

**AeroTD**  
ESCOLA DE AVIAÇÃO CIVIL

**Remoção e Instalação de Motores**

*Prof. Rodrigo Costa*



<b>CNPJ</b>	72.443.914/0001-38
<b>Mantenedora</b>	AERO TD ESCOLA DE AVIAÇÃO CIVIL LTDA - ME
<b>Instituição</b>	AERO TD Escola de Aviação Civil
<b>Esfera Administrativa</b>	Privada
<b>Endereço (Rua, N°.)</b>	Rua Madalena Barbi nº 46.
<b>Cidade UF CEP</b>	Bairro: Centro - Florianópolis SC. CEP: 88.015-200
<b>Telefone Fax</b>	(48) 32235191
<b>Eixo Tecnológico:</b>	Infraestrutura
<b>Curso:</b>	Profissionalizante em Manutenção de Aeronaves - Habilitação Grupo Motopropulsor
<b>Carga Horária Total:</b>	1034 horas

## Sumário

Apresentação ..... 4

Módulo I ..... 6 – 18

Módulo II ..... 20 – 42

Módulo III ..... 44 – 52

Módulo IV ..... 54 – 66

Módulo V ..... 69 - 83

## Apresentação da Disciplina

*Caro aluno*

*Pretendo que a disciplina **Remoção e Instalação de Motores** seja um instrumento que ofereça a você conhecimento de uma forma geral das razões e os procedimentos para a remoção ou a instalação de motores.*

*Para que você tenha um entendimento sobre as inspeções e as razões para a remoção e instalação de motores aeronáuticos, esta disciplina está dividida em cinco módulos:*

*No módulo I: Procedimentos Primários de Preparação para Remoção de Motores*

*No módulo II: Procedimentos de Remoção e Testes de Motores*

*No módulo III: Inspeções Diversas de Ajustes de Componentes e Instalação de Motores*

*No módulo IV: Remoção e Instalação de Motores Diversos e Processos de Alinhamento*

*No módulo V: Características de Berços, Preservação, Estocagem e Embalagens para Conservação e Transporte de Motores*

*Ao encerrar esta disciplina você possuirá condições de identificar as razões para a remoção ou a instalação de motores aeronáuticos.*

*Lembre-se que estarei ao seu lado, acompanhando-o, orientando-o, e estimulando seus estudos.*

*É muito importante poder compartilhar esses conteúdos com você.*

*Bons estudos!*

*Prof. Rodrigo Costa*





<http://www.airliners.net/photo/Italy---Air/Aeromacchi-MB-323/1884709/>

## MÓDULO I

# PROCEDIMENTOS PRIMÁRIOS DE PREPARAÇÃO PARA REMOÇÃO DE MOTORES

## INTRODUÇÃO

Caro aluno,

Neste módulo iremos observar as características básicas da remoção e instalação de motores em aeronaves e os procedimentos de detecção desse processo.

Vamos lá!

## **1.1 REMOÇÃO E INSTALAÇÃO DE MOTOR**

Os procedimentos para a remoção ou a instalação de motores variam muito com o tipo do motor e da aeronave. Dessa forma, não é possível haver uma única lista de procedimentos que sirva para todos os tipos de motores. Por conta dos vários tipos de instalações, bem como grande número de variações de projeto dentro de cada tipo de categoria de motores, foram relacionados exemplos representativos para ilustrarem os procedimentos de instalação para motores alternativos, turboélice e turbojato.

Os motores radiais e os de cilindros opostos foram considerados para representar e descrever os procedimentos típicos e gerais para instalação, remoção, armazenagem e conservação dos motores alternativos. Embora esses dois tipos tenham sido escolhidos para garantir a abrangência dos motores usados tanto em aviões pesados quanto leves, muitas das informações e alguns dos procedimentos apresentados na discussão dos motores radiais são aplicáveis aos de cilindros opostos.

Deve ser enfatizado que, enquanto alguns procedimentos para aeronaves e motores específicos são incluídos neste capítulo, outros foram omitidos por causa de sua irrelevância para uma discussão geral.

Por essa razão, sempre há referência à instrução do fabricante, aplicável antes da realização de qualquer fase da instalação ou remoção do motor.

## **1.2 RAZÕES PARA REMOÇÃO DE MOTORES ALTERNATIVOS**

Os parágrafos seguintes ressaltam as razões mais comuns para remoção e substituição de um motor alternativo.

Informações para auxiliar na avaliação das condições do motor que determinam a sua remoção são incluídas. Entretanto, em cada caso, consultam-se instruções aplicáveis do fabricante, como a autoridade final para definir as bases para substituição do motor.

### **Extensão (excedida) da Vida do Motor**

A vida do motor é dependente de alguns fatores como:

- Mau uso operacional;
- Qualidade da fabricação ou da manutenção;
- Tipo da aeronave na qual o motor está instalado;
- O tipo da operação em que foi utilizado;
- E o nível de manutenção preventiva com que foi tratado.

Logo, é impossível estabelecer o tempo bem definido de utilização para a remoção do motor.

Entretanto, com base na experiência em serviço, é possível estabelecer o intervalo de tempo máximo de vida de um motor. Independentemente de suas condições, um motor deve ser removido quando tiver acumulado o tempo máximo recomendado desde a última revisão, incluindo qualquer extensão de tempo permitida.

### **Parada Brusca**

A parada brusca é uma parada rápida e completa do motor. Pode ser causada por emperramento do motor ou pelo impacto de uma ou mais pás da hélice com um objeto (ou com o solo), de tal maneira que o motor pare antes de completar uma volta da hélice.



A parada brusca pode ocorrer sob condições tais como falha do trem de pouso, pilonagem ou pouso muito brusco. A parada brusca pode causar dano interno ao

*Fonte: <http://barbosalambelambe.blog.terra.com.br/files/2010/02/15-bis-nas-melancias-close.jpg>*

motor, como quebra de dentes de engrenagem, danos no trem de engrenagens da seção traseira, desalinhamento do eixo de manivela ou danos nos rolamentos da hélice.

Quando ocorre a parada brusca, o motor é geralmente substituído.

### **Súbita Redução na Velocidade de Rotação**

A súbita redução na velocidade de rotação pode ocorrer quando uma ou mais pás da hélice colidir com um objeto, estando o motor com baixa velocidade de rotação.

Após o impacto, o objeto estranho (como um pássaro) é afastado e o motor recupera sua velocidade de rotação anterior ao impacto e assim continua, a menos que seja parado para prevenir dano posterior.

Enquanto taxiando (com o motor em baixa rotação), uma súbita redução na velocidade de rotação pode ocorrer quando a hélice colidir com um objeto estranho, como o mato alto que às vezes cresce na pista de grama, uma caixa de ferramentas ou peças de outra aeronave.

Pesquisas com motores que tenham sofrido este tipo de acidente demonstraram que, geralmente, nenhum dano ocorre quando a velocidade de rotação é baixa, quando então a potência disponível é pequena e a hélice é capaz de absorver o arrastamento ou pequeno impacto. Entretanto, quando o acidente ocorre com alta velocidade de rotação, os impactos são muito mais severos.

Quando súbita redução de velocidade de rotação ocorrer, as seguintes ações devem ser tomadas:

(1) Fazer uma cuidadosa inspeção externa do berço do motor, de sua carcaça e da parte do eixo que se conecta à hélice, para determinar se alguma peça foi danificada. Se o dano encontrado não puder ser consertado pela manutenção de linha, remover o motor;

(2) Remover os filtros de óleo e verificar se há partículas de metal. Remover o bujão do cárter, drenar o óleo em um recipiente limpo, escorrendo-o através de um pano limpo, verificando, tanto no pano quanto no óleo, se ficaram partículas de metal. Partículas grandes de metal no óleo indicam um bem definido mau funcionamento do motor, que deve ser removido. Entretanto, se as partículas de metal presentes são semelhantes à limalha fina (pó de metal), continuar a inspeção do motor para determinar se ainda é aproveitável.

Caso não haja partículas grandes de metal, fazer um teste com motor no solo, procurando por partículas de metal no óleo. Não encontrando, prosseguir com um teste em voo com o mesmo propósito.

Se o motor operar normalmente durante o teste em voo, verificar a presença de partículas no óleo. Caso não tenham sido encontradas partículas metálicas grandes ou em excesso, o motor é mantido em operação, fazendo teste de presença de partículas de metal no óleo após 10 horas e 20 horas de operação. Após tudo isso, não se encontrando partículas metálicas, provavelmente o motor não vai mais requerer outros testes posteriores, pelo menos até a próxima inspeção programada;



(3) Remover a hélice e verificar se o eixo de manivelas ou o eixo de acionamento da hélice, caso haja caixa de redução, sofreu empenamento. Utilizando um relógio comparador, com graduações de 0,001 da polegada, ajustá-lo ao eixo da hélice. Retirar uma vela de cada cilindro para permitir que o conjunto, eixo de manivelas ou eixo de acionamento da hélice gire livremente, sem compressão. Girar o conjunto e observar se há flutuação no relógio-comparador. Fazer o teste tanto na parte do eixo de manivelas ou eixo de acionamento que se fixa à hélice, quanto no extremo oposto.

Havendo excessiva flutuação, o motor deve ser removido. Os limites máximos de flutuação (empenamento) devem ser consultados nas instruções do fabricante. Caso haja flutuações grandes, mas dentro dos limites, uma hélice em bom estado deve ser instalada no motor analisado, que deve ser girado. A trajetória das pontas das pás da hélice define cada uma, quando girando, um plano, se o eixo não estiver empenado, esses planos coincidem, se o eixo estiver empenado, serão planos diferentes. Pela separação entre planos, medindo e confrontado com as instruções do fabricante, é possível determinar se o empenamento do eixo está dentro da tolerância permitida;

(4) Dar partida no motor para verificar se a operação é suave e se a potência desenvolvida é adequada. Se o motor operar corretamente durante a checagem de potência no solo, cortá-lo e repetir a pesquisa de partículas metálicas no sistema de lubrificação.

### **1.3 PARTÍCULAS METÁLICAS NO ÓLEO**

A presença de partículas metálicas, tanto nos visores (de vidro) de óleo, quanto nas tampas magnéticas do cárter, são geralmente uma indicação de falha parcial do motor. Entretanto, devido à construção dos sistemas de óleo das aeronaves, é possível que as partículas metálicas que tenham sido encontradas no óleo ou no sistema de lubrificação, sedimentadas com a goma que se firma no fundo do cárter e de outras partes baixas, tenham sido geradas por falha anterior.

Por outro lado, o carbono (carvão) formado nas partes quentes do motor tende a firmar grãos que se desprendem e que podem ser confundidos com metal. É necessário considerar essas possibilidades quando partículas estranhas foram encontradas nos visores de óleo do sistema de lubrificação ou nas tampas dos drenos ou do cárter.

Antes de remover um motor por suspeita de falha interna, pela indicação da presença de material estranho nos visores de óleo ou tampas dos drenos ou do cárter, confirma-se se

este material estranho é realmente metálico da seguinte forma: colocando-o sobre uma superfície metálica rígida (pode ser uma chapa de aço, lisa e limpa) e começando a bater suavemente com um martelo. Se for carbono (carvão) irá quebrar (esfarelar), se for metal (dependendo do tipo de liga metálica) pode até deformar, mas sem desintegrar.

Se as partículas são metálicas, verifica-se a provável extensão do dano interno. Por exemplo, se somente pequenas partículas forem encontradas, como se fosse limalha fina, drena-se todo o óleo, substituindo-o.

Então, gira-se o motor no solo e torna-se a verificar os visores de óleo e tampas dos drenos e do cárter.

Se nenhuma partícula a mais for encontrada, a aeronave pode ser testada em voo, seguindo-se mais uma inspeção dos visores de óleo e tampas de drenos e do cárter. Deve ser, entretanto, acuradamente observado o desempenho do motor, caso não haja evidência de material estranho.

### **Operação Instável do Motor**

Os motores são geralmente removidos quando é sentida uma consistente operação instável. A operação instável de um motor geralmente é percebida através de uma ou mais das seguintes condições:

- (1) Vibração excessiva do motor;
- (2) Falha contínua ou intermitente das explosões;
- (3) Parada em voo;
- (4) Sensível diminuição de potência.

## **1.4 PREPARAÇÃO DOS MOTORES ALTERNATIVOS PARA INSTALAÇÃO**

Após ter sido tomada a decisão quanto à remoção do motor, a preparação do motor substituto deve ser considerada. Os métodos e procedimentos de manutenção usados variam bastante. Na aviação comercial, onde as operações de manutenção necessitam mais rapidez e eficiência na substituição dos motores de aviões, geralmente há a opção pela montagem de rápida troca de motor ou **QECA** ("quick-engine-changeassembly"), algumas vezes também chamado pacote pronto (enginepouerpachage).

O QECA é essencialmente o motor propriamente dito e mais seus acessórios fixados, tudo pronto para ser instalado. Já outros operadores de aeronaves com motores radiais, bem como muitos operadores de aeronaves com motores de cilindros opostos, fazem uso de outro método mais lento, porém mais barato.

Uma vez que a substituição de motores nessas oficinas de reparos ocorra com frequência aleatória, somente algumas substituições de motores são feitas manualmente.

Tais motores substitutos podem ser parcial ou completamente pré-montados, com acessórios e subconjuntos necessários, ou eles podem ser guardados conforme são recebidos dos fabricantes em suas próprias caixas, invólucros, tambores ("containers") e somente serão desembalados e preparados para a instalação quando for necessário substituir um motor.

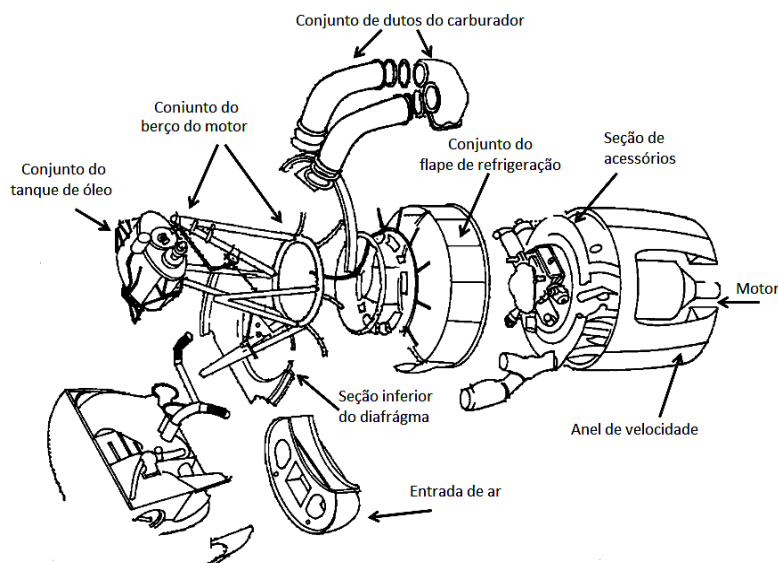
O método QECA é mais comumente usado para grandes motores radiais e é essa a razão pela qual são empregados na descrição dos procedimentos de montagem e instalação do sistema QECA. Porém, deve ser enfatizado que muitos desses procedimentos são aplicáveis para outros métodos de montagem e instalação de motores.

### **1.5 MÉTODO "QECA" DE MONTAGEM DE MOTORES RADIAIS**

O estudo do método QECA de montagem a seguir não tem a pretensão de excluir procedimentos que estão na prática desde que a maioria das oficinas desenvolveu procedimentos adequados para si ou se utilizam daqueles recomendados pelos fabricantes.

Os procedimentos aqui incluídos estabelecem uma sequência lógica no desenvolvimento do método QECA, para motores e seus componentes, através dos estágios intermediários de uma montagem padrão, para que se obtenha uma melhor compreensão da interconexão existente entre unidades e sistemas.

Pelo método QECA, os componentes de um motor radial são dispostos conforme a ilustração (vista explodida) da figura 8-1.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

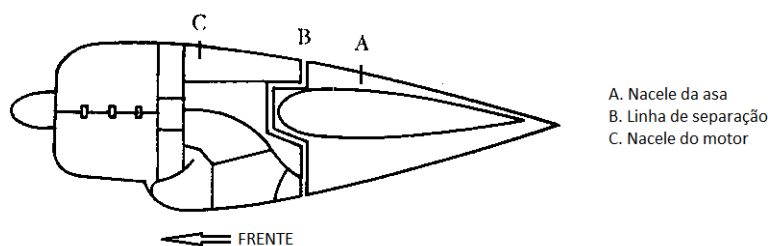
Figura 8-1 Vista explodida de um típico conjunto de potência.

Como pode ser observado o método QECA divide a montagem do motor em diversas unidades. Dentre tais unidades, que são comuns à maioria dos motores radiais ainda existentes, encontramos: tomada de ar, flapes de refrigeração do motor, carenagem do motor, suporte dos flapes de refrigeração do motor, janelas de inspeção, berço do motor e o motor propriamente dito, com todos os seus acessórios, alavancas e cabos de controle.

Em algumas aeronaves, os motores são fixados em naceles aerodinâmicas, cuja estrutura se confunde com a das asas. Essas naceles podem ser consideradas como sendo divididas em duas seções: as naceles das asas e as dos motores.

A primeira é parte da estrutura da asa e a última àquela construída separada das asas.

A figura 8-2 ilustra uma nacele típica com a linha de separação identificando as duas partes. Aparentemente, as naceles das asas parecem ser somente uma continuidade aerodinâmica para as naceles dos motores, mas esse não é seu único propósito.



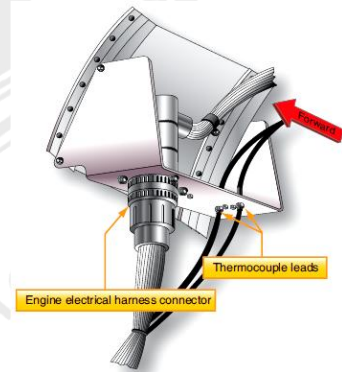
A. Nacele da asa  
B. Linha de separação  
C. Nacele do motor

Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 8-2 Típicas nacele de asa e motor.

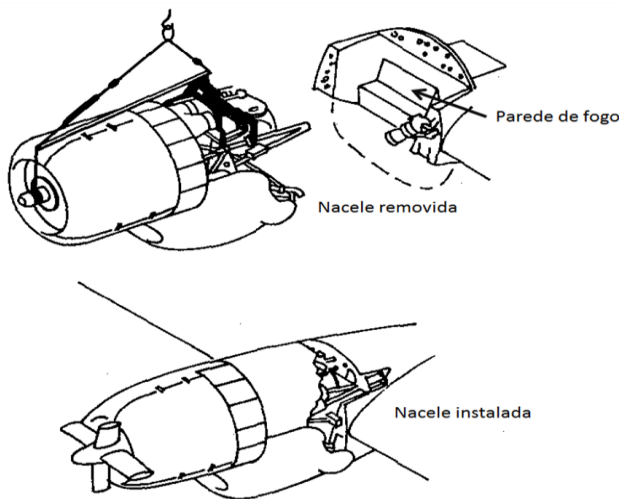
Em alguns aviões, as naceles das asas mais próximas à fuselagem abrigam o trem de pouso quando recolhido. Também no interior das naceles das asas são colocados reservatórios de óleo, combustível, partes do sistema hidráulico, drenos, conjuntos de controles que operam esses motores, etc.

Os pontos, nos quais as naceles dos motores são desconectadas das naceles das asas, podem ser facilmente identificados na maioria dos aviões. Para localizar os pontos de conexão, basta procurar a última seção de carenagens removíveis mais distantes do lado do motor que sustenta a hélice.



