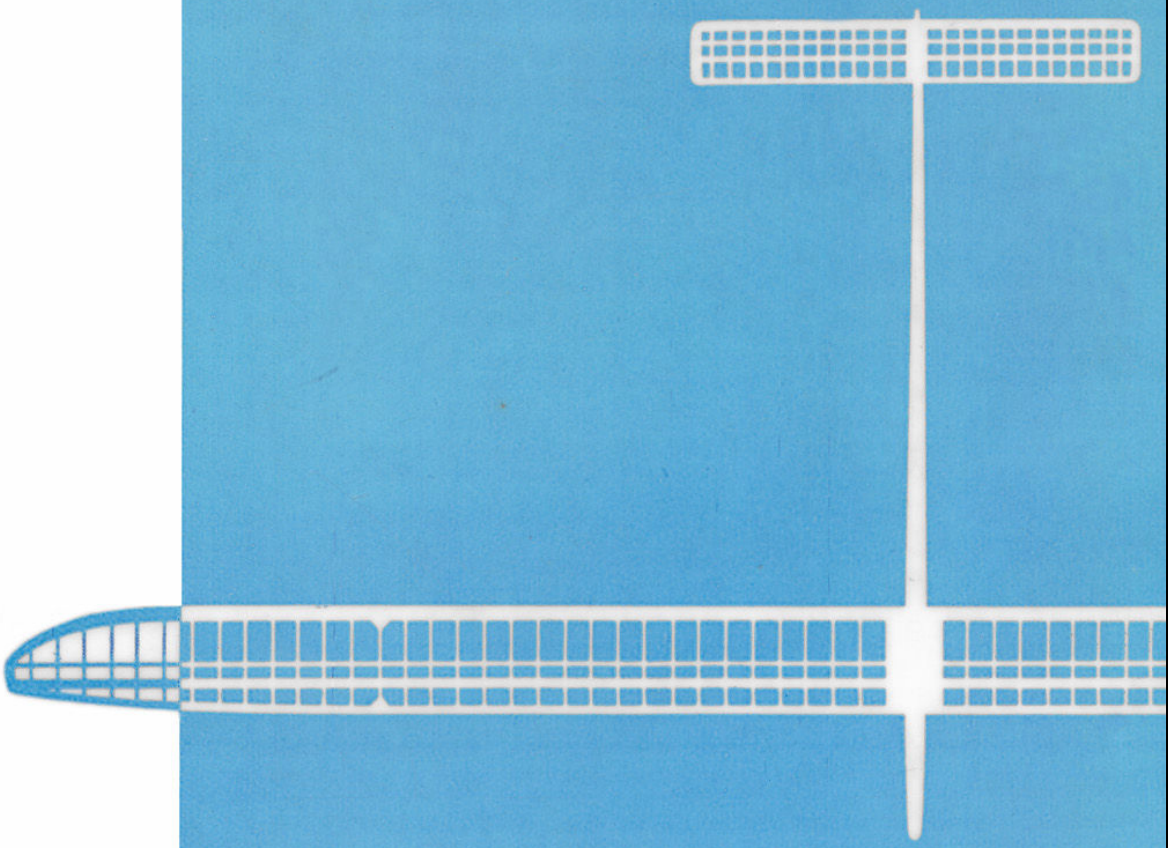
JOSÉ CARLOS RODRIGUES

AEROMODELISMO



TEÓRICO E PRÁTICO

CAPÍTULO III

AFINAÇÃO E CENTRAGEM

AFINAÇÃO

Um modelo, depois de construído, não está, normalmente, apto a voar. Necessita de ser submetido a uma *afinação* geral e pormenorizada e a uma *centragem* cuidadosa.

A afinação ou centragem estática, como também se costuma dizer, consiste em controlar todos os elementos do modelo, verificando se a construção representa fielmente as condições que o plano determina.

Assim, há que verificar com rigor a distribuição de massas e a disposição das superfícies aerodinâmicas, bem como o funcionamento de todos os dispositivos do modelo.

Destas verificações depende em grande parte o resultado das primeiras experiências de campo. Uma afinação pouco cuidadosa em que, por exemplo, se condescende numa má distribuição de pesos, ou defeituosa colocação das superfícies, proporciona, por certo, uma centragem difícil, pondo o modelo em risco de se partir logo aos primeiros ensaios.

Recomendam alguns bons especialistas que, antes da afinação dos modelos, em especial dos de voo livre, se deixem os aparelhos repousar ao tempo, para assim se permitir uma completa secagem das madeiras e vernizes.

Na realidade, verifica-se com frequência que um modelo, afinado logo após terminada a construção, dá um bom rendimento nos primeiros voos, mas depois de algumas horas de campo perde todas as qualidades de equilíbrio, em virtude de ligeiros empenos sofridos pela acção do sol, do vento ou da humidade.

Assim, é de boa norma não fazer voar um modelo novo logo nas primeiras saídas para o campo. Deve-se, sim, deixá-lo apanhar vento e algum sol, para que as madeiras sequem completamente e a cobertura ceda à acção retroactiva do verniz. Só depois disso, de o modelo tomar a *forma definitiva* se obterá uma afinação segura e voos de características semelhantes, sem necessidade de continuas alterações.

Como se procede então para afinar um modelo ?

Em primeiro lugar, pode verificar-se se a distribuição de massas é correcta, isto é, se o centro de gravidade se encontra no local indicado no plano.

As correcções fazem-se normalmente com a ajuda de grãos de chumbo. Para fazer variar, longitudinalmente, a posição do centro de gravidade coloca-se o chumbo nos extremos da fuselagem: no nariz, se se pretende avançar o *C.G.* ; na cauda, se se pretende recuá-lo.

Para o fazer deslocar, lateralmente, lastra-se o extremo da asa. A maior parte das vezes não é necessário recorrer ao chumbo; uma camada de induto na asa mais leve basta para compensar a diferença de peso e levar o *C.G.* ao seu local.

Depois de se haver levado o *C.G.* ao sítio considerado mais conveniente, deve proceder-se a uma verificação geral das várias partes do modelo, corrigindo os possíveis empenos das superfícies.

As observações deverão recair, em especial, sobre a asa, estabilizador e deriva, que têm uma tendência natural para se deformarem enquanto as madeiras e vernizes não secam completamente.

