



Parabéns! Você acaba de ter acesso a Versão Anotação dos Slides que fazem parte do Sistema de Ensino da Espaço Aéreo, presente nas principais Universidades, CIACs e Escolas de Aviação do Brasil.

Esse conteúdo foi desenvolvido usando metodologias ativas, gamificadas e conceitos de Sala Invertida, tudo para garantir que o aprendizado possibilite você a conectar a teoria com a prática.



SISTEMA DE ENSINO PARA AVIAÇÃO: FERRAMENTAS LÚDICAS QUE CONECTAM A TEORIA COM A PRÁTICA.

O futuro já chegou na sua aula. Tenho acesso a versão animada dos slides, vídeos de até 20 minutos de todo conteúdo, e-books, mapas mentais, estudos de caso, simulados, resumos, jogos e muito mais.

Verifique com seu professor o link de acesso específico para o material do seu curso ou então conheça todas nossas soluções em:

WWW.ESPACOAREO.COM



GAMIFICAÇÃO



METODOLOGIAS ATIVAS



ESTUDOS DE CASO



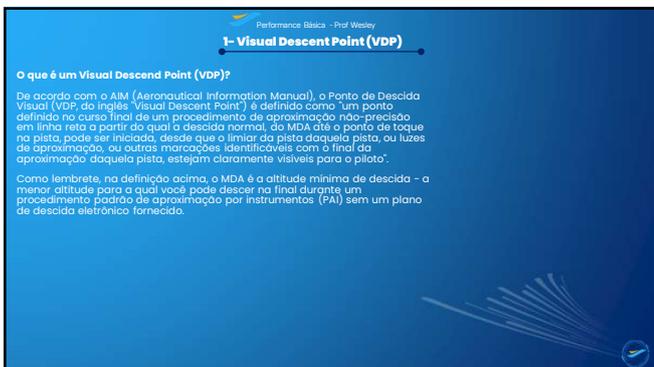
SALA INVERTIDA



1



2



3

1- Visual Descent Point (VDP)

Durante a descida, é necessário permanecer na altitude mínima de descida ou acima dela até que você tenha a visibilidade necessária para descer com segurança e tenha adquirido uma das referências visuais aprovadas. Além disso, você deve estar em posição de fazer uma descida "normal" (ou seja, não excessivamente íngreme).

O ponto de descida visual é a posição a partir da qual você pode descer do MDA mantendo um plano de descida de 3 graus e pousar no ponto de toque.



4

1- Visual Descent Point (VDP)

Qual a proposta do Ponto Visual de Descida (VDP)?

Fazer uma aproximação de não-precisão pode ser perigoso. A FAA e o NTSB tem identificado que aproximações desestabilizadas é a chave de fator contribuinte para acidentes em aproximações de não-precisão.

Quando executando uma aproximação de não-precisão, um dos perigos potenciais inclui:

- U** Mergulhar muito abruptamente e não conseguir se recuperar para nivelar.
- U** Colidir com um obstáculo durante a descida.
- U** Descender abaixo da Altitude Mínima de Descida (MDA) muito cedo.
- U** Pousar além do ponto seguro para o pouso.



5

1- Visual Descent Point (VDP)

Ao iniciar sua descida final a partir da Altitude Mínima de Descida (MDA) ao alcançar o Ponto de Descida Visual e adquirir referência visual, você normalmente se colocará em um plano de descida de 3 graus em direção ao ponto de toque.

Este é o mesmo ângulo de planeio utilizado na maioria das abordagens de precisão. Utilizar o Ponto de Descida Visual para iniciar sua descida final ajuda a evitar um ângulo de descida final muito íngreme ou muito raso.



6

1- Visual Descent Point (VDP)

Como vc descobre o Ponto Visual de Descida (VDP)?

Se publicado, o Ponto de Descida Visual (VDP) é identificado com um "V" no perfil vertical de muitas cartas de aproximação. Os pilotos também podem calculá-lo manualmente. Se você precisar determinar manualmente a localização do VDP para sua aproximação, utilize a equação abaixo, que fornecerá a distância do ponto de toque ao ponto de descida visual em milhas náuticas (nm).

$$\text{Visual Descent Point (VDP)} = \frac{\text{Height Above Touchdown (HAT)}}{300 \text{ feet}}$$


7

1- Visual Descent Point (VDP)

Observe que a equação acima é uma estimativa simplificada de cálculo mental usada pelos pilotos, que assume aproximadamente 300 pés por milha náutica para um plano de descida de 3 graus. O valor trigonométrico real é de 318 pés, mas a estimativa mais fácil de trabalhar é de apenas 18 pés ou 6% de diferença, o que é suficientemente preciso e conservador para os propósitos de calcular o VDP.

A altura acima do toque (HAT) deve ser indicada em seu gráfico e pode ser calculada usando: Uma vez que você conhece a distância do ponto de descida visual até a zona de toque, você pode subtrair a distância do limiar da pista até a zona de toque. Isso fornece a distância do VDP a partir do final da aproximação da pista.

Na maioria dos casos, você usará seu equipamento de medição de distância (DME) para alertá-lo sobre a localização do VDP. Se o seu DME estiver inoperante, é recomendável voar numa aproximação como se um VDP não fosse fornecido, já que você não tem equipamento para localizá-lo.