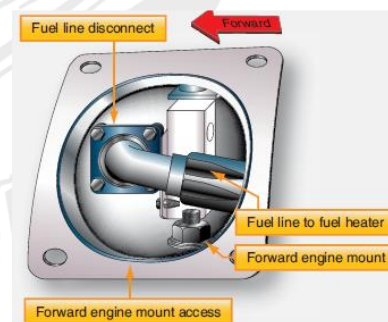
Fonte: FAA

Normalmente, a remoção dessas seções de carenagens de refrigeração irá expor as conexões elétricas e hidráulicas, fixações, emendas dos cabos e parafusos de montagem. Os pontos de separação do QECA, incluindo a parede de fogo e os pontos de desconexão, estão ilustrados na figura 8-3.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 8-3 Pontos de desconexão de um QECA.



Fonte: FAA

A parede de fogo é geralmente o anteparo dianteiro da nacela da asa e difere da maioria das outras paredes divisórias por ser construída de aço inoxidável ou outro material resistente ao fogo. O propósito principal da parede de fogo é o de confinar qualquer fogo no motor, em sua nacela propriamente dita, além de prover a interface para a montagem de unidades

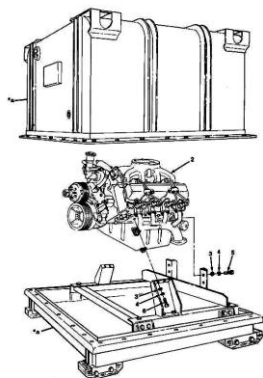


dentro da nacela do motor e mais os pontos de emendas ou conexões das linhas (de combustível e de óleo), drenos e passagem das cablagens elétricas, que são conduzidas do motor para a aeronave.

Sem essa parede protetora e na eventualidade de haver fogo no motor, haveria também a possibilidade dele passar para o interior das asas (onde normalmente estão os tanques de combustível), dessa forma, a necessidade da vedação de qualquer abertura não utilizada na parede de fogo é evidente e não pode ser relevada.

Um motor de aeronave e seus acessórios, que tenham sido estocados, devem passar por um processo de limpeza e eliminação dos fluidos de estocagem, tampões, selagens e inspeção antes que eles possam ser instalados. Isto significa mais do que retirar o motor da embalagem e "aparafusá-lo" na aeronave.

Se o motor for guardado em uma "embalagem" metálica pressurizada, a válvula de ar deve ser aberta para sangrar o ar de pressurização (ou outro gás). Dependendo do tamanho da válvula, a despressurização da embalagem pode levar até 30 minutos.



A abertura da embalagem se faz retirando os parafusos que unem suas duas metades. Então, fixam-se os cabos e ganchos de uma talha (ou sarilho, guincho, etc.) nos pontos apropriados e separa-se a metade superior afastando-a da área

*Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional*

de trabalho. Se o motor estiver instalado dentro de uma embalagem de madeira, é necessário romper o selo do invólucro de proteção e dobrá-lo em torno do motor (geralmente é um papel impermeável, plastificado).

Removem-se os agentes desidratantes (sacos com sílica gel, em geral) e os indicadores de umidade para fora da embalagem do motor. Também se



*Fonte: FAA*

renova e coloca em lugar seguro qualquer acessório que não esteja fixado no motor, mas que esteja na mesma embalagem montado à parte. Se o motor for do tipo radial, os parafusos do anel de montagem devem ser desapertados da embalagem e o motor deve ser ligeiramente levantado (pela talha) para permitir que o anel de montagem seja removido.

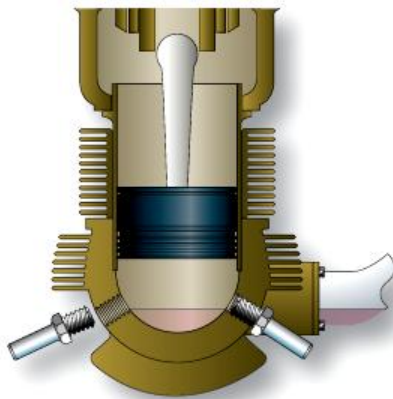
Outros motores, que não aqueles do tipo radial, são geralmente aparafusados diretamente na embalagem.

## Desestocagem de um Motor

Após o motor ter sido afixado em um suporte, todas as coberturas devem ser removidas dos pontos onde o motor foi selado ou fechado com tampas, tais como entradas de ar, saídas de gases e as tomadas de força para movimentar os acessórios.

À medida que as coberturas ou tampas forem sendo removidas, verificam-se os flanges de contato e áreas adjacentes quanto a sinais de corrosão. Da mesma forma, removem-se os indicadores de umidade que são colocados nos orifícios das velas, verificando pela coloração, se há ou não indicação de umidade dentro de cada cilindro. Havendo, inspecionam-se cuidadosamente as paredes internas dos cilindros (removendo-os).

Nos motores radiais, a parte interna dos cilindros mais baixos e respectivos dutos de admissão, devem ser cuidadosamente verificados quanto à presença excessiva do composto anticorrosão, que foi drenado de dentro do motor, mas tende a acumular-se nas partes mais baixas. O excesso desse composto, dentro do cilindro mais baixo, caso o motor venha a ser acionado, pode servir como "calço hidráulico", ou seja: a sua presença impede que, em determinada parte do seu curso, o pistão possa se movimentar devido ao enchimento do cilindro com esse composto (estando as válvulas desse cilindro do motor fechadas).



A presença de composto anticorrosivo dentro do cilindro pode ser verificada quando da retirada dos indicadores de umidade dos orifícios das velas de cada cilindro. A maior parte desse composto será drenada pelos orifícios das velas de ignição dos cilindros mais baixos dos motores radiais, quando os indicadores de umidade forem removidos.

Fonte: FAA (*Airframe & Powerplant Mechanics-Powerplant Handbook*).

Figura 8-4 Drenagem de um composto preventivo da corrosão.

Um pouco do composto permanecerá na cabeça do cilindro abaixo do nível dos orifícios das velas de ignição, como mostrado na figura 8-4 e pode ser removido com uma bomba manual.



Fonte: FAA (*Airframe & Powerplant Mechanics-Powerplant Handbook*).

Desidratador plugue azul  
que mostra a baixa umidade

Desidratador plugue rosa  
mostrando alta umidade

Um método mais positivo é o da remoção dos dutos de admissão dos cilindros mais baixos, abrindo-se as respectivas válvulas de admissão através da movimentação do eixo de manivelas. Esse método permite que o composto anticorrosivo em excesso seja drenado através dessa válvula. Se por alguma razão, o excesso de composto anticorrosivo for encontrado acumulado nos cilindros superiores, deve então ser removido por bomba manual.

Os visores de óleo (pequenas janelas circulares de vidro) devem ser removidos e cuidadosamente lavados com querosene ou outro solvente aprovado para eliminar todos os resíduos que possam restringir a circulação de óleo e causar a falha do motor. Após os visores terem sido limpos, eles são embebidos em óleo limpo e só então reinstalados no motor.



Quando for removida a tampa do tubo de admissão do motor, os sacos contendo sílica-gel (desidratante) devem ser removidos antes da instalação do carburador. Deve-se tomar cuidado para que esses sacos não se rompam acidentalmente.

Fonte: *dpic.org*

A cobertura de proteção do eixo da hélice é removida e o composto anticorrosão, lavado. Só então, o eixo com óleo do motor é coberto.

Como verificação final, observa-se se o motor está todo limpo. Há a possibilidade de que o composto anticorrosivo suje o motor quando houver remoção dos indicadores de umidade,

ou limpeza dos visores de óleo. Para se limpar o motor é usado querosene ou outro solvente aprovado.

### **Inspeção e Desestocagem de Acessórios**

O desempenho de um motor depende dos seus acessórios. Embora o motor tenha sido completamente revisado, qualquer omissão ou erro na instalação dos acessórios pode resultar na operação inadequada do motor, ou talvez num dano irreparável.

Antes da preparação de quaisquer dos acessórios que tenham sido embalados com o motor, consulta-se os dados de estocagem, geralmente afixados em etiqueta na embalagem do motor ou registrados na documentação que vai dentro dessa embalagem, para determinar quanto tempo o motor e seus acessórios estão estocados.

Alguns acessórios, que normalmente acompanham o motor quando este retorna da revisão, são considerados inapropriados para o uso se seu tempo de estocagem exceder um valor anteriormente estabelecido (geralmente são acessórios que possuem partes de borrachas que ressecam). Esse tempo varia conforme a especificação do fabricante.

Qualquer acessório que tenha sido removido de um motor anteriormente usado, mas que possa ser acoplado a um motor novo ou recondicionado, deve passar por cuidadosa inspeção para avaliar suas reais condições. Esta inspeção inclui uma avaliação das condições gerais, limpeza, ausência de sinais de corrosão, ausência de desgaste que pode ser determinado pela folga excessiva das partes móveis.

Alguns acessórios devem ser substituídos, independente do seu tempo em operação, caso o motor esteja sendo substituído devido à falha interna. Tais acessórios podem ter sido contaminados por partículas de metal, introduzidas nos seus mecanismos pelo mesmo óleo que lubrifica tanto o motor quanto seus acessórios.

Antes de se instalar qualquer acessório de reposição, verifica-se visualmente quanto a sinais de corrosão e à liberdade de operação (verificar se o acessório não está travado por algum grampo, selo, etc).

Sempre se limpa os encaixes, os flanges e os acoplamentos antes de montar os acessórios e, somente após ajustar à junta (de papel, cortiça, borracha), faz-se a fixação dos acessórios. Lubrifica-se o eixo de acionamento quando assim for determinado pelas instruções do fabricante.



<http://www.airliners.net/photo/Australia--Air/De-Havilland-Canada/0830191/>



## Referência Bibliográfica

***BRASIL. IAC – Instituto de Aviação Civil. Divisão de Instrução Profissional. Matérias Grupo Motopropulsor, tradução do AC 65-12A do FAA (Airframe & Powerplant Mechanics-Powerplant Handbook). Edição Revisada 2002.***



## No Próximo Módulo

No próximo módulo será mostrada a importância da inspeção e substituição das unidades externas ao motor.

Espero você!





Photo Copyright © Daniel R. D'herbe

AIRLINERS.NET

*Daniel R. D'herbe / CFM56(PILON)B734 / airliners.net*

## MÓDULO II

### PROCEDIMENTOS DE REMOÇÃO E TESTES DE MOTORES

#### INTRODUÇÃO

Caro aluno,

Neste módulo observaremos algumas características de inspeção e substituição de unidades externas ao motor, técnicas de remoção e preparação de testes.

Bons estudos!

## 2.1 INSPEÇÃO E SUBSTITUIÇÃO DAS UNIDADES E SISTEMAS EXTERNOS AO MOTOR

A nacele do motor deve ser cuidadosamente limpa antes de sua inspeção. O projeto de uma nacele de motor varia de um tipo de avião para outro, mas basicamente é o mesmo tipo de estrutura, coberta por painéis de formato aerodinâmicos removíveis, na qual o motor é montado.

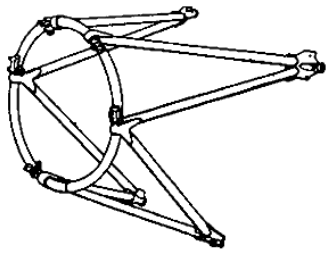
Essa estrutura é fixada ao avião e incorpora uma parede de fogo isolante, separando o motor da célula.



Fonte: [http://www.papagolfchronicles.com/2008\\_03\\_01\\_archive.html](http://www.papagolfchronicles.com/2008_03_01_archive.html)

Como já foi visto as conexões das cablagens elétricas, dos tubos de combustível e de óleo e os drenos, além do acoplamento das alavancas de controle, passam através dessa parede de fogo.

Inspecciona-se toda a nacele do motor quanto a sua estrutura e também as carenagens e placas rebatadas que completam o fechamento da nacele do motor. Quaisquer trincas nas carenagens ou dutos, caso não excedam os limites estabelecidos nos requisitos para reparos estruturais do fabricante da aeronave em questão, devem ter seu desenvolvimento interrompido, fazendo-se um furo de alívio de tensões na sua extremidade no interior da chapa, além de sobrepor-se um reforço rebatado, cobrindo-se a área afetada.



O berço do motor deve ser inspecionado quanto a qualquer empenamento dos tubos de aço de sua estrutura ou outras falhas, como: mossas, dobras, rachaduras, trincas (especialmente nas soldagens das emendas), deformações

*Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional*

tipo "V" profundo (concentradores de tensões), achatamento dos tubos, etc. Em dúvida, faz-se uma inspeção com líquidos penetrantes para encontrar as trincas, áreas porosas (típica de escoamento de metal), ou outros defeitos porventura existentes.

Os parafusos de fixação dos motores em seus berços são inspecionados por partículas magnéticas ou outro processo aprovado. Assim que os parafusos são removidos, simultaneamente os orifícios devem ser inspecionados quanto ao seu alargamento, que pode ter sido causado pelo movimento que ocorre entre o motor e o berço, caso o parafuso correspondente a esse orifício não tenha sido corretamente apertado.

Verifica-se a superfície externa de toda a cablagem exposta com relação a rompimento (descontinuidade), fricção ou outros danos. Verifica-se, também, a firmeza dos terminais soldados ou prensados dos fios elétricos. Adicionalmente, devem ser checados os pinos e encaixes dos conectores elétricos quanto às suas condições gerais.

Qualquer item que esteja danificado deve ser reparado ou substituído, dependendo da extensão do dano.

Antes de instalar um motor, inspecionam-se todas as tubulações da nacele do motor quanto a amassamentos contundentes, entalhe, arranhões profundos, fricção ou corrosão. Inspecciona-se também, e cuidadosamente, quanto à indicação de fadiga ou ao achatamento (redução da seção do tubo) causado por flexão acidental. Cuidadosamente, todas as mangueiras (de borracha ou plástico) usadas em vários sistemas dos motores são inspecionadas.

Algumas fissuras nas mangueiras se prolongam até o interior delas, mesmo quando a parte interna é reforçada.

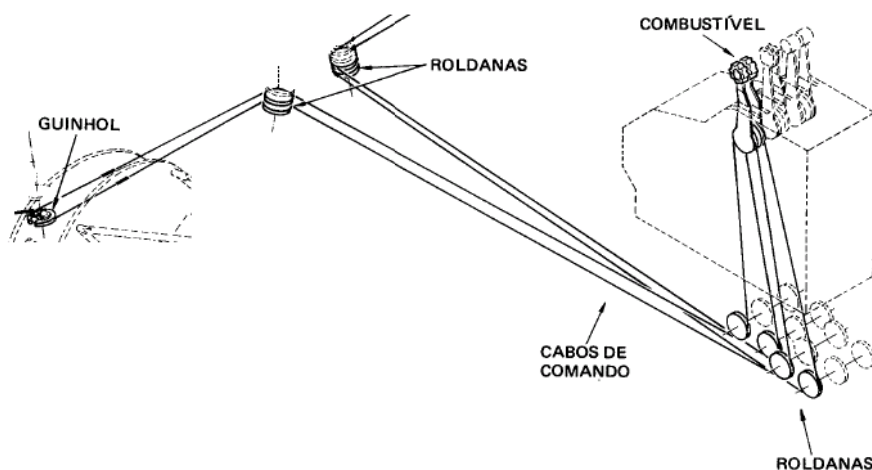


Qualquer pedaço de mangueira que apresente indicação de escamamento ou esfarelamento da sua cobertura externa é substituído, até que o tecido (lona) interno de reforço esteja aparecendo.

Fonte: FAA (*Airframe & Powerplant Mechanics-Powerplant Handbook*).

Substituem-se também aquelas mangueiras cujas extremidades estejam marcadas excessivamente pelas braçadeiras. Esta deformação surge ou quando a braçadeira foi muito apertada ou quando a braçadeira está fixada há muito tempo na mesma posição.

Sempre são substituídas as hastes de controle, se estiverem com entalhes ou com corrosão suficientemente profunda para afetar sua resistência. Se a corrosão não puder ser removida, significa que o avanço da corrosão é muito profundo, comprometendo a resistência da haste.

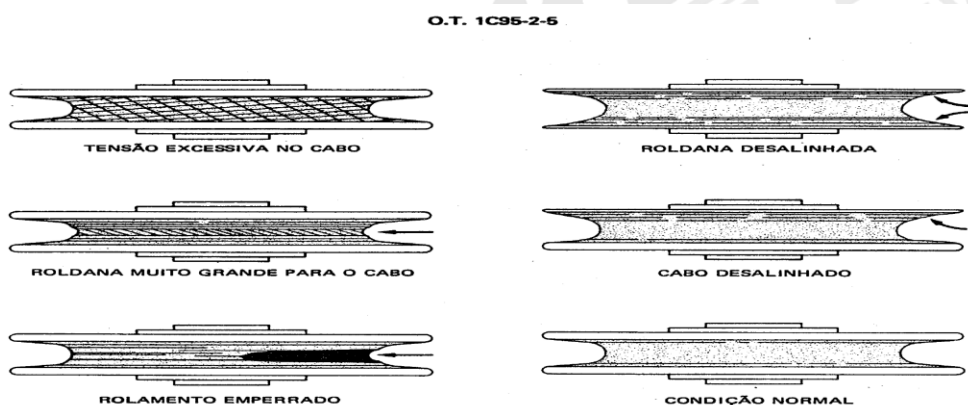


Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Verificam-se as roldanas dos sistemas de controle quanto à liberdade de movimento. É fácil de perceber se uma roldana não está se movimentando livremente através da evidência de desgaste, tanto na roldana, quanto no cabo de acionamento (na roldana forma-se um sulco

dentro do seu sulco natural. No cabo, inicia-se o desfiamento nesse ponto). Os rolamentos das roldanas podem ser verificados através da folga e oscilação que apresentam, estando os cabos sem tensão. Os cabos devem ser inspecionados quanto à corrosão e à presença de fios partidos, o que é feito passando-se um pedaço de pano de algodão ou estopa (a estopa engancha no fio partido).

Verificam-se as emendas quanto a desfiamento, afrouxamento da fixação e limpeza, especialmente nos terminais dos cabos.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Os tubos do escapamento e os dutos do coletor de admissão são inspecionados quanto à fixação, trincas ou corrosão excessiva. Dependendo da instalação, essas unidades ou partes delas podem ser fixadas ao motor antes dele ser instalado na aeronave.

Verificam-se todos os dutos de ar quanto a entalhes e quanto à condição de conservação dos vedadores de tecido ou borracha das conexões dos dutos. Os entalhes ou ressaltos devem ser reparados. As tiras de vedação (tecido ou borracha) ou antifricção devem ser substituídas se não estiverem bem acomodadas nos dutos ou se estiverem usadas a ponto de terem sido esmagadas, não mais permitindo uma selagem perfeita.

Cuidadosamente é inspecionado o sistema de lubrificação do motor e realizado qualquer manutenção especial requerida para ele, antes de se instalar um motor substituto.

Caso o motor esteja sendo trocado ao término do seu tempo normal de operação, geralmente só é necessário drenar o sistema. Entretanto, se o motor foi removido por falha interna, geralmente algumas unidades do sistema de lubrificação devem ser substituídas e outras criteriosamente limpas e inspecionadas.



Caso o motor tenha sido removido por causa de falha interna, o tanque de óleo é, também, removido para permitir uma cuidadosa limpeza. O radiador de óleo e o regulador de temperatura devem ser removidos e enviados a uma oficina especializada para revisão.

A bomba de vácuo e suas linhas de pressão, bem como o separador de óleo do sistema de vácuo também devem ser removidas, limpas e inspecionadas.

