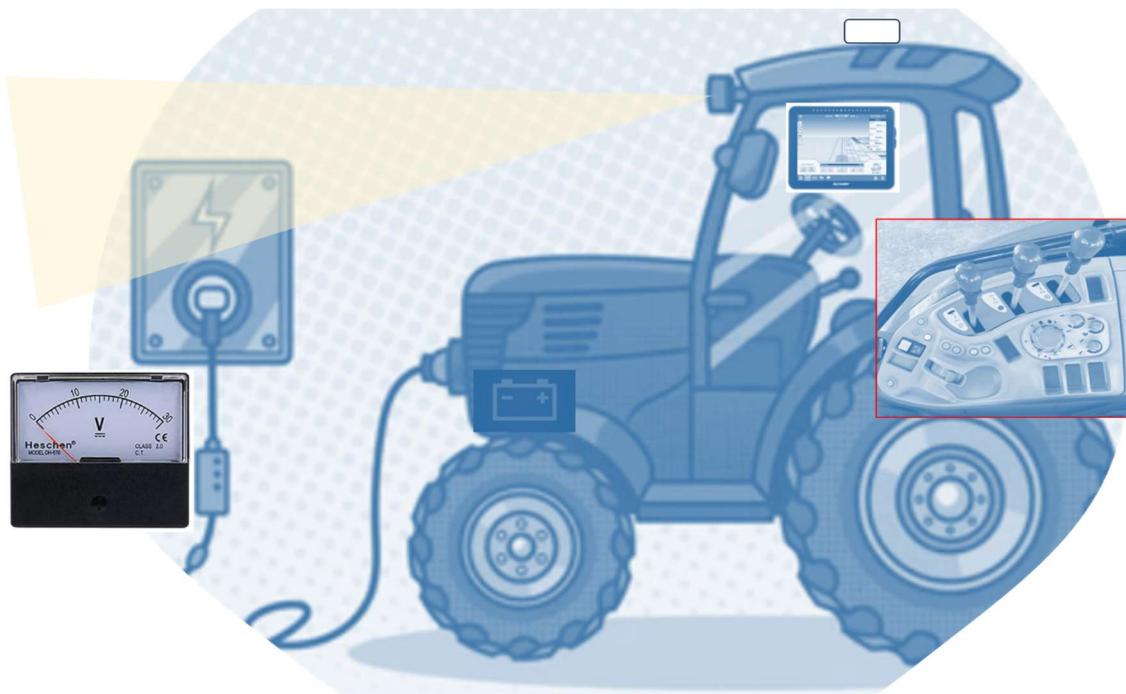
# **SIACA**

(Sistemas de Informação e Automação em Ciência Animal)

2023/2024

*João Manuel P. R. Serrano*  
Departamento de Engenharia Rural  
Escola de Ciências e Tecnologia

## **Sistema elétrico do trator agrícola: bases e principais componentes**



A função do sistema elétrico, nos tratores mais simples ou antigos (convencionais), resume-se a garantir o arranque do motor e a alimentar o painel de instrumentos e o funcionamento de faróis e outros acessórios elétricos.

Nos tratores modernos, além destas funções, o sistema suporta também os componentes eletrónicos, nomeadamente, a unidade central de processamento (“Central Processing Unit”, CPU, também conhecida como “Centralina”), sensores, atuadores, condicionadores de sinal e monitores.

# Índice

Conteúdo	Pág.
Índice	2
1. Conceitos de base	3
2. Sistema elétrico básico do trator agrícola	4
2.1. Caixa de fusíveis	5
2.2. O sistema elétrico no arranque do motor	5
2.3. O papel do alternador	6
2.4 A bateria	7
2.4.1. Constituição	7
2.4.2. Princípio de funcionamento	8
2.4.3. Significado da informação inscrita nas baterias	9
2.4.4. Manutenção das baterias	10

## **1. Conceitos de base**

**Potencial elétrico ou tensão elétrica (U)** – é a capacidade que um corpo energizado tem de atrair ou repelir outras cargas elétricas e exprime-se em volts. Se dois pontos têm diferente potencial elétrico, as cargas elétricas positivas tendem a deslocar-se no sentido de potencial decrescente (na verdade as cargas que se deslocam fisicamente são as negativas, no entanto, em eletrotecnia considera-se que são as cargas positivas que se deslocam).

**Carga elétrica** – é uma propriedade física que determina as interações eletromagnéticas. A carga positiva é transportada por protões, enquanto a carga negativa é transportada por eletrões. As cargas semelhantes repelem-se, enquanto as cargas opostas se atraem.

**Intensidade de corrente (I)** – é a quantidade de eletricidade que atravessa uma secção por unidade de tempo; exprime-se em amperes.

**Resistência elétrica (R)** – é a resistência que determinado material oferece à passagem de corrente; exprime-se em ohms. A resistência de um fio condutor é diretamente proporcional ao seu comprimento e inversamente proporcional à sua secção.

A intensidade de corrente que circula por um fio condutor entre dois pontos é diretamente proporcional à diferença de potencial e inversamente proporcional à resistência ( $I=U/R$ ).

