



SEM5951

Fatores Humanos em Aviação

Interação piloto-aeronave parte 2

Prof. Dr. Jorge Henrique Bidinotto

jhbidi@sc.usp.br

- FMS – Flight Management System
- Fly-by-wire
- Tendências futuras na interação humano-máquina
- CRM – Crew Resource Management

- **FMS – Flight Management System**
- Fly-by-wire
- Tendências futuras na interação humano-máquina
- CRM – Crew Resource Management

Por que surge o Flight Management System (FMS)?

- Como vimos durante o semestre, nos primórdios, o avião contava apenas com pilotos humanos, mas a carga de trabalho dos tripulantes era alta e isso prejudicava a segurança de voo, o que impulsionou o surgimento dos sistemas de piloto automático
- Concomitantemente, novos sistemas foram incorporados à aeronave (FADEC, navegação, posicionamento, outros modos de piloto automático etc), então passou a ser interessante, ainda visando ao aumento de segurança de voo, incorporar todos esses sistemas que até então trabalhavam praticamente em separado e reduzir, mais uma vez, a carga de trabalho dos pilotos
- Um desses integradores de funcionalidades tem o nome de **Flight Management System (FMS)**

O que o FMS faz?

- Essencialmente, ele é um computador especializado para automatizar diversas funções durante, principalmente, a fase de cruzeiro, sendo assim, tem forte participação no gerenciamento e no cumprimento do plano de voo
- No sentido de integrar diversas funcionalidades, atualmente, o FMS provê:
 - **Navegação primária:** de onde sai, para onde vai
 - **Planejamento de voo/Otimização de rota:** considerações meteorológicas (ventos, tempestades etc), altitude e velocidade de voo
 - **Orientação da rota durante o voo:** com base na posição da aeronave e em sua performance, gerencia o que o piloto automático/humano deve fazer para que o avião mantenha-se dentro do planejado

Quais componentes o FMS integra?

- Consiste em dois componentes principais:
 - FMC = Flight Management Computer
 - MCDU = Multifunctional Control Display Units
- O MCDU é a tela de interface com o FMS (e com outros sistemas aviônicos). É o local onde o piloto programa a navegação e também entra com dados de peso e balanceamento, sendo assim, é com base nestas (e possivelmente outras) informações que o FMS realizará seu trabalho ao longo de todo o voo
- Cabe notar que há outras formas de interagir com o FMS, mas o principal ator nessa interface é o MCDU



Tela de visualização e seleção de opções

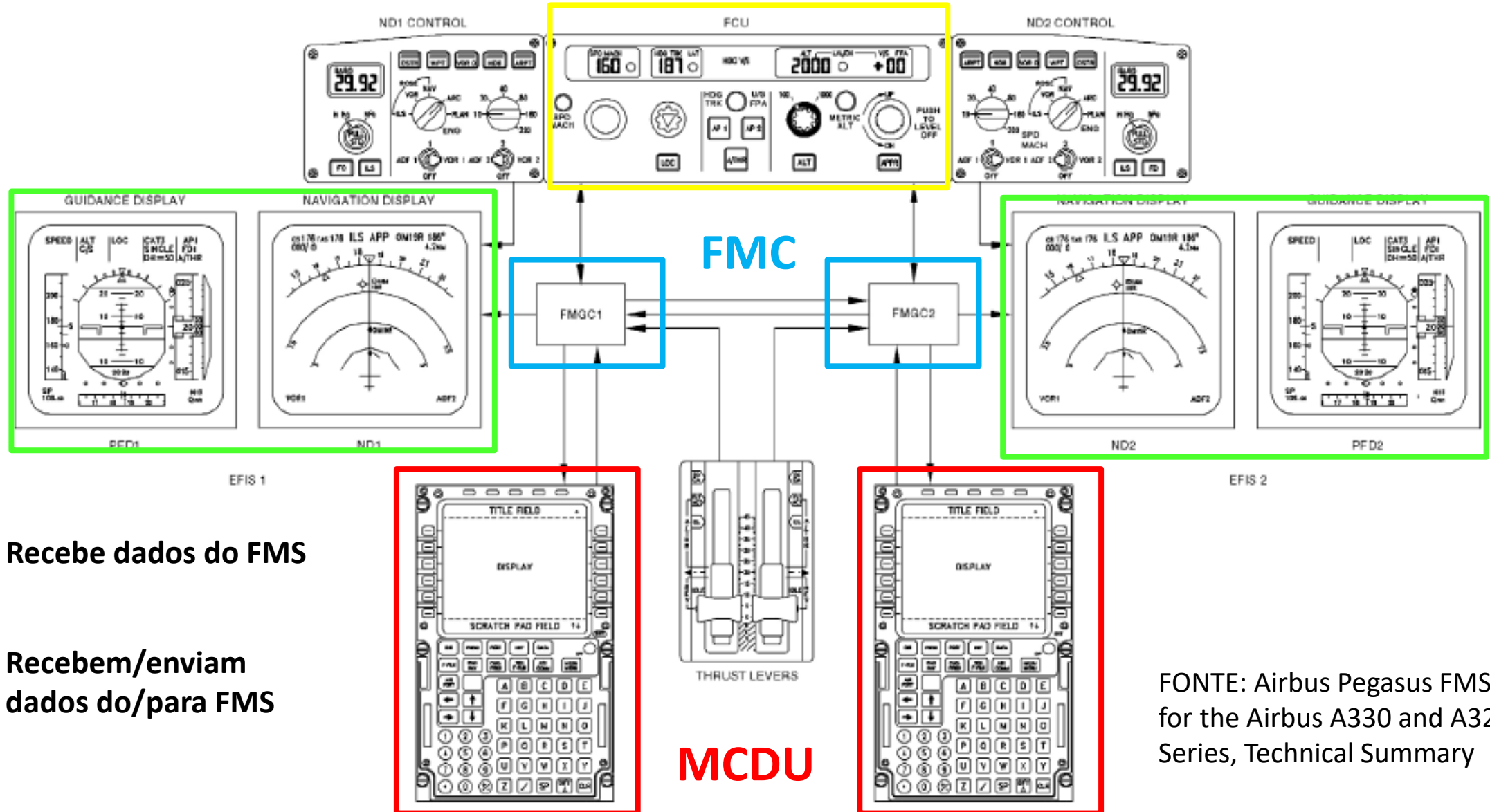
Botões seletores

Teclado para digitação

FONTE: code7700.com

- O FMC, por sua vez, é o cérebro do FMS. É o computador (na verdade, por redundância, é mais do que apenas 1) que recebe informações de diversos sistemas aviônicos, realiza os cálculos e dá ordens para execução de determinadas funções. O *core* do FMC é programável, sendo assim, há diferenças nas funcionalidades disponíveis no FMS entre as fabricantes de avião e também é comum que o sistema seja atualizado (exemplo: função nova no A350 para descida de emergência)
- Justamente por isso o cérebro do FMS nem sempre tem exatamente o nome de FMC; a sigla pode ganhar novas letras para representar as funcionalidade do sistema:
 - Família A320: FMC = FMGC (Flight Management & Guidance Computer)
 - Família A330: FMC = FMGEC (Flight Management Guidance Envelope Computer)

FMS – Flight Management System



FONTE: Airbus Pegasus FMS for the Airbus A330 and A320 Series, Technical Summary

- Para cumprir suas funções, o FMS precisa de informações constantes em diversos sistemas aviônicos, sendo assim, é necessário que ele interaja com vários deles. Vamos tomar como exemplo um FMGEC
- Flight M G E Computer

- Flight M G E Computer

Management: gerencia a navegação enquanto seu cumprimento, realiza o ajuste de frequências para navegação, envia informações para as telas pertinentes e ainda prevê e otimiza a performance da aeronave com base em consumo de combustível, vento etc

Guidance: determina os comandos que devem ser executados pelo piloto automático ou pelo piloto humano (flight director) e também envia inputs para o FADEC (comandos de motor – autothrottle/autothrust)

Envelope: verifica o peso da aeronave, assim como seu balanceamento (ajuste de CG em voo), calcula as velocidades mínimas e máximas de acordo com a fase do voo, dispara o stall warning e determina a execução das manobras baseado na região do envelope de voo em que a aeronave está (especialmente relevantes: fator de carga e velocidade)



