Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Seminário de Grandes Modificações (HST)

Sistemas Atuais e Procedimentos

Setembro de 2009

Novos Sistemas Aviônicos em Projetos de HST

EFIS (Electronic Flight Instrument System) e

EFB (Electronic Flight Bag)

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Alessandro Nicoli de Mattos

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

- Engenheiro Elétrico-Eletrônico, Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP), 2004;
- Técnico em Eletrônica, Escola Técnica Prof. Everardo Passos (ETEP), 1999;
- Experiência de 5,5 anos em Instrumentação para Ensaios em Voo (FTI) na Embraer, tendo acompanhado várias campanhas de ensaios para desenvolvimento e certificação;
- Experiência de 3,5 anos em Certificação Aeronáutica na Embraer, com ênfase em novos sistemas Aviônicos e de Piloto Automático, e de assuntos de Elétrica, EMI/HIRF e Software, atuando com autoridades como a ANAC, FAA, EASA e TCCA.
- Atualmente trabalha na DCA-BR.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Novos Sistemas Aviônicos em Projetos de HST: *EFIS* e *EFB*

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Objetivo

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Apresentar à audiência os principais aspectos referentes à aprovação de instalações de sistemas EFIS e EFB em aeronaves com marcas de matrícula brasileiras.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

EFIS – Electronic Flight Instrument System

EFIS
(Electronic Flight Instrument System)

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Imagens: Cessna Aircraft.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Roteiro

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Imagens: Embraer.

- Acrônimos
- Definições
- Histórico
- Evolução
- Sistema
- Aprovação de Aeronavegabilidade
  - Revisões e Análises
  - Inspeções
  - Ensaios em Solo
  - Ensaios em Voo
  - Manuais e Placares
- Referências

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Acrônimos – 1/2

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

- ***ADC*** *Air Data Computer*
- ***AFMS*** *Airplane Flight Manual Supplement*
- ***AHRS*** *Attitude and Heading Reference System*
- ***CCD*** *Cursor Control Device*
- ***CHST*** *Certificado de Homologação Suplementar de Tipo*
- ***CRT*** *Cathode Ray Tube*
- ***EFIS*** *Electronic Flight Instrument Systems*
- ***EICAS*** *Engine Instruments and Crew Alerting Systems*
- ***EMI/HIRF*** *Electromagnetic Interference/High Intensity Radiated Fields*

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Acrônimos – 2/2

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

- ***FMS*** *Flight Management System*
- ***GPS*** *Global Positioning System*
- ***ISIS*** *Integrated Standby Instrument System*
- ***LCD*** *Liquid Crystal Display*
- ***LRU*** *Line Replaceable Unit*
- ***MCDU*** *Multifunction Control Display Unit*
- ***MFD*** *Multifunction Display*
- ***MMEL*** *Master Minimum Equipment List*
- ***PFD*** *Primary Flight Display*
- ***TAWS*** *Terrain Awareness and Warning System*
- ***TCAS*** *Traffic Collision Avoidance System*

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Definições – 1/2
EFIS

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

- Sistema de mostradores (*displays*) eletrônicos (CRT ou LCD) que mostram dados primários de voo, navegação, sistemas, entre outros.
- Pode considerar ainda a presença de um *EICAS,* mas esta definição não é rigorosa e uma aeronave que ainda tenha somente os mostradores dos motores sendo eletromecânicos pode ser considerada com um *EFIS.*
- Engloba as unidades de *display,* unidades de processamento, interfaces homem/máquina e o *software.*
- Podem ser instalados em qualquer tipo de aeronave, incluindo, mas não limitado a, aeronaves certificadas pelos RBAC 23, 25, 27 e 29.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Definições – 2/2
Glass Cockpit

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

- Uma definição de *Glass Cockpit* é um *flight deck* que apresenta somente mostradores eletrônicos, ou seja, sem a utilização de instrumentos eletromecânicos. Assim, um *Glass Cockpit* completo seria:

Glass Cockpit **= EFIS (PFDs + MFDs) + EICAS + MCDU (FMS + Nav/Comm) + ISIS + EFB**

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Anatomia de um *Glass Cockpit*

DCA-BR
Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

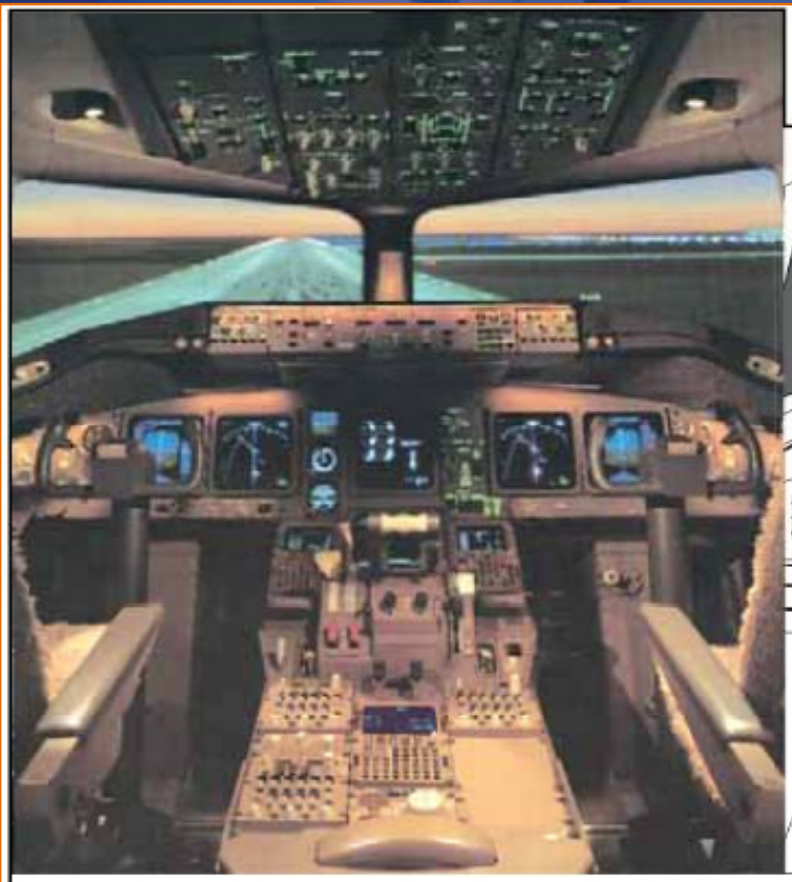
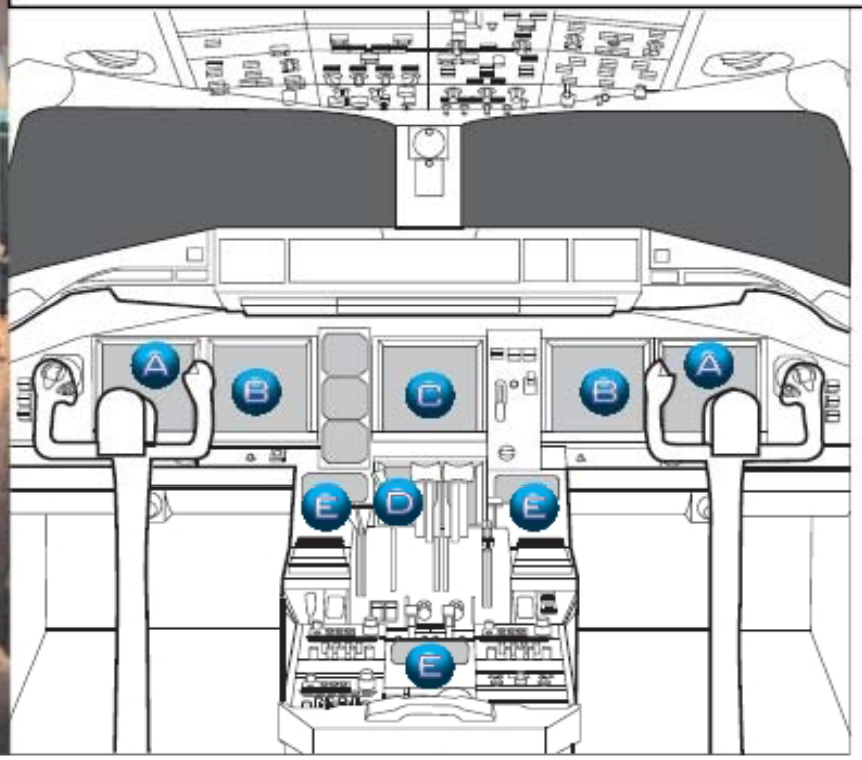


Imagem: Manual FAA-H-8261-1A.



A Primary Flight Displays (PFD)

B Navigation Displays (ND)

E Flight Management Control Display Units (CDU)

C Engine Indicating and Crew Alerting System (EICAS)

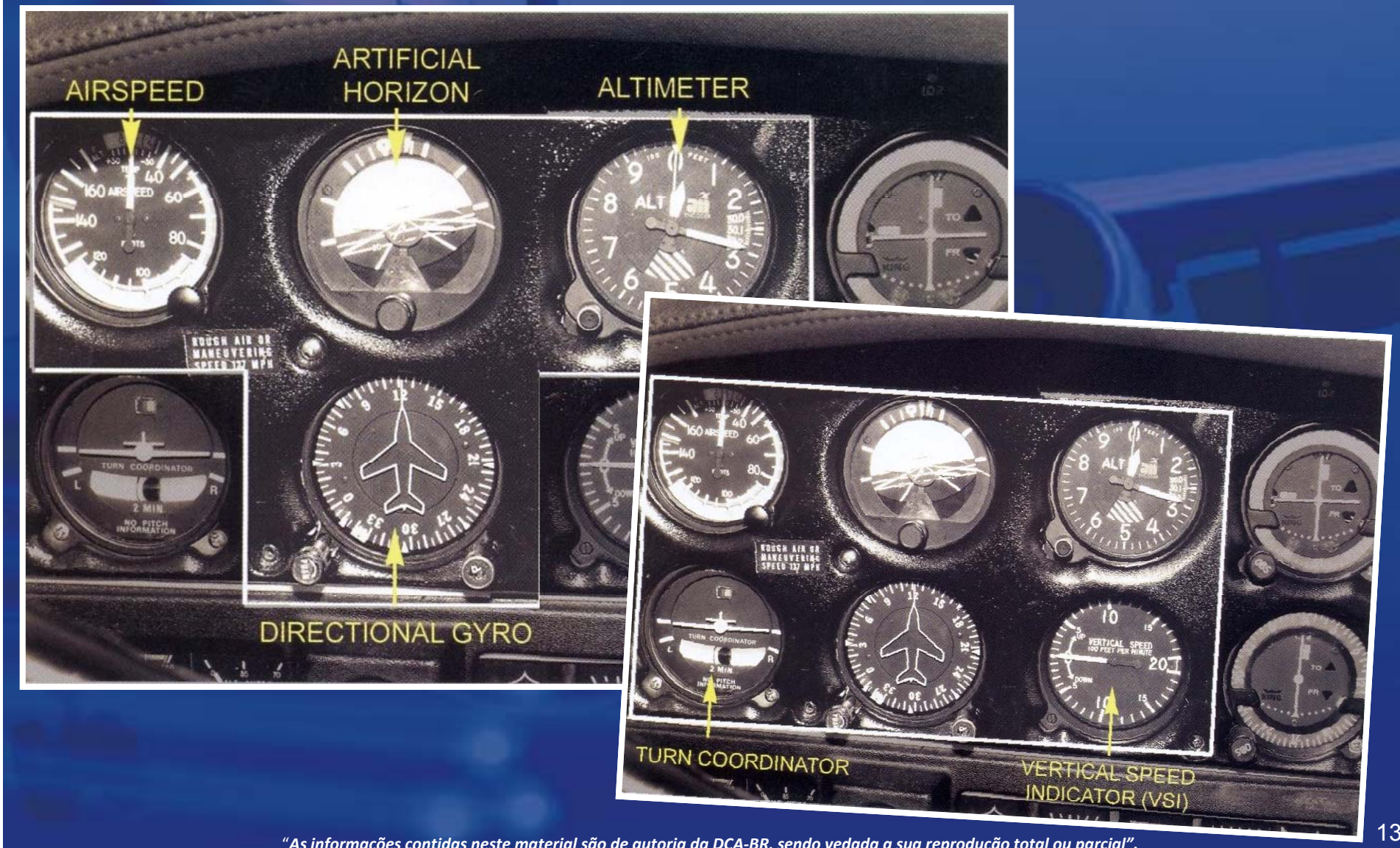
D Multifunction Display (MFD)