Qualquer torção desta natureza, por alterar as incidências, irá influenciar grandemente as condições de voo, razão por que deve, sempre que possível, ser eliminada.

Para *destorcer*, por exemplo, uma asa, usa-se indutá-la de novo, ou simplesmente humedecê-la com o diluente do verniz, e sujeitá-la no estaleiro com uma ligeira torção contrária, deixando-a secar convenientemente. Depois de retirada do estaleiro, deve encontrar-se desempenada.

Um outro processo, usado em modelos leves, como «borrachas» e planadores, consiste em destorcer a asa ou empenagem, com o auxílio de vapor de água.

Mantém-se a superfície a desempenar, durante algum tempo, sobre um recipiente de água a ferver e vai-se forçando aos poucos, até se ter provocado uma torção contrária, equivalente ao empeno inicial. Depois disso, deixa-se secar a superfície, que tomará a forma correcta.

Este sistema é muito eficiente, pois o vapor de água permite que não só o papel de forro e verniz, mas a própria estrutura de madeira, se deixem moldar facilmente à posição pretendida.

No entanto, quando o empeno se deve a má entelagem, e é muito pronunciado, toma-se conveniente desforrar toda a superfície e entelá-la de novo com redobrado cuidado para evitar que o papel fique mais esticado nuns lados do que noutros.

Durante a afinação, também a fuselagem deve ser objecto de observações especiais.

Ela deve ser, em especial nos «borrachas», suficientemente resistente à torção, a fim de não deixar que a posição relativa da asa e estabilizador se altere. A maior parte das vezes, mais uma ou duas demãos de verniz são o bastante para dar à fuselagem a rigidez necessária.

No caso de modelos com asas encaixadas na fuselagem, deve verificar-se, com todo o rigor, se os suportes na fuselagem permitem um mesmo ângulo de calado para ambas as asas. Idêntica precisão deve ser exigida para o assentamento do estabilizador.

Vejamos agora quais os processos que podem ser utilizados para localizar os possíveis empenos de que o modelo enferma, alguns deles susceptíveis de passarem despercebidos a uma observação directa.

Depois de se haver montado todo o modelo, deve examinar-se a posição relativa de todos os seus elementos.

Coloca-se o modelo sobre um estaleiro ou bancada, rigorosamente direitos (fig. 129), para verificação da simetria das diversas partes e controlo das cotas mais importantes.

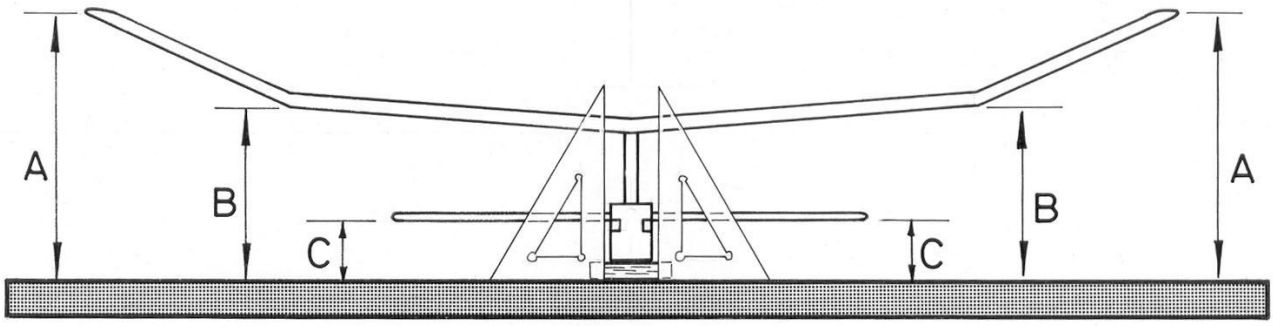


Fig. 129

O modelo deve assentar-se sobre blocos de madeira, de modo que os lados da fuselagem fiquem normais ao estaleiro e a linha longitudinal da fuselagem paralela também ao plano do estaleiro.

Assim, visto o modelo de frente, verifica-se se os diedros estão simétricos e se a sua inclinação é a determinada no projecto; se a posição do estabilizador, em relação à asa é a conveniente; se a deriva mantém a indispensável perpendicularidade com o estabilizador; se os lados da fuselagem são normais ao estabilizador, etc.

Visto de lado o modelo (fig. 130), podem facilmente controlar-se os ângulos de calado da asa e do estabilizador.

Para tal, basta prender uma régua de madeira, rigorosamente direita, com auxílio de pequenos elásticos circulares, ao intradorso da asa e do estabilizador. Tomando as cotas da régua ao estaleiro, junto dos bordos de fuga e ataque, e notando num gráfico a diferença, facilmente se determinam os ângulos de calado das superfícies.

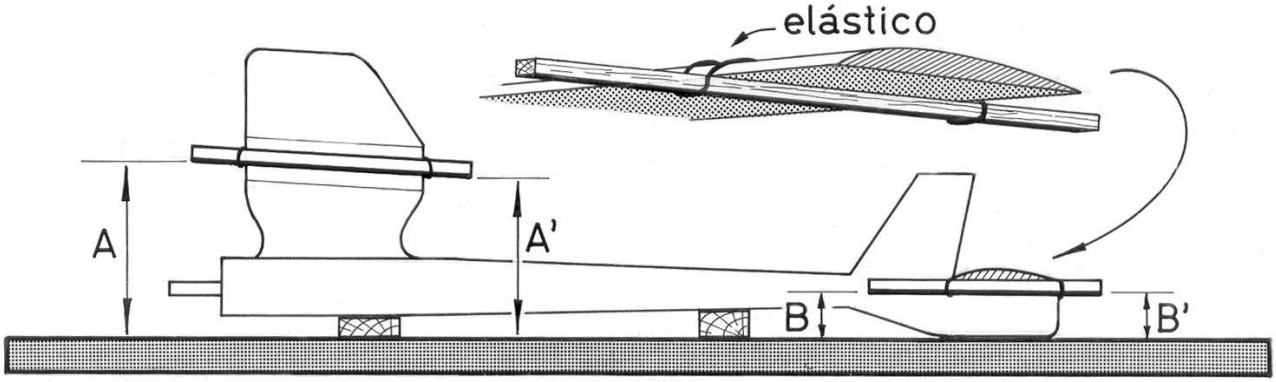


Fig. 130

Adaptando a uma régua um transferidor, do centro do qual parte um fio de prumo, como indica a figura 131, pode ler-se, directamente na escala, o ângulo de calado da asa.