EES Inertial e Air
Data References

FMS – Controle de Piloto Automático



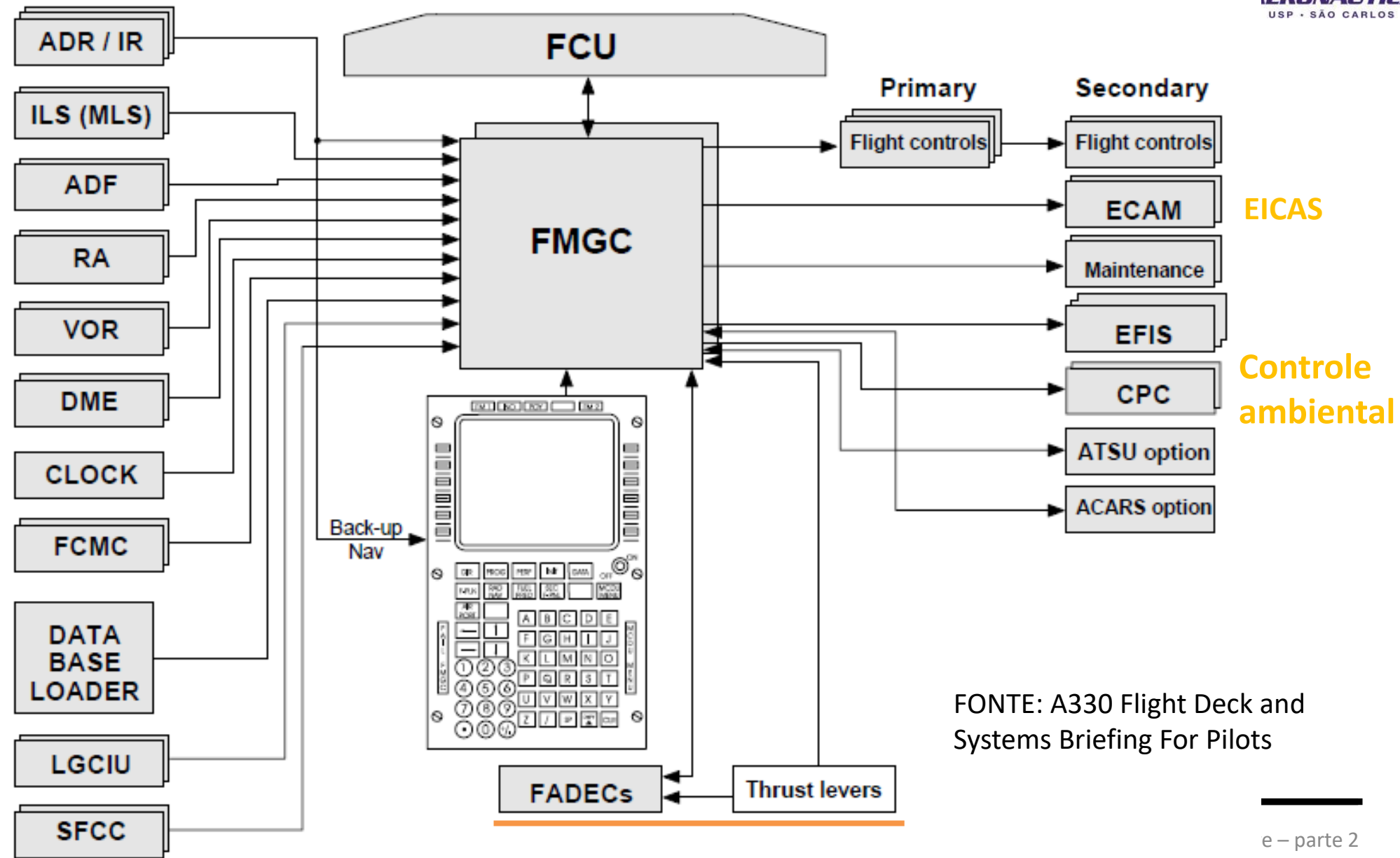
Navegação

Motores

Base de dados
de navegação

Trem de pouso

Hiperssustentadores



FONTE: A330 Flight Deck and
Systems Briefing For Pilots

Como é a operação do FMS?

- De maneira geral, o FMS é setado com todas as informações necessárias no pré-voo (antes mesmo de ligar os motores), via MCDU
- Eventuais mudanças são realizadas em voo, via FCU (ações mais rápidas) ou MCDU
- Durante o voo a tripulação pode acessar o MCDU para verificar como está a performance da aeronave, utilização de combustível, sequência de waypoints e ETA, dentre outras informações

Como é a operação do FMS?

- Alguns procedimentos:
 - Atualizar a base de dados de navegação
 - Ocorre a cada 28 dias
 - A nova base de dados é carregada para o avião usando um pen-drive, notebook ou um equipamento externo junto com disquetes, nos aviões “mais antigos” (B777, p.e.)

<https://www.youtube.com/watch?v=yN9NafwGOtk&app=desktop>

0:35 até 1:02

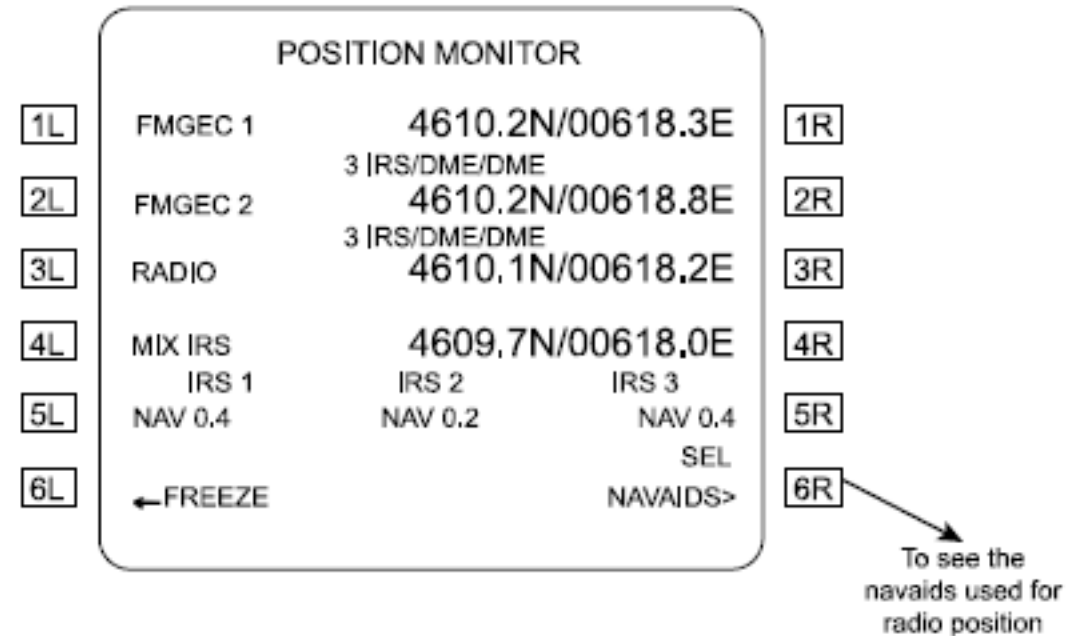
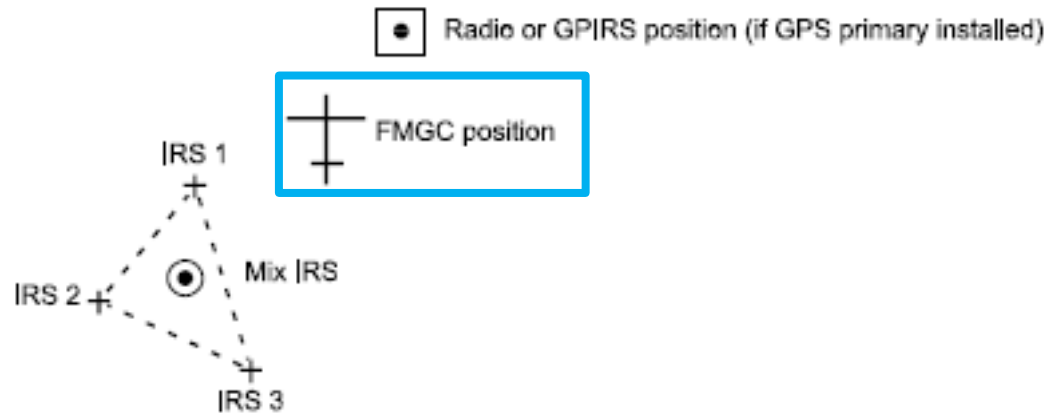
- Determinar a localização da aeronave
 - O FMS pode usar as informações de diversos instrumentos, como os 3 inerciais, GPS e/ou nav aids
 - O importante é que a informação nunca advém de um único tipo de sistema, ela é sempre cross-checada

FMS – Flight Management System



FONTE: youtube.com/watch?v=c1QM73s5M2Q

Como é a operação do FMS?



<https://www.youtube.com/watch?v=3wye40Ykejg>

3:15 até 5:20

(cuidado porque há alguns conceitos pouco precisos na sequência do video)

FONTE: A330 Flight Deck and Systems Briefing For Pilots

Como é a operação do FMS?

- Alguns procedimentos:
 - Atualizar a base de dados de navegação
 - Determinar a localização da aeronave
 - O FMS pode usar as informações de diversos instrumentos, como os 3 inerciais, GPS e/ou nav aids
 - O importante é que a informação nunca advém de um único tipo de sistema, ela é sempre cross-checada

<https://www.youtube.com/watch?v=yN9NafwGOtk&app=desktop>

1:05 até 2:20

Como é a operação do FMS?

