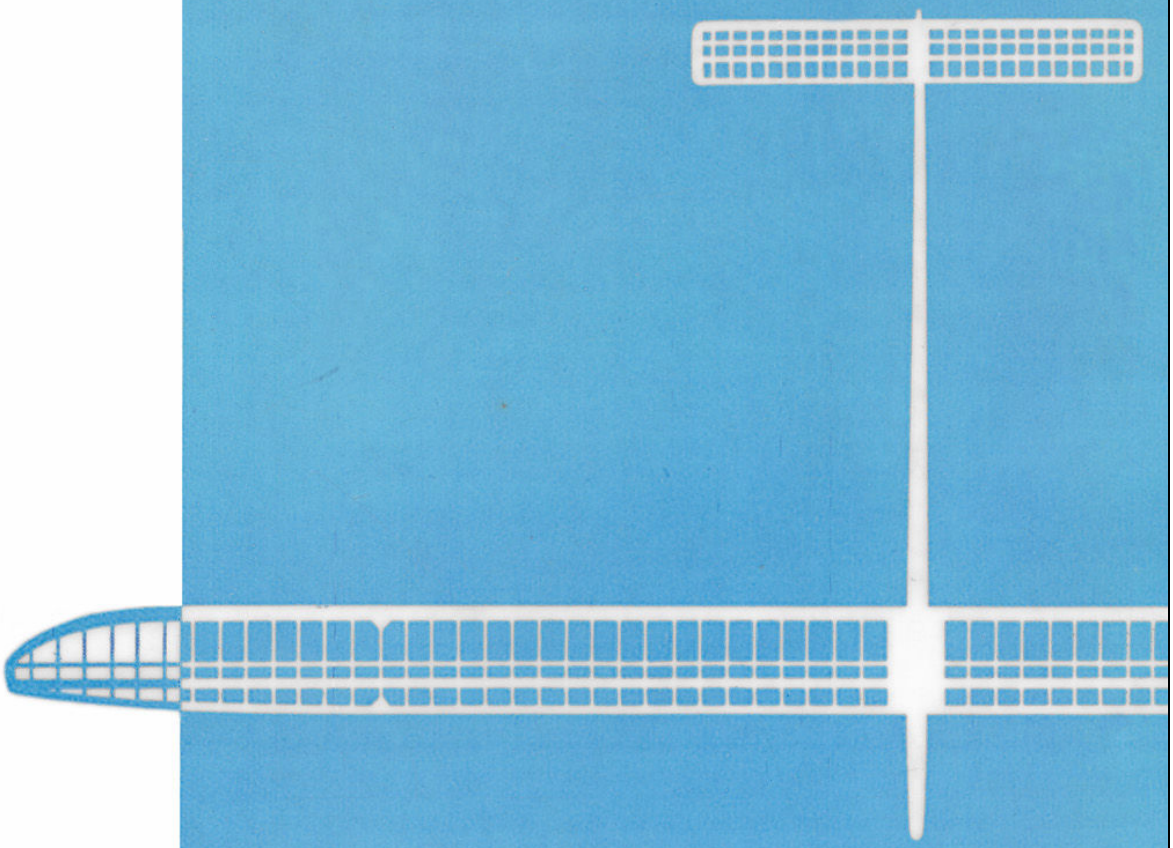
JOSÉ CARLOS RODRIGUES

AEROMODELISMO



TEÓRICO E PRÁTICO

CAPÍTULO V

O MOTOR

O motor é o órgão que fornece energia capaz de assegurar a tracção necessária à deslocação do modelo.

O motor é, fundamentalmente, um transformador de energia. Consoante a sua natureza, ele transforma a energia térmica ou elástica em energia mecânica, a qual, imprimindo rotação ao hélice ou criando forças de reacção, assegura a velocidade de translação do modelo.

Em Aeromodelismo, empregam-se três tipos distintos de motores: de borracha, de pistão e de reacção.

Existem, todavia, outros tipos que não interessa considerar aqui, uns porque deixassem de ter sido utilizados, como os motores de ar comprimido, outros porque o seu uso se tem circunscrito quase exclusivamente a modelos considerados brinquedos – caso dos motores eléctricos (*).

Vejamos, em pormenor, cada um daqueles três tipos.

MOTORES DE BORRACHA

O motor de borracha é constituído por diversos fios de elástico apropriado, que, uma vez torcidos, tendem a libertar a energia assim armazenada. Estes motores transformam, pois, a energia elástica em energia mecânica.

O motor de borracha foi a primeira fonte de energia usada em Aeromodelismo. A simplicidade de preparação e manuseamento e o seu baixo custo relativo contribuíram para que fosse usado em larga escala.

A meada é normalmente constituída por fios de elástico de secção rectangular de 1×6 ou 1×3 milímetros, cuja quantidade (número de fios e comprimento) depende das características do modelo a que o motor se destina.

A potência de um motor de borracha varia, inversamente, com a sua elasticidade, isto é, uma meada muito elástica pode ser torcida a um elevado número de voltas, mas a sua potência é baixa, enquanto uma meada menos elástica suporta um número inferior de voltas, mas fornece uma potência maior.

A borracha que existe no mercado, para este fim, situa-se no meio termo: não é demasiado elástica e fornece potências aceitáveis.

O elástico preferido pelos aeromodelistas portugueses é o «Pirelli» 6×1. Todavia, a «Dunlop» e a «Ceton», inglesas, e a «Prown» e a «T-56», americanas, são também marcas conceituadas, utilizadas por bons especialistas mundiais.

(*) **Nota da Edição Digital:** Esta afirmação era correcta há 40 anos atrás. Hoje, em resultado da evolução tecnológica dos motores eléctricos, que permitiu melhorar muito a relação "potência/peso" e, sobretudo, da evolução das baterias, o voo eléctrico é uma realidade já bem firmada, principalmente em Rádio Controlo (acrobacia e motoplanadores), mas também com algumas aplicações em Voo Circular.

A borracha a empregar nestes motores, em virtude do elevado esforço a que é submetida, necessita de cuidados especiais de escolha e manuseamento. Assim, deve usar-se sempre elástico de boa qualidade, sem defeitos e de recente fabricação.

Antes da confecção do motor, e sempre que este não esteja em utilização, o elástico deve guardar-se, polvilhado de talco, ao abrigo do calor e da luz solar. Os raios ultravioletas e a elevada temperatura, em especial, destroem as propriedades da borracha e provocam um endurecimento geral que a tornam facilmente quebradiça.

PREPARAÇÃO DA MEADA

A primeira pergunta que normalmente se põe, antes de se iniciar a construção de um motor de borracha, refere-se ao comprimento e número de fios a adoptar. Na verdade, não existem fórmulas rígidas que sirvam para determinar estas características. Sabe-se, contudo, que uma meada de grande comprimento e poucos fios dá uma descarga de grande duração e reduzida potência. Estes motores usar-se-ão, portanto, em modelos pouco rápidos e de subida lenta.

Por outro lado, uma meada curta, com muitos fios, fornece uma descarga rápida e de elevada potência. Um motor com estas características receberá menos voltas e desenrolará mais rapidamente. Usar-se-á, portanto, em modelos de subidas rápidas.

Conclui-se, então, que a potência do motor é directamente proporcional à sua secção transversal e que o tempo de descarga varia, inversamente, com aquela secção.

Posto isto, e depois de determinadas aquelas características, vejamos como se procede para preparar a meada elástica.

Depois de adquirida a quantidade necessária de borracha e antes de iniciar a confecção do motor, deve mergulhar-se o elástico em água limpa e tépida e lavá-lo o melhor possível para libertar todas as partículas de poeira que, porventura, lhe estejam agregadas. Em seguida enxuga-se num pano limpo, que não deixe pêlo, e seca-se à sombra. Depois de convenientemente seco, polvilha-se com pó de talco.

Numa tábua-estaleiro, isenta de poeiras e asperezas, fixam-se dois pregos a distância igual ao comprimento do motor que se pretende. Esta distância é normalmente inferior em 10 % à compreendida entre os dois ganchos da fuselagem, para compensar o alongamento que a meada sofre depois de rodada diversas vezes.

O elástico distribui-se depois entre os dois pregos, de modo que nenhum dos fios fique torcido ou esticado. As duas pontas atam-se com um nó direito e, para que este se não desmanche, prendem-se as pontas com um pequeno elástico circular (fig. 165).

No entanto, para obter uma maior igualdade no comprimento dos fios, costuma construir-se a meada na posição vertical (fig. 166), pois o próprio peso do elástico permite obter facilmente aquela igualdade.

Fig. 165

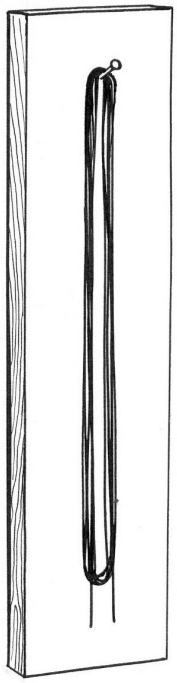


Fig. 166

Esta operação de dar às diversas argolas o mesmo comprimento é de grande importância. Na realidade, se um dos fios ficar mais curto, ele pode romper-se prematuramente, durante o enrolar da meada, em virtude do maior esforço a que está sujeito.

Por vezes sucede que o comprimento do motor que se pretende excede a distância entre os ganchos da fuselagem.

Nestas circunstâncias, e dado que um motor frouxo tem o inconveniente de modificar o equilíbrio do modelo depois da descarga, opta-se por um motor mais curto, ou, não sendo adequado alterar o comprimento, constrói-se um *motor entrançado*, que tem por função encurtar os fios, não lhe tirando as características de motor lento.

Para a preparação de um motor entrançado, começa-se por se proceder da mesma forma que para um motor vulgar.

Constrói-se uma meada simples com o dobro do comprimento que se pretende, e com metade da secção.

Obtida esta meada (fig. 167), prende-se uma extremidade a um gancho, ***A***, e introduz-se na outra um berbequim, ***C***, o qual se dotou, previamente, com um gancho apropriado.

Com a meada ligeiramente esticada, dão-se algumas voltas de berbequim. Mantendo a meada sempre em tensão, unem-se as pontas ***A*** e ***C***, depois de se ter colocado o gancho do hélice a meio da meada (ponto ***B***).

Finalmente, pegando no nariz e deixando rodar o hélice, permite-se que a meada se encurte, gradualmente. Ela enrolar-se-á por si, formando uma trança.

As voltas de berbequim podem ser dadas, indiferentemente, num ou noutro sentido. No entanto, quando se pretende que a trança fique mais curta, a torção inicial deve fazer-se no sentido da carga do motor, pois deste modo, depois de esgotada a carga, a meada estará ainda entrançada.

Este sistema, em virtude de não proporcionar motores de grande potência, foi posto de parte em competições de Wakefidd, depois de o peso máximo da borracha ter sido limitado a 50 gramas.

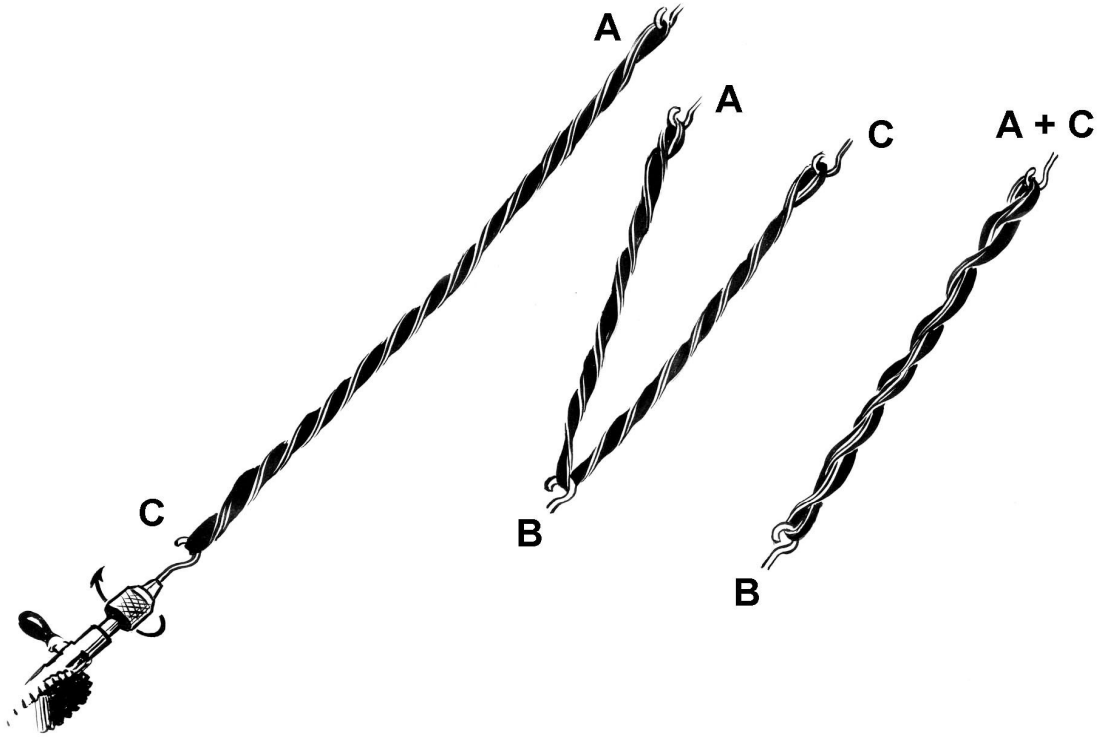


Fig. 167

LUBRIFICAÇÃO

Como qualquer outro motor, a meada elástica necessita também de ser lubrificada. Isso contribuirá para diminuir o atrito, provocado pelo escorregamento dos fios, durante a carga e descarga, permitindo obter maiores potências e aumentar a duração do próprio elástico.

No mercado existem diversas marcas de lubrificantes para motores de borracha, preparados à base de glicerina, sabão ou óleo de rícino.

Contudo, o aeromodelista pode preparar o seu próprio lubrificante, dada a simplicidade da sua composição e a facilidade na obtenção dos ingredientes.

Obtém-se um bom lubrificante juntando os seguintes elementos, nas percentagens indicadas, referidas ao peso:

Glicerina : ..... 25 %
Sabão neutro : ..... 65 %
Água destilada : ..... 10 %
Ácido salicílico : ..... 0,5 % do total dos três primeiros componentes.

Pode empregar-se, como sabão neutro, o creme de barbear.

Um dos lubrificantes, muito usado também, é o óleo de rícino, que tem, no entanto, o inconveniente de não poder ser removido com facilidade, quando é necessário lavar o motor.

O lubrificante aplica-se depois de se ter lavado e enxugado convenientemente a meada. Todos os fios devem ser rigorosamente besuntados, incluindo os nós. Durante esta operação, deve ter-se presente que um fio mal lubrificado pode partir-se com facilidade.