**Corrente contínua** – quando a passagem de cargas elétricas entre os 2 pontos do circuito elétrico se faz sempre no mesmo sentido e com intensidade constante. É gerada por pilhas, baterias ou dinâmicos. Estes geradores produzem uma diferença de potencial constante entre os seus bornes (terminais). O borne de maior potencial é o positivo e a corrente circula do borne positivo para o negativo. No trator agrícola a bateria funciona com uma diferença de potencial de 12V.

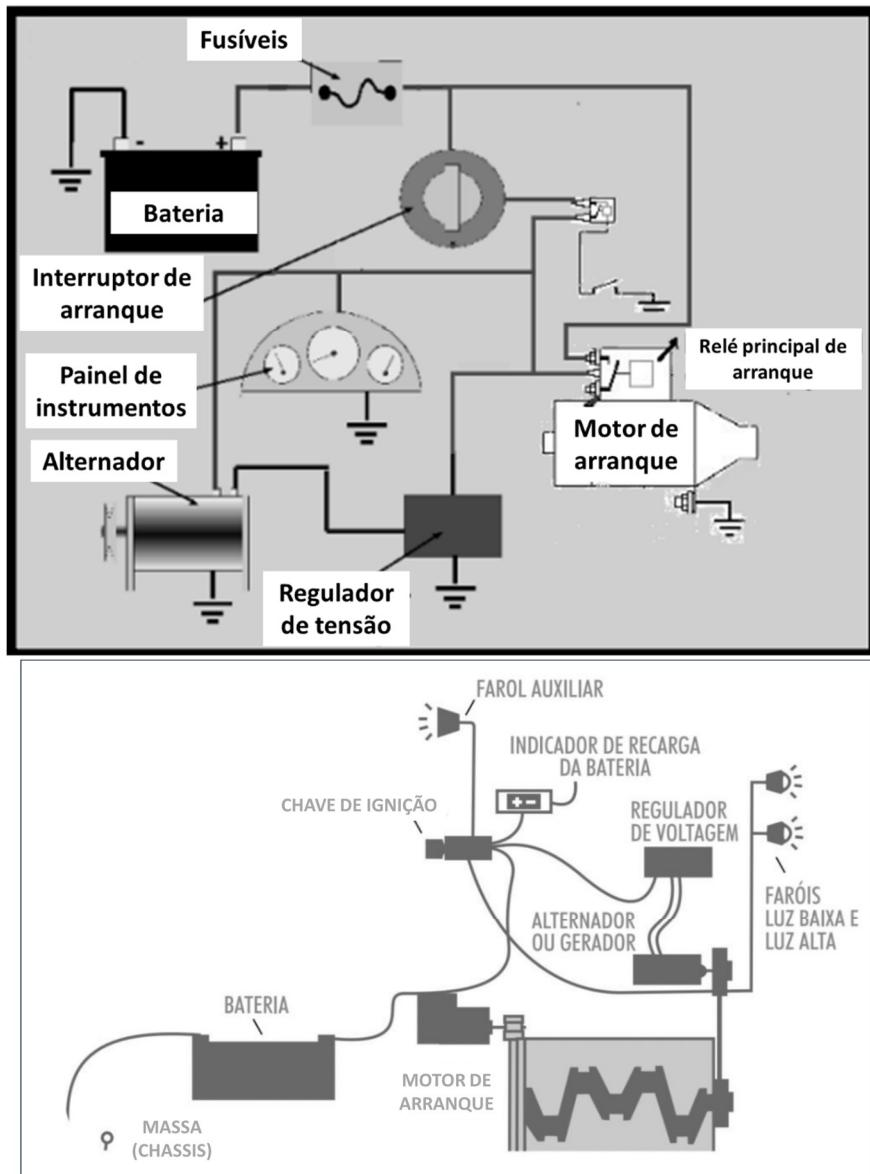
**Corrente alterna** – a sua intensidade varia com o tempo, anulando-se periodicamente e retomando os mesmos valores em intervalos de tempo iguais. Pode ser gerada em alta tensão e transformada (levada ao potencial mais conveniente para utilização).

**Corrente alterna monofásica** – é a que se utiliza nas moradias, distribuída pela rede elétrica na Europa com uma tensão de 220V. A diferença de potencial entre os dois condutores que distribuem a corrente alterna não é constante (varia de forma sinusoidal – descreve uma oscilação repetitiva suave, sendo esta uma onda contínua; nomeada em homenagem à função trigonométrica “seno”). Um dos dois condutores é o neutro (de cor azul), não tem tensão (está ligado “à terra”) mas tem intensidade. O outro condutor (“fase”, de cor vermelha ou preta) apresenta uma diferença de potencial de 220V. Um terceiro condutor (de cor amarelo e verde) ligado “à terra”, de proteção, não tem tensão e não transporta corrente (não tem intensidade). Este visa proteger as pessoas que se encontram na moradia.

**Corrente alterna trifásica** – é a que se utiliza na distribuição na rede elétrica nacional. Pode ser gerada em alta tensão (geradores) e transformada até ao potencial mais conveniente para utilização, através de subestações e centros de transformação, até aos utilizadores (baixa tensão).

## 2. Sistema elétrico básico do trator agrícola

As figuras apresentam, esquematicamente, os constituintes básicos do sistema elétrico de um trator agrícola.



A bateria é o reservatório de corrente elétrica para todo o sistema. A recarga da bateria é assegurada pelo alternador (ou gerador), o qual fornece também energia elétrica a todos os componentes do trator quando este está em funcionamento.

