

CAPÍTULO 10 - SISTEMA DE IGNIÇÃO

Num motor de combustão interna de ignição por centelha, a inflamação da mistura carburada é produzida por uma faísca que sai entre os dois eletrodos da vela.

Para que haja faísca, isto é, para que a corrente atravessasse a mistura fortemente comprimida, é necessário que uma tensão de 6.000 a 12.000 volts seja desenvolvida.

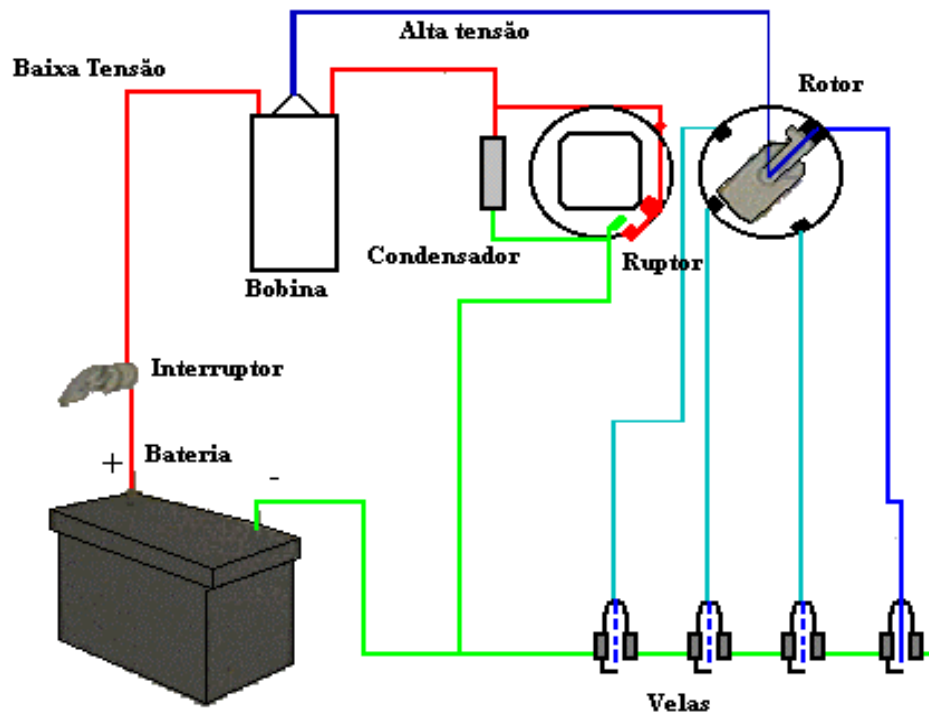
Esta corrente de ignição pode ser produzida de dois modos diferentes:

- 1) Com a ajuda de um sistema de ignição por bateria. É um conjunto de aparelhos utilizando a corrente fornecida pela bateria de acumuladores (6 ou 12 volts). Esta corrente de bateria é transformada em corrente de alta tensão e, depois, distribuída às velas do motor.
- 2) Com a ajuda de um sistema de ignição por magneto. O magneto é um aparelho que transforma a energia mecânica em energia elétrica a alta tensão, assegurando igualmente a distribuição desta corrente às velas do motor.

IGNIÇÃO POR BATERIA

Este sistema compreende os aparelhos principais seguintes:

a bobina de ignição,
o ruptor,
o distribuidor.



O ruptor e o distribuidor formam um todo chamado dispositivo de ignição, ou cabeça de ignição.

O dispositivo de ignição por bateria é formado por dois circuitos distintos: o circuito primário e o secundário.

CIRCUITO PRIMÁRIO. Este circuito é alimentado pela corrente de bateria (6 ou 12 volts). A corrente parte do borne +, passa pelo contato do painel, pelo enrolamento primário da bobina, pela lingüeta do ruptor e pelas massas do ruptor, do motor, do chassi e retorna à bateria pelo borne - (borne de massa).

A bateria forma gerador; o enrolamento da bobina de ignição forma receptor. Todos os outros elementos do circuito são condutores.

O condensador é ligado entre a entrada ao ruptor e a massa. Fica em derivação.