- Alguns procedimentos:
 - Atualizar a base de dados de navegação
 - Determinar a localização da aeronave
 - Informações sobre a rota a ser navegada
 - Inserção de origem/destino, uso do ATIS para saber as pistas em uso e NOTAMs, database atualizada com as cartas de navegação (SID, STAR, -L, -H etc) vigentes

<https://www.youtube.com/watch?v=yN9NafwGOtk&app=desktop>

2:20 até 6:00

Como é a operação do FMS?

- Alguns procedimentos:
 - Atualizar a base de dados de navegação
 - Determinar a localização da aeronave
 - Informações sobre a rota a ser navegada
 - Dados de performance
 - Informações de peso (load sheet), vento, altitudes de cruzeiro e de transições, temperatura (ISA), uso dos motores (derate), cálculo de velocidades de decolagem, ETA

<https://www.youtube.com/watch?v=yN9NafwGOtk&app=desktop>

6:30 até 9:50 e 13:40 até o fim

Como é a operação do FMS?

- Com base nas informações inseridas, a depender de sua programação, o FMS é capaz de traçar automaticamente uma rota inteira, tanto no perfil vertical (VNAV), como lateral (LNAV), considerando até mesmo restrições segundo as cartas de navegação
- Como o FMS é constantemente atualizado com informações de muitos sistemas aviônicos, assim como também tem autoridade para solicitar atuação das superfícies de controle, ele é capaz de realizar toda a navegação da aeronave (RNAV); e o faz de maneira (quase) ótima, aliviando grandemente a carga de trabalho dos pilotos
- É claro que o FMS depende de constante gerenciamento dos pilotos e pode ser prontamente modificado (FCU ou mesmo MCDU). Também cabe notar que pode ser uma opção da tripulação em selecionar modos específicos de trabalho do equipamento (por exemplo, que ele exerça as funções laterais, apenas)

Como é a operação do FMS?

- Portanto, habitualmente, uma vez que o FMS esteja setado, o piloto humano realiza o procedimento de decolagem e já a cerca de 500 ft ativa o piloto automático em modo RNAV, sendo assim, a aeronave realizará toda a rota, até praticamente o *callout* de “*minimums*”, quando o humano assume novamente o comando e realiza o toque

<https://www.youtube.com/watch?v=zGpUK2hIZUQ>

Decolagem seguida de acionamento do AP (15:15 até 16:20)

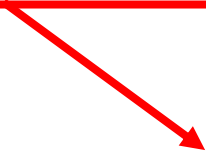
<https://www.youtube.com/watch?v=2lQlnCY2F-8>

3:50 (check via rádio do plano de voo, papel do plano, check de load) – 5:40 (check do FMS) – 13:45 (decolagem) – 14:20 (AP on) – 25:45 (AP off)

- FMS – Flight Management System
- Fly-by-wire
- Tendências futuras na interação humano-máquina
- CRM – Crew Resource Management

- Algumas definições:
 - “Aircraft where the **pilot's control commands** are processed by a **computer** and sent to the **flight control** surface actuators with **electrical rather than mechanical signals**. FBW technology primarily includes Feedback Control Systems and Control Laws.”
 - “System whereby the **movement** of an aircraft's control stick is **sensed and converted into digital electronic signals**.”
 - “Replacement of mechanical operation devices by electrical signals. The necessary force or torque is generated on the spot and is not transferred.”
 - “The use of electrical signals to connect the pilot's control devices with the aircraft control surfaces; or the use of electrical control connections with no mechanical backup linkages and providing the pilot direct control of aircraft motion rather than control surface position.”
 - “Fly-by-wire is a means of computer-aided aircraft control.”

- De forma simplificada, ao sistema que realiza eletronicamente essa análise de estado do veículo e atua hidraulicamente nas superfícies de comando, seja por inputs do piloto automático ou do piloto humano, dá-se o nome de Fly-by-Wire
- Dentre as funções desse sistema, transversal a todos os outros sistemas da aeronave, estão a emulação da sensibilidade de comando aos pilotos humanos e, principalmente, as proteções de envelope



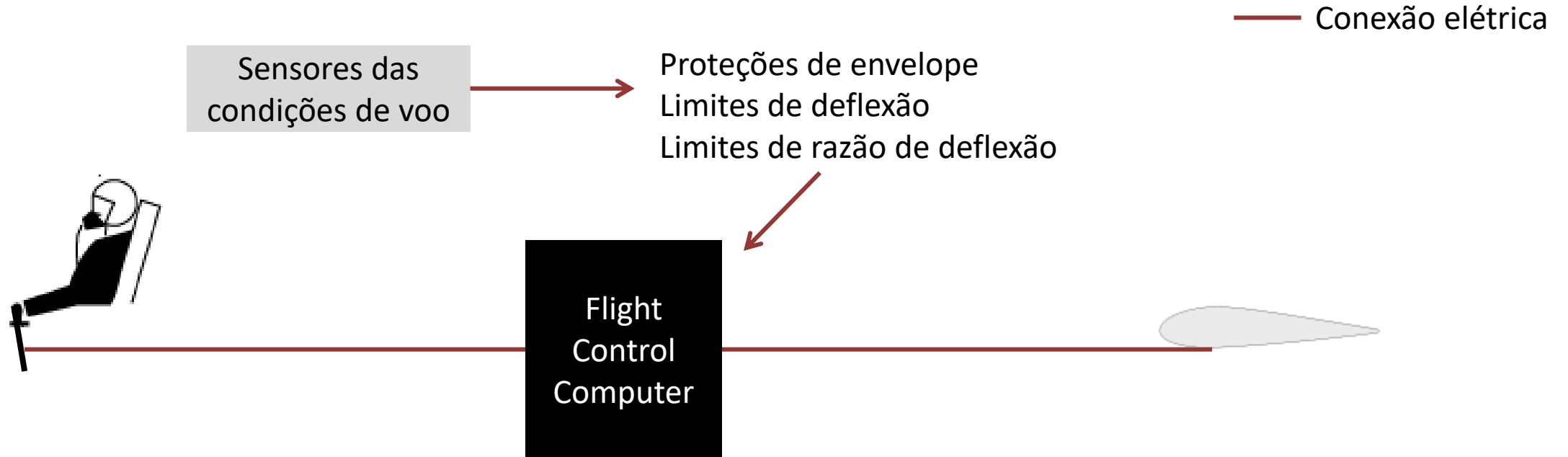
Com base no estado total da aeronave, algumas entradas de comando que gerariam movimentos além dos limites de segurança da aeronave podem ser limitados ou mesmo impedidos

