



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



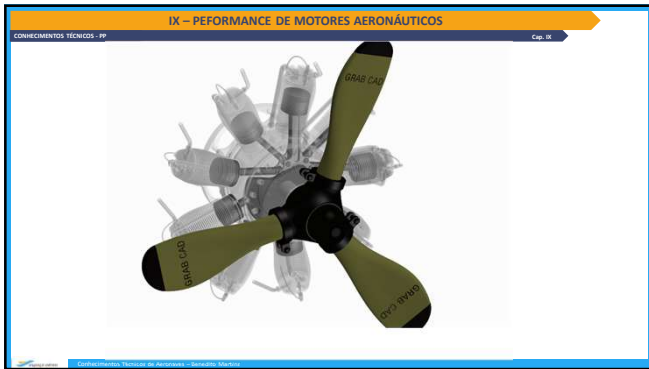
METODOLOGIAS ATIVAS



ESTUDOS DE CASO



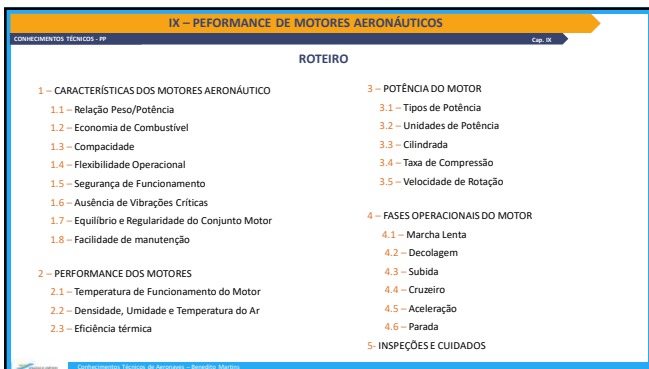
SALA INVERTIDA



1



2



3

1 – CARACTERÍSTICAS DOS MOTORES AERONÁUTICOS
 CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP Cap. X

Relação Peso/Potência

O termo leveza, ou peso específico do motor, é a razão entre seu peso e sua potência. Quanto menor o peso e maior a potência, melhor será essa relação.

↓ **Leveza** = $\frac{\text{↓ Peso (weight)}}{\text{↑ Potencia (Hp)}}$

Confederação Brasileira de Aviação - Prof. Renato Martins

4

1 – CARACTERÍSTICAS DOS MOTORES AERONÁUTICOS
 CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP Cap. X

1.2 - Economia de Combustível

- **Consumo Horário:** É o consumo de combustível por hora de funcionamento – "litro, galão ou libra, quilo/hora".
- **Consumo Específico:** É o consumo horário, levando-se em conta a potência desenvolvida pelo motor "litro galão ou libra, quilo/H.P./hora".

Confederação Brasileira de Aviação - Prof. Renato Martins

5

1 – CARACTERÍSTICAS DOS MOTORES AERONÁUTICOS
 CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP Cap. X

1.3 - Compacidade

O motor escolhido para o projeto deve apresentar condições que permitam seu posicionamento no menor espaço possível e que altere pouco o perfil aerodinâmico da aeronave.

Confederação Brasileira de Aviação - Prof. Renato Martins

6

1 – CARACTERÍSTICAS DOS MOTORES AERONÁUTICOS
CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP Cap. X

1.4 - Flexibilidade Operacional

O motor deve apresentar um funcionamento suave nas condições exigidas para a etapa de voo, em todas as velocidades, acelerações, altitudes e condições atmosféricas.

O diagrama mostra o perfil de voo de um avião em três fases: SUBIDA (climb), CRUZEIRO (cruise) e DESCIDA (descent). Cada fase é representada por uma linha tracejada com um ícone de avião correspondente. A fase de subida mostra o avião aumentando sua altitude, a fase de cruzeiro mostra o avião voando em altitude constante, e a fase de descida mostra o avião diminuindo sua altitude até aterrissar em uma pista.

Conhecimentos Técnicos de Aviação - Prof. Alexandre Martins

7

1 – CARACTERÍSTICAS DOS MOTORES AERONÁUTICOS
CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP Cap. X

1.5 - Segurança de Funcionamento

É uma característica que dá ao motor a certeza de bom funcionamento sob as mais variadas condições operacionais.