O ruptor possui uma ou várias lâminas (lingüetas), cujo levantamento provoca a interrupção do circuito primário. Os contatos são de tungstênio para resistir às pequenas faíscas provenientes do afastamento dos mesmos. O comando do ruptor gira sempre à metade da velocidade do motor no ciclo a 4 tempos. Podem ser concebidos diferentes sistemas de ruptores:

- 1) o número de cames é igual ao de cilindros com uma só ou duas lingüetas, funcionando exatamente em conjunto;
- 2) o número de cames é igual ao de cilindros com um ruptor auxiliar de nova ligação, desde que o ruptor principal tenha provocado a ruptura: a duração da corrente primária é, assim, aumentada, o que mantém uma boa ignição nos altos regimes;
- 3) o número de cames é igual à metade do de cilindros; duas lingüetas funcionam alternadamente, e cada uma delas provoca a ignição de uma parte dos cilindros;
- 4) o número de cames é igual ao de cilindros; as lingüetas são duplas, e cada uma delas funciona em um circuito de ignição diferente; é a ignição dupla.

Os cames são adicionados por intermédio de um dispositivo centrífugo. Este dispositivo aumenta o avanço à ignição, proporcionalmente à velocidade de rotação do motor.

Certos ruptores possuem um corretor de avanço a depressão. Este aparelho é formado de uma membrana em relação com a base do ruptor. A membrana provoca o deslocamento desta base e modifica, assim, o momento de ignição. O corretor retarda a ignição quando o enchimento do cilindro é máximo; avança ligeiramente a ignição quando este enchimento é mínimo.

O dispositivo centrífugo tem uma ação principal; dá uma amplitude de variação do ponto de ignição de 20 a 35°. O corretor tem uma ação secundária de 8 a 15°, ele corrige o efeito do dispositivo centrífugo.

SATURAÇÃO DA BOBINA DE IGNIÇÃO. Esta expressão designa a intensidade máxima do fluxo magnético no núcleo da bobina. Para que esta forneça uma potência de ignição máxima, é preciso que ela funcione próxima da saturação.

Praticamente, não se pode medir a saturação magnética da bobina. Em compensação, chega-se a uma aproximação suficiente, medindo a intensidade da corrente no circuito primário.

Para uma bobina de 12 volts, esta intensidade deve ser:

- de 2A, motor em marcha reduzida;
- de 1A, motor acelerado a 3500 rpm, aproximadamente.

Em todos os sistemas de ignição por bateria, a corrente primária diminui de intensidade com o aumento de regime do motor. Este fenômeno prejudica a potência de ignição, porque diminui a saturação da bobina a grandes velocidades. Para corrigir este defeito, regula-se o ruptor de modo a obter um ângulo de contato tão elevado quanto possível.

CIRCUITO SECUNDÁRIO. A corrente de alta tensão tem origem no enrolamento secundário da bobina, no momento exato em que o fluxo magnético cessa. Há uma duração extremamente breve.

A saída do enrolamento, a corrente passa ao distribuidor e atinge o rotor de distribuição, cuja posição, neste momento, deve corresponder exatamente ao ponto de contato ligado à vela do cilindro pronto para a ignição. Do eletrodo central da vela, a corrente atravessa a mistura carburada, provocando a inflamação desta, e, depois, atinge o eletrodo de massa, a massa do motor, a massa do chassi e toma uma parte do circuito primário para atingir as primeiras espiras do enrolamento secundário.

O enrolamento secundário funciona como gerador; o espaço entre os eletrodos da vela forma o receptor.

No momento da indução no enrolamento secundário, a tensão aumenta, até que a resistência da mistura, comprimida entre os eletrodos da vela, seja vencida.

É neste momento que se estabelece o circuito e que sucede a ignição.

O circuito de alta tensão exige um isolamento perfeito, desde a saída da bobina até à extremidade interna da vela.

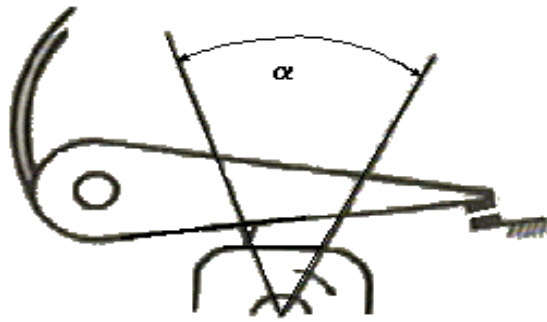
O rotor do distribuidor apresenta uma particularidade: a sua extremidade metálica não entra em contato com os pontos de contato de distribuição. Passa perto destes contatos, e a corrente deve atravessar o espaço de 0,4 a 0,8 mm que os separa. Produz-se, então, uma faísca neste lugar; fica em série sobre o circuito de ignição, e tem por consequência melhorar a faísca que surge dos eletrodos da vela. Baseando-se no mesmo princípio, tentou-se melhorar ainda a ignição instalando um dispositivo de explosão na entrada de cada vela. Uma solução mais simples consiste em instalar um só dispositivo de explosão no cabo que liga a bobina ao distribuidor; o mesmo dispositivo funciona, assim, para todos os cilindros.