Falhas internas também determinam que o governador da hélice e o mecanismo da bomba de embandeiramento sejam substituídos, no caso dessas unidades serem operadas com a pressão do óleo do motor.

*Fonte: FAA*



## 2.2 PREPARAÇÃO DO MOTOR PARA REMOÇÃO

Antes de se começar a trabalhar no avião ou no motor, a chave dos magnetos deve estar desligada, pois os motores de avião podem ser postos a funcionar acidentalmente pela movimentação das hélices, caso a chave dos magnetos esteja ligada.



Todos os seletores de combustível ou válvulas de corte devem ficar fechados. As torneiras seletoras de combustível são operadas manualmente ou através de relés.

Se válvulas de corte por relés estão instaladas, faz-se necessário ligar a bateria antes de tais válvulas (ou torneiras) serem fechadas, uma vez que os relés (solenoides) dependem de eletricidade para serem operados.

*Fonte: FAA (Airframe & Powerplant Mechanics-Powerplant Handbook).*

Essas válvulas fecham a linha de combustível na altura da parede de fogo, entre o motor e a célula.

Após todo o combustível para o motor ter sido cortado, a bateria é desligada para eliminar a possibilidade de fogo iniciado por algum fio aquecido.

Se for previsível que o avião permaneça mais de seis dias fora de operação, normalmente a bateria é removida e transferida para um lugar onde fique em carga.

Da mesma forma, mais alguns outros detalhes devem ser observados antes de se começar o trabalho de remoção do motor.

Primeiro deve haver extintores de incêndio em número necessário e próximos o suficiente para atender a qualquer emergência possível. Verificam-se os freios desses extintores para ter certeza de que não foram acionados e estão com plena carga (alguns possuem cartão com data da validade da carga, outros possuem um manômetro).

Observa-se se o avião está calçado (calços de madeira), caso não esteja, é possível que ele se movimente durante a operação, justo no momento crítico. Se o avião for triciclo, deve haver um apoio de cauda, tal que o avião não "caia de cauda" no chão assim que o peso do motor sair do nariz.

Caso seja um avião multimotor, não será necessário o apoio de cauda se for feita a remoção apenas de um motor. Adicionalmente, os amortecedores (ou outro tipo de absorvedores de choque) devem ser despressurizados para prevenir que se expandam à medida que o peso do motor deixe de atuar sobre eles.

Depois de tomadas as precauções necessárias iniciam-se os trabalhos pela retirada das carenagens aerodinâmicas que envolvem o motor.

À medida que vão sendo removidas, verifica-se se há trincas, de tal forma que os reparos possam ser realizados simultaneamente com os trabalhos no motor, sem perda de tempo.

Colocam-se todas as carenagens (fixas, flapes de refrigeração, janelas de inspeção, etc.) que não precisem ser reparadas, arrumadas em uma prateleira, de sorte que possam ser rapidamente encontradas quando acontecer a reinstalação do motor substituto ou revisado.

Depois de removidas as carenagens, a hélice deve ser removida para inspeção ou reparo.

### **Drenagem dos Fluidos do Motor**

Uma bandeja metálica grande (bandeja de drenagem) é colocada no chão sob o motor para receber todos os fluidos que pinguem do motor (óleo do motor, óleo hidráulico, combustível, etc).

Em seguida é colocado sobre essa bandeja um recipiente apropriado sob os principais bujões de drenagem. Em alguns motores há um dreno mais baixo chamado dreno Y, que é o principal.

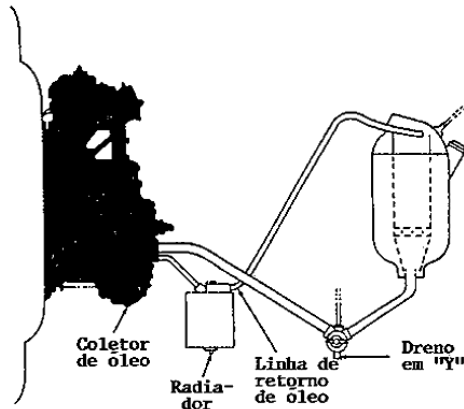


Figura 8-5 Pontos de dreno do sistema de óleo

Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Após ter sido drenado o óleo, todos os tampões (ou bujões) são reinstalados e todas as válvulas de drenagem fechadas. Então, o excesso de óleo que escorreu pelos pontos mais baixos é enxaguado.

### Conexões Elétricas (desligamento)

O desligamento das conexões elétricas geralmente se faz na parede de fogo do motor. Isto nem sempre se aplica quando o motor está sendo removido e quando partes elétricas, como o motor de partida ("starter") e o gerador, vão sendo separados uma a uma com seus respectivos cabos condutores.

Quando desconectando cabos condutores, uma boa medida de segurança é desconectar primeiro os cabos dos magnetos e, imediatamente, aterrá-los ao mesmo tempo no motor ou no conjunto do qual esteja sendo removido.

A maior parte das conexões elétricas, eletrodutos e cabos são padronizados através do uso de conectores AN ("Army/Navy") ou MS ("Military Standards"). Cada um desses conectores consiste de duas partes que se encaixam: uma é a parte fixa na parede de fogo, onde se conectam os pinos, (fêmea).



A fim de prevenir desconexões acidentais durante a operação da aeronave, o lado externo da parte fêmea é rosqueado, a fim de permitir que a lado externo do encaixe (plug) macho (que é uma luva recartilhada externamente e rosqueada internamente), possa ser apertado, mantendo unido o conector, inclusive com arame de ferro.

*Fonte: FAA (Airframe & Powerplant Mechanics-Powerplant Handbook).*

Um conector típico é mostrado na figura 8-6. Esta ilustração também mostra uma montagem típica de uma caixa de junção, a qual é usada como conector elétrico em algumas instalações do motor do avião, como: gerador, motor de partida, aquecedor de óleo, ou seja, por onde passa muita carga, muita corrente.

Na caixa de junção o circuito elétrico é completado fixando-se dois cabos num terminal comum. Os cabos que saem da caixa de junção para o motor são desconectados pelos terminais, assim como também o são os eletrodutos quando o motor estiver sendo preparado para remoção.

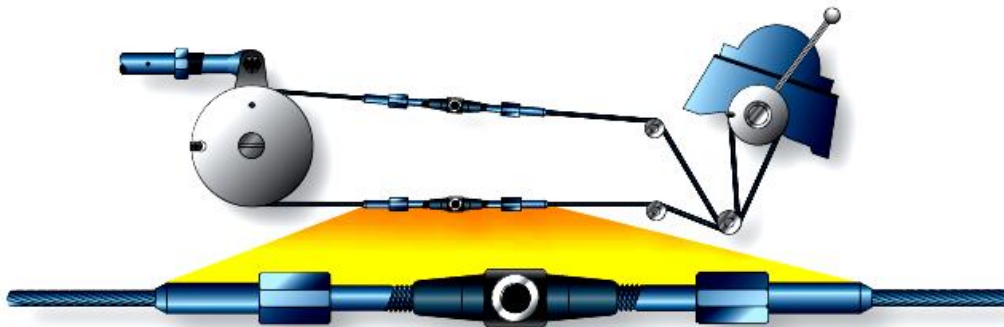
Após a ruptura dos freios de segurança, eles são removidos das porcas recartilhadas que fixam os eletrodutos nas caixas de junção, bem como das porcas dos conectores.

Com fita isolante, à prova de umidade, envolve-se sobre as pontas expostas dos terminais para protegê-los da sujeira e da umidade.

Cabos ou eletrodutos longos não devem ficar pendurados aleatoriamente, uma vez que eles se enrolariam em alguma parte do avião durante o içamento do motor.

É uma boa prática enrolar sem apertar muito os cabos e os eletrodutos flexíveis, amarrando-os com barbante ou fita gomada na própria montagem que está sendo removida.

## Desconexão dos Controles do Motor



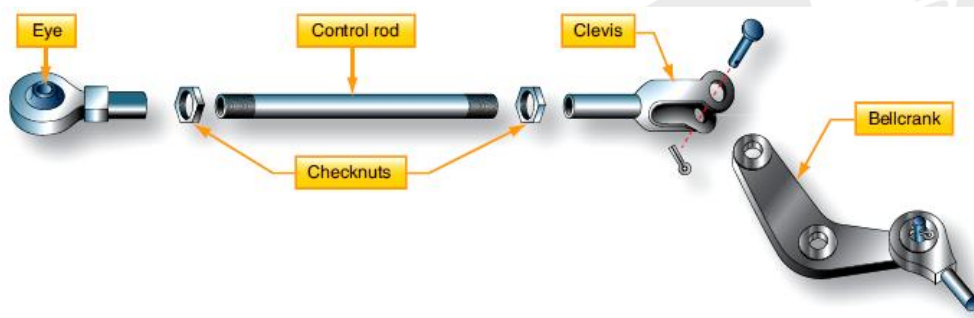
Fonte: FAA (Airframe & Powerplant Mechanics-Powerplant Handbook).

Figura 8-7 Conjunto de esticadores e cabos de controle do motor.

As articulações (balancins) e os cabos de controle do motor, como as do carburador ou da manete de controle de combustível e da mistura, têm seus cabos de controle operados manualmente a partir da cabine de voo. Esses controles, em alguns casos, são desconectados pela remoção do esticador que junta as extremidades dos cabos.

Uma montagem típica é mostrada na figura 8-7.

Já a ligação típica, consistindo de uma haste de controle ligada a articulações, é ilustrada na figura 8-8.



Fonte: FAA (Airframe & Powerplant Mechanics-Powerplant Handbook).

Figura 8-8 Conjunto de hastes de controle do motor.

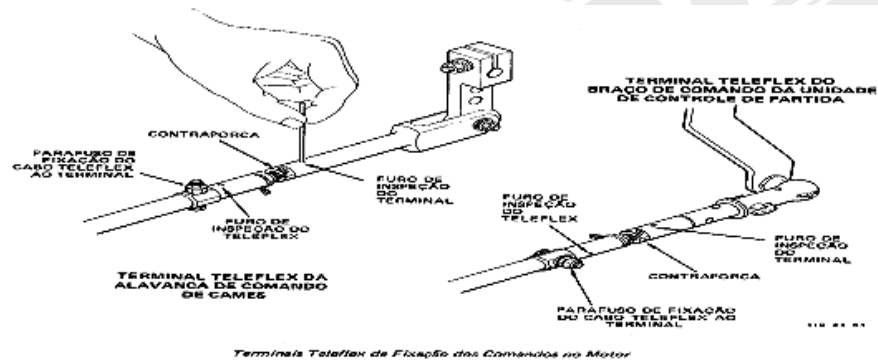
A haste de controle nessa ligação mostrada tem duas montagens, uma em cada extremidade: uma orelha simples, com uma rótula vazada no centro e uma orelha dupla atravessada por parafuso tipo CLEVIS. Ambas as orelhas atarraxadas nas roscas das extremidades da haste e mais duas contra-porcadas respectivamente.

Estas montagens nas extremidades da haste possibilitam determinar o comprimento da haste de controle, dependendo da profundidade em que ela penetrou nas orelhas e foi



travada pela contra-porca. Uma rótula geralmente é montada no lado da haste que tem uma orelha simples e esta orelha é encaixada sobre um parafuso fixo em uma das pernas do balancim, sendo mantida por uma porca castelo, frenada por um contrapino.

A parte da haste que tem as orelhas duplas encaixa uma das pernas do balancim entre as duas orelhas, sendo que, às vezes, há uma rótula montada nessa perna do balancim. Então um parafuso CLEVIS (cabeça lenticular) é passado através do conjunto, fixado por porca castelo e frenado por contrapino.



*Terminais Teleflex de Fixação dos Comandos no Motor*

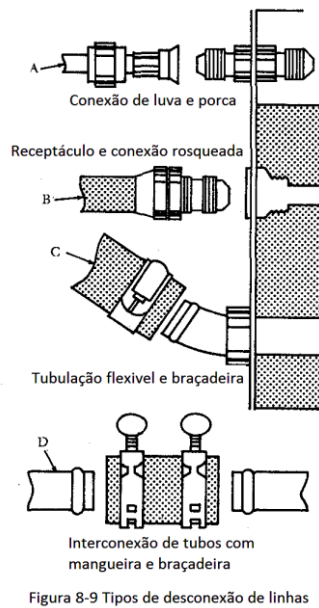
*Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional*

Algumas vezes, essas montagens não incluem as rótulas e são mantidas na posição tão somente por uma arruela e um contrapino, como no caso em que o parafuso CLEVIS simplesmente prende as orelhas duplas a uma das pernas do balancim.

Quando as ligações das hastes com o balancim são desmembradas é de bom senso que, depois de soltos, os parafusos com as porcas sejam recolocados ou nas hastes ou nas pernas dos balancins, para que não se percam.

Todas as hastes de controle devem ser removidas ou amarradas, para prevenir que sejam amassadas ou quebradas, caso o motor venha a ser substituído (durante a renovação ou a instalação, quando motor é movimentado).

## Desconexão das Linhas (de combustível e de óleo)



As linhas que transferem líquidos (combustível ou óleo) entre o motor do avião e as unidades instaladas na célula, tanto são fabricadas com mangueiras flexíveis de borracha, como também com tubos de liga de alumínio (rígidos), unidos por pedaços de mangueira nas linhas que devem resistir a pressões elevadas, como as linhas hidráulicas, por exemplo. Frequentemente são empregados tubos de aço inoxidável.

A figura 8-9 mostra os tipos básicos de conectores/desconectores de linha.

Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

A maioria das extremidades das linhas, quando consideradas com o QECA (motor substituto, tipo pacote pronto), está fixada num suporte aparafusado na parede de fogo, com uma porca frisada em torno da extremidade de cada tubo. As mangueiras podem ser fixadas desse mesmo modo descrito, mas também podem ser presas a um suporte aparafusado no próprio componente de onde saem ou ainda a uma braçadeira.

Os suportes da parede de fogo, para algumas linhas, dispõem de dispositivos de desconexão rápida, que incorporam uma válvula de teste para prevenir a perda de fluido (combustível ou óleo) assim que a linha é desconectada.

Em algumas instalações, as tubulações metálicas podem também ser desconectadas onde dois pedaços de tubulação são emendados por um pedaço de mangueira com duas braçadeiras. Tais conexões são feitas afrouxando-se as braçadeiras e, em seguida, empurrando-se um pouco a mangueira de borracha sobre um dos pedaços de tubulação metálica da emenda. Há mais alguns tipos de desconexões rápidas, mas basicamente são apenas variações daqueles acima descritos.

Algum tipo de recipiente pode ser usado para operar o combustível ou óleo que possa escorrer das linhas desconectadas. Após as linhas terem sido derivadas, elas devem ter suas extremidades imediatamente tampadas (com tampinhas de plásticos, em geral) ou cobertas

com fita gomada à prova d'água, para prevenir que haja penetração de material externo nas tubulações ou que o fluido acumulado neles venha a ficar pingando.

## Outras Desconexões

Os pontos, através dos quais os vários dutos de ar são desconectados, dependem do motor e da aeronave onde está instalado. Geralmente os dutos de admissão e os do sistema de exaustão devem ser desconectados, tal que o motor básico ou o QECA possa ser removido. Após as conexões do motor estarem livres (exceto as pertencentes ao motor) e todos os pontos de desconexão terem sido verificados, de sorte que gradativamente os dutos não estejam mais ligados ou emaranhados, o motor pode ser preparado para içamento.

## 2.3 REMOVENDO O MOTOR

Caso tenha havido cuidadosa preparação para remoção do motor, a sua efetiva remoção será uma operação relativamente rápida.

Se a remoção que está sendo realizada é somente a do motor, o restante dos acessórios (exceto o motor) fica na aeronave. Mas se a remoção é do tipo QECA (pacote pronto), todos os acessórios são simultaneamente removidos. Antes do motor ter sido liberado dos pontos de fixação, um gancho deve ter sido instalado para que o peso do motor possa ser suportado pelo guincho (ou grua ou talha) quando os parafusos de montagem forem removidos.

Olhais de  
suspensão



**Figura 8-10 Motor com a eslinga (estropo) de suspensão instalada**

Os motores de aeronaves, individualmente ou incorporados aos QECA, possuem pontos pré-definidos para a colocação do gancho de içamento.

*Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional*

A localização destes pontos de fixação varia com o tamanho e a distribuição do peso do motor.

*Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional*

A figura 8-10 mostra um gancho suportando um motor que tem dois pontos de fixação. Em nome da segurança, o gancho deve ser cuidadosamente inspecionado quanto a seu estado geral, antes de ser utilizado para içamento do motor.

Antes de unir o gancho ao guincho, é preciso que o guincho tenha capacidade de carga suficiente para içar o motor seguramente. Um guincho operado normalmente, montado em uma estrutura transportável ou móvel é mostrado na figura 8-11.

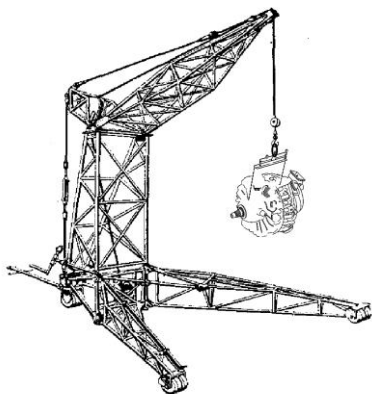


Figura 8-11 Conjunto de guincho e estrutura (talha) usado para remoção de motor.

Esta montagem com o guincho é especificamente fabricada com o propósito de remover motores ou outras grandes montagens de um avião.

Algumas estruturas são equipadas com guinchos motorizados. Neste caso, deve-se ter cuidado, uma vez

*Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional*

Figura 8-11 Conjunto de guincho e estrutura (talha) usado para remoção de motor.

que um dano considerável pode ocorrer caso um operador inexperiente permita que um guincho motorizado efetue uma operação muito rápida ou além dos limites. Antes de suspender (içar) um motor é bom verificar as condições do guincho e da estrutura (torre).

### **Içamento do Motor**

Antes do guincho ser engatado no gancho do motor, verifica-se mais uma vez se o suporte da cauda do avião e os calços das rodas estão colocados. Até cabos (ou cordas) nos pontos laterais ou traseiro são observados, a fim de que o motor possa ser controlado à medida que é içado.

O guincho é encaixado no gancho e o motor ligeiramente levantado tão somente para aliviar as fixações do berço do seu peso. Removem-se as porcas das fixações (coxins) do berço, conforme a sequência recomendada nas instruções do fabricante para a aeronave. Finalmente, tendo sido as porcas removidas, o motor é puxado para trás pelos cabos que lhes foram atados (ou é forçado para trás por outros meios, caso não tenham sido usados cabos).

Se os parafusos tiverem que ser removidos das fixações do berço, é possível manobrar o motor antes de fazê-lo. Mas se os parafusos tiverem que ficar nas fixações do berço, o guincho pode ser suavemente manobrado, para cima ou para baixo, como necessário, após todas as porcas terem sido removidas. Suavemente afrouxam-se os cabos, o suficiente para permitir que o motor volte à posição normal quando estiver livre dos parafusos que o fixam ao berço.

A partir do momento que o guincho tiver retirado o peso do motor de seu berço, o motor deve ser deslocado suavemente para frente, distante do avião. Caso o motor, durante o seu afastamento, fique impedido de mover-se em algum ponto, ele é manobrado com a ajuda do guincho, até que tenha se deslocado livremente.

Os procedimentos anteriormente discutidos aplicam-se à remoção da maioria dos motores de aeronaves, tanto convencionais quanto turbinas. Quaisquer variações nos detalhes serão ressaltadas nas instruções do fabricante para a aeronave em foco.

Quando o motor tiver sido removido, pode ser cuidadosamente abaixado até um suporte. O motor deve ser fixado nesse suporte e preparado para a remoção de seus acessórios.