- **Confiabilidade:** Um motor aeronáutico é confiável quando sua performance pode ser confirmada. Para atestar essa credibilidade, o fabricante do motor utiliza dados coletados e tabulados a partir de pesquisa, testes de campo em bancos de prova e também dados operacionais, tudo isso seguindo rígidos padrões fixados pela autoridade aeronáutica.
- **Durabilidade:** É o tempo de vida útil do motor considerando o seu desgaste e perfil operacional enquanto se pode comprovar a sua confiabilidade. O tempo entre revisões TBO (Time Between Overhaul) para motores a pistão é medido em horas de funcionamento.

Conhecimentos Técnicos de Aviação - Prof. Alexandre Martins

8

1 – CARACTERÍSTICAS DOS MOTORES AERONÁUTICOS
CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP Cap. X

1.6 - Ausência de Vibrações Críticas

Durante o funcionamento do motor, algumas peças móveis apresentam às vezes elevadas rotações como por exemplo: eixos de manivelas e compressor/turbina do motor turboalimentado. Os motores aeronáuticos são projetados dentro de um padrão de funcionamento equilibrado e balanceado, por isso é estabelecido um limite operacional máximo, acima do qual é proibida sua operação.

1.7 - Equilíbrio e Regularidade do Conjunto Motor

É a característica de um motor em apresentar uma equalização interna de forças, logo a regularidade do conjunto motor é em não apresentar vibrações no sentido de rotação de seu eixo.

1.8 - Facilidade de Manutenção

Motor que apresenta facilidade na instalação e substituição, rapidez na troca e ajustes de componentes e simplicidade nas revisões.

Conhecimentos Técnicos de Aviação - Prof. Alexandre Martins

9

2 – PERFORMANCE DOS MOTORES
 CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP Cap. X

2.1 - Temperatura de Funcionamento do Motor

Uma temperatura muito alta do motor pode levar a uma queima não linear da mistura combustível, provocando explosões ou detonações, também conhecidas como batida de pinos, que ao longo do tempo leva a danos internos. A baixa temperatura acarreta uma queima incompleta do combustível, ocasionando falhas que comprometem sua performance.

2.2 - Densidade, Umidade e Temperatura do Ar

A massa de ar admitida, que passa a compor a mistura combustível, é diretamente envolvida na queima do combustível e pela força impulsora que desloca o pistão. Qualquer variação que altere a densidade do ar, para mais ou para menos, automaticamente diminuirá ou aumentará a potência do motor.

10

2 – PERFORMANCE DOS MOTORES
 CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP Cap. X

2.3 - Eficiência Térmica

RM (%) = Energia mecânica (produzida pelo motor) / Energia térmica (admitida no motor)

Nos motores a pistão, este rendimento é de aproximadamente 30%, e nos motores a reação encontra-se na casa dos 90%.

11

3 – POTÊNCIA DO MOTOR
 CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP Cap. X

3.1 - Tipos de Potência

Quais são os tipos de potência de uma aeronave?

- Potência Teórica
- Potência Indicada – IHP (Indicated Horse Power)
- Potência no Eixo do Motor - BHP (Brake Horse Power)
- Potência Nominal
- Potência Máxima
- Potência de Atrito – FHP (Friction Horse Power)
- Potência Útil – THP (Thrust Horse Power)
- Potência Disponível
- Potência Necessária

12

3 – POTÊNCIA DO MOTOR
 CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP Cap. X

3.1 - Tipos de Potencia

- **Potência Teórica**
 É a potência que deveria ser conseguida com a transformação de toda a energia térmica do combustível em trabalho mecânico. Na prática, os motores térmicos a pistão perdem muito com geração de atrito entre peças e calor desperdiçado durante o processo de refrigeração.
- **Potência Indicada – IHP (Indicated Horse Power)**
 É a potência dos gases expandidos sobre o pistão. Pode ser medida através de sensores instalados na câmara de combustão. Esses dados são utilizados em gráficos de performance gerados durante o ensaio do motor nos bancos de prova.
- **Potência no Eixo do Motor - BHP (Brake Horse Power)**
 É a potência obtida através de um dispositivo acoplado ao eixo motor em funcionamento, o qual aciona um dinamômetro. Também extraída durante o ensaio do motor nos bancos de prova.

