

**O sistema de ignição dos motores de
ciclo Otto**

Departamento de Agronomia

Objetivos do sistema de ignição.

Obter uma faísca na câmara de combustão, no fim da compressão, para desencadear a combustão da mistura ar - gasolina.

Considerando as condições existentes na câmara de combustão, nomeadamente a pressão e a presença da mistura ar - gasolina, é necessária uma tensão muito alta, superior a **20 000 volts, para que a descarga elétrica se produza.**

Assim, para que se forme uma corrente de alta tensão, é necessário a presença de um transformador (bobina), que é constituído basicamente por um circuito primário e um secundário.

O primário é alimentado por corrente contínua de baixa tensão, produzida pela bateria ou volante magnético e ligado à massa e que tem intercalado um interruptor

O secundário gera a corrente de alta tensão fornecendo-a às velas.

Departamento de Agronomia

Sistema de ignição por bateria e bobina

O sistema de ignição por bateria e bobina é o sistema geralmente utilizado nos motores de ciclo Otto a quatro tempos.

Este sistema consta, basicamente, de dois circuitos, um primário e um secundário, sendo o primeiro percorrido por corrente de baixa tensão e o segundo por alta.

Circuito primário:

O circuito primário é alimentado por uma **bateria de acumuladores que armazena a energia elétrica**, sendo a sua carga obtida por um alternador com um retificador.

O circuito primário é constituído por um enrolamento de fio bastante espesso que, ao nível da bobina, apresenta um número de espiras relativamente pequeno; **este fio apresenta uma extremidade ligada ao polo negativo da bateria e o outro à massa.**

Departamento de Agronomia

Intercalado neste circuito encontra-se um interruptor mecânico (platinados) com um contacto fixo ligado à massa e um móvel acionado por um excêntrico.

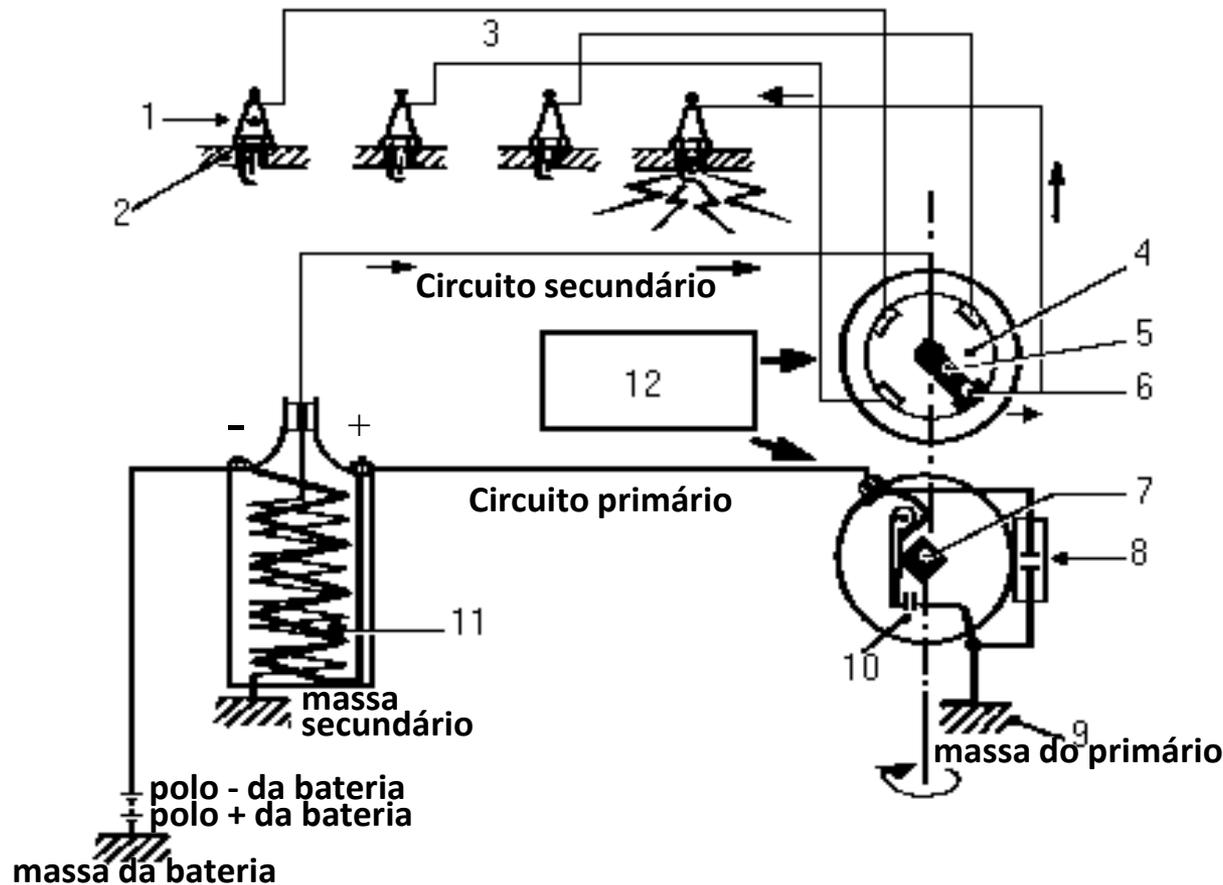
Circuito secundário:

O circuito secundário é constituído, ao nível da bobina, por um enrolamento de fio muito fino com um grande número de voltas.

Este circuito é percorrido por uma corrente de alta tensão que é utilizada para originar uma descarga elétrica entre os polos de um inflamador (vela).

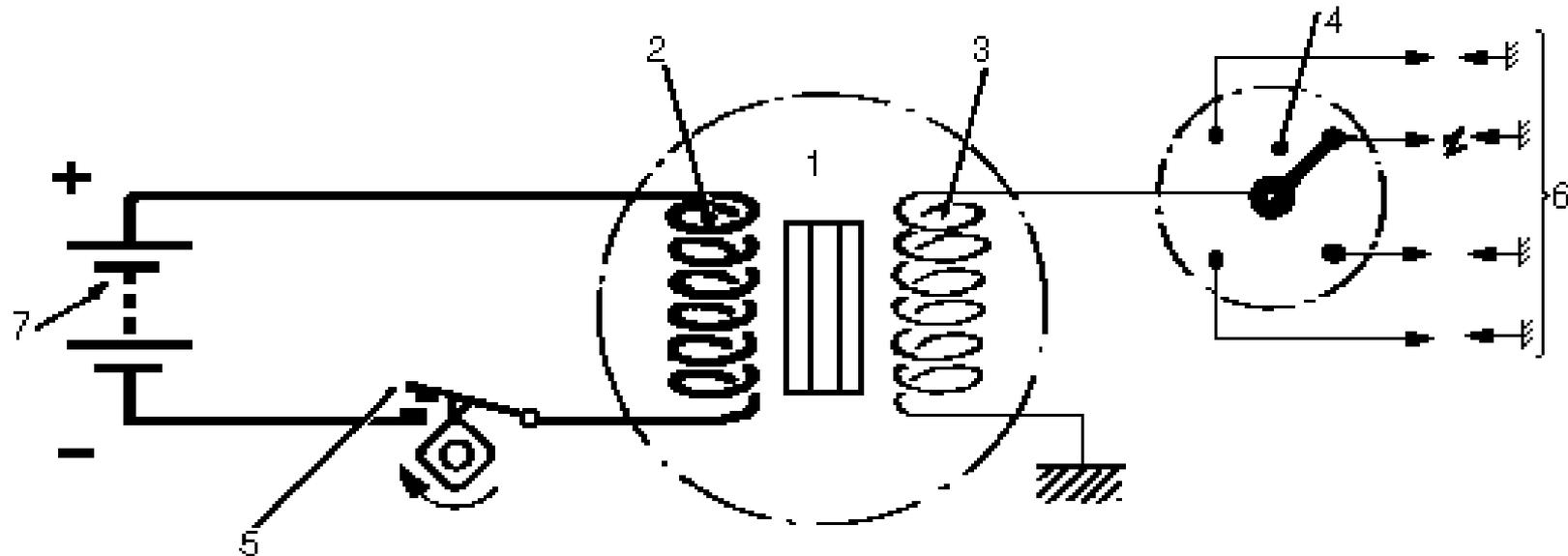
Este circuito tem uma extremidade ligada à massa e a outra a um dedo distribuidor que permite a passagem da corrente para as diferentes velas.