Depois de utilizado, o motor deve lavar-se outra vez, para retirar todo o lubrificante. Depois de devidamente seco, polvilha-se com pó de talco e guarda-se ao abrigo da luz e do calor, de preferência numa caixa de cartão.

RODAGEM

Todos os motores de borracha devem ser rodados, para poderem receber a carga máxima.

A rodagem destes motores consiste, simplesmente, em fazer enrolar a meada diversas vezes, aumentando progressivamente o número de voltas.

Inicialmente, começa-se por carregar o motor a cerca de 50 voltas, deixando-o descarregar ligado ao hélice. Em seguida, carrega-se de novo a umas 100 voltas, depois a 200, a 300, etc., até atingir as proximidades da carga máxima recomendada.

Antes de se proceder ao enrolamento da meada, esta deve ser esticada uma, duas ou três vezes, consoante o número de voltas, para que os nós, que se vão formando, se distribuam de uma forma regular, em camadas sucessivas.

Usa-se dar metade das voltas com o motor esticado e, depois, sempre enrolando, ir diminuindo a tensão de modo que o nariz esteja junto à fuselagem, no fim da carga.

Terminada a rodagem e continuando a utilizar o motor, carregando-o ao número de voltas recomendado, verifica-se que ele, nos dois ou três ensaios seguintes, dá a potência máxima. Daí por diante a borracha começa a perder a elasticidade, fornecendo potências cada vez mais baixas. É por isso que os bons especialistas usam, em provas de responsabilidade, um motor para cada voo, que esticam a mais de quatro vezes o seu comprimento e enrolam para além dos limites recomendados. Esses motores foram cuidadosamente rodados até um número de voltas muito próximo daquele que fornecerá a máxima potência.

A potência de um motor de borracha, em função do tempo de descarga, atinge o máximo logo que a meada começa a destorcer, decrescendo aos poucos, com regularidade, até quase às últimas voltas, durante as quais a potência cai bruscamente. Assim, é frequente verem-se os «borrachas» subirem inicialmente a grande velocidade, tomarem-se cada vez menos velozes e, ainda com o hélice a rodar, entrarem na linha de voo normal. No fim da descarga a potência é já tão reduzida que a acção do hélice quase se limita a compensar a resistência que as próprias pás opõem ao avanço.

Resta ainda observar que um motor de borracha perde a potência se foi levado a dar prematuramente um elevado número de voltas, ou se foi carregado a fundo com tempo muito quente. Assim, não serão nunca em demasia todos os cuidados que possam dispensar-se a estes motores. Se eles são, sem dúvida, os mais simples, são também os mais delicados.

CARGA MÁXIMA

Para calcular o número máximo de voltas que um motor pode suportar existem fórmulas e tabelas que nos fornecem valores ligeiramente inferiores àqueles que representam o limite de rotura da meada.

Esta a razão por que não convém, por prudência, ultrapassar aqueles valores.

Uma das fórmulas mais conhecidas para a determinação da carga máxima é dada pela expressão:

$$N = K \frac{C}{\sqrt{s}}$$

em que ***N*** representa o número de voltas máximo, ***K*** o coeficiente de elasticidade (número de vezes que o elástico estica), ***C*** o comprimento do motor e ***s*** a secção da meada.

Vê-se, pois, que a carga máxima de um motor de borracha é directamente proporcional ao seu comprimento e varia, inversamente, com a raiz quadrada da sua secção.

Uma outra forma, mais exacta do que a anterior, exprime-se pela seguinte equação:

$$N = K \cdot C \cdot R$$

em que ***R*** representa o número de voltas que cada centímetro de uma meada de dois fios suporta, ***C*** o comprimento do motor e ***K*** o coeficiente que depende do número de fios.

Para se obter praticamente o valor de ***R*** prepara-se uma argola de elástico, do mesmo tipo do do motor, cuja carga máxima se pretende calcular, e enrola-se até partir.

Repete-se a operação com argolas idênticas para se obter o número médio de voltas a que se verifica a rotura. Este número, dividido pelo comprimento, em centímetros, da argola, dá o valor de ***R***. O coeficiente ***K*** é-nos dado pela tabela seguinte:

Número de fios	*K*
2	1
4	0,709
6	0,578
8	0,500
10	0,446
12	0,408
14	0,377
16	0,353

Número de fios	*K*
18	0,333
20	0,316
22	0,301
24	0,290
26	0,277
28	0,267
30	0,258
32	0,250

Existem, contudo, tabelas que fornecem também com um certo rigor o número máximo de voltas a que determinado elástico, desta ou daquela secção, deste ou daquele fabricante, pode ser enrolado.

A tabela que a seguir se transcreve foi elaborada mediante ensaios com borracha de 6 × 1 das marcas mais usadas entre nós (Dunlop, Pirelli, etc.).

Os valores indicados têm uma margem de cerca de 5 %, em relação ao limite de rotura.

Comprimento do motor em centímetros	NÚMERO DE FIOS							
	2	4	6	8	10	12	14	16
2,5	60	46	36	30	26	24	22	20
25	600	460	360	300	260	240	220	200
50	1200	900	720	600	520	480	440	400
55	1320	1000	790	660	570	530	480	440
60	1440	1100	860	720	620	580	520	480
65	1560	1200	930	780	670	630	560	520
70	1680	1300	1000	840	725	680	600	560
75	1800	1400	1080	900	780	725	650	600
80	1920	1500	1150	960	830	775	690	640
85	2040	1600	1220	1020	880	825	735	680
90	2160	1700	1300	1080	930	875	780	720

MOTORES DE PISTÃO

O motor de pistão, também designado por motor de explosão, baseia-se no princípio da expansibilidade dos gases, obtidos por combustão dum fluído.

A mistura – combustível e ar –, ao explodir no interior do cilindro, gera grande quantidade de gases, que tendem a expandir-se.

A elevada pressão assim originada actua sobre o êmbolo ou pistão, conferindo-lhe um movimento alternativo, que é transformado, depois, por processos mecânicos, no movimento de rotação que o hélice aproveita.

O motor de pistão transforma, pois, a energia térmica ou calorífica, resultante da combustão, em energia mecânica.

Em Aeromodelismo, usam-se apenas motores a dois tempos [*]. De uma maior simplicidade mecânica que os motores a quatro tempos, realizam todo o trabalho, como se verá mais adiante, em apenas dois passeios do êmbolo.

Os primeiros motores de pistão que se utilizaram em aeromodelos foram os de inflamação por faísca.

A explosão da mistura era provocada por uma faísca proveniente de um sistema eléctrico, que compreendia uma fonte de alimentação (pilha seca ou acumulador), uma bobina para transformar a corrente de baixa em alta tensão, um condensador para absorver as faíscas parasitárias e ajudar o aumento de tensão, platinados para interromper a corrente na altura própria, um comando da ignição e uma vela para fornecer a faísca que iria inflamar a mistura.

Estes motores, chamados também motores a gasolina, por consumirem esta espécie de combustível, forneciam regimes elevados de rotação e eram de uma grande regularidade de funcionamento, transmitindo ao modelo pouca vibração. Todavia, o peso exagerado de todo aquele equipamento eléctrico, bem como os frequentes fracassos, resultantes de um tão complicado sistema de inflamação, muito contribuíram para que viessem a ser totalmente postos de parte.

Apareceram depois os motores *Diesel* e semi-*Diesel*, hoje largamente utilizados, que dispensavam aquele complexo conjunto eléctrico. Muito mais leves e de uma maior simplicidade de manuseamento, forneciam também potências mais altas.

Nestes motores, denominados de auto-ignição, a explosão dá-se em virtude da elevada compressão a que a mistura é submetida.

Sabe-se que uma mistura de ar e combustível, ao ser comprimida, vai aumentado a sua temperatura ao mesmo tempo que diminui o seu ponto de ignição [8].

Ao ser comprimida, a mistura vai, portanto, diminuindo gradualmente o seu ponto de ignição. Nos motores *Diesel*, dá-se a explosão quando o ponto de ignição for idêntico à temperatura das paredes da câmara. Quer dizer, a mistura explode espontaneamente em virtude da alta compressão a que foi submetida, não necessitando de qualquer sistema de inflamação.

Já nos motores semi-*Diesel* (*glow-plug*) a compressão não precisa de ser tão elevada, pois basta que o ponto de ignição da mistura desça à temperatura da vela de incandescência.

---

[*] **Nota da Edição Digital:** Esta afirmação era correcta há 40 anos atrás. Hoje, embora os motores de dois tempos ainda detenham a maioria das aplicações em Aeromodelismo, o uso de motores a quatro tempos tem vindo a ser implementado, especialmente no caso de grandes cilindradas usadas em Rádio Controlo.

[8] Entende-se por *ponto de ignição* a temperatura em que a mistura (ar + combustível) entra espontaneamente em combustão.

ÓRGÃOS DO MOTOR

Analisemos a figura 168, que mostra um motor de auto-ignição seccionado, com todos os órgãos que o compõem.

O *carter* (1) é o invólucro que encerra a cambota e recebe a mistura antes de entrar no cilindro. Construído normalmente de metais leves fundidos, constitui o corpo básico do motor, dando-lhe a sua forma característica. Nele são instalados o *venturi*, as condutas da mistura, a válvula rotativa (quando a admissão é traseira), os rolamentos, o cilindro, etc.

O *cilindro* ou *camisa* (2) é o órgão no interior do qual se dá a combustão. Construído em aço especial endurecido, é montado na parte superior do *carter*.

O cilindro possui aberturas, em pontos rigorosamente determinados, que permitem a entrada da mistura e a saída dos gases queimados. Consoante a sua função, estas aberturas tomam o nome de janelas de admissão ou de escape.

O cilindro, que, durante o funcionamento do motor, atinge elevada temperatura, é revestido de um invólucro dotado de *aletas* (3), que, aumentando a superfície exposta ao ar, permitem um maior arrefecimento geral.

Em grande parte dos motores, especialmente nos de pequenas cilindradas, as aletas e a cabeça do cilindro formam uma única peça, que se denomina *cabeça do motor* (4).

Nos motores *Diesel*, o topo do cilindro é tapado por um *contrapistão* (5), que pode ser movido por intermédio de uma manivela especial, a *chave de compressão* (6). Esta chave, roscada na cabeça do cilindro, empurra ou alivia o contrapistão, o qual se ajusta rigorosamente às paredes da camisa, diminuindo ou aumentando, assim, a câmara de combustão.

Nos motores *glow-plug* ou semi-*Diesel*, a camisa é vedada na parte superior pela *cabeça do cilindro* (7), onde está instalada a *vela de incandescência* (8).

Esta vela, vulgarmente denominada *glow-plug*, é muito semelhante às velas vulgares. Todavia, em vez dos conhecidos eléctrodos, ela é dotada de um filamento de platina-irídio, em forma de espiral, que se torna incandescente quando a vela é ligada a um acumulador ou pilha eléctrica de 1,5 a 2 vóltios. A corrente eléctrica é ligada apenas durante a operação de pôr o motor em marcha; depois disso, desliga-se a corrente, pois o filamento mantém-se incandescente, em virtude da elevada temperatura das explosões.

No interior do cilindro, trabalha o *pistão ou êmbolo* (9), em movimento alternativo, ascendente e descendente. Quando sobe, o pistão comprime a mistura. Esta, ao entrar em combustão, liberta gases, que obrigam o êmbolo a descer violentamente no cilindro.

O pistão, normalmente construído de ferro fundido centrifugado, deve pesar o menos possível. Assim se reduzirá a sua inércia aos rápidos movimentos que lhe são requeridos.

É frequente dotarem-se os pistões, na face superior, com uma cunha ou protuberância, chamada *deflector* (10).

O deflector, dada a sua configuração especial, isola a mistura, que está a ser admitida no cilindro, dos gases queimados, ao mesmo tempo que conduz a mistura fresca em turbilhão para a câmara e evita a sua saída pela janela de escape, antes de ser queimada.

A *cambota* (11) é o órgão que transforma o movimento de translação do êmbolo em movimento de rotação. Ainda que constituída de uma só peça, ela pode considerar-se composta por dois elementos distintos: o *veio-motor*, em cuja extremidade se fixa o hélice, e o volante, cuja massa, em virtude da sua inércia, permite que o pistão vença os pontos extremos do seu movimento alternativo.

A cambota é normalmente apoiada em rolamentos de esferas (12), para evitar, quanto possível, o atrito.

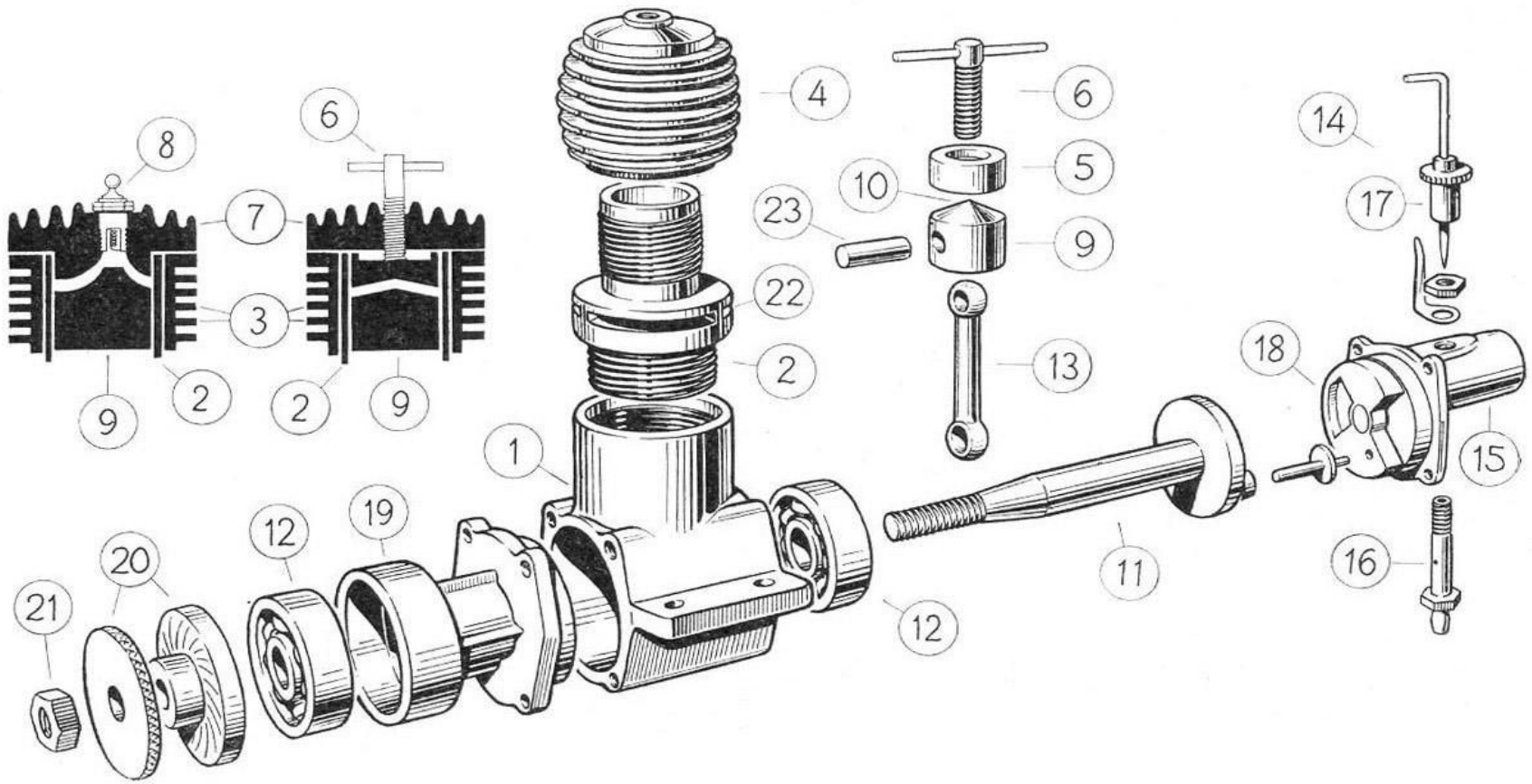


Fig. 168 – Órgãos de um motor «Webra Mach I», de 2,5 c.c.

