

Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica

Seminário de Grandes Modificações (HST) Sistemas Atuais e Procedimentos

Setembro de 2009

CNS-ATM: Conceitos e Tecnologias

Palestrante: Alfredo Baganha Teixeira

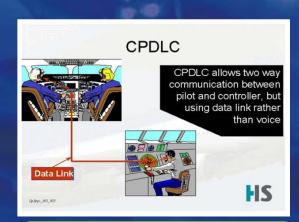


- Engenheiro Eletricista Eletrônico, UNIVAP São José dos Campos SP, 1996.
- Bacharel em Direito, UNIVAP São José dos Campos SP, 2005.
- 28 anos de experiência em projeto, desenvolvimento, ensaios, integração, certificação e suporte técnico na EMBRAER.
- RCE Categoria Sistemas Especiais: EMI/HIRF and Lightning Protection.
- Integrador do EFTC Embraer Fleet Technical Center –Turboélices, 2007 a 2008.
- Líder Técnico Sistemas Elétricos Programas 170/190 da Embraer, 2004 a 2006.
- Engenheiro de Desenvolvimento de Laboratórios para Ensaios de Sistemas Aviônicos Embarcados, na ELBIT, em Israel, 1997 e 1998.
- Sistemas Aviônicos Digitais, pela UCLA University of California EUA, 1999.
- Especialização em Segurança de Vôo e Integridade do Produto, Embraer, 2005.
- Instrutor do Curso de Ensaios em Vôo do CTA/AEV, 1998/2000.
- Atualmente é engenheiro de sistemas eletro-eletrônicos da DCA-BR.

CNS/ATIVI: Conceitos e Tecnologias



Navigation



Communications







Surveillance

Air Traffic Management

Objetivo





Apresentar à audiência os Conceitos e as Tecnologias empregados no Sistema CNS/ATM

Roteiro



- Introdução
- Histórico
- Sistemas CNS-ATM: NextGen e SESAR
- Communications: HF, VHF, VDL, ACARS, SATCOM, CPDLC, ATN
- Navigation: VOR, DME, ILS, GNSS, SBAS, GBAS, INS, FMS, RVSM, RNAV, RNP, PBN, RTA, CDA
- Surveillance: Radar, SSR, ADS-B, ADS-C
- Air Traffic Management: TERPS (LNAV, LNAV/VNAV, LPV, GLS), Air Traffic Flow Control
- O CNS-ATM no Brasil
- Sistemas necessários
- Conclusão



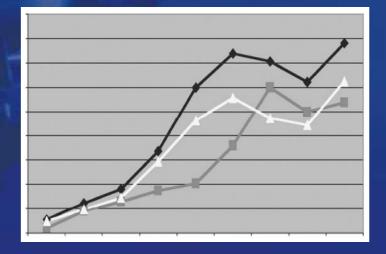
<mark>Introduçã</mark>o





Existe uma demanda crescente por serviços de tráfego aéreo, tanto para operações programadas (comerciais), como não programadas (fretamento, taxi aéreo, executiva).

Necessidade de otimizar e melhorar a capacidade operacional do sistema ATC atual frente a essa demanda crescente.



<mark>Introdução</mark>



Sistema ATC atual baseia-se em auxílios de navegação terrestres, RADAR e comunicação por voz, que já não atendem satisfatoriamente à demanda atual e futura.





Reavaliação dos conceitos operacionais como parte das soluções para aprimoramento do sistema ATC atual, frente a essas necessidades.

Introdução



O Conceito CNS/ATM (Communications, Navigation, Surveillance / Air Traffic Management), foi definido pela OACI, para revolucionar o sistema ATC atual, com base no desenvolvimento de novas tecnologias.



O novo conceito deverá propiciar tecnologias capazes de resolver questões como: congestionamento de tráfego, atrasos, falhas nas coberturas de áreas oceânicas e/ou remotas, otimização de rotas e procedimentos, e falhas nas comunicações por rádio, com eficiência e segurança.

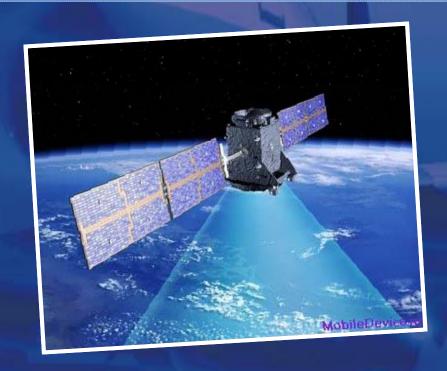
Introdução



- No contexto global, diversas tecnologias de satélites para navegação deverão compor o novo conceito, com a denominação de GNSS (*Global Navigation Satellite System*).
- As principais constelações de satélites envolvidas são:
 - ✓ A americana GPS (Global Positioning System);
 - ✓ A russa GLONASS (GLObal'naya NAvigatsionnaya Sputnikovaya Sistema);
 - ✓ A européia **GALILEO**;
 - ✓ A chinesa **BEIDOU**;
 - ✓ Outras (japonesa e indiana fase embrionária).

Introdução





Dessas constelações, apenas a americana GPS está em plena capacidade de operação atualmente.

Ainda no contexto tecnologia, incluem-se também àquelas relacionadas aos satélites de comunicação (ATN – *Aeronautical Telecommunication Network*), bem como auxílios terrestres e sistemas autônomos.

<mark>Introduçã</mark>o





A principal meta a ser atingida com a implantação deste conceito é a otimização da utilização do espaço aéreo, ocupando espaços ociosos, reduzindo percursos e separação entre aeronaves, agilizando processos e aprimorando as comunicações, com precisão e segurança.

Esses conceitos e tecnologias são objetos desta apresentação.





- O Sistema ATC mundial ainda usa componentes definidos nos anos 40, seguindo a Convenção de Chicago de 1944, a qual deu origem à criação da OACI.
- Em 1983, a OACI estabeleceu um Comitê Especial para estudo dos Sistemas Futuros de Navegação Aérea (FANS Future Air Navigation Systems).
- Comitê FANS Fase 1 → Definição dos conceitos.
- Comitê FANS Fase 2 -> Plano de transição.
- 1988 Conclusão dos trabalhos do Comitê FANS.
- Em 1991 foi aprovado o Conceito CNS/ATM pela 10º Conferência de Naveção Aérea da OACI (ANC-10). Edição do Plano de Transição para os Sistemas CNS/ATM.



- Em 1998 foi aprovado o Plano Global de Navegação Aérea para os Sistemas CNS/ATM – Doc 9750.
- 2003 Aprovação do Conceito Operacional ATM Global Doc 9854 NA/458.
- Em 2006 foi disponibilizada uma nova edição do Plano Global de Navegação Aérea para os Sistemas CNS/ATM, revisada e contendo elementos para formulação de estratégias e metodologias necessárias para harmonização global Revisão do Doc 9750.



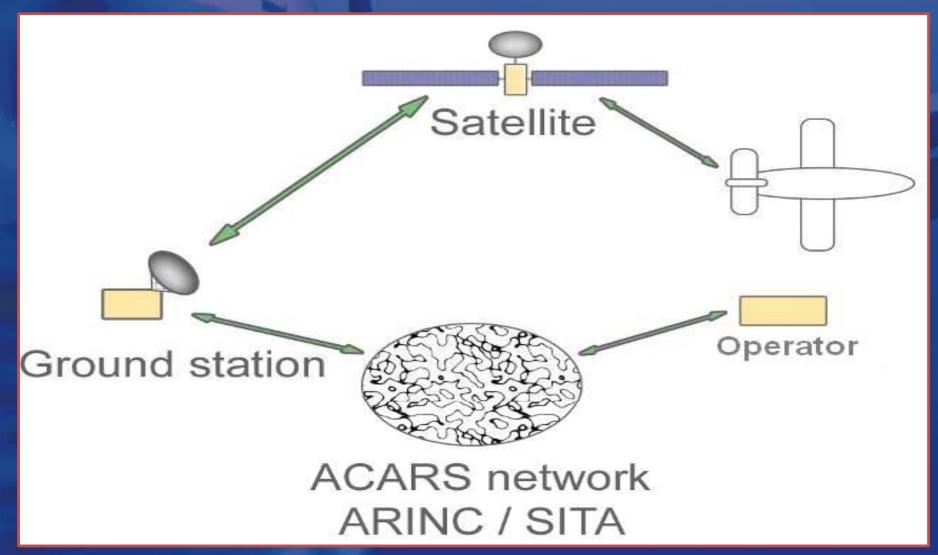


- No início dos anos 90s, a empresa Boeing anunciou a sua primeira geração de produtos FANS, denominada FANS-1.
- Em seguida a AIRBUS também disponibilizou uma solução semelhante, denominada FANS-A.
- Esses sistemas passaram a ser conhecidos como FANS-1/A. Atualmente são as únicas opções de comunicações por enlace de dados em tráfego oceânico.



O FANS-1/A utiliza o sistema ACARS já existente.







Atualmente, estão disponíveis serviços ATC para aeronaves equipadas com sistemas FANS-1/A, que operam em algumas regiões oceânicas, como no Atlântico Norte e também em alguns espaços aéreos domésticos, como na Austrália e MUAC (*Maastricht's Upper Airspace Centre*).



O MUAC é o responsável pelo controle do tráfego aéreo na região de BENELUX e noroeste da Alemanha, e provê também CPDLC utilizando um "gateway" que permite comunicação com FANS-1/A.





- As aeronaves Airbus A-380 e Boeing 787 possuem capacidade FANS 1/A ADS-C.
- O FANS é um sistema que permite troca de mensagens entre controlador e aeronave, via CPDLC, ADS, ACARS e etc.
- Componentes: HW, SW e ANSP.
- Capacidade para receber até 179 mensagens préformatadas e responder através de até 88 mensagens também pré-formatadas.
- Possibilidade de retransmissão de mensagens em formato de texto.



- Embora muitas deficiências conhecidas do FANS-1/A tenham sido resolvidas em versões mais recentes do produto (FANS-1/A+), o mesmo ainda não foi adotado totalmente para uso no espaço aéreo continental.
- O trabalho da OACI continuou, após o anúncio do FANS-1/A, com o desenvolvimento dos conceitos do CNS/ATM.
- O conceito CNS/ATM será baseado em sistemas de comunicações, navegação e vigilância a serem disponibilizados globalmente.





- ATM (Air Traffic Management) será o resultado da integração desses sistemas, provendo controle de tráfego aéreo, gerenciamento do espaço aéreo e gerenciamento do fluxo do tráfego aéreo.
- Concepção da rede de comunicações digital de dados ATN (Aeronautical Telecomunications Network), ainda não está disponível universalmente.
- No Brasil, a implantação do CNS/ATM está a cargo do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA).







Crescimento esperado no tráfego aéreo até 2020:

Europa triplo

Ásia quádruplo



O principal objetivo visado pelos conceitos CNS/ATM é o aumento da capacidade operacional através da utilização do espaço aéreo ocioso com segurança e eficiência.





CNS-ATM:

Communications,

Navigation

Surveillance

Air Traffic Management.

O sistema CNS-ATM é baseado em sistemas de comunicação globais (C), sistemas de navegação globais (N) e vigilância dependente automática (S). O gerenciamento do tráfego aéreo (ATM) é o resultado do uso desses sistemas integrados na provisão de serviços de tráfego aéreo (ATS).



Problemas Atuais:

- ✓ Limitações dos sistemas / tecnologia para ATM.
- Congestionamento dos aeroportos / espaços aéreos.
- Atrasos e custos crescentes.
- ✓ Problemas de segurança.
- ✓ Falta de cobertura global.
- Pressões diversas.
- Questões legais.
- ✓ Soberania dos Estados.







- Pressões econômicas Empresas aéreas:
 - Rotas mais diretas.
 - Escolha do perfil de voo preferido.
 - Redução consumo de combustível.
 - Redução de atrasos.
- Pressões ambientais Sociedade:
 - Redução da poluição sonora e atmosférica.
- Pressões por segurança Provedores de Serviço (ANSP):
 - Maior flexibilidade de uso do espaço aéreo.
 - Melhor capacidade de vigilância.
 - ✓ Melhor detecção de conflitos.







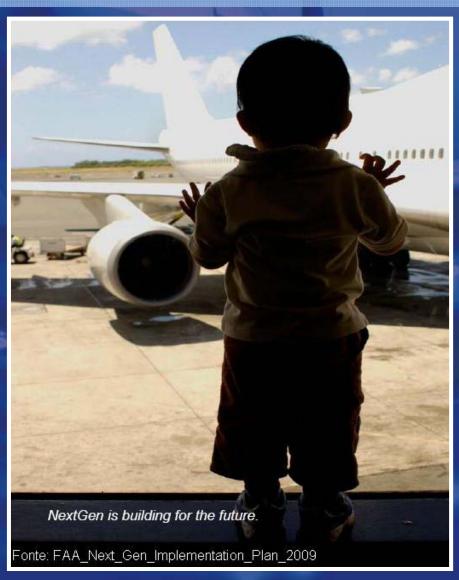




NextGen - Next Generation Air Transportation System

- Conceitos em elaboração pelo JPDO (Joint Planning and Development Office).
 - Baseado nos documentos "Vision-100" (Public Law Century of Aviation Reauthorization Act) de 2003 e NGATS Integrated Plan, de 2004.





NextGen - Envolverá:

- Aeronaves.
- Empresas.
- Procedimentos.
- Automação.
- Comunicações.
- Sistemas Ar/Terra.
- Instalações.
- Informática.
- Fatores Humanos.
- Vigilância.
- Clima.



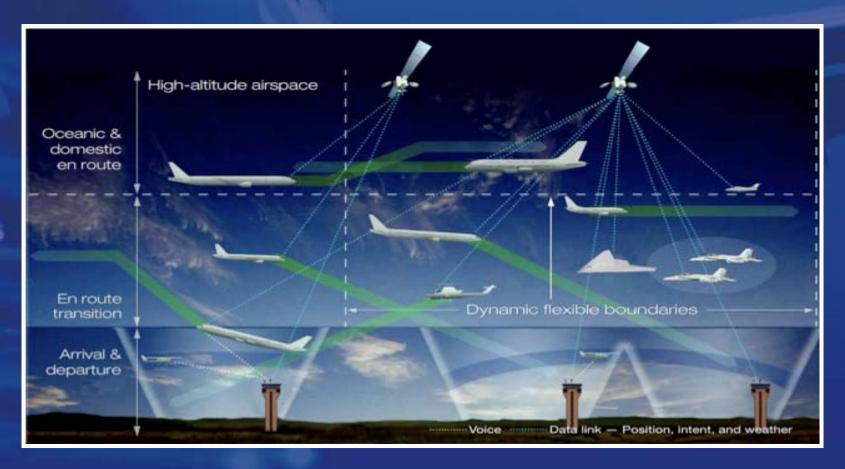
NextGen – Transições:

- Navegação e vigilância: de baseada em auxílios terrestres para baseada em satélites.
- Comunicações: de voz para enlace de dados digitais.
- Meteorologia: de sistema dissimilar e fragmentado para sistema único.
- Operações: de limitadas por visibilidade para em quaisquer condições climáticas ou topografia.

Até 2018 → Benefícios operacionais, econômicos, ambientais e de segurança



Meta 2025 → adoção de novos conceitos, tecnologias, redes, diretrizes políticas e modelos de negócios.