O regulador de voltagem controla a quantidade de energia elétrica que é fornecida aos diferentes componentes do trator. Ele garante que a **tensão** (12V) seja mantida dentro dos limites adequados, evitando danos aos dispositivos elétricos.

## **2.1. Caixa de fusíveis**

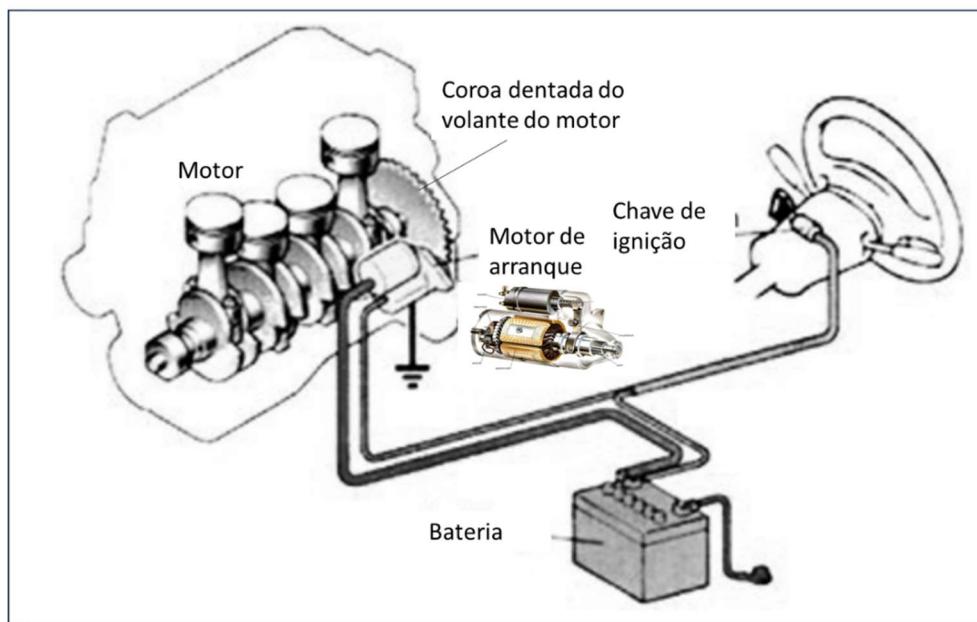
Os fusíveis também são elementos de proteção do sistema.

A caixa de fusíveis está localizada em local acessível e possui indicação (3, 5, 10, 15, 20, 30A ...) da intensidade de corrente que viabiliza e que equipamento protege. Esta caixa abriga os fusíveis de proteção do sistema elétrico. Os fusíveis são estruturas que ajudam a prevenir sobrecargas elétricas e curtos-circuitos, garantindo a segurança do sistema.



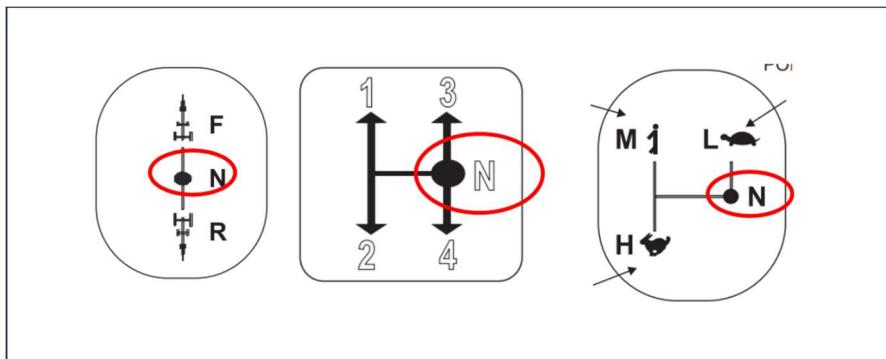
## **2.2. O sistema elétrico no arranque do motor**

A primeira função do sistema elétrico é garantir o arranque do motor do trator (figura seguinte). Quando o operador liga a chave de ignição, fornece, a partir da **bateria**, corrente elétrica para a bobina de chamada do **motor elétrico de arranque**. O campo magnético criado permite a deslocação axial da engrenagem do motor de arranque (pinhão), a qual passa a estar engrenada com a coroa dentada do volante do veio motor (cambota), dando início ao ciclo de quatro de tempos (admissão-compressão-expansão-escape) e ao funcionamento autónomo do motor Diesel. O operador soltará a chave de ignição, sendo interrompido o fornecimento de corrente elétrica. Uma mola fará recolher a engrenagem do motor de arranque (desengrena da coroa dentada do volante).