## **2.4 IÇANDO E AJUSTANDO O MOTOR PARA A INSTALAÇÃO**

Quando o motor novo ou revisado estiver pronto para ser içado, o suporte do motor é movido para a posição embaixo de sua nacela e mais próximo de sua posição no avião em que será instalado.

Então o gancho é fixado no motor, o guincho engatado nele e inicia-se o içamento até que o guincho esteja suportando a maior parte do peso do motor. Em seguida, os parafusos que fixavam o motor ao suporte são removidos e reinicia-se o içamento.

O suporte do motor pode ser removido e a estrutura do guincho posicionado para que mais facilmente permita ao motor ser içado diretamente à sua nacela. A fim de prevenir ferimento aos operadores do guincho ou aos mecânicos, ou danos à aeronave ou ao motor, deve-se ter certeza de que o motor está parado (ou seja, não esteja balançando) quando se deslocar a estrutura do guincho.

Raramente a nacela do motor é projetada de forma que o motor possa ser ajustado e aparafusado no lugar, como se estivesse sendo montado numa parede lisa.

O motor deve ser guiado ao seu lugar e alinhado com várias conexões, como os tubos de escapamento, bem como com os furos por onde entram os parafusos de fixação. Isto deve

ser feito a despeito de obstáculos como a estrutura da nacele, dutos ou conexões da parede de fogo e sem deixar um rastro de peças quebradas ou entortadas, arranhões na pintura ou dedos esmagados.

Quando o motor tiver sido alinhado corretamente com sua nacele, introduzem-se os parafusos de montagem em seus furos e colocam-se as porcas respectivas (sem apertar de vez). Usam-se sempre os parafusos e porcas especificadas pelo fabricante. Nunca um parafuso (ou porca) é substituído por outro que não aquele especificado.

As porcas fixadas nos parafusos de fixação do motor devem ser apertadas com o torque recomendado pelo fabricante do avião. Enquanto as porcas vão sendo apertadas, o guincho deve ser capaz de suportar o peso do motor, de sorte a permitir o seu alinhamento com os parafusos de montagem. Caso o motor fique fora de alinhamento (para cima ou para baixo), sendo apertadas as porcas, será necessário soltá-las, encaixando melhor o motor com os parafusos. Caso isso não seja feito, pode ser que as porcas tenham sido apertadas com o torque certo sem, entretanto haver a segura fixação do motor no avião.

A aplicação das instruções do fabricante define a sequência de apertos para os parafusos de fixação, a fim de garantir que estão corretamente apertados. Após as porcas estarem seguras (frenadas) e de terem sido removidos o gancho do motor e o guincho, devem ser providenciados fios elétricos (malha metálica) ligando os motores à célula (aterramento).

A montagem do motor em sua nacele é somente o começo. Todos os dutos, cablagem elétrica, cabos e alavancas de controle, tubos de combustível e óleo, eletrodutos, etc, devem ser conectados antes que o motor possa ser operado.

### **Conexões e Ajustes**

Não há regra estabelecida, quanto à sequência a ser seguida para ligação das unidades ou sistemas ao motor. A organização de cada manutenção normalmente estabelece através de uma rotina de trabalho ou lista de cheque ("checklist"), sua sequência de procedimentos particular.

Essa rotina (ou "ckecklist") é baseada em experiência passada na instalação de motores na aeronave específica. Se for cuidadosamente seguida, servirá como guia eficiente para sua instalação. O que virá a seguir não é uma sequência de instruções propriamente dita, mas uma discussão sobre os métodos corretos para se realizar a instalação de um motor.



O sistema de dutos para conduzir ar para um motor (para refrigeração ou para aspiração com o combustível) varia, dependendo do tipo de aeronave.

Ao conectá-los, o objetivo é fixar os dutos, bem ajustados (sem vazamentos) nos seus pontos de emenda e que o ar siga pela trajetória pretendida sem perdas (vazamentos).

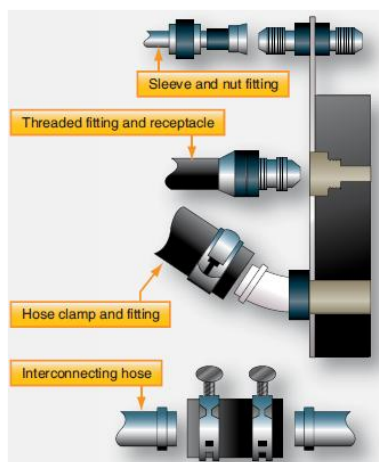
O sistema de dutos de alguns aviões deve ser verificado através de pressurização quanto a vazamentos. Isto é feito bloqueando-se uma das saídas do sistema e pressurizando-se o sistema, através da outra saída, medindo-se a taxa de perda de pressurização.

Os filtros dos sistemas de ar que serão aspirados pelo motor devem ser eficientes para sempre proverem ar limpo. A limpeza dos filtros de ar deve ser feita conforme o manual do fabricante.

O sistema de exaustão deve também ter seus dutos cuidadosamente conectados, de sorte a impedir o vazamento de gases quentes para dentro da nacele do motor.

Quando se efetua a montagem dos dutos de exaustão, verificam-se todas as braçadeiras, porcas e parafusos, substituindo aqueles em condições suspeitas. Durante a montagem, as porcas devem ser gradual e progressivamente apertadas com o torque correto.

As braçadeiras devem ser assentadas com um martelo macio (de plástico, borracha, couro) para evitar deformações nos tubos durante o aperto. Em alguns sistemas, a extremidade do duto que vem do motor é ligeiramente arredondada, como se fosse uma bala, o duto que se



conecta a essa extremidade se acopla a esta forma arredondada, o que permite certo movimento, permitindo observar as naturais vibrações do motor.

Esse tipo de conexão não pode ser muito apertada (além da sua tolerância), para não trancar assim que começar o aquecimento causado pelos gases de escapamento.

As mangueiras usadas nos sistemas de baixa pressão são geralmente fixadas aos dutos rígidos por braçadeiras.

Fonte: FAA (*Airframe & Powerplant Mechanics-Powerplant Handbook*).

Antes de se usar uma braçadeira, inspeciona-se quanto à soldagem (geralmente ponteamto elétrico) ou à rebitagem e quanto à movimentação livre e suave do parafuso de aperto.

Braçadeiras em mau estado devem ser rejeitadas (metais quebradiços ou muito macios podem quebrar ou esticar, quando é dado o aperto na braçadeira). Após uma mangueira ter sido instalada num sistema, ela deve ser presa por braçadeiras de borracha em intervalos regulares. (As mangueiras longas não devem ficar soltas, batendo na passagem da mangueira por dentro das cavernas, os furos destas são revestidos com anéis de borracha).

Antes de instalar tubos metálicos com conectores rosqueados é preciso que, tanto a rosca do macho como da fêmea, estejam em bom estado. O composto de vedação é aplicado em ambas as roscas. Segue-se sempre a especificação correta, antes da instalação definitiva. Ao se iniciar a fixação, toma-se cuidado para que o conector fêmea não acavale a rosca do conector macho (a entrada do rosqueamento de um deve coincidir com a do outro). Finalmente é dado o aperto correto, conforme a tabela de torques.

Quando conectando os cabos elétricos ao motor de partida, gerador ou a qualquer unidade elétrica dentro da nacele do motor, devemos ter certeza de que as conexões estão limpas e corretamente apertadas.

Quando cabos elétricos são ligados a terminais com parafuso e porca, uma arruela de frenagem é geralmente colocada sob a porca para evitar sua movimentação.

Caso necessário, os conectores podem ser fixos por arames de aço, que podem manter a porca na correta posição.

Os cabos elétricos dentro da nacele do motor são geralmente conduzidos através de eletrodutos rígidos ou flexíveis. Os eletrodutos devem ser fixados como necessário, de sorte a garantir uma instalação segura até mesmo colados quando exigido.

Todos os cabos e alavancas dos controles devem ser acuradamente ajustados, para garantir resposta imediata ao ajuste das manetes.

Como esses controles são feitos especialmente para as aeronaves em que estão instalados, os seus ajustes devem seguir exatamente, e passo-a-passo, os procedimentos estabelecidos nas instruções do fabricante, especificamente para cada modelo de aeronave.

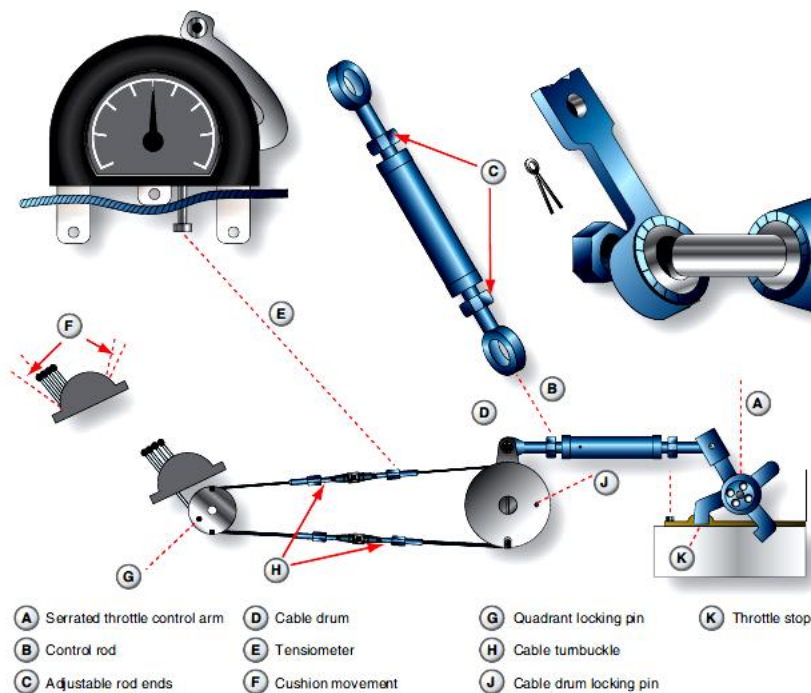
A figura 8-12 é a ilustração de um desenho esquemático simplificado do sistema de controle das manetes de um motor convencional (alternativo).

Usando o desenho como guia, traçamos um procedimento genérico de ajustagens das manetes de controle. Primeiro, desconectamos o braço serrilhado da manete de controle fixada ao carburador, e trazemos a manete para trás até o batente, de sorte que a borboleta do carburador esteja na posição completamente fechada.

Após fixar a roldana do respectivo cabo com um pino de travamento, ajusta-se a haste de controle para o comprimento especificado.

Então, basta unir uma das extremidades da haste de controle à roldana (já travada) e reinstalar o braço de controle no serrilhado do carburador, que permitirá, à outra extremidade da haste de controle, ser unida a ele. Isto servirá para conectar corretamente o braço de controle (do carburador) à roldana do cabo.

Agora, desconectam-se os esticadores do cabo, até que o controle do carburador possa ser travado no quadrante das manetes por um pino de travamento. Então, com ambos os pinos de travamento nos lugares, ajusta-se os cabos para a tensão correta, medida por tensiômetro. Remove-se os pinos de travamento da roldana do cabo e do quadrante das manetes.



Fonte: FAA (Airframe & Powerplant Mechanics-Powerplant Handbook).

Figura 8-12 Desenho esquemático do sistema de controle das manetes.

A - Braço Serrilhado de controle do acelerador

B - Haste de controle

C - Extremidades da Haste ajustável

**A seguir**, ajusta-se o controle do carburador, de tal forma que ele venha a ter uma ligeira ação de amortecimento em duas posições no quadrante das manetes: uma, quando a

borboleta do carburador estiver na posição completamente aberta, e outra, quando estiver fechada na posição marcha lenta ("idle").

Ajusta-se o amortecimento, torcendo os esticadores do cabo igualmente, mas em direções opostas, até que o amortecimento (folga) esteja correto na posição todo aberto ("fullopen") da borboleta do carburador. Então, quando o batente do braço do carburador é ajustado para a indicação correta de marcha lenta, a quantidade de amortecimento (folga) deve estar dentro da tolerância para a posição "marcha lenta" da borboleta do carburador.

A existência desse amortecimento assegura que o deslocamento da borboleta não é limitado pelos batentes do quadrante das manetes de controle, mas que eles estão abrindo completamente e fechando para a marcha-lenta como determinado pelo batente do braço de comando (alavanca) do carburador.

Os ajustes dos controles do motor são basicamente os mesmos para todas as aeronaves, na medida em que as conexões são ajustadas para um comprimento pré-determinado a um posicionamento específico da unidade a ser controlada. Então, se cabos forem usados no sistema de controle, eles serão ajustados para uma tensão específica com o sistema de controle bloqueado. Finalmente, o deslocamento completo da unidade a ser controlada é assumida pelo estabelecimento do amortecimento (folga) correto dos controles.

Em geral, os mesmos procedimentos básicos são usados para conectar a ligação do controle manual de mistura. Este sistema é marcado no quadrante, bem como no carburador, para três posições: (1) corte; (2) pobre; e (3) rica.

As posições da alavanca no quadrante de controle devem estar sincronizadas com as posições da válvula de controle manual de mistura do carburador.

Geralmente este ajuste é feito simultaneamente, com o ajuste do amortecimento (folga), pela colocação da alavanca de controle da mistura e da válvula de controle na posição "marcha lenta/corte" (toda reduzida), antes de ajustar a regulagem das conexões das alavancas e cabos.

Após se ajustar os controles do motor, frena-se os esticadores e porcas-castelo, certificando-se que todas as contra porcas de todos os controles estão apertadas.

Em aeronaves multimotoras, a quantidade de folga dos controles das borboletas e da mistura em cada quadrante deve ser o mesmo, de tal modo que todos estejam alinhados em qualquer posição específica selecionada. Isto elimina a necessidade de, individualmente, selecionar cada controle para sincronizar as operações do motor.

Após o motor ter sido instalado, é necessário ajustar os flapes de refrigeração, para que a passagem do ar de refrigeração possa ser regulada acuradamente.

Quando a regulagem do flape de refrigeração ("cowlflape") tiver sido completada, faz-se o sistema funcionar, e verifica-se novamente se a abertura e o fechamento estão dentro dos limites especificados. Verifica-se, também, se os indicadores de posição dos flapes de refrigeração, caso existam, realmente indiquem a posição verdadeira dos mesmos.

As entradas reguláveis dos radiadores de óleo são ajustadas de modo similar aquele usado para ajustar os flapes de refrigeração. Em alguns casos, o procedimento é o inverso, tal que a entrada é regulada primeiramente para fechar até um determinado ponto, quando então é ajustado e micro contactor a fim de parar seu movimento para permitir que a entrada abra somente até uma abertura pré-determinada, e o micro contactor é ajustado para esse ponto.



Após o motor ter sido completamente instalado e feitas todas as ligações, a hélice é instalada. Antes, porém, a porca retentora do rolamento de encosto deve ser ajustada com o torque correto.

Caso necessário, o eixo da hélice deve ser coberto com óleo fino (do motor) antes da instalação da hélice. O governador da hélice e o seu sistema antigelo devem ser conectados de acordo com o manual do fabricante.

*Fonte: FAA (Airframe & Powerplant Mechanics-Powerplant Handbook).*

## **2.5 PREPARAÇÃO DO MOTOR PARA TESTE NO SOLO E EM VOO**

### **Pré-lubrificação**

Antes de um motor novo ser testado em vôo, deve ser submetido a um cuidadoso teste no solo. E antes desse teste ser levado a termo, no solo, geralmente várias operações são realizadas no motor.

Para evitar falha nos rolamentos (ou buchas) do motor, na primeira partida o motor deve ser pré-lubrificado.

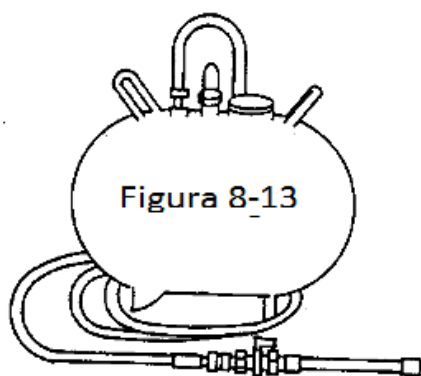
Quando um motor tiver funcionado em marcha lenta por um longo período de tempo, as superfícies internas dos rolamentos (buchas ou casquilhos) começam a apresentar segmentos, onde a mistura anticorrosão secou ou foi drenada, sendo necessário prover óleo sob pressão através de todo o sistema de lubrificação do motor (o motor girando em marcha-lenta não proporciona rotação suficiente para que a bomba de óleo envie óleo sob pressão a todo sistema).

Caso os rolamentos (buchas ou casquilhos) estejam sem óleo quando da partida do motor, começará a haver desgaste até que o sistema de óleo venha a prover óleo lubrificante aos mesmos.

Há vários métodos de pré-lubrificação de um motor. O método selecionado deve prover um serviço de pré-lubrificação rápido e adequado. Antes de usar qualquer método de pré-lubrificação, uma vela de cada cilindro é removida para permitir que o motor possa ser girado mais facilmente pelo motor de arranque.

É ideal o uso de uma fonte externa de energia elétrica para prevenir a excessiva perda de carga da bateria. Se o motor estiver equipado com uma hélice de passo, acionado pelo óleo do motor, o reservatório do mecanismo específico de acionamento da hélice deve ser preenchido com óleo do motor, antes de sua operação.

Usando algum tipo de dispositivo de pré-lubrificação, como o ilustrado na figura 8-13, a linha de saída da bomba de óleo, acionada pelo motor, deve ser desconectada para permitir que o dispositivo de pré-lubrificação seja conectado a partir desse ponto. O sistema de óleo do motor deve ser aberto no seu extremo mais distante da linha de entrada da lubrificação, e deve ser acionado com o dispositivo de pré-lubrificação, até que comece a vazar óleo desse extremo aberto, indicando que flui óleo através do sistema de lubrificação do motor.



**Tanquen de pré-lubrificação**

A fim de se forçar o óleo do dispositivo de pré-lubrificação a penetrar pelo sistema do motor, aplica-se pressão de ar no tanque de óleo desse dispositivo, ao mesmo tempo em que o motor esteja sendo acionado pelo motor-de arranque.



Quando é percebido que já está vazando óleo pelo extremo mais distante da linha de entrada do sistema de lubrificação do motor, é só parar de acionar o motor e desconectar o dispositivo de pré-lubrificação.

Quando não estiver disponível nenhum meio de prover pré-lubrificação ao motor, a bomba de óleo do motor pode ser usada. O tanque (ou cárter) de óleo do motor é preenchido até o nível apropriado.

Então, com a mistura na posição "marcha lenta/corte" (reduzida); a válvula de corte de combustível e o interruptor da ignição, ambas desligadas ("off"); e as manetes completamente abertas, aciona-se o motor até que o manômetro de óleo montado na cabine de comando indique pressão de óleo aumentando.

Após o motor ter sido pré-lubrificado, recoloca-se as velas de ignição e conecta-se o sistema de lubrificação.

Geralmente o motor deve ser acionado e operado até quatro horas após ter sido pré-lubrificado, caso contrário, o procedimento de pré-lubrificação normalmente precisa ser repetido.

### **Sangria do Sistema de Combustível**

Para purgar o sistema de combustível de bolhas de ar e para auxiliar na eliminação de quaisquer vestígios de óleo preservativo de um carburador de aspiração, remove-se o bujão do dreno da câmara de combustível do carburador, que é o ponto mais baixo em relação a entrada de combustível.