8

1- Visual Descent Point (VDP)

Observe que a equação acima é uma estimativa simplificada de cálculo mental usada pelos pilotos, que assume aproximadamente 300 pés por milha náutica para um plano de descida de 3 graus. O valor trigonométrico real é de 318 pés, mas a estimativa mais fácil de trabalhar é de apenas 18 pés ou 6% de diferença, o que é suficientemente preciso e conservador para os propósitos de calcular o VDP.

A altura acima do toque (HAT) deve ser indicada em seu gráfico e pode ser calculada usando: Uma vez que você conhece a distância do ponto de descida visual até a zona de toque, você pode subtrair a distância do limiar da pista até a zona de toque. Isso fornece a distância do VDP a partir do final da aproximação da pista.

Na maioria dos casos, você usará seu equipamento de medição de distância (DME) para alertá-lo sobre a localização do VDP. Se o seu DME estiver inoperante, é recomendável voar numa aproximação como se um VDP não fosse fornecido, já que você não tem equipamento para localizá-lo.



9

1- Visual Descent Point (VDP)

Um indicador visual de inclinação da descida (VDSI) também pode ser utilizado como uma ajuda visual para pilotos fazendo uma aproximação por instrumentos de não-precisão. Observe que, se a visibilidade estiver no mínimo ou apenas acima, os pilotos podem ser incapazes de visualizar o VDSI quando atingem o ponto de descida visual, uma vez que o VDSI está localizado além do ponto de arremetida perdida (MAP, do inglês "missed approach point").

É importante perceber que, em muitos casos, se o VDP não estiver publicado, é porque há terreno ou outros obstáculos que poderiam interferir em uma descida segura. Nesse caso, calcule a localização do seu ponto de descida visual, mas tenha absoluta certeza de que tem visibilidade suficiente para enxergar quaisquer riscos potenciais antes de iniciar sua descida a partir da MDA. Se obstáculos conhecidos estiverem presentes, o gráfico indicará "segmento visual - obstáculos" para alertá-lo de que você pode precisar modificar sua aproximação para evitar perigos.



10

1- Visual Descent Point (VDP)

O que acontece se vc perder o Ponto de Descida Visual (VDP)?

Lembre-se de que, para receber autorização para descer abaixo da Altitude Mínima de Descida (MDA), os seguintes três critérios devem ser atendidos:

- U** Entrar em uma posição contínua para realizar uma descida normal e pousar na pista pretendida.
- U** Ter a visibilidade necessária para descer com segurança.
- U** Ter o ambiente da pista à vista.

Se todos os critérios acima forem atendidos, você pode iniciar sua descida ao chegar no ponto de descida visual. Caso contrário, você não deve descer abaixo da MDA até que os critérios sejam atendidos. Se os critérios não forem atendidos até o momento em que você alcança o ponto de descida visual, isso é referido como Ultrapassar ou passar pelo VDP.



11

1- Visual Descent Point (VDP)

Se você ultrapassar o ponto de descida visual, tecnicamente, você pode continuar voando na Altitude Mínima de Descida (MDA) até alcançar o ponto de arremetida perdida (MAP). Se você ainda não tiver a visibilidade necessária, estiver fora de posição ou não conseguir identificar pelo menos um dos pontos de referência visuais e iniciar sua descida final até o momento em que atingir o MAP, então você deve executar um procedimento de arremetida perdida e realizar uma subida. Nunca inicie sua descida a partir da Altitude Mínima de Descida (MDA) além do ponto de arremetida perdida (MAP). Primeiro, é ilegal, e segundo, o ângulo será muito íngreme, ou seu ponto de toque será deslocado muito para baixa da pista, comprometendo a segurança.

Para ter uma margem adicional, alguns pilotos preferem utilizar o ponto de descida visual como ponto de arremetida. Ao tomar a decisão de realizar uma arremetida se não tiverem visibilidade suficiente, estiverem fora de posição ou não puderem ver seus indicadores visuais no VDP, os pilotos se concedem bastante tempo para abortar a tentativa de pouso antes de ultrapassar o ponto de arremetida perdida.



12

1- Visual Descent Point (VDP)

Em última análise, a decisão de chamar uma arremetida no VDP ou no MAP fica a cargo do piloto. Se você não conseguir descer no VDP porque não atende aos três critérios necessários, mas as condições melhorarem e você atender aos critérios antes de chegar ao MAP, está dentro da discricão do piloto continuar o pouso.

Conscientes de que qualquer descida iniciada além do ponto de descida visual será mais íngreme do que os normais 3 graus, os pilotos devem levar em consideração o tipo da aeronave, configuração, velocidade, altitude, taxa de descida, taxa de virada e comprimento da pista, para então tomar uma decisão apropriada. Em caso de dúvida, é aconselhável optar pela cautela e realizar uma arremetida.



13

1- Visual Descent Point (VDP)

Você pode descer abaixo da altitude mínima de descida antes de atingir a VDP?

Houve muito debate entre os pilotos sobre se é absolutamente necessário esperar até atingir o ponto de descida visual antes de descer abaixo da Altitude Mínima de Descida (MDA), ou se esperar até o VDP é apenas uma diretriz e sugestão que os pilotos têm liberdade para ignorar se a situação exigir.