Departamento de Agronomia



Esquema geral do sistema de ignição por bateria e bobina

1- Vela 2- Massa 3- Cabo da vela 4- Prato do distribuidor 5- Rotor do distribuidor
6- Dedo do distribuidor 7- Excêntricos 8- Condensador 9- Massa do circuito primário 10- Platinados 11- Bobina 12- Distribuidor



Representação da bobina e dos circuitos do sistema de ignição.

- 1- Núcleo de ferro macio 2- Circuito primário 3- Circuito secundário 4- Distribuidor
5- Platinados 6- Velas 7- Bateria de acumuladores

Transformação da corrente de baixa em alta tensão

A transformação da corrente de baixa em alta tensão, que se obtêm na bobina através de indução eletromagnética, depende da relação entre o número de espiras do circuito primário e secundário e obedece às **leis de Lenz**.

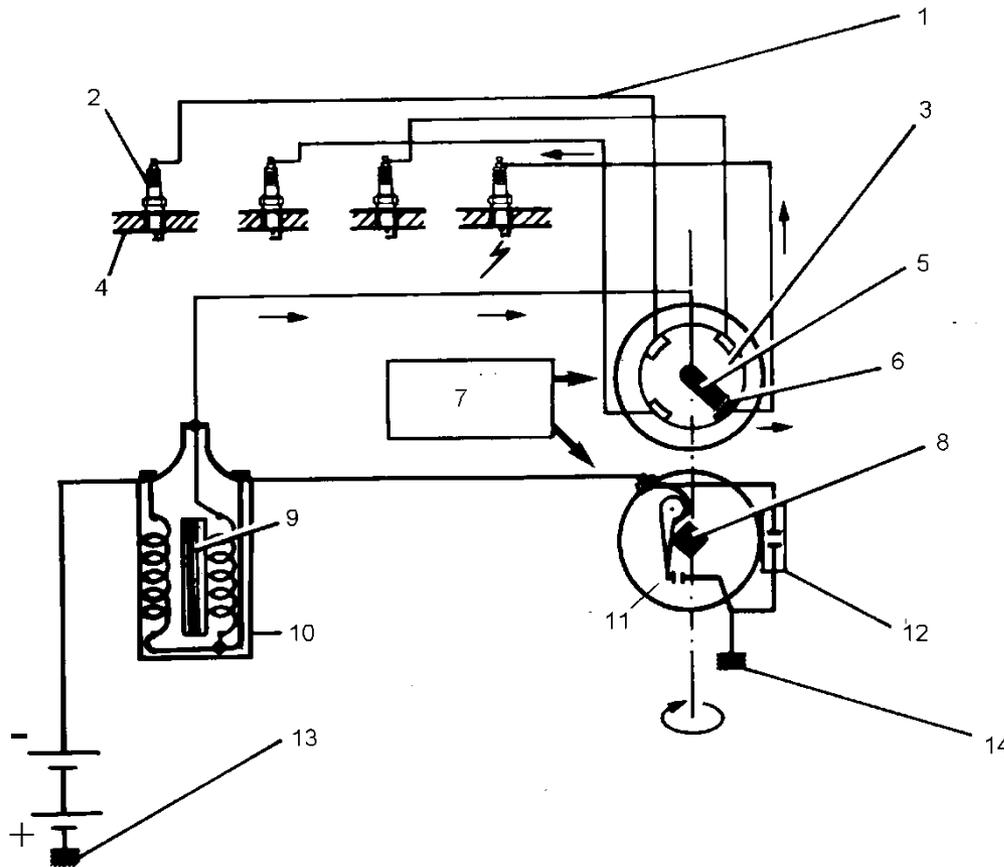
Segundo estas leis uma força eletromotriz (E), neste caso a tensão da corrente secundária, **é tanto mais elevada quanto maior for a variação do fluxo magnético ($\Delta \phi$) e menor a duração desta variação (Δt)**, ou seja, quanto mais rápida for a interrupção da corrente de baixa tensão.

Transformação da corrente de baixa em alta tensão

Em conclusão pode-se afirmar que:

- quanto maior for o número de espiras do circuito secundário maior é a tensão que nele se obtêm;
- a tensão é tanto mais elevada quanto mais rápida for a interrupção da corrente no circuito primário.

Considerando a frequência muito elevada do número de faíscas necessárias o estabelecimento da corrente de baixa tensão deve ocorrer de imediato.



- 1- Fio da vela 2- Vela 3- Distribuidor 4- Massa 5- Rotor do distribuidor
6- Dedo móvel do distribuidor 7- Conjunto do distribuidor 8- Excêntricos do veio distribuidor 9- Núcleo 10- Bobina 11- Platinados 12- Condensador 13- Massa
14- Massa

Departamento de Agronomia

Constituição do sistema de ignição:

O distribuidor:

É o elemento onde estão agrupados os **órgãos de comando e distribuição da corrente**.

Os **órgãos de comando** tem como função a interrupção da corrente no circuito primário e a correção do avanço à ignição.

Os **órgãos de distribuição** distribuem, segundo uma determinada ordem, a corrente de alta tensão para as velas.

A interrupção da corrente do circuito primário no distribuidor é assegurada por um dos excêntricos existentes no eixo do distribuidor, que recebe o movimento de rotação da cambota do motor.

O nº de excêntricos é igual ao número de cilindros.

Constituição do sistema de ignição:

O distribuidor (cont)

Quando não se faz sentir a pressão do excêntrico não há interrupção da corrente pois um dos contactos está montado numa mola que o faz retornar à posição inicial.

O interruptor, vulgarmente designado por **platinados**, é constituído por **duas linguetas, uma fixa e uma móvel**. A lingueta fixa está montada no prato do distribuidor e ligada à massa e, a móvel, isolada da massa, intercalada no circuito primário do sistema de ignição.

O distribuidor (cont):

Montado paralelamente ao interruptor da corrente existe um **condensador cuja função é fazer com que a interrupção da corrente no circuito primário seja o mais rápida possível** pois, só assim, a variação do fluxo magnético, que origina a corrente de alta tensão, é "**instantânea**" e atinge valores muito altos.

Esta interrupção consegue-se porque o **condensador armazena a corrente de autoindução** que se forma no circuito primário quando da variação do fluxo magnético, que se **descarrega depois neste mesmo circuito anulando o campo magnético remanescente** existente na bobina, permitindo, assim, uma maior tensão da corrente no secundário.