Em seu lugar, atarraxa-se um conector rosqueado e mais um pedaço de mangueira com saída para um recipiente qualquer (uma lata, por exemplo). Então, se abre a manete de aceleração, e colocando a manete de controle da mistura na posição pobre ou rica ("lean ou rich"), tal que o combustível possa fluir pelo sistema.

Após a confirmação de que a válvula de corte de combustível, e as válvulas do tanque principal estejam abertas, liga-se a bomba de reforço de combustível até que não haja mais traços de óleo preservativo no combustível que esteja sendo bombeado pelo sistema.

A passagem de ar será indicada por um ruído característico, saindo da extremidade da mangueira submersa no recipiente (lata) de coleta.

Este fenômeno não deve ser confundido com as numerosas bolhinhas de ar que podem aparecer, como resultado da velocidade do combustível sendo ejetado do carburador.

Geralmente, após aproximadamente um galão de combustível ter sido sangrado, o sistema pode ser considerado seguro para a operação.

Tendo completado a operação de sangramento, voltam-se todos os interruptores e controles para a posição normal ou desligada, e recoloca-se e frena-se o bujão de drenagem do carburador.



## Referência Bibliográfica

*BRASIL. IAC – Instituto de Aviação Civil. Divisão de Instrução Profissional. Matérias Grupo Motopropulsor, tradução do AC 65-12A do FAA (Airframe & Powerplant Mechanics-Powerplant Handbook). Edição Revisada 2002.*



## No Próximo Módulo

No próximo módulo iremos observar algumas características de inspeção de hélice, além de verificações e ajustes após o motor ter sido operado.

Ainda veremos neste módulo, algumas técnicas de remoção de motores de cilindros opostos e turbojato.

Siga comigo!



## Anotações

---

---

---

---

---

---



Photo Copyright © Alex G

AIRLINERS.NET

Fonte: <http://www.airliners.net/photo/Piper-PA-28-161-Warrior/0669927/L/>

## MÓDULO III

# INSPEÇÕES DIVERSAS DE AJUSTES DE COMPONENTES E INSTALAÇÃO DE MOTORES

## INTRODUÇÃO

Caro aluno,

Neste módulo observaremos características de verificações e ajustes de alguns componentes principais, além de abordarmos técnicas para remoção e instalação de motores de cilindros opostos e motores à reação.

Fique atento!

### 3.1 INSPEÇÃO DA HÉLICE

A hélice instalada em um motor deve ser inspecionada antes, durante e após o motor ter sido girado no solo.

Uma hélice cujo mecanismo de mudança de passo seja eletricamente atuado, deve ser inspecionada antes do motor entrar em operação. Isto é feito após conectar-se a fonte externa de eletricidade ao sistema elétrico do avião, ajustando-se o seletor de posição da hélice para a posição que indique diminuição de rotação, simultaneamente verificando o aumento do ângulo de ataque das pás da hélice.

De modo inverso, o seletor deve ser posicionado para que indique aumento de rotação simultaneamente, verificando-se a diminuição do ângulo de ataque das pás da hélice.



A verificação do embandeiramento pode ser feita levando-se o seletor para a posição embandeirar ("feather"), observando-se se as pás da hélice tomam posição paralela ao deslocamento (ou ângulo de ataque em torno de 90°).

*Fonte: FAA (Airframe & Powerplant Mechanics-Powerplant Handbook).*

Após, volta-se o seletor para a posição de operação normal, através da sua colocação na posição de aumento da rotação.

Se a hélice tem seu mecanismo de mudança de passo atuado pela pressão do óleo de lubrificação do motor, este deve ser inspecionado (verificando o seu funcionamento).

Essa verificação só pode ser realizada com o motor em funcionamento, e tendo a temperatura do óleo atingido o seu limite normal de operação. A inspeção é feita variando-se o passo para se atingir a maior e a menor rotação permitida, bem como o embandeiramento.

Quando um motor, equipado com hélice de passo acionado pelo óleo do motor, é parado com a hélice embandeirada, nunca se deve desembandeirar a hélice ligando o motor e fazendo atuar o mecanismo de embandeiramento.

Removem-se os bujões do reservatório do motor para drenar o óleo retornado do mecanismo de embandeiramento e faz-se com que as pás da hélice voltem às suas posições

normais, ou usando-se a bomba de embandeiramento ou uma ferramenta especial, manualmente operada.

### **3.2 VERIFICAÇÕES E AJUSTES APÓS O MOTOR TER SIDO GIRADO E OPERADO**

Após o motor ter sido girado no solo e após o voo de teste, itens operacionais devem ser ajustados e instalações devem ser passadas por cuidadosa inspeção visual. Essas ajustagens frequentemente incluem a pressão do combustível e a pressão do óleo, assim como reajustados alguns itens como ângulo e abertura dos platinados, folga das válvulas, batentes da marcha-lenta e da mistura, caso estes reajustes estejam afetando o desempenho do motor.

Após terem sido ambos realizados, os testes do motor no solo e em voo, remove-se o bujão do reservatório e dos visores de óleo, inspecionando-os quanto à presença de partículas metálicas. Os visores, antes de reinstalados, devem estar limpos.

Verificam-se todas as linhas quanto a vazamentos e fixação das conexões. Particularmente dá-se atenção às braçadeiras das mangueiras quanto ao aperto correto, bem como em relação ao estado das extremidades dessas mangueiras, e o que pode ser evidenciado pelo vazamento de óleo. Inspeccionam-se também as porcas que fixam os cilindros ao bloco do motor ou parafusos de cabeça quanto à segurança. Esta verificação deve ser também realizada após o voo de teste.

### **3.3 REMOÇÃO E INSTALAÇÃO DE UM MOTOR DE CILINDROS OPOSTOS**



As informações gerais relativas à remoção, montagem, inspeção, conservação, armazenagem e instalação de motores radiais são, na maioria dos casos, aplicáveis a motores de cilindros opostos.

*Fonte: FAA (Airframe & Powerplant Mechanics-Powerplant Handbook).*

Embora muitos procedimentos específicos para motores radiais sejam aplicáveis a motores com cilindros opostos, alguns são desnecessários em aplicações práticas.

Por exemplo: caros e complicados equipamentos para guinchamento são dificilmente necessários para remoção ou instalação de motores de cilindros opostos, especialmente aqueles de baixa potência. Outro exemplo: pequenos motores de cilindros opostos podem ser estocados ou transportados sobre estrados de madeira, protegidos por pedaços de papelão.

O relativamente pequeno número de acessórios, bem como de controles do motor, de cabos elétricos, de linhas hidráulicas e de conexões, associados à facilidade de acesso as diversas áreas do motor plano, reduz o uso extensivo do QECA para esse tipo de motores.

### **Remoção do Motor de Cilindros Opostos**

As instruções do fabricante devem ser sempre consultadas como guia para remoção ou instalação de um motor.

Seguem-se instruções gerais para remoção e instalação de um motor de cilindros opostos de 250 HP:

- (1) Remover a hélice;
- (2) Afrouxar os "dzus" prendedores de 1/4 de volta de cada lado da carenagem superior do motor, removendo essa carenagem;
- (3) Afrouxar os "dzus" que fixam a carenagem da tomada de ar do carburador, removendo essa carenagem;
- (4) Remover os parafusos da parte traseira superior e inferior do suporte da carenagem, removendo esse suporte;
- (5) Desconectar o duto de ar da entrada do carburador;
- (6) Desconectar a linha do injetor (manual ou elétrico) de combustível;
- (7) Desconectar a linha de entrada da bomba de combustível;
- (8) Desconectar os cabos elétricos do gerador e do motor de partida;
- (9) Caso já tenha sido instalado, remover o termopar sensor de temperatura da cabeça do cilindro;
- (10) Desconectar as linhas de pressão de combustível e de óleo;
- (11) Desconectar as linhas de retorno de óleo;
- (12) Remover todas as ligações da parte traseira do motor com a parede de fogo;
- (13) Desconectar o cabo de controle do governador da hélice;
- (14) Desconectar o cabo do tacômetro da parte traseira do motor;

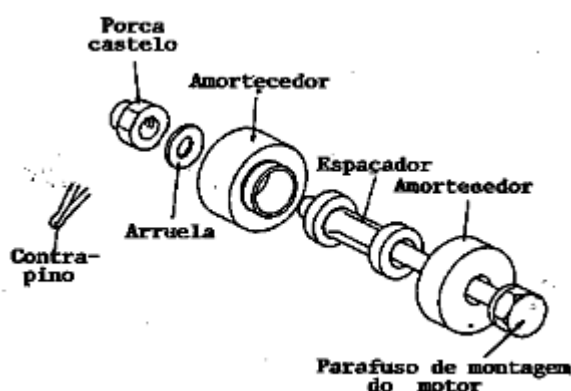


- (15) Desconectar as mangueiras do radiador de óleo do motor;
- (16) Desconectar o cabo do sensor de temperatura do óleo;
- (17) Desconectar o tubo de respiro do motor;
- (18) Remover as porcas da base do carburador, deixando que o carburador e sua tomada de ar fiquem presos somente pelos seus cabos de controle;
- (19) Fixar o gancho do guincho no olhal (orelha) de suspensão do motor, levantando até que os cabos fiquem com tensão;
- (20) Desconectar as cablagens dos magnetos;
- (21) Remover os contrapinos, porcas, arruelas e o amortecedor de borracha do suporte dianteiro de cada parafuso com sua capa de proteção. Afastar de seus pontos de encaixe. Balançar o motor ligeiramente, com cuidado para não esbarrar em seus componentes, danificando-os. Repetir o procedimento para liberar os amortecedores de borracha (coxins) da parte traseira.

### 3.4 INSTALAÇÃO DO MOTOR

Os procedimentos seguintes são típicos daqueles usados para a instalação de motores de cilindros opostos, após seus acessórios terem sido montados no motor.

- (1) Introduzir os parafusos de fixação do motor em seu berço, e deslizar os amortecedores de borracha (coxins) por dentro dos parafusos, até que sua face plana fique nivelada com o batente do suporte do motor. (veja figura 8-14);



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 8-14 Vista explodida da montagem tipo Lord.

- (2) Encaixar o espaçador entre o parafuso de fixação do motor e os coxins de borracha;

- (3) Ajustar o gancho do pequeno guindaste no olhal (ou orelha) de sustentação do motor, erguendo-o. Pressionar para baixo a parte traseira do motor para permitir que os magnetos não toquem o berço do motor. Posicionar as orelhas de montagem do motor até que elas se alinhem com os respectivos pontos de fixação;
- (4) Introduzir pelo ponto de fixação (berço com motor) superior um parafuso, até que a ponta rosqueada mostre um ou dois filetes para fora;
- (5) Deslizar um amortecedor de borracha (coxim) entre o motor e seu suporte;
- (6) Repetir o procedimento para os demais pontos de fixação;
- (7) Colocar os coxins dianteiros nos parafusos, encaixando-os nas respectivas luvas. Verificar se ficaram bem encaixadas;
- (8) Fixar o cabo do magneto no parafuso (esse cabo é o que mantém a continuidade elétrica entre o motor e a célula da aeronave);
- (9) Instalar a arruela e a porca-castelo em cada parafuso de fixação. Apertar as porcas progressivamente, seguindo uma sequência (no sentido horário ou anti-horário, tanto faz), até chegar ao valor de torque recomendado pelo fabricante. Após, aplicar os contrapinos (cupilhas) para frenagem;
- (10) Instalar a vedação na entrada do carburador e sua caixa-de-ar;
- (11) Conectar os dutos de admissão;
- (12) Conectar os dutos de arrefecimento do radiador de óleo;
- (13) Conectar o cabo do sensor de temperatura do óleo;
- (14) Conectar as mangueiras do radiador de óleo;
- (15) Conectar o cabo do tacômetro;
- (16) Fixar o cabo de controle do governador da hélice;
- (17) Conectar as cablagens fixadas ao berço do motor;
- (18) Conectar a linha de pressão do óleo;
- (19) Conectar os cabos do gerador e do motor de partida;
- (20) Instalar o termopar da cabeça do cilindro;
- (21) Conectar a linha da injeção ("primer") de combustível;
- (22) Conectar as linhas de vácuo na bomba de vácuo;
- (23) Conectar as linhas hidráulicas na bomba hidráulica;
- (24) Ajustar o duto de ventilação do gerador;
- (25) Acertar a montagem completa da carenagem na posição correta, e fixar as seções superior e inferior;

- (26) Apertar os "dzus", prendendo a parte inferior da carenagem na traquéia da entrada de ar do carburador;
- (27) Prender a cobertura da entrada de ar do carburador;
- (28) Recolocar a carenagem, fixando-a por "dzus" em ambos os lados do motor;
- (29) Instalar a hélice.

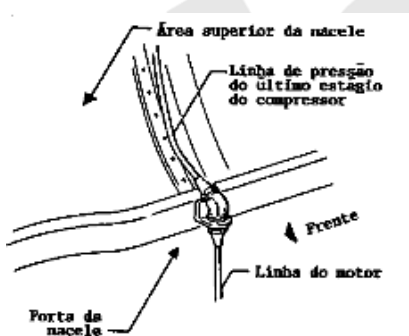
### 3.5 REMOÇÃO E INSTALAÇÃO DE MOTORES A REAÇÃO

O motor de aeronave usado nesta discussão fornece um exemplo típico de remoção e instalação de motor a jato. O motor, com todos os seus acessórios acoplados, formam um QECA. O acesso ao motor é garantido por janelas de inspeção que podem ser levantadas, travadas e abertas. Referências de posição, como lado direito ou esquerdo, sentido horário ou anti-horário, são definidas considerando-se o motor visto por trás (pelo escapamento).

#### Remoção de Motor Turbojato Tipo QECA

O motor pode ser removido da aeronave por dois métodos. Um método consiste em baixá-lo de sua nacele usando uma plataforma levadiça; o outro requer um guincho e uma estrutura (eslinga) para baixar o motor sobre um suporte móvel. Os seguintes passos preliminares são aplicáveis a ambos os métodos da remoção.

- (1) Imobilizar adequadamente a aeronave com calços para rodas ou cabos de amarração;
- (2) Abrir as janelas de inspeção. Confirmar se os interruptores elétricos (bateria, geradores, conversores, etc) estão desligados, e se não há alguma fonte externa conectada;

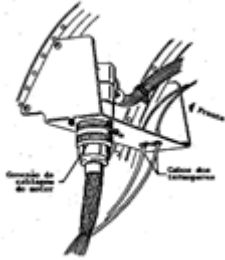


- (3) Remover os painéis de acesso de ambos os lados da estrutura da nacele;
- (4) Remover o painel de acesso ao duto de ar condicionado do motor (sangria do compressor), desconectando o duto do motor;

Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

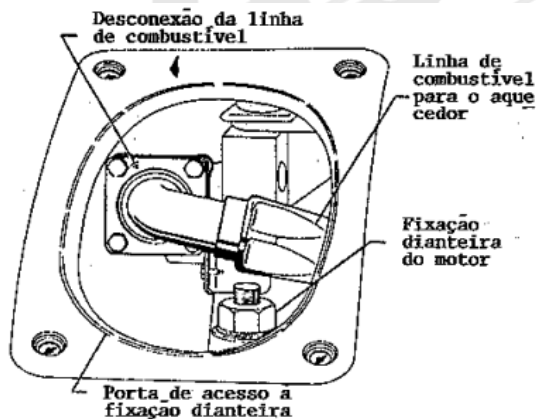
Figura 8-15 Descarga de pressão de turbina ("pickup").

- (5) Desconectar a linha de pressão do último estágio do compressor ("pickup"). Ver a figura 8-15;
- (6) Desconectar a fiação (cablagem) elétrica e os cabos dos termopares de seus conectores (figura 8-16);
- (7) Desconectar a linha de combustível, removendo os parafusos do flange da mangueira;



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 8-16 Pontos de desconexão do sistema elétrico.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 8-17 Desconexão da linha de combustível.

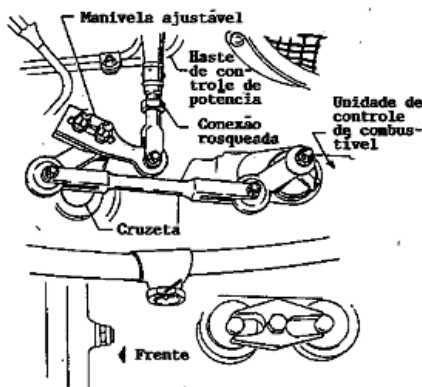


Figura 8-18 Pontos de desconexão do comando de potência

Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

- (8) Desconectar a haste da alavanca de controle (figura 8-18) da manete de controle de potência, mantendo-a presa (amarrada na estrutura da nacela). Após o motor ter sido desconectado, restando apenas ser solto de seu berço, é preciso que uma plataforma levadiça seja usada para remoção do motor, sendo posicionada exatamente sob ele.

Elevando-a, fazendo com que se encoste aos pontos de apoio do motor, até que o peso do motor seja aliviado das asas.

No caso de ser usado um guincho, conecta-se o gancho prendendo os pontos de suporte do motor (através dos acessos que vão aos pilones). Quando baixando o motor com guinchos (duplos), a operação deve ser simultânea com ambos os guinchos para dividir a tensão nos cabos (evitando que, eventualmente, só um cabo resista a todo o peso). Posiciona-se um suporte móvel sob o motor antes que ele seja totalmente abaixado.

Usando um ou outro (a plataforma levadiça ou o guincho), e estando o suporte móvel desocupado e em posição, o motor está pronto para ser abaixado.

Remove-se, então, o parafuso e a bucha (espaçador) da parte traseira do berço do motor, e as porcas e arruelas da parte dianteira. Abaixa-se o motor, observando atentamente para que não fique prendendo nada nas naceles, evitando danos às naceles e ao próprio motor.

Fixa-se o motor na plataforma levadiça ou no suporte móvel. Usando o guincho, desconecta-se o gancho do motor, manobrando-o afastado da aeronave.

Cuidados especiais devem ser tomados quando se manobra o motor, evitando danos nos pontos de apoio, tanto no motor quanto no avião.

Tampa-se (proteja) as extremidades desconectadas das linhas e mangueiras. Com o motor removido, inspeciona-se a haste de controle de potência e seus componentes e pontos de conexão quanto à perda de rótulos e danos na nacele do motor.

Inspeciona-se a área onde o berço do motor se junta com a estrutura interna de sua nacele quanto a trincas.

### **Remoção dos Acessórios - QECA**

Quando um motor de avião está para ser substituído, os acessórios e equipamentos que equipam a aeronave podem ser removidos, tanto para a instalação no motor substituto, quanto para sua própria revisão, conforme exigido.

Observam-se cuidadosamente suas posições e ligações antes da remoção, para facilitar na montagem no motor substituto. Quando os acessórios estiverem para ser revisados ou estocados, eles são conservados de acordo com as instruções do fabricante. É necessário preencher as fichas de controle dos acessórios (no caso de serem componentes controlados), com todos os dados a eles pertinentes. Após a remoção destes acessórios e equipamentos, os eixos expostos, e as janelas onde estes componentes estavam encaixados,

são cobertos (protegidos). Prepara-se o motor para despacho, estocagem ou desmontagem, conforme as instruções apropriadas do fabricante.



## Referência Bibliográfica

*BRASIL. IAC – Instituto de Aviação Civil. Divisão de Instrução Profissional. Matérias Grupo Motopropulsor, tradução do AC 65-12A do FAA (Airframe & Powerplant Mechanics-Powerplant Handbook). Edição Revisada 2002.*



## No Próximo Módulo

No próximo módulo trataremos de algumas características de alinhamentos, inspeções e ajustagens de motores, além do processo de remoção e instalação de motores turboélice e motores de helicóptero.

Espero você!