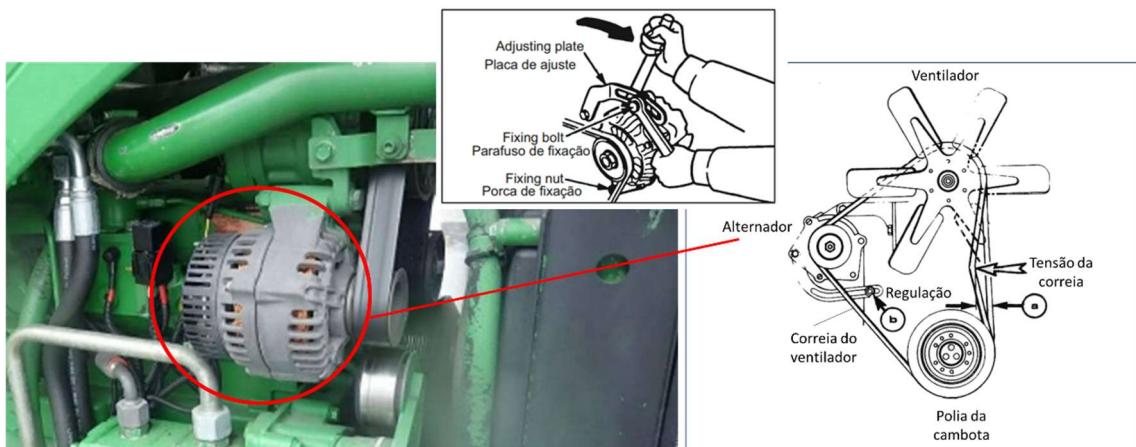
No circuito podem estar inseridos outros interruptores que asseguram segurança no arranque do motor Diesel. Por exemplo, nalguns tratores só é possível o arranque do motor Diesel se o pedal da embraiagem principal for premido (desembraiado), estando a transmissão para a caixa de velocidades em ponto-morto ("Neutro", normalmente através da alavanca do inversor);

noutros casos é também necessário que os comandos da caixa de velocidades da tomada-de-força e da caixa de gamas estejam em ponto-morto.



### 2.3. O papel do alternador

A segunda função do sistema elétrico é garantir a recarga da bateria, o que é assegurado pelo **alternador**. O alternador tem, normalmente, um denominador comum com o sistema de arrefecimento do motor: é acionado pela correia do ventilador. Um dos aspetos importantes de manutenção do sistema passa por verificar regularmente (de acordo com a periodicidade indicada no respetivo “MANUAL DO OPERADOR”) a tensão desta correia e, caso necessário, ajustá-la. O ajustamento é conseguido desapertando a fixação do alternador e deslocando-o ao longo de uma calha de regulação.



Com o motor Diesel a trabalhar a luz indicadora deve estar apagada. Caso contrário, é sinal de que o alternador não está a recarregar a bateria. Nestas condições verificar o estado (tensão) da correia do ventilador. Se esta estiver em condições, mandar inspecionar o alternador.



## 2.4. A bateria



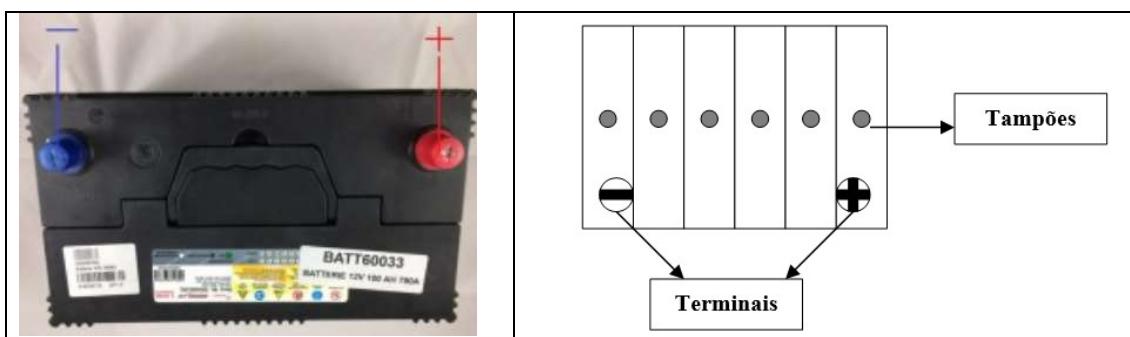
### 2.4.1. Constituição

As baterias usadas nos tratores agrícolas são do tipo chumbo-ácido. Têm no seu interior placas de chumbo (no elétrodo negativo - ânodo) e placas de dióxido de chumbo ( $PbO_2$ , no elétrodo positivo - cátodo), mergulhadas numa solução de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) e água destilada (eletrólito). O eletrólito contém ainda um metal, o antimónio (3,7 a 4%), cujo objetivo é conferir rigidez às placas de chumbo (este é muito plástico) e resistência à corrosão provocada pelo ácido sulfúrico. No entanto, este elemento migra da placa positiva para a placa negativa, dissolvendo-se no eletrólito e facilitando a passagem de corrente entre as placas, conduzindo a uma lenta descarga.

As baterias mais comuns são do tipo húmido, no entanto, existem também baterias do tipo seco, sem eletrólito, o qual só é adicionado quando a bateria é instalada no trator, o que permite o seu armazenamento por tempo indeterminado.

As baterias também são conhecidas como “baterias de acumuladores”, semelhantes às pilhas de grandes dimensões, só que enquanto estas fornecem energia a troca da sua inutilização, nas baterias o ciclo é reversível, permitindo repor a carga inicial.

Vista de cima de uma bateria de 12V característica dos tratores agrícolas.