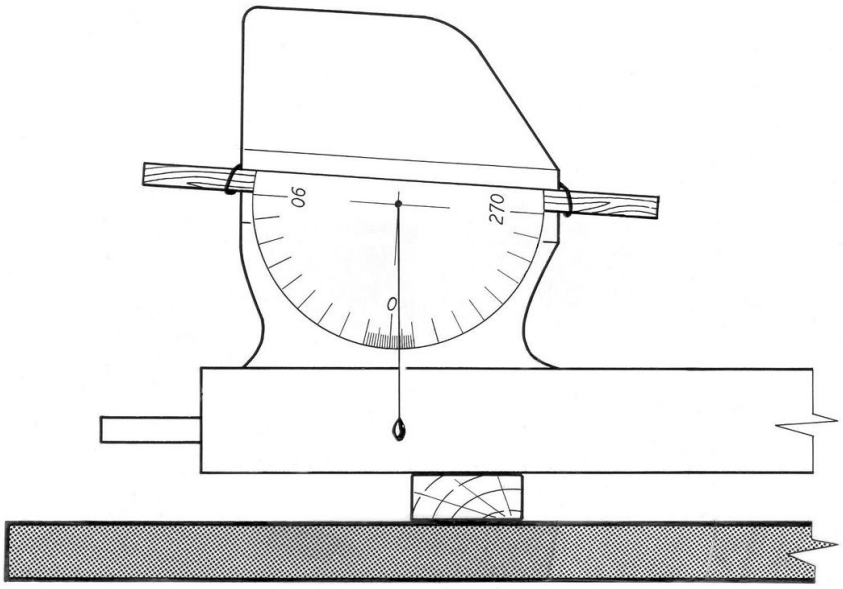


Fig. 131

No caso de fuselagens que não dêem fácil assentamento em estaleiro, faz-se prolongar, até à asa, a régua do estabilizador, ou vice-versa, e tomam-se as cotas da mesma forma. Assim se pode obter, não os ângulos de calado da asa e do estabilizador, separadamente, como no exemplo anterior, mas a relação existente entre eles (fig. 132).

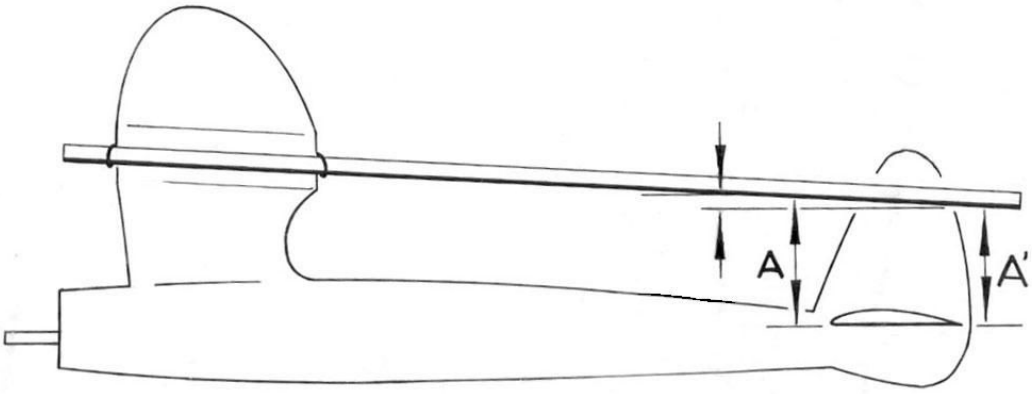


Fig. 132

Com o mesmo sistema de réguas, e aplicando-as em diversos locais, pode verificar-se ainda se a asa ou o estabilizador apresentam, em toda a sua extensão, o mesmo ângulo. Se a asa estiver desempenada, as cotas tomadas, das pontas das réguas ao estaleiro, devem ser as mesmas, tanto no bordo de ataque como no de fuga, ao longo de toda a superfície (fig. 133).

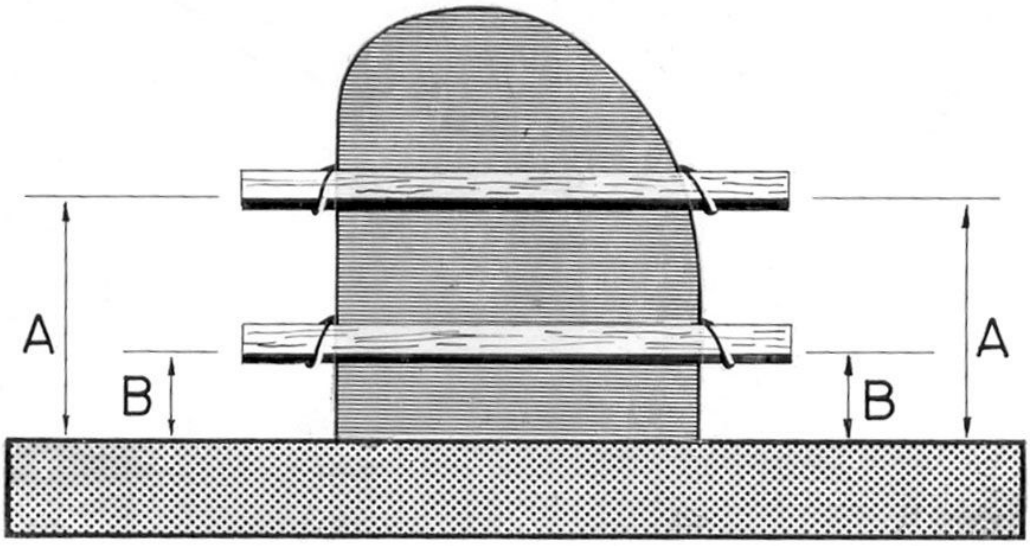


Fig. 133

Finalmente, e para verificar o alinhamento em planta, pode proceder-se como indica a figura 134. Coloca-se na cauda, na linha de eixo da fuselagem, um alfinete ou um prego fino. Daí faz-se partir um fio, com o qual se verifica se os pontos **A** e **B** (normalmente coincidentes com a longarina central da asa) estão à mesma distância.