A redação no AIM (Airman's Information Manual) em CFR 91.175 C3, referente a quando os pilotos podem descer abaixo da MDA, confirma que os pilotos só podem descer quando atendem aos três critérios para a descida abaixo da MDA. Não especifica nada sobre como isso se relaciona com o ponto de descida visual.

No entanto, em sua publicação "Descent to MDA or DH and Beyond", a FAA, ao descrever quando descer, afirma especificamente: "Não desça abaixo da MDA antes de chegar ao VDP".



14

1- Visual Descent Point (VDP)

Conclusões:

O Ponto de Descida Visual (VDP) é um ponto de referência utilizado por pilotos que estão realizando uma aproximação por instrumentos não precisa. Este ponto está localizado na Altitude Mínima de Descida (MDA) e indica a posição a partir da qual o piloto pode iniciar uma descida final para o pouso, desde que esteja posicionado corretamente, tenha a visibilidade necessária e tenha adquirido referências visuais com o ambiente da pista.

Uma taxa contínua de descida do VDP até o ponto de toque geralmente coloca o piloto em uma inclinação de 3 graus, semelhante à usada por pilotos que realizam uma abordagem de precisão.



15

1- Visual Descent Point (VDP)

- 01 No momento de chegar ao ponto de descida, não há uma referência perceptível e, por isso, alguns pilotos referem-se mesmo ao momento em que atingem o ponto de descida visual, não sendo possível avaliar a altitude mínima de descida (MDA), até chegar ao ponto de descida visual (VDP), momento em que deve ocorrer uma correção e executar uma aproximação.
- 02 Dependendo da aeronave, nível de experiência e condições, alguns pilotos optam por adotar uma abordagem mais conservadora e realizar uma aproximação se não conseguirem descer ao atingir o ponto de descida visual, em vez de esperar até chegarem ao ponto de descida visual.
- 03 Os pilotos podem deixar abaixo da Altitude Mínima de Descida antes e depois do ponto de descida visual e o ponto de descida visual, se conseguirem fazer isso com segurança.
- 04 A FAA incentiva os pilotos a evitarem descer abaixo da Altitude Mínima de Descida até atingirem o ponto de descida visual.
- 05 Não ajuda a minimizar o risco de colidir com terreno a subestimar demais a taxa de descida prevista.

Performance Básica - Prof Wesley

16

1- Visual Descent Point (VDP)

Uma compreensão sólida do propósito, localização e utilização do Ponto de Descida Visual ajudará os pilotos IFR que realizam uma aproximação de não-precisa a fazê-la de maneira segura e suave. Revise seus procedimentos de aproximação por instrumentos e outros detalhes específicos do voo por instrumentos no [Instrument Pilot Handbook](#).

Para uma apresentação visual clara e direta sobre o entendimento e uso do Ponto de Descida Visual, assista à explicação rápida e concisa de Larry Epley sobre o VDP.

Performance Básica - Prof Wesley

17

PERFORMANCE BÁSICA
VELOCIDADES DE UMA AERONAVE

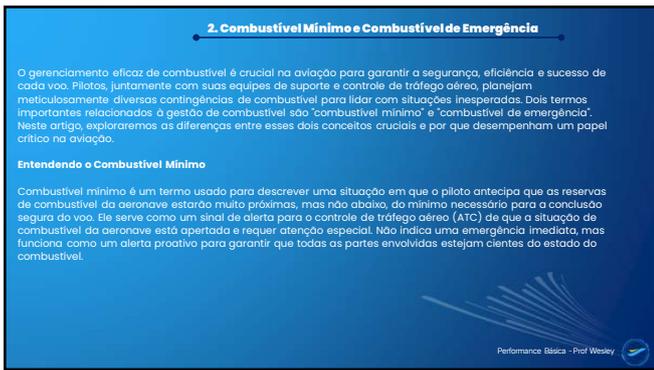
Combustível Mínimo e Combustível de Emergência
MÓDULO VII

PROF. WESLEY

18



19



20



21

2. Combustível Mínimo e Combustível de Emergência

Compreendendo o Combustível de Emergência

O combustível de emergência, por outro lado, é um termo usado para descrever uma situação em que o combustível da aeronave diminuiu para o nível em que qualquer atraso adicional ou desvio da rota planejada poderia levar a uma escassez crítica de combustível. É uma condição mais séria do que o combustível mínimo e indica uma situação potencialmente perigosa.



22

2. Combustível Mínimo e Combustível de Emergência

Aspectos-chave do combustível de emergência incluem:




23

2. Combustível Mínimo e Combustível de Emergência

Diferenças entre Combustível Mínimo e Combustível de Emergência

- U** A principal diferença entre combustível mínimo e combustível de emergência é a gravidade da situação. Combustível mínimo indica um estado de cautela em que as reservas de combustível estão apertadas, mas não imediatamente críticas. Combustível de emergência sinaliza uma situação de risco de vida em que a aeronave está prestes a ficar sem combustível.
- U** Os controladores de tráfego aéreo respondem de maneira diferente a essas situações. Combustível mínimo resulta em uma rotação acelerada, enquanto combustível de emergência provoca uma resposta imediata, frequentemente envolvendo a descida imediata e pouso da aeronave.
- T** No caso de combustível mínimo, não há perigo imediato para a segurança do voo. Em contraste, uma aeronave declarando combustível de emergência está em perigo iminente e pode necessitar de serviços de resgate ao pousar.




