

# Sistema de ângulo de ataque (AoA)



A perda de controle em voo (LOC-I) é responsável por 36% das ocorrências fatais da aviação geral. Esses acidentes acontecem, principalmente, devido à extrapolação dos limites aerodinâmicos das asas. Considerando que o estol pode acontecer a qualquer velocidade e a qualquer atitude, recomendamos que os operadores da aviação geral avaliem a instalação do AoA. O sistema é capaz de indicar uma condição de voo crítica que precede a ocorrência um perigoso estol aerodinâmico, especialmente durante a decolagem e o pouso.

## Estol e o ângulo de ataque

Sabemos que o estol ocorre quando o ângulo de ataque de um aerofólio ultrapassa o ponto no qual a máxima sustentação é alcançada (ângulo de ataque crítico).

Sendo assim, devemos ter em mente que para uma dada configuração de voo (posição de *flaps*, *slats* etc.), o estol sempre irá ocorrer com o mesmo ângulo de ataque, mas não necessariamente com a mesma velocidade.

Os manuais das aeronaves apresentam tabelas com a velocidade de estol em função do *bank angle* (0°, 30°, 45° e 60°), da configuração de flaps e do peso (geralmente apenas para o *MTOL* e o *MLW*).

Por que a velocidade de estol muda?

Quando realizamos uma curva em voo, devemos aumentar nossa sustentação para manter o voo nivelado, e para isso aumentamos o ângulo de ataque, o que faz com que o aerofólio se aproxime do ângulo de ataque crítico, mesmo que a velocidade não tenha sido alterada.

Portanto, o fator de carga resultante de uma manobra não altera o ângulo de ataque no qual um aerofólio sofrerá estol, mas aumenta a velocidade.

Atualmente, para a ampla maioria dos pilotos e dos proprietários da aviação geral, a IAS (*Indicated Air Speed*) é a única informação disponível em seus instrumentos de voo capaz de indicar o quão próximo está o estol. Porém, como explicado acima, esta informação não é suficiente para real manutenção das

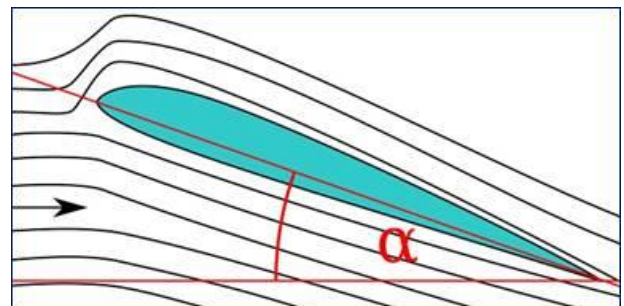
margens de segurança, principalmente quando fora do voo reto nivelado.

Ainda que o avião esteja equipado com a buzina de alerta de estol e que ele seja um auxílio importante, sabemos que, quando ela soa, pode ser tarde demais.

## AoA e Sustentação

Ângulo de Ataque (*AoA*) é o ângulo entre a asa do avião (corda do aerofólio) e o fluxo de ar (direção do vento relativo).

O aumento do *AoA* resulta em aumento de sustentação e aumento do arrasto induzido. Quando se extrapola o ponto que chamamos de Ângulo Crítico de Ataque, o fluxo de ar se descola da superfície superior da asa, gerando perda de sustentação – o estol.



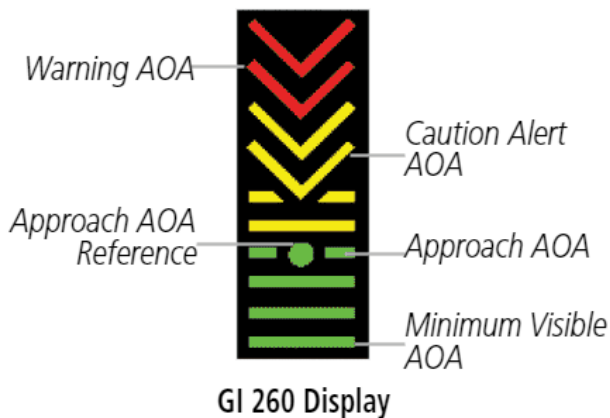
Quando não temos informações para reconhecer e corrigir a situação, o estol leva à perda de controle em voo e perda abrupta de altitude.



## Sistema indicador de AoA

O sistema indicador de AoA é formado por um conjunto de instrumentos dedicados a medir e indicar o ângulo entre a corda da asa e o do fluxo de ar relativo (*relative wind*); dessa forma, conseguimos identificar como a asa está performando aerodinamicamente.

Com isso, o sistema permite que saibamos o quão próximo estamos do ângulo crítico no qual o estol vai acontecer – independentemente do peso da aeronave, do ângulo de rolagem (*bank angle*) e da temperatura.



Quanto menor a energia a ser dissipada em qualquer pouso, melhor. Com o treinamento apropriado, o indicador de AoA permite que utilizemos toda a capacidade de sustentação das asas sem atingir o limite (ângulo) crítico. Dessa forma, ao extrair maior performance das superfícies de sustentação, é possível executar aproximações com maior precisão – algo valioso, especialmente em pistas curtas. E, quando a arremetida for necessária, o indicador mostra o quão próximos estamos de um estol antes de alterarmos a configuração dos flaps.

Se, porventura, não conseguirmos identificar que estamos com vento de cauda na perna base ou na curva para interceptação do localizador, o indicador de AoA nos ajuda a prevenir o estol de controle cruzado ("over-the-top" ou "cross-control stall"), evento geralmente associado à derrapagem na curva ("skidded turn").

## Simplificação de requisitos para a instalação

Até pouco tempo, o preço da instalação de um sistema de AoA era proibitivo para a maior parte dos proprietários de aeronaves da aviação geral. Hoje, felizmente, o mercado possui produtos mais acessíveis e instalá-los também ficou mais fácil.

Com o objetivo de reduzir o número de acidentes causados por LOC-I, a ANAC emitiu uma *Policy* (acesse pelo *QRCode*) para promover o uso de sistemas baseados no AoA, simplificando os requisitos para a sua instalação.

Na prática, a Agência agora permite que a oficina classifique e execute a instalação do sistema indicador de AoA como uma pequena alteração – apenas com registro de caderneta. Para isso, basta que o equipamento seja aprovado através da *Policy AIR100-14-110-PM01* (acesse pelo *QRCode*) e que o sistema não seja obrigatório para a aeronave (conforme o *Mémorandum FAA* de 08 de maio de 2014) – estas informações devem constar do manual do equipamento.

Existem três tipos de sensores de AoA:

- *Vane-type*: oferece uma indicação direta do AoA e deve ser instalado em um local que ofereça uma corrente limpa de ar;
- *Pressure-differential*: é o mais barato, porém não considera as configurações de FLAP;
- *Software upgrade para Attitude and Heading Reference System (AHRS)*: vantagem de não ser necessária à instalação de componentes mecânicos.

Converse com o seu mecânico e avalie quais são os tipos e modelos mais indicados para a sua aeronave e para o seu perfil de operação. Ao instalar, assegure-se que tem familiaridade com a operação e as limitações do equipamento. Também é importante que, junto a um INVA, você treine/simule estol, voos a baixa velocidade – para aeronaves multimotoras com propulsão a hélice, é importante simular a perda de motor crítico (voar mono com o outro motor).