Photo and graphic courtesy of Boeing Commercial Airplane Group

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Basic-T e o *Six Pack* Analógicos

DCA-BR
Organização Brasileira
para o Desenvolvimento
da Certificação Aeronáutica

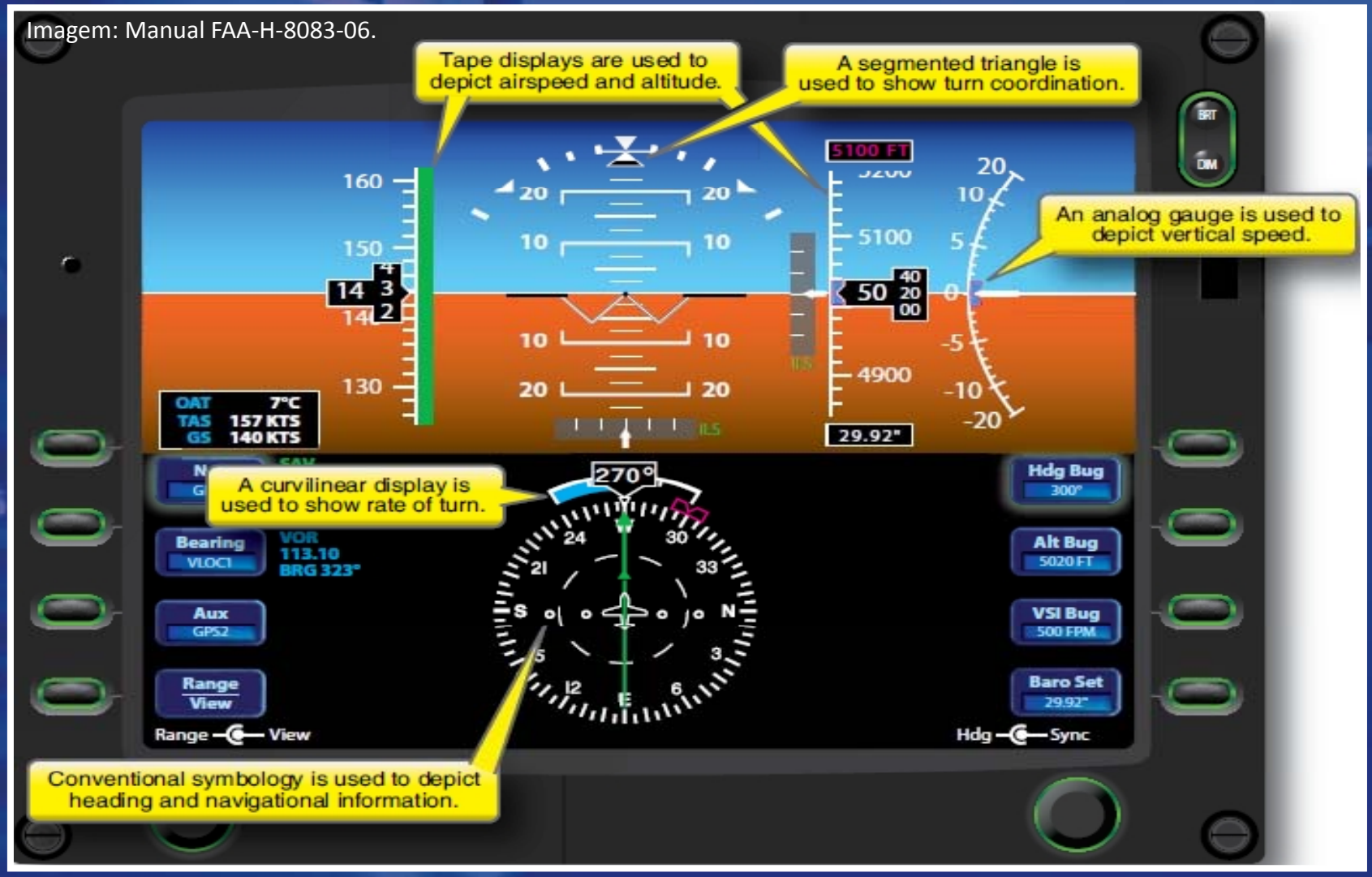


"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Anatomia de um PFD

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Imagem: Manual FAA-H-8083-06.



"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

PFD e seus correspondentes analógicos

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Imagem:Manual FAA-H-8083-15A.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Histórico
Como Começou – 1/4

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Antes de 1970, as operações de transporte aéreo não eram consideradas suficientemente demandantes para requerer equipamentos avançados como os mostradores de voo eletrônicos *(EFIS – Electronic Flight Instrument Systems)*. Além do mais, a ***tecnologia dos computadores*** ainda não estava avançada o suficiente para prover a iluminação e processamento necessários. Mas com o contínuo crescimento da complexidade das aeronaves, o ***advento dos sistemas digitais e o congestionamento de tráfego aéreo*** em torno dos aeroportos começou a mudar isso.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Histórico
Como Começou – 2/4

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

O avião de transporte mediano no meio da década de 1970 tinha ***mais de cem instrumentos e controles no cockpit***, e os instrumentos de voo primários já estavam lotados de indicadores, barras e símbolos, e o crescente número de elementos estavam ***competindo por espaço*** no *cockpit* ***e pela atenção do piloto***.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Histórico
Como Começou – 3/4

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Como resultado, a NASA conduziu pesquisas em *displays* que pudessem processar os sinais dos sistemas da aeronave e condensá-los em uma imagem facilmente entendível da situação do voo, culminando em uma série de voos para demonstrar o sistema de ***glass cockpit***. O sucesso do *glass cockpit* da NASA é refletido na total aceitação dos mostradores de voo eletrônicos pela aviação de transporte civil, começando com a introdução no MD-80 em 1979, e também pela aviação militar.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Histórico
Como Começou – 4/4

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Tanto as linhas aéreas quanto os pilotos se beneficiaram da nova tecnologia. A ***segurança*** e a ***eficiência*** dos voos aumentaram com o entendimento melhorado do piloto acerca da situação da aeronave relativa ao ambiente ("consciência situacional", ou "*situational awareness*").

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Histórico
Evolução das Instalações – 1/6

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Os primeiros *EFIS* eram baseados na ***tecnologia de tubos de raios catódicos (CRT)***, a mesma tecnologia usada na televisão, e, portanto, essencialmente analógica. Eles eram ***monocromáticos, pequenos e limitados***.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Histórico
Evolução das Instalações – 2/6

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Este tipo de tecnologia padecia de alguns problemas, como baixa resolução, imagem distorcida nos cantos da tela, baixa resistência a vibrações que requeria complexos dispositivos de amortecimento, grande volume e peso, alto consumo de energia elétrica, muito calor dissipado, presença de altas tensões e risco de implosão do tubo. Estas características, adicionadas a um painel de aeronave lotado e com pouco espaço para ventilação, eram questões a serem consideradas pelo projetista. Assim, ***os primeiros EFIS substituíam apenas os instrumentos de voos primários***, em telas pequenas e com simbologia limitada.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Histórico
Evolução das Instalações – 3/6

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Ao final dos anos de 1980, os ***EFIS se tornaram equipamento padrão em aeronaves de transporte maiores***, como os *Boeing* e *Airbus*, e pelo início da década de 1990 algumas ***aeronaves executivas*** também já adotavam a tecnologia. Enquanto isso, a tecnologia de *displays* CRT melhorava cada vez mais, com displays coloridos e maiores, mas ainda se concentrava em somente emular os instrumentos analógicos que eram substituídos.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Histórico
Evolução das Instalações – 4/6

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

No final dos anos de 1990, os *displays* começaram a se tornar mais complexos e a apresentar uma ***interface mais parecida com a dos computadores***, a oferecer mais funcionalidades, opções de visualização e um maior grau de integração. Agora eles já estavam ***oferecendo mais do que apenas imitar instrumentos analógicos***.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Histórico
Evolução das Instalações – 5/6

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

No entanto, ao final dos anos de 1990, os ***LCD*** (*Liquid Crystal Displays*) começaram a ser utilizados, pois apresentam maior confiabilidade e legibilidade (tela plana, maior brilho, resolução e uniformidade), além de ser uma tecnologia essencialmente digital. Além disso, resolvem grande parte dos problemas dos CRT, como volume, peso, consumo, geração de muito calor, altas tensões e risco de implosão, entre outros.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Histórico
Evolução das Instalações – 6/6

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Os primeiros LCD sofriam de alguns problemas, como vida útil baixa, tempo de resposta ruim e baixa visibilidade quando visto de alguns ângulos. Estes problemas foram sanados ou estão sendo mitigados e não representam mais uma preocupação em especial para os projetistas.

Hoje, todas as aeronaves de transporte, executivas e militares sendo fabricadas já apresentam por padrão o EFIS, seja ele com tecnologia LCD ou os mais avançados CRT. Espaçonaves, como os *Space Shuttles* e o *Soyuz*, também contam com o EFIS.

Fonte: Baseado em textos da Wikipedia.
Imagem: Aspen Avionics.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Evolução dos EFIS
Década de 1970

Organização Brasileira
para o Desenvolvimento
da Certificação Aeronáutica

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Evolução dos EFIS
Década de 1980

Organização Brasileira
para o Desenvolvimento
da Certificação Aeronáutica

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Evolução dos EFIS

Início da década de 1990

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Evolução dos EFIS

Final da década de 1990

Organização Brasileira
para o Desenvolvimento
da Certificação Aeronáutica

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Evolução dos EFIS

Início da anos de 2000

Organização Brasileira
para o Desenvolvimento
da Certificação Aeronáutica

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Evolução dos EFIS
Atuais – Aviação Geral

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Evolução dos EFIS
Atuais – Aviação Comercial

DCA-BR
Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Evolução dos EFIS

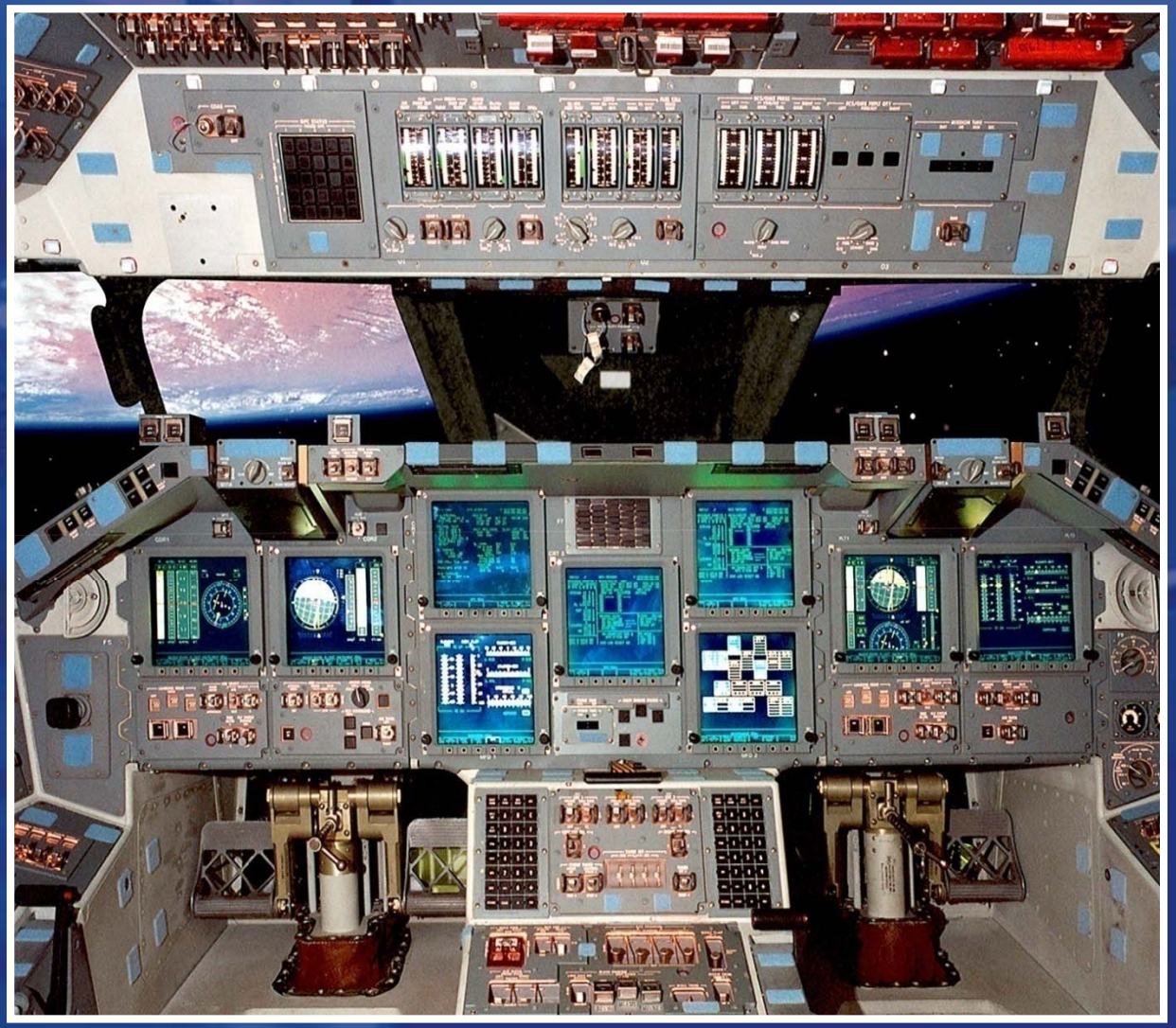
Atuais – Aviação Militar

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Evolução dos EFIS
Atuais – Espacial

Organização Brasileira
para o Desenvolvimento
da Certificação Aeronáutica



"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

EFIS na Aviação Geral – 1/3

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Mas o mais surpreendente é que uma tecnologia desenvolvida para espaçonaves, aviões grandes de transporte e aeronaves militares chegou à aviação geral em menos de 30 anos! No final do século XX, os EFIS começaram a aparecer na aviação geral. Em 2005, aeronaves de treinamento básico, como o *Piper Cherokee* e o *Cessna 172* já eram fabricados com o EFIS como opcional, e os aviões com projetos mais modernos consideram somente a configuração com *displays*.