Colaboradores Técnicos de Aviação - Prof. Renato Martins

13

3 – POTÊNCIA DO MOTOR
 CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP Cap. X

3.1 - Tipos de Potencia

- **Potência Nominal**
 É a potência efetiva máxima para qual o motor é dimensionado e fabricado.
- **Potência Máxima**
 É a máxima potência efetiva que o motor é capaz de desenvolver. Sob certas condições, decolagem ou emergências, o motor é capaz de produzir uma potência maior do que sua potência nominal. Esta utilização é limitada a um curto tempo, para não causar danos ao conjunto.
- **Potência de Atrito – FHP (Friction Horse Power)**
 É a potência perdida por atrito entre peças móveis e no acionamento de sistemas como bomba hidráulica, bomba de óleo, bomba de combustível, geradores elétricos, etc.
- **Potência efetiva**
 É a potência disponível na saída do eixo do motor. É sempre menor que a potência indicada, pois o seu cálculo exclui a potência de atrito.
 Pot efetiva = Pot útil – Pot atrito

Colaboradores Técnicos de Aviação - Prof. Renato Martins

14

3 – POTÊNCIA DO MOTOR
 CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP Cap. X

3.1 - Tipos de Potencia

- **Potência Útil – THP (Thrust Horse Power)**
 Também conhecida como potência tratora, é a potência desenvolvida pelo motor sobre a aeronave. Nos aviões a hélice é obtida multiplicando-se sua potência efetiva (BHP) pelo rendimento da hélice.
- **Potência Disponível**
 É a máxima potência útil que o motor é capaz de fornecer à aeronave. Deverá ser sempre maior que a potência necessária.
- **Potência Necessária**
 É a potência que uma aeronave necessita para manter-se em voo nivelado a certa velocidade.

Colaboradores Técnicos de Aviação - Prof. Renato Martins

15

3 – POTÊNCIA DO MOTOR
 CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP Cap. X

3.2 - Unidades de Potência

Algumas unidades utilizadas para expressar a potência dos motores:

- **HP - Horse Power** (745,69 Watt)
Para motores elétricos e a pistão.
- **CV - Cavalo Vapor** (735,49 Watt)
Ligeiramente inferior ao HP - (1 CV = 0,9863 HP) – Para motores elétricos e a pistão.
- **SHP – Shaft Horse Power** (HP no eixo do motor)
Para motores turboelétricos ou turbo eixo.
- **Libra ou Quilograma de Empuxo**
Para motores turbo Jato e turbo Fan.

Confederação Brasileira de Autores – Prof. Renato Martins

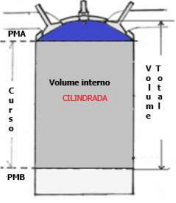
16

3 – POTÊNCIA DO MOTOR
 CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP Cap. X

3.3 - Cilindrada

É o volume interno do cilindro, compreendido entre os dois pontos mortos.

- **Cilindrada Individual**
É o volume interno representado por um único cilindro.
- **Cilindrada Total**
É a cilindrada individual multiplicada pelo número de cilindros do motor.
- **Volume total do cilindro** – (Cilindrada corrigida)
É o volume da câmara de combustão somado a sua cilindrada. cilindro



Confederação Brasileira de Autores – Prof. Renato Martins

17

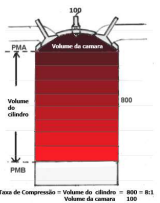
3 – POTÊNCIA DO MOTOR
 CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP Cap. X

3.4 - Taxa de Compressão

É a divisão do volume interno do cilindro pelo volume da câmara de combustão, ou seja, quantas vezes o volume da câmara de combustão cabe dentro dela mesma ao término da compressão

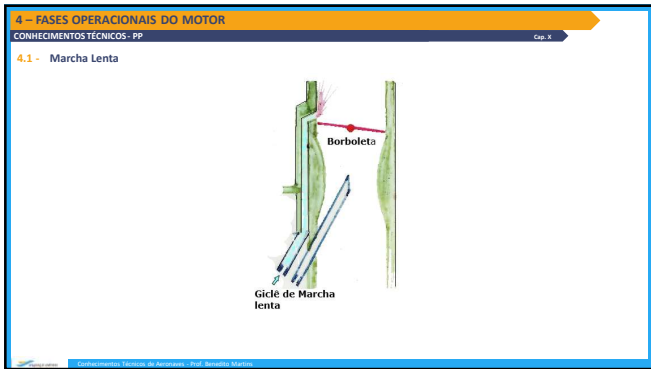
3.5 - Velocidade de Rotação

É a quantidade de voltas que o eixo de manivelas efetua por unidade de tempo. É medida em rpm (rotações por minuto).

