



# Mecânico de Manutenção Aeronáutica

## **MATÉRIAS BÁSICAS**

Edição Revisada  
23 de Outubro de 2002

**INSTITUTO DE AVIAÇÃO CIVIL**  
**DIVISÃO DE INSTRUÇÃO PROFISSIONAL**

## PREFÁCIO

Edição revisada

Este volume, *Matérias Básicas*, foi revisado, tendo sido feitas correções em todos os capítulos, bem como algumas alterações consideradas necessárias como a inclusão do assunto referente a Aerodinâmica, do volume *Célula de Aeronaves*, por ser uma das disciplinas do Módulo Básico.

Este volume, *Matérias Básicas*, é uma tradução do AC 65-9A do FAA (*Airframe & Powerplant Mechanics-General 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 ao Módulo Básico nas especialidades de *Célula*, *Grupo Motopropulsor* e *Aviônicos*, sendo um complemento obrigatório.

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 65-9A, 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](mailto:dacg302@uninet.com.br)



## PREFÁCIO DO MANUAL AC 65-9A

Este manual foi desenvolvido e impresso pela primeira vez em 1970 como parte de uma série de três manuais para pessoas que se preparam para obter um certificado de mecânico de grupo motopropulsor, célula ou ambos. Este manual pretende prover informação básica sobre procedimentos técnicos, fundamentos e princípios comuns às áreas de célula e grupo motopropulsor. Neste volume é dada ênfase à teoria e métodos de aplicação.

Esse manual destina-se a auxiliar estudantes matriculados em um curso formal de instrução, bem como àquele que estuda por conta própria. Visto que os conhecimentos exigidos para célula e grupo motopropulsor são semelhantes em algumas áreas, os capítulos que tratam dos sistemas de proteção contra o fogo e sistemas elétricos contêm algum material que é também duplicado no Manual de Grupo Motopropulsor – Mecânicos de Grupo Motopropulsor e Células, AC 65-12A e o Manual de Células – Mecânicos de Grupo Motopropulsor e Células, AC 65-15A.

Este volume contém informações sobre desenho de aviões, peso e balanceamento, materiais de aviação e processos, física, eletricidade, inspeção, apoio de terra e ferramentas.

O conhecimento adquirido com o estudo desse manual é essencial antes de prosseguir em um curso de estudo dos manuais de grupo motopropulsor ou de célula.

Pelo fato de existirem muitos tipos diferentes de células e de grupos motopropulsores em uso, atualmente, é normal supor a existência de diferenças nos componentes e sistemas de cada tipo. Para evitar repetições desnecessárias, a prática do uso de unidades e sistemas representativos é mantida ao longo do manual. O assunto é tratado a partir de um ponto de vista generalizado e deve ser suplementado por consultas aos manuais dos fabricantes ou outros impressos se forem desejados maiores detalhes. Esse manual não procura substituir ou suplantar os regulamentos oficiais ou as instruções dos fabricantes.

São expressos agradecimentos aos fabricantes de componentes para células e grupos motopropulsores pela cooperação ao tornarem disponível material para anexo e inclusão.

Material com direitos autorais é usado com permissão especial das seguintes organizações e não pode ser extraído ou reproduzido sem permissão do proprietário do COPYRIGHT:

	(R)
Monsanto Chemicals Co	Fluidos “Skydrol”
Towsend Corporation	Rebites “Cherry” e Luvas “Acres”
J. O. King, Inc.	Extintores de fogo
Gravines, Inc.	Extintores de fogo
Walter Kidde	Extintores de fogo
DuPont De Nemours	Elementos extintores de fogo

Associação Nacional de Proteção contra o Fogo	Extintores e especificações dos elementos de extinção de fogo
Associação Nacional de Distribuidores de Extintores de Fogo	Extintores de fogo
Fundação para a segurança do voo	Dados de reabastecimento
Instituto Americano do Petróleo	Combustíveis de aviação
Corporação Exxon	Combustíveis de aviação
Parker Hannifin	Acessórios de aviação

Os avanços na tecnologia aeronáutica obrigam um manual de instrução a estar sob revisão contínua e ser atualizado periodicamente. As normas de voo (FLIGHT STANDARDS) exigiram comentários das escolas autorizadas de técnicos de manutenção de aviação nos três manuais. Como resultado desta inspeção, os manuais foram atualizados até este ponto.