24

2. Combustível Mínimo e Combustível de Emergência

Conclusão

O gerenciamento de combustível é um aspecto crucial da segurança na aviação, e entender as diferenças entre combustível mínimo e combustível de emergência é essencial para pilotos, controladores de tráfego aéreo e todos os envolvidos na indústria da aviação.

Embora ambos os termos indiquem possíveis problemas de combustível, eles têm implicações distintas para a segurança e as prioridades operacionais de um voo. A comunicação eficaz e a coordenação entre pilotos e ATC podem ajudar a garantir que os voos sejam realizados com segurança, mesmo em situações desafiadoras relacionadas ao combustível.

Performance Básica - Prof Wesley



25

PERFORMANCE BÁSICA
VELOCIDADES DE AERONAVE

Pesos da Aeronave
MÓDULO VII
PROF. WESLEY



26

PESOS DA AERONAVE
MÓDULO VII



27

3. Pesos da Aeronave

Manufacturer Empty Weight – MEW

Inclui: a estrutura da aeronave com sua fuselagem, asas e motores, além de fluidos que estejam em sistemas fechados, assentos, cintos de segurança e alguns equipamentos de emergência mínimos como extintores de incêndio. Deste ponto de partida vamos acrescentando alguns blocos de itens e cada vez que inserimos um destes blocos damos um novo nome ao peso resultante da soma.

Performance Básica - Prof Wesley 

28

3. Pesos da Aeronave

Basic Empty Weight – BEW

Standard Items – SI

Inclui: combustível não utilizável dos tanques, óleo e outros fluidos dos motores, água não utilizável dos lavatórios, kits de primeiros socorros, lanternas, megafones, garrafas de oxigênio portátil, estrutura de galley, alguns equipamentos eletrônicos solicitados pelo operador da aeronave. Somado ao MEW dá origem ao Basic Empty Weight (BEW), também chamado de Dry Empty Weight (DEW).

Performance Básica - Prof Wesley 

29

3. Pesos da Aeronave

Basic Operational Weight – BOW

Operational Items – OI

Inclui: tripulação técnica e de cabine com suas bagagens, manuais e cartas de navegação, materiais de serviço de bordo (comida, bebida, louça, guardanapos), água potável, botes e coletes salva vidas, ELT (Emergency Locator Transmitter) portátil, containers e pallets de carga. Somado ao BEW dá origem ao Basic Operational Weight, também chamado de Dry Operational Weight (DOW).

Performance Básica - Prof Wesley 

30

3. Pesos da Aeronave

Maximum Takeoff Weight and Maximum Landing Weight - MTOW and MLW

Os pesos máximos de decolagem e pouso são definidos pelo fabricante baseado em um aspecto específico de resistência do trem de pouso. Sobre este valor máximo o fabricante pode (e normalmente faz) aplicar alguns desdobramentos para vender a certificação do peso como um opcional. Vamos exemplificar com o Boeing 737-800. A fabricante norte americana vende este modelo com várias opções de peso máximo de decolagem: 70.500kg, 75.000kg e 79.000kg, por exemplo. Não há absolutamente nenhuma diferença técnica entre essas aeronaves. A única coisa que muda é o preço. O operador vai comprar a certificação de peso que se adequar melhor as missões que ele deseja realizar.



31

3. Pesos da Aeronave

Vamos focar no maior peso de decolagem que será oferecido (79.000kg). Em que ele se baseia? Como dito anteriormente, o trem de pouso tem papel decisivo nesta definição. O FAR 25.473 diz que a aeronave deve suportar um pouso em seu peso máximo de decolagem (MTOW) no qual o toque no solo ocorre em uma razão de descida igual a 6ft/s ou 360ft/min.

O peso máximo de pouso também é definido em função de um pouso, mas com uma razão de descida ainda mais acentuada. A aeronave deve resistir a um pouso com velocidade vertical no momento do toque igual a 10ft/s ou 600ft/min.

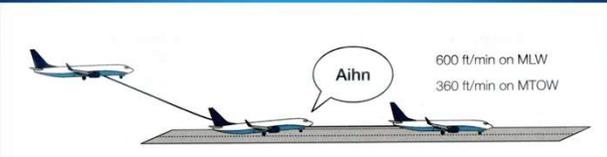
Para colocar em perspectiva o quão "duro" é um pouso com essa razão de descida, na média os pousos normais tocam o solo com uma razão próxima a 2ft/s (120ft/min).

Performance Básica - Prof Wesley



32

3. Pesos da Aeronave



600 ft/min on MLW
360 ft/min on MTOW

Maximum Takeoff Weight é definido em função de um pouso.

Performance Básica - Prof Wesley



33

3. Pesos da Aeronave

Essa discussão deixa claro os objetivos do fabricante em estabelecer um peso máximo de decolagem e um peso máximo de pouso. Mas ainda não esclarece o porquê de existir um limite chamado Maximum Zero Fuel Weight.

Objectives of Maximum Zero Fuel Weight – MZFW

Este limitante tem a ver com a estrutura da asa do avião, especialmente junto a raiz, onde ela se conecta a fuselagem. Os gráficos a seguir vão mostrar como o esforço aplicado neste ponto da aeronave varia com o peso da carga embarcada e a quantidade de combustível a bordo.

Para esta demonstração vamos assumir uma aeronave de tanque central de grande capacidade e desconsiderar o efeito do peso do motor no cálculo. Também vamos considerar a aeronave em voo nivelado e com sustentação igual ao peso atual.