O distribuidor (cont):

Considerando que a quantidade de fluído que é introduzido no interior dos cilindros depende das condições de funcionamento do motor, e que o tempo de inflamação depende dessa quantidade, é fundamental que a abertura dos platinados, responsável pela formação da faísca, se efetue mais cedo ou mais tarde pelo que o prato do distribuidor, onde estão os platinados, deve girar.

A distribuição da corrente pelas diferentes velas é assegurada por um dispositivo rotativo designado por dedo, que ao passar junto dos contactos (carvões), colocados no interior da tampa do distribuidor e que estão diretamente ligados aos inflamadores, deixa passar a corrente.

A tampa do distribuidor tem um orifício central por onde passa um cabo que trás a corrente da bobina e uma número de saídas na sua periferia igual ao número de cilindros do motor.

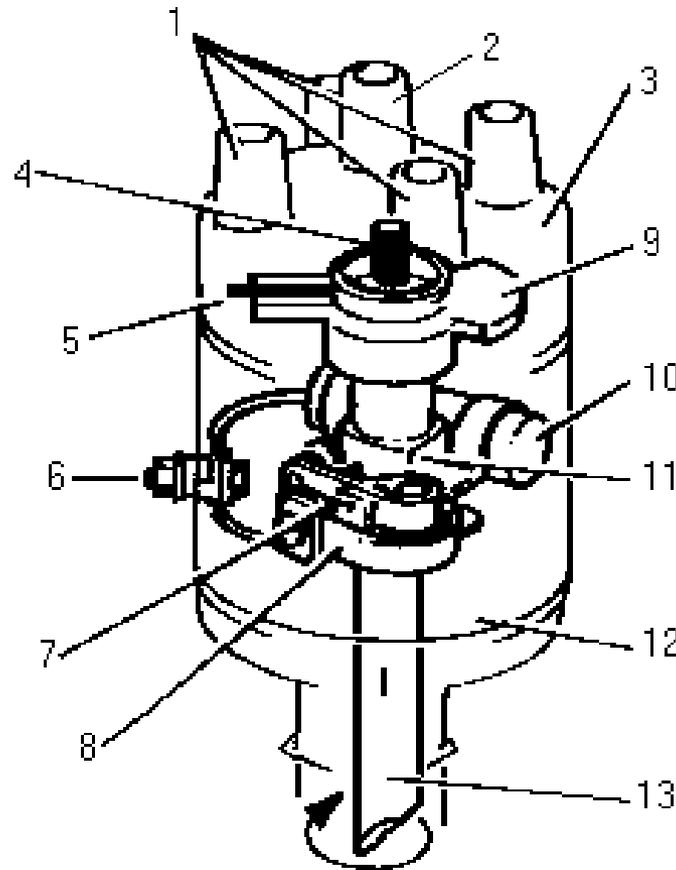
O distribuidor (cont):

A distribuição da corrente para os diferentes cilindros é, devido a aspetos relacionados com o equilíbrio motor, feita segundo uma determinada ordem. Por exemplo, nos motores em linha de quatro tempos com quatro cilindros, os dois êmbolos das extremidades têm de ter a mesma posição relativa no cilindro, acontecendo o mesmo com os êmbolos dos cilindros 2 e 3.

Nestes motores o ciclo operativo efetua-se em duas voltas da cambota pelo que esta tem uma velocidade duas vezes superior ao eixo do distribuidor.

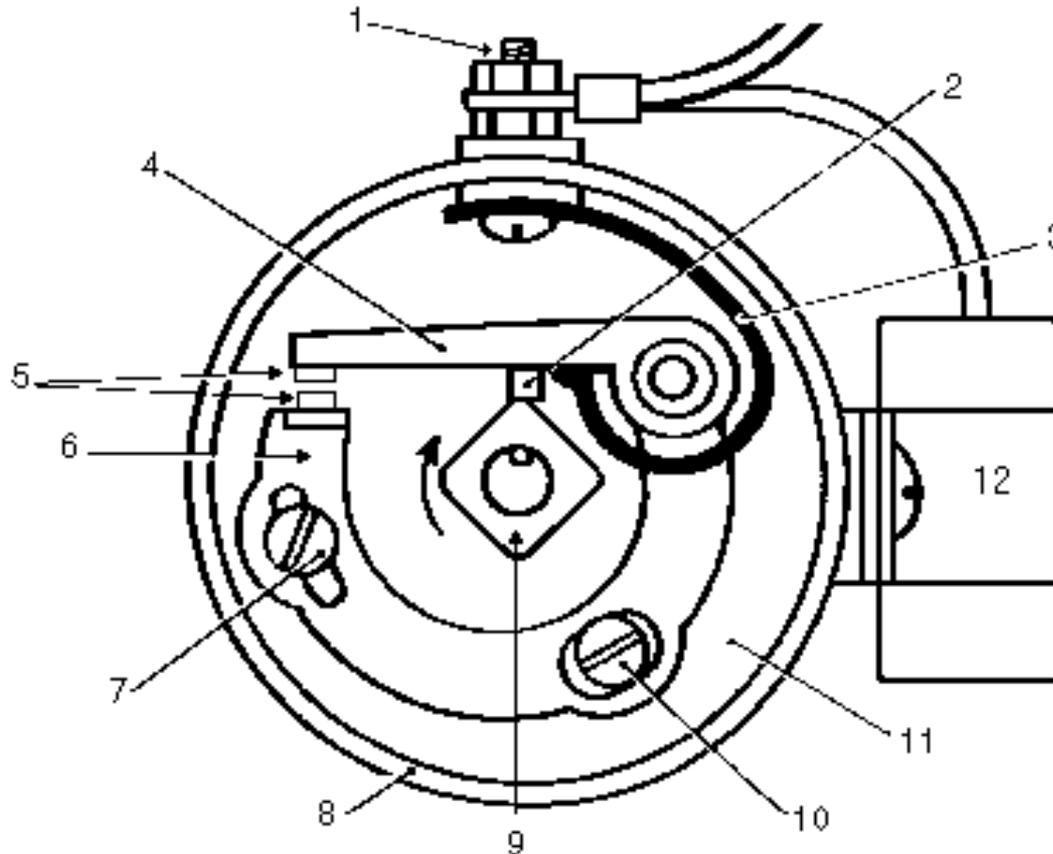
Nos motores a dois tempos como cada ciclo operativo se efetua numa volta da cambota o eixo do distribuidor tem o mesmo regime; nestes motores o sistema de ignição baseia-se, geralmente, num volante magnético.