- Comando convencional

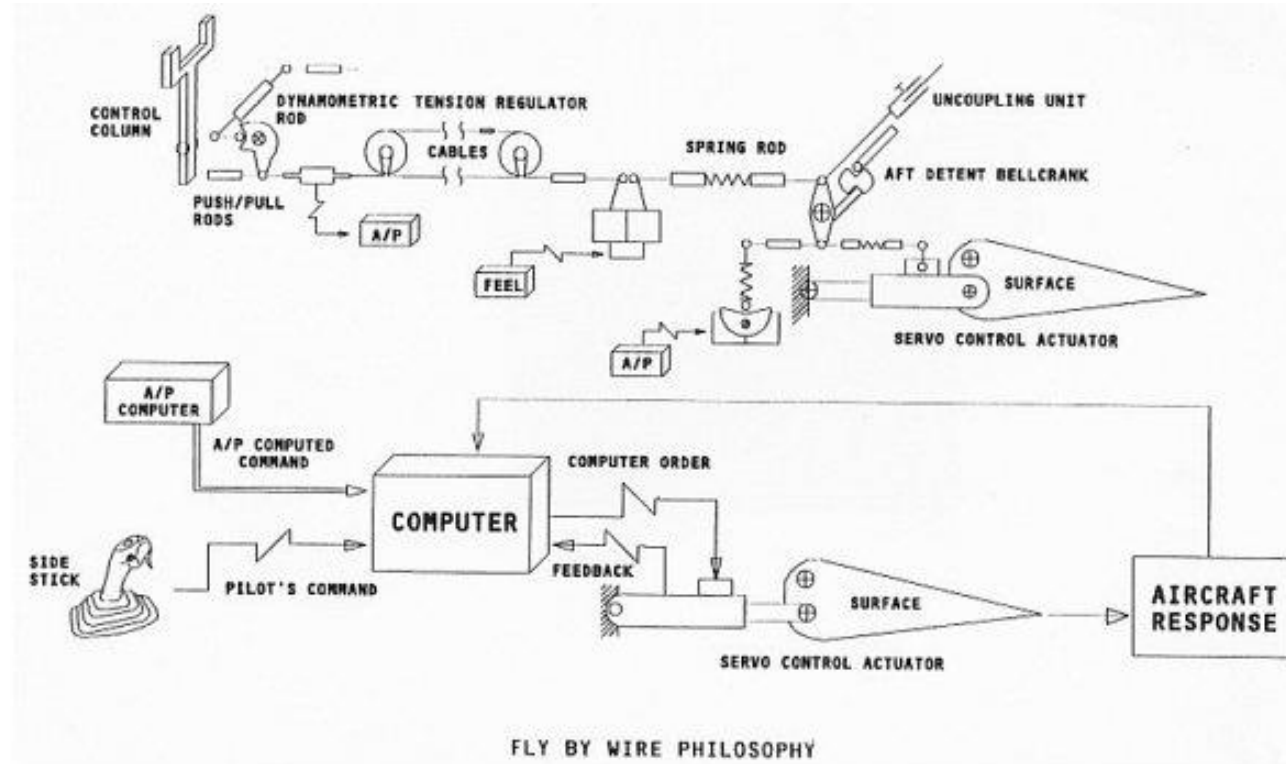
— Conexão mecânica

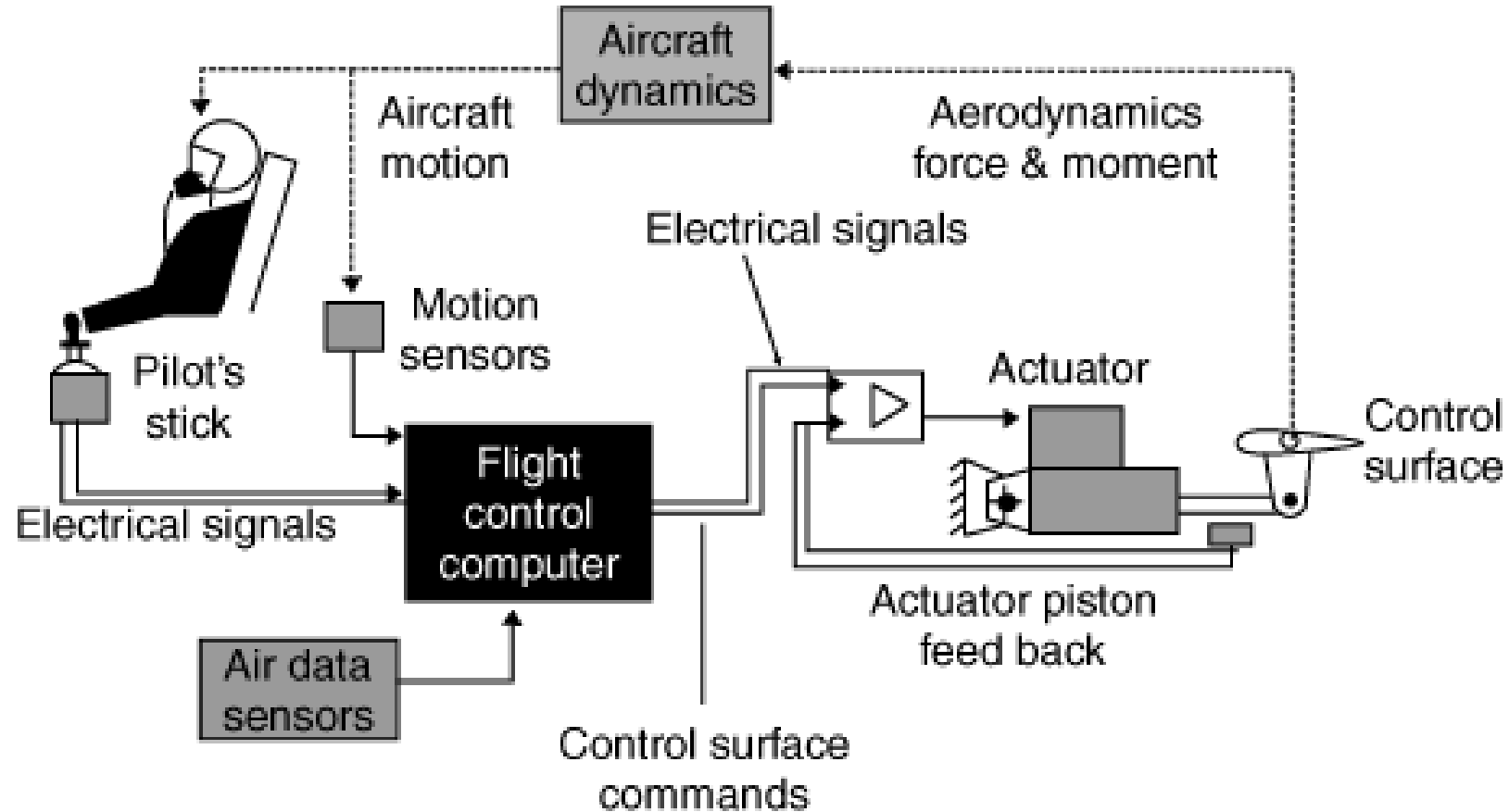


- Comando Fly-by-wire (representação MUITO simplificada)



- Comparativo:





- Vantagens:
 - Redução de peso devido a eliminação da conexão mecânica.
 - Controle digital possibilita a utilização de algoritmos complexos como leis de controle.
 - Maior manobrabilidade, resposta mais rápida e precisa.
- Desvantagens:
 - Discretização dos sinais enviados aos atuadores.
 - Discretização dos sinais proveniente dos sensores: problema de aliasing.
 - Introdução de atrasos: amostragem, tempo de processamento, filtros.
 - Necessidade de redundância.
- Vantagens mais significativas que desvantagens!

- O FBW afeta mesmo a segurança?

1 Early commercial jets
From 1952
 Dials & gauges in cockpit. Early auto-flight systems
 Comet, Caravelle, BAC-111, Trident, VC-10, B707, B720, DC-8, Convair 440/580



Caravelle

2 More integrated auto-flight
From 1964
 More elaborate auto-pilot and auto-throttle systems
 Concorde, A300, Mercure, F28, BAe146, VFW 614, B727, B737-100 & -200, B747-100/200/300/SP, L-1011, DC-9, DC-10



A300B2

3 Glass cockpits & FMS
From 1980
 Electronic cockpit displays, improved navigation performance and Terrain Avoidance Systems, to reduce CFIT accidents
 A300-600, A310, Avro RJ, F70, F100, B717, B737 Classic & NG/MAX, B757, B767, B747-400/-8, Bombardier CRJ, Embraer ERJ, MD-11, MD-80, MD-90



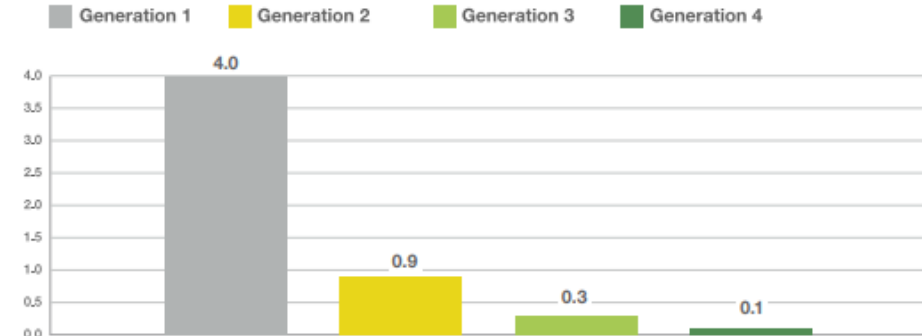
A300-600

4 Fly-By-Wire
From 1988
 Fly-By-Wire technology enabled flight envelope protection to reduce LOC-I accidents
 A220, A318/A319/A320/A321, A330, A340, A350, A380, B777, B787, Embraer E-Jets, Sukhoi Superjet