34

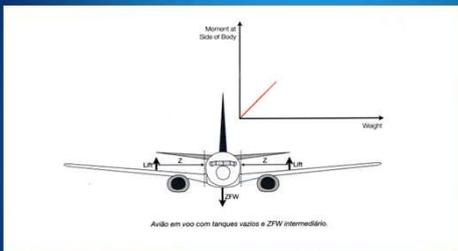
3. Pesos da Aeronave

A sustentação necessária será dividida entre as duas asas e cada uma delas será responsável por produzir metade da quantidade necessária. O peso da aeronave é um vetor localizado no centro dela e que aponta para baixo. A sustentação são dois vetores que apontam para cima e estão um em cada asa.

Com isso, há uma tendência do avião em flexionar as asas para cima durante o voo, causando grande esforço na raiz da asa (onde ocorre a junção com a fuselagem). Observe a sequência de figuras a seguir.

35

3. Pesos da Aeronave



36

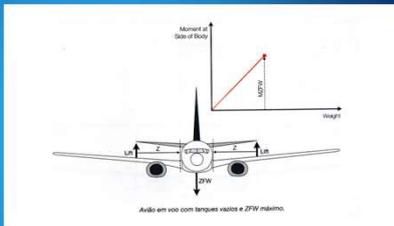
3. Pesos da Aeronave

A figura anterior mostra o avião sem combustível e em voo, como um planador. Ainda que não seja um cenário realista, vamos seguir com ele inicialmente. O próximo passo é carregar a aeronave até o MZFW dela.

Quanto mais peso nós colocarmos neste avião, maior a sustentação gerada para manter o voo e maior o esforço sofrido na junção da asa com a fuselagem (maior o momento de força). Veja a figura a seguir.

37

3. Pesos da Aeronave



38

3. Pesos da Aeronave

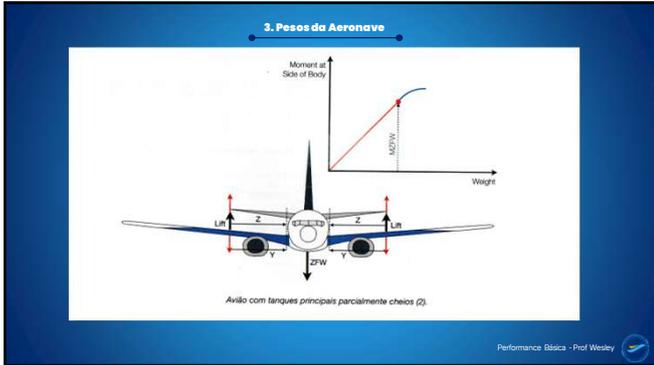
Chegou a hora de começar a abastecer este avião. Na medida que colocamos combustível, inicialmente nas asas, a sustentação gerada por elas deve aumentar na mesma proporção, contudo, o peso do combustível, por estar mais próximo a raiz da asa neste instante, gera um momento menor que o da sustentação.

Por esta razão o esforço na raiz da asa aumenta. Veja a figura a seguir onde 'Y' e 'Z' indicam os braços de alavanca do peso do combustível e da sustentação respectivamente.

Em algum ponto durante o abastecimento das asas, ainda antes de encher o tanque, a força peso que representa o combustível e vai se deslocando para ponta passa pelo exato local onde está o centro de pressão da asa.

Neste instante as duas forças exercem o mesmo momento de flexão sobre a asa e podemos envergá-la. Isso no gráfico de esforço quando a curva azul que representa este esforço em função do combustível para de subir e nivela.

39



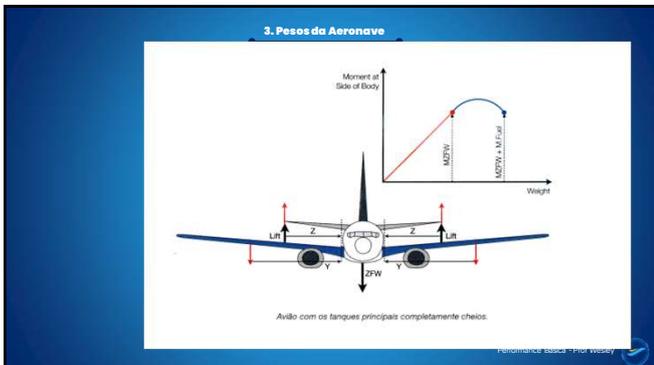
40

3. Pesos da Aeronave

Finalmente, ao encher os tanques principais com combustível, a força peso passa para um local mais próximo da ponta da asa, enquanto a sustentação segue aplicada no mesmo ponto de antes. Essa distribuição de forças faz com que o momento gerado pelo peso seja maior que o momento gerado com o aumento da sustentação e o esforço na raiz da asa agora diminui. A figura a seguir mostra a aeronave com os tanques principais cheios. Observe o comportamento do gráfico que indica o momento de flexão (bending moment) da asa.