1 – «carter»
2 – cilindro
3 – aletas
4 – cabeça do motor (cabeça e aletas)
5 – contra-pistão
6 – chave de compressão
7 – cabeça do cilindro
8 – vela de incandescência
9 – pistão ou êmbolo
10 – deflector
11 – cambota
12 – rolamentos
13 – biela
14 – carburador
15 – «venturi»
16 – pulverizador ou «gicleur»
17 – agulha
18 – disco rotativo (válvula)
19 – porta-rolamentos
20 – anilhas de aperto do hélice
21 – porca de aperto do hélice
22 – janelas de escape
23 – cavilha do pistão

Nos motores de admissão frontal a cambota é furada interiormente para permitir, através de um orifício, que coincide com o *venturi*, a entrada da mistura no *carter*.

A cambota é ligada ao pistão por meio da *biela* (13), cujas extremidades se apoiam nas cavilhas do pistão e do volante.

O *carburador* (14) destina-se a misturar combustível e ar, nas percentagens adequadas. Ele é constituído, fundamentalmente, pelo *venturi* (15), que aspira o ar do exterior, por um *pulverizador* ou *gicleur* (16), que deixa passar o combustível, e por uma *agulha* (17), que regula a quantidade de combustível.

A agulha do carburador tem geralmente uma forma cónica, muito alongada, para permitir graduar com uma maior precisão a passagem do carburante.

Como já se disse, a admissão da mistura nos motores pode fazer-se quer pela frente do *carter*, quer pela retaguarda. No primeiro caso, diz-se que o motor é de admissão frontal, no segundo caso que é de admissão traseira.

Nos motores de admissão frontal, a mistura passa do carburador para o *carter* através de uma conduta aberta na cambota. O *carter*, portanto, só admite a mistura quando o furo da cambota coincide com o *venturi*.

Nos motores de admissão traseira o carburador está colocado na retaguarda do *carter* e fornece a mistura apenas quando a abertura de um *disco rotativo* (18) coincide com o *venturi*.

Este disco roda, intimamente ligado à cambota, por uma pequena cavilha, apoiando-se na tampa posterior do *carter*.

FUNCIONAMENTO DO MOTOR

Vejamos agora como funciona o motor a dois tempos [9].

O êmbolo, ao subir no cilindro (fig. 169), vai comprimindo a mistura, que se introduziu no interior da camisa pela janela de admissão. Ainda no seu movimento ascendente, o êmbolo faz gerar no *carter* um abaixamento de pressão, que provoca a aspiração de nova mistura através do carburador.

Quando o pistão atinge o ponto morto superior [10], a mistura atingiu o máximo da compressão.

É aproximadamente nesta altura que se dá a combustão. A mistura foi de tal modo comprimida que o seu ponto de ignição igualou a temperatura das paredes do cilindro, no caso dos motores *Diesel*, ou da vela de incandescência, no caso dos motores *glow-plug*.

O aumento de pressão, provocado pela explosão da mistura com a consequente libertação de gases, obriga então o êmbolo a descer violentamente e os gases expandem-se, saindo pela janela de escape.

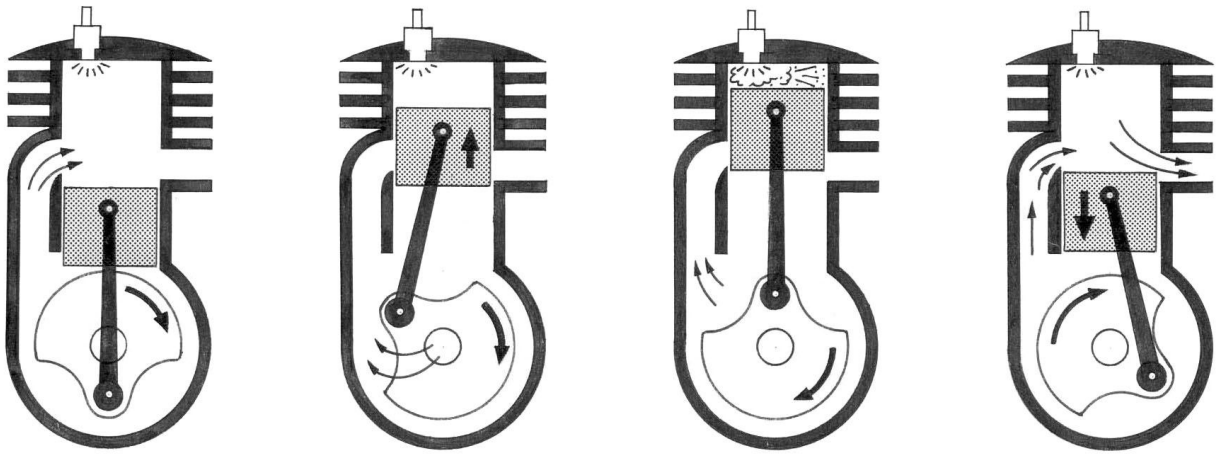
O pistão, na sua descida, comprime também a mistura que se encontra no *carter*, que, por sua vez, e logo que o êmbolo deixa abrir a janela de admissão, se introduz no cilindro para iniciar um novo ciclo.

Assim, considera-se que estes motores realizam o ciclo completo de trabalho em dois tempos.

---

[9] *Tempo* é o conjunto de operações que se realizam em meia volta de cambota, quando o pistão vai do ponto morto superior ao ponto morto inferior e vice-versa.

[10] *Pontos mortos* são as posições extremas que o êmbolo atinge no seu movimento de vaivém e durante as quais a sua velocidade linear é nula.



1.º TEMPO **2.º TEMPO**

Admissão Compressão Explosão Escape

Fig. 169

No primeiro tempo, o êmbolo desloca-se do ponto morto inferior para o ponto morto superior, admitindo mistura e comprimindo-a.

O primeiro tempo corresponde, portanto, às fases de *admissão* e *compressão*.

No segundo tempo, o êmbolo desloca-se inversamente, dando lugar à *explosão* e *escape*.

CARACTERÍSTICAS DO MOTOR

As características principais de um motor de explosão são a alesagem, o curso, a cilindrada, a potência e a taxa de compressão.

A *alesagem* representa o diâmetro interno do cilindro, ou, mais simplesmente, o diâmetro do êmbolo, no caso dos motores sem segmentos.

O *curso* é a distância que vai do ponto morto inferior ao ponto morto superior.

Tanto a alesagem como o curso são expressos normalmente em milímetros.

Ao volume da câmara de compressão chama-se *cilindrada*. A cilindrada é, pois, equivalente ao volume de um cilindro, cujo diâmetro é a alesagem e a altura o curso.

Em relação à cilindrada, os motores de aeromodelismo dividem-se em séries:

Série I – Motores até 2,5 c. c.
Série II – Motores de 2,51 a 5 c. c.
Série III – Motores de 5,01 a 10 c. c.

Chama-se *potência* ao trabalho que uma força executa na unidade de tempo.

$$Potência = \frac{Trabalho}{Tempo} = HP \text{ (horse-power, ou cavalo-vapor)}^{(*)}$$

(*) **Nota da Edição Digital:** O termo *"cavalo-vapor"* é uma unidade tradicional, oriunda do *Sistema Imperial Inglês*, para exprimir a potência de um motor, ainda hoje usada popularmente. Em unidades do Sistema Internacional (SI), a potência é expressa em *W* (watt) ou *kW*, correspondendo um *"cavalo-vapor"* a cerca de 735 W.

No caso do motor, ele fornece potência a partir da quantidade de calor libertado na combustão, transformado em trabalho. A isso se chama *potência teórica*.

No entanto, em virtude de perdas várias, como calor saído com os gases de evacuação, atritos, etc., a potência disponível no veio-motor, que toma o nome de *potência efectiva*, é sempre inferior à teórica, em cerca de 60 ou 70 %, isto é, a potência efectiva só raramente ultrapassa os 40 % da potência teórica.

Dado que é, portanto, a potência efectiva aquela que, na prática, interessa ao aeromodelista e também a que é indicada nos gráficos fornecidos pelos construtores, vejamos como pode ser calculada e como são elaborados aqueles gráficos.

A potência efectiva determina-se, em regra, por intermédio do *banco-balança*, que, como a figura 170 indica, é constituído por uma bancada susceptível de movimento angular em torno de um eixo paralelo ao eixo de rotação do veio-motor.

Solidário com a bancada, existe um braço, graduado em polegadas a partir do eixo, ao longo do qual se pode deslocar um peso, ***W*** (em onças). Um contrapeso, ***R***, deslocável na vertical, permite baixar o centro de gravidade do conjunto, de modo a mantê-lo em equilíbrio.

Instalado o motor a ensaiar, na bancada, monta-se um hélice destinado a absorver a potência.

Logo que o motor se encontra em marcha, a bancada, girando em torno do seu eixo, tende a rodar em sentido inverso ao do movimento do hélice – é o chamado efeito de *torque* (*).

Desloca-se, então, o peso ***W***, ao longo do braço graduado, até que ele se mantenha na horizontal.

Assim, o momento do peso ***W***, em relação ao plano que passa pelo centro de gravidade e eixo de rotação do motor, equilibra o binário de reacção, que é igual ao binário motor, que está a fazer girar o hélice e que, em consequência, tende a fazer rodar a bancada no sentido contrário ao do movimento.

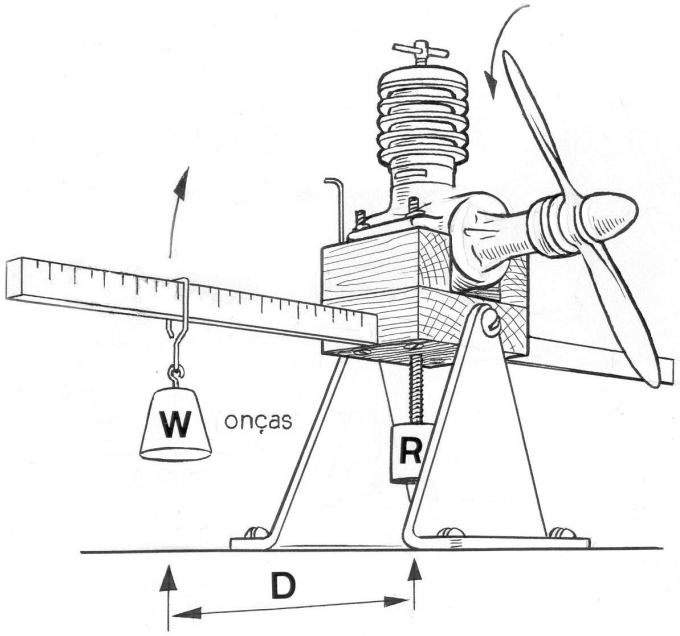


Fig. 170 – Banco-balança

(*) **Nota da Edição Digital:** Embora, por rigor para com o texto original, seja sempre mantido o termo "*torque*", nos nossos dias está completamente consagrado o termo "*binário*", aplicado ao tema em análise. É, portanto corrente, quando se fala de motores, referir a relação "*potência – binário*" como sendo uma das características relevantes.

Ao momento do peso ***W***, em relação ao plano que passa pelo eixo da bancada, chama-se *torque* ***Q***, o qual é expresso em onças-polegadas [*] e é igual ao produto do peso ***W*** pela distância ***D***.

$$Q = D \cdot W$$

Medindo, por meio de um taquímetro, as rotações por minuto, ***N***, a que girava o motor, a potência efectiva é dada pela fórmula:

$$P = \frac{N \cdot Q}{1\,008\,000} \quad \text{(fórmula rigorosa),}$$

ou

$$P = \frac{N \cdot Q}{1\,000\,000} \quad \text{(fórmula aproximada).}$$

Assim, com os dados obtidos no banco-balança, variando as r.p.m. por intermédio de hélices de diferentes passos e diâmetros, podem construir-se os gráficos da variação de potência e de torque, em função do número de rotações por minuto.

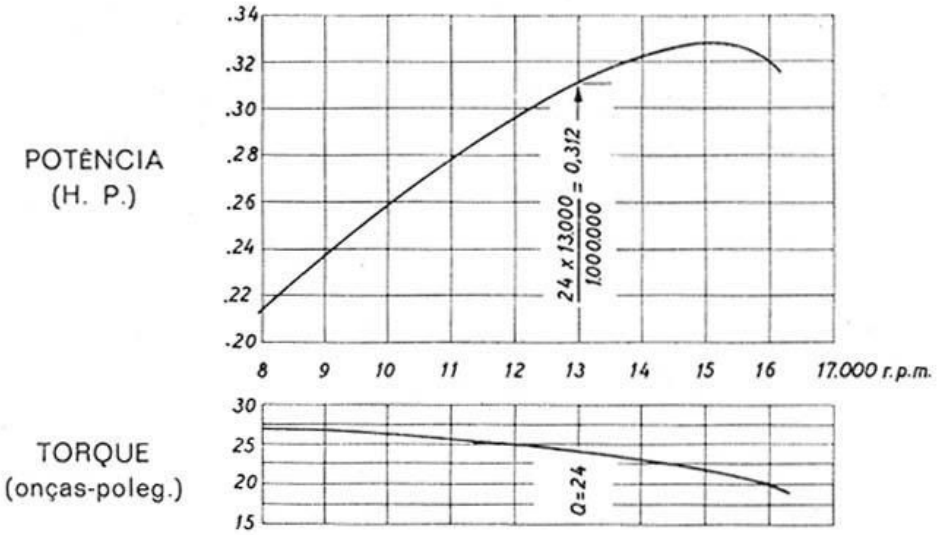


Fig. 171 - Curvas de Potência e de «Torque» do motor «Oliver Tiger» de 2,424 c.c.

