



São dispositivos que permitem controlar a aeronave nos seus três eixos imaginários (Longitudinal, Transversal e Vertical) em um ponto específico denominado centro de gravidade – onde existe o cruzamento destes três eixos.

### ESTABILIDADE E INSTABILIDADE

A força exercida na superfície reflete a estabilidade da aeronave. Se for necessária muita força para modificar o movimento da aeronave em um determinado eixo, a aeronave será mais estável e se for necessário pouca força para modificar o referido movimento, a aeronave será mais instável.

### É MELHOR SER ESTÁVEL OU INSTÁVEL?

O ideal é que seja obtido um “MEIO TERMO” entre estabilidade e instabilidade, pois a aeronave precisa de ambos. É preciso estabilidade para manter a aeronave em um movimento contínuo e esta não se desestabilize por qualquer rajada de vento, por exemplo, mas também é necessário instabilidade porque sem ela não seria possível modificar o avião no espaço e este permaneceria sempre na mesma direção.

## EIXOS

Os movimentos da acft ocorrem segundo 3 eixos imaginários. Toda vez que houver modificação nos eixos será devido a modificação aerodinâmica da respectiva superfície de comando.

**Eixo longitudinal** – AILERONS - curvar o avião para o lado/ inclinar as asas.

**Eixo transversal/lateral** - PROFUNDOR – para cima e para baixo.

**Eixo vertical** – LEME - desviar o nariz para um lado e para outro.

### EIXO LONGITUDINAL

É acionado pelos ailerons, os quais são articulados no bordo de fuga das asas. Movendo os ailerons, através do manche, é possível efetuar o movimento de rolagem, rolamento, bancagem (bank) ou ainda inclinação lateral. Os Ailerons movimentam-se de forma simultânea e oposta modificando o perfil aerodinâmico e por isto as forças que agem nas asas.

### EIXO TRANSVERSAL/LATERAL

Este movimento é efetuado através do manche, puxando-o ou empurrando-o. O respectivo momento é denominado Arfagem ou Tangagem. Ao acionar o manche desta forma, move-se o profundor, localizado na empenagem e articulado ao

bordo traseiro do estabilizador horizontal – modifica-se, desta maneira, as forças que agem na superfície e conseqüentemente, o movimento da acft.

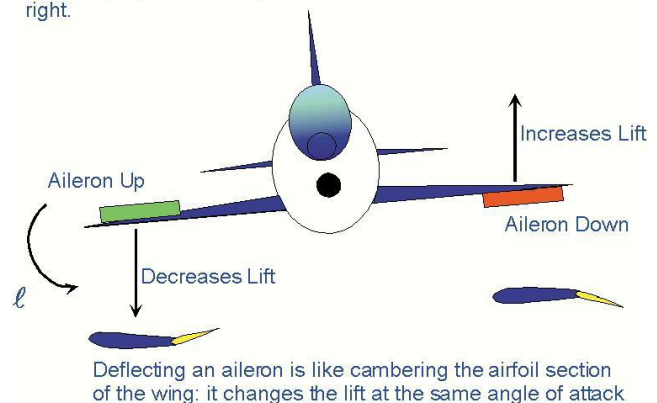
### EIXO VERTICAL

O movimento efetuado no eixo vertical é denominado Guinada e é efetuado pelos pedais da acft que acionam o leme de direção, localizado na empenagem articulado no bordo de fuga do estabilizador vertical/deriva. Este movimento corresponde a girar o nariz da acft para a direita ou para a esquerda.

### GUINADA ADVERSA

Em uma curva, o aileron defletido para baixo (aileron da asa que sobe) produz maior arrasto, logo a acft tende a guinar para o lado oposto a curva pretendida. Esse fenômeno da acft ter a tendência de sair para fora do raio da curva é denominado guinada adversa.

Deflecting right aileron up causes the aircraft to roll to the right.