Performance Básica - Prof Wesley

41



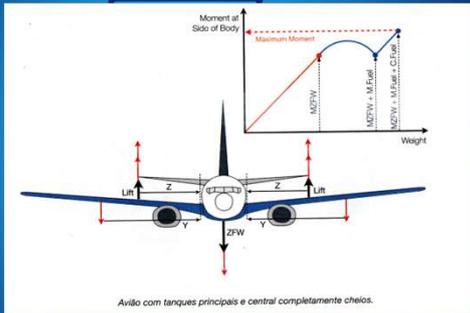
42

3. Pesos da Aeronave

Na última figura o que temos de diferente é o tanque central abastecido. Por estar na fuselagem, acrescentar combustível a ele (peso) gera o mesmo comportamento de esforço que tínhamos ao estudar o acréscimo do Payload - há um crescimento linear do momento de força. Com todos os tanques abastecidos e a aeronave em voo ocorre o maior momento de flexão deste tipo da aeronave.

43

3. Pesos da Aeronave



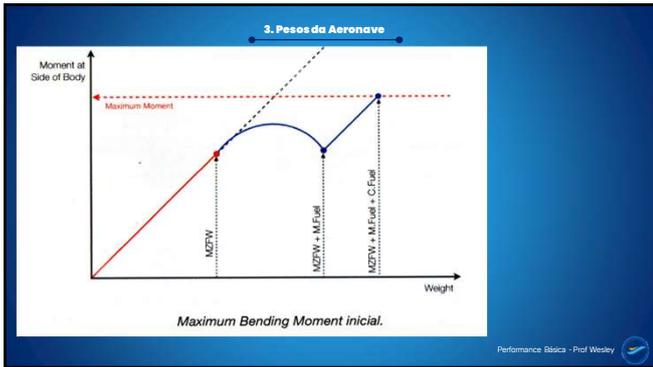
44

3. Pesos da Aeronave

Quando os engenheiros projetam a aeronave, pensam no maior zero fuel weight desejado para ela e dimensionam a estrutura da asa para resistir ao esforço que vai ocorrer no chamado maximum bending moment. Por questões de regulação (FAR 25.313) a aeronave deve ser capaz de resistir a esta situação com carga equivalente a 25g (2 vezes e mais a aceleração da gravidade) e sobre este máximo deve ser acrescentado um fator de segurança de 1,5 vezes, ou seja, o avião é feito para suportar 150% da carga máxima que deve encontrar na pior das turbulências imaginadas pelo homem - se não lembrar desses conceitos basta ler o tópico Design Speeds.

Vamos nos colocar no papel desses projetistas. A figura a seguir mostra uma aeronave qualquer e este gráfico de momento que acabamos de estudar.

45



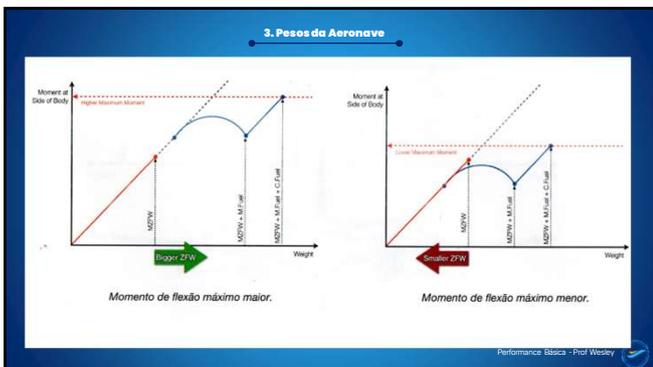
46

3. Pesos da Aeronave

Na figura anterior, temos representado o que aconteceria se os engenheiros pudessem rever o projeto da asa e lançassem uma nova versão do mesmo avião com uma estrutura reforçada e que pudesse resistir a um momento de flexão maior. O MZFW poderia ser aumentado. Já na figura seguinte, temos uma aeronave diagnosticada com fadiga de material precoce.

Para garantir que a vida útil permaneça longa, os engenheiros reveem seus cálculos e estabelecem um momento máximo de flexão mais baixo que o projeto inicial. O resultado disso seria um MZFW menor.

47



48

PERFORMANCE BÁSICA
VELOCIDADES DE AERONAVE

Last Minute Change (LMC)
MÓDULO VII

PROF. WESLEY

49

SEGMENTOS DE DECOLAGEM

MÓDULO IV

50

4. Last Minute Change (LMC)

Last Minute Change

"Last minute changes" (mudanças de última hora) na aviação geralmente se refere a qualquer alteração feita em um voo, aeronave ou plano de voo pouco antes da decolagem ou mesmo após o início do processo de embarque. Essas mudanças podem ocorrer por uma variedade de razões, incluindo condições meteorológicas, questões técnicas, atrasos de passageiros, necessidades operacionais, entre outros.

Alguns exemplos de "last minute changes" incluem:
Alteração de Rota: Pode ocorrer devido a condições climáticas adversas, fechamento de rotas ou outras restrições operacionais.

Troca de Aeronave: Às vezes, uma aeronave originalmente designada para um voo pode precisar ser substituída por outra devido a problemas técnicos ou outros motivos.

Performance Básica - Prof Wesley

51

4. Last Minute Change (LMC)

Atraso ou Adiantamento do Voo: Mudanças no horário de partida podem ocorrer devido a uma variedade de razões, como atrasos no tráfego aéreo, problemas técnicos ou questões operacionais.

Mudanças nos Passageiros: Em situações extremas, mudanças de última hora podem envolver a inclusão ou exclusão de passageiros.