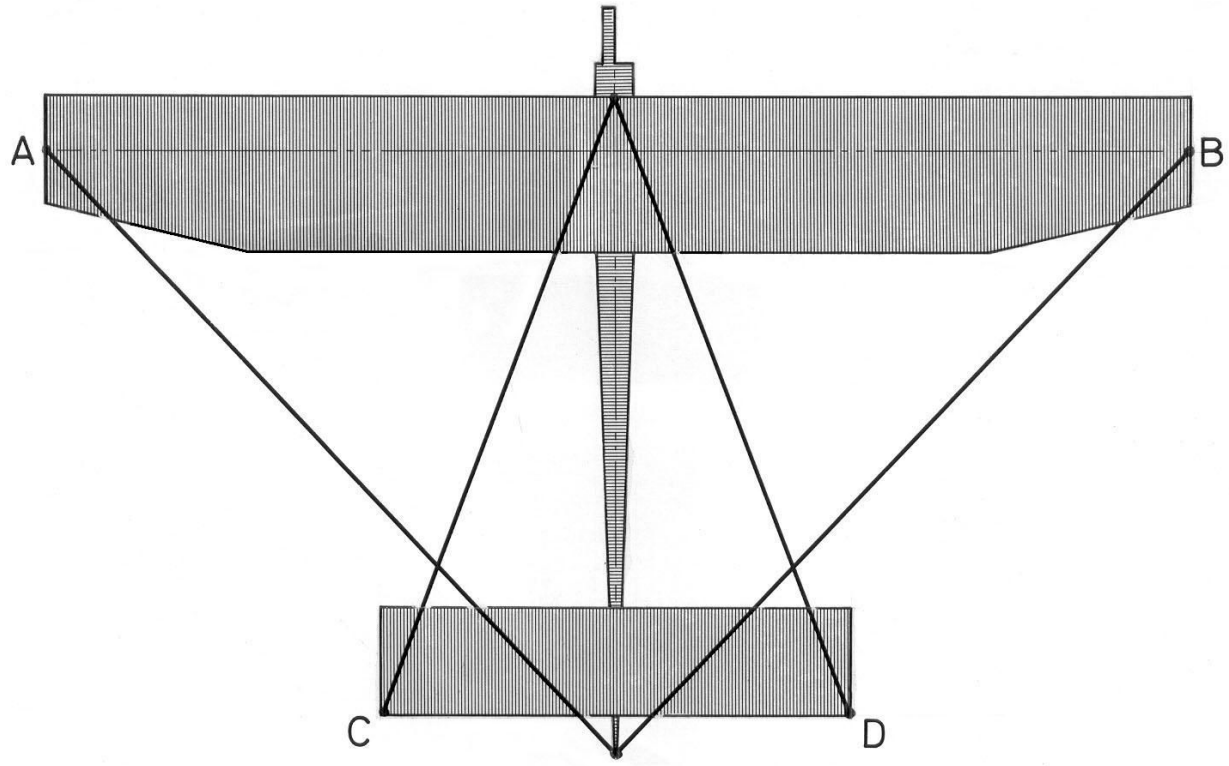


Fig. 134

Colocando o alfinete na parte anterior da fuselagem, verifica-se, do mesmo modo, o alinhamento do estabilizador.

Muitos outros casos devem ainda ser cuidadosamente observados durante a afinação.

Deve verificar-se a tensão dos elásticos que prendem a asa à fuselagem. A asa deve libertar-se, no caso de choque violento do modelo, mas, por outro lado, não se deve mover durante o voo, particularmente nas subidas rápidas e durante o reboque.

Também o estabilizador deve estar suficientemente preso à fuselagem para que se não desloque com facilidade. Ele deve, no entanto, poder saltar, no momento preciso, para determalizar o modelo, mantendo uma posição definida. Neste caso, se a tensão dos elásticos não for suficiente, o estabilizador pode assumir uma posição pouco correcta, obrigando o modelo a picar em parafuso.

Finalmente, há que verificar o funcionamento do termalizador, a robustez do gancho de lançamento e, nos «borrachas», a posição do nariz, o *trancar* do hélice no fim da descarga, o comprimento da meada-motor, verificando se ele é exagerado, o que pode vir a alterar a posição do *C.G.* e, consequentemente, o planeio. Nos motomodelos, se o motor está instalado com a inclinação adequada, se o *timer* funciona convenientemente. Nos modelos de voo circular, se os cabos e alavancas de controlo funcionam livres de prisões, se o depósito de combustível está suficientemente limpo das poeiras que se introduzem no seu interior, quando se lixam as madeiras, se o motor está bem apertado, se as rodas giram livremente.

Enfim, há que inspeccionar tudo, com o maior rigor, para evitar possíveis dissabores nos ensaios de centragem.

CENTRAGEM

Consiste a centragem em equilibrar, experimentalmente, o modelo, de modo a fazê-lo comportar-se correctamente em voo.

Na prática, centrar um modelo resume-se, fundamentalmente, em realizar pequenos ajustes nos calços da asa e do estabilizador, para uma dada posição do *C.G.*, ou vice-versa, de modo a obter o coeficiente de planeio mais conveniente à natureza do voo que se pretende. Nos modelos com motor há que coordenar, ainda, a centragem sob tracção, na subida, com a centragem de planeio, como se verá nos capítulos especialmente dedicados a Motomodelos e «Borrachas».

Um modelo que tenha sido bem afinado é, em geral, fácil de centrar. Não existem, no entanto, formulas decisivas para a obtenção de centragens óptimas. Num mesmo modelo podem aplicar-se centragens diferentes, com bons resultados.

Não pode, pois, dizer-se que a um dado planador, que entra por exemplo em perdas sucessivas, se lhe deve avançar o *C.G.* de tantos centímetros ou diminuir o V longitudinal de tantos graus.

Centrar um modelo é operação demasiado subtil para nos podermos apenas cingir a dados rígidos, ou certezas infalíveis. Pode, quando muito, enunciar-se determinados princípios e, de acordo como eles, conjugando-os em experiências sucessivas, tentar obter o melhor rendimento.