O gráfico da figura 171 mostra como é calculada a curva de potência, obtidos os valores de *torque* por intermédio do banco-balança.

Não se deve confundir a *Potência* com *Torque*. Ainda que o motor possa produzir mais potência a um maior número de rotações, a sua capacidade para fazer rodar um peso (no nosso caso, o peso do hélice) a esta maior velocidade é menor.

Assim, o ponto mais alto da curva de *torque* determina o número de r.p.m. em que aquela capacidade é máxima e, portanto, em que o trabalho do motor é mais estável.

Posto isto, podemos agora, por meio dos gráficos, chegar a interessantes conclusões acerca das características dos motores.

---

[*] **Nota da Edição Digital:** Também aqui o termo *"onças-polegada"* é uma unidade tradicional oriunda do *Sistema Imperial Inglês* para exprimir o binário. Em unidades do Sistema Internacional (SI), o binário é expresso em N.m (Newton-metro).

Assim, por exemplo:

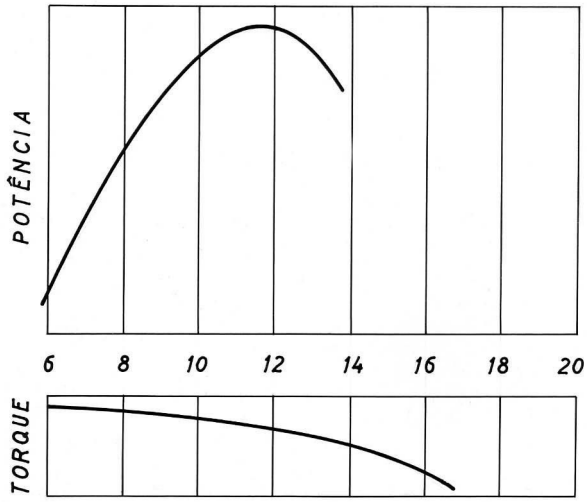


Fig. 172 – Motor «O. C. Rapier» 2,5 c. c.

Motor adequado a Acrobacia.
A potência máxima coincide com um número de r.p.m. baixo, dado pelos hélices grandes. Bom rendimento a velocidades de rotação reduzidas (o «*torque*» é elevado a baixas rotações).

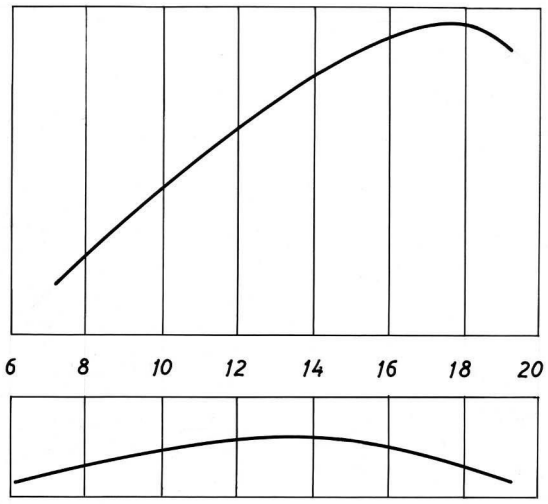


Fig. 173 – Motor «Super Tigre G 20»

Motor adequado a Velocidade.
Elevada potência às altas rotações, dadas pelos hélices pequenos (passo e diâmetro reduzidos). «*Torque*» elevado a altas velocidades de rotação.

A *taxa de compressão* é a relação entre o volume no interior do cilindro acima do êmbolo, quando este se encontra no ponto morto inferior, e o volume da câmara de compressão acima do êmbolo, no ponto morto superior.

$$\textit{Taxa de compressão} = \frac{V}{\upsilon}$$

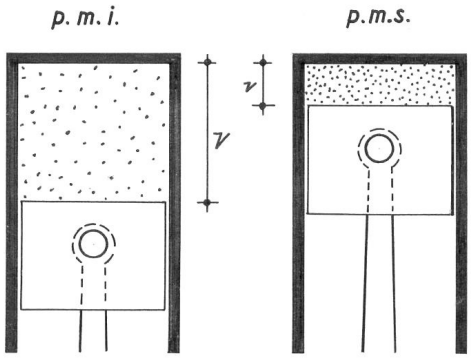


Fig. 174

Assim, quando se diz que o motor tem uma taxa de compressão de 1:8, significa que os 8 volumes que existem na câmara, estando o pistão no p.m.i., são reduzidos a um volume, quando o pistão comprime a mistura no p.m.s.

Quanto mais elevada for a taxa de compressão, maior será a potência fornecida pelo motor. No entanto, o valor da taxa é condicionado pelo ponto de detonação do combustível utilizado.

Entende-se por ponto de detonação a combustão espontânea do combustível, antes de o êmbolo atingir o p.m.s.

COMBUSTÍVEL

Em cada tipo de motor – *Diesel* e *glow-plug* - emprega-se um combustível apropriado, que, normalmente, é constituído por uma mistura de diversos elementos.

Dentro ainda de cada tipo, os elementos que formam o combustível variam em qualidade e percentagem, consoante as características do motor e a natureza do voo.

Todavia, os motores *Diesel* usam combustíveis em cuja composição entram sempre o éter e o petróleo ou *jet-fuel* e os motores *glow-plug* não dispensam o metanol.

Tanto uns como outros necessitam, ainda, que o combustível possua uma certa quantidade de óleo, para assegurar a lubrificação conveniente [11] a todos os órgãos internos do motor que se encontram em movimento.

Nos motores *Diesel* o éter tem por função baixar o ponto de ignição da mistura e o petróleo ou *jet-fuel* a de fornecer a potência necessária.

Para os *glow-plug*, a base mais apropriada para o combustível é o metanol ou álcool metílico. Ele possui, em relação à temperatura média das velas de incandescência, um ponto de ignição óptimo e fornece elevadas potências.

Contudo, tanto nuns motores, como noutros, usa-se juntar a estes elementos-base certos ingredientes, tais como nitrito de amilo, nitrato de amilo, nitrobenzeno, nitrometano, etc., para obter potências mais elevadas ou regimes de trabalho mais regulares.

É ao próprio aeromodelista que compete preparar o combustível para o seu motor, fazendo variar, em experiências sucessivas, e de acordo com as características do motor e o género de voo que pretende, a percentagem dos elementos escolhidos.

Para a preparação do combustível é conveniente dispor de um recipiente graduado, que facilitará a perfeita dosagem dos componentes a misturar.

Depois de todos os ingredientes reunidos, deve agitar-se a mistura, a fim de a homogeneizar perfeitamente. Antes de ser utilizada, deve filtrar-se por meio de algodão ou pano muito fino, para a libertar de impurezas e partículas sólidas, que, a introduzirem-se no orifício do carburador, iriam interromper bruscamente o funcionamento do motor.

No que respeita ao recipiente para guardar a mistura, convém ter presente, em especial, que os combustíveis, na sua maior parte, são extremamente voláteis. Isto quer dizer que o recipiente deve vedar perfeitamente, devendo usar-se, de preferência, rolhas roscadas com vedante de plástico.

Assim, ao mesmo tempo que os elementos voláteis não perderão facilmente as suas propriedades, se preservará a mistura da humidade exterior.

Por outro lado, e dado que a luz ataca não só o álcool metílico como os produtos nitrados, devem usar-se frascos escuros ou recipientes opacos.

Durante a preparação do combustível, há que empregar, ainda, grandes cuidados no manuseamento dos ingredientes. Eles são, na sua maioria, altamente tóxicos.

As operações de dosagem devem, portanto, fazer-se em locais amplos e arejados.

Também as mãos se devem resguardar do contacto dos produtos nitrados, em especial do nitrito de amilo, demasiado prejudicial ao organismo.

---

[11] Os motores a dois tempos transportam no combustível o elemento lubrificante.

Outro elemento perigoso é o nitrometano, que pode explodir, espontaneamente, a temperaturas ligeiramente superiores a 40 graus centígrados.

Aliás, todos os produtos nitrados são muito instáveis, não se devendo misturar com produtos desconhecidos.

O nitrometano, bem como o nitrobenzeno, não devem ser utilizados se não se apresentarem transparentes e claros.

Resta ainda observar que a mistura, qualquer que ela seja, deve preparar-se só quando é necessário. Assim se terá a certeza de que o motor consome um combustível fresco e eficiente.

Combustível «diesel»

A mistura clássica, adoptada universalmente nos motores *Diesel* é constituída por partes iguais, em volume, de éter sulfúrico, petróleo e óleo vegetal, ou mineral, por vezes.

O óleo mineral mais usado é o S. A. E. 20 a 40; no entanto, o óleo de rícino, embora mais espesso (em tempo frio dificulta o arranque, em virtude da sua elevada viscosidade), permite uma mais eficiente lubrificação, protegendo todas as peças com uma finíssima camada protectora.

Os combustíveis utilizados em competição não possuem, no entanto, tanta quantidade de óleo. As peças em movimento gastar-se-ão mais facilmente – o poder de lubrificação da mistura é inferior – mas o motor ganhará em potência, pelo aumento relativo dos ingredientes detonantes.

O petróleo é o elemento principal do combustível; é por seu intermédio que a mistura fornece a maior parte da energia calorífica.

No entanto, o petróleo, só por si, necessitaria de uma elevadíssima compressão para inflamar. Assim, mistura-se-lhe uma certa quantidade de éter sulfúrico, cuja inflamação se produz a uma pressão muito inferior.

Assegurada a combustão do éter, todos os restantes elementos do combustível se incendeiam por simpatia, dando lugar à explosão geral.

Dentro de certos limites, quanto mais éter tiver a mistura, mais fácil será o arranque do motor.

Uma mistura pobre em éter fornecerá arranques difíceis. Haverá necessidade de maior compressão, com o consequente aumento de desgaste das peças em movimento.

Por outro lado, se a percentagem de éter for muito elevada, o motor detonará; a explosão dar-se-á antes de tempo, forçando o motor.

Para melhorar o regime de trabalho do motor e obter potências mais elevadas, costuma juntar-se ao combustível uma pequena percentagem ou de nitrato de amilo ou de nitrito de amilo.

As misturas preparadas assim permitem regular o motor a uma menor compressão, tornando também a afinação da agulha do carburador menos crítica.

Todavia, estes elementos produzem grande aquecimento no motor e reduzem a lubrificação. Por isso se usam em percentagens reduzidas, que não excedem, normalmente, os 3 % da mistura total.

Os aeromodelistas portugueses usam quase exclusivamente o nitrito de amilo, que é menos corrosivo que o nitrato.

Fornecem-se a seguir algumas fórmulas de combustíveis *diesel*, que a experiência nos diz serem as mais indicadas para os casos apontados:

	Rodagem	Acrobacia, Combate, etc.	Corridas
Petróleo ou gasóleo	32 %	33 %	45 a 50 %
Éter sulfúrico	33 %	33 %	28 a 30 %
Óleo de rícino	35 %	32 %	27 a 20 %
Nitrito de amilo	–	2 %	3 a 5 % da mistura total.

Pelas fórmulas atrás recomendadas, verifica-se que a percentagem de óleo, na mistura relativa à rodagem, é a mais elevada. Isto deve-se ao facto de todos os motores, qualquer que seja o seu tipo, necessitarem de uma lubrificação mais eficiente, durante o primeiro período de funcionamento.

Com o excesso de óleo conseguir-se-á um melhor polimento do motor e evitar-se-á, quanto possível, o sobreaquecimento que as peças em movimento, muito justas ainda entre si, tendem a provocar.

Combustível «glow-plug»

A mistura-base, para todos os motores de vela de incandescência, é constituída por álcool metílico, ou metanol, e óleo de rícino, que entram, vulgarmente, numa proporção de duas partes de metanol para uma de óleo.

Como já se disse, o álcool é o elemento detonante e o óleo o lubrificador.

Eventualmente, juntam-se, em quantidades variáveis conforme as características do motor ou a natureza do voo, outros componentes, dos quais os mais utilizados são o nitrobenzeno e o nitrometano.

O álcool metílico é um líquido transparente, levemente esverdeado e de odor característico. Puro, a 100 %, é incolor e utiliza-se em análises de laboratório. Nos motores, pode, no entanto, usar-se o metanol industrial (a 99 %), que dá um rendimento semelhante e é menos dispendioso.

Este produto, que liberta vapores tóxicos e perigosos para a vista, altera-se facilmente com a humidade. Quando contém água, apresenta-se com um aspecto ligeiramente leitoso, devido à suspensão das finíssimas gotas de água. Neste caso, não deve utilizar-se na mistura.

Nos motores destinados a modelos de Velocidade, emprega-se normalmente grande quantidade de produtos nitrados, que chegam a atingir 40 % e 50 % da mistura total. *)

O mais indicado destes produtos é o nitrometano, que favorece a combustão da mistura, dando ao motor um aumento sensível de rotações e uma maior potência.

O nitrometano é um líquido oleoso e denso, com um rendimento teórico em oxigénio de 52,4 % do peso.

A libertação de tal quantidade de oxigénio, em determinadas condições de pressão e temperatura, como as que se verificam no interior do cilindro, no momento da explosão, é a grande vantagem da sua inclusão nas misturas de *glow-plug*.

O custo do nitrometano é, contudo, muito elevado, e assim é frequente substituir-se pelo nitrobenzeno, cujo rendimento em oxigénio é, no entanto, inferior. O nitrobenzeno usa-se também para elevar o ponto de ignição em combustíveis que incluam nitrometano, permitindo assim uma taxa de compressão maior.

---

*) **Nota da Edição Digital:** Actualmente os regulamentos da FAI não permitem tais aditivos, em competição.

As percentagens a utilizar, tanto de nitrometano como de nitrobenzeno, devem ser estabelecidas experimentalmente, de acordo com o motor e, em especial, com o tipo de vela. Todavia, e como ponto de partida para as indispensáveis experiências, indicam-se as seguintes fórmulas, usadas com bons resultados por conhecidos especialistas:

	Rodagem	Vulgar	Com vela fria	Com vela quente
Álcool metílico	60 %	66 %	50 %	35 %
Óleo de rícino	40 %	34 %	25 %	25 %
Nitrometano ou nitrobenzeno	–	–	25 %	40 %

REGULAÇÃO E AFINAÇÃO DE MOTORES

Nada como a prática pode fornecer, a quem não está familiarizado com os motores de Aeromodelismo, o *segredo* para pôr em marcha e regular estes motores.

No entanto, existem algumas regras que, a observarem-se, facilitarão em muito o trabalho de arranque e de afinação.

Se não se conhece o motor, ou se se é iniciado neste assunto, não se deve tentar pô-lo a trabalhar colocado no modelo. Deve-se, sim, instalá-lo num banco de ensaio, que permite uma posição mais cómoda para o operador e não deixa vibrar o motor tão facilmente, nas primeiras operações de afinação.

Um banco de ensaio, simples, que todo o aeromodelista pode construir com facilidade, é o indicado na figura 175.