NextGen - Clima



Fonte: FAA_Next_Gen_Implementation_Plan_2009 Variações climáticas causam 70% dos atrasos. NextGen reduzirá os atrasos, aumentando a segurança e melhorando a eficiência, a capacidade e o desempenho de gerenciamento do tráfego.

SESAR - Single European Sky ATIVI Research Programme



"Certamente, o futuro está na navegação aérea e o desatio do presente raballar parato tit ctor Hugo,

SESAR - Single European Sky ATM Research Programme



- Espaço aéreo europeu é fragmentado, e cada vez mais congestionado.
- Serviços de navegação aérea e sistemas de apoio não estão totalmente integrados, e estão praticamente no limite de utilização.



EUROCONTROL → criada em 1960 com a missão de unificar o espaço aéreo das 6 nações fundadoras. Atualmente são 38 países membros.



SES – Single European Sky – lançado pela comissão européia em 1999 com a missão de reformar a arquitetura do gerenciamento de tráfego aéreo europeu (ATM).

EUROCONTROL – Países Membros



SESAR - Single European Sky ATIVI Research Programme



Pacote legislativo adotado pelo Parlamento Europeu e pelo Conselho de Transporte em 2004.



- SESAR Single European Sky ATM Research Programme – Consórcio de 30 empresas e 20 parceiros.
- SESAR visa eliminar a abordagem fragmentada da Gestão de Tráfego Aéreo Europeia (EATM), modificando seus sistemas, sincronizando as partes envolvidas e recursos federados.

SESAR - Single European Sky ATIV Research Programme



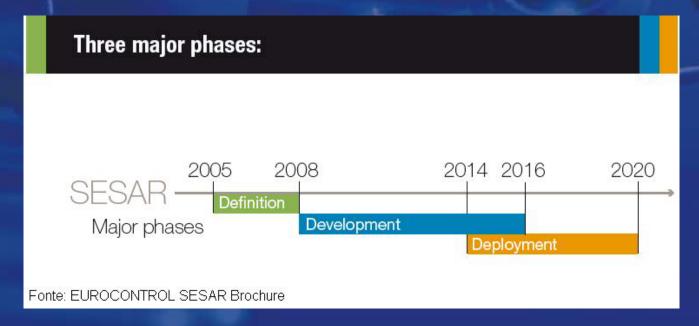


SESAR - Single European Sky ATM Research Programme



Fases Principais:

- ✓ Definição do Plano Mestre (2005-2008);
- ✓ Fase do Desenvolvimento (2008-2016);
- ✓ Fase do Desdobramento (2014-2020).



SESAR - Single European Sky ATM Research Programme



Benefícios Esperados:

- Produção de tecnologia, padrões e procedimentos para alcançar os objetivos de longo prazo do SESAR;
- Prover 3X mais capacidade ATM;
- ✓ Reduzir impacto ambiental em 10%.
- ✓ Melhorar a segurança em 10X;

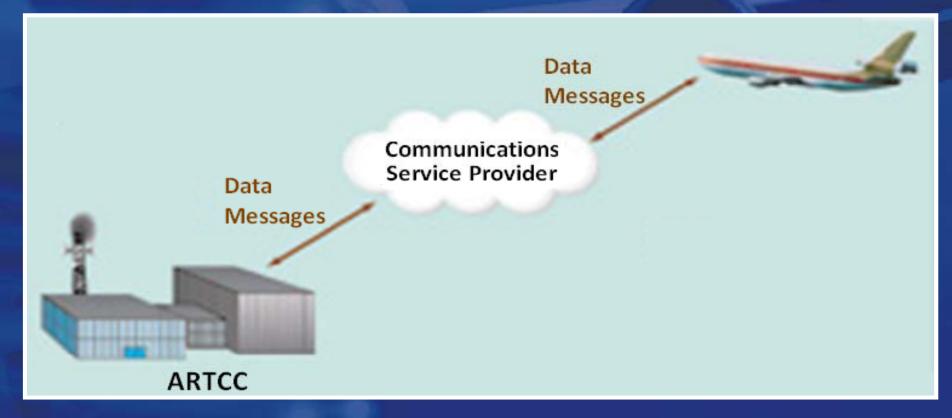






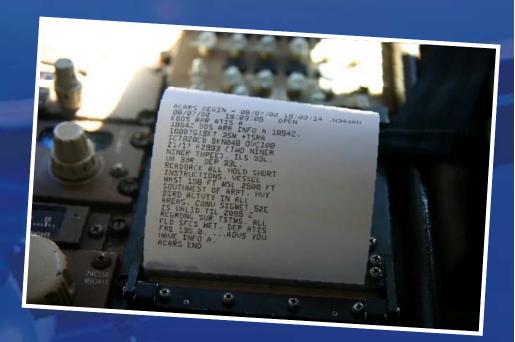


 Comunicação entre a aeronave e a estação de solo via enlace de dados digital.





- Permite impressão de mensagens.
- Permite troca direta de mensagens em formato texto.
- Melhoramento das comunicações oceânicas.



Permite carregamento de mensagens diretamente no FMS (Flight Management System).



Permite a tripulação enviar complexas solicitações de autorização de rotas sem necessidade de digitar

as coordenadas.

Permite o re-envio de solicitações aprovadas pelos controladores.

Permite o FMS produzir relatórios automaticamente.





- Auxilia o gerenciamento da carga de trabalho e reduz erros de comunicação.
- CPDLC está disponível para aeronaves equipadas adequadamente e para operação por tripulações certificadas.
- Rápido, confiável e seguro. Pode ser utilizado em combinação com ADS-B, TCAS/ACAS.
- Atualmente seu uso não é obrigatório, porém em 2011 será obrigatório na Europa.
- Serviços de enlace de dados estão sendo disponibilizados em diversos locais ao redor do mundo.



SATCOM - Satellite Voice Communications



AMSS – Aeronautical Mobile Satellite System.



SATCOM - Satellite Voice Communications



Estação de solo deve estar conectada ao **PSTN** (**Public Switched Telephone Network**) com gravação automática de voz.





Não utiliza PTT (*Push-To-Talk*). Comunicação similar ao telefone normal ou celular.

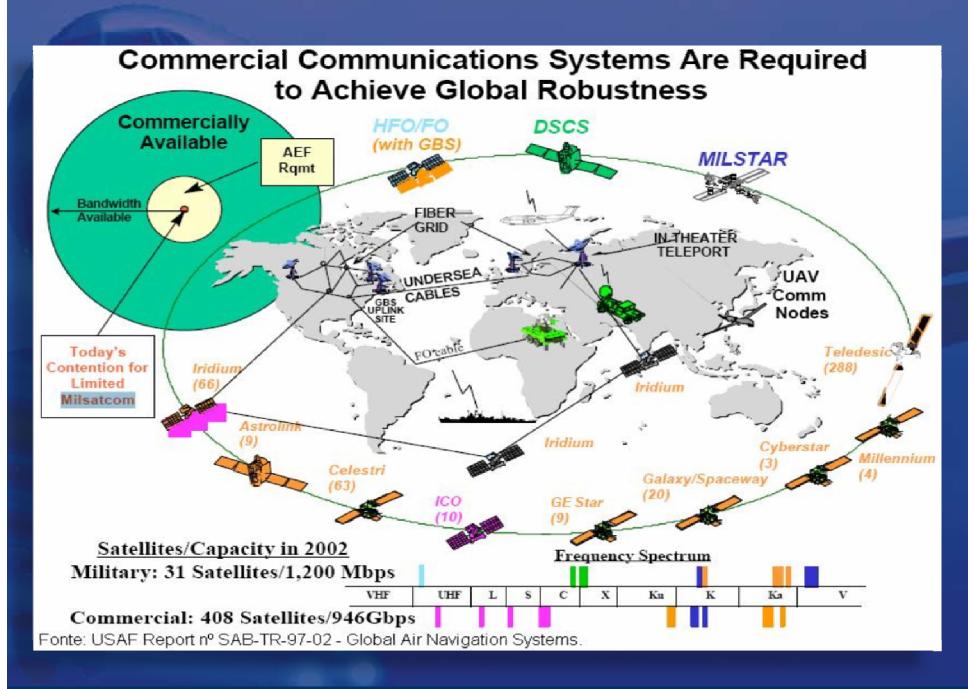
Atualmente utilizado como back-up do sistema HF.

SATCOM - Satellite Voice Communications





- Não afetado por distúrbios ionosféricos.
- Custo alto da ligação é fator limitante do uso.
- No futuro poderá habilitar DCPC (*Direct Controller Pilot Communication*) por voz em espaços aéreos oceânicos ou remotos.



HF - High Frequency



Principal característica é o longo alcance.





Suas transmissões podem se propagar por grandes distâncias através de saltos onde há refração e reflexão nas camadas da ionosfera.

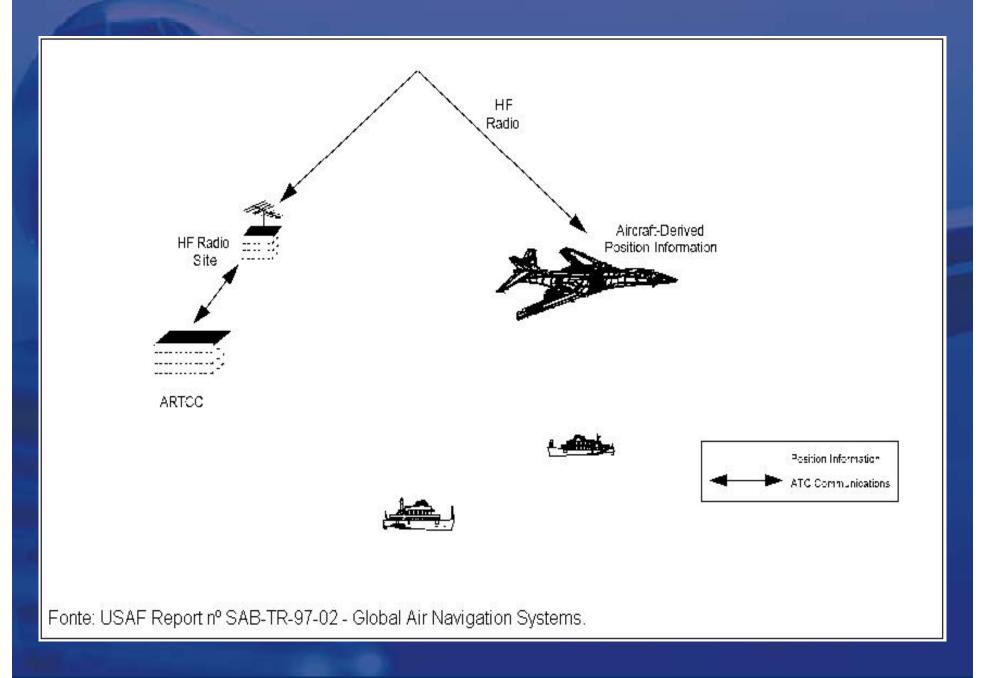
✓ Faixa de frequências de 3 a 30 MHz.

HIF — High Frequency





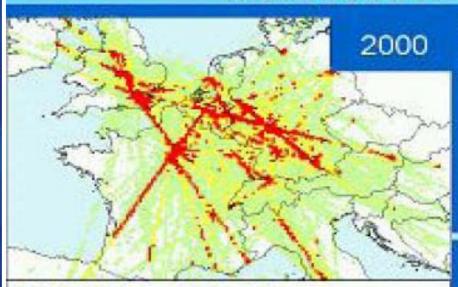
- Sistemas CNS/ATM utilizarão o HF para transmissão de dados digitais entre aeronaves e estações de solo (HFDL High Frequency Data Link).
- Possibilidade de uso já desmonstrada.
- Anomalias de propagação raramente afetam toda a faixa de HF.
- Possibilidade de transmissão de pacotes de dados a partir de qualquer distância ou condições atmosféricas.



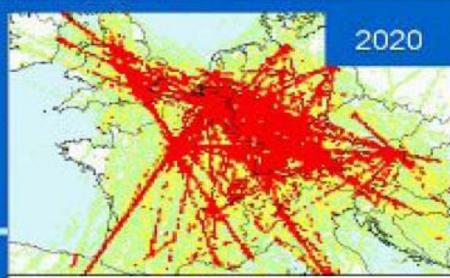


- A demanda por novas atribuições de VHF no serviço móvel de comunicação aeronáutica, na faixa de 118 a 137 MHz continua a crescer devido à:
 - Criação ou modificação de setores de ATC;
 - Criação ou modificação de serviços de tráfego aéreo, tais como em áreas terminais (ATIS);
 - ✓ Provisão de serviços de backup e precaução de interferências;
 - ✓ Provisão de serviços de controle operacional aeronáutico (AOC Aeronautical Operational Control);
 - ✓ Acomodação de serviços de VDL (136.600 a 137 MHz).

Main issue: The Demand



8.0 Million Flights



16.0 Million Flights

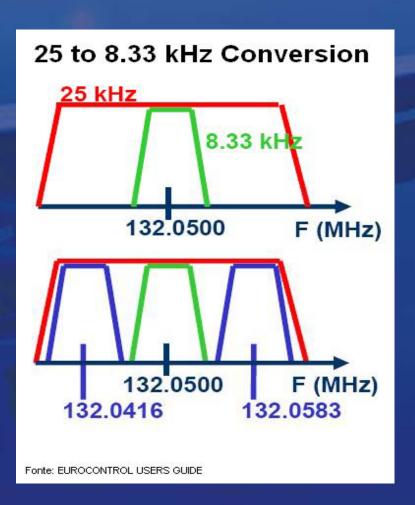
Traffic tripled over last 25 years
Traffic will double over next 20 years
Year 2020 90% over 2004 levels



Fonte: EUROCONTROL USERS GUIDE



- Em 1994, a OACI aprovou a redução do espaçamento entre canais de VHF, de 25kHz para 8.33kHz.
- Nº Canais: de 760 para 2280.
- Já adotado na Europa. Brasil e Estados Unidos da América continuarão utilizando 25 kHz.





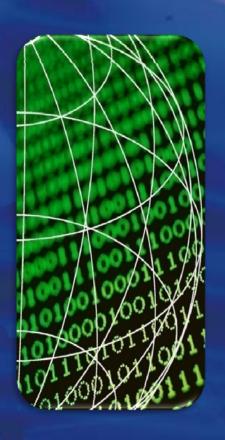
- Introduzida na Europa (OACI EUR) desde outubro de 1999 e tornou-se obrigatória a partir de março de 2007, para acima do FL245, e julho de 2008 para acima do FL195.
- Implantação no controle de solo implicou em alterações de infraestrutura e na construção de novas estações.
- Necessária a familiarização de todo pessoal operacional (controladores de tráfego aéreo, despachantes de voo, tripulação, etc.) com os novos procedimentos resultantes dessa mudança.





- A introdução de espaçamento 8.33kHz no espaço aéreo europeu está sustentada por decisões da OACI, recomendações do Eurocontrol, regulamentos nacionais e propostas de legislação européia.
- Cada estado na região EUR da OACI será responsável pela implantação do espaçamento 8.33kHz em seu território e pelas emendas em suas respectivas legislações.
- As aeronaves em operação na região EUR acima de FL195 deverão ser equipadas com no mínimo dois equipamentos de rádio com separação 8.33kHz.