Os primeiros ensaios de centragem devem fazer-se com tempo calmo, em terreno liso, livre de obstáculos; de preferencia no interior de um hangar, ginásio ou salão de grandes proporções.

Deve começar-se por lançar o modelo à mão (contra o vento, se for ao ar livre), segurando a fuselagem nas proximidades do *C.G.*

O modelo deve-se largar ligeiramente picado (nunca em posição cabrada), acompanhando-o com o braço de forma a imprimir-lhe uma velocidade semelhante à do voo (fig. 135).

Fig. 135 – O modelo deve-se largar ligeiramente picado, acompanhando-o com o braço, de forma a imprimir-lhe uma velocidade semelhante à do voo.

O modelo não deve ser atirado bruscamente. A melhor prática consiste em correr com ele, mantendo-o na atitude de voo, acelerar-lhe ligeiramente a velocidade e largá-lo bem em frente, com o nariz um pouco inclinado para baixo.

Uma vez entregue aos seus próprios meios, ele iniciará um voo, que porá em evidência os possíveis defeitos de centragem.

O voo será correcto, considerando-se o modelo centrado em planeio, quando a sua trajectória for o mais longa e direita possível, sem que o modelo ondule, oscile lateralmente ou se afunde.

Depois de o modelo se mostrar razoavelmente centrado, nos lançamentos à mão, deve tentar-se voos mais altos. Junto ao solo, o modelo não manifesta com clareza as deficiências ligeiras que, porventura, ainda possua.

Um modelo em voo tem tendência, como todos os corpos, a tomar uma posição de equilíbrio estável; ele tende a adquirir uma posição que permita colocar o centro da gravidade por baixo e na vertical do centro de pressão (fig. 136).

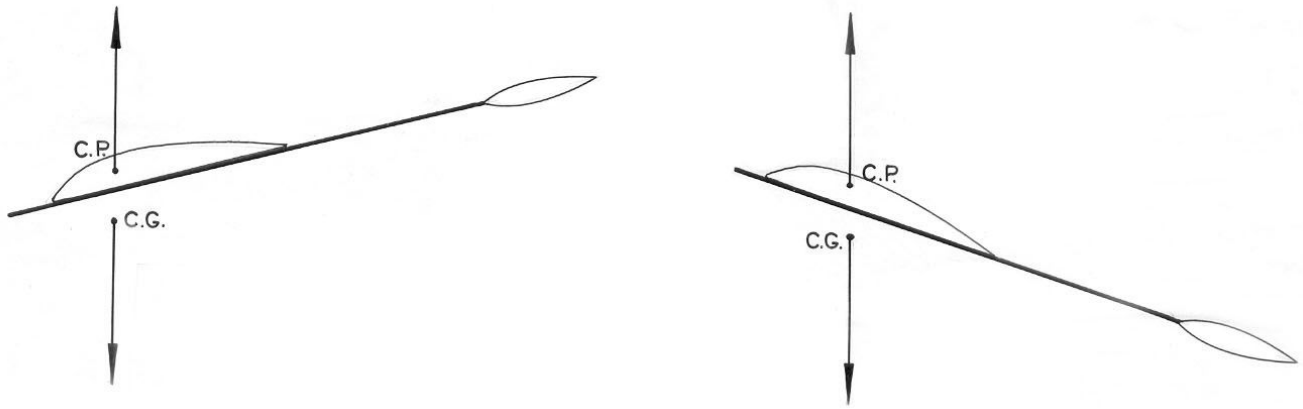


Fig. 136

Assim, quando o *C.G.* está muito avançado, o modelo rapidamente baixa o nariz, entrando em picada, em virtude da propensão que ambos os centros têm de se encontrarem na mesma vertical.

Ao contrario, se o *C.G.* está recuado, o modelo levanta o nariz, procurando também a posição de equilíbrio estável.

Observemos a figura 137, onde estão representados os principais efeitos de más centragens longitudinais.

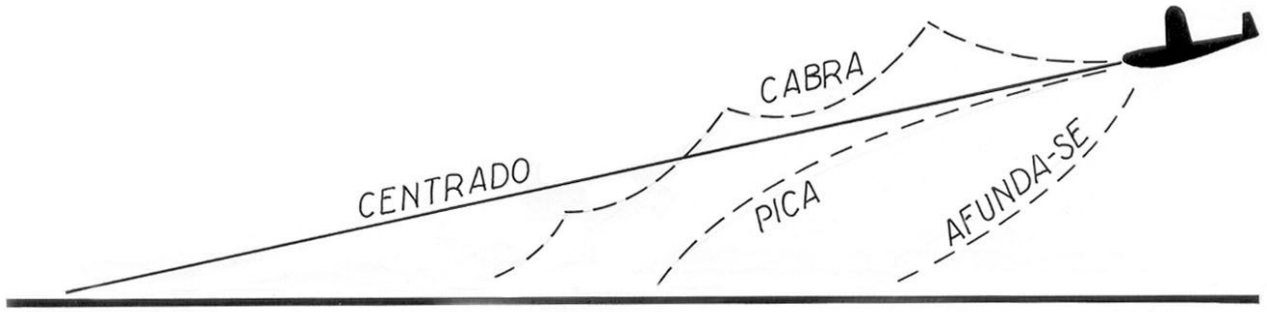


Fig. 137

Se o modelo, ao ser largado, se eleva, entrando em perdas consecutivas, diz-se que está *cabrado*; se, ao contrário, ele desce rapidamente metendo o nariz em baixo, diz-se que está *picado*; se ele cai, numa atitude cabrada, diz-se que se *afunda*.

Uma defeituosa centragem lateral manifesta-se por viragem à esquerda ou à direita.

Vejamos cada um destes casos em pormenor.

O modelo cabra

Ao ser largado, o modelo eleva-se, levanta o nariz, entra em perda, pica, eleva-se de novo, entrando outra vez em perda, e assim por diante até chegar ao solo. Nestas circunstâncias, diz-se que o modelo tem uma centragem recuada.

Se os ângulos da asa e do estabilizador são os recomendados, e se se tiver certificado que eles representam fielmente o determinado pelo plano, pode depreender-se que *C.G.* está recuado. Assim, uns grãos de chumbo no nariz podem eliminar facilmente o defeito, fazendo desaparecer as perdas sucessivas.