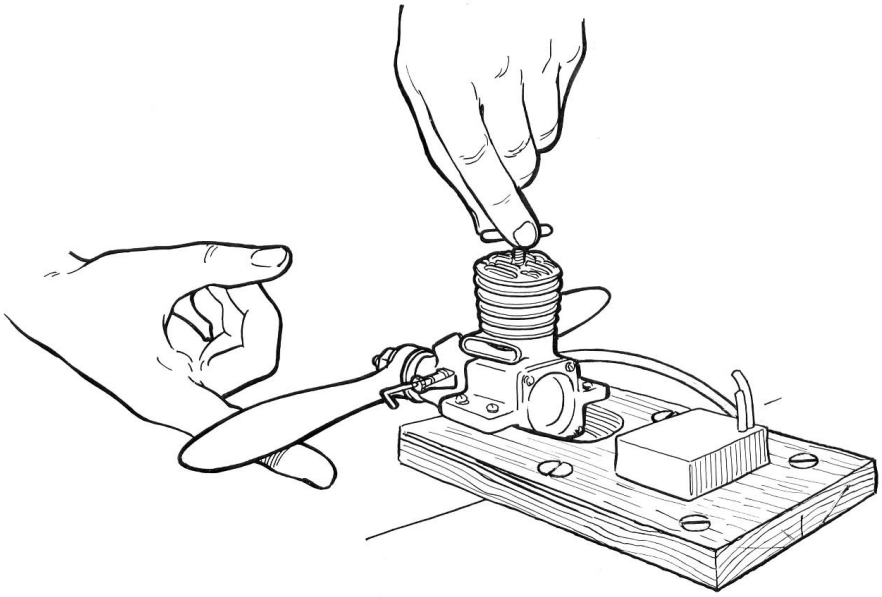


Fig. 175

Recorta-se, numa prancha de madeira rija (faia, freixo ou mesmo pinho), um rectângulo onde possa entrar o *carter* do motor. Praticam-se os furos para fixação e prende-se o tosco banco de ensaios a um torno de bancada sólido, ou aparafusa-se à própria mesa.

Se o motor for de aperto radial, basta praticar na prancha de madeira os furos para a passagem dos parafusos de fixação.

O depósito de combustível pode prender-se com elásticos sobre a prancha de madeira.

A figura 176 mostra um banco de ensaios tipo universal, que, por deslocação das patilhas laterais, esquerdas ou direitas, permite receber motores com quaisquer dimensões de *carter*.

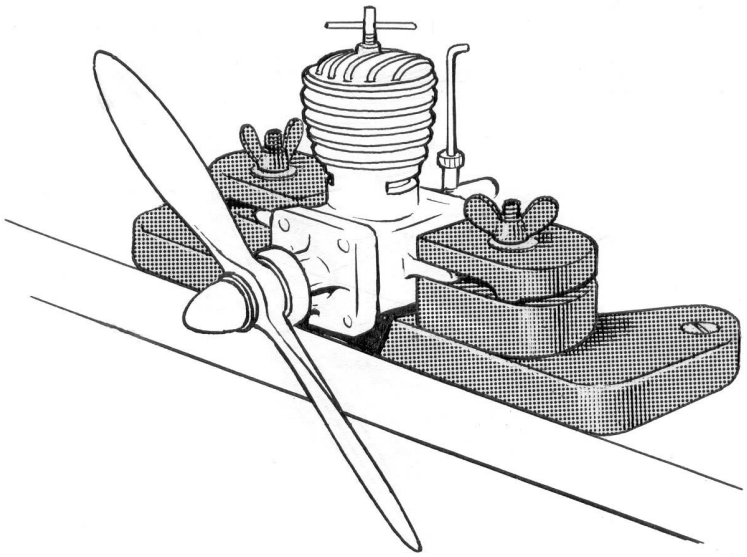


Fig. 176

Depois do motor fixado e antes de o pôr a trabalhar, instala-se o hélice na posição mais conveniente, tendo o cuidado de verificar se ele se encontra equilibrado.

A posição, considerada pela maior parte dos aeromodelistas como a mais cómoda para operar (fig. 175), obtém-se apertando o hélice horizontalmente, estando o pistão a iniciar a compressão.

Vejamos, então, como se põem em marcha, e se afinam, os dois tipos de motores mais usados em aeromodelos: *Diesel* e *glow-plug*.

Motores «Diesel»

Depois de se encher o depósito com o combustível apropriado, abre-se a agulha do carburador três ou quatro voltas. Procura-se depois aspirar a mistura do depósito, tapando com o dedo a abertura do *venturí*, ao mesmo tempo que se roda o hélice duas ou três vezes. O tubo de plástico, portador da mistura do depósito para o motor, deve assim ficar *ferrado*, isto é, completamente cheio de combustível e isento de bolhas de ar.

Impulsiona-se, agora, vigorosamente o hélice.

Após algumas voltas, começa a sentir-se um bater característico do motor, que denota um aumento de compressão. Isto significa que a mistura chegou à parte superior do êmbolo e está prestes a dar-se a combustão.

Logo que o motor pega, deve aumentar-se a compressão, fazendo rodar a respectiva chave, para se obter um funcionamento regular. Em seguida, fecha-se gradualmente a agulha do carburador, para aumentar a velocidade de rotação.

A afinação óptima consegue-se fazendo variar a chave de compressão e a agulha até obter o máximo do r. p. m.

Diz-se que um motor atingiu a afinação óptima quando a sua velocidade rotacional é máxima, em função de determinado hélice e combustível. Nestas circunstâncias, ele deve trabalhar sem falhas de explosão, não libertando pelo escape fumos visíveis.

Infelizmente, a maior parte das vezes, especialmente se o motor é novo ou se o operador não possui ainda a experiência necessária, o motor não pega com facilidade.

Um dos mais frequentes inconvenientes é deixar que o motor se afogue.

Um motor afoga-se quando aspira grande quantidade de combustível sem o queimar. Nestas condições, a superabundância de mistura, no *carter* e na câmara, impede que o combustível seja pulverizado e entre em combustão.

Os sintomas são facilmente identificáveis: o combustível sai, com relativa abundância, pela janela de escape e, ao rodar o hélice, nota-se um certo endurecimento e até, quando o afogamento é excessivo, a impossibilidade de vencer a compressão.

A solução é, no entanto, simples: leva-se o pistão ao p. m. i. e sopra-se pela janela, ou, melhor ainda, *deita-se* o motor e roda-se o hélice, devagar, algumas vezes, para que a mistura em excesso saia pelo escape.

Se o motor está, apenas, ligeiramente afogado, basta fechar a agulha do carburador, aliviar a compressão e impulsionar o hélice até queimar o combustível remanescente.

Muitas vezes o motor afoga-se porque, no arranque, lhe foi dada uma compressão muito baixa, insuficiente para assegurar as explosões iniciais.

Assim, se o motor não pega, logo aos primeiros impulsos dados ao hélice, deve-se ir aumentando, gradualmente, a compressão, até se verificarem as primeiras explosões.

É também boa norma introduzir pelo escape uma ou duas gotas de mistura, depositando-as directamente sobre o pistão. Esta prática, bastante usada, favorece em muito o arranque.

Outro percalço frequente na partida: o motor pega, roda a alta velocidade e pára.

Isso quer dizer que a agulha está demasiado fechada. O motor queima rapidamente a mistura acumulada no *carter* e na câmara e pára, por insuficiência de aspiração.

Se o motor pega, rodando vagarosamente e acaba por parar, é porque a agulha está bastante aberta e a compressão é muito elevada.

No que se refere ao arranque, convém ter sempre presente que, quanto mais frio estiver o motor, mais compressão ele necessita para pegar.

Por outro lado, quando o motor está muito quente, ele arrancará com uma compressão baixa, idêntica à da afinação óptima.

Se, durante o funcionamento, o motor emitir um som metálico e agudo, é porque está demasiado comprimido para a quantidade de mistura que está a ser admitida. Neste caso, ou se aperta a agulha ou se alivia a compressão.

Se, pelo contrário, a agulha estiver muito fechada ou a compressão for muito reduzida, o regime de trabalho será irregular, notando-se falhas de explosão.

De qualquer modo, porém, e para nos assegurarmos de que o motor está a rodar no máximo regime, basta fazer variar a chave de compressão e a agulha e comparar os diferentes rendimentos obtidos.

Ao apertar a chave, para além do ponto óptimo, o motor denunciará um esforço, que se manifesta por uma diminuição de rotações e pela emissão de um som abafado característico.

Se a chave for aliviada em demasia, o ciclo regular das explosões sofrerá interrupção e o motor começa a falhar.

Também, se se abrir a agulha do carburador, mais do que o devido, a carburação, mais rica, libertará fumos pelo escape e o motor reduzirá as rotações. Ao contrário, se se fechar demasiadamente a agulha, o motor entra a falhar e pára.

Quando um motor *Diesel* trabalha com uma mistura nitrada, há necessidade de utilizar no arranque, com o motor frio, uma compressão mais alta. No entanto, depois do motor quente, a compressão óptima será mais baixa do que a normalmente requerida para combustíveis vulgares.

Além da maior potência que proporciona, esta é mais uma vantagem dos combustíveis que incluem nitrato ou nitrito de amilo na sua composição.

No que respeita à afinação dos motores, em relação às características do hélice, convém observar que um motor rodando com um hélice grande necessita de pouca compressão e mistura rica, ao passo que um hélice pequeno, em virtude de permitir regimes mais elevados de rotação, necessita de maior compressão e mistura mais pobre.

Resta ainda acrescentar que, durante o período de rodagem, não deve levar-se, logo nas primeiras tentativas, o motor ao ponto óptimo de afinação. Emprega-se uma compressão baixa com mistura rica.

Contudo, quando o motor estiver mais solto, pode levar-se, por períodos curtos, ao máximo regime, mas sempre com hélices de diâmetro superior àquele com que o motor irá trabalhar depois de rodado.

Motores «glow-plug»

A diferença entre os motores *glow-plug* e *Diesel* reside, essencialmente, no sistema de inflamação.

Enquanto nos primeiros a mistura entra, espontaneamente, em combustão, mercê da elevada compressão a que é submetida, nos segundos a inflamação é assegurada, conjuntamente, pela compressão (menor, todavia, que nos motores *Diesel*) e por uma vela de incandescência.

A técnica usada para pôr em marcha e regular um *glow-plug* é idêntica à descrita para os *Diesel*. Apresenta até, de certo modo, menor dificuldade, em virtude de não ser necessário conjugar a admissão da mistura com a compressão; e isto porque o volume da câmara de combustão é fixo, havendo que manejar, apenas, a agulha do carburador.

Há, no entanto, que fornecer à vela a corrente necessária para lhe manter a incandescência, tornando-se indispensável dispor de uma pilha ou acumulador, com uma tensão de 1,5 a 2 vóltios.

Nos bornes do acumulador, ou pilha, soldam-se ou fixam-se dois fios, cujos terminais se põem em contacto com a vela. Um deles, positivo ou negativo, indistintamente, deve ligar-se ao pólo da vela e o outro à massa em qualquer ponto do motor, como aletas, janela de escape, parafusos de fixação, etc.

Para o arranque, e da mesma forma que para os motores *Diesel*, começa por se abrir a agulha do carburador e aspira-se a mistura para o motor, tapando o *venturi*.

Roda-se o hélice, em seguida, algumas vezes, para levar a mistura à câmara. Nesta altura, liga-se o acumulador à vela.

Estabelecido o circuito, ela deve tornar-se incandescente. A luz viva, emanada da vela, vê-se claramente pela janela de escape.

Aos primeiros impulsos dados ao hélice, o motor deve começar a trabalhar.

Vai-se então fechando, gradualmente, a agulha até obter o máximo de rotação.

Quando o motor começa a acelerar, retiram-se as ligações do acumulador e ele manter-se-á a funcionar regularmente.

Como já atrás se disse, a vela necessita de corrente apenas no arranque.

Depois, é a elevada temperatura das explosões e o efeito de catálise dos gases libertados pelo metanol que a manterá incandescente.

Os motores *glow-plug*, na maior parte dos casos, arrancam com mais facilidade, se se afogarem ligeiramente.

Assim, é de boa norma rodar diversas vezes o hélice, com a vela desligada, e deitar umas gotas de combustível pelo escape e pelo *venturi*.

No entanto, como facilmente se depreende, se se exagerar a quantidade de combustível, o motor pode afogar-se.

Um *glow-plug*, quando está afogado, ou não consegue fazer explodir a mistura (o excesso de combustível pode ter encharcado a vela e ela não atinge a temperatura necessária), ou, se pega, dá algumas explosões, reduz de rotação e pára. Para o desafogar, procede-se da mesma forma que para os motores *Diesel*.

No arranque, pode ainda surgir um outro contratempo: o motor arranca, acelera ao máximo e pára. Nestas circunstâncias, ele tem insuficiência de carburante. Abrir-se-á, portanto, a agulha, tornando a mistura mais rica.

Por vezes, os insucessos no arranque devem-se ao sistema eléctrico.

Assim, se a alimentação é correcta e o motor não pega, deve desconfiar-se do conjunto bateria-cabos-vela.

Neste caso, retira-se a vela do motor e liga-se à bateria. Ela deve atingir o rubro branco, ou, pelo menos, a incandescência não deve desaparecer quando se sopra o filamento.

Se a vela se apaga, quando soprada, mais facilmente perderá a incandescência pelo contacto do combustível atirado pelo pistão, no arranque. Nestas circunstâncias, ou a bateria não está convenientemente carregada ou as ligações estão defeituosas.

Se, por outro lado, a vela não acende, pode o circuito estar interrompido, seja por mau contacto dos terminais, seja por quebra do próprio filamento da vela, seja ainda por rotura dos fios condutores.

A vela pode ainda estar em curto-circuito. O filamento, por virtude do uso prolongado, ou por qualquer outra razão, pode ter-se descentrado e, encostando-se ao corpo da vela, fazer contacto à massa.

Neste caso poder-se-á recuperar a vela se se conseguir levar o filamento ao seu lugar respectivo, sem o partir.

Com a bateria há que ter cuidados especiais. Ela deve encontrar-se sempre suficientemente carregada e com os bornes bem limpos.

O electrólito deve cobrir as placas, acrescentando-se água destilada, sempre que o líquido desça abaixo do nível.

Os fios condutores devem ter terminais soldados, que se ajustem perfeitamente aos bornes da bateria, para evitar fugas de corrente prejudiciais. As pontas que ligam ao motor devem estar dotadas de garras próprias, sendo as mais aconselháveis as que se encontram no mercado com a designação de «cabeças de crocodilo».

É de toda a vantagem que um dos fios condutores seja mais curto do que o outro. Assim se evitará que as pontas se toquem, fechando o circuito. Se isso acontecer, a bateria descarregar-se-á rapidamente, podendo mesmo sofrer fortes danos.