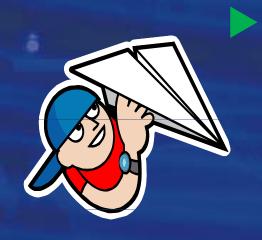




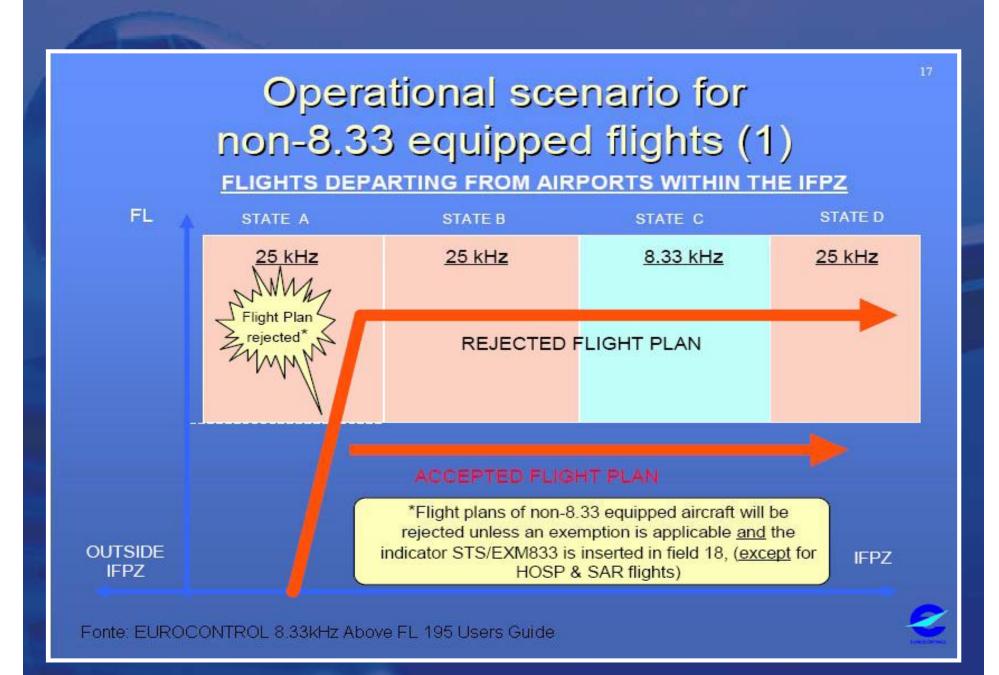
- Não foram previstas isenções. Mesmo aeronaves em missões aeromédicas ou SAR, voando acima de FL195 não estarão isentas de cumprir com esse requisito.
- ATC deverão assegurar que aeronaves nãoconformes não penetrem nos espaços aéreos definidos como 8.33 kHz (descer abaixo desse nível não é boa opção devido ao congestionamento já existente).
- Utilização para transmissão de dados digitais entre aeronaves e estações de solo.



O esforço para retrofit dependerá da classe da aeronave, do tipo de equipamento VHF e do conceito geral do sistema aviônico atualmente instalado, implicando em alteração de SW, substituição de paineis, atualização de equipamentos ou substituição total do sistema de rádio.

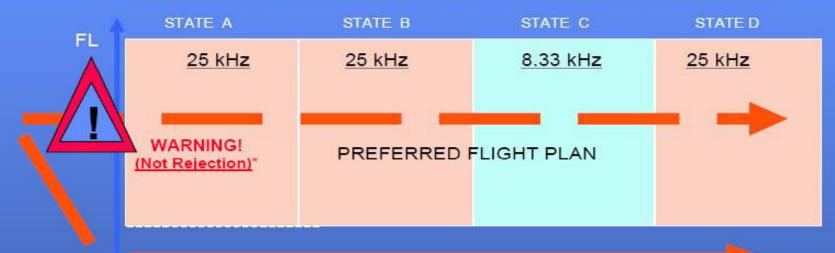


ETSO-2C37e (Receptor) e ETSO-2C38e (Transmissor) – regulamentos europeus / TSO-2C37e e TSO-2C38e pelo FAA, descrevem os MOPS (Minimum Operational Performance Standards) aplicáveis.



Operational scenario for non-equipped flights (2)

FLIGHTS DEPARTING FROM AIRPORTS OUTSIDE THE IFPZ



OUTSIDE IFPZ *A warning will be attached to flight plans of non-8.33 equipped aircraft unless an exemption is applicable and the indicator STS/EXM833 is inserted in field 18, (including all non-8.33 equipped HOSP & SAR flights)

IFPZ

Fonte: EUROCONTROL 8.33kHz Above FL195 Users Guide.



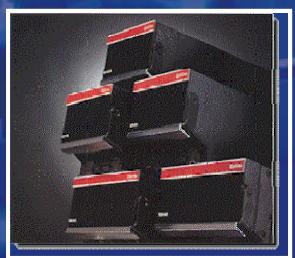
VHF - Retrojit



As instalações de novos rádios, ou atualizações dos sistemas já existentes, deverão ser certificadas para cada tipo de aeronave, sendo executadas através de STC (Supplemental Type Certificate) ou SB (Service Bulletin).







VDL - VHF Data Link



Enlace de dados via VHF:

- Essencial para implantação da ATN.
- **VDL Modo 1:** Uso de rádios analógicos para transmissão de dados nos anos 70. Não é mais utilizado.
- VDL Modo 2: Versão melhorada do Modo 1, com a mesma tecnologia, porém não habilitado para transmissão de voz. Serviços comerciais disponíveis de forma limitada.
- **VDL Modo 3:** Utilizará tecnologia digital (TDMA) para permitir até 4 canais em uma só portadora (espaçamento de 25kHz). Ainda não disponível para uso operacional.

VDL - VHF Data Link



- **VDL Modo 4:** Possuirá capacidades de navegação/vigilância. Tecnologia STDMA (*Self-organizing Time Division Multiple Access*).
- Não necessita de estação-mestre terrestre ("Self-organizing").
- O protocolo STDMA foi inventado em 1988 por Swedish Lans, e adotado como protocolo padrão pela OACI em Novembro de 2001.
- É útil para transmissões curtas para um grande número de usuários.

ACARS - Aircraft Communication Addressing and Reporting System



- Começou a ser desenvolvido na Europa no início dos anos 80 como uma rede mundial de enlace de dados para a aviação comercial.
- **Objetivo:** reduzir a carga de trabalho das tripulações utilizando tecnologia de computação e enlace de dados para intercâmbio de mensagens entre as aeronaves e as estações de controle no solo, para melhorar a segurança e a eficiência da aviação moderna.
- Atual escopo do ACARS envolve os seguintes serviços de enlace de dados: *Pre-Departure Clearance* (DCL), *Datalink ATIS* (D-ATIS), e *Oceanic Clearance* (OCL).

ACARS - Aircraft Communication Addressing and Reporting System



- **D-ATIS** (*Digital Automatic Terminal Information System*): provê informações operacionais para a aeronave antes da decolagem ou pouso.
- DCL (Departure Clearance): também chamado de PDC (Pre-Departure Clearance), permite obtenção de informações do destino liberado.
- OCL (Oceanic Clearance): especifica a área de destino liberada, ponto de entrada e en-route, nível de voo, número de Mach e outras informações sobre a rota oceânica.

ACARS - Aircraft Communication Addressing and Reporting System



Tecnologia de enlace de dados usada primariamente pelos departamentos de controle operacional das empresas aéreas para transmissão de ADD (*Aircraft Derived Data*) às estações de solo.





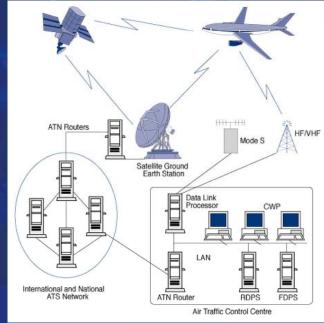
Não é adequado para a maioria das aplicações ATC devido à baixa razão de transmissão de dados.

ATN - Aerongutical Telecommunication Network



ATN é uma rede de telecomunicações aeronáuticas, composta por diversos sistemas e tecnologias, para troca de informações através de enlace de dados ar-terra e terra-terra.

- Utiliza sistemas digitais de comunicação global por satélites, estações de solo e sistemas embarcados.
- Envolve informações de voo e meteorológicas.



ATN - Aeronautical Telecommunication Network



- Utiliza um protocolo de rede (parecido com internet) aprovado pela OACI para serviços de comunicação e tráfego de dados aeronáuticos ar-terra e terra-terra.
- Comporta transferência de informações entre sistemas de gerenciamento de tráfego aéreo, operações de linhas aéreas e serviços de trocas de mensagens em geral.
- Baseado em padrões OSI (Open Systems Interconnection)
 não TCP/IP. Sistema aberto (não proprietário).
- O Roteador ATN é o meio de interconexão dos vários subsistemas de comunicação.
- Opera conjuntamente com outras sub-redes tipo SATCOM, VDL, etc.

AIN - Aerongutical Telecommunication Network



- Melhorias com relação aos sistemas convencionais:
 - Redução de erros na recepção e interpretação das informações.
 - ✓ Redução da carga de trabalho da tripulação e dos agentes de solo.
 - ✓ Conexão dos usuários em ambiente global de comunicação de dados.
 - Racionalização e uso eficiente dos canais de comunicação.

ATN - Aeronautical Telecommunication Network

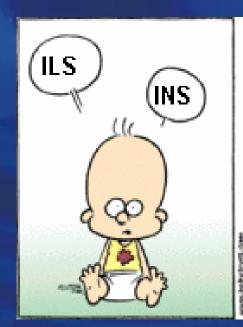


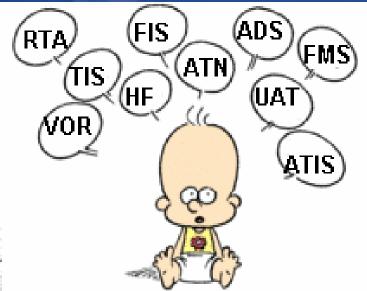


Communications



Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica









VOR - VHF Omnidirectional Range



- Desenvolvido a partir do Sistema VAR (*Visual-Aural Range*).
- 1950: válvulas a vácuo e antenas rotativas mecânicas.
- > 1960: tecnologia "solid-state" (transistor).
- Principal auxílio à navegação a partir dos anos 60.
- Necessita de um grande número de estações para cobrir uma área continental Custos altos.



VOR - VHF Omnidirectional Range





- Sistema atual é um dos sensores utilizados nos modernos FMS
- Alcance de até 370 km.

Com a implantação do GNSS, as estações de VOR deverão ser gradativamente desativadas.

DME — Distance Measuring Equipment





- Desenvolvido na Austrália por Edward George Bowen, do CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation).
- Versão de engenharia implantada em 1950 pela *Amalgamated Wireless Australasia Limited*.
- Versão Australiana foi chamada de DME(D) *domestic*.

DME - Distance Measuring Equipment



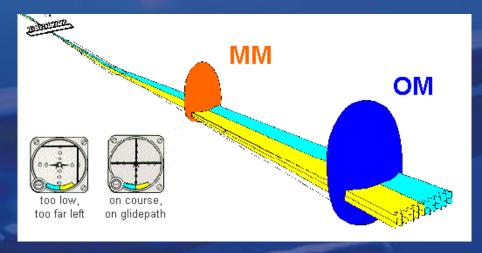
- Adotada pela OACI como DME(I) International.
- Pode prover informações de distância da estação, com alcance de até 250 NM, para entre 100 a 200 aeronaves simultaneamente.
- Sistema atual é um dos sensores utilizados nos modernos FMS
- A operação do sistema DME deverá continuar como um sistema de backup após implantação do GNSS.

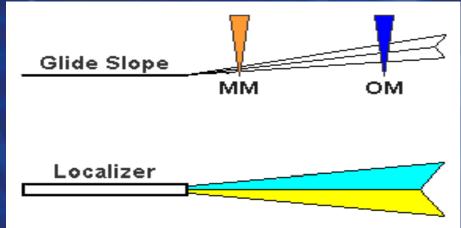


ILS — Instrument Landing System



- Testes do sistema começaram em 1929.
- Em 1938 foi realizado o primeiro pouso de uma aeronave comercial utilizando ILS.





Um Boeing 247D da
Pennsylvania Central
Airlines, pousou em
Pittsburg, durante uma
tempestade de neve.

<u> ILS – Instrument Landing System</u>



Em 1941 começou a utilização com a instalação das primeiras estações.



- Em 1964 ocorreu o primeiro pouso totalmente automático, no aeroporto de Bedford, na Inglaterra.
- Em 1970 foi lançado o sistema MLS (*Microwave Landing System*) para substituir o ILS.

<u>ILS — Instrument Landing System</u>



- O surgimento do GPS prejudicou o desenvolvimento do MLS nos EUA, porém tem sido utilizado para aviação civil no Reino Unido.
- ILS e MLS são, atualmente, os únicos sistemas padrão da aviação civil que satisfazem os requisitos para pouso automático Cat. III.
- Em 2009 ocorreu o primeiro pouso Cat. III com MLS no aeroporto de Heathrow.
- Esse sistema deverá ser desativado com a implantação do LAAS (*Local Area Augmentation System*), que deverá prover capacidade para pouso Cat. III.

ILS — Instrument Landing System

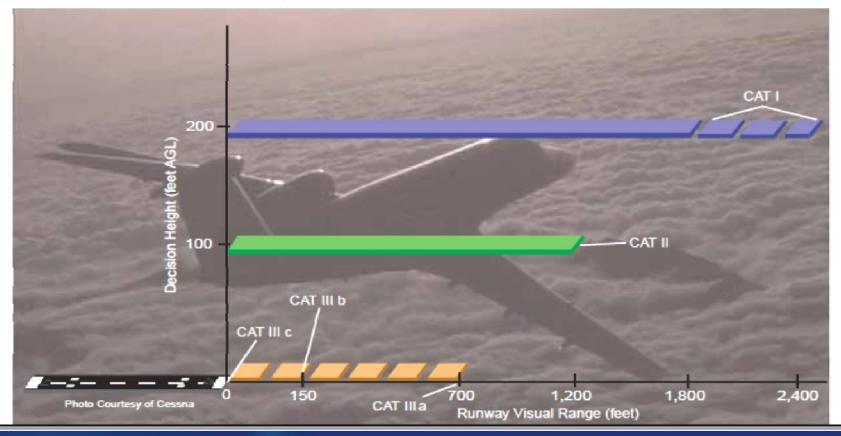




The lowest authorized ILS minimums, with all required ground and airborne systems components operative, are

- CAT I Decision Height (DH) 200 feet and Runway Visual Range (RVR) 2,400 feet (with touchdown zone and centerline lighting, RVR 1800 feet),
- CAT II DH 100 feet and RVR 1,200 feet,
- CAT IIIa No DH or DH below 100 feet and RVR not less than 700 feet.
- CAT IIIb No DH or DH below 50 feet and RVR less than 700 feet but not less than 150 feet, and
- CAT IIIc No DH and no RVR limitation.

NOTE: Special authorization and equipment are required for CAT II and III.