Exemplos notáveis de sistemas EFIS modernos são o *G1000* e o G600 da **Garmin**, o *Entegra* da **Avydine**, o *FlightLogic* da **Chelton Flight System** e o *Evolution* da **Aspen Avionics**.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

EFIS na Aviação Geral – 2/3

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Imagem: Garmin.

Vários fabricantes de EFIS tem focado no mercado de ***aviação experimental***, produzindo sistemas de EFIS e EICAS muito baratos. O baixo custo é possível por diversas razões, incluindo a queda do preço dos sensores e a não necessidade de certificação. Este último ponto restringe o uso destes tipos de sistemas a aeronaves experimentais somente.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

EFIS na Aviação Geral – 3/3

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Fontes: *FAA Aviation News,* edições de Julho de 2006 e Março de 2009.

"No Going Back"

By Mike Gaffney,

well. The training technique em
must still embrace the classi
design because there are so
them still active in aviation to
ignore the new technology for
flight training is less than resp
because the likelihood is that
will encounter it sooner or lat
ways.

FAA/Industry Training Sta
(FITS) was designed by an i

A New Perspective

Retrofit Market Is a Showplace for Avionics

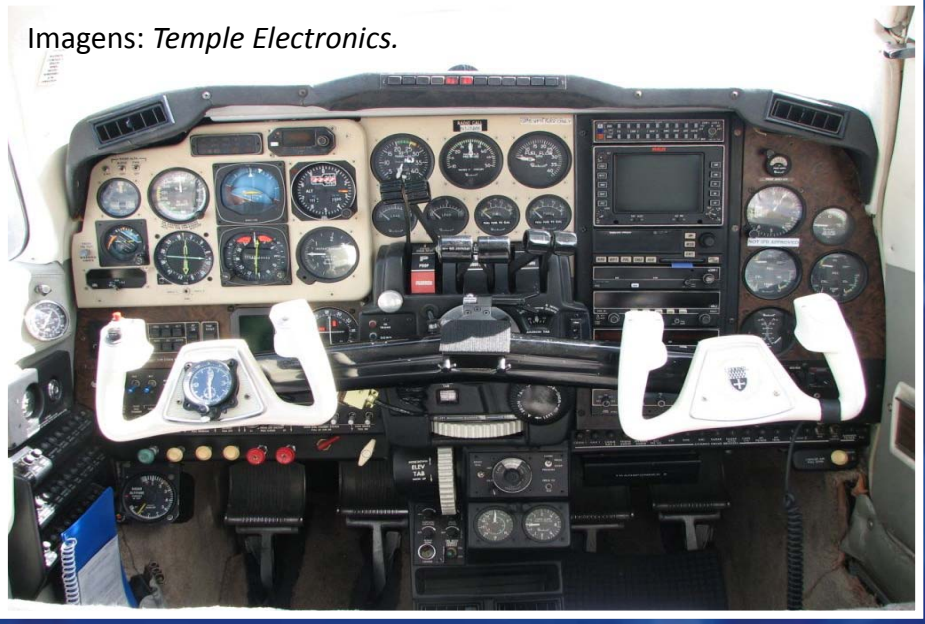
WES RYAN

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Retrofits de EFIS
P-Baron com Garmin G600

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Imagens: *Temple Electronics.*



Antes

Depois

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Retrofits de EFIS
KingAir B200 com EX5000 e GNS530W

DCA-BR
Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Imagens: *Temple Electronics*.

Depois

Antes

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Retrofits de EFIS
Mooney Bravo

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Antes

Imagens: *Temple Electronics*.

Depois

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Sistema
Vantagens – 1/2

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Versatilidade: **evita as limitações físicas** dos instrumentos tradicionais. O mesmo *display* pode ser usado para mostrar informações diferentes e em diversos *layouts*, de acordo com as escolhas do piloto.

Além disso, como **grande parte das funcionalidades do EFIS está no *software***, e este pode ser facilmente mudado, há uma **minimização de custos** quando são necessárias mudanças no sistema para atender a novos requisitos ou instalar novas funcionalidades (ex.: TAWS, TCAS, SVS).

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Sistema
Vantagens – 2/2

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Redundância dos *displays*: mesmo em sistemas com apenas dois mostradores. Se o PFD falhar, por exemplo, o *display* de navegação pode ser usado imediatamente para mostrar os dados primários de voo.

Imagem: Aspen Avionics

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Sistema
Arquitetura – 1/3

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

As instalações de EFIS variam enormemente. Estas variações dependem da ***quantidade de displays instalados***, quais sistemas estão integrados (ex.: AHRS, ADC, GPS, TCAS, EGPWS, EICAS, entre muitos outros), o modelo e o tipo de operação da aeronave. Aeronaves leves apresentam normalmente 1 ou 2 *displays,* enquanto aeronaves de categoria transporte apresentam 5, 6 ou mais *displays*.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Sistema
Arquitetura – 2/3

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Aeronaves que passam por *retrofit,* ou seja, substituem os instrumentos analógicos por EFIS, geralmente também passam por modificações no ***sistema elétrico*** para acrescentar redundâncias (ex.: inclusão de bateria (secundária ou *backup),* inclusão de alternador ou gerador, segregação de barramentos elétricos por conjuntos de sistemas, chaves independentes para sistema elétrico e aviônico (chave "*Avionics*" separada da "*Master*"), inclusão de chaves e disjuntores, etc.).

Estas variações influenciam na mesma medida as atividades necessárias para a certificação.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Sistema
Arquitetura – 3/3

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Imagens: Garmin, Cirrus, Sagem Avionics

Bell 206 - Personal Aircraft

Bell 206 - Integrated by ACROHELIPRO

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Sistema
Elementos – 1/8

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Todo sistema de EFIS pode ser composto por várias LRU, mas ele sempre tem basicamente 4 elementos:

Mostradores (*displays*)

- São as telas que mostram os dados para o piloto. São instalados no painel, e a posição de cada *display* em relação à área de visão do piloto e a sua designação dependerá das informações que são mostradas nele. Exemplos de designações são PFD, MFD, EICAS, *Navigation Display* etc. Devem ser aprovados pela DO-254 e DO-160D.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Sistema
Elementos – 2/8

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Processadores de dados

- São as unidades que processam os dados provenientes dos sensores e interfaces com outros sistemas aviônicos e calculam os parâmetros que serão mostrados nos *displays*. Estes dados são enviados a uma unidade de processamento de gráficos (GPU – Graphics Processing Unit, ou outros nomes, como Symbol Generator) que envia os dados codificados em "linguagem de gráficos" (OpenGL, por exemplo) aos *displays*. Geralmente são instalados nos compartimentos aviônicos, ou embutidos nas unidades de *display* (menos comum). A interligação do sistema é realizada por barramentos de dados digitais. Devem ser aprovados pela DO-254.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Sistema
Elementos – 3/8

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Software

- É o elemento que define as funcionalidades, posicionamento das informações e aspectos estéticos da imagem do EFIS. Geralmente é armazenado na unidade de processamento de dados. Usualmente pode ser atualizado/carregado sem a remoção de componentes da aeronave, e por isso é classificado como *Field Loadable Software* (FLS). Como desempenha funções críticas na aeronave, deve ser aprovado como *Software Level* A pela DO-178B.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Sistema
Elementos – 4/8

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Controles

- São as interfaces pelas quais os pilotos interagem com o sistema. Esta interface deve permitir ao piloto o acesso rápido às informações de interesse, facilidade para entrar com dados no sistema e ser robusto o suficiente para operação em condições adversas.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Sistema
Elementos – 5/8 (Tipos de Controle)

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

CCD (Cursor Control Device)

- É um dispositivo de toque e que apresenta alguns botões, e move um cursor no *display.* É bem parecido com os *touchpads* dos *laptops*, e por isso tem a vantagem de já ser familiar aos pilotos. Geralmente estão instalados nos consoles centrais ou laterais.

Touchscreen

- O piloto pode comandar o *display* através de toques nas próprias telas. Geralmente é usado em conjunto com outro dispositivo de controle. Deve-se avaliar se há risco do piloto comandar o *display* erroneamente.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Sistema
Elementos – 6/8 (Tipos de Controle)

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Teclas Bezel

- Teclas nas bordas do *display* são usadas para acessar aos menus e inserir dados. Parecidos com os botões dos caixas automáticos de bancos. Tem a vantagem de ser bastante intuitivo. É uma forma muito comum para os EFIS da aviação geral.

Knobs

- Usados em conjunto com outros dispositivos. São geralmente usados para selecionar direção, altitudes, velocidades e frequências de rádio e navegação, entre outros. Podem ser *knobs* simples ou duplos (internos e externos) e com um botão na sua parte superior.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Sistema
Elementos – 7/8 (Tipos de Controle)

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

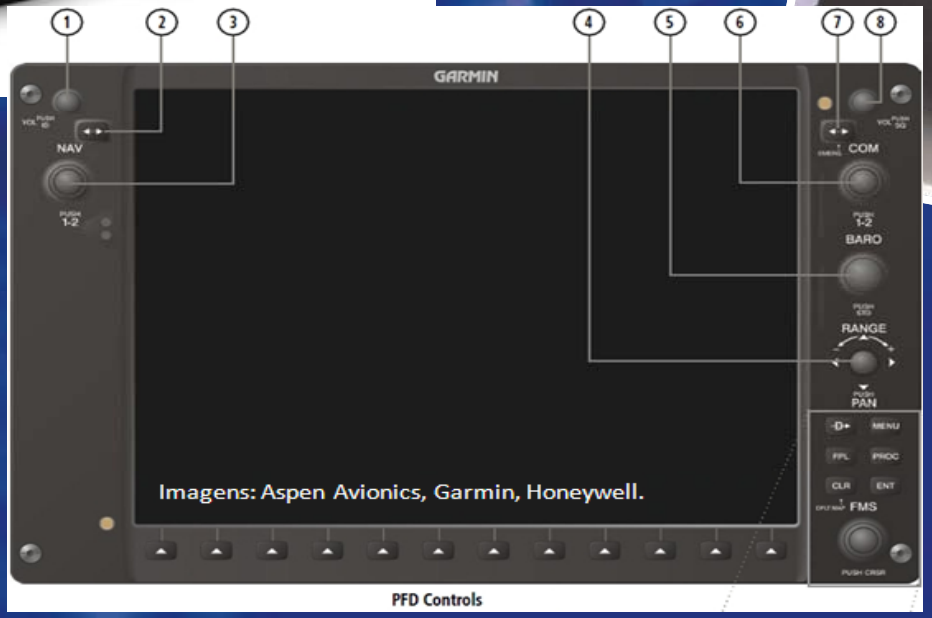
Teclado

- Geralmente só presente em aviões maiores, como *Airbus* ou *Boeing*. São utilizados primariamente para inserir dados, enquanto outro tipo de controle é usado para a operação durante o voo. Geralmente são instalados no console lateral ou logo em frente aos *displays*.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Sistema
Elementos – 8/8 (Tipos de Controle)

DCA-BR
Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica



PFD Controls

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Aprovação de Aeronavegabilidade
Introdução

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Boa parte das demonstrações de cumprimento de requisitos de sistemas de *displays* dependem de avaliações subjetivas, e são variáveis de acordo com as características de cada sistema. Assim, os meios de cumprimento dependem de muitos fatores e devem ser determinados caso a caso. No entanto, ***linhas gerais*** podem ser fornecidas para um cenário comum.

