



Mecânico de Manutenção Aeronáutica

GRUPO MOTOPROPULSOR

Edição Revisada
23 de Outubro de 2002

INSTITUTO DE AVIAÇÃO CIVIL
DIVISÃO DE INSTRUÇÃO PROFISSIONAL

PREFÁCIO

Edição revisada

Este volume, Grupo Motopropulsor, foi revisado, tendo sido feitas correções em todos os capítulos, bem como algumas alterações consideradas necessárias.

Este volume, Grupo Motopropulsor, é uma tradução do AC 65-12A do FAA (*Airframe & Powerplant Mechanics-Powerplant Handbook*) e tem por finalidade padronizar a instrução em todos os cursos de formação de mecânicos de manutenção aeronáutica.

Este volume contém as matérias necessárias ao desenvolvimento da instrução referente a especialidade Grupo Motopropulsor (GMP), tendo como complemento obrigatório, o conteúdo do volume Matérias Básicas.

Os assuntos técnicos estão aqui apresentados sob um ponto de vista generalizado e, de maneira nenhuma, devem substituir as informações e regulamentos oficiais fornecidos pelos fabricantes das aeronaves e autoridades aeronáuticas.

Contribuíram para a tradução do AC 65-12A, as companhias aéreas Varig, Vasp, Tam, Lider e os componentes civis e militares da TE-1. A revisão gramatical da Primeira Edição foi efetuada por Helena Aquino de Araujo e a revisão técnica por Jorge Nunes das Neves.

O DAC obteve autorização da editora (FAA) para traduzir o conteúdo desse volume (AC 65-15A Célula de Aeronaves) e sua distribuição mediante indenização do valor material, sendo proibida a reprodução total ou parcial do mesmo sem a autorização do DAC (TE-1).

É de nosso interesse receber críticas e sugestões às deficiências encontradas para as devidas alterações em uma próxima revisão.

O prefácio original, traduzido, está reproduzido nas páginas seguintes.

A correspondência relativa a esse manual deverá ser endereçada ao

Instituto de Aviação Civil – DIP

Avenida Almirante Silvio de Noronha, 369, Edifício anexo, CEP 20021-010 Rio de Janeiro - RJ – Brasil, ou enviada ao e-mail: dacg302@uninet.com.br

PREFÁCIO DO MANUAL AC 65-12A

Esta circular consultiva é impressa para pessoas que se preparam para obter um certificado de mecânico de Grupo Motopropulsor. Propõe-se apresentar informação básica sobre princípios, fundamentos e procedimentos técnicos nas áreas relacionadas a grupos motopropulsores. Designa-se a servir como guia para estudantes matriculados em um curso formal de instrução bem como aqueles que estudam por conta própria.

Este volume é devotado a uma explanação das unidades que perfazem cada um dos sistemas que unem combustível, ar e ignição em um motor de combustão de aviação e também contém informação sobre as características de construção de motores, sistemas de lubrificação, sistemas de escapamento, sistemas de refrigeração, remoção e substituição de cilindros, verificações de compressão e ajustes de válvulas.

Pelo fato de existirem muitos tipos diferentes de motores de aeronaves em uso atualmente, pode-se esperar pequenas diferenças em componentes similares. Para evitar repetição desnecessária, a prática do uso de unidades e sistemas representativos é adotada ao longo da circular consultiva. Assunto sujeito a análise ao longo do texto é abordado de um ponto de vista geral e seu uso deve ser suplementado por consultas aos manuais dos fabricantes e outros impressos se maior detalhe for desejado.

Essa circular consultiva não pretende substituir ou suplantar regulamentos oficiais ou instruções do fabricante de motores, os quais devem ser consultados como fonte autorizada final.

Agradecemos aos fabricantes de motores, hélices e acessórios de grupos motopropulsores pela cooperação ao colocarem a disposição informações para inclusão nesse manual.

Este manual contém material para o qual direitos autorais foram emitidos. Material “COPYRIGHT” é usado com permissão especial da “United Aircraft Corporation”, “Pratt and Whitney Aircraft Division” e não pode ser extraído ou reproduzido sem permissão do proprietário do direito autoral.