Departamento de Agronomia



Esquema de um distribuidor

1- Saída dos fios de alta tensão para as velas 2- Entrada da corrente de alta tensão no distribuidor 3- Tampa do distribuidor 4- Contacto de carvão para entrada da corrente de alta tensão 5- Dedo do distribuidor 6- Chegada da corrente primária 7- Contato móvel do interruptor 8- Mola 9- Rotor 10- Condensador 11- Excêntricos 12- Corpo do distribuidor 13- Eixo do distribuidor



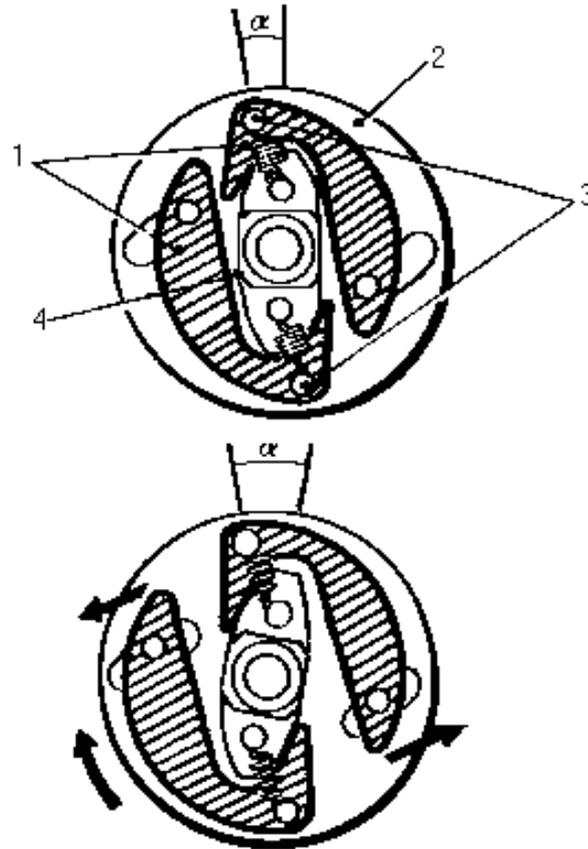
Esquema de um interruptor acionado por um excêntrico.

1- Contacto do circuito primário 2- Taco para pressão do excêntrico 3- Mola e ligação elétrica 4- Lingueta móvel 5- Contactos 6- Lingueta fixa 7- Parafuso de fixação 8- Corpo do distribuidor 9- Excêntricos 10- Parafuso de regulação 11- Prato do distribuidor 12- Condensador

Correção do avanço à ignição por comando centrífugo

A correção do avanço por comando centrífugo baseia-se na existência de duas **massas colocadas no distribuidor** que, quando o eixo deste roda, **tem tendência a afastarem-se fazendo rodar o excêntrico que atua no contacto móvel do platinado dando-se a abertura destes mais cedo.**

A fixação de uma mola a cada uma das massas permite, logo que a força centrífuga deixe de se fazer sentir, o retorno à posição inicial.



Correção do avanço por comando centrífugo

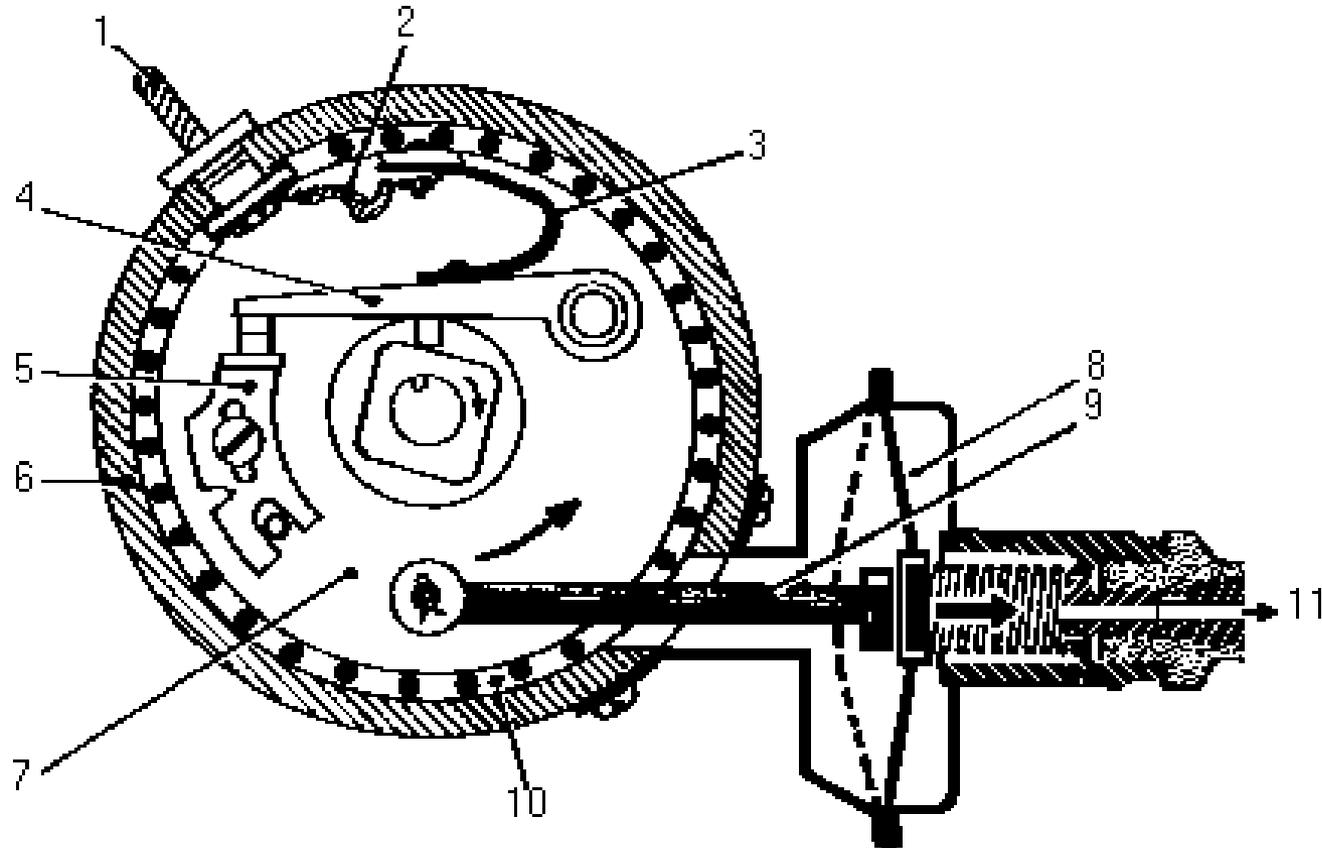
1- Massas 2- Prato do distribuidor 3- Eixo das massas 4-Excêntricos

Correção do avanço à ignição por comando pneumático

Este tipo de correção baseia-se na existência de uma **cápsula manométrica** com um diafragma ao meio, em que um dos lados está ligado ao corpo do carburador, onde há uma depressão que é variável conforme a posição da abertura da borboleta do acelerador e o outro, que está à pressão atmosférica, a um **tirante ligado ao prato do distribuidor**.

No interior desta cápsula e do lado do carburador, existe uma mola que faz com que a membrana se afaste para o lado contrário, quando não há depressão.