REGULAGEM DO ÂNGULO DE CONTATO (ÂNGULO DE CAME). Designa-se com os termos de ângulo de contato ou ângulo de came o ângulo de rotação do came do ruptor durante o qual os contatos se tocam e permitem a passagem da corrente primária na bobina de ignição.

Para garantir uma ignição suficiente nos altos regimes de rotação, o ângulo de contato deve ser de 30 a 40°. É regulado por modificações do afastamento dos contatos do ruptor. Diminuindo-se o afastamento, aumenta-se o ângulo de contato.

A medida do ângulo de contato pode ser feita utilizando uma lâmpada piloto, ligada entre o borne de entrada da corrente primária ao ruptor e a massa. Rodando lentamente o motor, a lâmpada apaga no momento em que os contatos se tocam e depois acende logo que se afastam. Basta medir, com um transferidor, o ângulo descrito pelo came entre a extinção e o acendimento da lâmpada.

O ângulo de contato pode igualmente ser medido por meio de um aparelho elétrico especial, que se liga entre a massa e o borne de entrada ao ruptor. A medida efetua-se no motor em marcha a qualquer regime. É interessante controlar o ângulo a baixo regime, depois a alto. Se o ângulo diminui em alta velocidade, deve-se deduzir que a mola da lingüeta é suficiente. O contato é estabelecido com um atraso tanto maior quanto mais elevado é o regime. O ruptor deve ser substituído. Um ruptor em bom estado deve assegurar um ângulo de contato invariável para todos os regimes de utilização do motor.



Ângulo de Contato

ÂNGULO DE CONTATO EM DWELL

Certas características de regulagem do ruptor são dadas em Dwell, em vez de ser indicado o ângulo de contato. Estes dois valores não devem ser confundidos.

O ângulo de contato indica a rotação do came entre o fechamento do ruptor e a sua abertura, isto é, o ângulo percorrido enquanto o circuito primário é estabelecido.

A indicação em Dwell é um valor relativo. Indica em % a rotação do came durante a ligação do circuito primário em relação à sua rotação de uma ruptura à outra.

Exemplos:

Num motor de 4 cilindros, o came provoca uma ruptura no circuito primário a todos os 90°. Se o ângulo de contato for de 45°, o número Dwell será de

$$(45 \times 100)/90 = 50 \text{ Dwell}$$

Num motor de 6 cilindros, o came provoca uma ruptura do circuito primário a todos os 60°. Se o ângulo de contato for de 36°, o número Dwell será de

$$(36 \times 100)/60 = 60 \text{ Dwell}$$

Num motor de 8 cilindros, o came provoca uma ruptura a todos os 45°. Se o ângulo de contato for de 32°, o número Dwell será de

$$(32 \times 100)/45 = 71 \text{ Dwell}$$

Como muitos aparelhos de regulação são estabelecidos para a medida do ângulo de contato em graus, e como os novos dados de regulação são indicados em Dwell, passa-se ao antigo valor multiplicando o ângulo de rotação entre cada ruptor α pelo número Dwell sobre 100.

ângulo em graus = $(\infty \times \text{Dwell}) / 100$

IGNIÇÕES TRANSISTORIZADAS (IGNIÇÃO ELETRÔNICA)

Este termo designa os dispositivos de ignição por bateria que utilizam os novos materiais "semicondutores" como meios de comando do circuito primário da bobina. O transistor é o elemento essencial do dispositivo. É completado por diodos, funcionando como elementos de segurança, e por resistências de proteção, limitando a intensidade máxima de corrente ou provocando quedas de tensão intermédias.

O diodo é constituído por um material cuja característica é a de deixar passar a corrente elétrica num sentido, mas não em sentido inverso. Funciona como uma válvula de bomba.