Os avanços na tecnologia aeronáutica pedem que essa circular consultiva seja periodicamente atualizada. Ela foi atualizada, erros foram corrigidos, novo material foi acrescentado e alguns dados foram reagrupados para aumentar a utilidade do manual.

Apreciaríamos, entretanto, que possíveis erros sejam levados ao nosso conhecimento bem como sugestões para melhorar sua utilidade. Seus comentários e sugestões serão retidos em nossos arquivo até que a próxima revisão seja completada.

O endereço para correspondência referente a esse manual é o seguinte:

U.S. Department of Transportation
Federal Aviation Administration
Flight Standards National Field Office
P.O. Box 25082, Oklahoma City, Oklahoma 731

Os manuais que formam a série com o AC 65-12A são o AC65-9A e AC 65-15A.

CONTEÚDO

PREFÁCIO	III
CONTEÚDO	VII
CAPITULO 1 TEORIA E CONSTRUÇÃO DE MOTORES DE AERONAVES	
Introdução	1-1
Comparação dos motores de aeronaves	1-2
Tipos de motores alternativos	1-4
Eixos de manivelas	1-11
Bielas	1-12
Pistões	1-14
Anéis de segmento	1-15
Cilindros	1-16
Numeração dos cilindros	1-18
Ordem de fogo	1-19
Válvulas	1-19
Mecanismo de operação da válvula	1-21
Engrenagens de redução da hélice	1-26
Eixo da hélice	1-28
Motores alternativos - Princípios de funcionamento	1-28
Ciclos de operação	1-29
Ciclos de quatro tempos	1-29
Potência e eficiência dos motores alternativos	1-31
Rendimentos	1-38
Construção do motor a turbina	1-41
Entrada de ar	1-42
Seção de acessórios	1-43
Seção do compressor	1-45
Tipos de compressor	1-45
Seção de combustão	1-50
Seção da turbina	1-55
Seção de escapamento	1-59
Subconjuntos maiores	1-62
Motor turboélice	1-63
Motores a turbina	1-64
Motores turbofan	1-64
Princípios de operação do motor a turbina	1-65
Empuxo	1-66
Desempenho do motor de turbina a gás	1-67

CAPITULO 2 SISTEMAS DE ADMISSÃO E DE ESCAPAMENTO

Sistema de admissão dos motores convencionais (alternativos)	2-1
Formação de gelo no sistema de admissão	2-3
Inspeção e manutenção do sistema de admissão	2-4
Turboalimentadores acionados internamente	2-6
Superalimentadores acionados externamente	2-11
Sistema de turbo-superalimentador para grandes motores convencionais	2-11
Turboalimentadores	2-13
Sistema turboalimentador, reforçado, ao nível do mar	2-15
Sistemas compostos com turbo para motores convencionais	2-18

Sistemas de admissão do motor turbojato.....	2-19
Entradas de ar do compressor em motores turboélice	2-23
Sistemas de escapamento de motores convencionais	2-24
Práticas de manutenção do sistema de escapamento do motor convencional	2-27
Dutos de escapamento do motor a turbina.....	2-30
Sistema de escapamento de turboélice.....	2-32
Reversores de empuxo	2-32
Supressores de ruído do motor.....	2-33
Dissipador de “vortex” da entrada de ar do motor.....	2-36