Refrofits de EFIS são consideradas mudanças ***significativas*** segundo a ***AC 21.101-1*** ("*Establishing the Certification Basis of Changes Aeronautical Products*"). Portanto, os requisitos cujo cumprimento deve ser demonstrado para esta modificação são os requisitos vigentes, e não os da base de certificação original da aeronave.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Aprovação de Aeronavegabilidade
Considerações

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Os *slides* seguintes consideram a aprovação de uma ***instalação de EFIS que substitui os instrumentos analógicos*** de uma aeronave certificada segundo o ***RBAC 23***. Considera-se também que o ***EFIS instalado já está certificado*** pelo fabricante e ***já foi aprovado em outras instalações***, e, portanto, ***somente os aspectos de instalação precisam ser avaliados***.

Há duas grandes áreas de avaliação em sistemas de EFIS: ***Human Factors*** e ***Sistemas***. *Human Factors* serão abordados na apresentação seguinte, enquanto que os Sistemas serão tratados nesta.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Aprovação de Aeronavegabilidade
Revisões e Análises – 1/5

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Descrição do Sistema EFIS

- Descrever a arquitetura, *layout* e arranjo geral dos *displays*, descrever a função pretendida, modos de operação e transição, interfaces com a tripulação, interfaces de dados, alimentação elétrica, outras características e funcionalidades, etc. O uso de desenhos para mostrar o arranjo geométrico do *hardware* e o posicionamento das informações nos *displays* auxiliam bastante na determinação de cumprimento com os requisitos.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Aprovação de Aeronavegabilidade
Revisões e Análises – 2/5

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Descrição do Sistema Elétrico

- Caso o sistema elétrico seja modificado para acomodar o EFIS, como por exemplo acrescentar mais redundâncias, sua nova configuração deve ser descrita (ex.: inclusão de bateria, inclusão de alternador ou gerador, segregação de barramentos, inclusão de chaves e disjuntores, etc.).

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Aprovação de Aeronavegabilidade
Revisões e Análises – 3/5

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Análise de Carga Elétrica

- Verificar se a carga elétrica do EFIS é suportada pelo sistema elétrico do avião, com as devidas margens de segurança.

Análise de *Safety Assessment*

- Analisar o nível de segurança dos sistemas em relação à criticalidade dos modos de falha identificados.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Aprovação de Aeronavegabilidade
Revisões e Análises – 4/5

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Análise de Resfriamento (Cooling)

- Analisar se o sistema de resfriamento já existente na aeronave é suficiente para manter as unidades instaladas (*displays*, processamento, etc.) sob temperaturas dentro da faixa de operação.

Análise de Similaridade

- É uma substanciação para demonstrar cumprimento por uma comparação com um sistema previamente aprovado. Os detalhes de comparação incluem os aspectos físicos, lógicos, funcionais e operacionais. Os dados do sistema já aprovado devem ser fornecidos para possibilitar a comparação. Cuidado, pois o *flight deck* deve ser analisado como um todo, e estes raramente são iguais entre si. Vantagem: evitar a realização de alguns ensaios e análises.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Aprovação de Aeronavegabilidade
Revisões e Análises – 5/5

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Lightning

- Análise dos efeitos de raios no sistema (somente para RBAC 25 e 29).

Qualificação do Software

- O desenvolvedor do *software* deve demonstrar o cumprimento com a RTCA/DO-178B.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Aprovação de Aeronavegabilidade
Inspeções

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Inspeção de Engenharia:

- Qualidade da instalação: fixação, rebites, parafusos e porcas, colagem, amarração e segregação de fios e cabos.

Inspeção de Conformidade:

- Conformidade da instalação com relação aos relatórios e desenhos do projeto apresentado: localização de equipamentos, suportes, chaves e disjuntores, encaminhamento da cablagem, etc.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Aprovação de Aeronavegabilidade
Ensaios em Solo - Sistema – 1/4

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Os ensaios no solo serão determinados pelas características do sistema e da modificação. Podem incluir:

- **Ensaios em simulador de bancada:** O sistema pode ser montado num laboratório ou *rig*, e as funções básicas, lógicas, simbologia entre outros podem ser avaliados. É bastante usado nos casos em que é necessário avaliar o sistema, além da instalação.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Aprovação de Aeronavegabilidade
Ensaios em Solo - Sistema – 2/4

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

- **Ensaios em simulador de voo:** Pode-se usar um simulador de voo (*Full Flight Simulator* ou outro sem movimento) com o equipamento em questão instalado num *cockpit* equivalente ao da aeronave em modificação, para avaliar questões de *Human Factors*, ergonomia e procedimentos operacionais. Também é bastante usado nos casos em que é necessário avaliar o sistema, além da instalação.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Aprovação de Aeronavegabilidade
Ensaios em Solo - Sistema – 3/4

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Ensaios na aeronave:

- ✓ **Reversões:** Quando houver mais de 1 *display* e houver a possibilidade de reversão, esta deve ser testada em todas as condições previstas (inclusive em situações de falhas, na qual a reversão deve ser automática). Atenção especial nos casos em que os instrumentos de *standby* não são analógicos, e a redundância é provida por PFD duplos ou um outro *display* reversionário que provê informação de atitude independente.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Aprovação de Aeronavegabilidade
Ensaios em Solo - Sistema – 4/4

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Ensaios na aeronave:

- ✓ **Transientes:** O sistema de *displays* deve ser insensível quanto aos transientes elétricos causados por chavemento normal de cargas, e deve continuar funcionando após transientes causados por falhas elétricas ou do motor.
- ✓ **Sistema Elétrico:** verificar o funcionamento dos disjuntores, chaves de liga/desliga "*Master*" e "*Avionics*", separação e isolamento dos barramentos elétricos, funcionamento das baterias (primárias, secundárias e *backup*), etc.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Aprovação de Aeronavegabilidade
Ensaios em Solo – EMI / HIRF

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

EMI

- Testar a interferência eletromagnética com outros sistemas aviônicos (em ambos os sentidos). O sistema de *displays* não deve ser afetado adversamente pela interferência eletromagnética de outros sistemas da aeronave em todas as condições previstas.

HIRF

- Testar a proteção dos efeitos de campos eletromagnéticos de alta intensidade.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Aprovação de Aeronavegabilidade
Ensaios em Voo

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Ensaios em voo devem ser usados para validar e verificar os dados coletados por outros meios de cumprimento, como análises, simulações, ensaios no solo ou outros tipos de avaliação.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Aprovação de Aeronavegabilidade
Manuais e Placares

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

- **AFMS:** Para equipamentos aprovados para IFR, o AFMS deve conter as limitações e os procedimentos normais e de emergência aplicáveis. Instalações limitadas a VFR podem requerer um AFMS, dependendo da complexidade da instalação e a necessidade de identificar limitações e procedimentos operacionais. O AFMS ou um *Pilot´s Guide* podem ser usados para descrever a função pretendida (*intended function)* do sistema.

- **Placares:** Todos os *displays* e controles cuja função não é óbvia devem ser identificados. Também podem ser usados em alguns casos para substituir ou complementar informações no AFMS.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Referências – 1/2

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

- **ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil**
  - **Manual de Procedimento de Homologação**
    - MPH-400 – Homologação Suplementar de Tipo
  - **Circulares de Informação**
    - CI 21-004 Aprovação de Grandes Modificações em Aeronaves com Marcas Brasileiras, ou que Venham a ter Marcas Brasileiras
    - CI 21-021 Apresentação de Dados Requeridos para Homologação Suplementar de Tipo
    - CI 21-012 Orientação para Aprovação de Grandes Modificações pelas Gerências Regionais ou SSO da ANAC – *Esta CI não é aplicável para a aprovação de EFIS, pois não consta na lista de modificações elegíveis de serem tratadas pelas Gerências Regionais*.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Referências –2/2

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

- ***FAA – Federal Aviation Administration***
  - ***Advisory Circulars***
    - *AC 23.1311-1B – Installation of Electronic Display in Part 23 Airplanes*
    - *AC 25-11A – Electronic Flight Deck Displays*
  - ***TSO – Technical Standard Orders***

  Não há TSO diretamente relacionada ao EFIS. Para uma lista de TSOs que podem ser aplicáveis a uma instalação de EFIS, veja a lista no Apêndice 5 da AC 25-11A.
- ***RTCA – Radio Technical Commission for Aeronautics***
  - *RTCA/DO-160F - Environmental Conditions and Test Procedures for Airborne Equipment*
  - *RTCA/DO-178B - Software Considerations in Airborne Systems and Equipment*
  - *RTCA/DO-254 – Design Assurance Guidance for Airborne Electronic Hardware*
- ***GAMA – General Aviation Manufacturers Association***
  - *GAMA No. 10 - Recommended Practices and Guidelines for Part 23 Cockpit/Flight Deck Design*
  - *GAMA No. 12 - Recommended Practices and Guidelines for an Integrated Cockpit/Flight Deck in a 14 CFR Part 23 Certified Airplane*

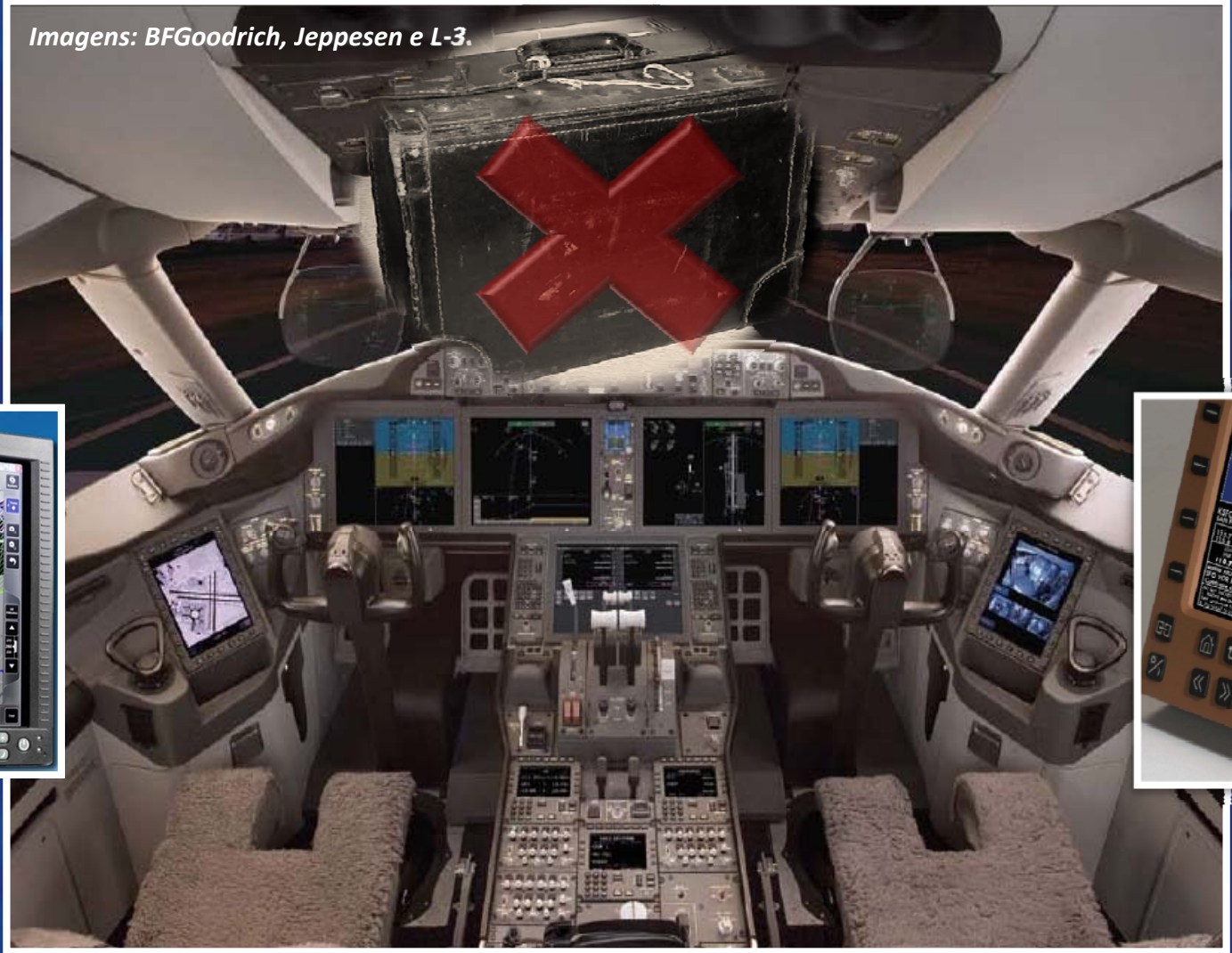
"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

EFB – Electronic Flight Bag

EFB – Electronic Flight Bag

Organização Brasileira
para o Desenvolvimento
da Certificação Aeronáutica

Imagens: BFGoodrich, Jeppesen e L-3.