## Anotações

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---





Fonte: <http://www.airliners.net/photo/Air-Malta/Boeing-737-382/0593099/L/>

## MÓDULO IV

# REMOÇÃO E INSTALAÇÃO DE MOTORES DIVERSOS E PROCESSOS DE ALINHAMENTO

## INTRODUÇÃO

Caro aluno,

Neste módulo observaremos características principais de alinhamentos, inspeções e ajustagens de motores diversos e processos de remoção e instalação de motores de helicópteros e turboélice.

Espero você!!

## **4.1 INSTALAÇÃO DE MOTORES TURBOJATO**

### **Instalação com Plataforma Levadiça**

Os procedimentos que se seguem são típicos da instalação de motores turbojato usando plataforma levadiça. Instruções específicas de sua operação são normalmente afixadas à própria plataforma levadiça.

- (1) Operar a plataforma levadiça, elevando cuidadosamente o motor na direção dos pontos de fixação de seu berço;
- (2) Alinhar os olhais (orelhas) traseiros do motor com os pontos de fixação do berço;
- (3) Instalar os parafusos de montagem e apertá-los com o torque recomendado.

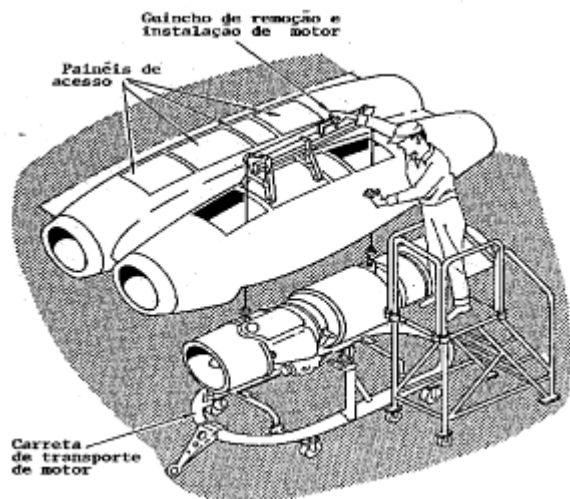
### **Instalação com Guincho**

Os procedimentos que se seguem são típicos da instalação de motores turbojato usando um guincho.

- (1) Colocar o motor por baixo da nacele;
- (2) Fixar a eslinga no motor propriamente dito;
- (3) Cuidadosamente elevar o motor, utilizando-se de todos os guinchos (caso haja mais de um), simultaneamente. Ir guiando o motor em direção a seu berço, até chegar bem próximo.

### **Instalação com Guincho de Cabo Duplo**

A figura 8-19 mostra um motor sendo instalado, usando para isso um cabo duplo. Guinchos desse tipo são comumente usados para a instalação de pequenos e médios motores.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 8-19 Instalação com guincho de duplo cabo.

### Completando a Instalação

Os procedimentos que se seguem englobam as instruções para a complementação de uma instalação típica.

(1) Instalar a bucha (espaçador) pela parte de trás do olhal (ou orelha) da fixação do motor, passando o parafuso através da bucha; ajustar sua porca, mantendo o conjunto unido, inclusive com contrapino. Nessa particular instalação, a olhal (orelha) traseiro do motor deve ser livre para girar em torno do ponto de fixação. Não apertar demais o parafuso de montagem;

(2) Através dos acessos do ponto de fixação dianteiro, colocar a arruela serrilhada (ou chanfrada), a arruela plana e uma porca, em cada parafuso dos pontos de fixação dianteiros do motor;

Apertar a porca com o torque estabelecido. Frenar a porca com arame de freio.

(3) Conectar o duto de ar-condicionado da aeronave no duto de sangria do compressor do motor. Apertar a conexão com o torque apropriado;

(4) Remover a plataforma levadiça ou eslinga (estrutura pendurada no gancho do guincho);

(5) Conectar a mangueira de combustível na conexão das linhas que provêm da aeronave. Substituir a junta (gaxeta) entre os flanges da mangueira e das linhas de combustível por outra nova;

(6) Instalar o suporte do duto de ar comprimido do motor de partida;

- (7) Aplicar composto antiaderente (decapante) nos filetes dos parafusos da cablagem elétrica e termopares. Conectar os cabos, e fixar o conector da cablagem elétrica com arame de freio;
- (8) Conectar o sensor de pressão ("pickup") da turbina, na linha do transdutor de razão de pressão;
- (9) Conectar a alavanca de controle de potência (do motor) com a manete de controle de potência (na cabine de comando), através das ligações necessárias;
- (10) Inspeccionar o motor, de um modo geral, para ver se não ficou faltando nada;
- (11) Instalar os painéis e carenagens aerodinâmicas;
- (12) Ajustar as ligações das manetes e cabos de controle do motor. Fechar e travar as portas de acesso.

## **4.2 ALINHAMENTOS, INSPEÇÕES E AJUSTAGENS**

As instruções que se seguem cobrem alguns procedimentos básicos, além de inspeções para alinhamento e ajustagem de controladores de combustível, seletoras de combustível e válvulas de corte de combustível.

- (1) Inspeccionar todas as hastes quanto a folgas excessivas, trincas ou corrosão;
- (2) Inspeccionar as extremidades das hastes quanto ao estado dos filetes das partes rosqueadas, como também quanto ao número de filetes que sobrepassam as partes de conexão após o ajuste final;
- (3) Inspeccionar a caixa das manetes, bem como as diversas roldanas quanto ao desgaste, assim como as guias dos cabos com relação a tensão e a posição apropriada (correta).

Enquanto se alinha as ligações do seletor de combustível, do controlador de potência e das válvulas de corte, segue-se os procedimentos do fabricante passo a passo, para o modelo de avião em que está sendo feito o serviço.

Os cabos devem ser instalados com a tensão apropriada, e com os pinos de alinhamento instalados. Os pinos devem ser livres para serem removidos sem qualquer tipo de amarração, se for difícil removê-los, é porque os cabos não estão propriamente alinhados, e devem ser inspecionados outra vez.

A alavanca de potência deve ter batentes apropriados nas posições de marcha lenta e de potência máxima. Os ponteiros ou indicadores devem estar dentro desses limites.

Os seletores de combustível devem ser alinhados de modo que tenham um deslocamento apropriado, e não restrinjam o fluxo de combustível aos motores.

### Alinhando Controles de Potência

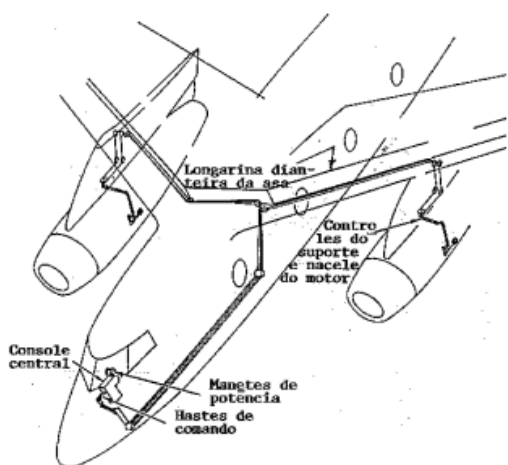
Aeronaves turbojato modernas usam sistemas de manetes de controle de potência. Um dos tipos comuns é o sistema de hastes e cabos. Este sistema utiliza-se de balancins, hastes de dupla ação, carretéis, "teleflex", cabos flexíveis e polias.

Todos esses componentes constituem o sistema de controle e devem ser alinhados e ajustados periodicamente.

Em aeronaves monomotoras, o alinhamento das manetes de controle de potência não é difícil. O requisito básico é ter o desejado deslocamento da manete de potência, e o correto deslocamento no controle de combustível. No entanto, em aeronaves turbojato multimotoras, as manetes de potência devem ser instaladas de tal modo que estejam alinhadas, umas com as outras, para todos os regimes de potência.

Os cabos de controle da manete de potência, e as hastes de dupla ação, tanto na célula da aeronave quanto na nacela do motor, não são usualmente afetados quando se troca um motor, e, geralmente, nenhuma instalação é exigida, exceto quando algum componente tenha sido substituído.

O sistema de controle do pilone (berço do motor) para o motor deve ser ajustado em cada troca de motor ou de controlador de combustível. A figura 8-20 mostra o sistema de controle do balancim, na parte superior do pilone, para o controlador de combustível.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 8-20 Sistema de controle das manetes de potência. À+.

Antes de se ajustar os controles de potência no motor, é preciso que a alavanca de potência esteja livre de amarração (não esteja presa), e que os controles tenham livre deslocamento no console.

Caso eles não tenham deslocamento total ou estejam presos, a célula da aeronave, ou seja, os elementos (cabos, hastes, articulações, etc.) componentes desse sistema, devem ser inspecionados e reparados, se for o caso.

Após todos os ajustes terem sido feitos, as manetes de potência são movimentadas por todos os seus cursos, observando cuidadosamente o movimento das hastes, balancins, tubos, etc. Travam-se todas as porcas (menos as auto-frenantes) com contrapinos (cupilhas), conforme o exigido.

### **Ajustando o Controlador de Combustível**

A unidade de Controle de Combustível (FCU – Fuel Control Unit) de um típico motor turbojato é um aparelho hidromecânico, que programa a quantidade de combustível, que flui para o motor, de tal modo, que o empuxo desejado possa ser obtido. A quantidade de empuxo é ditada pela posição da alavanca de potência na cabine de comando, pela particular operação do motor e a conseqüente rotação da turbina, estabelecida pelo fluxo de combustível.

A unidade de Controle de Combustível do motor é ajustada para compensá-lo, assim o máximo empuxo produzido pelo motor pode ser obtido quando desejado. O motor deve ser compensado novamente quando a Unidade de Controle de Combustível for substituída, ou quando o motor não desenvolver o empenho máximo.

Após a regulagem do desempenho do motor, a marcha lenta pode ser ajustada apertando-se o parafuso "INC-IDLE" um oitavo de volta, aguardando-se por alguns instantes a estabilização da rotação.

A manete de potência é reduzida para a posição marcha lenta, e a rotação é verificada. Esse ajuste deve ser feito preferencialmente em condições de ausência de vento e de umidade no ar; a precisão do ajuste diminui com o aumento da velocidade do vento e da umidade do ar. De modo análogo, não deve ser feito ajuste com vento de cauda (por trás, em relação ao motor), posto que os gases quentes podem ser novamente ingeridos pelo motor.

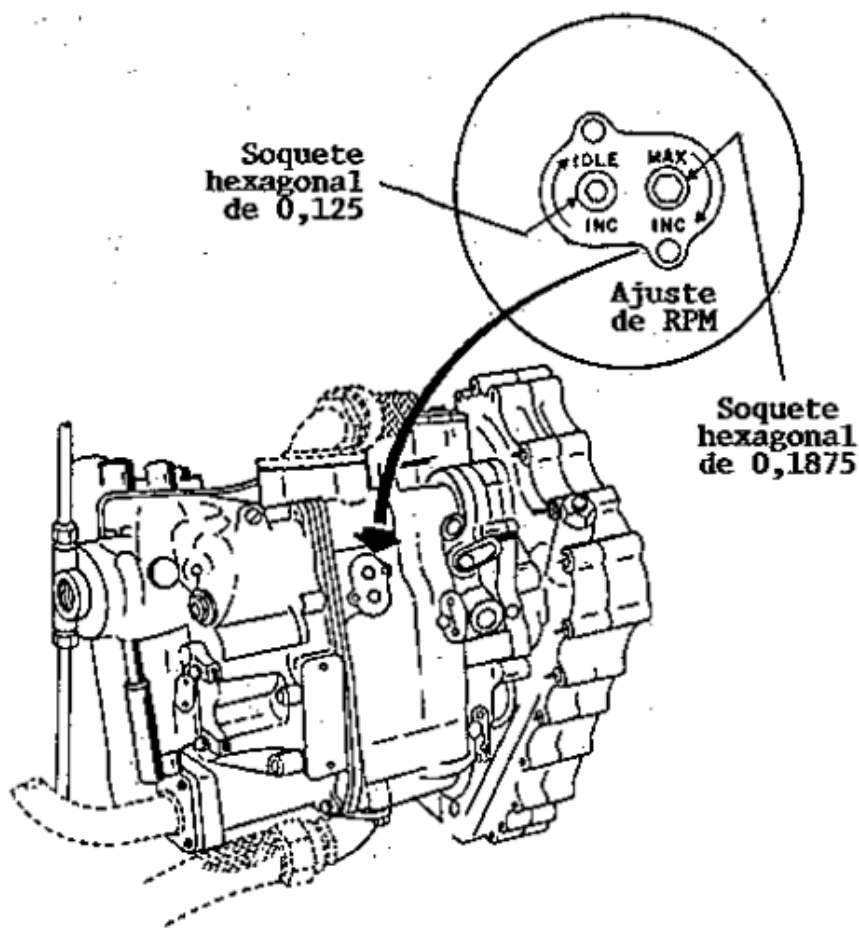


Também não deve ser feito o ajuste em condições de formação de gelo. Para se obter os resultados mais precisos, o avião deve sempre estar aproando o vento, quando da ajustagem.

Com a aeronave aproando o vento, verifica-se se a área de escapamento dos gases está livre. Instala-se um calibre para a regulagem do motor no suporte "T", na linha de pressão de descarga da turbina. A partida no motor é dada, e cinco minutos são aguardados até a sua estabilização, antes de se tentar ajustar o controlador de combustível.

Caso a regulagem (de acordo com as instruções do fabricante) esteja fora dos limites, o parafuso INC.MAX (figura 8-21) é girado cerca de um oitavo de volta na direção apropriada. Repete-se, se necessário, até o valor desejado ser atingido.

Se a aeronave estiver equipada com calibre de razão entre pressões (na entrada e na saída do compressor), faz-se o ajuste considerando esse valor.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 8-21 Ajustes típicos do controle de combustível.



Fonte: <http://www.airliners.net/photo/Germany---Air/Transall-C-160D/1975925/L/>

### **4.3 REMOÇÃO E INSTALAÇÃO DE UM MOTOR TURBOÉLICE**

As informações que se seguem dão uma visão geral da remoção e instalação de um motor turboélice típico.

Desde que a maior parte das instruções, para remoção e instalação de motores turboélice, foi desenvolvida para instalações tipo “QECA”, os procedimentos que se seguem são típicos desse tipo de instalação.

Os procedimentos para remoção e instalação de motores turboélice são bastante similares àqueles seguidos com motores turbojato, exceto daqueles sistemas relacionados às hélices.

Os painéis laterais do motor são abertos, e os painéis de acesso às naceles, removidos. Desconectam-se os cabos dos termopares do painel elétrico.

Antes de se desconectar quaisquer linhas, as válvulas de combustível, óleo e fluido hidráulico devem estar fechadas.

Todas as linhas, assim que são desconectadas, são fechadas para prevenir a entrada de material estranho.

Removem-se as braçadeiras, que fixam os dutos de sangria de ar do compressor (ar condicionado) na parede de fogo. Só, então, desconecta-se o seguinte: (1) conectores elétricos; (2) respiros do motor, e (3) linhas de combustível, óleo e fluido hidráulico.

Desconecta-se a manete de controle do motor e as hastes e cabos de controle da hélice.

Remove-se o invólucro dos pontos de sua fixação ao motor, fixando o QECA à sua eslinga (estrutura de suporte) e, usando um guincho conveniente, inicia-se o seu levantamento.

A eslinga deve ser ajustada considerando-se o centro de gravidade do QECA. O levantamento deve ser feito com cuidado, evitando danos ao motor.

Removem-se os parafusos que fixam o motor a seu berço. O QECA, então, está pronto para ser removido.

Verifica-se mais uma vez todas as ligações que foram desconectadas, para ter certeza de que realmente o motor está livre para ser movimentado.

Desloca-se o motor para frente, para longe da estrutura da nacele, até que ele fique livre da aeronave. O QECA é abaixado para o seu suporte, e fixado antes de liberar a eslinga.

Os procedimentos para a instalação de um motor tipo QECA são basicamente o inverso daqueles da sua remoção. Coloca-se o QECA na nacele do motor, alinhado e entrando de ré, e o alinhe com os furos dos parafusos do berço e da parede de fogo.

Aponta-se (introduza e trespasse) todos os parafusos antes de aplicar-lhes o devido torque. Estando todos os parafusos instalados, aplica-se sobre eles o torque recomendado.

Remove-se a eslinga, instalando os painéis de carenagem nos devidos pontos de fixação.

De modo inverso ao processo de remoção, ligam-se todas as linhas e conectores.

Os "O-RINGS" e juntas de vedação devem ser substituídos por novos. Devem ser consultadas as instruções do fabricante para a aplicação dos torques corretos nos diversos parafusos, braçadeiras, etc.

Após a instalação do motor, este deve ser girado.

Em geral este procedimento consiste em verificar o funcionamento, através dos instrumentos da aeronave, do motor e dos sistemas a ele relacionados.

Vários testes funcionais são levados a cabo para avaliar cada fase da operação do motor. Os testes e procedimentos estabelecidos pelos fabricantes do motor ou da célula devem ser seguidos.

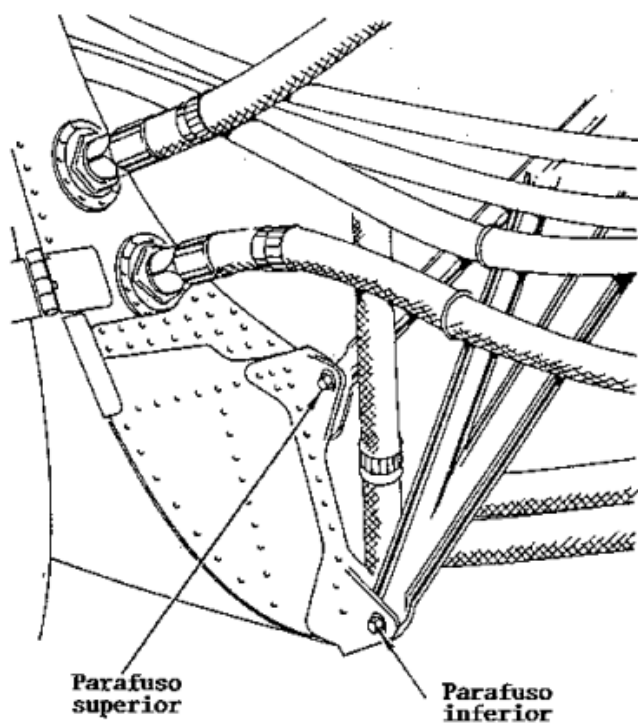


Fonte: <http://www.airliners.net/photo/UTair-Aviation/Mil-Mi-26T/2002342/L/>

#### **4.4 REMOÇÃO E INSTALAÇÃO DE UM MOTOR DE HELICÓPTERO**

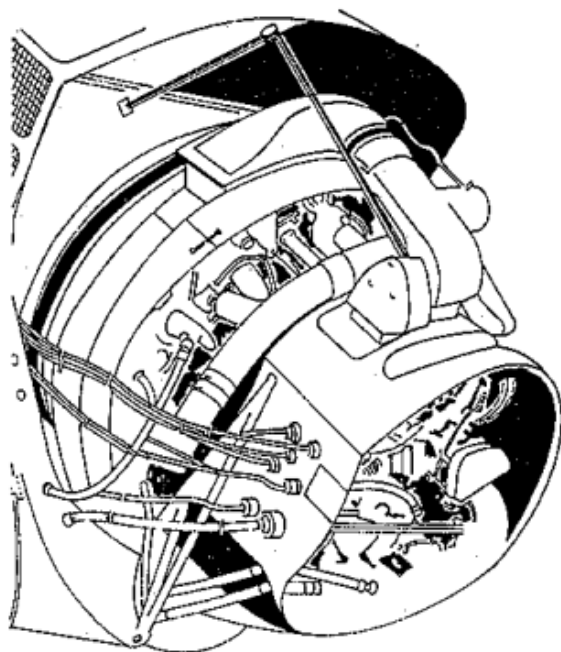
Um motor radial de nove cilindros, refrigerado a ar, como o R1820 (Pratt & Whitney), embora antigo, será tomado como modelo para os procedimentos de remoção e instalação de um motor típico de helicóptero. Esse motor é normalmente instalado à frente do helicóptero, com o eixo fazendo 39° com o horizonte (inclinado).