CAPÍTULO 3 SISTEMAS DE COMBUSTÍVEL DO MOTOR E MEDIÇÃO DO COMBUSTÍVEL

Introdução	3-1
Sistema básico de combustível	3-2
Dispositivos de medição de combustível para motores alternativos	3-3
Princípios da carburação	3-6
Sistemas do carburador	3-8
Tipos de carburador	3-9
Congelamento do carburador.....	3-10
Carburadores tipo bóia.....	3-11
Carburadores de injeção de pressão.....	3-16
Carburadores série PS “Stromberg”.....	3-27
Sistemas de injeção direta de combustível.....	3-29
Manutenção de carburadores	3-34
Manutenção e inspeção do sistema de combustível.....	3-38
Sistema de combustível para motores a turbina - Requisitos gerais.....	3-40
Controle de combustível dos jatos	3-41
Coordenador.....	3-45
Controlador de combustível.....	3-45
Controle sensível de velocidade	3-46
Válvula dreno da linha de combustível principal (Drip)	3-47
Operação do sistema	3-47
Controle hidromecânico de combustível	3-48
Descrição do controle de combustível	3-50
Sistema de programação de combustível.....	3-53
Sistema de rearme com injeção de água	3-57
Manutenção do controle do combustível dos jatos	3-58
Componentes do sistema de combustível do motor	3-59
Unidade indicadora de quantidade de combustível	3-64
Injeção de água	3-65

CAPÍTULO 4 SISTEMAS DE IGNIÇÃO E ELÉTRICO DO MOTOR

Introdução	4-1
Sistemas de ignição do motor alternativo	4-1
Sistema de ignição por bateria	4-1
Princípios de operação do sistema de ignição por magneto	4-1
Unidades auxiliares de ignição	4-14
Velas de ignição.....	4-20
Manutenção e inspeção do sistema de ignição de motores alternativos.....	4-21
Dispositivos de regulagem do magneto de ignição.....	4-22
Checando a sincronização interna do magneto.....	4-26

Sincronizando o magneto de alta tensão com o motor	4-28
Manutenção e inspeção da vela	4-39
Analizador de motores	4-54
Sistemas de ignição em motores a turbina.....	4-56
Inspeção e manutenção do sistema de ignição de motores a turbina.....	4-60
Remoção, manutenção e instalação dos componentes do sistema de ignição	4-60
Sistemas elétricos do motor	4-61
Amarração e ligação dos chicotes.....	4-71
Corte de fios e cabos.....	4-73
Desencapamento de fios e cabos	4-73
Emendas de emergência.....	4-77
Conexão de terminais a blocos terminais	4-78
Ligação à massa.....	4-78
Conectores	4-80
Conduite.....	4-82
Instalação de equipamento elétrico.....	4-83

CAPÍTULO 5 SISTEMAS DE PARTIDA DOS MOTORES

Introdução	5-1
Sistemas de partida de motores convencionais.....	5-1
Sistema de partida usando motor de partida de inércia combinado.....	5-3
Sistema de partida elétrico, de engrazamento direto, para grandes motores convencionais.....	5-4
Sistema de partida elétrico, de engrazamento direto, para pequenas aeronaves	5-6
Partidas dos motores de turbina a gás.....	5-8
Sistema de partida arranque-gerador	5-10
Motor de partida de turbina a ar.....	5-14
Motor de partida pneumático / cartucho para motor a turbina	5-19
Motor de partida a combustão de mistura combustível / ar.....	5-21

CAPÍTULO 6 SISTEMAS DE LUBRIFICAÇÃO E REFRIGERAÇÃO

Introdução	6-1
Requisitos e características dos lubrificantes para motores a explosão (convencionais)..	6-1
Sistema de lubrificação de motores a explosão (convencionais).....	6-3
Lubrificação interna dos motores a explosão (convencionais).....	6-10
Práticas de manutenção em sistemas de lubrificação	6-11
Exigências para os lubrificantes de motores a reação	6-17
Sistema de lubrificação dos motores a reação	6-17
Sistema típico de lubrificação por cárter seco	6-24
Sistema de refrigeração do motor	6-29
Manutenção do sistema de refrigeração de motores convencionais.....	6-31
Inspeção das aletas de refrigeração do motor	6-33
Refrigeração de motores a turbina.....	6-36

CAPÍTULO 7 HÉLICES

Introdução	7-1
Princípios básicos das hélices.....	7-1
Operação da hélice.....	7-3
Tipos de hélices	7-5
Classificação das hélices.....	7-7
Hélices usadas em aeronaves leves.....	7-7