O diodo Zener tem as mesmas características, apresentando, no entanto, também, a vantagem de só bloquear a passagem de corrente em sentido inverso até uma certa tensão. Acima desta tensão, permite a passagem em sentido inverso. O diodo Zener atua, portanto, como uma válvula de segurança; limita a tensão de um circuito a um valor exato que não deve ser ultrapassado. É utilizado para evitar qualquer sobretensão do circuito primário que poderia resultar de fenômenos parasitas devido à auto-indução.

Todos os diodos, incluindo os Zener, possuem dois bornes de ligação.

O transistor é um dispositivo mais complexo que os diodos. Possui um conjunto de semicondutores diferentes, combinados de modo a interromper, normalmente, a passagem da corrente. Para que se dê passagem de corrente, é necessário submeter a parte central do transistor a uma tensão intermédia da tensão nominal do dispositivo. Se a parte central está em tensão nominal, ou mesmo em tensão nula, a passagem da corrente no transistor é interrompida. O transistor tem, portanto, o papel de uma válvula ou de um comutador elétrico, e, isto, sem nenhum movimento mecânico.

O transistor é utilizado como relé para o fechamento e a abertura do circuito primário da bobina. Pode-se, igualmente, funcionar como amplificador de corrente e como oscilador para a ignição eletrônica.

O tiristor, ou diodo de desengate, é semelhante ao transistor, mas as suas características são particulares. A base é substituída por um eletrodo de inflamação. Logo que este eletrodo é excitado por uma breve impulsão elétrica, o circuito estabelece-se definitivamente. A corrente circula, então, até se anular; é necessário que a tensão de alimentação se anule para que o tiristor bloqueie de novo o circuito.

O tiristor é comparável ao "tiratron" utilizado nos circuitos eletrônicos. Ambos desempenham a mesma função, isto é, o bloqueio da corrente até que uma impulsão elétrica no borne de excitação destes desengate a passagem da corrente sobre o circuito principal. Contudo, o tiratron é uma lâmpada, enquanto que o tiristor é um composto sólido de diversos materiais semicondutores.

OBSERVAÇÃO IMPORTANTE

Todos os elementos indicados anteriormente tem por base materiais semicondutores (à exceção do tiratron, que é um tubo eletrônico). Os semicondutores apresentam a vantagem de ser

compactos, imóveis e pequenos. São, portanto, suscetíveis de substituir, com muita vantagem, os condutores, os relés eletromagnéticos, os contatos mecânicos e os ruptores de qualquer espécie.

Tipos de ignições transistorizadas

A ignição clássica por bobina e ruptor mecânico apresenta dois defeitos essenciais que limitam o seu funcionamento em altos regimes de rotação.

1. A inércia da lingüeta torna difícil o apoio permanente da escova sobre o perfil ressaltado do came, em grandes velocidades. Segue-se uma diminuição do ângulo de contato e, como consequência, uma magnetização insuficiente da bobina. A potência da ignição diminui consideravelmente.

2. A intensidade do corrente primária deve permanecer bastante fraca, 2 a 3 ampéres, de modo a evitar a destruição prematura das superfícies do ruptor. Esta fraca intensidade necessita que se adote uma bobina de maior número de espiras primárias; ora, as espiras em grande número retardam, por auto-indução, o restabelecimento da corrente a cada fechamento do ruptor. Assim, a bobina funciona a alto regime, a uma intensidade bastante mais fraca.

Os diferentes tipos de ignição transistorizados corrigem os defeitos anteriormente citados. O ruptor funciona com uma intensidade muito reduzida (0,5 A), o que permite uma entrada em circuito muito rápida; a bobina apropriada possui menos espiras primárias, daí uma auto-indução menor e uma intensidade de corrente mais elevada, 6 a 8 ampéres.

Substitui-se o ruptor mecânico de certos aparelhos por um dispositivo magnético que fornece as impulsões necessárias para provocar o funcionamento dos transistores.

Ignição por magneto

O magneto reúne, em um só aparelho, todos os elementos de ignição por bateria. A bobina é construída especialmente e forma o induzido do magneto.

Este induzido comporta, um núcleo de ferro doce, um enrolamento primário e um outro secundário. O induzido e um outro secundário. O induzido gira no fluxo magnético de um ou de vários ímãs fixos. Esta rotação produz, a cada semi-rotação uma diminuição e, depois, uma inversão do fluxo magnético que atravessa o induzido.