Essas mudanças são administradas pelas equipes de operações aéreas e podem envolver coordenação entre a tripulação de voo, despachantes, controle de tráfego aéreo e pessoal de solo da companhia aérea. A segurança e o cumprimento de regulamentos são prioridades durante qualquer "last minute change" para garantir operações seguras e eficientes.

Performance Básica - Prof Wesley 

52

4. Last Minute Change (LMC)

"Reserve fuel" (combustível de reserva) na aviação refere-se a uma quantidade adicional de combustível que é carregada além do "block fuel" inicialmente calculado e planejado para um voo específico. Essa reserva adicional destina-se a lidar com situações imprevistas ou emergências que podem ocorrer durante o voo. O combustível de reserva é uma medida de segurança para garantir que a aeronave tenha margem suficiente para enfrentar eventualidades e cumprir regulamentações de aviação.

Existem diferentes tipos de combustível de reserva:

Contingency Fuel: Destina-se a lidar com pequenas variações imprevistas no consumo de combustível devido a condições atmosféricas adversas, ajustes na rota ou mudanças operacionais.

Alternate Fuel: É o combustível necessário para voar até um aeroporto alternativo, caso seja necessário desviar-se do aeroporto de destino original devido a condições meteorológicas adversas ou outras razões.

Performance Básica - Prof Wesley 

53

4. Last Minute Change (LMC)

Final Reserve Fuel: Representa uma quantidade mínima de combustível que a aeronave deve ter ao pousar no aeroporto de destino, garantindo uma margem de segurança em caso de atrasos ou procedimentos de espera antes do pouso.

O combustível de reserva é calculado durante o planejamento de voo e é regulamentado pelas autoridades de aviação civil para garantir a segurança das operações aéreas.

Os pilotos e as equipes de despacho de voo trabalham juntos para determinar a quantidade apropriada de combustível de reserva com base em vários fatores, incluindo o tipo de aeronave, condições meteorológicas, regulamentações locais e procedimentos da companhia aérea. O objetivo é garantir que a aeronave tenha combustível suficiente para enfrentar circunstâncias inesperadas e manter a segurança durante todo o voo.

Performance Básica - Prof Wesley 

54

PERFORMANCE BÁSICA
VELOCIDADES DE AERONAVE

Requerimento para Distância de Pouso

MÓDULO VII

PROF. WESLEY



55

REQUERIMENTO PARA
DISTÂNCIA DE POUSO

MÓDULO VII



56

5. Requerimento para Distância de Pouso Minute Change (LMC)

Landing Field Requirement

A última questão que define o performance de pouso para despacho de uma aeronave é o comprimento de pista disponível para realizar este pouso. Da mesma forma como cobrou quando estudamos o performance de decolagem, podemos olhar esta parte do conteúdo de duas formas distintas. Na primeira, definimos um certo peso e descobrimos qual o comprimento de pista mínimo necessário para pousar com aquele peso.

Na segunda, observamos uma determinada pista e descobrimos qual o peso máximo para pousar dentro dela. Neste último caso chamamos o peso encontrado de Landing Field Limited Weight. Ainda que seja mais prático definir o peso em função da pista que temos disponível (afinal a pista não pode ser alterada e nosso peso pode), vamos começar fazendo o contrário para entender como a distância de pouso mínima é definida. Atenção para as regras que tiveram uma mudança recente e vou abordar a antiga e a nova aqui. A regra nova se aplica a aeronaves com projeto recente como 737MAX, 787, 747-8, A350 e a linha E2 da Embraer.

Performance Básica - Prof Wesley



57

5. Requerimento para Distância de Pouso Minute Change (LMC)

A distância de pouso começa a ser computada a partir do ponto que a aeronave se encontra a 50ft sobre a pista. A velocidade neste ponto, para efeitos de cálculo e certificação, é a VREF. Segundo a regra antiga, o landing flare era mínimo e o toque no solo ocorria 1000ft ou 305m após o ponto onde a avião atingia 50ft de altura. O toque no solo ocorria com uma velocidade entre a VREF e VREF-5kt. É neste trecho que as regras são diferentes.

Segundo a nova legislação, o landing flare não tem valor específico de comprimento, mas dura entre 4.2 e 4.8 segundos. A velocidade no momento do toque no solo é a VREF menos uma perda (speed bleed off) entre 1 e 2%. Com a nova regra, o comprimento da pista deixado para trás entre 50ft de altura e o toque no solo passa a depender da VREF, não sendo mais um valor fixo de 1000ft.

Performance Básica - Prof Wesley

58

5. Requerimento para Distância de Pouso Minute Change (LMC)

O toque no solo é feito de forma agressiva, evitando um landing flare maior que o necessário pela legislação, e ocorre numa razão de descida entre 4 e 6 ft/s. Após o toque no solo, as considerações para a definição da distância de pouso permanecem inalteradas. O piloto de teste utiliza a frenagem máxima dos freios das rodas e freios aerodinâmicos até a parada total da aeronave.

Para os cálculos de distância de parada, o período de transição entre o toque no solo e o momento em que a capacidade máxima da frenagem está disponível deve ser o maior valor entre um segundo e aquele período demonstrado nos voos de ensaio. Este pouso deve ser considerado em uma pista seca, nivelada, em condição ISA e com vento calmo.

O uso de outros recursos que auxiliem na parada, como reversor do motor, não podem ser utilizados nos cálculos. Claro, isso não significa que o piloto não vai utilizá-lo na operação normal do avião.