Dado que muitas velas não suportam os 2 vóltios fornecidos pelas baterias, devem empregar-se cabos condutores bastante compridos (da ordem dos 2,5 m) para provocar a queda da voltagem.

Nos E.U.A. são muito usadas pilhas secas de 1,5 vóltios (do tipo pilha de telefone), razão por que a maior parte das velas são construídas para trabalharem àquela voltagem.

As pilhas secas têm, no entanto, o inconveniente de se descarregarem rapidamente, esgotando-se mesmo quando em repouso prolongado.

Assim, e em especial quando elas já estejam cansadas, usa-se ligar duas ou mais em paralelo (fig. 177), a fim de se obter uma maior amperagem e um aumento de duração das pilhas, que, em muitos casos, atinge quatro vezes mais.

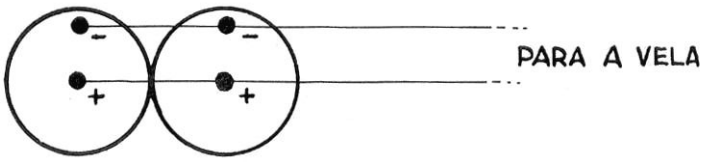


Fig. 177 – Ligação de duas pilhas em paralelo

Disse-se atrás que a percentagem de produtos nitrados a incluir nas misturas depende do tipo de vela a utilizar.

Por outro lado, sabe-se que, nos motores *Diesel*, ao aumentar a compressão, para acelerar o motor a fundo, provoca-se o avanço da ignição, isto é, obriga-se a mistura a explodir antes de o pistão atingir o p. m. s. Assim se dará tempo a que a combustão se complete dentro do cilindro, aproveitando todo o combustível interessado.

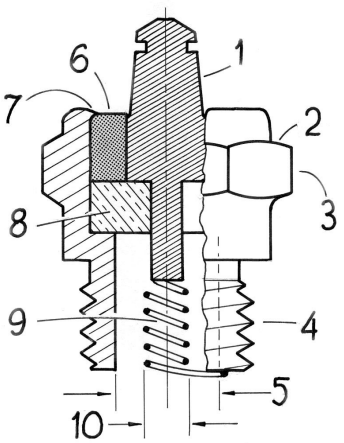


Fig. 178 – Vela de incandescência

1 – Borne central, de aço ou latão
2 – Corpo, de aço laminado, cromado, prateado ou oxidado azul-escuro
3 – Sextavado para chave de 5/16"
4 – Rosca de 1/4", 32 fios
5 – Diâmetro da cavidade
6 – Vedante resistente a altas temperaturas e pressões. Vidro ou outro composto
7 – Cravação para reter os isolantes
8 – Isolador eléctrico e térmico de asbestos ou cerâmica
9 – Filamento de platina ou liga de platina irídio (90 % + 10 %) com diâmetros de 0,15; 0,20; 0,22; 0,25 ou 0,30 mm
10 – Diâmetro das espiras.

Quando, pelo contrário, a explosão se inicia [12] apenas no momento em que o pistão atinge o p. m. s., grande parte do combustível é desperdiçado ao sair, antes de tempo, pelo escape, não se aproveitando, portanto, os efeitos de uma combustão completa.

Nos motores *glow-plug*, como não é possível fazer variar a compressão, o avanço da ignição obtém-se com o emprego de combustíveis mais nitrados ou usando velas mais quentes.

Assim, quanto mais quente, ou mais nitrado, for o combustível, tanto mais cedo se dará a combustão (sabe-se que os produtos nitrados fazem baixar o ponto de ignição da mistura) e, portanto, tanto maior será o avanço à ignição. Da mesma forma, quanto mais quente for a vela, mais cedo, também, se dará a combustão.

Assim se conclui que, para avançar a ignição nos motores *glow-plug*, se deve usar para a mesma vela um combustível mais quente e para o mesmo combustível uma vela também mais quente.

E o que são velas quentes? e velas frias?

Os termos são relativos; esta vela é mais quente do que aquela ou mais fria do que aqueloutra.

De um modo geral, pode definir-se como vela quente aquela que permite que maior quantidade de mistura atinja o seu filamento.

A característica que mais influencia a temperatura de uma vela é a maior ou menor área do filamento exposta ao combustível. Quanto maior for a área exposta, maior quantidade de mistura será aquecida.

Também uma massa maior de arame do filamento reterá mais calor, mantendo mais facilmente a temperatura na explosão seguinte.

Se a espiral do filamento se encontrar muito próxima das paredes da cavidade, deixará irradiar calor para o canhão e a vela será mais fria.

Se o corpo da vela for dourado ou niquelado, o calor reflectir-se-á e a vela será mais quente.

Em certas circunstâncias de trabalho, o filamento pode deslocar-se dentro da cavidade, aproximando-se a um dos lados, ou comprimindo-se para dentro. Nestes casos, a vela tornar-se-á mais fria.

Esta constitui mesmo uma solução de emergência para ajustar a temperatura de uma vela. Puxando ou empurrando ligeiramente o filamento, torna-se a vela mais ou menos quente.

Assim, e sintetizando, os principais elementos da vela que determinam a sua posição na escala de temperaturas são os seguintes:

1 – O diâmetro e o comprimento do arame que constitui o filamento;

2 – O diâmetro da espiral do arame e o diâmetro da cavidade em relação ao da espiral;

3 – A posição do filamento dentro da cavidade.

---

[12] A explosão, na verdade, não é instantânea; leva um certo tempo a completar-se. Nos motores de aeromodelismo o tempo útil de explosão pode estimar-se em cerca de meio milésimo de segundo, caso de um motor rodando a 15 000 r.p.m.

A vela é demasiado fria ...

Ajudam-nos a concluir que uma vela é demasiado fria, para um dado combustível e para uma determinada taxa de compressão, os sintomas seguintes:

- quando, sempre que se tenta pôr o motor em marcha, as explosões são fracas e ele não pega. Isto pode ser também início de bateria fraca;
- quando o motor não afina, apesar de se fechar a agulha, emitindo um som surdo no escape;
- quando o motor baixa de rotação ao desligar da bateria, aumentando o número de r.p.m. quando se liga de novo a corrente. Em certos casos, pode também ser sintoma de que a vela está defeituosa;
- quando o motor, em voo, se for afogando progressivamente. Isto dá-se em virtude do aumento de arrefecimento da vela em presença da corrente de ar.

A vela é demasiado quente ...

Se a vela é demasiado quente para as restantes condições existentes, podem verificar-se os seguintes sintomas:

- no arranque, o motor *pateia*, invertendo a rotação. Sintoma idêntico se verifica quando se fornece 2 vóltios a uma vela de 1,5;
- ao apertar a agulha, de modo a empobrecer a mistura, o motor não atinge gradualmente o máximo de rotações. Quando em voo, a mistura torna-se rica, repentinamente.
- o motor tende a sobreaquecer e a baixar de rotações (ratear do escape), embora tenha sido regulado com a mistura ligeiramente rica;
- o escape emite cacarejos agudos (som de frigir ovos), sobrepondo-se ao som normal do motor. Nestas circunstâncias, está a dar-se pré-ignição, ou detonação, o que provoca perda de potência, enorme sobreaquecimento e um desgaste anormal, que pode levar à destruição do motor.

Escala de temperaturas

Indica-se, nas tabelas a seguir, as velas mais conhecidas por ordem decrescente de temperaturas.

A primeira tabela refere-se a velas cujo comprimento do canhão roscado é de $^{7}/_{32}$" (5,5 mm).

A segunda tabela inclui apenas velas de canhão curto: $^{5}/_{32}$" (4 mm).

TABELA 1 – Velas de canhão comprido

Temperatura	Posição	Vela e construtor	Consumo de corrente a 1,5 vóltio	Consumo de corrente a 2 vóltios	Observações
Quente	1	K & K Idle Bar (45-19)	3,20 amp.	4,50 amp.	Fio grosso. — Rádio-*contrôle*.
	2	Johnson GL-1B	2,30 »	3,00 »	Vedante em cerâmica — corpo em aço inox.—Rádio-*contrôle*.
	3	Ohlsson Gold Seal	2,80 »	3,50 »	—
	4	Johnson GL 1	2,30 »	3,00 »	Mesmo de 1B sem o corpo inox.
	5	Super Tigre	2,80 »	—	Construída para motores de velocidade.
	6	Veco n.º 109	3,00 »	—	Topo em porcelana — acabado em oxidado escuro.
	7	Fox	1,95 »	2,80 »	—
	8	O. K. Glowtrol	1,80 »	2,42 »	Cavidade com casquilho de cerâmica.
	9	O. S. Platinum	1,70 »	2,40 »	Comprimento do canhão — 5 mm.
	10	Veco n.º 107	3,00 »	—	Vedante vidrado—acabado em oxidado escuro.
	11	O. K. G-2 619 Long	1,75 »	2,20 »	—
	12	Testors 40-1	3,75 »	—	Dourada — isolador de cerâmica — vedante vidrado.
Fria	13	K & B KB-1L	1,66 »	2,10 »	Baixo consumo de corrente — elemento extremamente durável.

TABELA 2 – Velas de canhão curto

Temperatura	Posição	Vela e construtor	Consumo de corrente a 1,5 vóltio	Consumo de corrente a 2 vóltios	Observações
Quente	1	K & K Idle Bar	3,65 amp.	5,20 amp.	Rádio-*contrôle*.
	2	Johnson GL-SB	2,30 »	3,00 »	Vedação garantida em cerâmica
	3	Thimble Drome (Hot-Spot) Catálogo n.º 321	2,90 »	—	Vedação em asbestos «Quinorga».
	4	Ohlsson Gold Seal	1,70 »	2,30 »	—
	5	Johnson GL-S	2,30 »	3,00 »	Vedante em cerâmica.
	6	Veco n.º 105	2,10 »	—	Isolante de calor em asbestos — vedante vidrado.
↓	7	Testors 40-2	2,60 »	—	Isolante de calor em cerâmica — vedante vidrado.
Fria	8	K & B KB-1S	1,55 »	—	Elemento extremamente durável.

RODAGEM

Quando um motor novo se põe, pela primeira vez, a trabalhar, ele funciona com uma certa dificuldade, não dando o máximo rendimento, porque às peças em contacto não foram ainda eliminadas as ligeiras imperfeições do acabamento de série. O motor necessita, pois, ser polido ou *rodado*.

A rodagem realiza-se fazendo trabalhar o motor a baixo regime, com misturas ricas em óleo e com hélices de diâmetro muito superior ao normalmente utilizado.

Este primeiro período de trabalho do motor é muito delicado, pelo que deve o operador revestir-se dos maiores cuidados.

Nos primeiros ensaios o tempo de funcionamento não deve ser muito prolongado, para que o motor não aqueça em demasia.

Assim, a primeira tentativa não deve ir além de meio minuto de funcionamento regular, a baixa rotação, após o que se deve deixar o motor em repouso, para arrefecer.

Sucessivamente, e à medida que se vai sentindo o motor mais solto, aumenta-se o tempo de trabalho e eleva-se também, progressivamente, o número de r.p.m.

Na fase final da rodagem, pode usar-se já um hélice mais pequeno e acelerar-se a fundo, por períodos curtos.

É essencial não deixar o motor aquecer muito; se ele estiver muito justo, pode provocar-se a gripagem do pistão.

O tempo total de rodagem, para a maior parte dos motores, varia entre uma e duas horas. No entanto, há motores que necessitam de três e mais horas de rodagem, por saírem da fábrica com o êmbolo muito justo ao cilindro.

CONSERVAÇÃO DOS MOTORES

Todos os motores, depois de terem trabalhado, quer em modelos, quer em bancada, devem ser convenientemente limpos.

Com um pano embebido em petróleo limpa-se das impurezas a mistura queimada, às quais se iriam agregar poeiras nefastas à boa conservação do motor.

Se o motor funcionou com uma mistura especial, nitrada, convém fazê-lo trabalhar, pouco que seja, com mistura normal, a fim de eliminar os resíduos nitrados, que, a ficarem depositados no *carter* e cilindro, iriam atacar os órgãos internos. O nitrometano, o nitrobenzeno e os nitritos em geral são grandemente corrosivos, atacando em especial as ligas de alumínio e magnésio.

Se o período de inactividade do motor for relativamente longo, deve introduzir-se pelo escape e pelo carburador algumas gotas de petróleo ou álcool metílico, consoante se trate de um *Diesel* ou de um *glow-plug*, e fazer rodar o veio da cambota, obrigando assim o líquido a chegar a todas as partes internas do motor e a fazê-lo sair pela janela de escape. Repete-se a operação diversas vezes, limpa-se o motor exteriormente e guarda-se, embrulhando-o num pano limpo, ao abrigo de poeiras e humidade.

MOTORES DE REACÇÃO

O motor de reacção, designado vulgarmente por «motor de jacto», ou simplesmente «jacto», baseia-se no princípio da acção e reacção.

Este princípio, como se sabe da Física, estabelece que à acção de uma força opõe-se outra força, com a mesma intensidade e de sentido oposto, a que se chama reacção.

Um motor de jacto é, fundamentalmente, constituído por uma câmara de combustão (aberta numa das faces), onde é feita explodir uma mistura de combustível e ar. A pressão gerada tende a exercer, sobre as paredes da câmara, forças diametralmente opostas e iguais duas a duas. No entanto, os gases queimados, ao saírem pela abertura de escape, não exercem pressão nesse ponto, ficando assim o sistema sob a reacção das forças que actuam na face oposta.

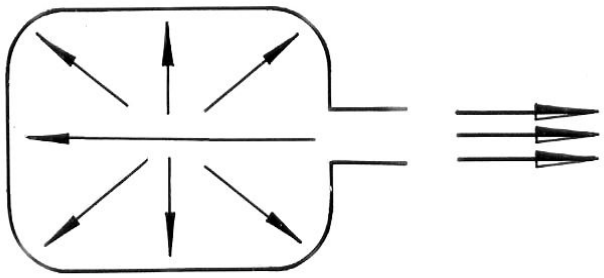


Fig. 179

O conjunto entra, pois, em movimento no sentido contrário ao da saída dos gases (fig. 179).

Por outras palavras: a elevada pressão gerada no interior provoca uma *acção*, determinada pela saída dos gases, que, por sua vez, cria uma *reacção*, de sentido contrário, que ocasiona o movimento.

Existem vários tipos de motores de reacção, como o estato-reactor, o turbo-reactor, o pulso-reactor e o foguete.

Destes quatro tipos de motores, praticamente só os dois últimos são utilizados em Aeromodelismo.

O *turbo-reactor* não é usado em modelos, em virtude da relativa complicação mecânica dos seus órgãos [*].