Novo material foi acrescentado nas áreas que foram apontadas como deficientes e alguns dados foram reagrupados para melhorar a didática dos manuais.

Gostaríamos de tomar conhecimento dos erros, bem como receber sugestões para melhorar o objetivo dos manuais. Comentários e sugestões serão mantidos em arquivo até a saída da próxima revisão.

Toda correspondência relativa a estes manuais deve ser endereçada a:

U.S. Department of Transportation  
Federal Aviation Administration  
Flight Standards National Field Office  
P.O. Box 25082, Oklahoma City, Oklahoma 73125

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

## CONTEÚDO

<b>PREFÁCIO</b> .....	III
<b>CONTEÚDO</b> .....	VII
 <b>CAPÍTULO 1 - MATEMÁTICA</b>	
Introdução .....	1-1
Os números inteiros .....	1-1
Frações .....	1-2
Potências e raízes .....	1-14
Cômputo de área .....	1-16
Cômputo do volume dos sólidos .....	1-21
Gráficos e tabelas .....	1-23
Sistemas de medição .....	1-26
 <b>CAPÍTULO 2 - DESENHOS DE AERONAVES</b>	
Introdução .....	2-1
Plantas .....	2-1
Desenhos de trabalho .....	2-1
Cuidado e uso de desenho .....	2-2
Blocos de títulos .....	2-2
Lista de material .....	2-3
Outras informações .....	2-4
Métodos de ilustração .....	2-5
O significado das linhas .....	2-8
Interpretando desenhos .....	2-10
Diagramas .....	2-11
Esboços de desenho .....	2-14
Símbolo de desenho .....	2-15
Cuidados com instrumentos de desenho .....	2-15
Microfilme .....	2-15
 <b>CAPÍTULO 3 - PESO E BALANCEAMENTO DE AERONAVES</b>	
Introdução .....	3-1
Teoria do peso e balanceamento .....	3-1
Dados de peso e balanceamento .....	3-2
Terminologia .....	3-2
Procedimentos de pesagem da aeronave .....	3-7
Formulário de pesagem .....	3-13
Condições extremas de peso e balanceamento .....	3-14
Instalação de lastro .....	3-16
Cartas de carregamento e envelopes do C.G. ....	3-18
Equipamento eletrônico de pesagem .....	3-20
Peso e balanceamento de helicópteros .....	3-20
 <b>CAPÍTULO 4 - COMBUSTÍVEIS E SISTEMAS DE COMBUSTÍVEL</b>	
Introdução .....	4-1
Características e propriedades da gasolina de aviação .....	4-1
Combustíveis para motores a turbina .....	4-5

Contaminação do sistema de combustível .....	4-7
Sistemas de combustível .....	4-11
Componentes do sistema de combustível .....	4-12
Indicadores do sistema de combustível.....	4-19
Sistemas de combustível para multimotores.....	4-24
Análises e pesquisa de falhas do sistema de combustível.....	4-26
Reparos nos tanques de combustível .....	4-27

## **CAPÍTULO 5 - TUBULAÇÕES E CONEXÕES**

Introdução .....	5-1
Tubulações .....	5-1
Identificação dos materiais.....	5-1
Tabulações flexíveis (Mangueiras).....	5-2
Conexões .....	5-6
Reparos nas linhas com tubo de metal.....	5-15
Fabricação e substituição de tubos flexíveis.....	5-16
Instalação de tubulações rígidas .....	5-18
Torque para tubos de aço 3041/8H .....	5-20
Suportes de fixação .....	5-21