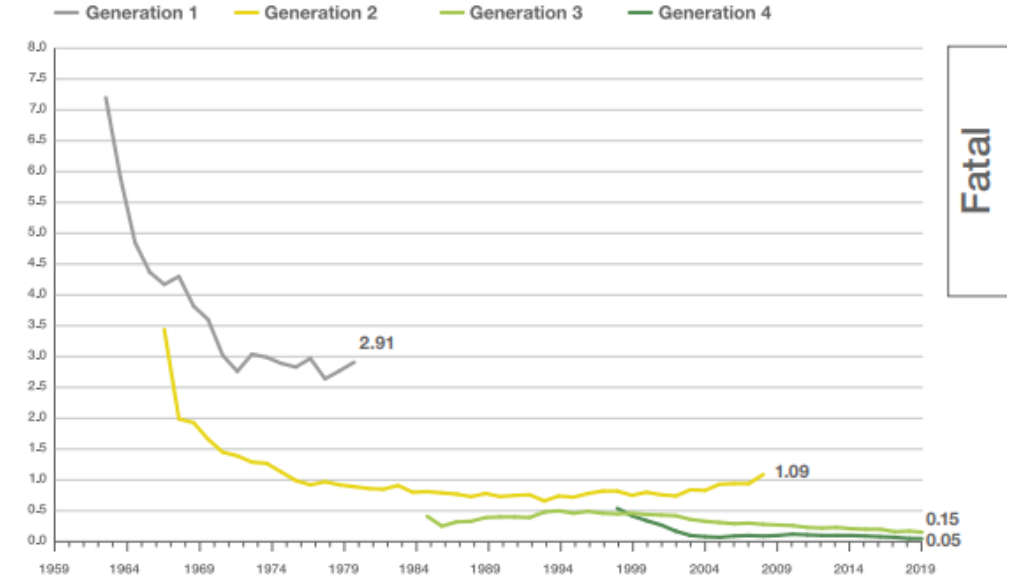


A350 XWB

Fatal accident rate (per million flights) per aircraft generation 1958-2019



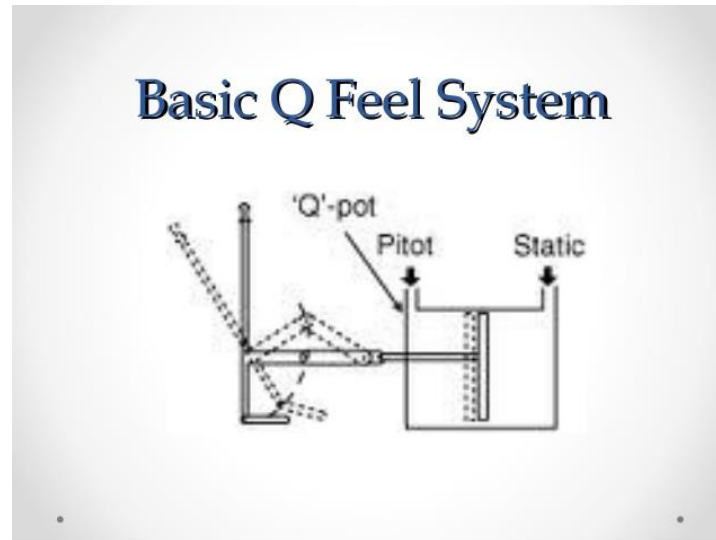
10 year moving average fatal accident rate (per million flights) per aircraft generation



- **Control Load**
- Fornecem ao piloto a carga no comando de voo durante a pilotagem
- Também conhecido como feedback force ou artificial feel
- Dois tipos principais:
 - Spring load
 - 'Q' feel system

- **Control Load**
- Spring Load
- Sistema de massas e molas que aumentam a carga do comando conforme aumenta o fator de carga
- Requisito “force per g”
- Cumpre requisito, mas pode não representar bem a força real nos comandos

- **Control Load**
- 'Q' Force System
- Sistema que permite que a carga seja proporcional à velocidade da aeronave (carga aerodinâmica)

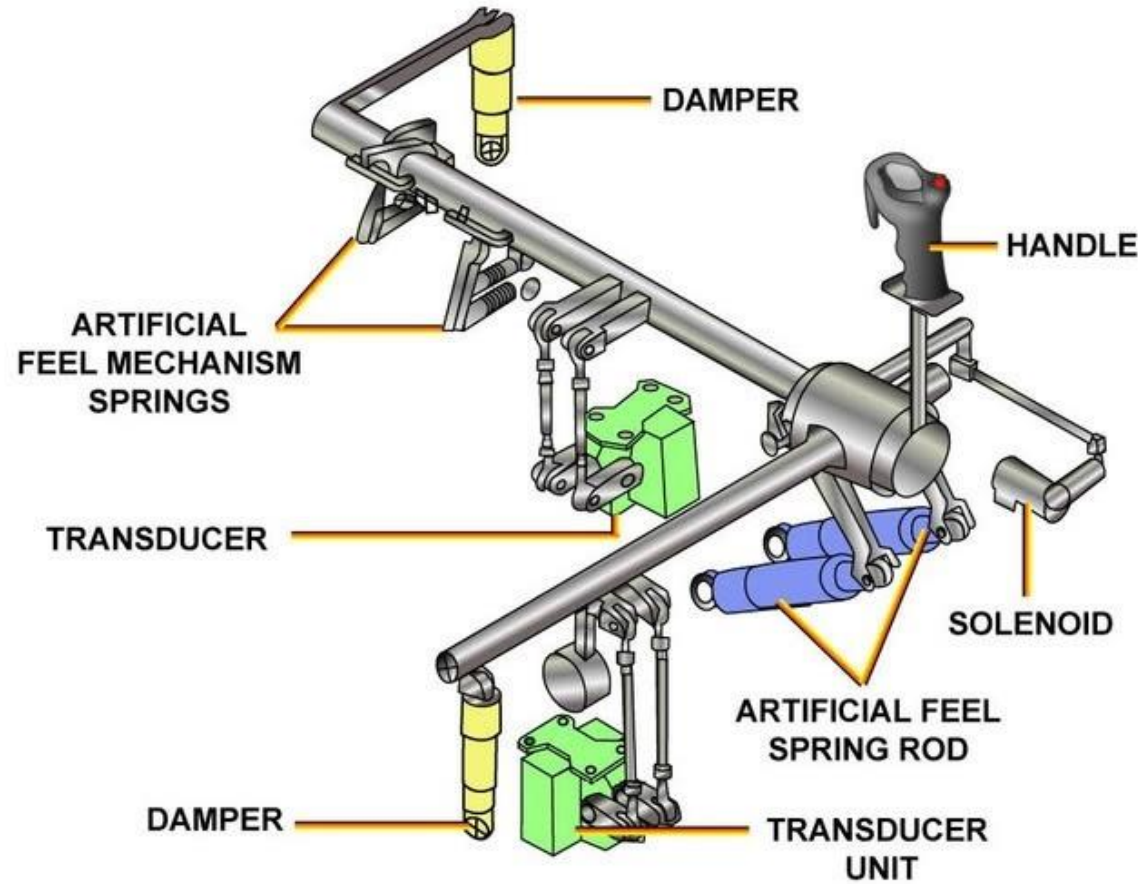


- Control Load
- 'Q' Force System
- Posteriormente surgiram sistemas eletrônicos integrados com os sensores de velocidade e altitude



- **Control Load**
- 'Q' Force System
- Inicialmente esse tipo de sistema agregava a carga no comando por sistema hidráulico
- Posteriormente passaram a ser usados motores elétricos para desempenhar essa função, por serem mais baratos, mais leves e com resposta mais rápida

- Control Load
- 'Q' Force System



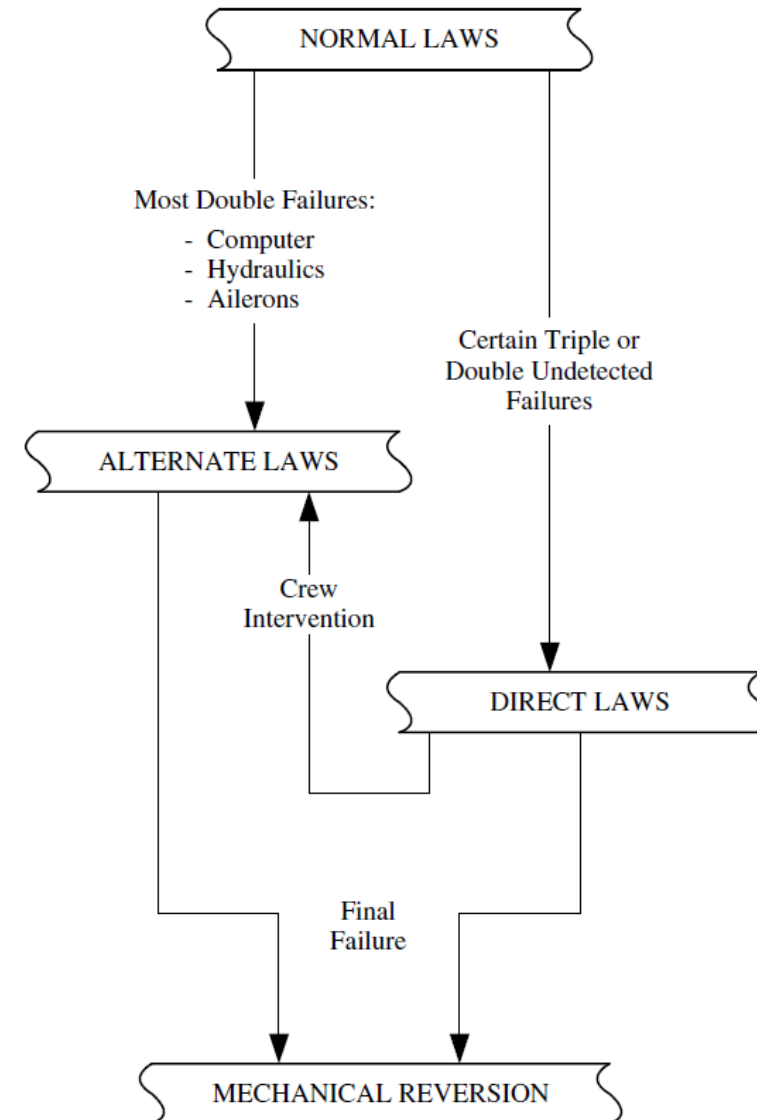
• Leis de Controle FBW

Normal laws: Provision of basic control laws with the addition of coordination algorithms to enhance the quality of handling and protection to avoid the exceedance of certain attitudes and attitude rates. Double failures in computing, sensors or actuation power channels will cause reversion to the Alternate mode