"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Roteiro

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

- Acrônimos
- Definições
- Histórico
- Classificações de Hardware
- Classificações de Aplicativos
- Aprovação de Aeronavegabilidade
  - Revisões e Análises
  - Inspeções
  - Ensaios em Solo
  - Ensaios em voo
  - Manuais e Placares
- Aprovação Operacional
- Referências

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Acrônimos

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

- ***AFMS*** *Airplane Flight Manual Supplement*
- ***CHST*** *Certificado de Homologação Suplementar de Tipo*
- ***CPED*** *Controlled Portable Electronic Device*
- ***ECD*** *Electronic Chart Display*
- ***EFB*** *Electronic Flight Bag*
- ***EMI/HIRF*** *Electromagnetic Interference/High Intensity Radiated Fields*
- ***MMEL*** *Master Minimum Equipment List*
- ***PED*** *Portable Electronic Device*

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Definições – 1/3

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Portable Electronic Device (PED): O RBHA 91.21 refere-se aos PEDs. É qualquer dispositivo eletrônico portátil, com exceção dos abaixo:

RBHA 91.21 (b): (1) gravador de som portátil; (2) prótese auditiva; (3) marca-passo cardíaco; (4) barbeador elétrico; ou (5) qualquer outro dispositivo eletrônico portátil que o operador da aeronave tenha verificado não causar interferência nos sistemas de comunicações e de navegação da aeronave em que irá ser usado.

Os EFB Classe 1 e 2 são considerados PED. Utilizando-se do item RBHA 91.21 (b)(5), operadores sob o RBHA 91 podem embarcar os EFBs nas aeronaves sem uma aprovação operacional, utilizando-se somente do poder de decisão do PIC (*Pilot in Command*).

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Definições – 2/3

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Electronic Flight Bag (EFB): Mostradores eletrônicos para uso primário em *cockpits* ou cabines. Os dispositivos de EFB podem mostrar uma variedade de informações aeronáuticas (ex.: *checklists*, cartas de navegação, manual de operação do piloto) ou executar cálculos de desempenho básicos (ex.: dados de desempenho, cálculos de combustível).

O mostrador físico (*display*) do EFB pode ser portátil (Classe 1), fixado num dispositivo de montagem (Classe 2) ou montado na aeronave (Classe 3). (*fonte: AC 91-78*)

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Definições – 3/3

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Electronic Flight Bag System: Um sistema de EFB inclui o *hardware* e o *software* necessários para suportar a sua função.

Controlled Portable Electronic Device (CPED): Um PED controlado é um dispositivo eletrônico portátil que está sujeito a um controle administrativo do operador. Este inclui o rastreamento de sua localização em aviões ou para pessoas específicas e assegurar que nenhuma mudança não autorizada ocorra ao *hardware*, *software* e banco de dados. Um PED controlado também está sujeito a um processo para assegurar que seja mantido no último estado de atualização. *(fonte: TGL No. 36)*

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Histórico – 1/6

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Enquanto o termo *Electronic Flight Bag* só ficou conhecido nos final dos anos 90, o conceito de usar equipamentos de computação portáteis para melhorar a operação de aeronaves já existe há mais de três décadas.

Os primeiros precursores do EFB vieram de pilotos no começo dos anos 90, que usavam seus *laptops* pessoais e *softwares* comuns (como aplicativos de planilhas eletrônicas e processadores de texto) para executar funções como cálculos de peso e balanceamento e preenchimento de formulários.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Histórico – 2/6

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Na medida em que a tecnologia dos dispositivos de computação pessoais tornou-se mais ***compacta e poderosa***, com ***capacidade de armazenamento*** maior, estes dispositivos se tornaram capazes de armazenar todas as cartas aeronáuticas do mundo em um simples computador de pouco mais de 1 kg, comparado com os 36 kg de papel normalmente requeridos para as cartas mundiais.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Histórico – 3/6

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Novas tecnologias, como a metereologia em tempo real via satélite e integração com GPS (que permite o uso de funções como os *moving maps*) expandiram ainda mais as capacidades do EFB. Entretanto, para grandes linhas aéreas comerciais, o ***problema primário com os sistemas de EFB não é o hardware na aeronave, mas o processo de distribuir as atualizações de conteúdo às aeronaves de forma confiável e eficiente***.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Histórico – 4/6

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

A adoção dos EFB, especialmente pelas linhas aéreas, tem se acelerado bastante. Isto se deve principalmente aos avanços no *hardware* e *software* dos EFB, que possibilitam novas e mais atrativas funcionalidades, a custo reduzido devido à concorrência dos fabricantes e desenvolvedores de software, e aos processos de certificação melhores estabelecidos.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Histórico – 5/6

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

O *Electronic Flight Bag* recebeu o seu nome dos tradicionais *Flight Bags* (Malas de Voo) dos pilotos, que são tipicamente uma mala de documentos pesada (18 kg ou mais) que os pilotos carregam para o *cockpit*. O EFB, através de uma aprovação operacional de *Paperless Cockpit*, pode substituir estes documentos em um formato digital. EFB pesam tipicamente entre 1 e 3 kg, cerca do mesmo que um *laptop*, e uma fração do peso e volume das publicações em papel.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Histórico – 6/6

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Existem inúmeros benefícios em usar o EFB, mas benefícios específicos dependem do tamanho da operação, tipo de aplicações usadas, do sistema de gerenciamento e distribuição de conteúdo, etc.

Fonte: baseados nos textos da Wikipedia (em inglês) e reportagem da Avionics News de Julho de 2007.

Alguns ***benefícios comuns*** incluem: economia de peso, menos reclamações médicas de ter que lidar com os *Flight Bags* tradicionais, custo reduzido, e eficiência aumentada ao reduzir ou eliminar os processos em papel. Existem também reivindicações de aumento na segurança e redução da carga de trabalho do piloto.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Fabricantes de EFB

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Hoje existem dezenas de fabricantes de EFB, que oferecem muitos tipos de modelos para diversos segmentos da aviação. A grande quantidade de fabricantes de EFBs é um indício de que tais sistemas não são muito complexos e difíceis de desenvolver, e que a sua demanda tem sido cada vez maior.

A tabela do próximo slide mostra uma lista de fabricantes (que não esgota a relação) e quais setores da aviação são atendidos pelos seus produtos.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

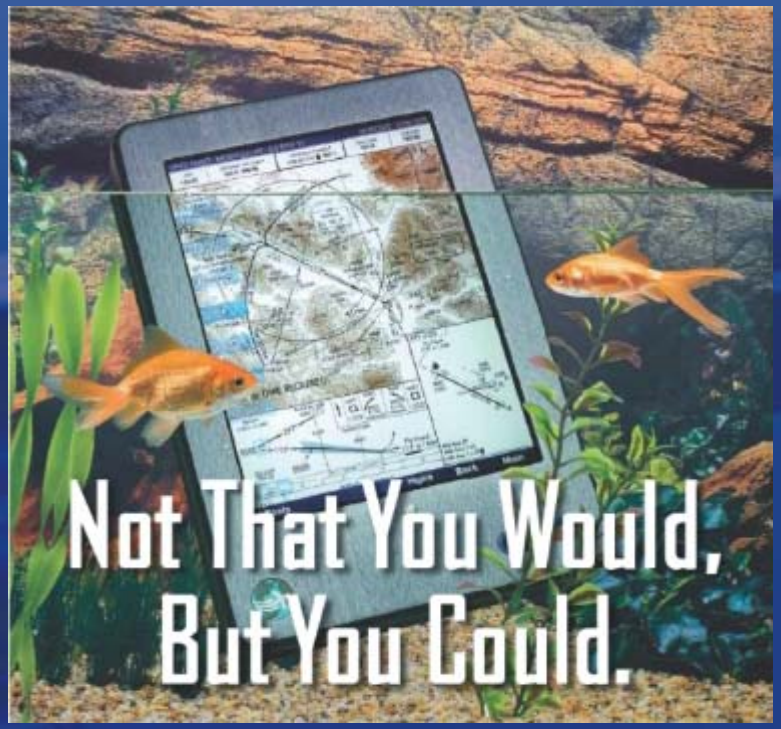
Fonte: extraído de reportagem da Avionics News de Outubro de 2005. Vista parcial da tabela.

MANUFACTURER	MARKET				
	Air Transport	Business Jet	General Aviation High End	General Aviation Low End	Military
Adobe	✓	✓	✓	✓	✓
Advanced Data Research (ADR)	✓	✓	✓	✓	✓
Airbus	✓				
Air Data Solutions	✓				
Aircraft Data Fusion	✓				
Aircraft Management Technologies (AMT)	✓	✓	✓		✓
Astoria Software	✓	✓			✓
Approach View		✓	✓	✓	✓
ARINC	✓	✓			✓
Astronautics	✓	✓			✓
Avrotec (In Development)					
Boeing/Jeppesen/Astronautics	✓				✓
CMS Electronics	✓	✓	✓		
Control Vision		✓	✓	✓	
Echo Flight		✓	✓	✓	
Eflightsystems, LLC			✓	✓	
Flight Deck Resources	✓	✓	✓	✓	✓
Flight Explorer			✓	✓	
GSCS	✓	✓		✓	✓
Hangar B-17				✓	
Hewlett-Packard	✓	✓	✓	✓	
Honeywell	✓	✓			✓
ION Systems	✓	✓	✓	✓	✓

Complexidade dos EFB

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

EFB são sistemas simples, mas a grande variedade de combinações de classes de *hardware*, tipos de aplicativos e projetos de montagem tornam a certificação de EFB um assunto complexo.



Afinal, existem EFB para todas as aplicações, necessidades e preferências!

Installing EFBs Is No Simple Matter

A multitude of possible software applications, different interfaces and cockpit mounting considerations complicate the installation of EFBs

Installing an EFB system may seem like a simple matter, but it could be one of the most complicated modifications an airline will ever make to an airplane, according to industry veteran Merritte DeBuhr of ECS.

DeBuhr, who has seen the retrofit of everything from electronic flight instrument systems (EFIS) to ground proximity warning systems (EGPWS) in his long career, says EFB installations

decision on how to proceed.

ECS, Franklin, Wis., designs EFB installations and arranges certification for those airlines that don't have an engineering department or don't want that department to do the job in-house. The company also provides mounting kits to several suppliers of EFB systems and to modification centers. ECS participated in the program at cargo carrier UPS, for example, to retrofit Class

a wide range of software applications. The software loaded on EFBs is limited by just two things — a pilot's imagination and what FAA is willing to certify.

As DeBuhr notes in his workshop presentations, installing EFBs is a task that is usually underestimated because it looks and sounds simple before the aircraft owner/operator gets started.

DeBuhr said it typ

Zoom Out Page 42

than a year to comple

Fonte: extraídos da Avionics Magazine de Junho de 2009. Imagem do EFB da DAC International.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Classificação dos EFB quanto ao Hardware Classe 1 – 1/3

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Classe 1

Os EFB Classe 1 são portáteis. Apresentam as seguintes características:

- ✓ Geralmente são computadores baseados em modelos comerciais (*commercial-off-the-shelf* (COTS)-*based*);
- ✓ Portáteis; considerado PED;
- ✓ Podem ser conectados a uma fonte de energia elétrica do avião através de uma conexão certificada; no entanto, também podem operar somente com bateria;

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Classificação dos EFB quanto ao Hardware Classe 1 – 2/3

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

- ✓ Não é fixado num dispositivo de montagem; no entanto, pode haver suportes ou bandejas "genéricas" na aeronave para auxiliar o piloto a apoiar o EFB, além de um local para armazenamento em operações de decolagem e pouso;
- ✓ Podem ter conectividade de dados de somente leitura com outros sistemas aviônicos;

Imagem: Compaq Tablet PC TC1000

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Classificação dos EFB quanto ao Hardware Classe 1 – 3/3

DCA-BR
Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

- ✓ Podem receber e transmitir dados de enlaces de comunicações administrativas do operador (ex.: comunicações no *Gate;*
- ✓ Não é necessário passar por um processo de controle administrativo se usar somente aplicativos Classe A; no caso do uso de aplicativos Classe B ou C, é necessário passar por processo de controle administrativo.