## **CAPÍTULO 6 - MATERIAIS DE AVIAÇÃO E PROCESSOS**

Introdução .....	6-1
Identificação dos materiais de aviação .....	6-1
Parafusos de aviação .....	6-2
Porcas de aeronave.....	6-7
Arruelas de aviação.....	6-11
Instalação de parafusos e porcas .....	6-12
Torque e torquímetros.....	6-13
Outros tipos de parafusos de aviação ( Screws).....	6-16
Reparos em roscas internas.....	6-18
Reparo com luvas Acres .....	6-20
Prendedores de abertura rápida.....	6-22
Cabos de comando .....	6-24
Conexões rígidas de controle.....	6-26
Pinos.....	6-26
Métodos de segurança.....	6-27
Rebites.....	6-31
Rebites especiais .....	6-36
Plásticos.....	6-44
Borracha.....	6-46
Amortecedores de elástico .....	6-47
Vedadores .....	6-48
Juntas de vedação ( Gaskets) .....	6-50
Limpadores .....	6-50
Selantes .....	6-50
Controles de corrosão .....	6-52
Formas de corrosão .....	6-53
Fatores que afetam a corrosão.....	6-55
Manutenção preventiva.....	6-55
Inspeção .....	6-56
Áreas propensas a corrosão.....	6-56

Remoção da corrosão.....	6-58
Corrosão de metais ferrosos.....	6-59
Corrosão do alumínio e suas ligas .....	6-60
Corrosão das ligas de magnésio.....	6-62
Tratamento anticorrosivo do titânio e suas ligas .....	6-63
Proteção do contato entre metais diferentes .....	6-64
Limites da corrosão.....	6-65
Materiais e processos usados no controle da corrosão .....	6-65
Tratamentos químicos.....	6-67
Acabamento com tintas protetoras.....	6-69
Limpeza da aeronave .....	6-69
Limpeza do interior da aeronave .....	6-71
Limpeza dos motores .....	6-73
Solventes de limpeza .....	6-74
Agentes de limpeza em emulsão.....	6-75
Sabões e detergentes .....	6-76
Produtos para a limpeza mecânica.....	6-76
Produtos químicos de limpeza .....	6-77
Estrutura dos metais.....	6-77
Processos usados na conformação metálica.....	6-80
Metais ferrosos usados na indústria aeronáutica .....	6-82
Metais não ferrosos de utilização aeronáutica .....	6-85
Reposição de metais de utilização aeronáutica.....	6-93
Princípios do tratamento térmico.....	6-93
Equipamento para tratamento térmico.....	6-94
Tratamento térmico de metais ferrosos.....	6-98
Cementação.....	6-100
Tratamento térmico de metais não ferrosos.....	6-103
Tratamento de solução à quente .....	6-103
Tratamento por precipitação à quente.....	6-105
Recozimento das ligas de alumínio .....	6-106
Tratamento térmico dos rebites de liga de alumínio.....	6-107
Tratamento térmico das ligas de magnésio.....	6-107
Tratamento térmico do titânio .....	6-108
Testes de dureza.....	6-109

## **CAPÍTULO 7 - FÍSICA**

Introdução.....	7-1
Matéria.....	7-1
Fluídos .....	7-2
Temperatura.....	7-5
Pressão .....	7-7
Pressão atmosférica.....	7-7
Compressibilidade e expansão dos gases .....	7-8
Teoria cinética dos gases .....	7-8
Atmosfera.....	7-16
Princípio de Bernoulli.....	7-23
Máquinas.....	7-24
Trabalho, potência e energia.....	7-30
Movimento dos corpos.....	7-35
Calor.....	7-39
Som .....	7-44



## CAPÍTULO 8 - ELETRICIDADE BÁSICA

Introdução .....	8-1
Matéria .....	8-1
Eletricidade estática .....	8-2
Força eletromotriz .....	8-6
Resistência .....	8-7
Componentes e símbolos de circuito básico .....	8-9
Lei de Ohm .....	8-17
Circuitos de corrente contínua em série .....	8-21
Circuitos de corrente contínua em paralelo .....	8-26
Circuitos em série-paralelo .....	8-27
Divisores de voltagem .....	8-30
Reostatos e potenciômetros .....	8-31
Magnetismo .....	8-33
Baterias de acumuladores .....	8-42
Baterias de chumbo-ácido .....	8-42
Bateria de níquel-cádmio .....	8-46
Dispositivos de proteção e controle de circuitos .....	8-49
Chaves ou interruptores .....	8-51
Instrumento de medição de C.C. ....	8-54
Multímetros .....	8-59
Voltímetros .....	8-60
Ohmímetros .....	8-62
Análise e pesquisa de defeito em circuito básico .....	8-65
Corrente alternada e voltagem .....	8-71
Indutância .....	8-77
Capacitância .....	8-79
Lei de Ohm para circuitos de C.A. ....	8-85
Transformadores .....	8-91
Amplificadores magnéticos .....	8-98
Válvulas eletrônicas .....	8-99
Transistores .....	8-103
Retificadores .....	8-108
Filtragem .....	8-113
Instrumentos de medição C.A. ....	8-115
Medidores de frequência .....	8-120