A diminuição do fluxo magnético no núcleo cria, por indução, uma corrente elétrica no enrolamento primário. Esta corrente atinge o ruptor pelo parafuso central de fixação e depois atinge a massa pelos contatos e alcança o enrolamento primário no centro do induzido. Esta corrente primária tende a manter o fluxo magnético no núcleo. Mas, neste instante, a lingüeta do ruptor é levantada; a corrente primária, assim interrompida, leva a uma queda do fluxo magnético e depois sua inversão, sob a influência dos ímãs fixos. Esta brusca inversão magnética gera, por indução, uma breve corrente de alta tensão no enrolamento secundário.

O enrolamento secundário é ligado ao coletor. Uma escova de carvão conduz a corrente ao rotor de distribuição, de onde esta atinge a vela pelo contato correspondente. O circuito fecha-se em seguida pela massa do motor, a massa do magneto, a massa do induzido e o enrolamento primário, até à união com a entrada do enrolamento secundário.

Para evitar uma sobretensão no circuito secundário, o magneto possui, por vezes, um arco de sobrecarga (dispositivo de explosão à massa). A distância das pontas do arco de sobrecarga determina, diretamente, a tensão máxima que pode suportar o circuito secundário.

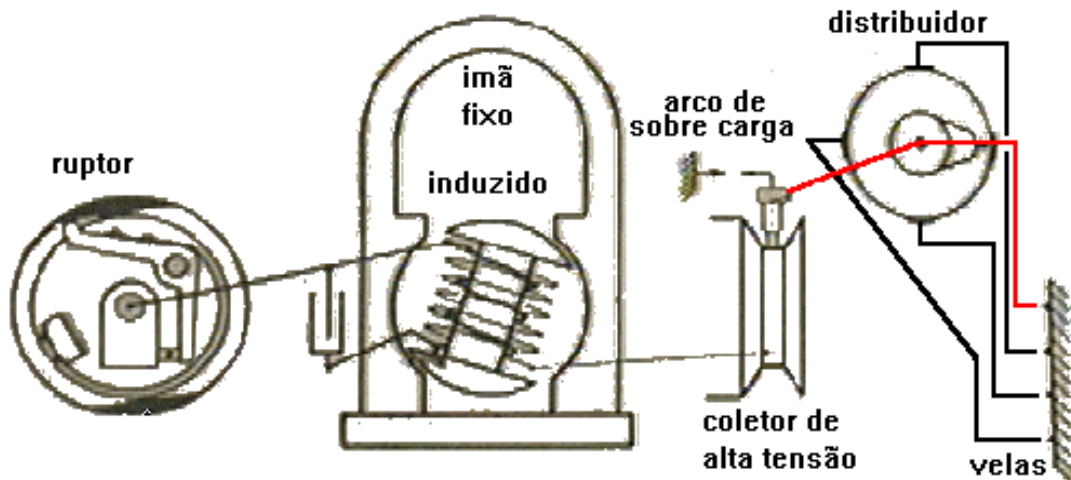
Quando esta tensão se torna muito elevada, a corrente é absorvida pelo arco de sobrecarga.

O circuito primário do magneto comporta, igualmente, um condensador embutido no interior do induzido. O papel do condensador é o mesmo que no sistema de ignição por bateria.

A produção da corrente no magneto só sucede no momento da inversão do fluxo magnético. Um magneto de dois pólos fornece, portanto, duas faíscas por rotação. Um magneto de quatro pólos fornece quatro por rotação.

Como cada vez o fluxo magnético muda a direção no núcleo do induzido, a corrente fornecida pelo magneto muda de sentido, a cada indução. As saídas dos circuitos primário e secundário são, alternadamente, positivas e negativas. Esta particularidade não tem efeitos práticos apreciáveis. No entanto, a corrente alternada no circuito primário fatiga muito menos os contatos do ruptor que a corrente contínua dos sistemas de ignição por bateria. Os contatos de ruptor para magnetos são de platina; este metal, mais mole que o tungstênio, convém melhor às condições de funcionamento dos magnetos.

Nos magnetos comuns, o rotor de distribuição comporta um carvão de atrito, efetuando um contato perfeito com os contatos de saída das velas.