Ex.: Laptops, Netbooks, Tablet PC, Palmtops e similares. Geralmente apresentam o sistema operacional Windows.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Classificação dos EFB quanto ao Hardware Classe 2 – 1/3

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Classe 2

Os EFB Classe 2 são portáteis, porém montados em um suporte. Apresentam as seguintes características:

- ✓ Geralmente são computadores baseados em modelos comerciais (*commercial-off-the-shelf* (COTS)-*based*), mas adaptados para uso aeronáutico;
- ✓ Portáteis; considerado PEDs; devem poder ser removidos do cockpit sem o uso de ferramentas;

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Classificação dos EFB quanto ao Hardware Classe 2 – 2/3

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

- ✓ Conectados a uma fonte de energia elétrica do avião através de uma conexão certificada; geralmente também apresentam uma bateria como *backup*;
- ✓ Montado a um dispositivo de fixação durante a operação normal;
- ✓ Podem ter conectividade de dados de somente leitura com outros sistemas aviônicos; a conexão pode ser com fio ou sem-fio (Wi-Fi, por exemplo);

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Classificação dos EFB quanto ao Hardware
Classe 2 – 3/3

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

- ✓ Podem receber e transmitir dados de enlaces de comunicações administrativas do operador (ex.: comunicações no *Gate*);
- ✓ Devem passar por um processo de controle administrativo para ser adicionado ou removido à aeronave (ex.: *logbook entry*).

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Classificação dos EFB quanto ao Hardware
Classe 3 – 1/3

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Classe 3

Os EFB Classe 3 são sistemas instalados, e como tal, requerem uma aprovação de aeronavegabilidade completa. Apresentam as seguintes características:

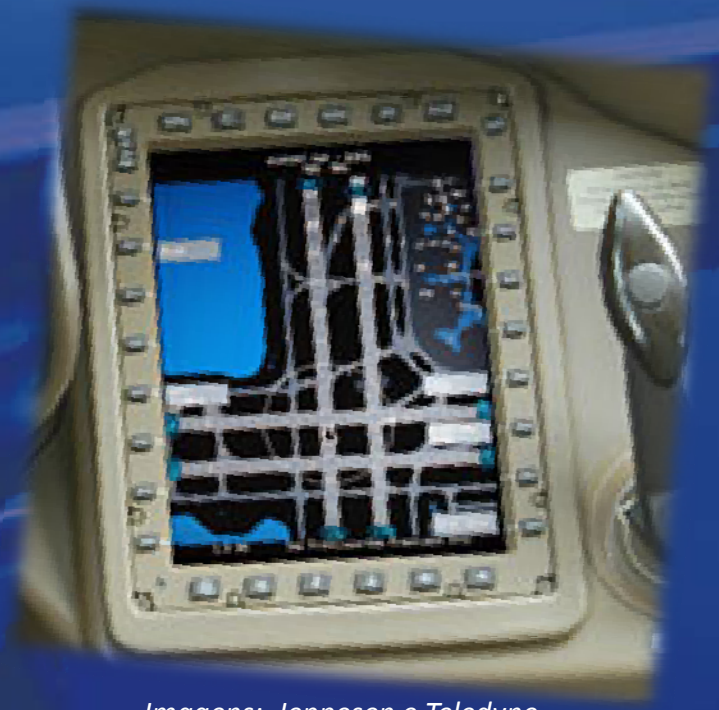
- ✓ São equipamentos desenvolvidos para aplicações aeronáuticas;
- ✓ Não são portáteis; geralmente estão embutidos no painel, ou é uma função a mais em um *display* já existente;

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Classificação dos EFB quanto ao Hardware
Classe 3 – 2/3

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

- ✓ Podem ter conectividade de dados de leitura e escrita com outros sistemas aviônicos;
- ✓ A certificação de um EFB Classe 3 permite o uso de aplicativos e funções adicionais (Tipo C), como, por exemplo, os *moving maps*.



Imagens: Jeppesen e Teledyne.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Classificação dos EFB quanto ao Hardware
Classe 3 – 3/3

Organização Brasileira
para o Desenvolvimento
da Certificação Aeronáutica

Imagens: Jeppesen e Teledyne.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Classificação dos EFB *Classe 2* quanto à arquitetura do sistema – 1/3

DCA-BR
Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Arquitetura centralizada

- O processamento ocorre na **unidade do *display***, que comporta tanto as funções de processamento quanto de mostrador.

Arquitetura descentralizada

- O processamento ocorre um uma unidade diferente do *display*, que é "burro" e somente mostra a imagem enviada por este. A unidade de processamento geralmente é um laptop conectado em uma ***Docking Station***, que é uma "caixa" onde o *laptop* é fixado e conectado a uma alimentação elétrica, às interfaces de dados e ao *display*.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Classificação dos EFB *Classe 2* quanto à arquitetura do sistema – 2/3

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Imagens: CMC Electronics, L-3 e BFGoodrich.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Classificação dos EFB *Classe 2* quanto à arquitetura do sistema – 3/3

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Obs.: Além do display *e unidade de processamento, é comum haver* ***caixas de interface*** *de comunicação e alimentação elétrica instaladas em um compartimento aviônico (assim como pode ocorrer com a unidade de processamento também). Estas unidades instaladas precisam de uma aprovação de aeronavegabilidade (via HST, por exemplo). No entanto, estas unidades instaladas não configuram um EFB como Classe 3. Para um EFB ser Classe 3, é necessário que a unidade de* display *(ou seja, a unidade de interface com o piloto) seja instalada.*

Imagens: CMC Electronics, L-3 e BFGoodrich.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Posicionamentos comuns dos EFB
1/6

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Classe 1:

Sem posição fixa. O piloto pode usar bandejas ou suportes existentes para facilitar o seu manuseio, mas o EFB não deve atrapalhar o desempenho das funções em voo. É recomendado haver um local de armazenamento do EFB quando este não está em uso.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Posicionamentos comuns dos EFB 2/6

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Classe 2: Algumas posições comuns de EFB Classe 2 e comentários:

- ***Console Lateral*:** pode interferir com equipamentos já existentes e janela de emergência;
- ***Sobre o Manche*:** no entanto, o seu peso não deve interferir com a amplitude e a força necessária para os movimentos dos comandos de voo;
- ***Docking Station:*** No caso de arquitetura descentralizada, é onde vai instalado o *laptop*, que é ligado à unidade de *display*. Não é necessário estar acessível ao piloto sentado, e, portanto, pode estar localizado atrás do assento ou em outro local no *cockpit* de acesso não imediato ao piloto.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Posicionamentos comuns dos EFB
3/6

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Classe 3: Geralmente embutidos no painel ou consoles central ou lateral.

✳ *Obs.: Para aviões grandes (executivos e comerciais), é comum a presença de um EFB para cada posto de pilotagem.*

Imagens: CMC Electronics e ADR Florida.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Posicionamentos comuns dos EFB

4/6 – EFB Classe 2 sobre o Console Lateral

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Pilatus 12 - Courtesy of Western Aircraft

Imagens: CMC Electronics.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Posicionamentos comuns dos EFB

5/6 – EFB Classe 2 sobre o Manche

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Imagens: CMC Electronics.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Posicionamentos comuns dos EFB

6/6 – EFB Classe 3 embutidos nos consoles e painel

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Imagens: Jeppesen e BFGoodrich.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Classificação dos EFB quanto à alimentação elétrica – 1/2

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

- **Sem conexão de alimentação, com bateria:** configuração não usual, pois dificilmente a bateria irá durar até o final da operação da aeronave. *Ex.: Classe 1.*
- **Com conexão de alimentação, com bateria:** Configuração mais comum. A bateria é usada como *backup* no caso de falta de energia elétrica proveniente da aeronave. È requisito necessário para operação *Paperless Cockpit*. *Ex.: Classe 1 ou 2.*
- **Com conexão de alimentação, sem bateria:** Outra configuração pouco usual, mas que pode ocorrer nos mais baratos ou mais compactos. *Ex.: Classe 1 ou 2.*

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Classificação dos EFB
Quanto à alimentação elétrica – 1/2

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Observações

1. *A conexão elétrica do EFB na aeronave pode ser tanto em barramento essencial quanto não essencial, ficando a critério do projetista e da aprovação operacional desejada.*
2. *EFB Classe 3 são sistemas instalados, e como tal possuem todas as redundâncias de alimentação elétrica de outros* displays.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Classificação dos EFB
Quanto à conexão de dados

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Classificação dos EFB quanto à conexão de dados com ***outros sistemas aviônicos***:

- ✓ **Sem conexão de dados:** Não há conexões de dados com outros sistemas aviônicos, nem para leitura, nem para escrita. *Ex.: Classe 1 ou 2.*
- ✓ **Conexão de somente leitura:** Há conexão de dados com outros sistemas aviônicos somente para leitura. *Ex.: Classe 1 ou 2.*
- ✓ **Conexão de leitura e escrita:** Há conexões de dados com outros sistemas aviônicos, para leitura e escrita. Ex.: Classe 3.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

EFB e o ARINC 828

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

ARINC 828:

O ARINC 828 - *Electronic Flight Bag (EFB) Interface* é um documento contendo a descrição de uma série de conectores físicos baseados na Spec MIL-38999 que podem ser usados para conectar EFB de todas as classes de hardware ao avião.

O ARINC 828 combina interfaces clássicas de aeronaves como os barramentos ARINC 429 e ARINC 717 com tecnologia de PC, como USB, DVI, LVDS e Ethernet.

(*fonte: Wikipedia)*

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Classificação dos aplicativos usados nos EFB 1/3

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Aplicativo Tipo A

- Inclui apresentação de dados pré-compostos e fixos, atualmente apresentados em papel. Exemplos típicos são aplicativos de visualização, como visualizadores de PDF, processadores de texto, planilhas eletrônicas etc.
- Não requer cumprimento com a RTCA/DO-178B (*Software Considerations in Airborne Systems and Equipment Certification*).
- Exemplos de aplicativos Tipo A estão no ***Apêndice A da AC 120-76A***.
- Podem ser instalados em EFB Classe 1, 2 ou 3.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Classificação dos aplicativos usados nos EFB 1/3

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Aplicativo Tipo B

- Inclui aplicações dinâmicas e interativas que podem manipular dados e apresentações.
- Não requer cumprimento com a RTCA/DO-178B *(Software Considerations in Airborne Systems and Equipment Certification).* Aplicações adicionais podem requerer aprovação TSO (ex.: *moving maps*).
- Exemplos de aplicativos Tipo B estão no ***Apêndice B da AC 120-76A***.
- Podem ser instalados em EFB Classe 1, 2 ou 3

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Classificação dos aplicativos usados nos EFB 3/3

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

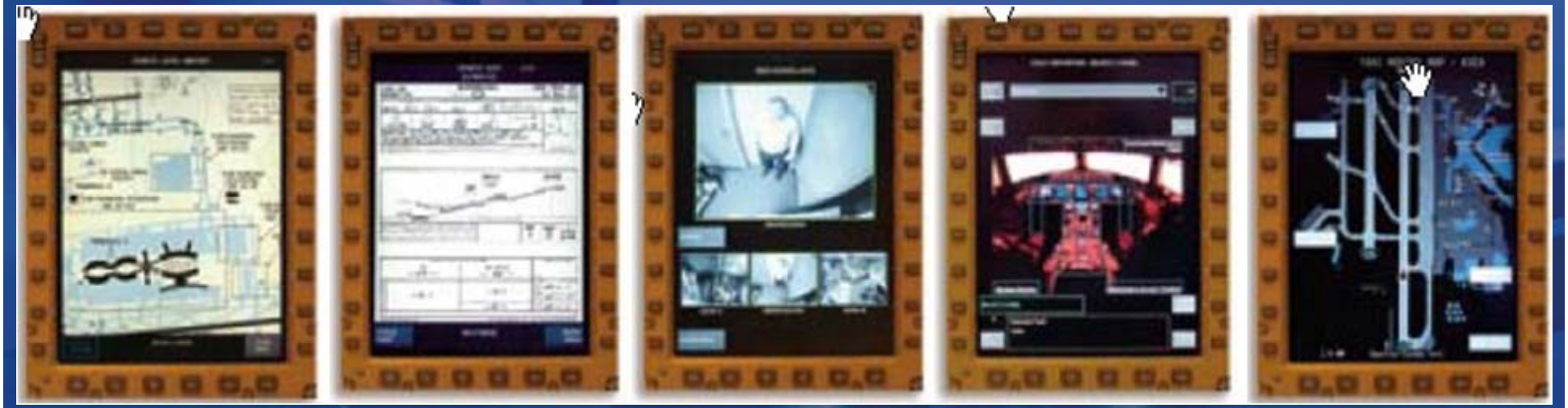
Aplicativo Tipo C

- Inclui repetidores de mostradores primários (PFD), instrumentos do motor e alertas (EICAS), TCAS, EGPWS etc.
- ***Requer aprovação de aeronavegabilidade e cumprimento com RTCA/DO-178B*** (*Software Considerations in Airborne Systems and Equipment Certification*).
- Podem ser instalados em EFB Classe 2 ou 3.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Exemplos de Aplicativos