Departamento de Agronomia

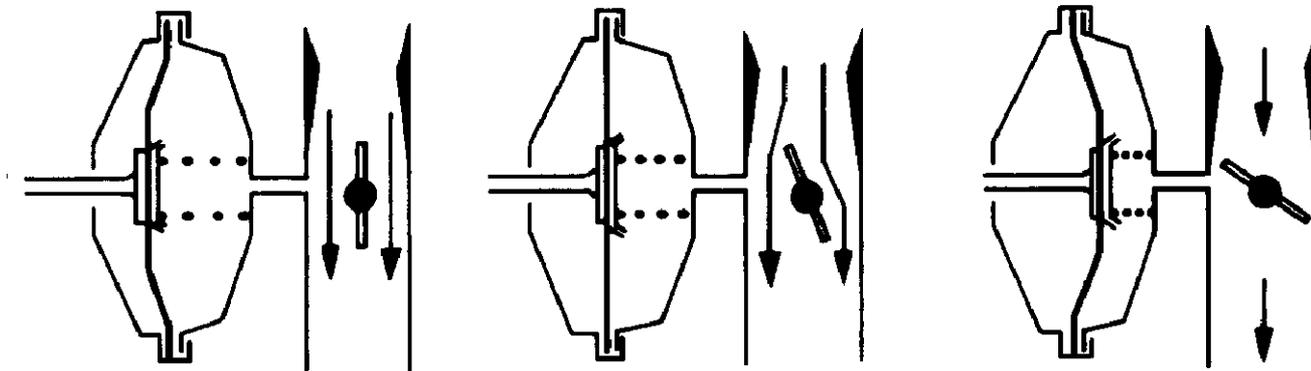


correção do avanço por comando pneumático

- 1- Terminal de baixa tensão
- 2- Fio de ligação
- 3- Mola da lingueta móvel
- 4- Lingueta móvel
- 5- Lingueta fixa
- 6- Corpo do distribuidor
- 7- Prato do distribuidor
- 8- Membrana
- 9- Tirante comandado pela cápsula manométrica
- 10- Rolamento
- 11- Ligação ao carburador

Departamento de Agronomia

Variação do avanço à ignição, em função da carga, pelo sistema de comando pneumático



Condições de utilização	Veículo em grande carga e em encosta	Veículo em carga média e em plano	Veículo em fraca carga e em descida
Carga motor	Plena carga	Carga média	Carga mínima
Posição da borboleta do acelerador	Totalmente aberta	Meia aberta	Quase fechada
Depressão	Pequena	Média	Máxima
Avanço	Mínimo	Médio	Máximo

A bobina:

É constituída por um **núcleo de ferro macio** e por **dois circuitos**, um **primário** e um **secundário**, que se encontram enrolados em volta daquele.

Núcleo de ferro macio - tem como objetivo reforçar o campo magnético obtido pela passagem da corrente de baixa tensão, no circuito primário.

Circuito primário - é constituído por um fio de cobre com 100 m de comprimento e um diâmetro de 0.6 a 1 mm, e com um número de espiras compreendido entre as 300 e as 400; a resistência deste fio é de 3.5 a 4 ohms.

Circuito secundário - é constituído por fio de cobre, apresenta um comprimento de 2000 - 3000 m, uma espessura de 0.08 a 0.10 mm e um número de espiras entre 18000 a 20000.

A bobina (cont):

O funcionamento a bobina utiliza o **princípio físico da indução**, que consiste em fazer passar uma corrente elétrica num enrolamento primário, criando-se aí um fluxo magnético, que induz uma corrente de tensão elevada num enrolamento secundário com centenas de espiras, como resultado da variação do fluxo magnético resultante da variação da corrente.

Quando a corrente passa no circuito primário produz um fluxo magnético dentro do qual se encontram as espiras do enrolamento secundário que são atravessadas por aquele, induzindo-se neste circuito a corrente elétrica; a produção de corrente obtém-se quer sejam as espiras a atravessar o campo magnético ou este a atravessar as espiras.

Os **inflamadores (velas)**:

Os inflamadores, vulgarmente designados por **velas**, são os elementos onde se produz a faísca responsável pelo desencadear da combustão da mistura no interior dos cilindros.

Esta **faísca resulta da diferença de tensão existente entre dois elétrodos**, em que um se encontra ligado à massa e o outro ao cabo que traz a corrente de alta tensão do distribuidor.

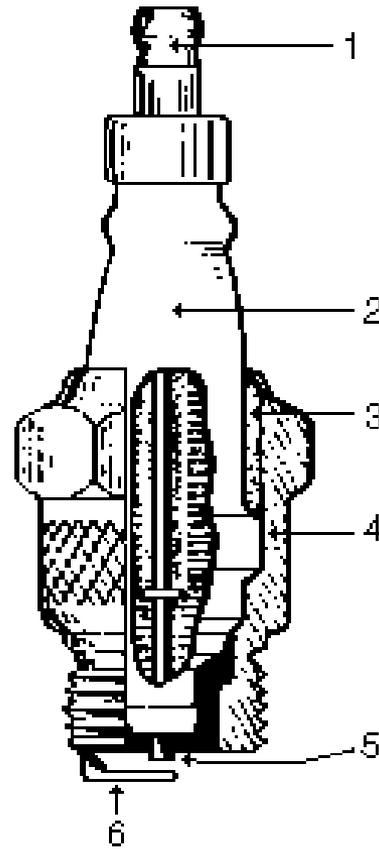
Os inflamadores (cont):

Constituição das velas:

- **canhão metálico**, que permite a fixação ao bloco motor e que tem na sua extremidade um eléctrodo de massa;
- **um eléctrodo central** com uma das extremidades ligada ao cabo de alta tensão que vem do distribuidor e a outra por onde salta a faísca;
- **um isolante** que separa o eléctrodo central do canhão metálico.

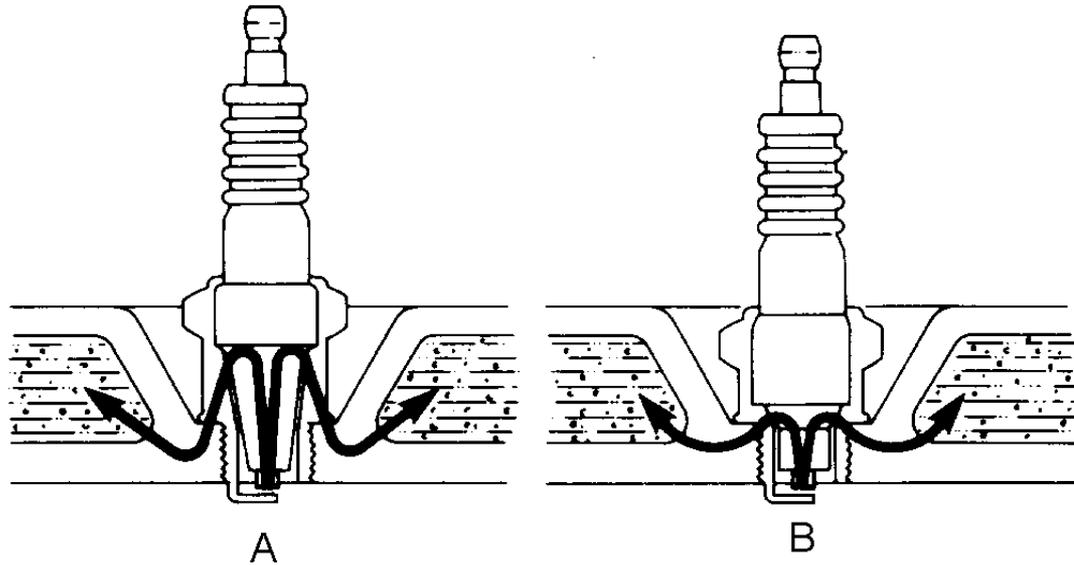
Tipo de velas

As velas consideram-se frias ou quentes, conforme a velocidade de dissipação do calor do eléctrodo é mais ou menos rápida.