GNSS — Global Navigation Satellite System



É o termo genérico para Sistemas de Navegação por Satélites para fornecimento de posição geo-espacial com cobertura global.



GNSS — Global Navigation Satellite System



Envolvem sistemas já disponíveis, bem como em desenvolvimento, tais como:

GPS – Global Positioning System (EUA):

Atualmente é o único sistema totalmente operacional a nível global. São 24 satélites em 6 planos orbitais.



GNSS – Global Navigation Satellite System





GLONASS – GLObal'naya NAvigatsionnaya Sputnikovaya Sistema (URSS/Rússia):

Inicialmente desenvolvido pela antiga URSS (União das Repúblicas Socialistas Soviéticas).

Constelação de 24 Satélites em 3 planos orbitais.

Foi completado em 1995, porém houve uma degradação do serviço, que tem sido recuperado gradativamente pela Rússia desde 2001.

GNSS — Global Navigation Satellite System



GALILEO:

GNSS em construção pela União Européia, como uma alternativa e uma complementação ao GPS e ao GLONASS. Quando totalmente operacional deverá ter uma precisão maior do que a do GPS e uma constelação de 30 Satélites em 3 planos orbitais.



GNSS – Global Navigation Satellite System



BEIDOU - Beidou Navigation System (China):

Também chamado de Beidou-1. Atualmente é um sistema experimental com cobertura regional, com 4 satélites.



COMPASS – (China):



Também chamado Beidou-2. Não é uma extensão do Beidou-1, mas um novo sistema similar ao GPS e ao GALILEO (previsão de uma constelação de 35 satélites, sendo 5 geoestacionários).

GNSS — Globel Newigation Satellite System

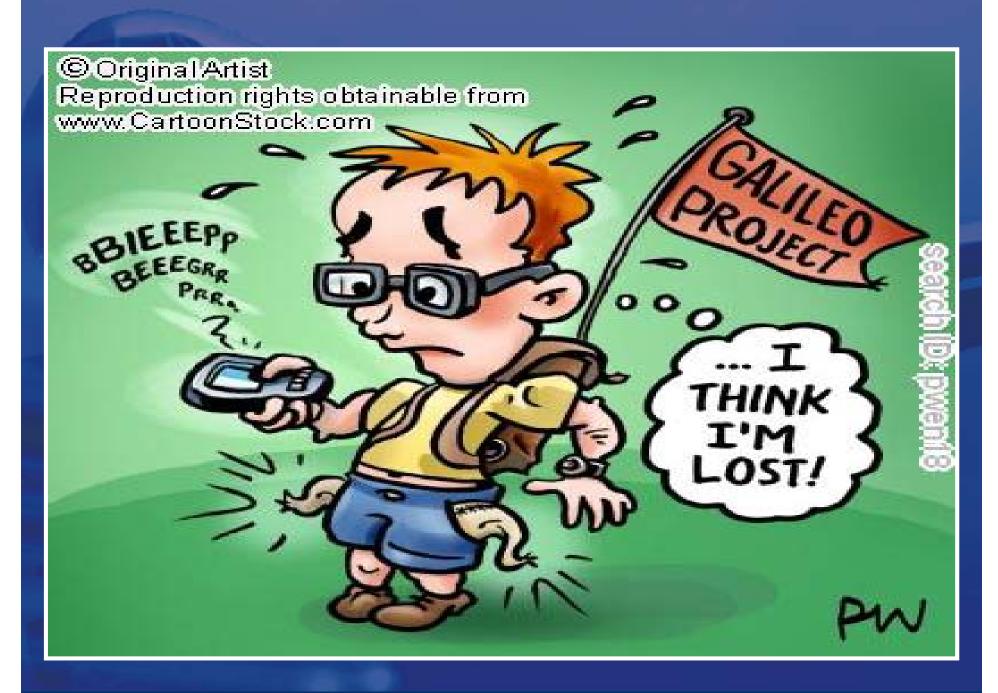


IRNSS - Indian Regional Navigational Satellite (Índia):

Sistema autônomo e regional de navegação em desenvolvimento pela Índia. Quando completado, em 2012 deverá contar com 7 satélites (sendo 3 geoestacionários).

QZSS – Quasi-Zenith Satellite System (Japão): Sistema japonês com precisão limitada e quando finalizado, em 2013, deverá contar com três satélites.



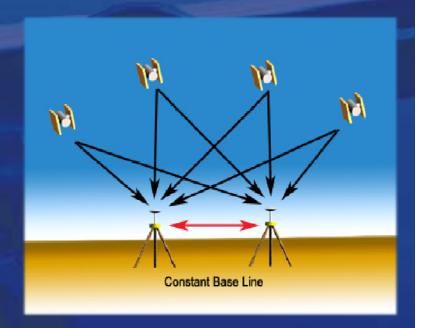


Sistemas de Aumentação de Precisão



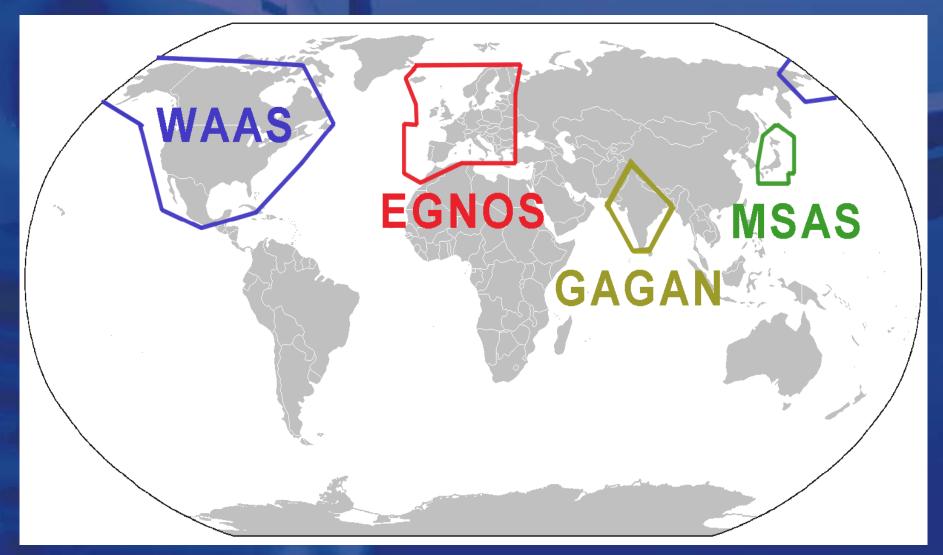
Princípio de Funcionamento:

DGPS - **Differential GPS** - utiliza uma rede de estações terrenas fixas para comparar e transmitir, através de satélites geoestacionários ou estações de terra, a diferença entre as posições indicadas pelos sistemas de satélites de navegação e as posições fixas conhecidas, possibilitando um aumento da precisão da informação de posição.

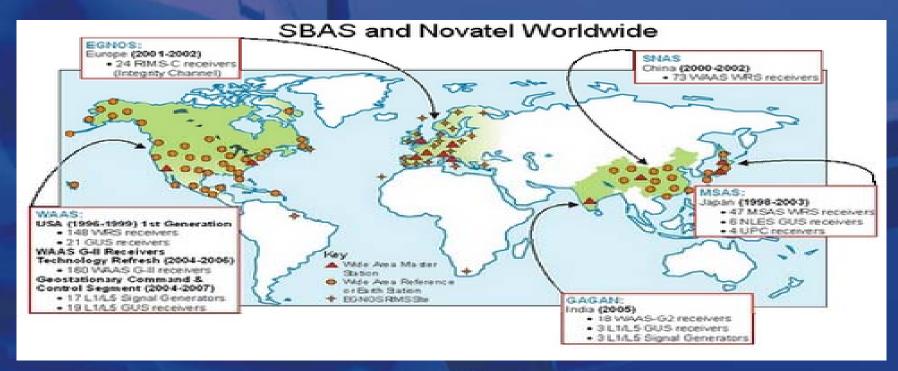




para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica





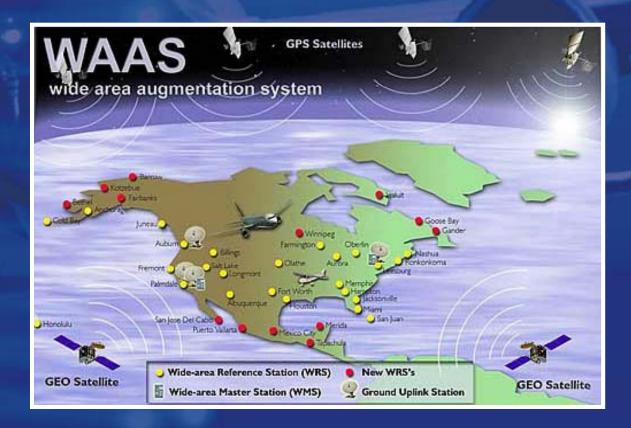


SBAS é a denominação genérica dada para o sistema de aumento da precisão das informações dos satélites de navegação, através da transmissão, via satélite, das correções de erros para uma determinada região.



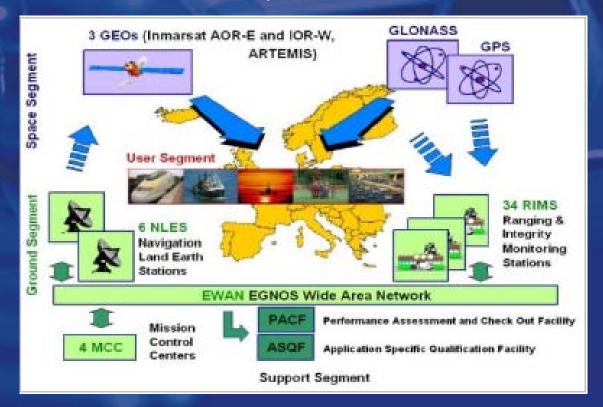
WAAS - Wide Area Augmentation System - EUA:

Utiliza uma rede de estações terrestres para melhorar a precisão, integridade e disponibilidade dos sinais de GPS.





EGNOS – **European Geostationary Navigation Overlay Service (Europa):** sistema europeu de melhoria da precisão dos sinais de satélites, em desenvolvimento, e complementar ao GALILEO, ao GPS e ao GLONASS.





MSAS – Multi-functional Satellite Augmentation System (Japão):

Sistema japonês, em desenvolvimento, para melhoria da precisão dos sinais dos satélites, complementar ao GPS.





GAGAN – GPS Aided Geo Augmented Navigation (Índia):

Sistema para aumentar a precisão do GPS previsto pelo governo da Índia, ainda em fase de estudo.





GBAS - Ground Based Augmentation System (OACI)



GBAS é a denominação genérica dada para o sistema de aumento da precisão das informações dos satélites de navegação, através da transmissão, via estação terrestre, das correções de erros para uma determinada localidade.

LAAS – Local Area Augmentation System (EUA): denominação americana para o GBAS.

 Substituirá o sistema ILS para aproximação e pouso em condições de baixa visibilidade e teto.



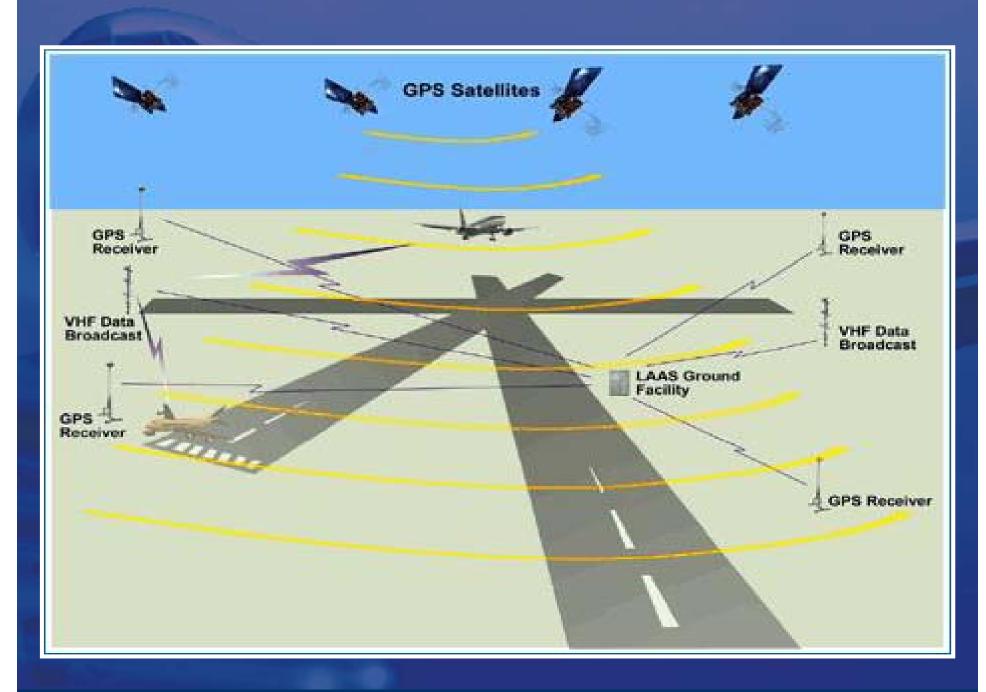
GBAS - Ground Based Augmentation System (OACI)



Um dos principais benefícios do GBAS/LAAS é que uma simples estação localizada em um grande aeroporto poderá ser utilizada para múltiplas aproximações de precisão dentro da área local, representando uma redução de custos significativa em comparação com a manutenção dos sistemas ILS atuais.



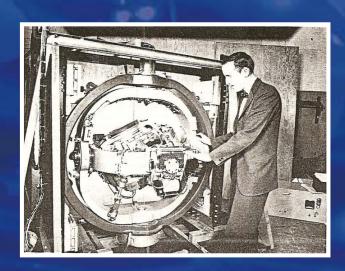
Outra vantagem é que um GPS com capacidade LAAS poderá guiar uma aeronave em qualquer tipo de aproximação necessária para evitar obstáculos no percurso.



INS - Inertial Navigation System



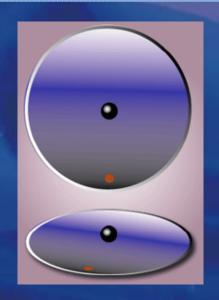
Sistema de Navegação que utiliza instrumentos baseados em sensores inerciais (acelerômetros e giroscópios) para determinar o posicionamento e a orientação espacial.



- Consiste de uma plataforma inercial que disponibiliza posição, velocidade e atitudes de uma aeronave ao medir suas acelerações e rotações aplicadas à estrutura inercial do sistema.
- Desenvolvido no MIT (*Massachussets Institute of Technology*) em 1948 por Charles Stark Draper.

INS - Inertial Navigation System

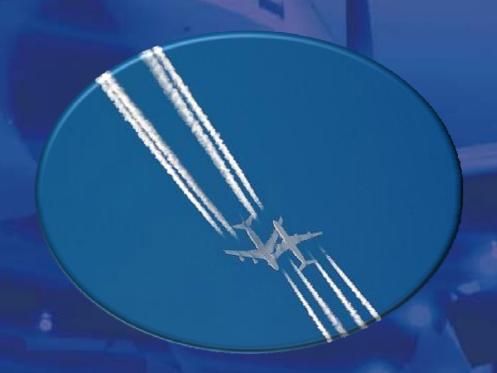




- **Tecnologias:** *Gimbaled, Strapdown,* FOG, RLG, MEMS.
- Principal Vantagem: é um sistema de navegação autônomo, que não necessita de apoio externo para operar.
- **Principal Desvantagem:** apresenta um erro cumulativo em operações longas, e precisa ser atualizado periodicamente para corrigir esse erro, além de necessitar ser inicializado.
- Atualmente, como forma de compensação dessa desvantagem, tem sido utilizado em conjunto com o GPS, para atualização automática da posição e correção do erro.