Cada compartimento (elemento ou vaso) independente produz uma diferença de potencial de cerca de 2.2V, pelo que uma bateria de 12V terá 6 compartimentos colocados em série, enquanto uma bateria de 6V terá 3 compartimentos. Dentro de cada vaso encontra-se um feixe de placas positivas e um feixe de placas negativas, separadas por um isolante, sendo o contacto garantido apenas pelo eletrólito. No topo de cada elemento existe uma tampa, pela qual se faz

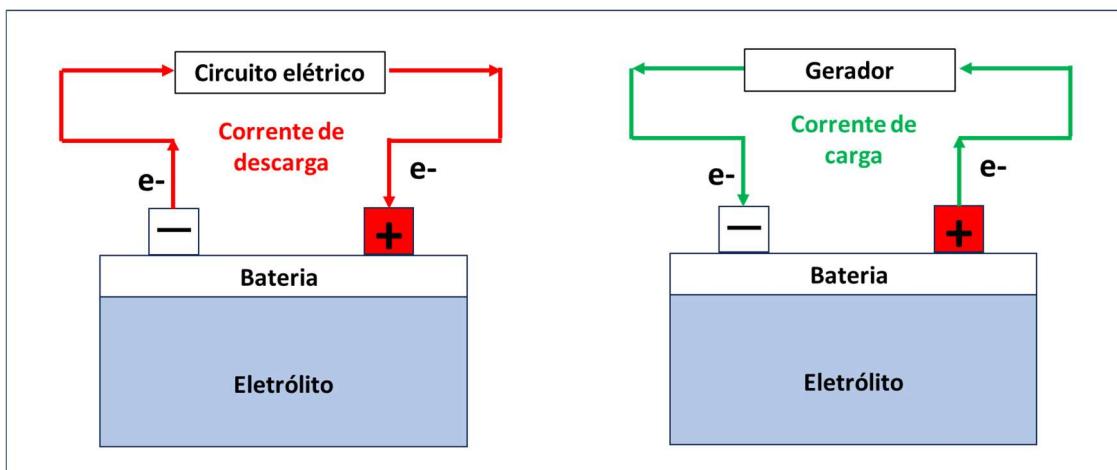
a reposição do nível de eletrólito (que deve permanecer acima do nível das placas), acrescentando água destilada.

No topo da bateria, em cada extremo, existem dois terminais: um positivo e outro negativo, encontrando-se normalmente o da alimentação (+) protegido com borracha para evitar curtos-circuitos por descuidos do operador.

O exterior da bateria é uma caixa normalmente de plástico ou de borracha dura (polipropileno), onde se podem observar os tampões e os terminais. Nas baterias mais recentes os tampões não são visíveis (baterias seladas – sem manutenção).

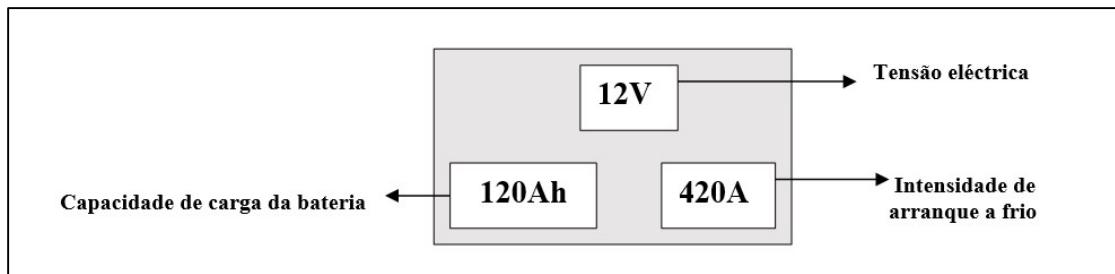
#### **2.4.2. Princípio de funcionamento**

A reação química do chumbo, do dióxido de chumbo e do ácido sulfúrico no processo de descarga (alimentação dos sistemas consumidores) leva à formação de sulfato de chumbo, com libertação de oxigénio e hidrogénio moleculares ( $O_2$  e  $H_2$ ), mistura gasosa altamente explosiva, com libertação de energia elétrica, corrente contínua que se traduz na migração de eletrões através da solução, do ânodo para o cátodo, e deste para os sistemas. A concentração do ácido sulfúrico tende, por isso, a diminuir à medida que a bateria vai descarregando (porque o  $H_2$  do ácido sulfúrico se junta ao  $O_2$  para formar água). A evaporação da água neste processo exige a reposição do seu nível. Também no processo inverso, em que o alternador (que vai buscar eletrões livres à massa metálica do trator) inverte o sentido da corrente de eletrões, revertendo a reação química e carregando a bateria, se verifica eletrólise da água, especialmente se o processo for muito intenso, obrigando a reposição com água destilada. A energia química armazenada na bateria no processo de carga pelo alternador a partir da energia elétrica, pode ser cedida quando solicitada no processo inverso (descarga).