O motor é fixado no seu berço (ver afigura 8-22), o qual é preso por parafusos à estrutura da fuselagem. Esse tipo de instalação de motor é usado para facilitar a manutenção, permitindo fácil acesso a todos os acessórios e componentes, quando as portas de acesso ao motor são abertas.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 8-22 Pontos de fixação do berço do motor.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 8-23 Típico QECA de helicóptero.

O QECA (figura 8-23) contém o motor, o berço do motor, seus acessórios, seus controles, o sistema de combustível, o de lubrificação, o de ignição, e o sistema de refrigeração, o acoplamento hidromecânico e o suporte do ventilador de arrefecimento.

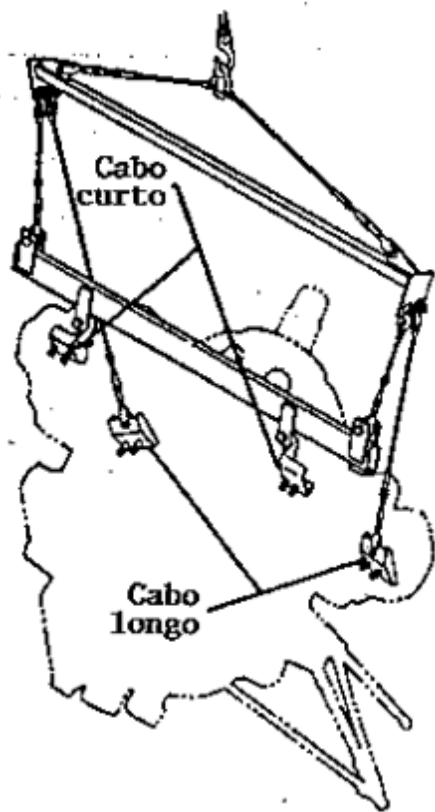
### **Remoção de um QECA de Helicóptero**

Antes de remover o QECA de helicóptero, o motor deve ser preparado para ficar parado (estocado) por bom tempo, caso seja possível.

Assim sendo, é desligado o suprimento de combustível para o motor, e drenado o óleo. As necessárias desconexões, para a remoção, são feitas segundo os seguintes passos.

- (1) Prender a eslinga de sustentação do motor (figura 8-24). Neste exemplo, prender dois cabos certos de sustentação, da eslinga para a superfície dianteira da caixa dos balancins (das válvulas) dos cilindros 2 e 9 e os dois longos de sustentação, da eslinga para a superfície dianteira da caixa dos balancins (das válvulas) dos cilindros 4 e 7. Prender a eslinga a um guincho de pelo menos duas toneladas de capacidade;
- (2) Iniciar o içamento do guincho até começar um ligeiro deslocamento vertical no QECA. Liberar as porcas dos parafusos inferiores do berço do motor antes de liberar as porcas dos parafusos superiores;
- (3) Remover os parafusos das juntas oscilantes, e remover todos os parafusos superiores de fixação do motor. Então, remover todos os parafusos inferiores de fixação do motor, e soltar o QECA do helicóptero. Coloca-se o grupo motopropulsor em um suporte conveniente, removendo a eslinga.





Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 8-24 Estropo (eslinga) especial para QECA de helicóptero.

### **Instalação de um QECA de Helicóptero**

A instalação de um motor novo ou revisado é um procedimento inverso a uma remoção.

As instruções do fabricante do motor, para o tipo de helicóptero, devem ser consultadas para se confirmar a correta troca de componentes de um motor usado para um motor novo.

As instruções de manutenção aplicáveis devem ser seguidas.

### **4.5 ALINHAMENTO E AJUSTE DE UM QECA DE HELICÓPTERO**

#### **Manete (comando da borboleta do carburador)**

O Ajuste do controle das manetes consiste no seguinte:

- (1) Fazer o ajuste no QECA, incluindo a montagem de controle acima do carburador e no próprio carburador;
- (2) Fazer o ajuste na célula do helicóptero, especificamente no punho de aceleração e no coletivo;
- (3) Fazer o ajuste no sensor do batente da manete do carburador. A parte do QECA do sistema de manete de controle da borboleta geralmente pode ser ajustada com o grupo motopropulsor removido ou instalado no helicóptero.

### **Controle da Mistura do Carburador**

Coloca-se a manete da mistura (no quadrante das manetes) na posição normal e, simultaneamente, movimenta-se o braço da mistura (no carburador) para a posição normal. O tensor cilíndrico é ajustado dentro do console de manetes na cabine de comando, para produzir uma quantidade igual de tensão em cada cabo.

Para verificar a operação da manete de controle da mistura é só colocá-la na posição "marcha lenta/corte", e então para a posição "mistura rica", para deslocar efetivamente o controle da mistura.

### **Controle de Temperatura do ar do Carburador**

A manete de aquecimento do carburador é colocada em posição intermediária. Ajusta-se o tensor cilíndrico (no console das manetes) para produzir uma quantidade de tensão igual em cada cabo e, então, frena-se (com arame de freio). A alavanca é movimentada no duto da entrada de ar para a posição intermediária, e a haste de atuação é ajustada para encontrar a alavanca na polia. Prende-se, então, a haste à alavanca.

### **Testando a Instalação do Motor**

Os procedimentos normais a serem seguidos devem ser os que estão de acordo com as instruções do fabricante. Um teste em vôo é geralmente levado a termo, após o motor ter sido instalado, e os controles do motor terem sido ajustados.



## Referência Bibliográfica

*BRASIL. IAC – Instituto de Aviação Civil. Divisão de Instrução Profissional. Matérias Grupo Motopropulsor, tradução do AC 65-12A do FAA (Airframe & Powerplant Mechanics-Powerplant Handbook). Edição Revisada 2002.*



## No Próximo Módulo

No próximo módulo iremos observar como se caracterizam os berços de motores, além de inspeções de motores estocados, processos de preservação, estocagem e embalagens para transporte de motores.

Espero você!



## Anotações

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



Fonte: <http://www.tbduk.co.uk/products-services/tooling-transportatio-storage/#.USJIVPLnNdv>

## MÓDULO V

### **CARACTERÍSTICAS DE BERÇOS, PRESERVAÇÃO, ESTOCAGEM E EMBALAGENS PARA CONSERVAÇÃO E TRANSPORTE DE MOTORES**

#### **INTRODUÇÃO**

Caro aluno,

Neste módulo veremos particularidades dos berços de motores, além dos processos de inspeções de motores estocados, preservação, estocagem e embalagens para transporte de motores.

Espero você!

## 5.1 BERÇO DOS MOTORES

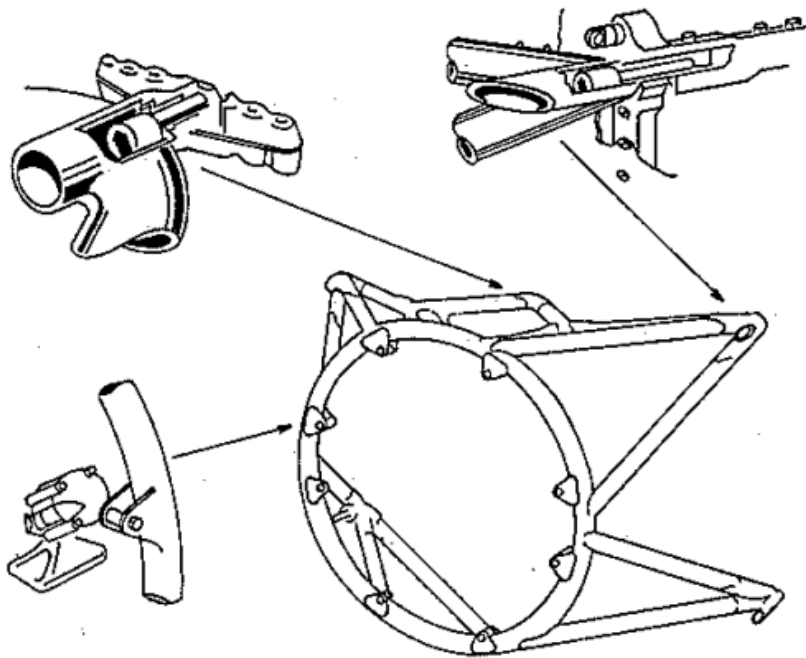
### Berços para Motores Radiais

Todos os aviões, da última geração, a usarem motores radiais tinham esses motores fixos em berços construídos de tubos de aço soldados. O berço é construído em uma ou mais seções que incorporam o anel de montagem do motor, suportes em "V", e fixadores para prender o berço na nacele das asas.

Os berços dos motores são geralmente fixos à aeronave por parafusos especiais de aço com tratamento térmico. A importância de se usarem somente os parafusos especiais pode ser avaliada rapidamente, posto que eles sozinhos aguentam o peso completo do motor, além de participarem das tensões impostas pelo QECA.

Os parafusos superiores suportam o peso do motor quando o avião está parado no solo, mas quando está voando, outros esforços são adicionados. Esses reforços são torsionais e afetam não somente os parafusos superiores, mas todos os parafusos.

Uma vista rápida num anel de berço de motor, mostrado na figura 8-25, apresentará suportes e pontos de apoio (ou fixação) localizados em várias posições ao redor da estrutura do berço. Cada suporte ou ponto de apoio tem uma função específica.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 8-25 Montagem típica de berço de motor.

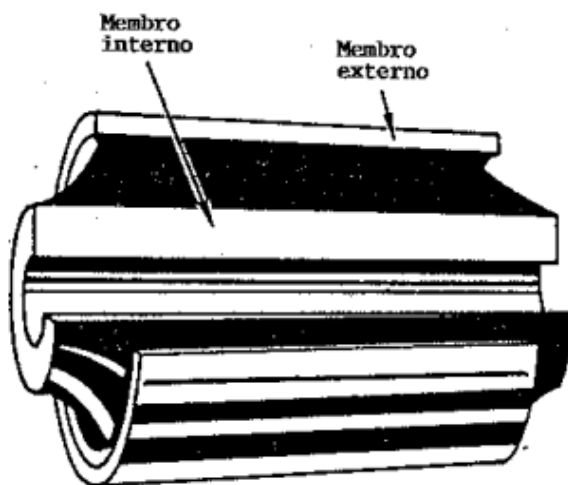
A parte do berço, onde o motor é fixado, é conhecida como anel de fixação ou anel do berço do motor. É geralmente construído de tubo de aço, tendo o diâmetro maior que as demais partes da estrutura. Tem a forma circular, envolvendo o compressor e a seção de acessórios, fixando o motor aproximadamente na altura do centro de gravidade do conjunto (motor, acessórios, etc.).

O motor é geralmente fixado ao berço através de suportes tipo "dynafocal", fixado ao motor no centro de gravidade, a frente do anel do berço. Outros tipos de equipamentos, ou suportes, são também usados para fixar diferentes motores em seus berços.

Ao mesmo tempo em que os motores aeronáuticos se tornam maiores e produzem mais potência, alguns métodos são necessários para absorver a vibração deles advinda. Esta necessidade conduz ao desenvolvimento de unidades de amortecimento, compostas de aço e borracha, chamadas de amortecedores de vibrações ("shockmounts") ou coxins. Como esse conjunto permite pouco movimento em todas as direções, estes isoladores de vibrações são comumente conhecidos como amortecedores elásticos de vibrações.

Uma característica interessante, comum à maioria dos amortecedores de vibrações, é que as partes de metal e de borracha são construídas de tal forma que, em condições normais, a parte de borracha suporta todo o motor.

Obviamente, se o motor for submetido a cargas ou impactos anormais, os batentes de metal limitarão o movimento excessivo do motor. As fixações dos berços para motores radiais podem ser divididas em dois grupos principais: (1) o tipo fixação tangencial; e (2) o tipo "dynafocal".



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional



Figura 8-26 Bucha de borracha, no formato de tubo, para fixação de motor.

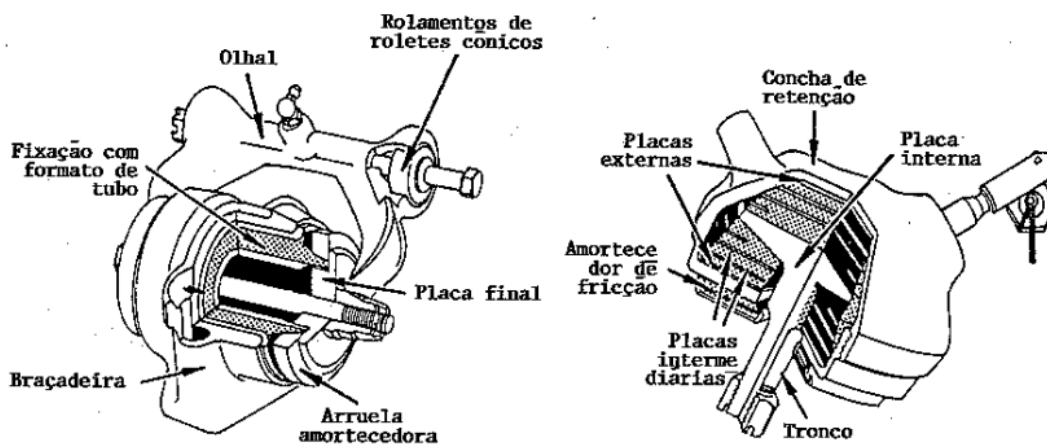
A fixação tangencial (bucha de borracha) é amplamente usada como suporte de todos os tipos de motores.

Uma vista em corte desse tipo de fixação é mostrada na figura 8-26. Este tipo de montagem é o mais flexível em relação ao eixo que o atravessa.

Vários tipos de fixações são empregados em diferentes instalações, usando buchas de borracha.

Fixações tipo "dynafocal", ou isoladores de vibrações, são unidades que dão suporte direcional para motores radiais.

Dois dos mais comuns tipos de fixação "dynafocal" são do tipo ligação ou pedestal, mostrados na figura 8-27.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 8-27 Dois tipos de fixação "Dynafocal".

A fixação "dynafocal", tipo ligação, usa uma bucha de borracha como elemento flexível. A parte externa dessa fixação é presa em uma braçadeira de liga de alumínio ou aço, e rigidamente aparafusada à orelha (ou olhal), ou ponto de fixação do berço do motor. A ligação é ajustada com rolamentos de roletes cônicos aos pontos de fixação do anel do berço do motor.

Arruelas especiais são usadas como batentes (limitantes) das extremidades das buchas de borracha (no tubo metálico interno). Essas arruelas limitam os movimentos axiais das buchas de borracha, impedindo o contato, metal com metal, entre as demais peças da submontagem.

A fixação "dynafocal", tipo pedestal, tem um revestimento externo composto de duas partes de aço forjado, mantidas juntas e aparafusadas no anel de berço do motor. Uma

pequena folga é permitida antes que a borracha seja mantida presa entre a haste do "dynafocal" e o revestimento de retenção. Amortecedores de fricção são fornecidos para limitar o movimento excessivo.

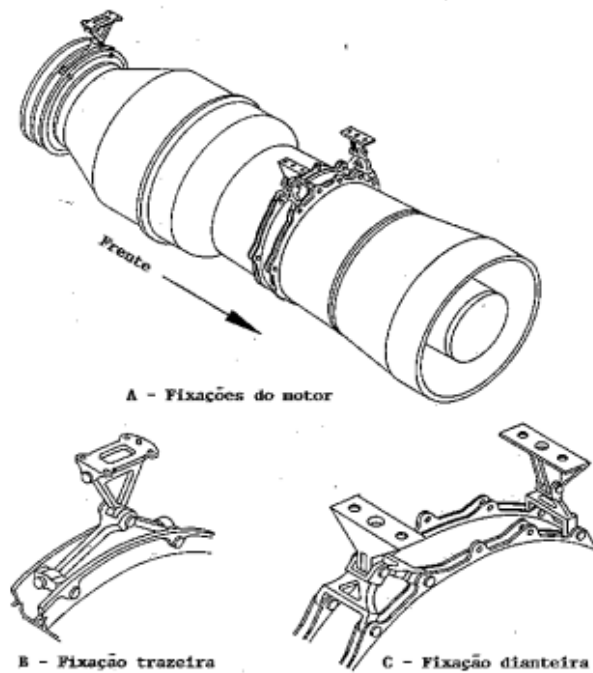
### Berços para Motores Turbojato

Os berços para motor, em se tratando de turbojatos, são relativamente simples quando comparados com as estruturas de fixação dos motores alternativos.

Entretanto, eles desempenham as mesmas funções básicas de segurar o motor, e transmitir as cargas impostas pelo motor à estrutura da aeronave.

A maioria dos berços de motores a turbina são fabricados de aço inoxidável e são localizados, em relação ao motor, conforme mostrado na figura 8-28.

Alguns sistemas de fixação de motor usam dois fixadores para suportar a parte traseira do motor, e um fixador simples para a parte dianteira.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 8-28 Fixações típicas de um motor a turbina.

## 5.2 PRESERVAÇÃO E ESTOCAGEM DE MOTORES

A um motor que esteja aguardando para ser revisado, ou para retornar ao serviço após a revisão deve ser dada atenção especial. Como não lhe será dada atenção ou cuidados diários que permitam detectar e corrigir os estágios iniciais da corrosão, então, algumas ações definitivas devem ser tomadas para prevenir a corrosão para esse motor.

### **Materiais de Proteção Preventiva Contra a Corrosão**

Um motor que está funcionando, pode-se dizer que está livre de umidade, posto que o calor da combustão aquece todo o motor evaporando a umidade em todas as partes, além do mais, o óleo circulando por toda a parte interna do motor forma uma camada protetora que inibe o contato da umidade com as partes metálicas.

Se a operação de um motor é reduzida ou suspensa por um espaço longo de tempo, o estado de preservação do motor varia, dependendo de quanto tempo ficou inoperante.

O objetivo primário dessa discussão é dirigido à preservação de motores que tenham sido removidos de uma aeronave. Entretanto, os materiais de preservação discutidos são aplicáveis a todos os tipos de estocagem de motor.

### **Compostos de Proteção Preventiva Contra a Corrosão**

São produtos à base de petróleo os quais formam um filme ou película, tipo graxa, sobre o metal no qual é aplicado. Vários tipos de compostos de proteção preventiva são fabricados conforme diferentes especificações, para atender a variadas necessidades da aviação. O tipo que se mistura com óleo do motor para formar uma mistura de proteção preventiva contra a corrosão é um composto relativamente leve, que rapidamente se mistura com o óleo do motor quando a mistura é aquecida à temperatura apropriada.

Essa mistura leve é disponível em três formas: MIL-C-6529 Tipo I, Tipo II ou Tipo III. O Tipo I é um concentrado e deve ser misturado na base de uma parte desse concentrado com três partes de óleo MIL-L-22851 ou MIL-L6082, grau 1100. O Tipo II é uma mistura já pronta com óleo MIL-L-22851, grau 1100, e não necessita de diluição. O Tipo III também é uma mistura já pronta, sendo usada quando a pretensão é a de manter o motor inativo por menos de trinta dias. É também indicado para ser pulverizado nos cilindros e em outras áreas.