Se, pelo contrário, existe a convicção de que o *C.G.* está localizado no ponto ideal, ou se não convém aumentar a carga alar do modelo, pode optar-se pela alteração dos ângulos de calado da asa ou do estabilizador. Em geral, dá-se ao estabilizador uma maior incidência positiva, colocando sob o bordo de ataque calços finos de madeira rija, de preferência contraplacado.

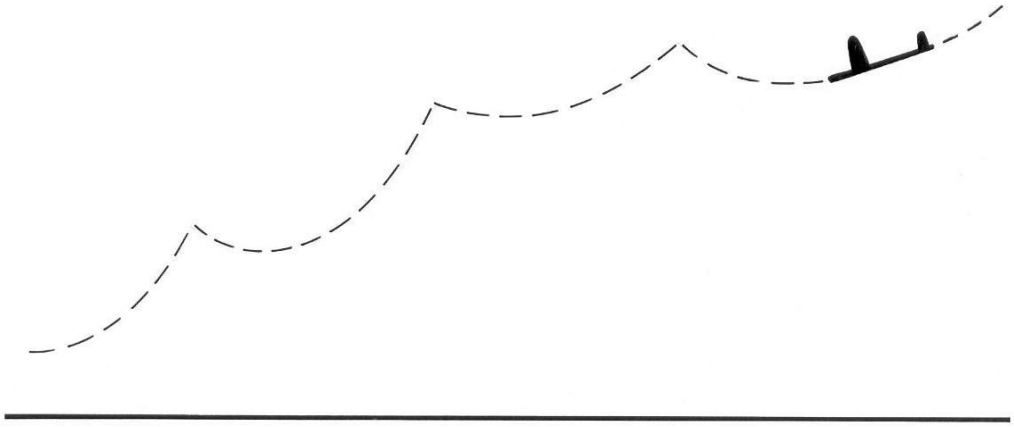


Fig. 138 – O modelo cabra.

Na asa só se deve mexer como último recurso, dado que ela se encontrará, por certo, no ângulo óptimo recomendado para o perfil e alongamento adoptados.

A alterar o ângulo da asa deve-se, neste caso, diminuí-lo, reduzindo a espessura do calço sob o bordo de ataque, ou elevando o bordo de fuga.

Os ajustes dos ângulos de calado, tanto da asa corno do estabilizador, devem fazer-se com o auxílio de longarina de pinho ou tiras de madeira rija, de preferência contraplacado calibrado (0,6 ; 0,8 ; 1,5 mm), que devem ser colados, para não saltarem ocasionalmente durante os ensaios, logo que se conclua que não podem ser dispensados.

Sabe-se da Estabilidade que um modelo, dotado de plano de cauda sustentador, para voar na horizontal, necessita que o momento estabilizador (produto da força ***S'*** pela distância ***d'***) seja igual ao da asa (***S*** vezes ***d***) (fig. 139).

Logo, se o modelo tem tendência natural a desequilibrar-se longitudinalmente, entrando em perda, é porque existe um desequilíbrio nos momentos. Na realidade, $S \cdot d$ é maior que $S' \cdot d'$.

Assim, ao colocar o chumbo no nariz, está a avançar-se o *C.G.* (ponto de apoio da força ***P***), reduzindo a distância ***d*** e equilibrando, portanto, o sistema.

A distância ***d*** pode também ser reduzida, como facilmente se depreende, recuando a asa.

Por outro lado, obtém-se resultado idêntico, no aspecto equilíbrio, se se reduzir o ângulo da asa, ou se se aumentar o do estabilizador. Neste caso, a intensidade da força ***S*** diminui (a sustentação da asa toma-se menor) ou aumenta a da força ***S'*** (o plano de cauda passa a ser mais sustentador), equilibrando os momentos.

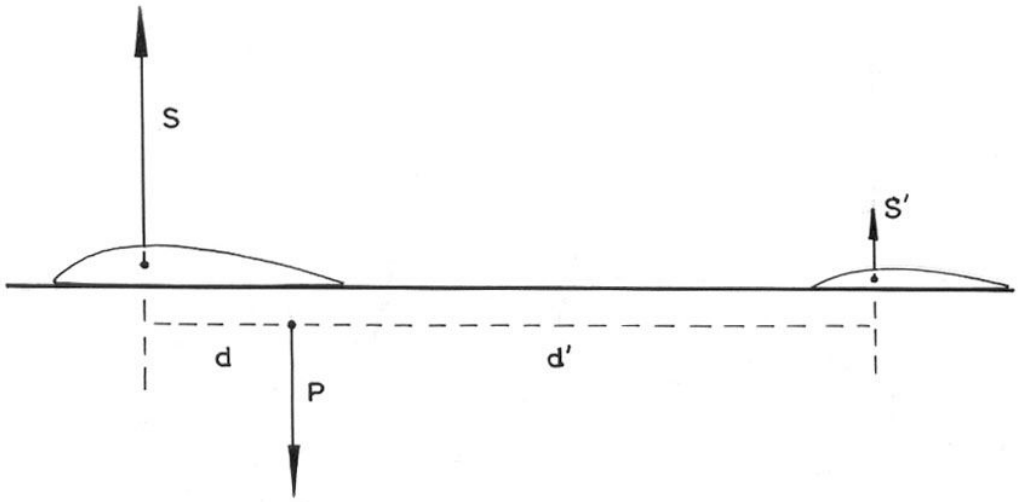


Fig. 139

É evidente, no entanto, que, quando o modelo cabra, não é indistintamente que se alteram ou os ângulos ou as posições da asa e do *C.G.*. Na realidade, e admitindo que o *C.G.* se encontraria demasiado recuado, se, por exemplo, introduzíssemos as alterações necessárias apenas à custa das incidências dos planos sustentadores, o V longitudinal diminuiria de tal forma que poria em risco a estabilidade do modelo.

Na prática, observa-se que um modelo com o V longitudinal quase nulo (ângulos de asa e estabilizador muito reduzidos) poderá, ocasionalmente, obter um planeio regular; mas, desviado, por qualquer causa estranha, da sua posição de equilíbrio, entrará numa picada cada vez mais acentuada e não sairá dela até encontrar o solo.

