Sistemas de Ar-Condicionado nas Aeronaves King Air B200 e Cessna Citation 525 – Análise Termodinâmica e Funcional de Ciclos de Refrigeração Aeronáuticos

Autor(res)

Vinicius Samuel Pereira Silva
Glaudson Silva Resende
Victor Oliveira Carvalho
Gabriel Duarte Guerra Lage
Kleuder Henrique Cardoso Miranda
João Paulo De Melo Lopes
Leandro Stangherlin Araújo
Ulysses Miguel De Souza
Hiury De Brito Werneck
Marcos Vinícius Araújo Ribeiro

Categoria do Trabalho

4

Instituição

ANHANGUERA- UNIDADE DE ANTÔNIO CARLOS

Introdução

Os sistemas de ar-condicionado das aeronaves Beechcraft King Air B200 e Cessna Citation 525 são essenciais para o controle ambiental a bordo, assegurando conforto térmico, pressurização e proteção dos sistemas eletrônicos embarcados. Ambos os modelos, embora distintos em propulsão – turboélice e jato, respectivamente – utilizam princípios da termodinâmica, refrigeração por compressão de vapor e transferência de calor via condução, convecção e radiação. Esses sistemas empregam componentes como compressores, condensadores, evaporadores, válvulas de expansão e blowers, integrando-se à estrutura da aeronave e aos motores principais ou unidades auxiliares. O funcionamento eficiente do sistema impacta diretamente na segurança e no desempenho operacional da aeronave, exigindo manutenção rigorosa e diagnóstico técnico constante. A análise comparativa permite compreender soluções de engenharia aplicadas a diferentes perfis de voo e demandas térmicas.

Objetivo

O presente trabalho tem como objetivo analisar e comparar os sistemas de ar-condicionado das aeronaves Beechcraft KingAir B200 e Cessna Citation 525, com foco nos princípios termodinâmicos aplicados, arquitetura dos componentes e integração com os sistemas de propulsão e controle ambiental. Busca-se compreender o funcionamento dos ciclos de refrigeração por compressão de vapor empregados, identificar as soluções de engenharia adotadas para garantir eficiência térmica em diferentes regimes de voo, e destacar a importância da manutenção preditiva para assegurar segurança e desempenho operacional

Material e Métodos

Este estudo foi conduzido com base em uma abordagem técnico-descritiva e qualitativa, voltada à análise comparativa dos sistemas de ar-condicionado das aeronaves Beechcraft King Air B200 e Cessna Citation 525. Foram utilizados como materiais principais os manuais de manutenção, diagramas esquemáticos dos sistemas de climatização, literatura técnica em engenharia térmica, refrigeração aeronáutica e termodinâmica aplicada.
A metodologia adotada envolveu a caracterização dos principais componentes do sistema de refrigeração por compressão de vapor, tais como: compressor, condensador, evaporador, válvula de expansão, filtro secador e ventiladores (blowers), bem como a análise do posicionamento estrutural e do modo de acionamento desses dispositivos em ambas as aeronaves.
Foi realizado um estudo técnico detalhado do ciclo termodinâmico de calor e frio, identificando as transformações de energia nos processos de compressão, condensação, expansão e evaporação, além da avaliação da eficiência térmica do sistema em diferentes regimes operacionais. Dados técnicos como pressão de trabalho do refrigerante, rotação mínima de acionamento do compressor (N1 62% no King Air), capacidades de trocadores de calor, vazão de ar e temperatura de insuflação na cabine foram utilizados para fundamentar as análises comparativas.
Complementarmente, foram considerados relatórios operacionais, informações de inspeções de linha e registros de falhas, permitindo uma avaliação do desempenho e das estratégias de manutenção preditiva adotadas para garantir a confiabilidade do sistema.

Resultados e Discussão

A análise dos sistemas de ar-condicionado das aeronaves Beechcraft King Air B200 e Cessna Citation 525 evidenciou diferenças relevantes quanto à concepção, operação e eficiência dos ciclos de compressão de vapor utilizados em ambas. O King Air B200 utiliza um sistema mais simples, acionado mecanicamente por correia a partir do motor direito, requerendo uma rotação mínima (N1 62%) para funcionamento. Isso implica em limitação de operação do sistema em solo e durante baixas potências, com maior sensibilidade térmica a variações operacionais.

No Citation 525, o sistema apresenta maior grau de automação e integração com os sistemas elétrico e pneumático, podendo operar via APU ou fonte externa em solo. Utiliza ar sangrado (bleed air) para controle térmico e pressurização, aliado a componentes eletrônicos de controle térmico, que mantêm a temperatura da cabine mais estável em todas as fases de voo.

Ambos os sistemas seguem o ciclo termodinâmico de compressão de vapor com as transformações clássicas: compressão adiabática, condensação, expansão isentálpica e evaporação com absorção de calor latente. O King Air possui arquitetura concentrada na parte frontal da fuselagem, favorecendo acesso e manutenção. Já o Citation prioriza eficiência e controle autônomo, com sensores e atuadores que ajustam o fluxo térmico conforme a carga interna.

Em termos de desempenho, o Citation 525 demonstra maior constância térmica e versatilidade operacional, enquanto o King Air apresenta robustez e facilidade de manutenção. A análise técnica reforça a importância de manutenção preditiva, especialmente na detecção precoce de falhas em compressores, válvulas e secadores, que podem comprometer a climatização e segurança dos ocupantes.

Conclusão

Os sistemas de ar-condicionado das aeronaves Beechcraft King Air B200 e Cessna Citation 525 apresentam diferenças significativas em concepção e operação. O King Air B200 possui um sistema simples, acionado mecanicamente pelo motor direito, que requer uma rotação mínima para funcionar, o que limita sua operação em solo e em baixas potências, com maior sensibilidade térmica. Já o Citation 525 tem um sistema mais automatizado, integrado aos sistemas elétrico e pneumático, podendo operar via APU ou fonte externa em solo. Ele utiliza ar sangrado para controle térmico e pressurização, garantindo maior estabilidade térmica. Ambos seguem o ciclo de compressão de vapor, mas o King Air se destaca pela facilidade de manutenção, enquanto o Citation foca na eficiência e no controle autônomo. A manutenção preditiva é essencial em ambos os casos, especialmente para detectar falhas em compressores, válvulas e secadores, garantindo a climatização e a segurança dos ocupantes.

Referências

UVA, António De Sousa. Qualidade do ar interior em cabina de avião. O caso particular do ozono. Acta Médica Portuguesa, v. 15, n. 2, p. 143-51, 2002.

MATOS, Leandro de et al. Monitoramento da qualidade do ar em áreas de movimentação pública do aeroporto de Londrina-Governador José Richa (SBLO), Paraná, Brasil: análise da legislação brasileira. 2020. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

JABONSKI, Carlos Daniel et al. Monitoramento de poluentes atmosféricos em aeroportos: a qualidade do ar no Aeroporto Bacacheri. 2017. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

SOUZA, Jefferson de. Formação de pilotos de avião bimotor King Air B-200 no âmbito interno do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal. 2023.

ROCCO, Marcel Ricardo; PEREIRA FILHO, Augusto José. Caracterização microfísica de sistemas precipitantes durante o experimento WET/AMC TRMM/LBA. 2003.