RVSM - Reduced Vertical Separation Minimum





Separação vertical reduzida entre aeronaves para permitir a acomodação, dentro de um mesmo espaço aéreo, de um número maior de aeronaves.

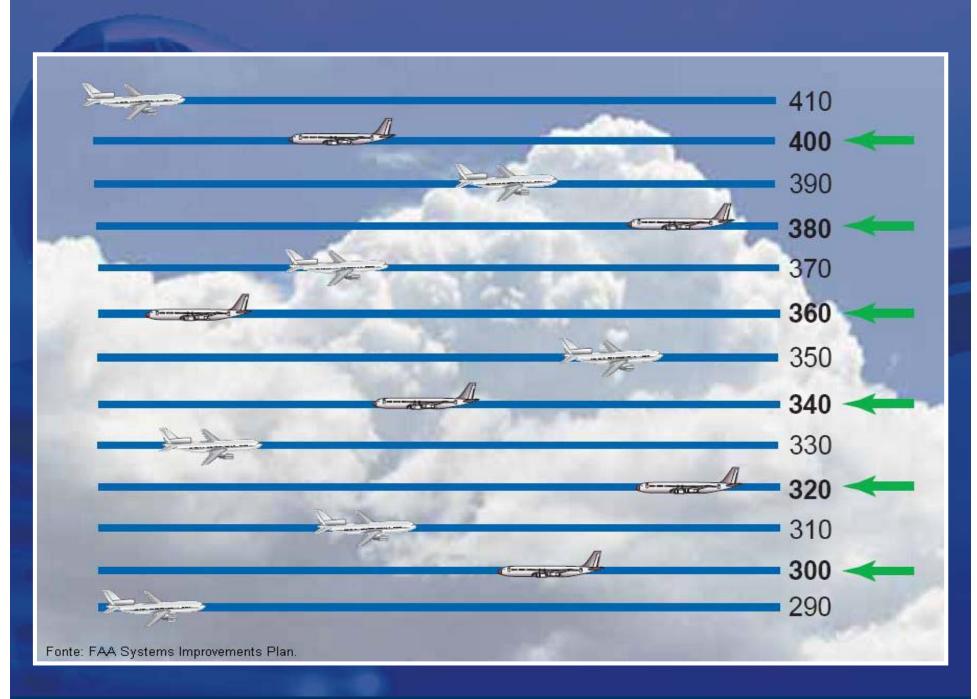
Esse conceito originou-se na década de 80 devido ao notável crescimento dos voos no Pacífico, Atlântico Norte e Europa.

RVSIM - Reduced Vertical Separation Minimum



- Redução da separação mínima de 2000 ft para 1000 ft, a partir do FL290 até FL410 (inclusive).
- Adotada na Europa em 2002 e no Brasil/EUA em 2005.
- Permitiu a criação de seis novos níveis de voo.
- Tripulação e aeronaves precisam ser certificadas para operação RVSM.



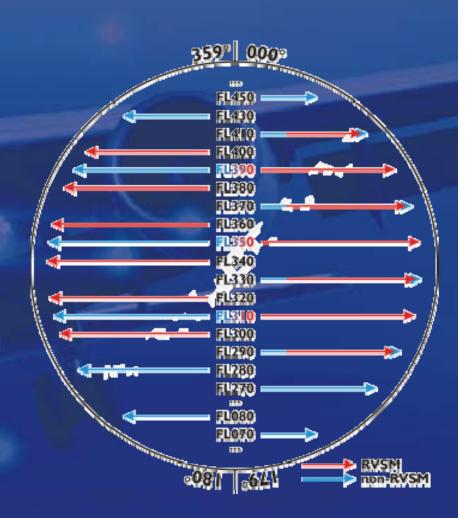


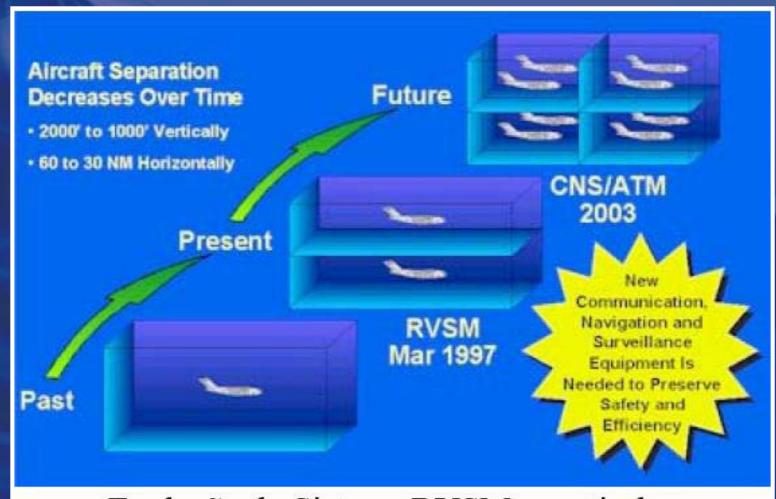
RVSM - Reduced Vertical Separation Minimum



Regra do Semi-Circular

- **Rumo FL Ímpar:** 000º a 179º.
- **Rumo FL Par:** 180º a 359º.
- Acima FL410: CVSM
 (Conventional Vertical
 Separation Minimum) 2000
 ft de separação entre
 aeronaves.





Evolução do Sistema RVSM a partir da atualização do Sistema CNS/ATM.

Fonte: Geoffrey S. Parker, AIAA 2002.

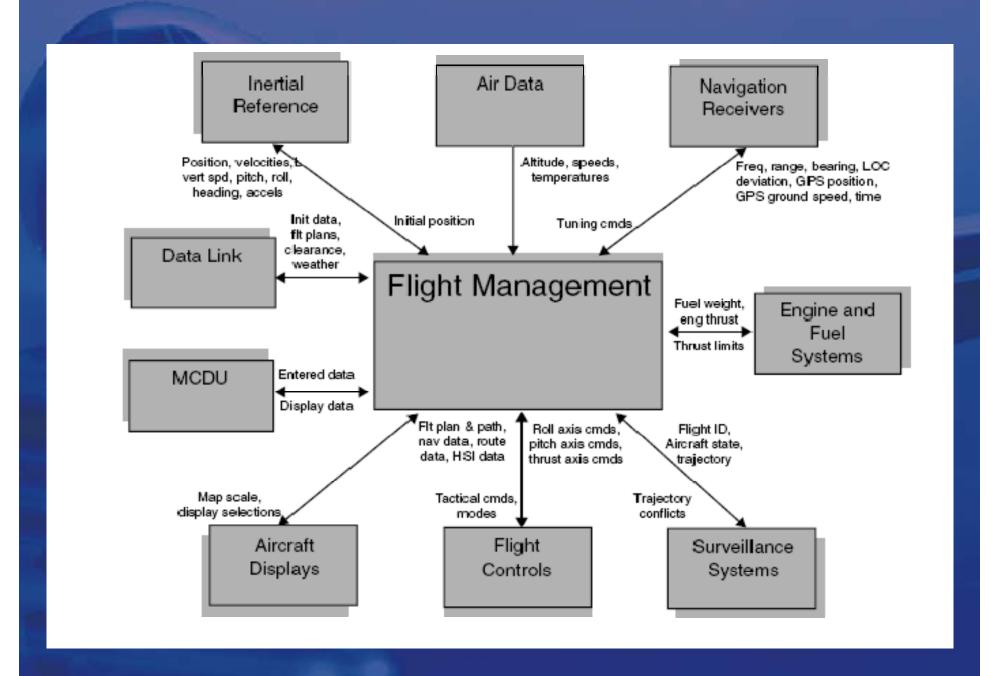
FMS - Flight Management System



Principais Funções do FMS:

- Planejamento do vôo
- Navegação
- Previsão da trajetória
- Otimização do desempenho
- Comandos para o piloto automático





FMS - Flight Management System



Banco de Dados de Navegação (Navigation Database)

• Dados dos aeroportos, aerovias, auxílios de navegação, waypoints. Requer atualização a cada 28 dias (Ciclo AIRAC).

Banco de Dados de Desempenho (*Performance Database*)

 Dados da aeronave e dos motores, como arrasto, propulsão, fluxo de combustível, envelope de altitude e velocidade. Atualizado apenas em caso de alteração das características de desempenho da aeronave.

RNAV - Area Navigation



- Método de navegação que permite a operação da aeronave em qualquer rota desejada, sem a necessidade de sobrevoar auxílios à navegação.
- O RNAV tornou-se possível a partir da utilização do processamento de dados embarcado, combinado com banco de dados de navegação e sensores adequados.
- Aeronaves com capacidade RNAV podem executar navegação ponto-a-ponto com maior flexibilidade e acesso.
- Espaços aéreos domésticos e oceânicos têm sido replanejados para operações RNAV.

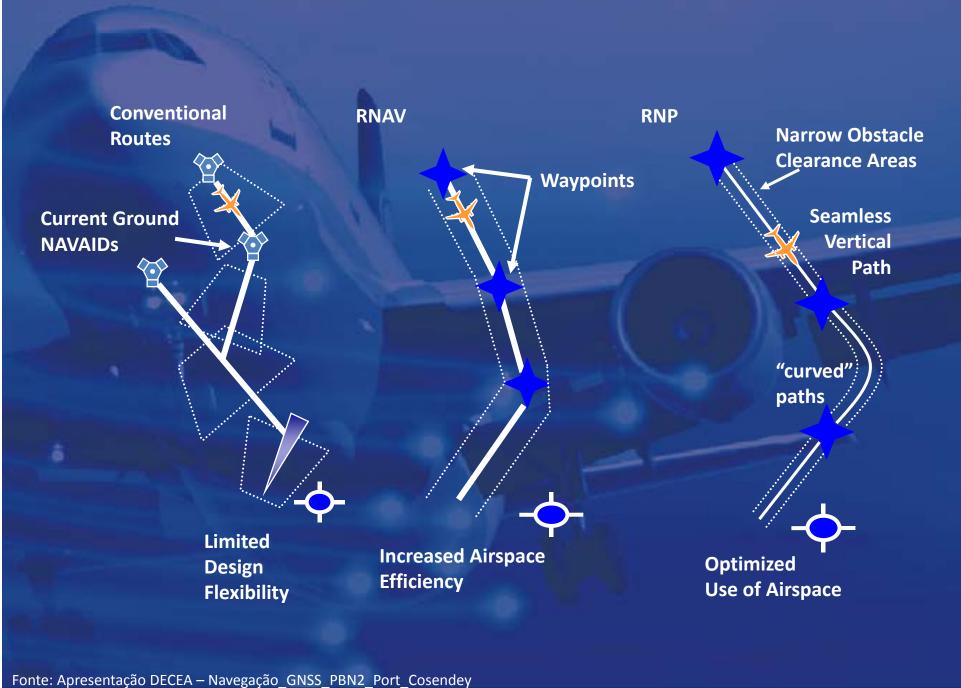
RNP - Required Navigation Performance



Operação semelhante ao RNAV, porém com adição de capacidade embarcada de monitoramento e alerta de desempenho do sistema de navegação.



- O piloto é alertado, pelo sistema, quando o desempenho de navegação não atender aos requisitos para uma determinada rota, procedimento ou espaço aéreo.
- O desempenho requerido para voar uma rota RNP é geralmente expresso em milhas náuticas.



DECEA - Navegação_GN33_PBN2_POIT_COSEITUEY



Track Centerline



1 Nautical Mile 95% of time

1 Nautical Mile 95% of time

RNP₁

ALERT TO PILOT

Track Centerline

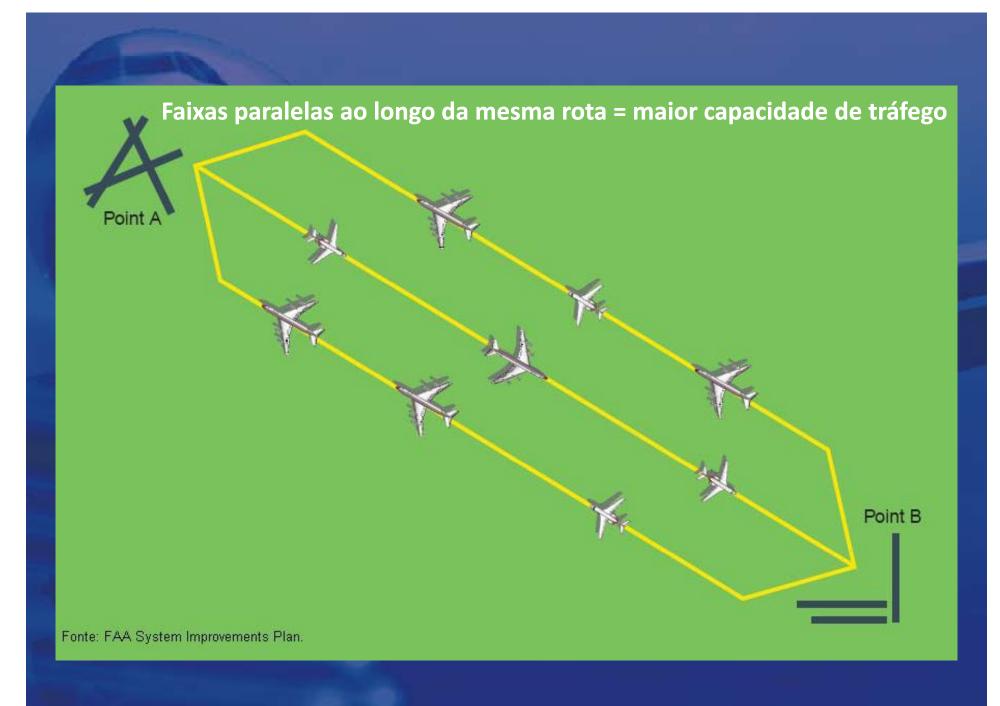


1 Nautical Mile 95% of time

1 Nautical Mile 95% of time

Fonte: Apresentação DECEA – Navegação_GNSS_PBN2_Port_Cosendey

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



PBN - Performance Based Navigation



- Conceito OACI para harmonização dos conceitos de RNAV e RNP.
- Requisitos de desempenho de navegação que podem ser aplicados a uma rota de tráfego aéreo, procedimentos ou espaço aéreo definido.
- Identificação de tipos de equipamentos e sensores de navegação que podem ser utilizados para atingir os requisitos de desempenho.
- Requisitos de desempenho definidos em termos de precisão, integridade, disponibilidade, continuidade e funcionalidade.