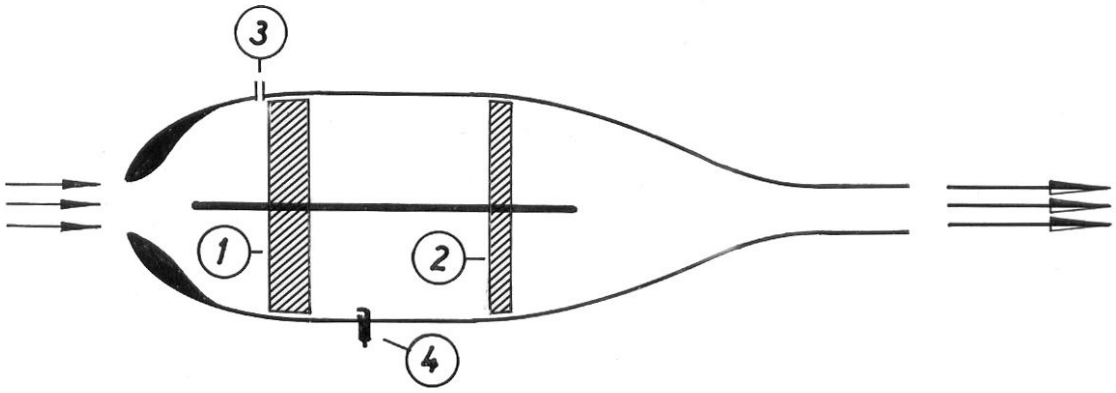


Fig. 180 – Turbo-reactor

1 – compressor
2 – turbina
3 – entrada de combustível
4 – vela para inflamar a mistura

No interior da câmara, estão montados, num eixo único, uma turbina e um compressor (fig. 180). O compressor, que, previamente, é posto em funcionamento, aspira e comprime fortemente o ar, que se mistura ao combustível, enviando-os para a câmara de combustão. A mistura é aí inflamada, por meio de um sistema eléctrico, libertando grande quantidade de gases que, antes de se escaparem violentamente para o exterior, impulsionam a turbina. Esta, por sua vez, acciona o compressor, mantendo assim a continuidade de trabalho.

O *estato-reactor* está também, praticamente, posto de parte em aeromodelos, em virtude de só poder entrar em funcionamento depois de lançado a certa velocidade. É constituído basicamente por um tubo de configuração especial, aberto em ambas as extremidades (fig. 181).

Depois de o motor se encontrar em movimento, o ar entra pela parte anterior, que tem a forma de um *venturi*, arrastando, na sua passagem, o combustível.

A explosão dá-se por inflamação eléctrica e os gases, ao escaparem-se a alta velocidade, criam uma depressão na parte anterior, que facilita nova aspiração de combustível, garantindo a continuação do funcionamento.

---

[*] **Nota da Edição Digital:** 40 anos são passados! Hoje, embora o turbo-reactor tenha uma aplicação restrita, até pelo seu elevado preço, o seu uso é relativamente corrente.

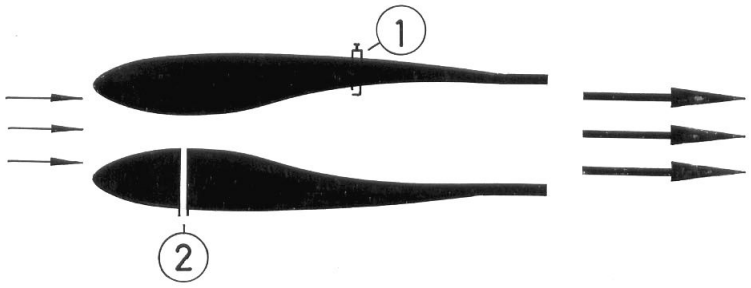


Fig. 181 – Estato-reactor

1 – vela para inflamação da mistura
2 – entrada de combustível

O *foguete* é o mais simples de todos os reactores. É constituído por uma câmara cilíndrica, onde é introduzida a carga de combustível, geralmente sólido.

O combustível, ao incendiar-se, produz grande quantidade de gases, que se expandem a alta velocidade para o exterior, através de um furo praticado numa das faces da câmara.

Os mais usados em aeromodelos são os que se encontram no mercado sob a designação comercial de «Jetex»· A potência destes foguetes é, contudo, muito reduzida, razão por que se empregam, exclusivamente, em modelos pequenos, de interesse muito limitado.

O *pulso-reactor* é o tipo de motor de reacção que possui características mais apropriadas ao Aeromodelismo. De uma simplicidade mecânica extraordinária, fornece potências apreciáveis.

Ao contrário dos restantes reactores, que fornecem um impulso constante, dado pelo reflexo de um jacto gasoso, saindo, sem interrupção, pelo tubo de escape, o pulso-reactor trabalha em regime pulsatório, proveniente das explosões de alta frequência, mas independentes, que se dão na câmara de combustão.

O número de explosões depende das dimensões da câmara, do comprimento do tubo de escape e da quantidade de combustível que o motor admite em cada ciclo.

A frequência das explosões, nos motores mais usados, é da ordem das 150 a 300 por segundo.

Vejamos como é constituído, em pormenor, um pulso-reactor, representado em esquema na figura 182.

O órgão básico do motor é o *tubo* (1), que serve de câmara de combustão e de escape.

Ele é construído em chapa de aço inoxidável, de cerca de 0,6 mm, metal particularmente resistente a altas temperaturas.

Na parte mais larga do tubo, está instalada uma *vela* (2), que serve para assegurar as explosões iniciais.

Esta extremidade anterior do tubo é tapada pela *cabeça* (3), construída em duralumínio e munida de aletas, que facilitam o arrefecimento.

A cabeça é furada interiormente, como mostra o esquema. Pelo *canal de admissão* (4), em forma de *venturi*, passa a mistura (ar + combustível), que vai entrar directamente na câmara de combustão através das *janelas de admissão* (5).

Na *ogiva* (6) é fixado o *carburador* (7), que é formado, apenas, por dois tubos unidos segundo um determinado ângulo: um que conduz o combustível, outro onde é ligado o compressor que assegura o jacto de ar para o arranque.

Há motores deste tipo dotados de carburadores reguláveis. No entanto, a maior parte deles não possui qualquer espécie de sistema para fazer variar a quantidade de combustível. O furo do pulverizador é calculado de forma a fornecer o débito necessário de gasolina para o perfeito funcionamento do motor.

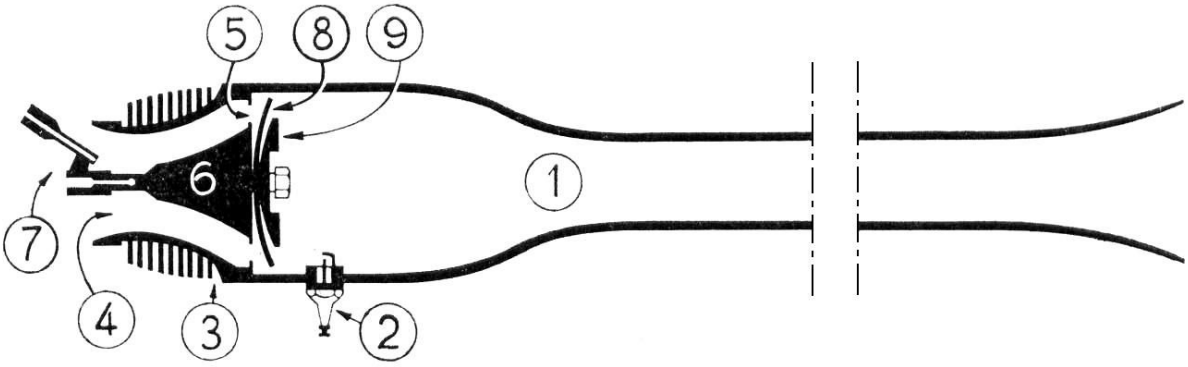


Fig. 182 – Pulso-reactor «Dyna-jet»

1 – câmara de combustão e tubo de escape
2 – vela
3 – cabeça do motor
4 – canal de admissão
5 – janelas de admissão
6 – ogiva
7 – carburador
8 – válvula vibradora
9 – limitador da válvula vibradora

As janelas de admissão, em número que varia de motor para motor, são tapadas na altura própria, pela *válvula vibradora* (8) (que, na gravura, se encontra em posição aberta), em forma de roseta, com tantas palhetas quantas as janelas de admissão. Construída em aço de cromomolibdénio, a sua amplitude de oscilação é regulada pelo *limitador* (9).

Vejamos agora como funciona um pulso-reactor.

Por meio de um pequeno compressor (usa-se, normalmente, uma bomba de encher câmaras-de-ar) injecta-se ar pelo respectivo tubo do carburador.

Este jacto de ar, assim introduzido no venturi, arrasta o combustível, através do furo do pulverizador, para a câmara de combustão. Aí, a vela incendeia a mistura, dando-se a primeira explosão.

Assim, e em virtude da elevada pressão gerada, a válvula fecha-se e os gases escapam-se pelo tubo de descarga.

A saída dos gases a alta velocidade determina, em seguida, na câmara uma depressão que provoca a abertura da válvula e uma nova aspiração de ar e combustível.

A mistura, logo que chega à câmara, incendeia-se pelo contacto com as paredes, altamente aquecidas, assegurando a continuidade das explosões, sem necessidade do sistema de inflamação eléctrico.

As explosões repetem-se assim a tal cadência, que dão a impressão de uma deflagração contínua, sem interrupção.

O arranque, como se disse, poderá ser assegurado por meio de uma vela que fornece a faísca.

Para isso, dispor-se-á de uma bateria de 4 a 6 vóltios e de um vibrador da alta frequência. Entre o vibrador e a bateria será intercalado um interruptor, para comandar o sistema.

Os fios de ligação devem ser de espessura conveniente e encontrarem-se bem isolados. As extremidades, dotadas de crocodilos, ligam-se, uma ao pólo da vela, outra à massa do motor.

Pode, no entanto, utilizar-se um outro sistema de inflamação. Faz-se chegar, junto da extremidade do escape, a chama de um maçarico.

Depois de algumas bombadas, fortes e longas, a chama do maçarico inflama a mistura pulverizada que sai pelo escape e iniciam-se assim as explosões.

Todas as operações de arranque devem ser executadas rapidamente, para que o motor não permaneça imóvel, durante muito tempo, pois a câmara de combustão atinge o rubro em menos de 10 segundos, quando o motor está parado. Um arrefecimento insuficiente pode provocar deformações no motor.

Por idêntica razão, não devem estes motores ser instalados no interior de modelos com arrefecimento insuficiente ou mesmo em modelos muito lentos. Uma corrente de ar de baixa velocidade poderá proporcionar-lhes um excessivo aquecimento.

Assim, as ligações do vibrador e da bomba de ar devem poder-se retirar rapidamente depois do motor em marcha, de modo a reter o modelo no chão o menos tempo possível.

DEPÓSITO DE COMBUSTÍVEL

O depósito é um dos elementos mais importantes do grupo motopropulsor. Da sua forma ou da sua posição no modelo depende, em grande parte, o bom ou mau funcionamento do motor.

Só alguns motores de pequena cilindrada são fornecidos pelo fabricante com o depósito incorporado. Para os motores de maior cilindrada, tem o aeromodelista de o construir, dando-lhe uma forma compatível com o tipo de motor e com as características do modelo a que se destina.

Os depósitos, na sua maior parte, são construídos de chapa de latão fina (0,1 a 0,3 mm de espessura), soldada a estanho, materiais que resistem suficientemente à acção corrosiva dos combustíveis *diesel* e *glow-plug*, que normalmente se utilizam. Há, no entanto, quem adopte, para a sua construção, muitos outros materiais, como: a gelatina, que não resiste, porém, ao combustível *glow*, o plástico, o alumínio, a folha-de-flandres, etc.

A capacidade do depósito depende, como é evidente, da duração de funcionamento do motor, que se pretende, e do seu consumo.

Assim, o depósito de um motomodelo de voo livre será de capacidade muito reduzida, em virtude de o tempo de motor requerido ser muito diminuto. Já o mesmo motor, montado num modelo de Acrobacia, para poder cumprir todas as figuras que os programas exigem, necessitará de um depósito muito maior.

Por outro lado, e para o mesmo tempo de funcionamento, quanto maior for a cilindrada do motor, maior será o consumo e, portanto, maior terá de ser o depósito.

Há, todavia, que limitar ao mínimo a sua capacidade, em especial nos modelos de competição. Mais adiante se verá que, quanto mais elevada for a quantidade de combustível, maiores serão, durante o voo, as variações do regime de trabalho do motor, regime que se pretende, na maior parte dos casos, seja inalterável.

Forma do depósito

No que respeita à forma do depósito, a mais usada é a do paralelepípedo rectangular. Há, no entanto, muitas outras formas que podem ser adoptadas, ou por imposição do espaço disponível no modelo, ou por determinação de casos especiais inerentes a algumas modalidades de competição.

O quadro da figura 183 mostra a diversidade de formas que os depósitos de combustível podem tomar, em função das modalidades e casos mais frequentes.

De qualquer modo, porém, qualquer que seja a sua forma, os depósitos de combustível clássicos são sempre dotados de três tubos: um para alimentação do motor, um para enchimento e outro para ventilação.

Vejamos como devem ser instalados esses tubos.

Quando em repouso, o combustível, em virtude do próprio peso, deposita-se no fundo do tanque. No entanto, quando o modelo se encontra em movimento acelerado, por efeito da inércia, o combustível é projectado contra a parede traseira. É o que acontece, por exemplo, nos depósitos montados em motomodelos de voo livre.

Neste caso, a extremidade do tubo de alimentação deverá encontrar-se no fundo e próximo da parede da retaguarda do tanque, a fim de se encontrar sempre mergulhada no carburante.

Os tubos de enchimento e ventilação devem instalar-se à frente e em cima, entrando no depósito apenas o suficiente para se obter uma boa soldadura.

Em alguns modelos de Velocidade e Corridas é ainda costume dirigir as entradas frente à corrente de ar. Assim se criará, no interior do depósito, uma ligeira pressão, que poderá provocar um aumento de r. p. m.

Este sistema tem ainda a vantagem de evitar que os tubos, dado o seu reduzido diâmetro interior, se transformem, eventualmente, em pulverizadores e, assim, favoreçam o rápido esvaziamento do depósito.