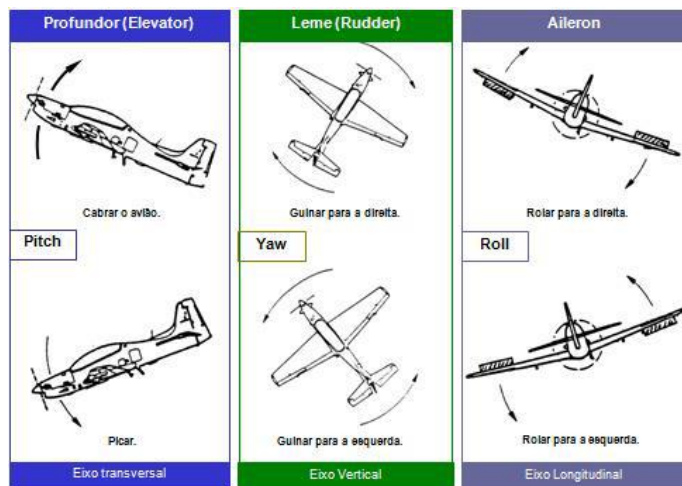


A principal forma de anular a guinada adversa é aplicar leme de direção no sentido oposto a guinada adversa, ou seja, para o lado da curva pretendida. Quando se pressiona pedal do lado da curva, cria-se um vetor que anula a guinada adversa e a aeronave pode descrever o raio de curva pretendido perfeitamente.

Outras soluções possíveis é equipar o avião com ailerons diferenciais ou ailerons do tipo frise. Ailerons diferenciais são ailerons que possuem o movimento/amplitude para cima maior do que para baixo, igualando assim os arrastos produzidos em ambas as asas. Ailerons do tipo frise são ailerons que possuem uma saliência dianteira que provoca maior arrasto quando se movem para cima – igualando novamente a quantidade de arrasto produzida em ambas as asas. Quando a quantidade de arrasto é igual nas asas a aeronave permanece no raio de curva correto sem escapar para nenhum dos lados.



OBS: Quando a acft é equipada com qualquer tipo de aileron modificado, não é preciso pressionar o pedal para coordenar as curvas.



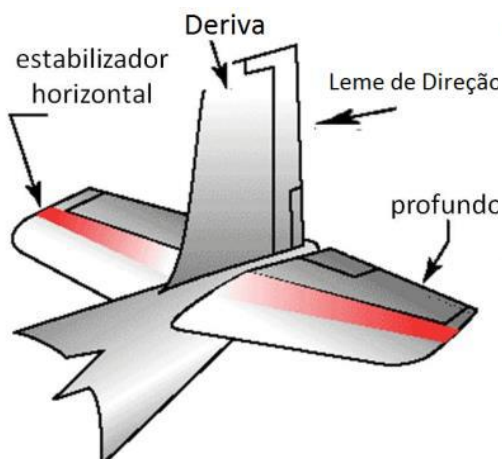
## SUPERFÍCIES DE COMANDO

Produzem as forças necessárias para movimentar de forma controlada o avião. O movimento das superfícies modifica a forma como o fluxo de ar passa por elas e modifica a força criada, modificando, portanto, o movimento resultante.

## SUPERFÍCIES DE PLANO FIXO

A maioria das acfts de treinamento é do tipo plano fixo + plano móvel.

Apenas o plano móvel move-se, modificando o fluxo de ar que passa e assim modificando as forças e movimento resultante. A parte fixa tem a função estabilizar o movimento, enquanto que a parte móvel tem a função de instabilizar e permitir modificação do movimento, tanto no plano vertical (deriva e leme de direção) quanto no plano horizontal (estabilizador e profundor).



## SUPERFÍCIES DE COMANDO SEM PLANO FIXO

Neste tipo de configuração a empennagem é toda móvel. Engenharia de projeto diferente, mas os efeitos considerados são os mesmos. É importante considerar, contudo que, como não existe plano fixo, a acft tende a ser mais sensível e mais instável.

## COMPENSADORES

Algumas aeronaves possuem as superfícies de comando muito grandes e seria necessária muita força para movimentá-las. Os compensadores, tabs ou equilibradores são superfícies instaladas no bordo de fuga das superfícies de comando que permitem suavizar os esforços. São uma espécie de contrapeso aerodinâmico, ficam, por isso, sempre na condição oposta a superfície de comando. Os compensadores modificam a “forma total” da superfície, logo o vento relativo atinge de maneira diferente modificando a força e o movimento. É uma espécie de ajuste fino. Existem basicamente três tipos de compensadores: deslocamento do eixo de articulação, compensação por saliência e compensador automático.

Os compensadores, tabs ou equilibradores podem ser também classificados em fixos, comandáveis e automáticos. Os compensadores fixos são ajustados em solo, os comandáveis em voo e os automáticos – de forma automática durante o voo por um sistema específico sem que o piloto tenha que interferir.