PBN - Parjormanae Based Mavigation

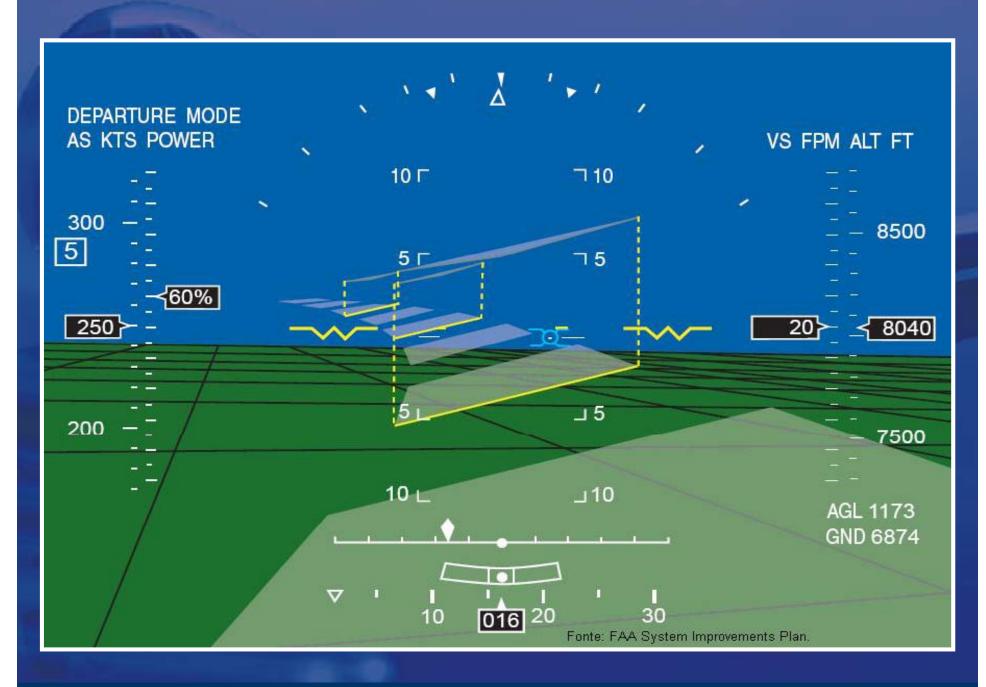


- Mudança de conceito de navegação baseada em sensor para baseada em desempenho.
- Requisitos genéricos de navegação baseados em requisitos operacionais.
- Uma vez que o nível de desempenho requerido é estabelecido, a própria capacidade da aeronave determinará se poderá atingir o desempenho especificado e a qualificação para operação.
- Os operadores avaliarão a tecnologia e os serviços de navegação disponíveis e os requisitos a serem alcançados, selecionando a opção com melhor custobenefício.





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



RTA - Required Time of Arrival



- Mecanismo de controle para permitir o sequenciamento de aeronaves chegando a uma determinada área terminal.
- Está relacionado à implantação da Navegação Baseada em Desempenho (PBN), ao controle de tráfego aéreo (ATC) e com as capacidades operacionais da própria aeronave.
- Para obter o RTA, há a emissão, pelo ATC, de um horário específico para que uma determinada aeronave atinja um determinado ponto no espaço (waypoint ou pista).
- O sistema FMS da aeronave irá executar os cálculos necessários para atingir esse RTA.

RTA - Required Time of Arrival



- Se o RTA não puder ser alcançado, o FMS dará um alarme de "RTA Missed". Novo RTA será então emitido pelo ATC.
- Já está disponível atualmente em muitas aeronaves.
- Vantagens para os operadores: menor consumo de combustível e maior capacidade de carga útil (payload).
- Vantagens operacionais:
 - Menor separação entre as aeronaves;
 - Criação de rotas dinâmicas;
 - ✓ Rotas otimizadas.

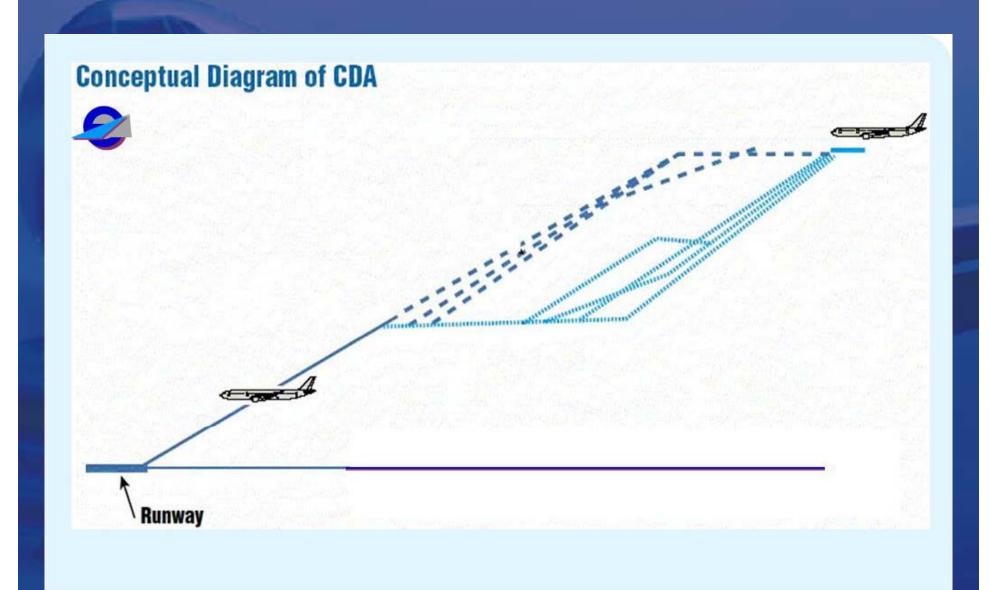




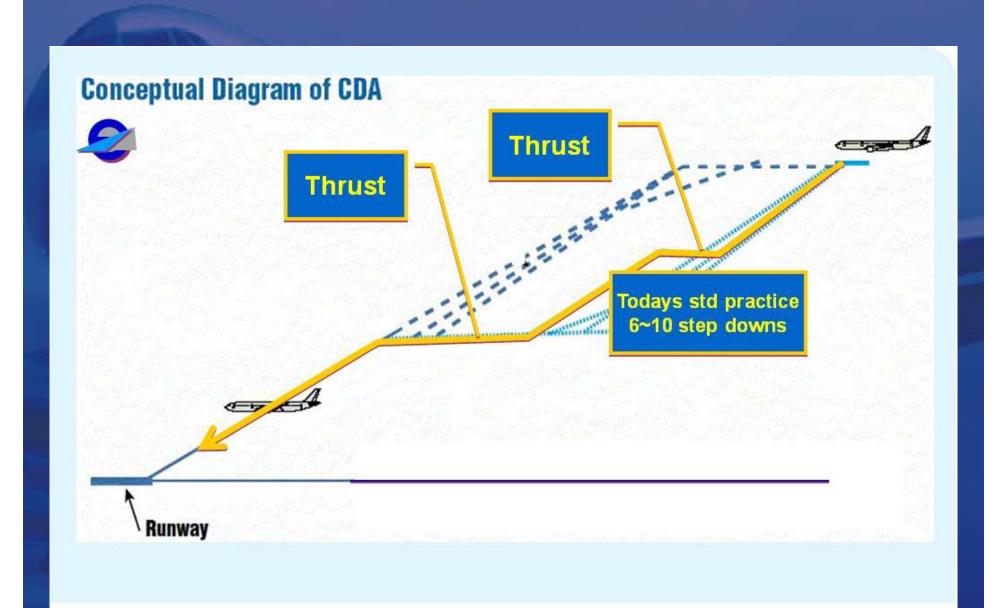
CDA - Constant Descent Approach



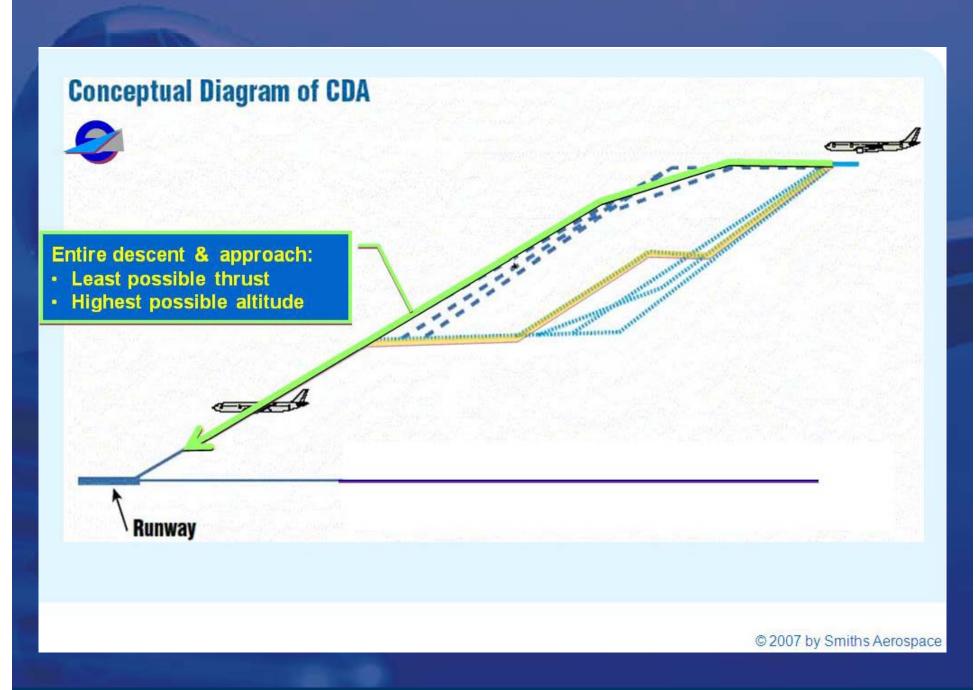
- Requisito: FMS 4DT (Four Dimensional Trajectory).
- CTA Controlled Time of Arrival.
- Objetivos: reduzir o consumo de combustível, reduzir as emissões de gases poluentes, e reduzir o nível de ruído através de uma descida contínua, pela interceptação da trajetória de planeio a uma altitude suficiente para pouso.
- CDA consiste de uma técnica de operação na qual a descida de uma aeronave ocorre a partir de uma posição considerada ótima, com potência mínima, evitando-se a estabilização em níveis intermediários.

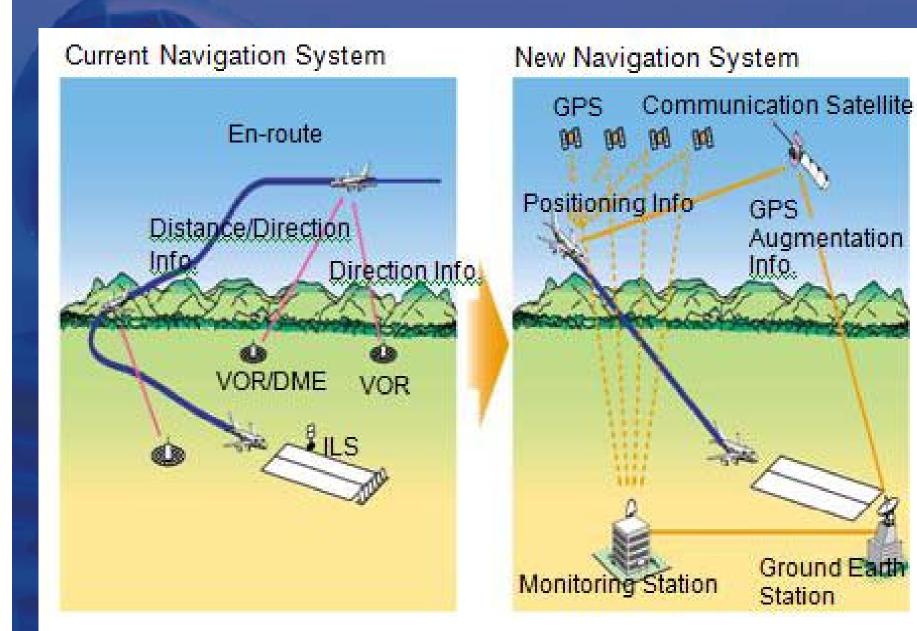


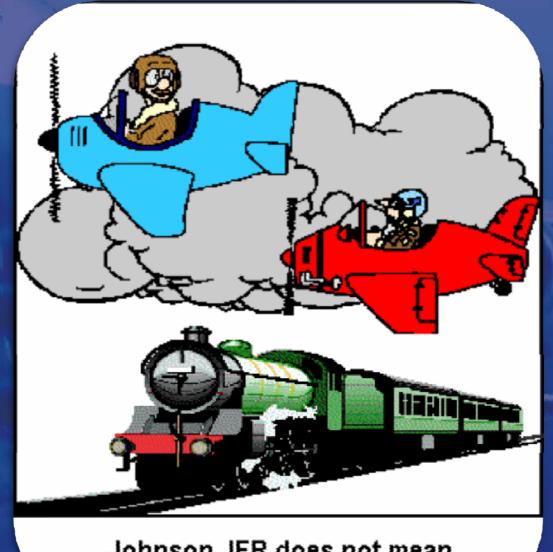
© 2007 by Smiths Aerospace



© 2007 by Smiths Aerospace







Johnson, IFR does not mean "I Follow Railroads!"

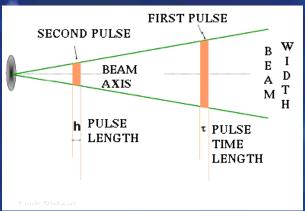


Rader Primário



Inicialmente foi chamado de RDF (*Radio Direction Finder*). O acrônimo RADAR (*Radio Detection And Ranging*) foi cunhado apenas em 1941.





- Sistema moderno foi desenvolvido simultaneamente por americanos, alemães, franceses, soviéticos e ingleses durante a Segunda Grande Guerra.
 - Os ingleses foram os primeiros a utilizar o RADAR como sistema de defesa contra ataques aéreos.

Radar Primário



- Diversos inventores, cientistas e engenheiros contribuíram para o seu desenvolvimento, a saber:
 - ✓ Cristian Hülsmeyer 1904: deteção navio sob neblina.
 - ✓ Nikola Tesla 1917: estabeleceu os princípios básicos sobre frequência e níveis de potência.
 - ✓ Émile Girardeau 1934: utilizou os princípios de Tesla em um modelo instalado na Normandia em 1935.



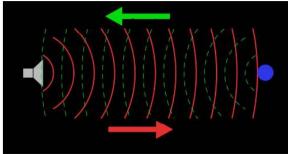
- ✓ Robert M. Page 1935: Primeiro Radar monopulso (3 km).
- ✓ Robert Watson-Watt 1935: demonstrou as capacidades de um protótipo, para uso na defesa da Grã-Bretanha.

Radar Primário



Seu desenvolvimento ocasionou grandes avanços no ATC (Air Traffic Control) como meio de prover vigilância contínua das aeronaves no espaço aéreo.





- Este tipo de Radar, chamado atualmente de Radar Primário, pode indicar a posição de uma aeronave, porém sem identificá-la, ou indicar sua altitude.
- Sua utilização atual é complementar ao SSR (Secondary Surveillance Radar). Deverá ser desativado como ATC civil com o advento do GNSS.

SSR - Secondary Surveillance Radar



- Este sistema foi desenvolvido durante a Segunda Guerra Mundial como um meio de distinguir rapidamente aeronaves amigas de inimigas (IFF Identification Friend or Foe).
- Chamado de SSR no meio civil, ou também de ATCRBS (Air Traffic Control Radar Beacon System) nos EUA.