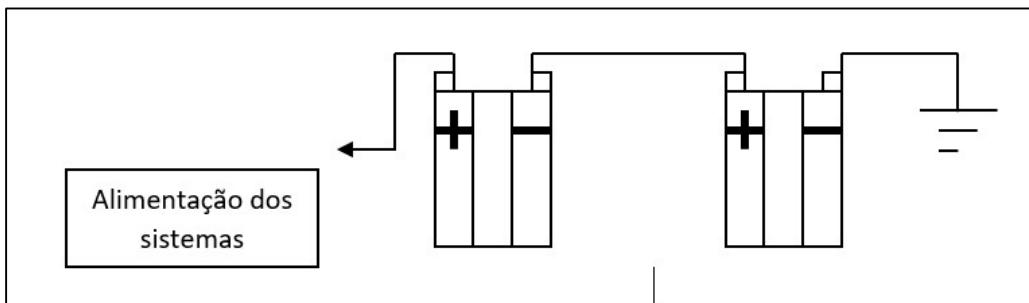
A cada carga ou descarga corresponde um ciclo de transformações físico-químicas, sendo a vida útil da bateria determinada por um certo número destes ciclos e pelos cuidados de manutenção que lhe são prestados.

### 2.4.3. Significado da informação inscrita nas baterias



**Tensão eléctrica (V)**- é a diferença de potencial entre os dois terminais da bateria. Por analogia com a hidráulica, corresponde à altura manométrica (ou altura do depósito de água). Em geral é de 12V (uma bateria de 12V ou duas baterias de 6V colocadas em série, as quais se acomodam melhor).

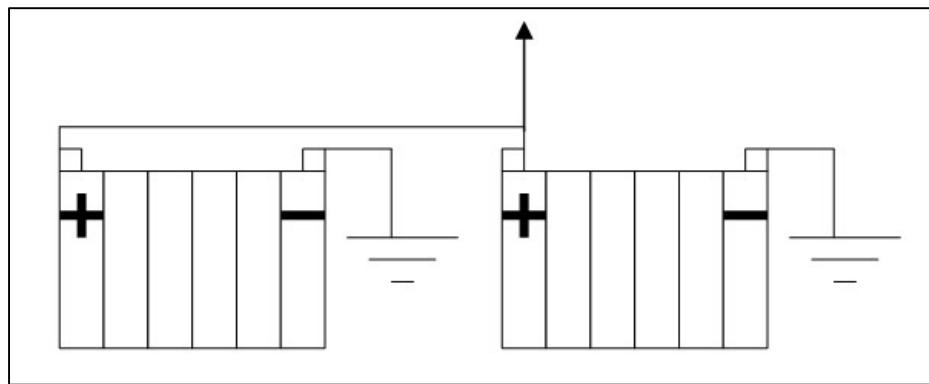
Ligaçāo de 2 baterias de 6V em série (= a uma bateria com diferença de potencial de 12V)



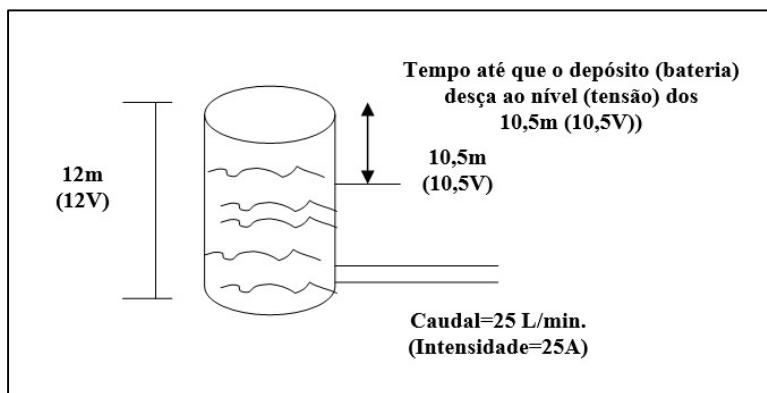
**Capacidade de carga da bateria (Ah)**- é o produto entre o valor da corrente eléctrica em amperes (A) que esta bateria consegue fornecer e o nº de horas (valor padrão, fixo, de 20h) sem que a tensão de descarga atinja menos de 10,5V. Esta característica é avaliada à temperatura de 25°C. Ex. se debitar 6A a um circuito a que se encontra ligado durante as 20h, então tem uma capacidade de 120Ah. Em tratores de gama alta a capacidade carga da bateria pode chegar a 160 Ah. A colocação de duas baterias de 12V em paralelo não lhe aumenta a tensão, no entanto duplica a capacidade de carga (é como se tivesse dois depósitos lado a lado). Esta capacidade depende do estado interno da bateria, da velocidade de descarga e da temperatura ambiente (desce quando é maior a velocidade de descarga e menor a temperatura).

Este parâmetro está a ser gradualmente substituído pela **capacidade de reserva da bateria (minutos)**- que é o tempo durante o qual a bateria consegue fornecer uma corrente de 25A antes que a tensão nos terminais de uma bateria de 12V caia abaixo dos 10,5V. os 25A corresponde a ter o equipamento básico (2 faróis médios, 2 luzes de presença, limpa para-brisas e ventilador de aquecimento da cabina) a funcionar em simultâneo. Dá uma ideia da capacidade da bateria (Ex. 210 minutos=3h e 30min.) continuar a alimentar os sistemas referidos em caso de avaria do alternador, no Inverno e à noite, na estrada.

Duas baterias de 12V em paralelo ("+" com "+" e "-" à massa metálica do trator).



Analogia com o sistema hidráulico (para mostrar o que é a reserva de bateria).