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica



Imagens: CMC Electronics e Jeppesen.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Aprovação de Aeronavegabilidade
Introdução – 1/2

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

- **Classe 1:** Não é necessário aprovação de aeronavegabilidade dos EFB Classe 1, pois estes não necessitam de suportes/fixações.
- **Classe 2:** É necessária aprovação de aeronavegabilidade. O EFB ainda é considerado um PED, e, portanto, não precisa cumprir com os exigentes requisitos de aeronavegabilidade de equipamentos instalados. A aprovação é focada nos dispositivos de montagem, encaminhamento dos cabos, ligações elétricas, ergonomia e itens correlatos.
- **Classe 3:** O EFB é considerado equipamento instalado e deve passar por um processo de aprovação completo, que inclui a instalação, o *hardware* e o *software* do sistema.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Aprovação de Aeronavegabilidade
Introdução – 2/2

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Aprovação de CHST com LMA

- É difícil conseguir uma aprovação de CHST tipo LMA (Lista de Modelos Aprovada), visto que os *cockpits* de aeronaves de mesmo modelo podem ser muito diferentes para garantir que todos os requisitos de instalação do EFB sejam atendidos com um único projeto.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Aprovação de Aeronavegabilidade
Revisões e Análises – 1/2

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

- **Classes 2 e 3:** ***Descrição do Sistema*** **-** Descrever a arquitetura, funcionalidades, tipos de fixação, interfaces, alimentação elétrica etc.
- **Todas as Classes:** ***Análise de Carga Elétrica*** - Verificar se a carga elétrica do EFB é suportada pelo sistema do avião, com as devidas margens de segurança.
- **Todas as Classes:** ***Crashworthiness*** - Deve ser analisado o impacto da posição do EFB em caso de pousos duros, pousos forçados, amerrisagem ou turbulência severa.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Aprovação de Aeronavegabilidade
Revisões e Análises – 2/2

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

- **Classes 2 e 3:** ***Análise de Safety Assessment*** - No caso de interface de dados com a aeronave (seja por barramento de dados, servidor ou conexão sem-fio). Caso o EFB apenas leia dados, basta garantir que qualquer falha no EFB não irá afetar os outros sistemas. No caso de comunicação bidirecional, é necessário analisar os efeitos de falhas e mensagens errôneas enviadas pelo EFB para o sistema aviônico.
- **Classe 3 e RBAC 25/29:** ***Lightning*** - Os EFB conectados a barramentos de dados essenciais ou críticos tem que mostrar cumprimento com os requisitos de proteção a raio.
- **Classe 3:** ***Qualificação do Software*** - O desenvolvedor do *software* deve demonstrar o cumprimento com a RTCA/DO-178B.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Aprovação de Aeronavegabilidade
Inspeções - Engenharia

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Inspeção de Engenharia

- **Todas as Classes:** Qualidade da instalação: fixação, rebites, parafusos e porcas, colagem, amarração e segregação de fios e cabos.
- **Classes 1 e 2:** A fonte de alimentação proveniente da aeronave para estes EFBs deve estar corretamente identificada quanto à tensão e frequência (28 Vdc, 115 Vac, 60Hz, 400 Hz, etc.) e eventuais limitações (ex.: somente para EFBs; não conectar dispositivos com baterias de Lítio recarregáveis, etc.)
- **Classe 2:** Qualidade do suporte; qualidade do travamento do EFB no suporte; mobilidade do suporte e o seu travamento na posição *stowed* (se aplicável) para as decolagens e pousos; espaço para a ventilação do EFB e do *laptop* na *Docking Station* (este último se aplicável) etc.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Aprovação de Aeronavegabilidade
Inspeções - Conformidade

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Inspeção de Conformidade:

Todas as Classes: Conformidade da instalação com relação aos relatórios e desenhos do projeto apresentado: localização de equipamentos, suportes, chaves e disjuntores, encaminhamento da cablagem, etc.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Aprovação de Aeronavegabilidade
Ensaios em Solo – Ergonomia – 1/2

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

- **Todas as Classes:** Facilidade de leitura e acesso; não deve causar interferência na manipulação física de outros comandos, em todas as condições de voo (normal, anormal e de emergência); os comandos do EFB devem estar em fácil acesso; deve atender a variações físicas dos pilotos (alto, baixo etc.).

  O EFB deve estar em local de fácil visualização para o piloto, mas não necessariamente no campo de visão primário ou frontal. Mas isto vai depender do tipo de informação a ser apresentada no EFB. Exemplos de casos mais críticos são os EFB que apresentam informações de alerta ou informações usadas durante o voo, e que, portanto, precisam ficar na área de visão frontal.

  O sentido de instalação também precisa ser considerado. Num EFB que apresenta um *moving map* em que o sentido atual do avião é sempre mostrado com o ícone do avião para cima, um EFB instalado no console lateral pode ser enganoso.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Aprovação de Aeronavegabilidade
Ensaios em Solo – Ergonomia – 2/2

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

- **Classe 2:** Interferências físicas quando o EFB é movido pelo *cockpit,* tanto para o *Display* quanto para a *Docking Station* (se aplicável); verificar se a mobilidade do suporte facilita a leitura dos pilotos e permite o ajuste para uma gama razoável de posições.

Imagens: ADR Florida.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Aprovação de Aeronavegabilidade
Ensaios em Solo - *Human Factors* – 1/4

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Ensaios do *display* de EFB:

EFB Classe 2 e 3: considera-se que o display do EFB foi desenvolvido para aplicações aeronáuticas, e testes relacionados aos itens citados abaixo não são necessários, uma vez que o equipamento já foi projetado considerando estas questões.

EFB Classe 1: não precisam atender a estes critérios, porém estes poderão ser analisados na aprovação operacional e limitar o uso de certos aplicativos.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Aprovação de Aeronavegabilidade

Ensaios em Solo - *Human Factors – 2/4*

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Itens

- Interface Homem/Máquina (inclui dispositivos de entrada, que pode incluir um teclado, teclas *Bezel* e *touchscreen*); efeito na carga de trabalho (*workload*) da tripulação; legibilidade do texto; exibição de cartas de navegação e de aproximação/partida; velocidade de resposta das aplicações no EFB; textos e conteúdos fora da tela (ex.: quando está com zoom e parte do conteúdo some, deve indicar que há mais conteúdo fora da tela); gerenciamento de múltiplas aplicações e documentos abertos; mensagens e uso de cores; mensagens de erros do sistema; telas de entrada de dados e mensagens de erros. (mais informações no Apêndice D da TGL No. 36)

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Aprovação de Aeronavegabilidade
Ensaios em Solo - *Human Factors* – 3/4

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Ensaios da instalação na aeronave:

- **Classes 1 e 2:** Não deve obstruir a saída de emergência (caso obstrua, deve ter um meio de desconexão rápida para as ligações elétricas e fixação mecânica); não deve obstruir a entrada ou saída da tripulação; os cabos não devem ter sobras e o seu encaminhamento deve ser adequado, de modo a não atrapalhar as operações da tripulação; no caso de suportes móveis, o comprimento dos cabos deve ser o suficiente para o uso de toda a mobilidade do suporte; não deve obstruir a visão externa do piloto; não deve causar reflexão de luz que atrapalhe as tarefas do piloto; deve apresentar brilho suficiente para visualização da imagem em condições de alta luminosidade.

- **Classe 3:** Os EFBs Classe 3 geralmente estão embutidos no painel ou no console central, e por isso geralmente não apresentam problemas de *Human Factors*.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Aprovação de Aeronavegabilidade
Ensaios em Solo - *Human Factors* – 4/4

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

- **Exemplos de interfaces de EFB**

Imagens: CMC Electronics, BFGoodrich e L-3.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Aprovação de Aeronavegabilidade
Ensaios em Solo – Sistemas – 1/2

DCA-BR
Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Verificação de Funcionamento:

Todas as Classes: ***Funcionamento Geral*** - Alimentação e proteção elétricas; chaves e botões (os disjuntores não podem ser usados como chaves de liga/desliga; o piloto deve ter um meio de desligamento do EFB, seja por desconexão rápida da alimentação ou uma chave/botão claramente identificados); interfaces com outros aviônicos (se houver), para recepção ou transmissão de dados; controle de luminosidade do *display*; teste de suas funções básicas (incluindo as operações de ligar e desligar).

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Aprovação de Aeronavegabilidade
Ensaios em Solo – Sistemas – 2/2

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Classes 1 e 2: ***Baterias de Lítio*** - Caso o EFB apresente uma bateria de Lítio recarregável, esta deverá ser certificada pelo fabricante e deverá ter os seus dispositivos de proteção funcionando, pois este tipo de bateria é inflamável quando está recarregando e pode causar um risco de fogo durante a operação. Os dispositivos de segurança são: válvula para alívio de pressão no caso de geração excessiva de pressão interna; proteção contra corrida térmica; proteção elétrica no caso de curto-circuito externo; ventilação adequada; e análise do risco de um eventual vazamento. Também deve ser analisado o armazenamento de baterias reservas.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Aprovação de Aeronavegabilidade
Ensaios em Solo – EMI/HIRF

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

- **Todas as Classes:** Interferência eletromagnética com outros sistemas aviônicos (em ambos os sentidos). Caso o sistema seja usado em fases críticas de voo (ex.: pousos e decolagens), este deve assegurar não-interferência e compatibilidade; para estes casos, é necessária a qualificação do equipamento pela *ED-14/DO-160F Section 21, Emission of Radio Frequency Energy*.

- **Classes 1 e 2:** Caso o EFB apresente a opção de comunicação sem-fio (geralmente usando o padrão IEEE 802.11 "Wi-Fi" ou IEEE 802.15.1 "Bluetooth"), esta deve ser testada, em todas as posições previstas para o EFB dentro do *cockpit*, para verificar a interferência em sistemas aviônicos e em transmissão e recepção de sinais (recepção do GPS e VHF-COMM, por exemplo). Nestes casos é recomendada a qualificação do equipamento pela *ED-14/DO-160F Section 21, Emission of Radio Frequency Energy*.

- **Classe 3:** No caso de um sistema conectado a um barramento de dados crítico, também devem ser realizados testes de HIRF.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Aprovação de Aeronavegabilidade
Ensaios em voo – 1/2

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

- **Todos as Classes:** Reflexão de luz nos olhos do piloto; brilho suficiente para visualização da imagem em condições de alta luminosidade; vibração do *display* e impacto na sua leitura (tanto no táxi quanto em voo).

Imagens: CMC Electronics e Jeppesen

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Aprovação de Aeronavegabilidade
Ensaios em voo – 2/2

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Para estes testes, é recomendado o uso de algum documento aberto na tela do EFB, para que as análises de impacto em leitura e luminosidade sejam mais representativos (no caso de cartas de navegação, por exemplo, a reflexão de luz tende a ser maior, pois o fundo é majoritariamente branco).

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Aprovação de Aeronavegabilidade
Manuais e Placares – 1/2

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

AFMS:

- **Classe 1:** Não há orientações no AFMS, pois é considerando um PED.
- **Classe 2:** Para EFB com suportes móveis, incluir a orientação para colocar o EFB em *stowed position* nas operações de pouso e decolagem. Se necessário, incluir instrução para remover o EFB antes de utilizar a saída de emergência pela janela lateral.
- **Classe 2 e 3:** Qualquer limitação no uso do sistema EFB deve constar no AFMS, como por exemplo uma função em particular que não deve ser usada como referência primária de navegação. Em alguns casos pode ser necessária a instalação de um ***placar*** adjacente ao EFB. O AFMS também deve fazer referência a qualquer orientação aplicável para desenvolvedores de aplicativos, operadores e autoridades.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Aprovação de Aeronavegabilidade
Manuais e Placares – 2/2

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Pode-se incluir nota que a aprovação de aeronavegabilidade do EFB não constitui aprovação operacional ou crédito para operação com o EFB.