A mistura desejada de óleo lubrificante, tanto com composto de proteção preventiva, leve ou pesada, não deve ser feita sobre a superfície do motor, mas deve ser feita à parte, antes de sua aplicação no motor ou antes de ser colocada em seu cárter (ou tanque de óleo).

O composto pesado é usado para tratamento de imersão das peças e superfícies metálicas. Deve ser aquecido para diminuir sua viscosidade e, efetivamente, cobrir os objetos a serem preservados.

Um solvente comercial específico, ou jato de pulverização com querosene, é usado na remoção do composto de proteção preventiva, tanto do motor quanto das peças, assim que estes estiverem sendo preparados para o retorno ao serviço.

Embora o composto de proteção preventiva contra corrosão atue como um isolador da umidade, na presença de umidade excessiva, pode haver uma ruptura da camada isolante, permitindo o início do processo corrosivo.

Da mesma forma, o composto pode eventualmente secar por causa da evaporação gradual do seu óleo base. Este fato permitirá que a umidade entre em contato com o metal do motor, iniciando a corrosão.

Entretanto, quando um motor é guardado numa embalagem para transporte ou "container", algum agente desidratante (removedor de umidade) deve ser usado para remover a umidade do ar no ambiente do motor.

### **Agentes Desidratantes**

Há um número de substâncias (chamadas dessecantes) que podem absorver umidade da atmosfera em certa quantidade que possa ser útil como desidratante. Uma dessas substâncias é a "sílica gel". Esse gel é um agente desidratante ideal, desde que não se dissolve quando saturado.

Como um preventivo da corrosão, sacos de "sílica gel" são colocados dentro e em torno das peças, e das partes acessíveis de um motor estocado. É também usada em tampos de plástico transparentes, que podem ser encaixadas em orifícios, como o das velas de ignição. Cloreto de cobalto é usado junto com a "sílica gel" nos tampões desidratantes. Esse aditivo permite ao tampão indicar o conteúdo de umidade ou umidade relativa do ar no ambiente do motor.

A "sílica", tratada com cloreto de cobalto, apresenta uma cor azul brilhante com umidade relativamente baixa; porém, quando a umidade relativa aumenta, a tonalidade azul esmaece,

tornando-se bem claro a 30% de umidade relativa, passando por vários matizes de rosa até 60% de umidade relativa quando fica branco (sua cor natural).

Quando a umidade relativa é menor que 30%, a corrosão normalmente não aparece. Por outro lado, caso os tampões de desidratação apresentem uma cor azul brilhante, isto significa que há pouca umidade interna, e a corrosão foi reduzida a um mínimo.

Esta mesma "sílica gel", tratada com cloreto de cobalto, é usada em outros tipos de indicadores de umidade. Alguns são fixados ao motor estocado, para que possam ser inspecionados através de uma pequena janela na embalagem de transporte ou "container" de metal do motor.

Todos os dessecantes são selados em embalagens lacradas para prevenir que fiquem saturados pela umidade antes de serem usados.

Deve-se ter cuidado para impedir que qualquer embalagem ou "container" que contenha "sílica gel" fique aberta, ou imprópriamente fechada.

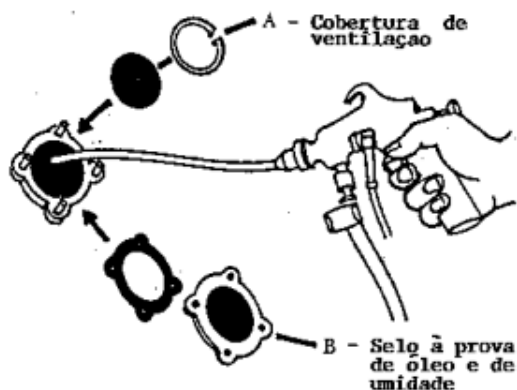
### **5.3 TRATAMENTO DE PREVENÇÃO DE CORROSÃO**

Antes de um motor ser removido ele pode ser operado, se possível, com mistura de proteção preventiva contra corrosão, adicionada ao sistema de óleo para retardar a corrosão através do recobrimento das partes internas do motor.

Se for impossível operar o motor antes de sua remoção da aeronave, ele deve ser manuseado, tão rápido quanto possível, da mesma forma que um motor em operação.

Qualquer motor, sendo preparado para estocagem, deve receber criterioso tratamento em torno dos dutos de exaustão. Considerando serem os resíduos dos gases de exaustão, potencialmente muito corrosivos, uma mistura de proteção contra a corrosão, deve ser borrifada em cada ponto de saída dos gases de exaustão, inclusive nas válvulas de exaustão.

Após os pontos de saída dos gases de exaustão terem sido cuidadosamente revestidos, uma tampa metálica ou de madeira, com uma junta de material à prova de água e de óleo, deve ser utilizada para isolar esses pontos de saída dos gases de exaustão, sendo fixados juntamente nos parafusos ou encaixes, onde normalmente são fixados os flanges dos dutos de emenda para o escapamento ou turbina do compressor (figura 8-29). Tais coberturas formam um selo para prevenir que a umidade entre no motor nos pontos de saída dos gases de exaustão. Os motores estocados em invólucros ("containers") de metal geralmente têm coberturas especiais de ventilação.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 8-29 Tratamento de vedação das aberturas de escapamento.

Para prevenir a corrosão, pulveriza-se o interior de cada cilindro com mistura de proteção contra a corrosão, para impedir que a umidade e o oxigênio entrem em contato com os depósitos deixados pela combustão.

Pulverizam-se os cilindros introduzindo o bico do pulverizador no orifício da vela de ignição, e movimentando-o, de sorte a cobrir a maior superfície interna possível. Antes de pulverizar cada cilindro, ele é colocado no seu ponto morto inferior (posição mais recuada do seu pistão). Esse procedimento permitirá que a superfície interna maior do cilindro seja pulverizada.

Após a pulverização de cada cilindro com seu pistão no ponto mais afastado, aproveita-se para, mais uma vez, pulverizar todos os cilindros com o eixo de manivelas do motor parado.

O eixo de manivelas não deve ser movido após o término da pulverização, pois a camada de mistura de proteção preventiva contra a corrosão poderá ser afastada no contato do pistão com as paredes do cilindro. Além do mais, fatalmente entrará ar nos cilindros durante o movimento dos pistões.

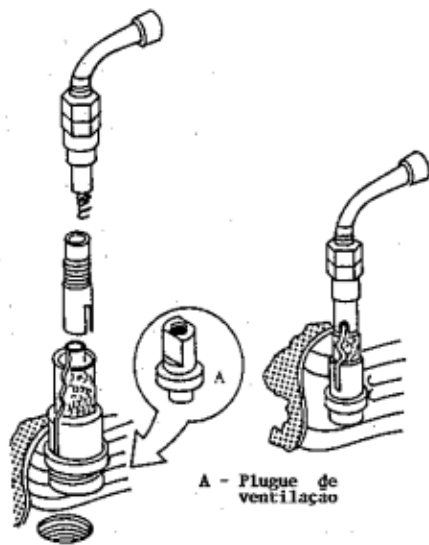
Também, o revestimento da mistura de proteção preventiva contra a corrosão, nas paredes dos cilindros, será raspado, expondo o metal a uma possível corrosão. Até que seja seguramente estocado na embalagem de transporte, o motor deve ter uma tarjeta (ou etiqueta) fixada com os seguintes dizeres: "Não movimente o eixo de manivelas".

Quando se prepara o motor para estocagem, os tampões com agente desidratante são colocados nos furos das velas de ignição de cada cilindro. Se o motor vai ser estocado em uma embalagem de transporte de madeira, as cablagens do sistema de ignição são presas a



esses tampões, como mostrado na figura 8-30. Tampões com sistemas especiais de ventilação são instalados nos orifícios das velas de ignição nos motores, estocados na posição horizontal em embalagens de metal ("containers").

Caso o motor seja estocado na posição vertical, os tampões especiais são instalados somente nos furos superiores das velas de ignição de cada cilindro e, tampões comuns, nãoventilados, são instalados nos furos inferiores. Tampões cujo agente desidratante tenha sido removido podem, nesse caso, ser usados. Outro ponto do motor a ser tampado é o duto de entrada de ar.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 8-30 Instalação do suporte da cablagem de ignição.

Caso o carburador permaneça no motor durante a estocagem, a borboleta do carburador deve ser travada, com arame, na posição aberta, e uma tampa instalada na entrada de ar.

Se o carburador for estocado à parte (separado), o tampão é colocado no duto de entrada da mistura, e fixado nos parafusos que normalmente prendem o carburador. A junta que fica entre o tampão (de madeira, metal ou plástico) e o duto pode ser a prova d'água ou óleo.

"Sílica gel" pode ser colocada nos dutos de entrada de ar para o carburador, para absorverem a umidade.

Os sacos de "sílica gel" são geralmente presos ao próprio tampão. Isto elimina a possibilidade de esquecimento na remoção dos sacos de "sílica gel" quando os motores forem retirados do estoque.

Caso o motor fique estocado em invólucros metálicos herméticos ("containers") podem ser usados tampões com ventilação, sem a necessidade de utilização de sacos de "sílica gel".

Após os detalhes abaixo listados terem sido atendidos, o motor está pronto para ser colocado em sua embalagem.

Caso o motor não tenha sido pulverizado com mistura de proteção preventiva contra a corrosão, o eixo da hélice, bem como o respectivo rolamento de encosto, deve ser coberto com o composto.

Então, uma luva de plástico ou papel à prova d'água (ou plástico) é encaixada em torno do eixo da hélice, e uma capa de proteção (luva) é atarraxada no lugar da porca de retenção da hélice.

Todas as aberturas ou orifícios dentro dos quais tampões com desidratante (ou tampões com ventilação, caso o motor esteja estocado em invólucro metálico) não tenham sido afixados, devem ser selados.

Nos pontos onde a mistura de proteção preventiva contra a corrosão possa se infiltrar para dentro do motor, como a tampa de reabastecimento e o bujão de drenagem do óleo, juntas à prova d'água e de óleo devem ser usadas entre a tampa de vedação.

Em outros pontos, fita isolante à prova d'água pode ser usada caso seja cuidadosamente instalada.

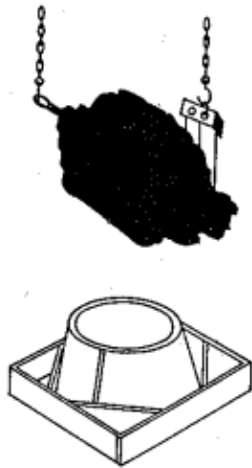
Antes de ser instalado em uma embalagem de transporte ("container"), o motor deve ser cuidadosamente inspecionado para confirmar se os seguintes acessórios, os quais não são partes básicas do motor, tenham sido removidos: velas de ignição e termopares das velas de ignição, adaptadores remotos de bombas de combustível (se aplicável), porcas de fixação do cubo da hélice (se aplicável), motores de partida, geradores, bombas de vácuo, bombas hidráulicas, governadores de hélice, e bombas de combustível acionadas mecanicamente pelo motor.

#### **5.4 EMBALAGENS PARA TRANSPORTE DE MOTORES**

Para proteção, os motores são selados em invólucros de plástico ou folha fina de metal laminado (em geral, alumínio plastificado) e embalados em caixas especiais de madeira para o transporte. Em anos recentes, o emprego de "containers" metálicos pressurizados para a selagem de motores aeronáuticos tem sido largamente adotado.

Quando um motor radial é colocado numa caixa de madeira para o transporte, ela deve ser guinchada verticalmente, com a ponta do eixo do lado da hélice para cima, como mostrado na figura 8-31.

Enquanto o motor é suspenso sobre a base da embalagem de transporte, a placa de montagem (figura 8-32) é removida da embalagem, e as alças do invólucro protetor, no qual o motor fica selado, são presas aos parafusos de fixação da placa de montagem.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

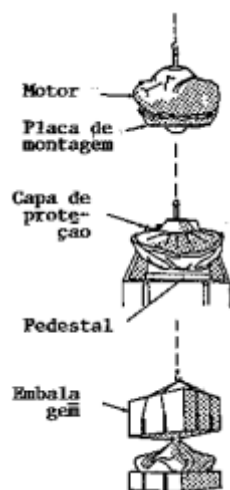
Figura 8-31 Levantamento de motor de embalagem vertical.

A placa de montagem é então aparafusada ao motor, e o invólucro é cuidadosamente levantado em torno do motor.

O motor é, então, abaixado sobre a base da embalagem de transporte, de tal modo que a placa de montagem possa ser aparafusada nela, em sua posição definitiva.

Uma vez que o anel de montagem no berço do motor é usado somente para motores radiais, o invólucro protetor é fixado diretamente na base da embalagem de transporte para outros tipos de motores.

Então, o motor é abaixado verticalmente sobre a base e aparafusado diretamente nela.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 8-32 Preparando o motor para transporte.

Caso o carburador não esteja fixado ao motor, ou não haja previsão para selá-lo em um pequeno "container", a ser colocado dentro da embalagem de transporte, ele pode, em alguns casos, ser preso numa plataforma especialmente construída e aparafusado no motor. Antes do invólucro protetor ser selado, "sílica gel" deve ser colocada em torno do motor, para desidratar o ar preso dentro desse invólucro. A quantidade de "sílica gel" a ser usada é determinada pelo tamanho do motor.

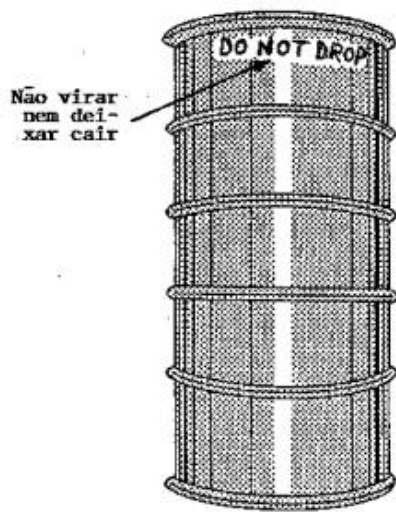
O invólucro de proteção é então cuidadosamente dobrado em torno do motor e, parcialmente selado, deixando uma abertura em uma das pontas, pela qual, assim que possível, o ar é retirado.

Um aspirador de pó tipo comercial é muito útil para esse propósito e, também, um meio para se deletar qualquer vazamento no invólucro. O invólucro é então completamente selado, geralmente juntando-se as bordas e colando-as com calor.

Antes de se abaixar a cobertura da embalagem de transporte sobre o motor, uma conferência rápida deve ser feita. O cartão (tarjeta ou etiqueta) indicador de umidade deve ser colocado, de sorte que possa ser visto através da janela de inspeção.

Enquanto se abaixa a cobertura da embalagem de madeira para o transporte na posição correta, deve-se ter cuidado para que não torça ou rasgue o invólucro de proteção. Fixa-se a cobertura, marcando ou carimbando a data de preservação na embalagem.

Há vários tipos de embalagens metálicas de transporte em uso. Um modelo, mostrado na figura 8-33, é parecido com a embalagem de transporte de madeira, onde é necessário que o motor seja instalado na posição vertical.



Fonte: LAC – Instituto de Aviação Civil – Divisão de Instrução Profissional

Figura 8-33 Embalagem metálica para instalação de motor na vertical.

Outro tipo permite instalação horizontal do motor, eliminando a necessidade de um guincho adicional.

O motor é simplesmente abaixado na parte mais baixa (base) do "container" e fixado. Os sacos de "sílica gel" são colocados dentro do "container", geralmente em local especial.

A quantidade de "sílica gel" necessária para uma embalagem metálica ("container") é geralmente maior que a utilizada em uma embalagem de madeira de transporte, posto que o volume de ar em uma embalagem metálica é maior que aquele que circunda o invólucro de proteção, instalado em torno do motor, numa embalagem de madeira para transporte.

Considera-se, também, que em uma embalagem metálica ("container") os sacos de "sílica gel" devem desidratar o interior do motor, posto que, em vez de tampões com desidratante, são utilizados tampões de ventilação.

Todos os registros do motor devem ser colocados dentro da embalagem de transporte (no lado de fora, só para facilitar o acesso).

Um indicador de umidade deve ser fixado dentro do "container", caso haja uma janela de inspeção para consulta. Em seguida, o selo de borracha (junta) entre a base e a cobertura do "container" deve ser inspecionado cuidadosamente, uma vez que esse selo é usado muitas vezes.

Após a cobertura do "container" ser colocada sobre a base, e estar devidamente presa, ar seco, com pressão de 5 libras/polegadas quadradas, é injetado em seu interior. Nessa

oportunidade é feita uma verificação quanto à estanqueidade (ausência de vazamentos), através do acompanhamento da queda dessa pressão.



Fonte: [http://ppc.screentopmedia.com/aircraft-engine-covers?virtuemart\\_category\\_id=6](http://ppc.screentopmedia.com/aircraft-engine-covers?virtuemart_category_id=6)

## 5.5 INSPEÇÃO EM MOTORES ESTOCADOS

Muitas oficinas de manutenção fornecem um sistema programado de inspeções para motores estocados. Normalmente os indicadores de umidade de um motor estocado em embalagens de transporte são inspecionados a cada 30 dias.

Quando, porém, o invólucro de proteção for aberto para inspeção dos indicadores de umidade, o período de inspeção pode ser estendido para cada 90 dias, caso as condições locais o permitam. Para embalagens metálicas ("container"), em condições normais, o período de inspeção é de 180 dias.

Em embalagens de madeira, se houver um aumento de 30% da umidade (o que pode ser observado pela mudança de cor do indicador de umidade) no ar em torno do motor, todos os dessecantes (sacos e tampões) devem ser substituídos.

Caso mais da metade dos tampões, com desidratante instalados nos furos das velas de ignição, indiquem a presença de umidade excessiva, o interior dos cilindros deve ser novamente pulverizado.

Caso o indicador de umidade em uma ("container") embalagem metálica apresente uma cor azul, segura; mas a pressão interna tenha caído para 1 libra/polegada quadrada acima da pressão ambiente, precisa ser completada até a pressão apropriada, usando-se ar desidratado.

Entretanto, se os indicadores de umidade apresentarem uma condição insegura (cor rosada), o motor deve ser novamente preparado para estocagem.

## **5.6 PRESERVAÇÃO E PREPARAÇÃO PARA UTILIZAÇÃO DE UM MOTOR A TURBINA**

Os procedimentos para preservação e preparação para utilização de motores a turbina variam, dependendo do tempo de inatividade, do tipo de preservação usada, ou se o motor vai ser girado durante esse período de inatividade.

A maior parte das informações básicas sobre controle de corrosão, apresentadas na seção sobre motores alternativos, são aplicáveis a motores a turbina. Entretanto, os requisitos sobre o tipo e usos dos agentes de preservação são normalmente diferentes.

O sistema de lubrificação é geralmente drenado, e pode (ou não) ser lavado com óleo de preservação. Alguns fabricantes recomendam a pulverização de óleo no compressor, quando for rodado o motor. Outros veem essa prática com cautela, ou são contra. Seguem-se sempre as instruções do fabricante quando se estiver preparando para preservar ou utilizar um motor a turbina.



## **Referência Bibliográfica**

*BRASIL. IAC – Instituto de Aviação Civil. Divisão de Instrução Profissional. Matérias Grupo Motopropulsor, tradução do AC 65-12A do FAA (Airframe & Powerplant Mechanics-Powerplant Handbook). Edição Revisada 2002.*





## Encerrando a Disciplina

Esperamos que ao final de nossa disciplina você tenha conseguido compreender as características principais das técnicas utilizadas atualmente na aviação para a remoção e instalação de motores de aeronaves.

Sucesso!!

Prof. Rodrigo Costa



## Anotações

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---