Alternate laws: Provision of the basic control laws but without many of the additional handling enhancement features and protection offered by the Normal mode. Further failures cause reversion to the Mechanical mode

Direct laws: Direct relationship from control stick to control surface, manual trimming, certain limitations depending upon aircraft CG and flight control system configuration. In certain specific cases crew intervention may enable re-engagement of the Alternate mode. Further failures result in reversion to Mechanical

Mechanical reversion: Rudimentary manual control of the aircraft using pitch trim and rudder pedals to facilitate recovery of the aircraft electrical system or land the aircraft as soon as is practicable



- **Atuação em condição de emergência**
- A grande rede de informações que abastece o piloto automático, em conjunto com as especificidades de sistemas Fly-by-Wire permite que as proteções atuem mesmo em condições fora da normalidade
- Nesses casos, há diversos modos de proteção, sendo que eles não se “desarmam” subitamente, mas gradativamente caem de modos de maneira que algumas das funcionalidades e proteções ainda estejam presentes

- **Atuação em condição de emergência**
- Comparativo filosofia Boeing x Airbus

Exemplos

Airbus

Modo normal: conta com 5 tipos de proteções

- Pitch attitude
- Load factor limitations
- Speed
- Angle of Attack (AoA)
- Bank angle

- Atuação em condição de emergência
- Comparativo filosofia Boeing x Airbus

Exemplos

Airbus

Modo normal

└→ Modo alternado: há 2 tipos

ALT 1: ativa-se, por exemplo, com a perda de informações de um dos tubos de pitot

- Pitch attitude
- Load factor limitations
- Speed
- Angle of Attack (AoA)
- Bank angle

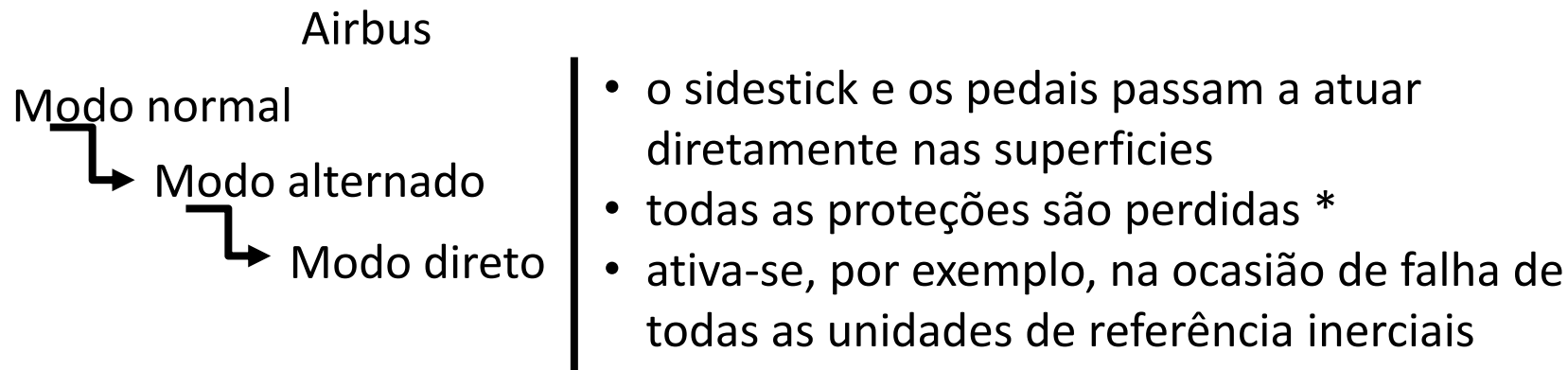
ALT 2: ativa-se, por exemplo, na ocasião de falha de todos os motores

- Pitch attitude
- Load factor limitations
- Speed
- Angle of Attack (AoA)
- Bank angle

As funções podem não ser completamente perdidas, mas ficam limitadas

- **Atuação em condição de emergência**
- Comparativo filosofia Boeing x Airbus

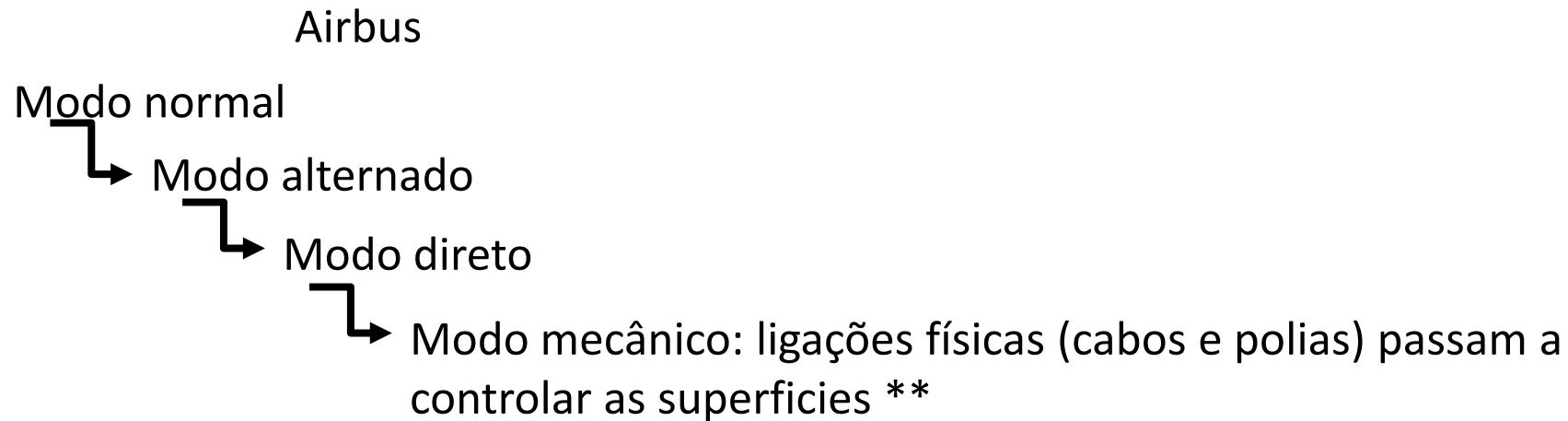
Exemplos



* Mais precisamente, as superfícies de controle ainda podem ter suas deflexões máximas limitadas a depender da condição de CG da aeronave

- **Atuação em condição de emergência**
- Comparativo filosofia Boeing x Airbus

Exemplos



** Algumas aeronaves, como o A350, já não contam com esse modo

- **Atuação em condição de emergência**
- Comparativo filosofia Boeing x Airbus

Exemplos

Boeing

Modo normal: proteções

- Pitch attitude
- Speed (low and high)
- Angle of Attack (AoA)
- Bank angle
- Turn compensation
- Stability augmentation
- Thrust asymmetry compensation

- **Atuação em condição de emergência**
- Comparativo filosofia Boeing x Airbus

Exemplos

Boeing

Modo normal



Modo secundário

- similar ao modo alternate da Airbus
- nem todas as proteções ficam disponíveis
- ocorre, por exemplo, na ocasião de dados inerciais duvidosos

- **Atuação em condição de emergência**
- Comparativo filosofia Boeing x Airbus

Exemplos

Boeing

Modo normal

└─> Modo secundário

└─> Modo direto: os comandos do piloto não são mais processados por computadores, portanto, “o que o piloto comandar, o avião faz”

- **Atuação em condição de emergência**
- Comparativo filosofia Boeing x Airbus

Exemplos

Boeing

Modo normal

↳ Modo secundário

↳ Modo direto

↳ Modo mecânico: ligações físicas entre dispositivos de commando e superfícies de controle

- FMS – Flight Management System
- Fly-by-wire
- Tendências futuras na interação humano-máquina
- CRM – Crew Resource Management

- Com tantas funcionalidades, o afastamento dos pilotos do loop de controle passa a ser tão grande que em situações em que o piloto automático, seja qual for o motivo, alcança limitações que o impedem de controlar a aeronave, o comando chega ao piloto humano de modo tão degradado que este também não consegue controlar o veículo (AirFrance 447)
- Inaugura-se, assim, o conceito de um acidente conhecido como “Perda de Controle em Voo” (LOC-I)

- Como forma de tentar aumentar a consciência situacional da tripulação, “reintroduzir” o piloto no loop de controle e elevar os patamares de segurança de voo, inclusive na tentativa de reduzir ocorrência LOC-I, discute-se na atualidade a possibilidade de incorporação de novos instrumentos na cabine de comando.