**Intensidade de arranque a frio (A)**- é uma característica mais útil em climas frios, visto que é um teste que mede a intensidade que a bateria consegue dar num minuto (neste caso 420A), a  $-18^{\circ}\text{C}$ , sem que a tensão nos terminais desça abaixo dos 8,4V. Abaixo desse valor a bateria não consegue colocar em funcionamento o motor de arranque.

A data de fabrico da bateria também deve vir inscrita, e marca o início da sua vida útil. Não se devem escolher baterias fabricadas há mais de um ano.

#### 2.4.4. Manutenção da bateria

Uma bateria bem utilizada e sujeita a correta manutenção pode durar até cerca de 10 anos. A utilização deficiente, a falta de manutenção e deficientes técnicas de condução do veículo, especialmente com arranques frequentes, retiram às baterias capacidade para receberem, armazenarem e fornecerem energia elétrica.

Os aspetos de manutenção de uma bateria convencional devem ser realizados de acordo com as recomendações do “MANUAL DO OPERADOR” do trator. São comuns: o controlo do nível do eletrólito, da densidade do mesmo, da carga e do estado dos bornes e suas ligações. Para o efeito usar óculos de proteção e luvas.

**Verificar o nível do eletrólito**- de vez em quando (ex. mensalmente, embora semanalmente no Verão), em todos os vasos, em local arejado, com luvas e óculos de proteção. A eletrólise da

água e a sulfatação do chumbo (que absorve água) fazem variar o nível do eletrólito. O nível deve estar cerca de 1 cm acima do bordo superior das placas, caso necessário, deve acrescentar-se água destilada (e não água normal visto que os sais minerais e as impurezas são elementos de passagem de energia entre as placas de sinal oposto, contribuindo para a auto descarga), com cuidado visto que tem ácido sulfúrico. Não aproximar chama (fósforo, isqueiro ou cigarro) para fazer a verificação visto que pode ser explosivo em resultado da libertação de H<sub>2</sub> nas placas negativas (altamente inflamável) e O<sub>2</sub> nas placas positivas no fenómeno eletroquímico que se desenvolve na bateria. Aproveitar para limpar com ar comprimido o respirador de cada tampão (servem para a libertação do hidrogénio, para impedir grande pressão acumulada).

**Limpar a bateria e em especial os terminais-** Ex. de 250 em 250h (ver manual do operador) ou quando for visível a necessidade. O ácido sulfúrico em contacto com o chumbo cria um verdete sobre os terminais, dificultando a condução da eletricidade. Para limpar, primeiro devem desapertar-se as ligações dos terminais (primeiro o de massa e só depois o de alimentação para evitar possíveis curto-circuitos) e depois limpar com uma escova de aço e com um trapo embebido em solução amoniacial ou bicarbonato de sódio. No final, deve colocar-se vaselina mineral (e não massa consistente, pois é combustível) para proteção, apertar novamente os terminais (começar pelo de alimentação e por fim o de massa) e limpar a tampa com um desperdício (de preferência molhado em amoníaco, é uma base, ou água).

**Medir a carga da bateria-** Nalguns painéis de instrumentos está disponível um indicador de voltagem ou de amperagem, o que facilita ao operador a percepção da necessidade ou não de recargar a bateria.

A medição com um medidor de carga, **densímetro**, pesa-ácidos, pesa-sais ou hidrómetro, permite ver a densidade do eletrólito. Relaciona a concentração do ácido com a carga da bateria. A concentração do ácido tende a diminuir durante a descarga e a aumentar durante a carga. Este instrumento coloca-se em cada compartimento. Se a concentração for heterogénea e baixa (abaixo de 1,20) nalgum dos compartimentos (por deficiente estanquicidade de um compartimento ou por descarga) deve proceder-se à carga.

Se estiver abaixo de 1,11: carga=0%;

Se estiver abaixo de 1,23: carga<75%;

Se estiver acima de 1,27: carga=100%.

Também se pode usar um **voltímetro** digital para medir a carga. É ligado aos terminais da bateria e indica a tensão:

-Se for de 12,0V: carga = 25%;

-Se for de 12,2V: carga = 50%;

-Se for de 12,4V: carga = 75%;

-Se for de 12,6V: carga = 100%.

Aconselha-se proceder à carga quando a tensão desce a 12,2V. Para ligar este aparelho: escolher a opção DCV (corrente contínua), ligar o fio vermelho ao positivo da bateria e o preto ao negativo da bateria.

	<b>Multímetro digital</b> <p>É um aparelho capaz de realizar a medição de três parâmetros elétricos diferentes: a tensão (voltímetro; volts - V), a resistência (ohmímetro; ohms - Ω) e a intensidade (amperímetro; amperes - A). A definição sobre qual medição será realizada, acontece por uma chave rotativa que seleciona a função correspondente.</p>	
---	--	---

**Proceder à carga da bateria-** Utilizando o carregador de baterias (aparelho que é, simultaneamente, um redutor de tensão elétrica, de 220V da rede na Europa para os 12V, e um retificador de corrente, passa a corrente alterna da rede a corrente contínua na bateria).