Nestas circunstâncias, o modelo, ao picar, eleva o estabilizador e, infalivelmente, aumenta de velocidade. Assim, a sustentação do plano de cauda aumenta também, o que, por sua vez, obriga a asa a assumir um ângulo de ataque cada vez mais negativo, visto que ela não possui a incidência suficiente para poder recuperar.

O modelo pica

Quando o modelo baixa o nariz e entra em picadas sucessivas, diz-se que a centragem está avançada, isto é, o *C.G.* encontra-se demasiado à frente do *C.P.*

O modelo, ao picar, procura uma posição de equilíbrio estável, tentando colocar ambos os centros na mesma vertical. No entanto, quando se inicia a picada, a velocidade aumenta e o plano estabilizador cria sustentação negativa, que tende a fazer baixar a cauda. O modelo tem, então, uma recuperação ligeira para, logo que a velocidade diminui, entrar, de novo, em picada. O modelo descreve, assim, urna trajectória ondulante (fig. 140) em direcção ao solo, em que as picadas tem urna amplitude maior que as perdas.

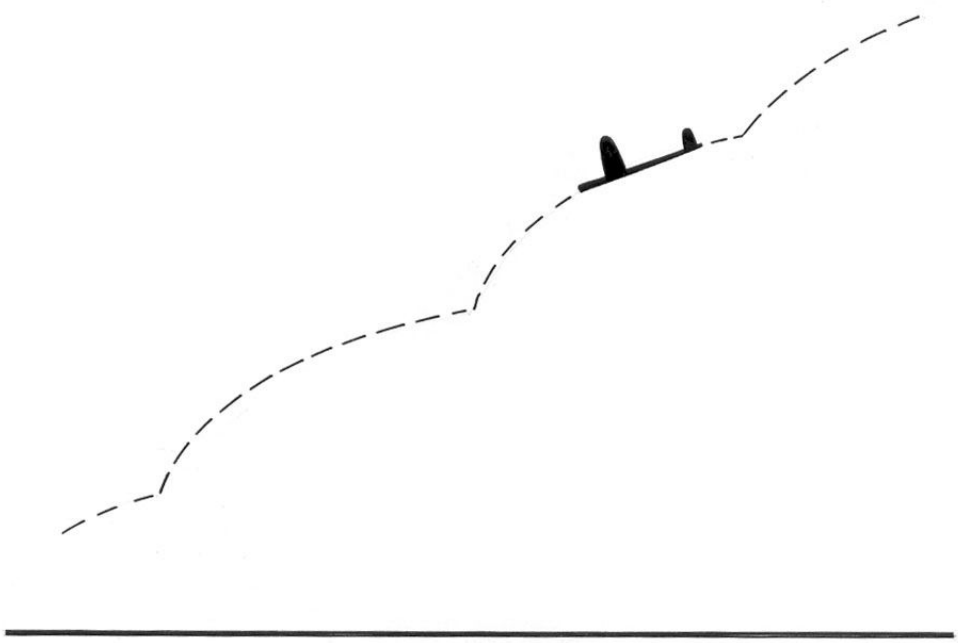


Fig. 140 – O modelo pica.

Nestas circunstâncias, terá de se atrasar o *C.G.*, ou aumentar o V longitudinal.

Pode começar-se por retirar alguns grãos de chumbo do nariz, para fazer recuar o *C.G*.

No entanto, se a correcção não resultar suficientemente, ou se não se puder aligeirar o modelo, aumenta-se o V longitudinal, dando uma maior inclinação positiva à asa ou menor ao estabilizador.

Por outro lado, e se não convier ou não for possível alterar a posição do *C.G.* e dos ângulos, pode obter-se resultado idêntico avançando a asa.

Todavia, a primeira correcção que, em geral, se introduz num modelo que tem tendência para picar é a de dar incidência negativa ao estabilizador.

Na realidade, se se trata de um planador, ou não convém atrasar em demasia a posição do *C.G.*, inteiramente ligada à do gancho de lançamento que, na maior parte dos casos, não é fácil alterar com os reduzidos meios de que se dispõe no campo, ou não é possível mexer na asa (caso de asas fixas) , deslocando-a ou alterando-lhe o ângulo de calado.

Se se trata de motomodelos ou «borrachas», também não é prático mover o *C.G.*, por não disporem estes modelos, regra geral, de caixas para chumbo.

Em última análise, é na fase preparatória do desenho que devem ser estabelecidos tanto o ângulo óptimo da asa, como a posição do *C.G*.

Observando de novo a figura 139, compreendem-se facilmente estas correcções.

Se o modelo pica, é porque o momento $S' \cdot d'$ é maior do que $S \cdot d$. Logo, ou se atrasa o *C.G.* para reduzir a distância d', ou se avança a asa para aumentar a distância d, ou ainda se aumenta o V longitudinal, fazendo crescer a força S, ou diminuir a força S' .

O modelo afunda-se

Se o modelo, ao ser largado, se eleva um pouco, não progride, e pica em atitude cabrada, diz-se que se afunda. Se o modelo, nestas condições, se encontra muito alto, pode cair em movimentos desordenados.