VELAS DE IGNIÇÃO

A vela provoca a ignição pela explosão da corrente através da mistura carburada comprimida entre os seus eletrodos. A mistura carburada oferece uma resistência importante à passagem de corrente. esta resistência será tanto maior quanto mais afastados estiverem os eletrodos, quanto mais rica for a mistura carburada e quanto mais elevada for a compressão. Para explodir entre os eletrodos da vela, a corrente deve, no mínimo, atingir uma tensão de 6.000 volts. Os aparelhos de ignição podem fornecer uma tensão que atinja até 15.000 volts. Algumas bobinas especiais atingem 35.000 volts.

O eletrodo central da vela é isolado, de modo a poder suportar estas tensões elevadas.

O isolante de porcelana (esteatita ou silimanita) é o mais empregado; ele suporta bem as temperaturas de câmara de combustão dos motores comuns, mas tende a apresentar rupturas quando de aquecimentos bruscos.

O isolante de mica suporta temperaturas muito mais elevadas. É especialmente insensível a bruscas variações de temperatura. Encontra-se nas velas de motores potentes.

O isolante é fixado no suporte da vela por um parafuso (velas desmontáveis), ou por encaixe (velas não desmontáveis).

A extremidade dos eletrodos é composta por uma liga de tungstênio que resiste à temperatura do arco elétrico.

Em funcionamento, a parte interna da vela deve atingir uma temperatura de cerca de 573° K (300 °C). Esta temperatura permite:

- 1) aquecer a mistura carburada situada nas proximidades dos eletrodos, de modo a produzir uma detonação que repercuta através da massa de gás, no momento da ignição.
- 2) queimar todas as partículas de carbono e os vestígios de carburante e lubrificante que porventura se tenham depositado nos eletrodos. Assim, o eletrodo central permanece limpo, e o isolante interno seco.

Quando a temperatura da vela é muito baixa, a ignição é fraca; o entupimento dos eletrodos leva rapidamente ao curto-circuito e à supressão de ignição.

Quando a temperatura da vela é muito elevada, produz-se uma auto-ignição da mistura gasosa durante a compressão. Esta ignição prematura provoca uma diminuição de potência, uma fadiga exagerada dos elementos mecânicos e um funcionamento difícil do motor.

ESCOAMENTO TÉRMICO. Esta expressão designa a possibilidade que a vela tem de desprender o calor acumulado no seu cone central em cada explosão.

O desprendimento deste calor depende do caminho a percorrer para atingir o suporte roscado da vela, das paredes do cilindro e do sistema de arrefecimento.

Quando o caminho a percorrer é longo desprende-se lentamente, o eletrodo central aquece-se facilmente. Diz-se que a vela é quente.

Quando o caminho a percorrer é curto, o calor desprende-se rapidamente; o eletrodo central aquece com dificuldade. Diz-se que a vela é fria.

A faculdade de escoamento térmico das velas representa a sua característica essencial. Esta característica determina, diretamente, o funcionamento da vela, e é indicada por um coeficiente de resistência à auto-ignição, ou por um número que faz parte de uma série previamente adotada pelo fabricante para a designação de suas velas.

O tipo de motor e a posição da vela no seu cilindro influenciam a temperatura de funcionamento de uma vela.

Um motor de regime rápido necessita de velas frias (escoamento térmico rápido), de modo que o eletrodo central não ultrapasse a temperatura normal de funcionamento.

Um motor de regime lento precisa de velas quentes, de modo que o eletrodo central atinja, pelo menos, a temperatura normal de funcionamento.

Um motor bem arrefecido necessita de velas mais quentes que um motor que funciona a temperatura elevada.

Um motor pouco comprimido exige velas mais quentes que um motor comprimido ao limite máximo.

As condições de emprego do motor influenciam, igualmente, a temperatura das velas.

O afastamento dos eletrodos influencia, igualmente, a temperatura de funcionamento da vela. Um grande afastamento tende a aumentar esta temperatura.

A regulagem dos eletrodos de velas é importante para obter uma marcha correta do motor. Os eletrodos de massa devem apresentar uma larga superfície paralela ao eletrodo central, para que o desgaste seja mínimo.

O afastamento dos eletrodos determina o calor da faísca e, portanto, a eficácia da ignição. Um grande afastamento (0,8 a 1 mm) dá uma ignição potente, mas necessita de uma tensão elevada e de um isolamento perfeito de todo o circuito secundário.