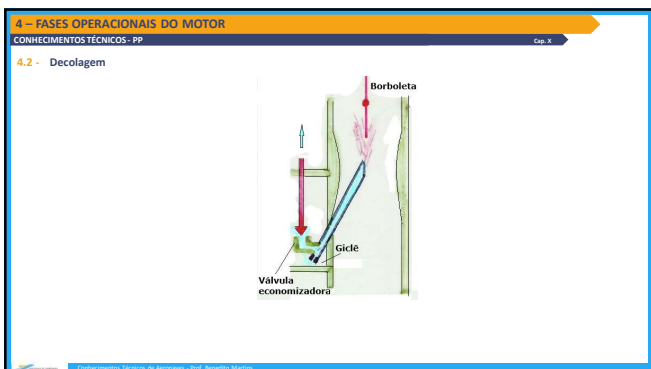


Confederação Brasileira de Autores – Prof. Renato Martins

18



19



20



21

4 – FASES OPERACIONAIS DO MOTOR
CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP Cap. X

4.4 - Cruzeiro

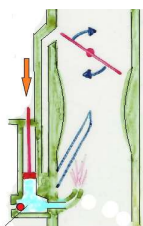


CONHECIMENTOS TÉCNICOS DE AERONÁUTICA - Prof. Alexandre Martins

22

4 – FASES OPERACIONAIS DO MOTOR
CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP Cap. X

4.5 - Aceleração (arremetida)



Bomba de aceleração rápida

CONHECIMENTOS TÉCNICOS DE AERONÁUTICA - Prof. Alexandre Martins

23

4 – FASES OPERACIONAIS DO MOTOR
CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP Cap. X

4.6 - Parada

É a fase operacional em que o motor é desligado. O corte do motor pode ser efetuado interrompendo-se a ignição ou o combustível através da válvula de corte.

Devido a uma peculiaridade operacional dos helicópteros equipados com motor a pistão, somente as fases operacionais de parada e marcha lenta serão consideradas, as demais são específicas para avião.

CONHECIMENTOS TÉCNICOS DE AERONÁUTICA - Prof. Alexandre Martins

24

5 – INSPEÇÕES E CUIDADOS
 CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP Cap. X

Como já mencionado no capítulo relativo a motores, as inspeções e cuidados relativos a sua performance devem estar sempre atreladas aos manuais de voo e de manutenção da aeronave.

As inspeções pré e pós-voos visam detectar não conformidades que possam comprometer a segurança operacional. Está prevista nos manuais de voo e incluem para o sistema de formação de mistura uma cuidadosa inspeção em mangueiras, conexões e tubulações, com o objetivo da busca por trincas, desgastes excessivos, vazamentos etc., devendo ser imediatamente relatadas às equipes de manutenção para as devidas providências.

Uma operação segura envolve sempre a utilização do conjunto dentro de seu envelope operacional, onde as fases evoluem segundo os parâmetros estabelecidos no manual de operação da aeronave.

25

5 – INSPEÇÕES E CUIDADOS
 CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP Cap. X



Mapa Mental



26

5 – INSPEÇÕES E CUIDADOS
 CONHECIMENTOS TÉCNICOS - PP Cap. X

Características dos motores aeronáuticos

- Alta potência
- Alta velocidade
- Alta eficiência
- Alta confiabilidade
- Alta segurança
- Alta durabilidade

Eficiência térmica - rendimento mecânico

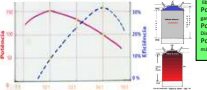
Alta potência
Alta velocidade
Alta eficiência
Alta confiabilidade
Alta segurança
Alta durabilidade

Segurança de funcionamento

- Alta confiabilidade
- Alta segurança
- Alta durabilidade
- Alta eficiência
- Alta potência
- Alta velocidade

Equilíbrio

- Alta confiabilidade
- Alta segurança
- Alta durabilidade
- Alta eficiência
- Alta potência
- Alta velocidade



Características Performance Fase operacionais

- Alta potência
- Alta velocidade
- Alta eficiência
- Alta confiabilidade
- Alta segurança
- Alta durabilidade

Operações do motor

- Alta potência
- Alta velocidade
- Alta eficiência
- Alta confiabilidade
- Alta segurança
- Alta durabilidade

Aceleração

- Alta potência
- Alta velocidade
- Alta eficiência
- Alta confiabilidade
- Alta segurança
- Alta durabilidade

Parada

- Alta potência
- Alta velocidade
- Alta eficiência
- Alta confiabilidade
- Alta segurança
- Alta durabilidade

27