- Exemplos:

Indicador de ângulo de ataque



FONTE: FAA-H-8083-25B (2016)



FONTE: airfactsjournal.com

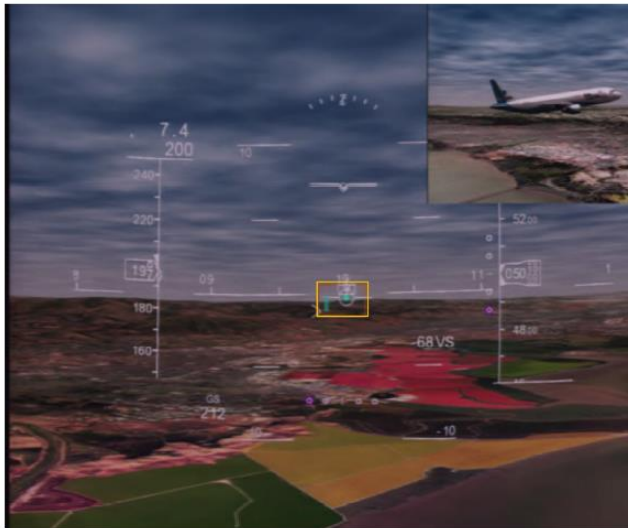


FONTE: flaps2approach.com

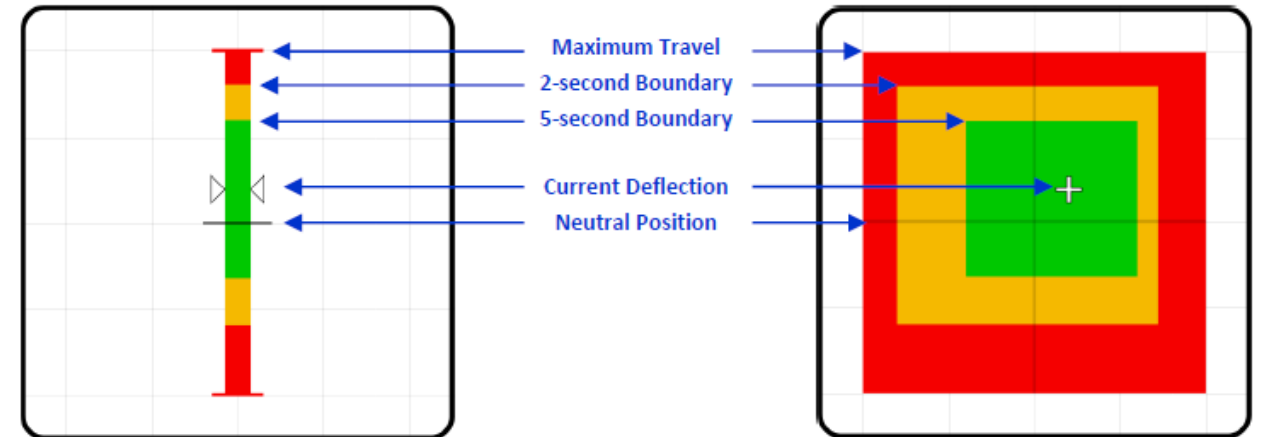
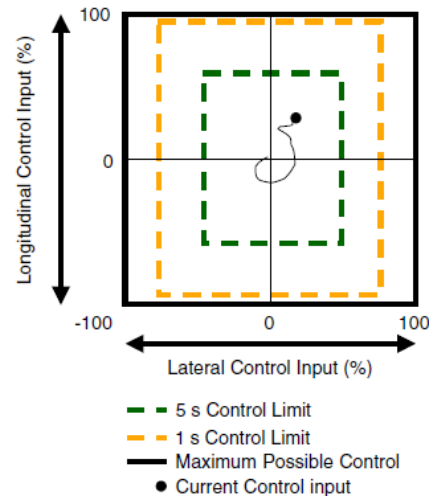
- Como forma de tentar aumentar a consciência situacional da tripulação, “reintroduzir” o piloto no loop de controle e elevar os patamares de segurança de voo, inclusive na tentativa de reduzir ocorrência LOC-I, discute-se na atualidade a possibilidade de incorporação de novos instrumentos na cabine de comando.

- Exemplos:

Envelopes do uso de comando de voo



FONTE: Stepanian, V. et al. (2016)
doi.org/10.2514/1.G001731



FONTE: Rafi, M. et al. (2017)
doi.org/10.2514/6.2017-1716

- Como forma de tentar aumentar a consciência situacional da tripulação, “reintroduzir” o piloto no loop de controle e elevar os patamares de segurança de voo, inclusive na tentativa de reduzir ocorrência LOC-I, discute-se na atualidade a possibilidade de incorporação de novos instrumentos na cabine de comando.
- Exemplos:

Indicadores de “o que fazer”

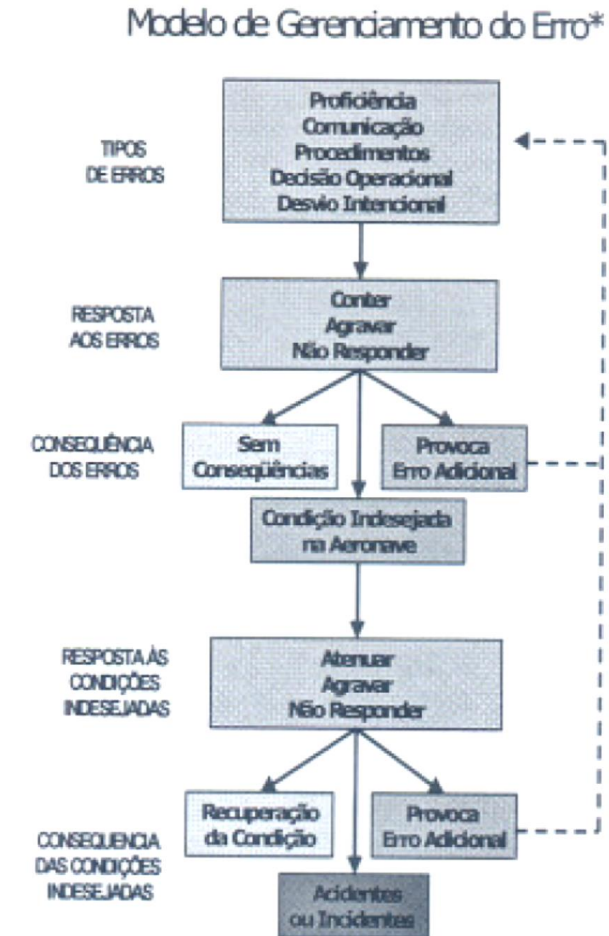


FONTE: Richerds, N. D. et al. (2018)
doi.org/10.2514/6.2018-1864

- FMS – Flight Management System
- Fly-by-wire
- Tendências futuras na interação humano-máquina
- CRM – Crew Resource Management**

- CRM (Crew Resource Management) é o uso eficaz de recursos para diminuir a incidência de erros humanos em aviação
- Não substitui conhecimento técnico ou habilidades básicas de voo
- Não é mudança de personalidade
- Não diminui a autoridade do comandante
- Não se baseia em democracia
- Não significa “boas maneiras” na cabine
- Não é recurso secundário ou de emergência: é atitude contínua

- Gerenciamento de erros e ameaças
- Parte do princípio de que erros acontecem e são inevitáveis
- Evita a personificação do erro, interessando-se na administração do mesmo
- O erro não causa acidentes. Suas consequências é que causam, e devem portanto ser administradas
- O modelo apresentado ao lado mostra a distância entre um erro e um acidente



FONTE: adaptado de
code7700.com

* Model of Error, Robert Helmreich

- **Comunicação**
- Problemas possíveis da comunicação:
- Barreiras:
 - Desnível de autoridade
 - Supor que não há necessidade de falar
 - Comunicar em apenas uma direção
 - Mensagens confusas
 - Não fazer perguntas
 - Não ouvir
- Filtros:
 - Estar com ideia formada
 - Reação treinada
 - Competição
 - Estar pensando algo diferente
 - Estar falando
 - Achar que a visão dos outros não serve
 - Filtros situacionais: ruído, distração, gírias, estresse, etc.