Representação esquemática de um inflamador

1- Borne da vela 2- Isolador 3- Junta de estanquicidade 4- Canhão metálico
5- eletrodo central 6- eletrodo de massa



A- Vela quente B-Vela fria

O sistema de ignição por volante magnético

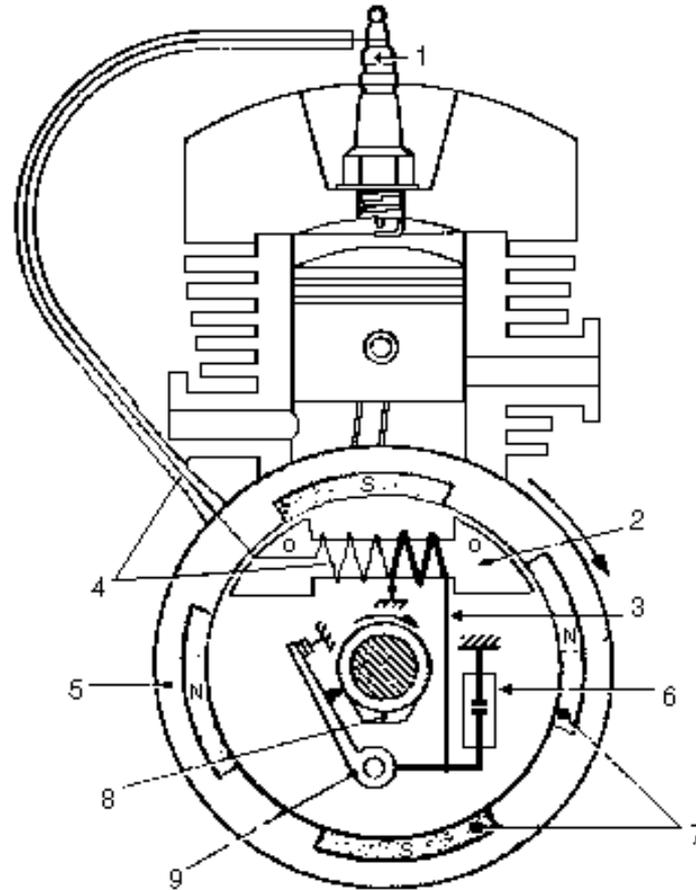
O sistema de ignição por volante magnético é mais utilizado nos motores a gasolina, com um cilindro a dois tempos, sendo constituído basicamente pelos mesmos elementos que o sistema anterior, **mas em que um íman permanente, que se encontra alojado no interior do volante motor, gira cortando as linhas magnéticas das espiras da bobina de alta tensão, produzindo corrente alterna que é mais eficaz que a contínua para a produção da faísca.**

O sistema de ignição por volante magnético (cont)

A colocação da bobina de alta tensão pode ser interior ou exterior ao volante magnético, sendo esta última mais favorável pois os enrolamentos podem ser mais compridos e é melhor ventilado, estando os imanes permanentes montados na periferia do volante; o calor aumenta a resistência elétrica e reduz o poder isolante.

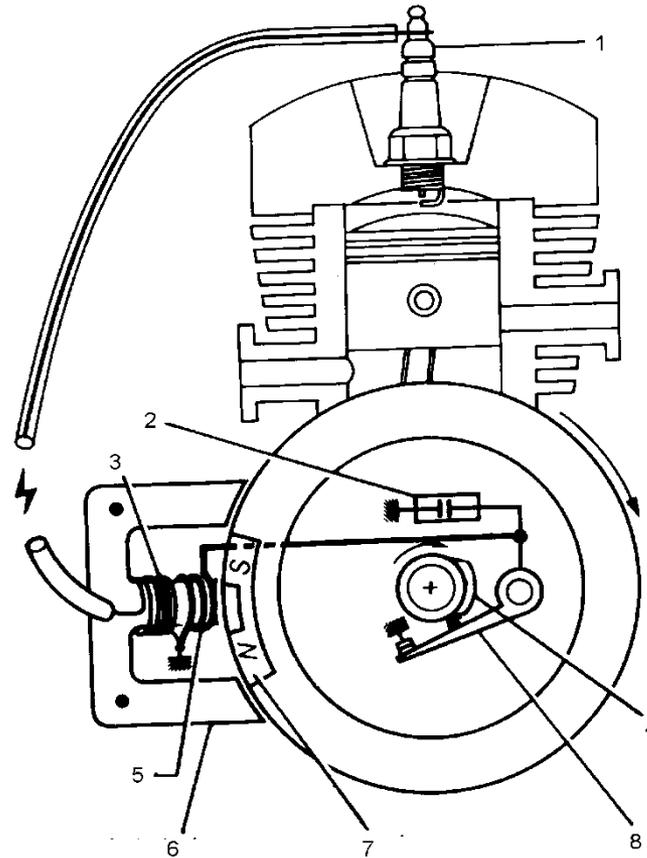
A bobina deve estar colocada o mais perto da vela por forma a evitar perdas de corrente e estar protegida do pó e água, pois esta pode induzir a falhas de ignição ou mesmo impedir que esta se dê.

Departamento de Agronomia



Esquema do princípio de funcionamento do sistema de ignição por volante magnético com bobina interna.

1- Inflamador 2- Núcleo da bobina 3- Circuito primário 4- Circuito secundário
5- Volante magnético 6- Condensador 7- Ímanes 8- Excêntrico 9- Interruptor



1- Vela 2- Condensador 3- Fio secundário 4- Came 5- Fio primário
6- Núcleo da bobina 7- Ímanes 8- Rotor

Regulações do sistema de ignição

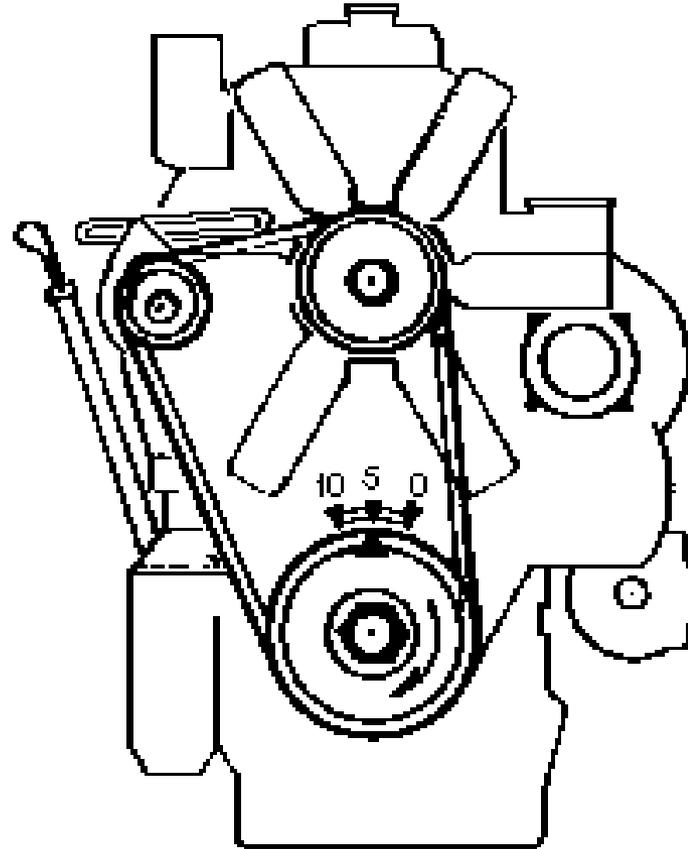
Regulação da **distância entre os contactos dos platinados**:

Esta regulação é fundamental pois condiciona a duração e amplitude da variação do fluxo magnético e influencia a tensão e intensidade da corrente de alta tensão.