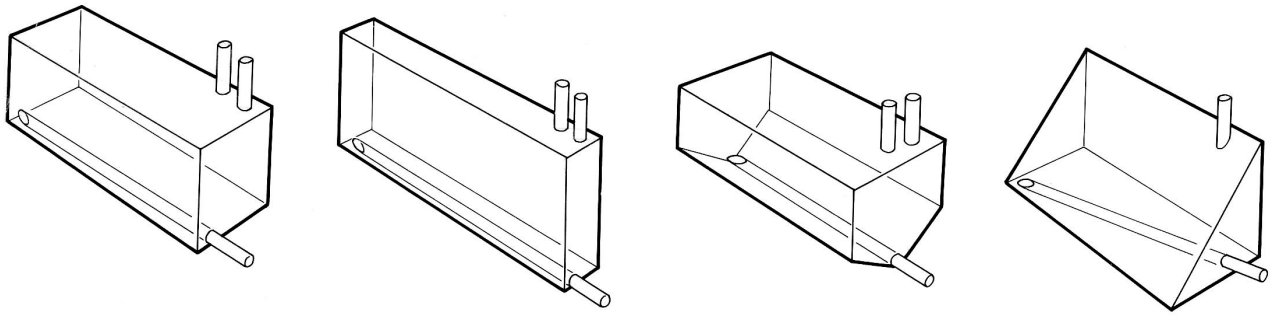


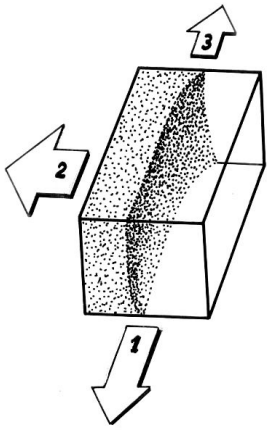
Fig. 183

Nos depósitos que equipam os modelos de voo circular, há ainda que entrar em consideração com uma outra força – a força centrífuga – que tende a projectar o combustível contra a parede lateral, do lado de fora do círculo de voo.

De todas as forças que actuam sobre o combustível, num modelo de voo circular em voo, é a força centrífuga aquela que se faz sentir com maior intensidade, motivo por que o carburante toma, no depósito, a forma aproximada que a figura 184 representa.

Assim, nestes depósitos, a extremidade do tubo de alimentação do motor deve situar-se no canto traseiro inferior, junto da parede do lado de fora do círculo. Os tubos de enchimento e de ventilação devem estar instalados no canto diametralmente oposto.

Fig. 184 – 1 – movimento
2 – força centrífuga
3 - inércia



Posição do depósito

A posição em que, normalmente, se coloca na fuselagem o depósito de combustível, em relação ao motor, é a indica da na figura 185.

Em primeiro lugar, ele deve ser colocado o mais próximo possível do motor, para assegurar uma aspiração contínua do combustível.

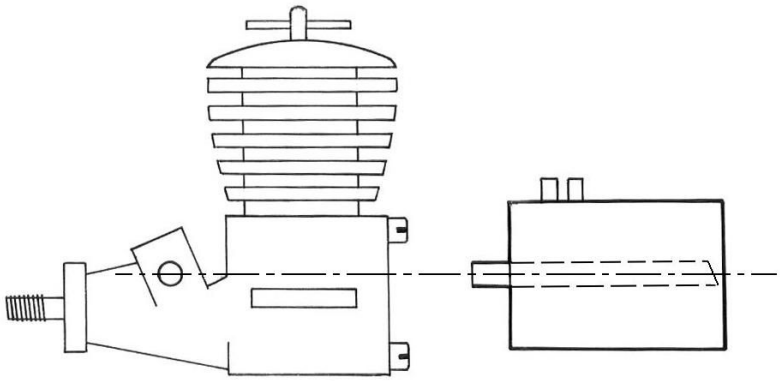


Fig. 185

Se o depósito estiver demasiado afastado do motor, a depressão gerada no *carter* pode ser insuficiente para aspirar a quantidade de combustível necessária a uma boa carburação, podendo mesmo fazer parar o motor.

Em segundo lugar, o eixo longitudinal do depósito deve encontrar-se ao nível do carburador, em especial nos modelos de Acrobacia. Se o depósito se encontrar muito alto, o combustível, por efeito da gravidade, correrá em abundância para o carburador, afogando o motor. Se, por outro lado, ele for instalado a um nível inferior ao do carburador, a aspiração far-se-á com dificuldade, dando lugar a um funcionamento deficiente do motor.

Todavia, nalgumas modalidades, como Velocidade e Corridas, torna-se, por vezes, necessário deslocar o depósito lateralmente ou em altura, a fim de se conseguir um maior ou menor débito de combustível, consoante as circunstâncias. Nestes casos, porém, será o resultado de experiências sucessivas que determinará a posição ideal do depósito.

Com o modelo parado, e supondo que a tomada do carburador está ao nível da parte superior do tanque, o combustível só passará para o motor quando este o aspirar.

No entanto, com o modelo em voo, as coisas passam-se de uma forma bem diferente.

Observemos a figura 186. Com o depósito cheio, o combustível que se encontra à direita da linha do carburador, isto é, do lado de dentro do círculo em relação à tomada de combustível no motor, tende a entrar no carburador com uma certa pressão, em virtude da força centrífuga.

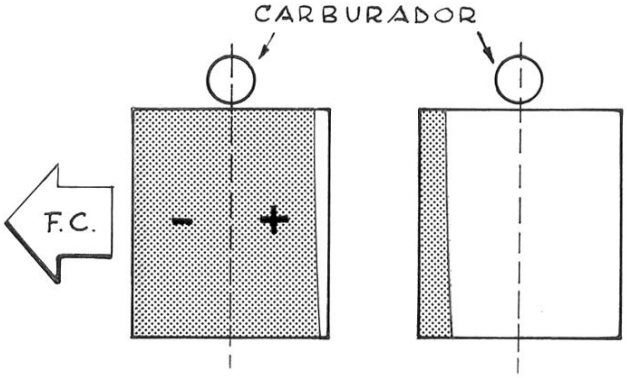


Fig. 186

Cria-se, portanto, uma pressão, que se pode denominar pressão positiva, a qual força o combustível a entrar no carburador. O motor, com o depósito cheio, não terá, por conseguinte, dificuldade em aspirar o carburante; antes pelo contrário, ele, por si só, tenderá a entrar no carburador por força dessa pressão.

Sabe-se, todavia, que o combustível, no voo circular, se acumula sempre junto da parede do depósito, da parte de fora do círculo, assumindo uma posição de equilíbrio, cuja superfície livre do carburante se aproxima da vertical.

Assim, quando essa superfície livre ultrapassa a perpendicular do carburador, a pressão que, até aí, tinha o valor positivo, passa a negativa, pois a força centrífuga que continua a actuar sobre o combustível contraria agora a aspiração do carburante por parte do motor.

Se, no início do voo, aquela pressão positiva tendia a provocar um afogamento do motor, com o depósito quase vazio, a pressão negativa origina um empobrecimento da mistura.

Compreende-se, portanto, que as alterações na carburação, verificadas entre o início e o fim do voo, serão consideráveis, tanto mais quanto maior for a diferença das pressões, isto é, quanto mais largo for o depósito.

Dado ainda que essa pressão é função da força centrífuga, as alterações na carburação durante o voo serão também tanto maiores quanto mais elevada for a velocidade e quanto menor for o raio do círculo [13].

Depósitos para modelos de Acrobacia

No voo circular, um dos depósitos que requer uma construção especial é o de Acrobacia. Na realidade, estando os modelos de Acrobacia sujeitos a bruscas mudanças de posição e

---

[13] A força centrífuga varia na razão directa da massa e do quadrado da velocidade, e na razão inversa do raio.

$$FC = \frac{M \cdot V^2}{r}$$

velocidade, que tendem a provocar alterações no regime de trabalho do motor, necessitam de estar dotados de um depósito que não só possa alimentar o motor sem interrupção, quer nas posições de voo normais, quer nas invertidas, como possibilitar um débito de combustível, tanto quanto possível constante.

Assim, o tipo de depósito que mais se emprega em Acrobacia é o representado na figura 187. A extremidade interior do tubo de alimentação situa-se a meio da altura e os restantes dois tubos entram no depósito até à parede contrária, como indica a gravura.

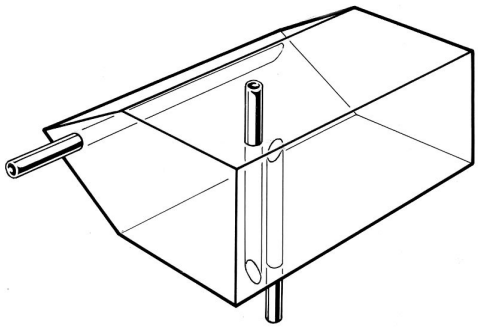


Fig. 187

Nos modelos de Acrobacia, equipados com motores de grande cilindrada, é costume compartimentar interiormente o depósito, ou enchê-lo com palha de aço, a fim de impedir o chocalhar do combustível nas manobras bruscas (fig. 188).

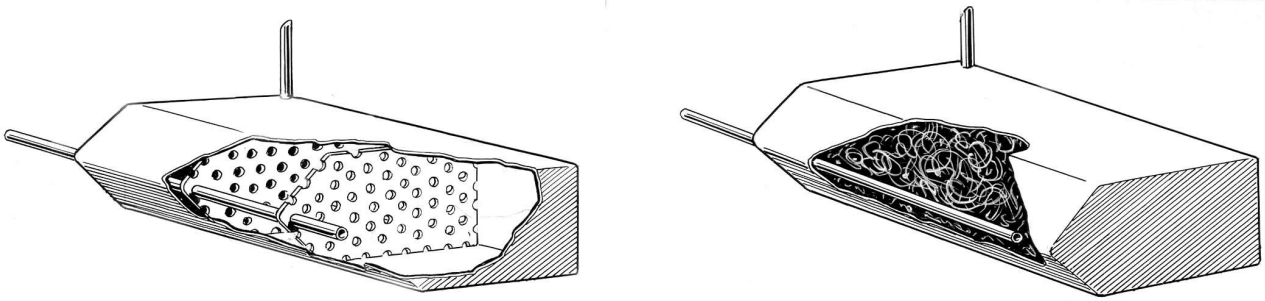


Fig. 188

Depósitos para modelos de Velocidade

Também os depósitos para modelos de Velocidade requerem atenções especiais.

Dada a elevada velocidade que estes modelos atingem, a força centrífuga assume valores notáveis, influindo grandemente na regularidade de funcionamento do motor.

Assim, utilizam-se depósitos, estreitos e altos, para que o valor daquela força interfira o menos possível na carburação.

Todavia, os depósitos de combustível mais apropriados para modelos de Velocidade, e também muito usados em Acrobacia, são os chamados *depósitos de pressão*.

Obtém-se facilmente um depósito de pressão, utilizando os reservatórios de borracha das canetas de tinta permanente.

Une-se fortemente, com fio de *nylon*, o reservatório de borracha ao tubo plástico que conduz ao carburador. Normalmente, usa-se revestir o reservatório com um balão de borracha pequeno, para que se não rompa facilmente em contacto directo com as paredes da fuselagem e para lhe assegurar um esvaziamento completo.

No tubo de plástico, pode intercalar-se, como indica a figura 189, uma pequena válvula, do tipo dos interiores das câmaras-de-ar de automóvel, que permitirá o enchimento do depósito e não deixará sair o combustível.

O funcionamento destes tanques é relativamente simples.

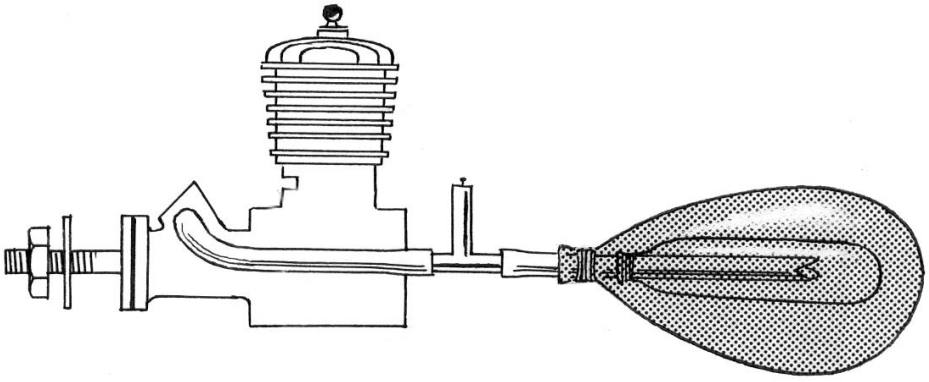


Fig. 189

Por meio de uma seringa, injecta-se através do tubo que encerra a válvula o combustível necessário. O reservatório de borracha dilatar-se-á, portanto, mantendo o carburante sob pressão. A fim de expulsar o ar do interior do reservatório, leva-se o tubo de plástico ao topo (fig. 190) e aperta-se o balão até que todo o ar saia pelo carburador.

Para pôr o motor em marcha, abre-se ligeiramente a agulha do carburador e impulsiona-se o hélice. Com estes depósitos é conveniente usar um arrancador, pois assim se evitará que o motor se afogue, em virtude do fluxo constante de combustível que o depósito fornece.

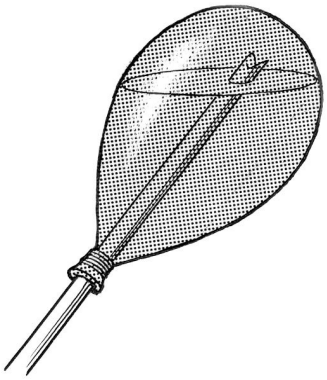


Fig. 190

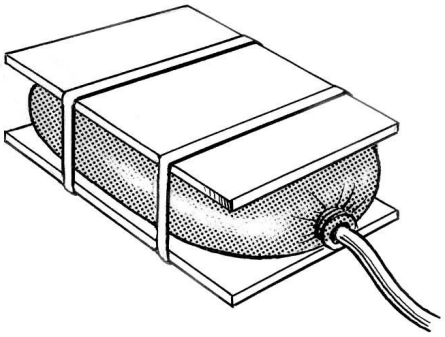


Fig. 191

Um outro tipo de depósito de pressão, utilizando ainda um pequeno e resistente balão de borracha, é o apresentado na figura 191.

O reservatório instala-se entre duas pequenas pranchas de madeira, que o comprimem com o auxílio de elásticos circulares.

Têm, no entanto, estes depósitos de borracha o inconveniente de não fornecerem uma pressão rigorosamente constante do princípio ao fim do voo. Quando cheios, exercem sobre o combustível uma elevada pressão que vai diminuindo gradualmente a medida que o carburante se vai gastando.

Modernamente, usa-se um outro tipo de depósito que aproveita a pressão do *carter* do motor.

Existem já muitos motores de fabricação recente que são dotados de um dispositivo que permite ligar facilmente o *carter* ao reservatório de combustível.

A forma a dar a estes depósitos não é muito importante. Normalmente, usa-se aquela que melhor se adapte ao espaço disponível na fuselagem. Como condição principal, impõe-se, no entanto, que as paredes sejam suficientemente sólidas para suportar a pressão e que as soldaduras das uniões sejam também resistentes.

O depósito é ligado por um tubo ao *carter* do motor. É este tubo que lhe transmite a pressão gerada no *carter*.

Os tubos de ventilação são instalados na parede superior e tapados após o reabastecimento. A extremidade do tubo de alimentação não exige situação especial tão rigorosa como nos depósitos clássicos, mas, no entanto, não deve deixar-se muito longe do canto inferior da parede do lado exterior do círculo do voo.

(Fim do Capítulo V)