Hélices de velocidade constante	7-10
Embandeiramento	7-13
Desembandeiramento	7-13
Hélices Hartzell Compacta	7-14
Hélice hidromática Hamilton Standard	7-15
Governadores hidráulicos	7-21
Sincronização das hélices	7-22
Sistema de controle do gelo na hélice	7-23
Inspeção e manutenção da hélice	7-25
Vibração da hélice	7-26
Centralização das pás	7-26
Checando e ajustando os ângulos das pás	7-26
Balanceamento da hélice	7-28
Serviços nas hélices	7-29
Turbohélice	7-30
Bainha das pás	7-35

CAPÍTULO 8 REMOÇÃO E INSTALAÇÃO DE MOTOR

Introdução	8-1
Razões para remoção de motores alternativos	8-1
Partículas metálicas no óleo	8-2
Preparação dos motores alternativos para instalação	8-3
Método QECA de montagem de motores radiais	8-3
Inspeção e substituição das unidades e sistemas externos ao motor	8-7
Preparação do motor para remoção	8-8
Removendo o motor	8-12
Içando e ajustando o motor para a instalação	8-13
Preparação do motor para teste no solo e em vôo	8-16
Inspeção da hélice	8-18
Verificações e ajustes após o motor ter sido girado e operado	8-18
Remoção e instalação de um motor de cilindros opostos	8-18
Instalação do motor	8-19
Remoção e instalação de motores a reação	8-21
Instalação de motores turbojato	8-22
Alinhamentos, inspeções e ajustagens	8-23
Remoção e instalação de um motor turbohélice	8-25
Remoção e instalação de um motor de helicóptero	8-26
Alinhamento e ajuste de um QECA de helicóptero	8-27
Berço dos motores	8-28
Preservação e estocagem de motores	8-30
Tratamento de prevenção de corrosão	8-31
Embalagens para transporte de motores	8-33
Inspeção em motores estocados	8-34
Preservação e preparação para utilização de um motor a turbina	8-35

CAPÍTULO 9 SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA FOGO NO MOTOR

Introdução	9-1
Sistema de proteção de fogo de motores convencionais	9-1

Zonas de fogo.....	9-5
Agentes de extinção de fogo.....	9-5
Sistemas de proteção de fogo de motores a turbina.....	9-9
Sistema típico de proteção de fogo de multimotores.....	9-10
Procedimentos de manutenção dos sistemas de detecção de fogo.....	9-14
Práticas de manutenção do sistema extintor de fogo.....	9-16
Sistema de proteção contra fogo de aeronave turbojato (<i>Saberliner</i>).....	9-17

CAPÍTULO 10 OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DO MOTOR

Introdução.....	10-1
Revisão dos motores alternativos (convencionais).....	10-1
Revisão maior.....	10-1
Recondicionamento do conjunto do cilindro.....	10-6
Inspeção do eixo de manivelas.....	10-18
Bielas.....	10-18
Banco de testes para motores alternativos.....	10-19
Equipamento móvel de teste de motor convencional.....	10-20
Operação do motor convencional.....	10-27
Princípios básicos de operação do motor.....	10-35
Fatores que afetam a operação do motor.....	10-39
Superposição das fases da operação de um motor.....	10-47
Pesquisa de panes em motores.....	10-48
Manutenção do cilindro.....	10-53
Testes de compressão no cilindro.....	10-55
Remoção do cilindro.....	10-59
Instalação do cilindro.....	10-60
Válvula e mecanismo da válvula.....	10-62
Teste de cilindro frio.....	10-68
Manutenção de motores a turbina.....	10-70
Seção de combustão.....	10-73
Inspeção e reparo do disco da turbina.....	10-77
Classificações comerciais.....	10-81
Instrumentação de motores.....	10-82
Operação do motor a reação.....	10-85
Operação no solo.....	10-85
Desligamento do motor.....	10-87
Pesquisando panes em motores a reação.....	10-88
Operação de turboélice.....	10-90
Procedimento para pesquisa de panes para motores turboélice.....	10-90
Unidade de testes de calibração de jatos (JETCAL).....	10-92
Pesquisa de panes no sistema do tacômetro da aeronave.....	10-96
Programa de análise do óleo do motor com espectrômetro.....	10-98