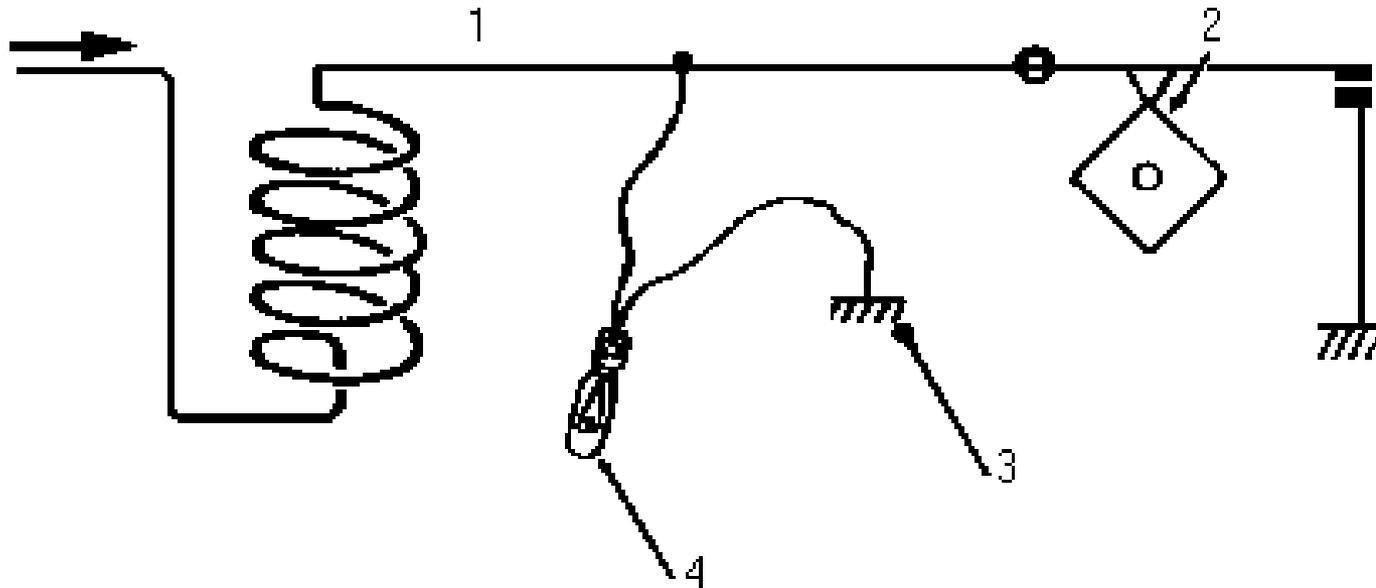
A medição desta distância, compreendida entre os **0.3 a 0.5 mm**, é efetuada com um apalpa folgas quando os contactos se encontram na sua posição mais afastada, sendo a **regulação efetuada pelo deslocamento do contacto fixo**.

Regulação do ponto de ignição:

Esta regulação tem como objetivo fazer **abrir os platinados na altura exata em que êmbolo de um cilindro se encontra numa posição precisa, antes de chegar ao ponto morto superior**, que se designa por avanço inicial à ignição.



Representação da posição relativa das marcas existentes na polia da cambota e no bloco motor



Esquema pormenorizado da determinação do ponto de abertura dos platinados utilizando uma lâmpada testemunha.

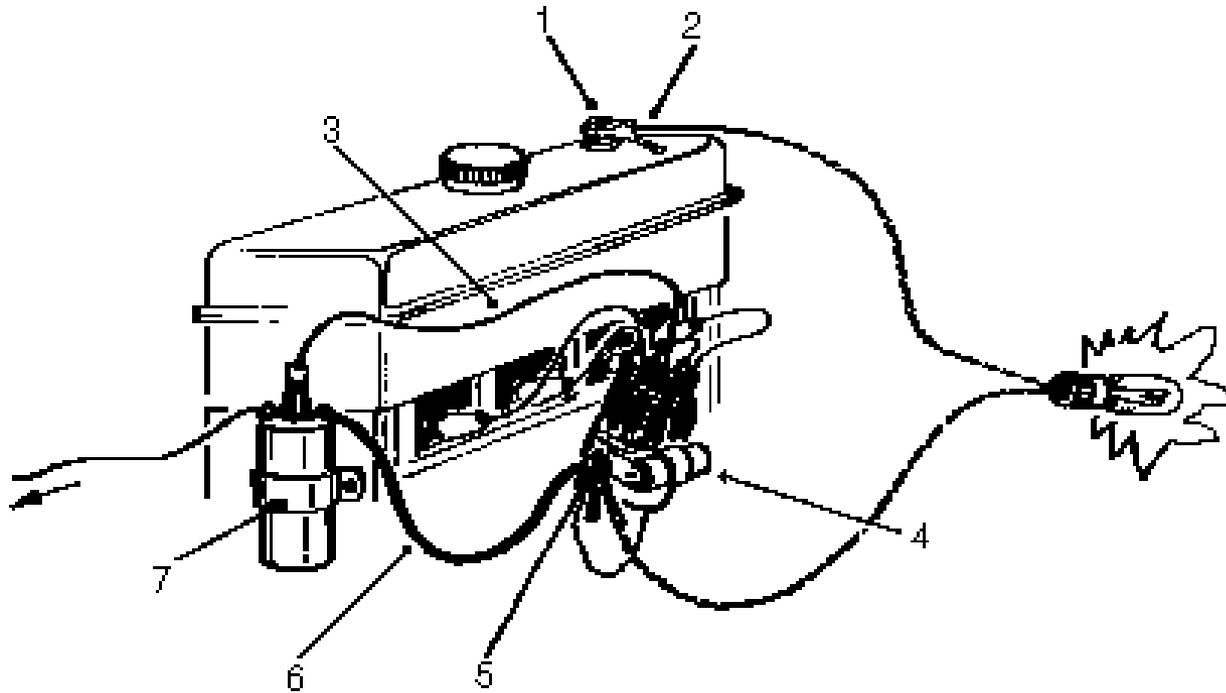
1- Corrente de baixa tensão 2- Interruptor 3- Massa 4- Lâmpada testemunha.

Regulações do sistema de ignição (cont.)

Regulação estática do ponto de ignição:

Esta regulação faz-se rodando o distribuidor no sentido contrário à rotação do eixo até que os platinados abram, fixando depois o distribuidor e colocando o dedo do distribuidor em frente do contacto que permite a passagem da corrente de alta tensão para o primeiro cilindro.

Para melhor controlo da abertura dos platinados utiliza-se geralmente um circuito com uma lâmpada testemunha, que liga a massa do motor ao contacto de entrada de corrente de baixa tensão do distribuidor.



Esquema representativo da determinação do ponto de abertura dos platinados utilizando uma lâmpada testemunha.

1- Massa 2- Pinça 3- Fio secundário 4- Condensador 5- Pinça 6- Fio primário 7- Bobina

Regulações do sistema de ignição (cont.)

Regulação dinâmica do ponto de ignição:

A regulação dinâmica faz-se com o motor em funcionamento utilizando uma lâmpada estroboscópica, ou seja, uma luz néon de alta intensidade, que acende com uma frequência igual à da faísca da vela.