Sistema de radar utilizado em ATC (Air Traffic Control) para detetar e medir a posição de uma aeronave e também solicitar informações adicionais, como identidade e altitude.

SSR - Secondary Surveillance Radar





Para informações adicionais baseia-se nas respostas do equipamento embarcado denominado Transponder.

Em uso civil, opera basicamente em 3 modos:

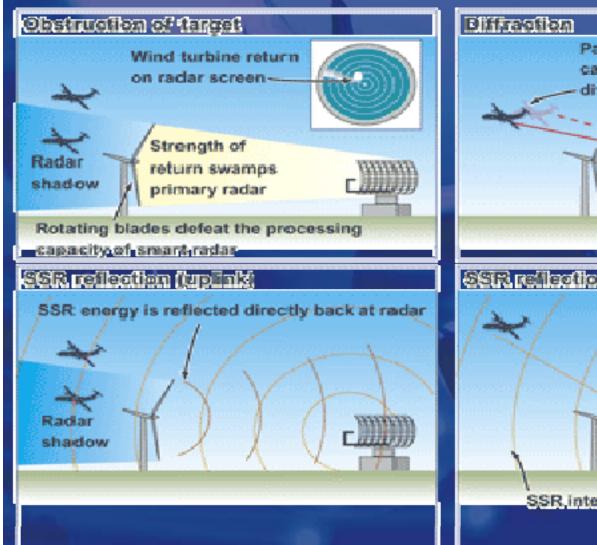
Modo A: Um código de 4 dígitos, determinado pelo ATC, é utilizado para identificar e monitorar a aeronave.

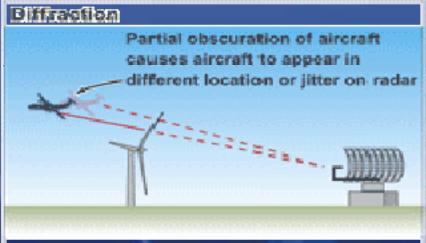
Modo C: Fornece informações de altitude obtida da leitura do altímetro da aeronave.

Modo S: Fornece informações solicitadas a partir de um sinal de interrogação específico (select), para uma determinada aeronave.



EFFECTS OF WIND TURBINES ON RADAR SURVEILLANCE







ADS-B - Automatic Dependent Surveillance - Broadcast



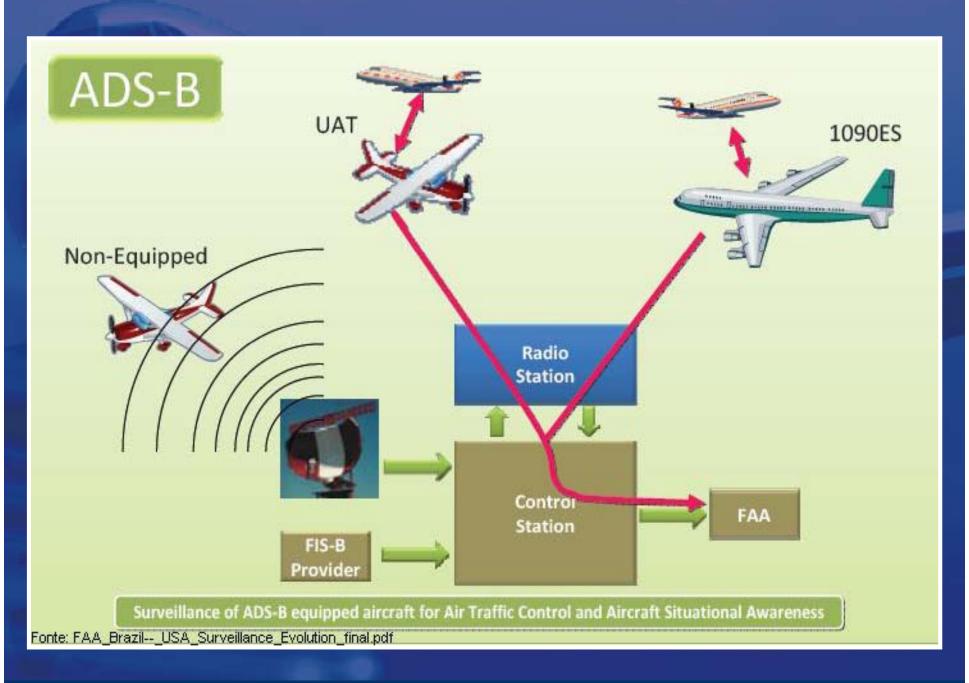
- ADS-B (*Broadcast*) é um método de vigilância que opera em modo radiodifusão, onde a aeronave transmite informações posicionais com determinada frequência.
- Qualquer receptor apropriado, incluindo outra aeronave (com TCAS), poderá receber os sinais ADS-B.
- Transmissões a cada 500 ms torna-o mais apropriado para utilização em sistemas de vigilância primários em áreas de alta densidade de tráfego.

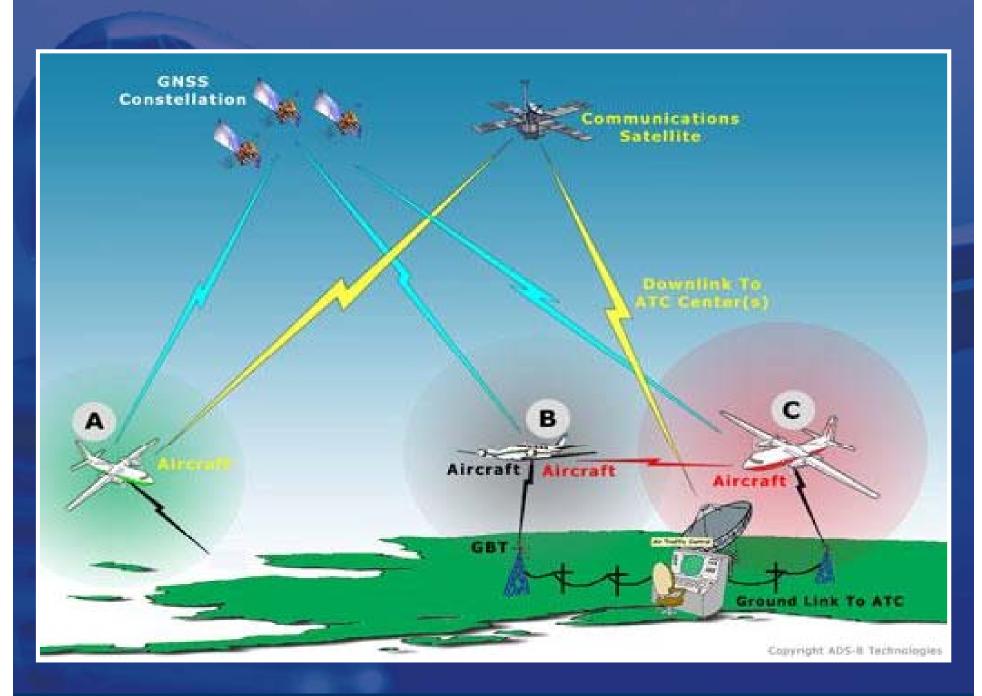


ADS-B - Automatic Dependent Surveillance - Broadcast



- Atualmente está implementado em algumas regiões da continente australiano em áreas sem cobertura radar como uma confiável forma de vigilância.
- Está em uso na área da Baía do Hudson no Canadá, com previsão para uso também no sul da Groenlândia e sobre o Atlântico Norte em 2010.
- Pode ser utilizado sobre diversas tecnologias de enlace de dados, incluindo *Mode-S Extended Squitter* (1090 ES), VDL Mode 4, e UAT (*Universal Access Transceivers*).

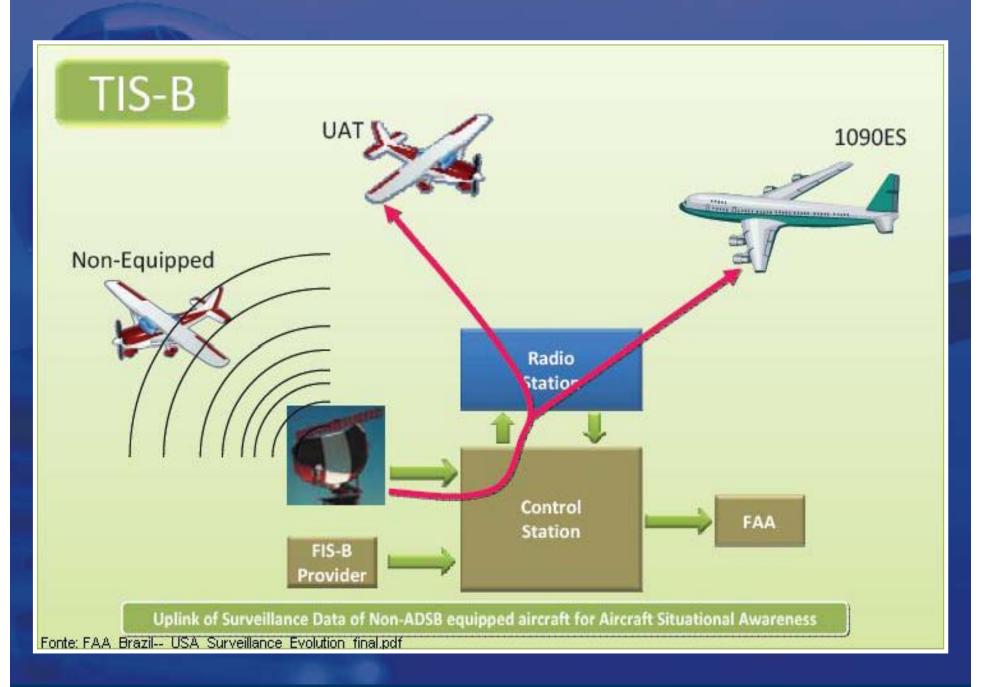




TIS-B - Traffic Information Services Broadcast



- É um serviço complementar ao ADS-B, oferecendo consciência situacional no cockpit com relação ao tráfego conhecido pelo ATC.
- Seu emprego é importante principalmente nas áreas onde nem todas as aeronaves estão transmitindo informações em ADS-B.
- A estação do TIS-B transmite informações a respeito das aeronaves não equipadas com ADS-B, ou que estejam transmitindo outro tipo de ADS-B.
- Fontes: Radares (primário e secundário), Sistemas multi-lateração e Sistemas ADS-B

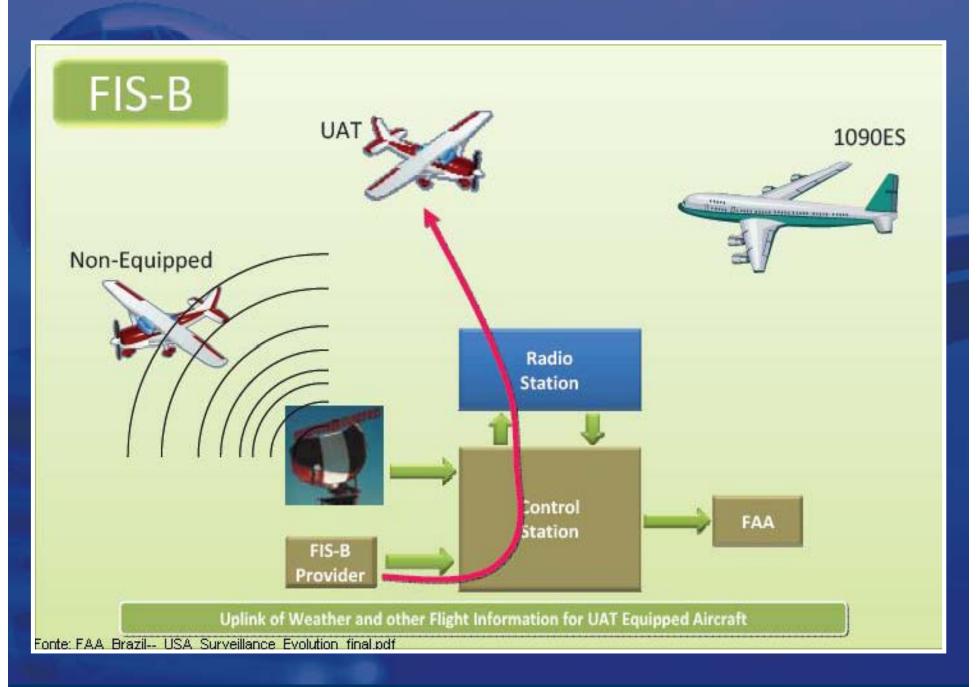


FIS-B - Flight Information Services Broadcast



- Este sistema fornece informações meteorológicas, tais como: textos, gráficos, NOTAM (Notice to Air Men), ATIS (Automatic Terminal Information Services) e outras similares.
- Necessita de fontes de dados externas às aeronaves.
- Os serviços via FIS-B serão fornecidos através de um enlace UAT (*Universal Access Transmitter*) em áreas que possuam infraestrutura terrestre de vigilância.

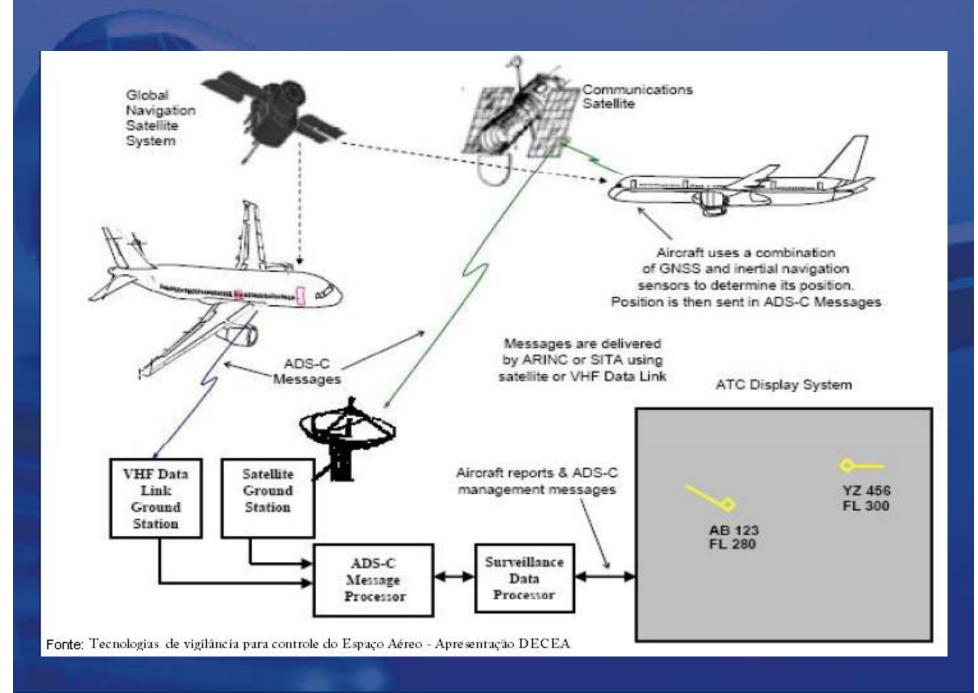




ADS-C - Automatic Dependent Surveillance - Contract



- É um método de vigilância dependente de informações do sistema aviônico das aeronaves que ocorrem automaticamente conforme estabelecido em "contrato".
- Esse "contrato" é estabelecido pela estação de solo.
- Geralmente opera sem intervenção da tripulação.
- As informações enviadas são mostradas nas telas do controlador para prover melhor consciência situacional.
- É utilizado primariamente em espaços aéreos oceânicos ou remotos devido ao menor congestionamento do tráfego nesses locais, comparados com os espaços aéreos domésticos.