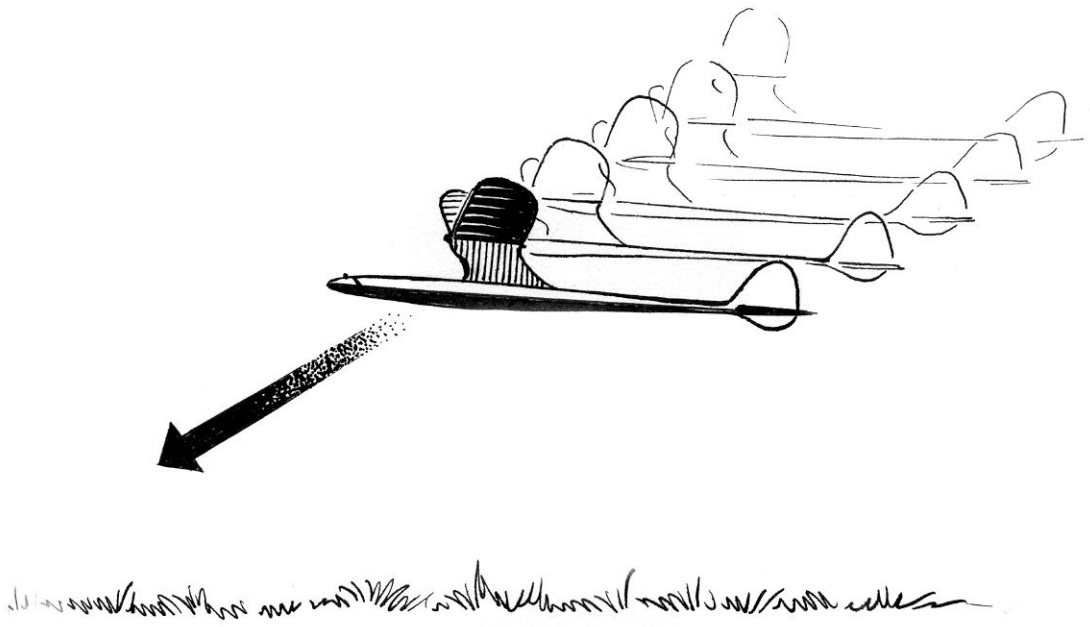


Fig. 141 – O modelo afunda-se.

Isto pode dar-se por insuficiência de sustentação, devido à falta de incidência da asa, compensada por uma posição demasiado recuada do *C.G.*

O efeito será idêntico se, pelo contrário, o V longitudinal for muito exagerado e o *C.G.* estiver muito avançado.

No primeiro caso, a falta de sustentação fará o modelo perder rapidamente altura, mas ele não inclinará o nariz para o chão em virtude de o *C.G.* se encontrar muito recuado.

No segundo caso, um V longitudinal exagerado provoca uma enorme resistência ao avanço, que faz reduzir a velocidade e, consequentemente, a sustentação. A perda não é nítida e definida porque o *C.G.*, anormalmente avançado, mantém o equilíbrio aparente.

O modelo inclina-se lateralmente

Diversos factores podem provocar a inclinação defeituosa de um modelo, com a consequente viragem à esquerda ou à direita.

Os mais frequentes relacionam-se, normalmente, com empenos na deriva e na asa, defeitos que, por serem ínfimos, escaparam às observações feitas durante a afinação, mas que, em voo, se manifestam ao ponto de provocar desequilíbrio lateral no modelo.

Neste caso, a atenção deve recair, em especial, sobre as asas que podem não ter igual ângulo de calado, quer por deficiência de montagem durante a construção, quer por mau assentamento na fuselagem.

Muitas vezes, e se a viragem é suave, pode e deve aproveitar-se esta tendência natural do modelo. Esse pequeno defeito evitará o termalizador, usado para obrigar o modelo a rodar em espirais largas, com o fim de aproveitar a térmica.

No entanto, se a volta é demasiado apertada, ou se o modelo baixa perigosamente uma das asas, pode contrariar-se essa tendência com o auxilio de uma pequena aleta de cartolina, que se cola no bordo de fuga da asa que tende a baixar.

Na maior parte dos casos, este leme não necessita ter mais área do que a equivalente a meio cartão de visita. Coloca-se no bordo de fuga, junto ao bordo marginal, ligeiramente virado para baixo.

Sistema idêntico poderá ser usado na deriva, se esta não dispuser do pequeno leme de centragem, muito usado nos modelos de voo livre, que tanto serve para compensar os desequilíbrios laterais do modelo, como para auxiliar a centragens especiais nos modelos com motor.

Uma meia asa mais pesada do que a outra, ainda que a diferença seja mínima, pode provocar também inclinação lateral do modelo, com a consequente viragem. Como correcção de emergência, no campo, e se a diferença de pesos for reduzida, como é lógico que seja, pois de contrário ter-se-ia verificado durante a afinação pode enfiar-se na extremidade da asa mais leve um ou dois elásticos circulares.

Todavia, se o modelo em voo tem a tendência de voltar, ora à esquerda, ora à direita, não definindo uma rota exacta, pode depreender-se que a área lateral está mal distribuída, isto é, o centro da área lateral encontra-se muito próximo do *C.G.*: ou porque, no projecto, se descurou o problema, ou porque, durante os ensaios de centragem, se atrasou em demasia o *C.G.*, levando-o ao encontro do *CAL*.

Também o estabilizador, se está empenado ou se não se encontra alinhado com a asa, pode vir a provocar a inclinação do modelo em voo.

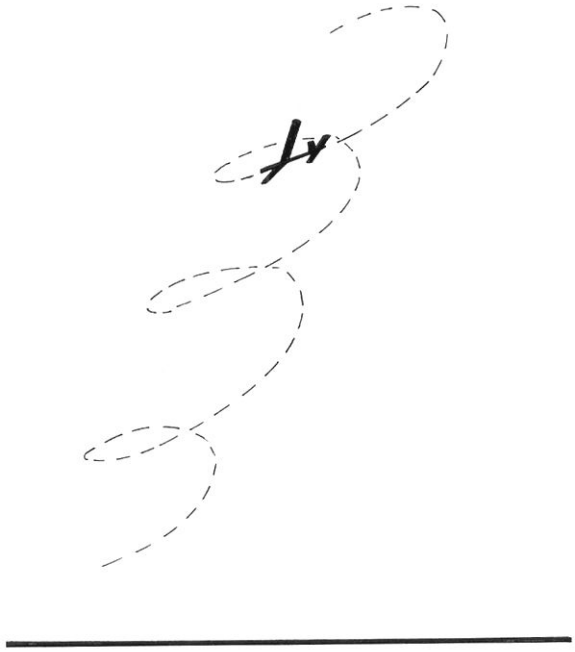


Fig. 142 – O modelo inclina-se lateralmente.

É este mesmo um dos processos adoptados para centragens especiais em motomodelos e «borrachas».

Afinal, como veremos mais adiante, no exame particular das várias categorias, é sempre conveniente fazer rodar o modelo, para um lado ou para o outro, em círculos mais ou menos apertados, consoante a natureza do voo que se pretende. Assim, sempre que possível, aproveitar-se-á a tendência natural do modelo, para não criar resistências prejudiciais.

(Fim do Capítulo III)