Ex.: ***"Airworthiness approval alone does not constitute operational approval or credit for EFB operation. Operational approval is required."***

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Aprovação Operacional – 1/2

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

A aprovação operacional do EFB é realizada pela autoridade operacional (no caso da ANAC é a Superintendência de Segurança Operacional - SSO).

A aprovação operacional não é necessária para operadores segundo o RBHA 91 com EFB Classe 1 com aplicativos Tipo A, pois o piloto em comando pode usar o poder conferido pelo RBHA 91.21 para autorizar o uso de PEDs. Em qualquer outra configuração, é necessário algum nível de envolvimento da autoridade.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Aprovação Operacional – 2/2

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

MEL

- Durante a aprovação de aeronavegabilidade, a MMEL (*Master Minumum Equipment List*) não é afetada, pois o EFB não é equipamento requerido para voo.
- No entanto, a MEL, aprovada pelo operador, pode ser alterada durante a aprovação operacional. Deve-se analisar e definir como a disponibilidade do EFB é conferida a cada pré-voo e se houver deficiência do sistema, se o despacho será permitido ou não. Um exemplo de EFB mandatório é quando a operação é *Paperless Cockpit* e não se tenha disponível um *Flight Bag* tradicional.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

EFB e o Paperless Cockpit – 1/2

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

O operador da aeronave pode solicitar uma aprovação de ***Paperless Cockpit***, no qual o conteúdo no EFB substituirá as publicações em papel necessárias para o voo, que geralmente são transportadas nos *Flight Bags* tradicionais.

A transição para *Paperless Cockpit* acontece por um processo de substituição gradual, em que durante certo período (o recomendado é 6 meses) o EFB é usado tendo os *Flight Bags* convencionais como *backup*. Após este período, se a avaliação for satisfatória, a aprovação definitiva é concedida.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

EFB e o Paperless Cockpit – 2/2

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Para que um EFB seja elegível para uma aprovação *Paperless Cockpit*, o sistema certificado deve apresentar algumas características como: alta disponibilidade, confiabilidade e fidelidade, suficientes para atender às demandas de determinada operação. Os EFB de todas as classes precisam ser aprovados pela DO-160F - *Environmental Conditions and Test Procedures,* sobre o critério de descompressão rápida.

Além disso, o operador deve demonstrar que apresenta um processo pelo qual garantirá as atualizações dos dados no EFB de forma tão ágil e confiável quanto para a documentação em papel.

Mais informações sobre a aprovação operacional de *Paperless Cockpit* estão na AC 91-78.

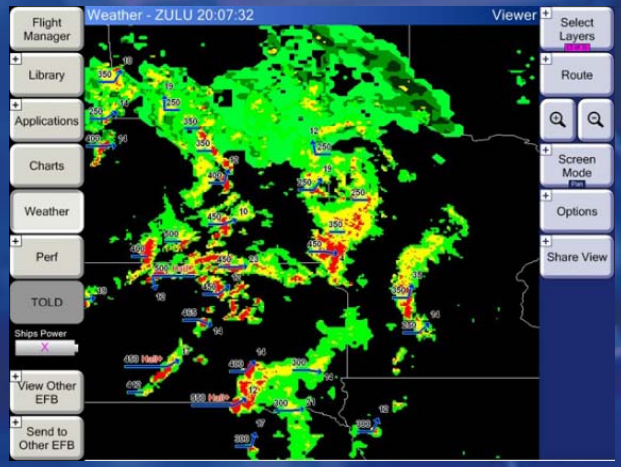
"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Aprovação Operacional
Exemplos de Aplicativos – 1/4

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Imagens: Teledyne.

Formulários



Visualizador de Metereologia

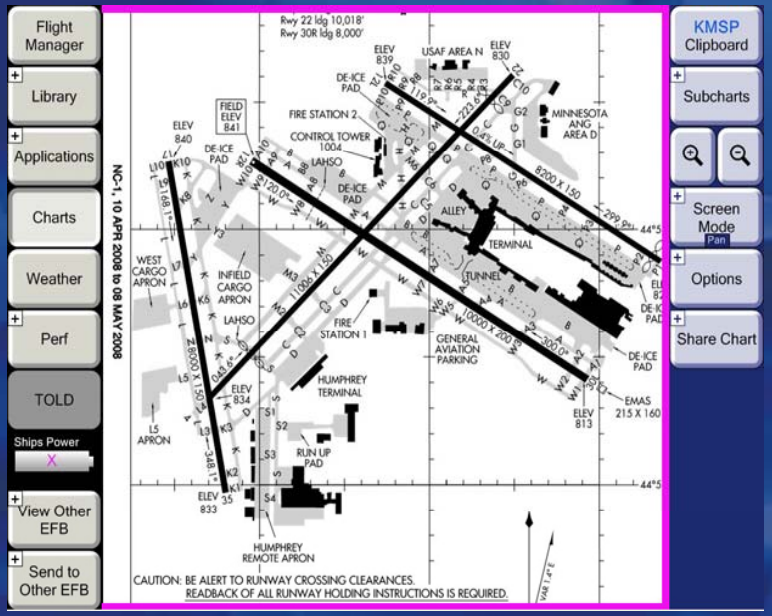
Cálculo de Desempenho

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

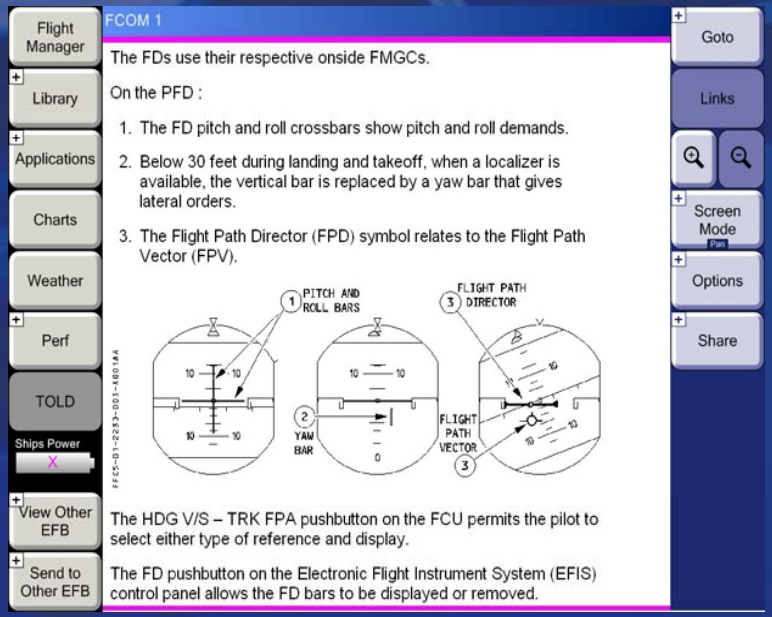
Aprovação Operacional
Exemplos de Aplicativos – 2/4

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Imagens: Teledyne.



Visualizador de Cartas



Visualizador de Documentos

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Aprovação Operacional
Exemplos de Aplicativos – 3/4

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Imagens: Teledyne.

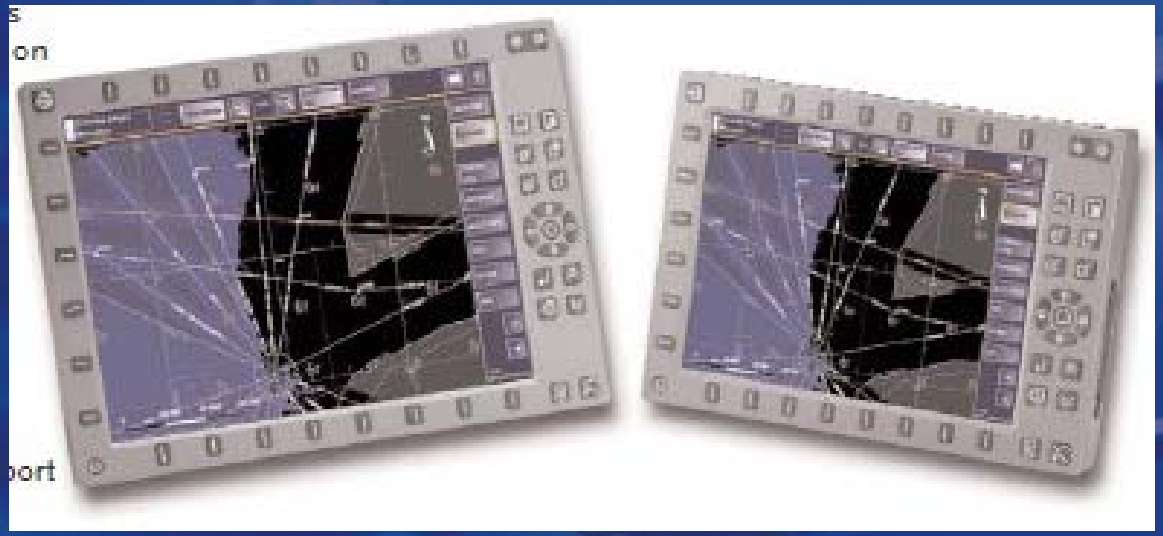
Moving Maps **em aeroportos**

Imagens de Vigilância

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Aprovação Operacional
Exemplos de Aplicativos – 4/4

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica



Navegação

Imagens: BFGoodrich.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Referências – 1/2

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

- **ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil**
- **Manual de Procedimento de Homologação**
  - MPH-400 – Homologação Suplementar de Tipo
- **Circulares de Informação**
  - CI 21-004 – Aprovação de Grandes Modificações em Aeronaves com Marcas Brasileiras, ou que Venham a ter Marcas Brasileiras
  - CI 21-021 - Apresentação de Dados Requeridos para Homologação Suplementar de Tipo
  - CI 21-012 – Orientação para Aprovação de Grandes Modificações pelas Gerências Regionais ou SSO da ANAC – *Esta CI não é aplicável para a aprovação de EFB, pois não consta na lista de modificações elegíveis de serem tratadas pelas Gerências Regionais*.

No futuro provavelmente será emitida uma IS (Instrução Suplementar, documento que está substituindo as CI) dedicada ao EFB, assim como já existe uma CI para HST de GPS.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Referências – 2/2

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

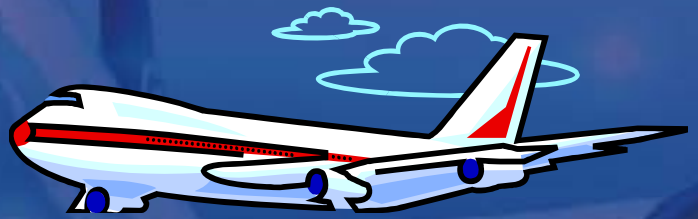
- **FAA – Federal Aviation Administration**
- **Advisory Circulars**
  - AC 120-76A - Guidelines for The Certification, Airworthiness, and Operational Approval of Electronic Flight Bag Computing Devices
  - AC 91-78 - Class 1 or Class 2 Electronic Flight Bag (EFB)
- **TSO – Technical Standard Orders**

  Não há.
- **JAA – Joint aviation Authorities**
- **Temporary Guidance Leaflets**
  - TGL No. 36 - Approval of Electronic Flight Bags (EFBs)
- **RTCA – Radio Technical Commission for Aeronautics**
- RTCA/DO-160F - Environmental Conditions and Test Procedures for Airborne Equipment
- RTCA/DO-178B - Software Considerations in Airborne Systems and Equipment

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Conclusão

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica



- Objetivo
- Contatos
- Palavras Finais

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Objetivo

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Apresentar à audiência os principais aspectos referentes à aprovação de instalações de sistemas EFIS e EFB em aeronaves com marcas de matrícula brasileiras.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Perguntas

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

- Perguntas respondidas ao final da apresentação
- Perguntas respondidas posteriormente (por e-mail)
- Alessandro Nicoli de Mattos:

  alessandro.mattos@dcabr.org.br
- DCA-BR: www.dcabr.org.br

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Palavras Finais

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Fazer as perguntas certas pode ajudar a resolver muitos problemas na nossa vida. As perguntas são a chave para conseguir as respostas que nos possibilitam ir em frente, em todas as áreas de nossa vida. Na escola deveríamos aprender a fazer perguntas, e não aprender somente as respostas.

Fazer perguntas é o passo mais importante para achar as respostas. **Melhores perguntas provocam melhores respostas.** É como o ditado de que "uma pergunta bem formulada contém metade da resposta". E uma resposta brilhante contém uma boa pergunta.

"As informações contidas neste material são de autoria da DCA-BR, sendo vedada a sua reprodução total ou parcial".

Obrigado!
LOEW FLYING PHOTOGRAPHY