A ligação desta lâmpada, considerando a posição inicial em que se encontra o motor, deve ser feita ao cabo da vela do primeiro cilindro.

Regulações do sistema de ignição (cont.)

Regulação da distância entre os eléctrodos das velas

A distância entre os eléctrodos das velas é dada pelos fabricantes, estando o seu valor normalmente compreendido entre os **0.5 a 0.7 mm**.

A determinação desta distância é efetuada com um apalpa folgas devendo a sua correção ser efetuada pela aproximação ou afastamento do eléctrodo de massa.

Departamento de Agronomia

Manutenção dos elementos do sistema de ignição:

Considerando que a bateria de acumuladores se encontra em bom estado a manutenção do sistema de inflamação resume-se geralmente às velas e platinados.

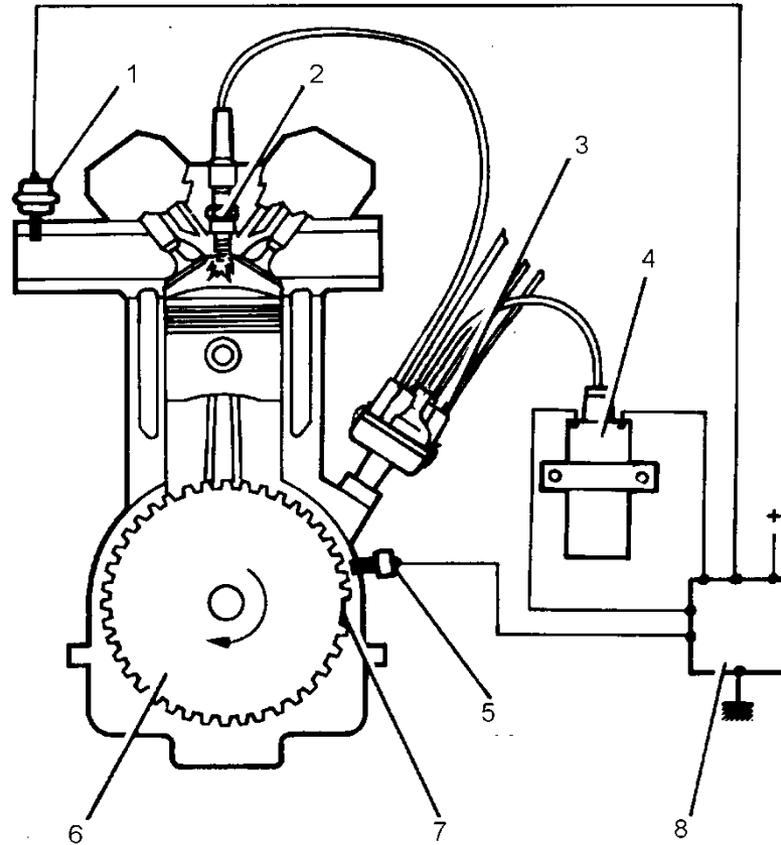
Velas

Desmontam-se as velas com uma chave própria, e sua observação, incidindo esta nos eléctrodos, quer para ver qual o seu estado de desgaste quer a sua cor.

Platinados

Observação do estado dos contactos, que devem apresentar-se limpos, lisos e dispostos paralelamente entre si.

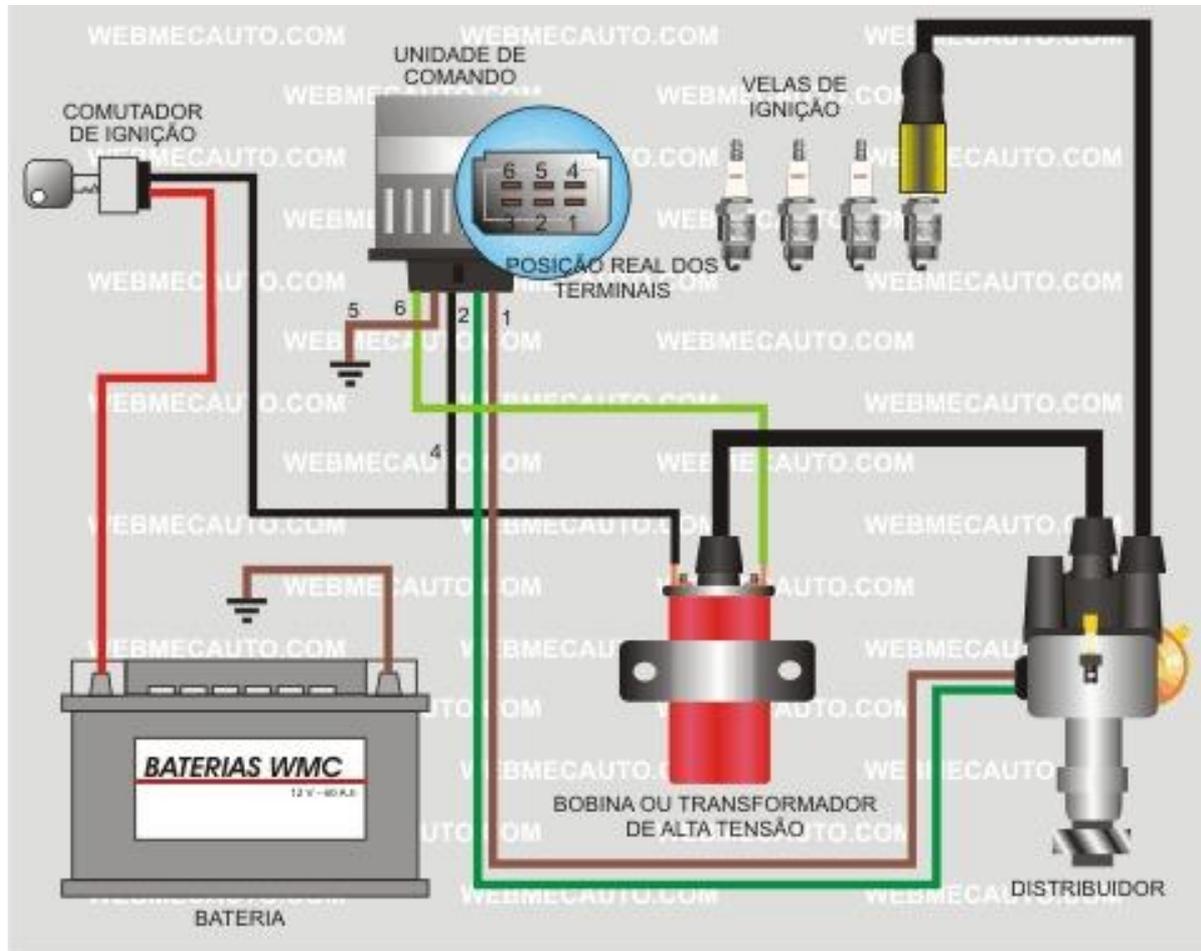
À semelhança dos eléctrodos das velas, deve-se verificar também qual o seu desgaste, pois o contacto que se encontra ligado à bobina vai perdendo massa formando-se pequenas saliências.



Princípio de ignição eletrônica por bateria

A principal diferença do sistema de ignição eletrônica atual para o modelo antigo é que ele dispensa tanto o platinado quanto o condensador. Essas peças representavam problemas constantes, já que eram as maiores causadoras da desregulação do sistema.

<https://www.minutoseguros.com.br/blog/ignicao-eletronica-como-evitar-defeitos/>



Sistema de ignição eletrônica