## CAPÍTULO 9 - GERADORES E MOTORES ELÉTRICOS DE AVIAÇÃO

Introdução .....	9-1
Geradores .....	9-1
Tipos de geradores C.C. ....	9-7
Regulagem da voltagem do gerador .....	9-12
Interruptor/ relé diferencial .....	9-15
Geradores em paralelo .....	9-16
Manutenção do gerador C.C. ....	9-18
Operação do regulador de voltagem .....	9-21
Alternadores .....	9-25
Alternadores sem escovas .....	9-29
Alternadores de aviões Boeing 737,727 e 707 .....	9-29
Sincronismo dos alternadores .....	9-46
Manutenção do alternador .....	9-49

Inversores.....	9-50
Motores elétricos C.C .....	9-55
Motores C.A.....	9-65
Manutenção de motores C.A .....	9-73

## **CAPÍTULO 10 - PRINCÍPIOS DA INSPEÇÃO**

Introdução .....	10-1
Inspeções obrigatórias .....	10-1
Técnicas de inspeção .....	10-1
Fichas de inspeção .....	10-2
Documentação do avião.....	10-3
Inspeções especiais .....	10-3
Publicações .....	10-4
Especificação A.T.A. 100 - Sistemas .....	10-7
Inspeção por partículas magnéticas .....	10-11
Equipamento para magnetização .....	10-16
Desmagnetização .....	10-18
Inspeção por líquidos penetrantes.....	10-19
Radiografia.....	10-21
Teste ultra-sônico.....	10-24
Teste de Eddy Current .....	10-27

## **CAPÍTULO 11 - MANUSEIO DE SOLO, SEGURANÇA E EQUIPAMENTOS DE APOIO**

Introdução .....	11-1
Geral.....	11-1
Partida nos motores.....	11-1
Motores turboélice .....	11-4
Motores turbojato.....	11-5
Força elétrica .....	11-7
Força hidráulica .....	11-8
Unidades de ar condicionado e de aquecimento.....	11-8
Fontes de ar para partida.....	11-8
Equipamento de pré-lubrificação.....	11-9
Abastecimento de aeronaves.....	11-9
Fogo .....	11-12
Marcas recomendadas para indicar a aplicabilidade do extintor.....	11-15
Extintores para aeronaves .....	11-16
Abastecimento de óleo nas aeronaves .....	11-18
Segurança na manutenção.....	11-19
Abastecimento de sistemas de oxigênio de aeronaves .....	11-20
Ancoragem de aeronaves .....	11-21
Ancoragem de aeronaves leves.....	11-23
Segurança de aeronaves pesadas .....	11-23
Ancoragem de aeronaves em condições de tempestades.....	11-24
Movimentação da aeronave .....	11-26
Levantamento da aeronave nos macacos .....	11-33
Sugestão sobre tempo frio.....	11-36

## **CAPÍTULO 12 - FERRAMENTAS MANUAIS E DE MEDIÇÃO**

Introdução .....	12-1
Ferramentas de uso geral .....	12-1
Ferramentas de cortar metal.....	12-6
Ferramentas de medição .....	12-15
Ferramentas para abrir roscas .....	12-22

## **CAPÍTULO 13 – AERODINÂMICA**

Teoria de vôo.....	13-1
Movimento .....	13-3
Aerofólios.....	13-4
Centro de gravidade.....	13-7
Estabilidade e controle .....	13-10
Controle.....	13-13
Compensadores.....	13-17
Dispositivos de hipersustentação.....	13-19
Forças que atuam sobre um helicóptero .....	13-21
Aerodinâmica de alta velocidade .....	13-29
Diferença entre os fluxos subsônico e supersônico.....	13-30
Aquecimento aerodinâmico.....	13-35