- 1º Retirar a bateria do trator (desligar as ligações: 1º a massa, só depois o outro, normalmente o positivo);
- 2º Retirar as tampas dos compartimentos (limpar os orifícios com ar comprimido);
- 3º Verificar e repor, caso necessário, o nível de eletrólito;
- 4º Ligar os terminais do aparelho à bateria (vermelho ao positivo e preto ao negativo);
- 5º Ligar o aparelho à corrente;
- 6º Selecionar a voltagem adequada no aparelho (6, 12 ou 24V, consoante a bateria);

7º Ligar o aparelho, posicionando em 1, 2 ou 3, consoante aquele que proporcionar uma intensidade de corrente elétrica não superior a 10% da capacidade de carga da bateria, observada no mostrador analógico, selecionando sucessivamente as posições 1, 2 e 3. Isto se o construtor não fornecer informação sobre esse valor. Quanto menor, mais demorado é o processo de carga, mas menos danos causa (cargas lentas), para evitar sobrecargas (perda de água, aquecimento, etc.).

A bateria deve manter-se à carga até que o mostrador venha a zero (pode demorar um dia). Durante esse período deve verificar-se se a bateria não está a secar (não aproximar chama).

Para desligá-lo: 1º desligar o botão para a posição 0; 2º desligar a tomada de corrente; 3º desligar os terminais; 4º recolocar os tampões da bateria; 5º ligar a bateria ao trator (primeiro o não ligado à massa, só depois esse, que é normalmente o negativo).

Alguns aparelhos destes têm um disjuntor para, quando há um engano nas ligações ou uma sobrecarga grande, como segurança desligue automaticamente, preservando o aparelho e a bateria.

As baterias conhecidas como “sem manutenção”, deviam chamar-se “de manutenção reduzida”. Têm um isolamento mais completo do eletrólito relativamente ao exterior e maior reserva deste. Têm sistemas de respiração, por onde também se pode repor água destilada em caso de forte sobrecarga elétrica. Algumas têm arquitetura especial, dificultando a perda de gases, a descida do nível de eletrólito e, assim, evitando a corrosão dos bornes e a auto descarga da bateria. Algumas são seladas, no entanto, têm um desenho interno em forma de labirinto, o que permite a recuperação imediata da água libertada.

Estas baterias têm menores teores de antimónio (cerca de 1,6%), o que diminui o consumo de água e dificulta as trocas gasosas e a descarga. São, por isso, menos espaçadas as necessidades de manutenção.

Existem algumas destas baterias onde o antimónio foi completamente substituído pelo cálcio ou pelo selénio, tornando as baterias praticamente sem manutenção (não tem tampas, reduz muito o consumo de água e atenua a auto descarga), reduzindo-se esta a verificação da carga pelo multímetro (ou voltímetro). Algumas destas baterias vêm equipadas com um indicador visual do nível de eletrólito e da descarga (se verde: está em boas condições; se branco: falta água, se preto: está descarregada).

**Armazenamento da bateria-** Por exemplo, uma ceifeira-debulhadora está 11 meses do ano parada, é importante retirar a bateria para não descarregar com tanta facilidade. Começar por desligar os terminais de ligação do veículo à bateria (ionização do ar permite a passagem de corrente) e guardar a mesma em local abrigado (se o local onde está a ceifeira é coberto, bastará desligar o terminal da massa (-)). Com uma certa periodicidade verificar o nível de eletrólito, limpar exteriormente, limpar terminais, proceder à carga lenta (de 2 em 2 meses) para não a danificar.

**Procedimento para retirar a bateria-** A maior parte dos tratores têm o terminal negativo ligado à massa (vem indicado no manual), sendo esse o 1º a desligar (ver figura seguinte), só depois o da alimentação (+); desta forma evita-se o curto-círcuito, com o operador no seu interior. Se fosse ao contrário, ao desligar o (+), como o (-) ainda não estava livre de massa, o operador fechava o circuito se tocasse no veículo (há pessoas melhores condutoras do que outras, oferecendo menor resistência elétrica, logo deixam passar maior intensidade de corrente). Para

ligar deve começar-se pelo positivo e só depois o da massa, pela mesma razão. Não apanhamos choque se tocarmos no negativo com o positivo ligado porque nós somos piores condutores que a massa metálica do trator, que neste caso serve de retorno com muito mais facilidade do que o nosso corpo.

**Procedimento para arranque de emergência com bateria auxiliar** - Essa bateria auxiliar, que pode encontrar-se noutro trator, deve ter igual diferença de potencial (tensão = 12V) e, logo, igual número de compartimentos. Os dois veículos não deverão estar em contacto (desligar eventuais ligações); verificar se ambas as baterias estão com os (-) ligados à massa, com as tampas bem apertadas e nível de líquido no seu interior correto; ligar as duas baterias pelos cabos (o vermelho liga os positivos; se a bateria auxiliar não estiver num veículo, então ligar o cabo preto entre o seu (-) e a massa do trator a socorrer), ver figura seguinte. Colocar a alavanca das velocidades em ponto morto (em tratores com consenso de arranque pelo pedal de embraiagem, carregar a fundo neste). Caso a bateria auxiliar se encontre noutro trator, colocá-lo ao ralenti. Agir sobre a chave de ignição no trator com a bateria a socorrer. Repetir a operação, 3 a 4 vezes, intervaladas 15 a 20 segundos, caso não pegue à primeira. Depois de pegar, colocar o motor ao ralenti, ligar todo o equipamento elétrico e desligar os cabos (1º o (-) só depois o (+)).