- **Comunicação**
- Aspectos de comunicação:
 1. Briefing

Deve definir o que vai ser feito e estabelecer o tom do trabalho em equipe
 2. Indagação

O bom tripulante não tem receio de fazer perguntas e esclarecer dúvidas
 3. Assertividade

Faça com que seus pensamentos e sentimentos sejam conhecidos e defenda o seu ponto de vista até estar convencido pelos fatos de que sua posição não está correta

- **Comunicação**
- Aspectos de comunicação:

4. Saber ouvir

Seja um ouvinte ativo. Ouvir não é uma atitude passiva. Deve ser dado um feedback com outra pergunta, concordando, cotejando ou discordando

5. Resolução de conflitos

Conflitos na cabine não são necessariamente ruins, mas deve ser mantido apenas em assuntos da cabine. É importante concentrar-se em O QUÊ está correto e não em QUEM está correto

6. Crítica e feedback

O tripulante deve desenvolver sua capacidade de dar e receber críticas construtivas

- **Formação e Manutenção de Equipe**

- Ciclo de vida da tripulação:

Antes da chegada – experiências anteriores influenciam no desempenho durante o voo

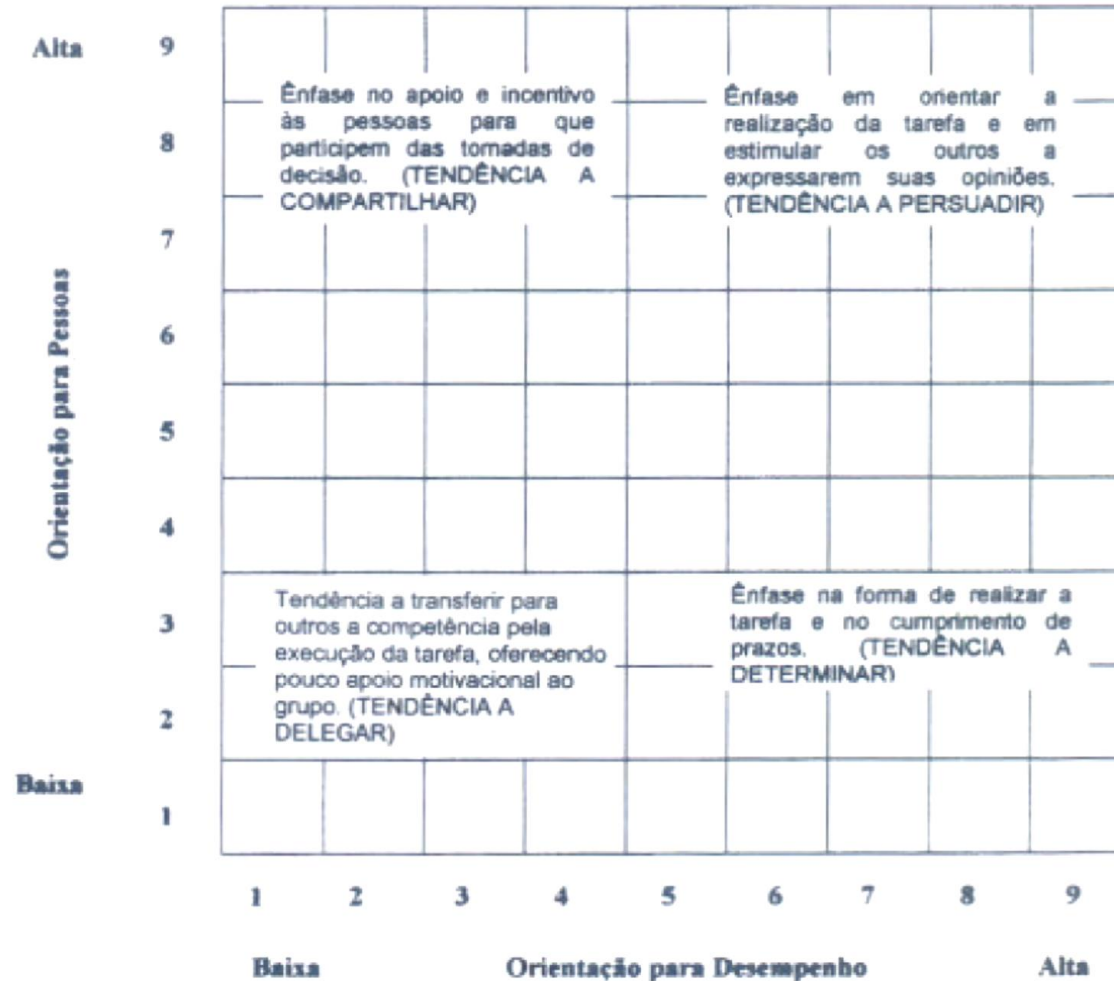
Formação da tripulação – durante briefing ou início das atividades

Execução da tarefa – pré-voo, voo e execução de relatório

Dissolução da tripulação – após a atividade a experiência adquirida influencia atividades futuras

- As responsabilidades do voo e dos resultados são da tripulação, e não de um ou outro membro, ainda que cada um tenha suas próprias atividades

- Formação e Manutenção de Equipe
- Estilos de Liderança



Determinar o estilo de cada um e utilizar de forma apropriada é benéfico para o desempenho da tripulação

FONTE: adaptado de vitalsparkconsultancy.co.uk

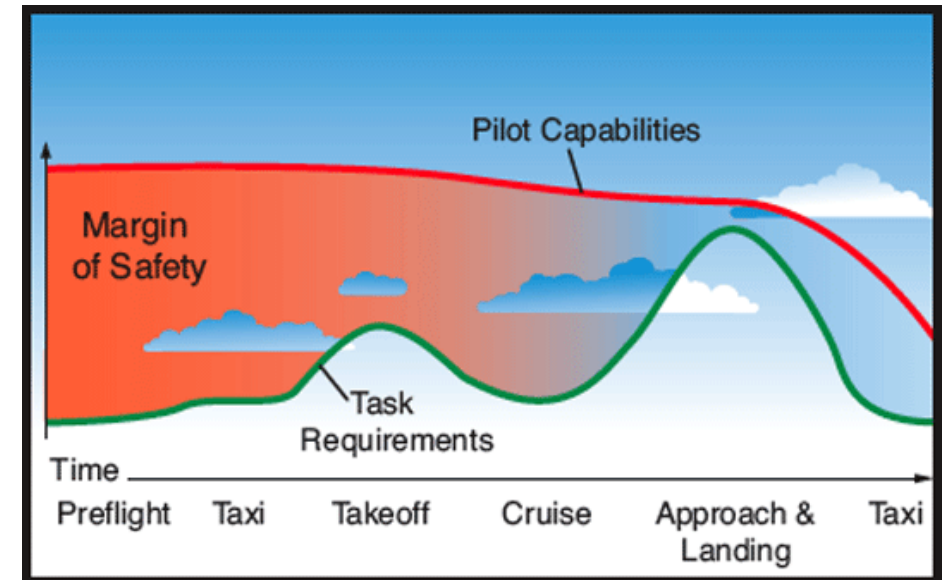
- **Consciência Situacional e Gerenciamento da Carga de Trabalho**
- Consciência situacional – Percepção precisa dos fatores que afetam a aeronave e sua tripulação
- Influencia fortemente a segurança do voo. Quanto maior a CS da tripulação, mais seguro é o voo
- Cabe ao 1P reconhecer a contribuição de cada membro da tripulação e prover um clima onde todos possam contribuir
- Cabe à tripulação contribuir com o 1P

- **Consciência Situacional e Gerenciamento da Carga de Trabalho**
- Cadeia de erros – indícios da perda da CS:



- Falha em atingir as metas
- Uso de procedimento não documentado
- Descumprimento de procedimento padrão
- Violação dos mínimos
- Ninguém pilotando a aeronave
- Ninguém olhando para fora
- Comunicação
- Ambiguidade
- Discrepâncias não resolvidas
- Fixação ou preocupação
- Confusão ou sentimento de vazio

- **Consciência Situacional e Gerenciamento da Carga de Trabalho**
- Cadeia de erros – indícios da perda da CS:
 - Estresse
 - Curva de estresse
 - Inexperiência
 - Distração
 - Conflito interpessoal
 - Falta de reação do outro tripulante
 - Fadiga
 - Complacência
- A carga de trabalho, quando mal gerenciada, pode afetar a CS. Portanto, as atividades devem ser bem divididas e cada membro da tripulação deve estar ciente da sua função a bordo



FONTE: reviewbeforeflight.com

- **Processo decisório aeronáutico**
- Processos adequados para tomada de decisão NÃO são subprodutos de experiência de voo, e sim de capacidade de julgamento
- As decisões não devem ser tomadas instintivamente, e sim racionalmente
- Foi criado um “balizador” para tomada de decisões, conforme segue:
 1. Reconhecer uma necessidade
 2. Identificar um problema claramente
 3. Reunir toda informação disponível
 4. Identificar as alternativas possíveis
 5. Executar a ação
 6. Acompanhar os resultados

- **Considerações Finais Sobre CRM**
- O CRM é uma ferramenta que auxilia tripulações a realizar atividades aeronáuticas com melhor desempenho e segurança
- Deve-se levar a sério esses conceitos e aplicá-los no dia-a-dia
- CRM não é um recurso pontual, e sim uma atitude contínua