Performance Básica - Prof Wesley

59

5. Requerimento para Distância de Pouso Minute Change (LMC)

The diagram shows an aircraft's path from a 50ft altitude at the 'Threshold' to 'Touchdown' and finally to 'Full Stop'. Key parameters include VREF at 50ft, VREF - 5kt at touchdown, a flare duration of 4.2 to 4.8 seconds with 1 to 2% speed bleed-off, and the use of maximum manual brakes and speed brake. An 'Aggressive touchdown technique (4 to 6ft/s)' is noted. A red box with a diagonal line through it shows a steep flare, indicating it is not the correct technique.

Performance Básica - Prof Wesley

60

PERFORMANCE BÁSICA
VELOCIDADES DE AERONAVE

Certificação de Distância de Pouso para Pista Secas e Molhadas
MÓDULO VII
PROF. WESLEY

61

CERTIFICAÇÃO DE DISTÂNCIA DE POUSO PARA PISTA SECAS E MOLHADAS
MÓDULO VII

62

6. Certificação de Distância de Pouso para Pista Secas e Molhadas

Certified Landing Distance for Dry and Wet Runways

É óbvio que esta é uma condição extrema para definir o comprimento mínimo de pista para pouso de uma aeronave. Por isso mesmo a legislação exige que o comprimento de pista definido por este cálculo represente um máximo de 60% da pista disponível para pouso no caso de uma pista seca. Numa simples regra matemática, podemos calcular o comprimento mínimo necessário para uma pista seca de duas formas distintas:

1. "Flight Test Landing Distance" dividido por 0,6; ou
2. "Flight Test Landing Distance" vezes um fator de 1,67.

O resultado em ambos os casos será o mesmo e é chamado Certified Landing Distance, CLD, que é a menor pista na qual uma aeronave pode pousar com o peso para o qual o cálculo foi feito. Quando a pista estiver molhada ou escorregadia (wet or slippery) não é necessário determinar a distância deparada para esta nova situação.

63

6. Certificação de Distância de Pouso para Pista Secas e Molhadas

Arbitrariamente, a legislação manda que seja acrescido um fator de segurança de 15% sobre a distância já calculada para pista seca. Quando calculamos a distância de parada da aeronave para o peso de pouso dela dizemos que encontramos o comprimento de pista "não fatorado". Ao acrescentar o fator de segurança exigido pela lei, chamamos este novo valor de "pista fatorada".

Performance Básica - Prof Wesley

64

PERFORMANCE BÁSICA VELOCIDADES DE AERONAVE

7. Método Alternativo para estabelecer a Certificação de Distâncias de Pouso em Pistas Molhadas

MÓDULO VII
PROF. WESLEY

65

7. MÉTODO ALTERNATIVO PARA ESTABELECEER A CERTIFICAÇÃO DE DISTÂNCIAS DE POUSO EM PISTAS MOLHADAS

MÓDULO VII

66

7. MÉTODO ALTERNATIVO PARA ESTABELECEER A CERTIFICAÇÃO DE DISTÂNCIAS DE POUSO EM PISTAS MOLHADAS

Alternative Method to establish Certified Landing Distance on Wet Runways

Há um outro método para definir a Certified Landing Distance - Wet Runway. Atenção: este método é válido apenas para pistas molhadas (braking action Good ou melhor) e não pode ser utilizado para pistas escorregadias. Nele, ao invés de pegar a CLD de pista seca e acrescentar 15%, é possível realizar o cálculo de maneira alternativa, desde que o fabricante forneça dados de performance de pouso específico para esta condição.

No método alternativo a pista é considerada molhada e de posse dos dados fornecidos pelo fabricante medimos a distância real de parada com o peso que pretendemos pousar. A velocidade de aproximação para esta metodologia será considerada 133VSI6 ao invés da VREF, como ocorre no procedimento de cálculo normal. Sobre o valor obtido, vamos acrescentar uma margem de segurança de 15%.

Performance Básica - Prof Wesley

67

7. MÉTODO ALTERNATIVO PARA ESTABELECEER A CERTIFICAÇÃO DE DISTÂNCIAS DE POUSO EM PISTAS MOLHADAS

Caso este comprimento de pista seja menor do que o comprimento de pista calculado quando acrescentamos 15% sobre a CLD de pista seca, esta distância menor pode ser utilizada como a sendo CLD de pista molhada. Isto normalmente ocorre em pistas com superfície ranhada (grooved) e com certificação SKR para operação, ou seja, Skid Resistant Runway. No Brasil o único aeroporto com esta certificação é o aeroporto Santos Dumont, no Rio de Janeiro.

Performance Básica - Prof Wesley

68

7. MÉTODO ALTERNATIVO PARA ESTABELECEER A CERTIFICAÇÃO DE DISTÂNCIAS DE POUSO EM PISTAS MOLHADAS

Mais uma vez vamos na questão do Dry Check. Este método alternativo de cálculo pode, eventualmente, resultarem uma CLD Wet menor que a forma normal de cálculo para CLD Wet, mas jamais podemos utilizar um resultado que seja inferior a CLD Dry. Veja a ilustração abaixo. Quando isso ocorre a CLD Wet passa a ser igual a CLD Dry.

Performance Básica - Prof Wesley

69