Tecnologias de Enlace de Dados: 1090 ES (*Extended Squitte*r)



- Utiliza o Transponder Mode-S existente.
- Suporta mensagem do tipo "Extended Squitter".
- É um tipo de mensagem periódica que fornece informações sobre posição, velocidade, proa, tempo e, no futuro, "intenções".
- ES básico ainda não fornece "intenções" porque os FMS atuais não fornecem dados denominados como pontos de mudança de trajetória.
- Estações de solo (ATC) e aeronaves equipadas com TCAS II (7.0) já possuem os receptores 1090 MHz (Modo-S) necessários para receber esses sinais, porém precisarão estar aptos a processar as informações adicionais de ES.

Techologias de Enlace de Dados: UAT — Universal Access Transceiver



- Especificamente projetado para operação ADS-B.
- Possui custos menores e capacidade maior que 1090ES.
- Utiliza a frequência de 978 MHz para radiodifusão de informações aeronáuticas, nos EUA.
- Faixa de 978 MHz é a mesma do TACAN.



Usuários dessa tecnologia recebem informações aeronáuticas de estações no solo, incluindo informações sobre o tráfego nas proximidades.

Tecnologias de Enlace de Dados: - VIII Data Link (VDL) Mode-4



- Utiliza uma ou mais frequências atuais de VHF para transmissões de ADS-B.
- Não necessita de estação de solo mestra, pois utiliza um protocolo que permite se auto-organizar (STDMA).
- Esse protocolo tornou-se padrão em 2001 pela OACI.
- É mais utilizado para transmissões de mensagens curtas entre um grande número de usuários.

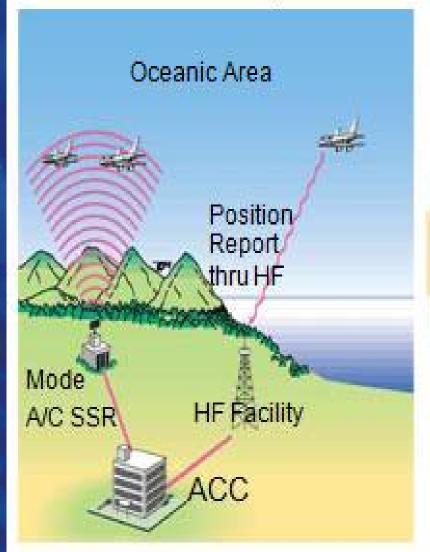


WPR - Waypoint Position Reporting

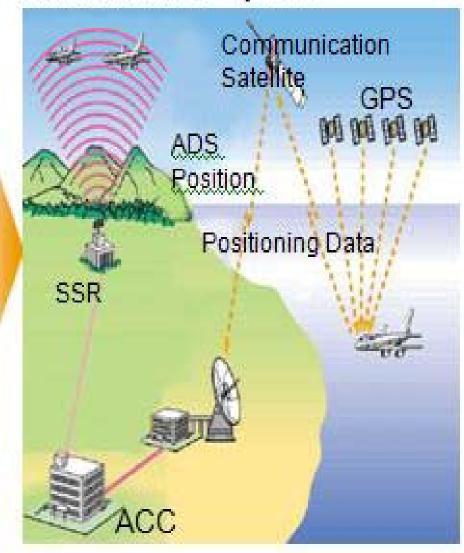


- WPR automático é utilizado em grandes aeronaves em algumas áreas de controle oceânicas.
- Não está disponível para avião executiva devido à limitações de equipamento.
- Não é FANS, mas é similar ao ADS como aplicação prática, sendo considerado um passo para evolução de técnicas futuras.
- Diminui a carga de trabalho de pilotos e controladores, aumentando a segurança e integridade dos sistemas.
- Provê uma interface entre os equipamentos da aeronave e estações de solo sem intervenção humana.
- Verifica separação e posição em 4 dimensões.

Current Surveillance System



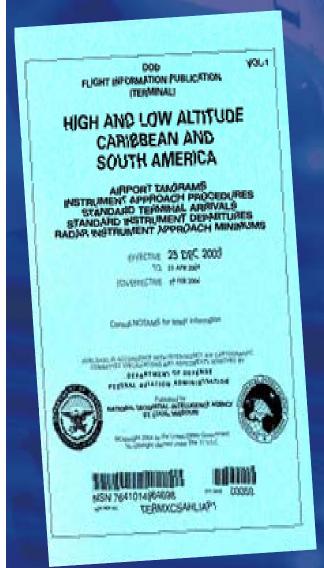
New Surveillance System





Terps (Lnav, Lnav/Vnav, Lpv, Gls)





TERPS – TERminal instrument ProcedureS

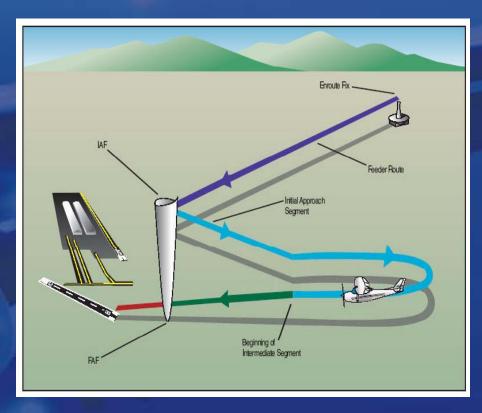
→ Denominação FAA.

PANS-OPS – Procedures for Air Navigation
Services – OPerationS → Denominação
OACI.

Procedimentos utilizados para as aeronaves encontrarem, e pousarem, em aeroportos pré-estabelecidos.

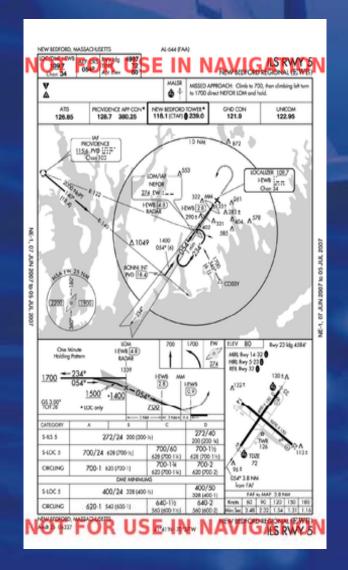


"Cartas aeronáuticas que retratam os dados necessários para a transferência segura de uma aeronave, sob condições de voo por instrumentos, da estrutura em rota para uma aterragem ou para um ponto a partir do qual um pouso visual possa ser realizado em um determinado aeroporto."



National Geospacial Intelligence Agency

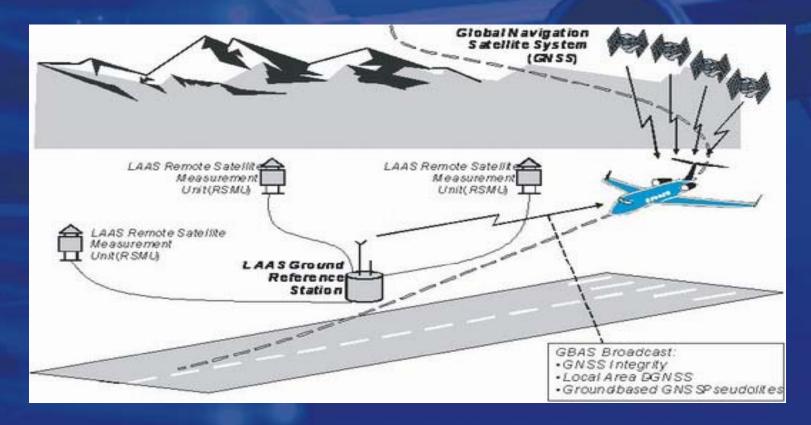




- Esses procedimentos são utilizados por todas as aeronaves voando sob condições IFR (*Instrument Flight Rules*).
- Normalmente baseiam-se em ADF, VOR/DME, ILS, MLS ou em outros auxílios à navegação, como o GNSS (LNAV, VNAV, LPV, GLS).



Com a difusão do GNSS, SBAS e GBAS, a maioria dos aeroportos poderão ter a partir de agora, ou em um futuro muito próximo, procedimentos de aproximação por instrumentos.





- Com a evolução do uso de satélites para navegação, novas categorias de aproximação para pouso foram desenvolvidas (em complementação às já existentes), tais como:
 - ✓ LNAV: Lateral NAVigation.
 - ✓ LNAV/VNAV: LNAV + Vertical NAVigation (FMS).
 - ✓ LPV: Localizer Performance with Vertical Guidance.
 - ✓ GLS: GNSS Landing System.



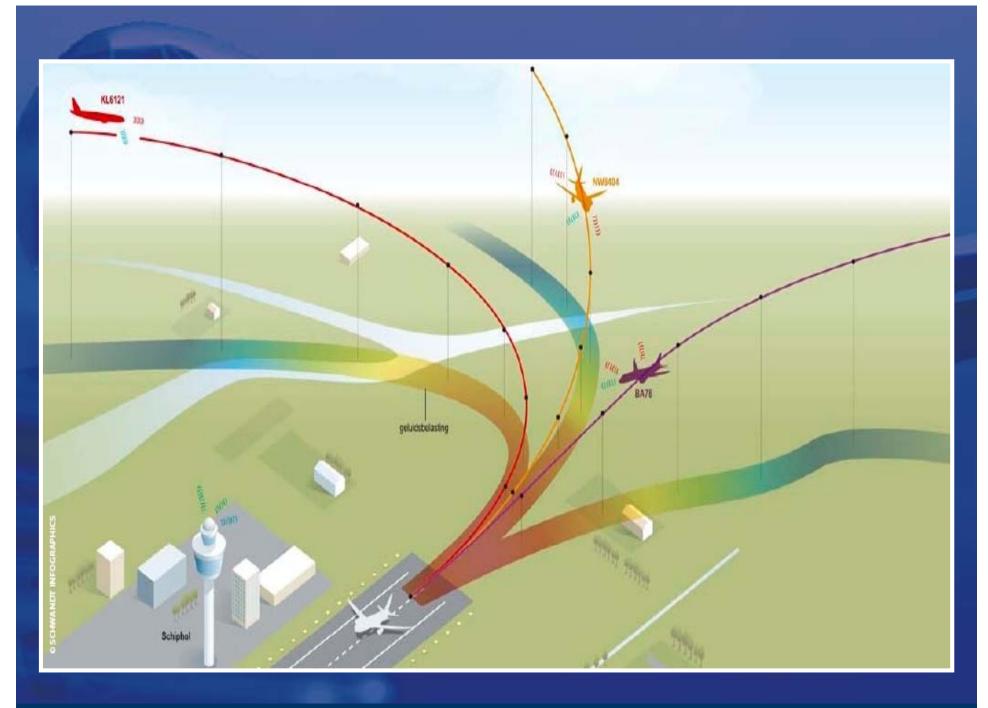


- LNAV Aproximação de Não-Precisão utilizando GPS. Não possui guiagem vertical. Descida incremental.
- LNAV/VNAV Aproximação de precisão com guiagem vertical utilizando o FMS e sistema baro-VNAV certificado. Agora, aproximações LNAV/VNAV podem também ser voadas usando equipamento GNSS/SBAS.
- LPV Permite aproximações equivalentes ao ILS CAT I, porém necessita de receptor com aumentação de precisão do GNSS/SBAS.
- GLS Permite aproximações de precisão equivalentes ao ILS CAT I, II e III, utilizando tecnologias GNSS e de aumentação de precisão GBAS e SBAS.



Vantagens do uso dessas tecnologias:

- Aproximações por instrumentos em quaisquer aeroportos não equipados com auxílios à navegação.
- ✓ Aproximação de precisão em aeroportos sem ILS.
- Economia de combustível.
- Custo reduzido (elimina a necessidade de auxílios à navegação em cada aeroporto).
- Redução do stress da tripulação.
- ✓ Redução dos erros inerentes às aproximações de não-precisão baseadas em auxílios convencionais.



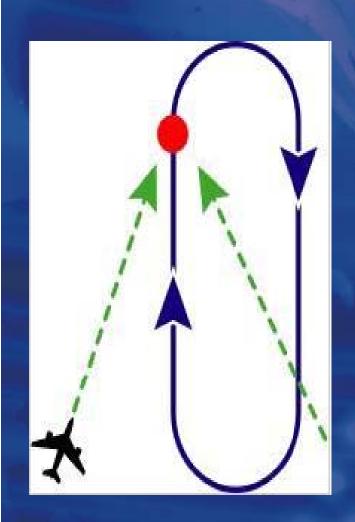


Controle de tráfego

Supervisão do movimento de pessoas, produtos e veículos para garantir eficiência e segurança.







Apenas uma única aeronave pode pousar ou decolar de uma pista por vez, com separação por tempo para evitar colisões, limitando assim a capacidade de fluxo do aeroporto.

Quando esse limite era alcançado, as aeronaves chegando ao aeroporto eram direcionadas para o chamado "holding pattern", onde ficavam circulando até a liberação para pouso.





"Holding Pattern" é um meio dispendioso e ineficiente de controle de fluxo.

Solução: "Ground Delay Program" \rightarrow as aeronaves são mantidas no solo do aeroporto de origem até que uma oportunidade de pouso esteja disponível no aeroporto de destino para o horário estimado de chegada.



Assim, através de cálculos cuidadosos do tempo "em rota" para cada voo, pode-se executar um gerenciamento de fluxo mais eficiente.

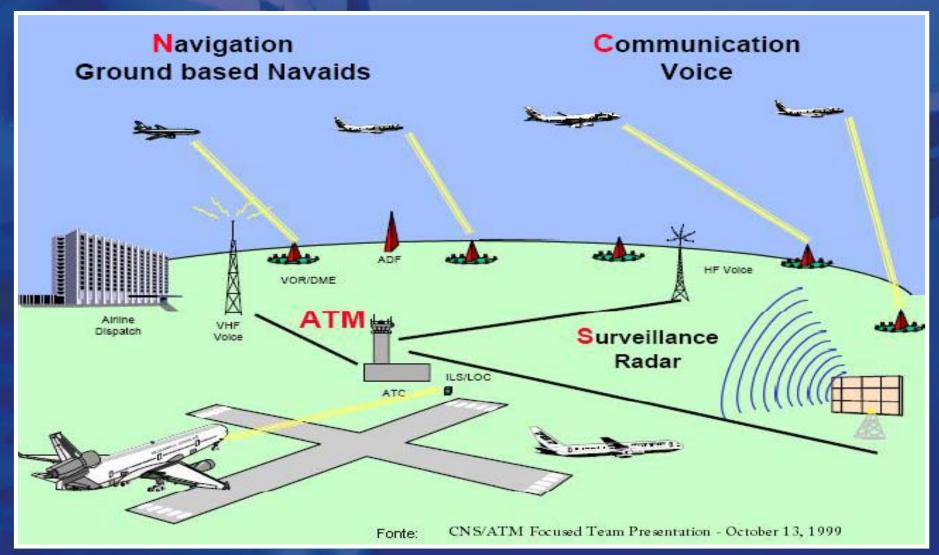






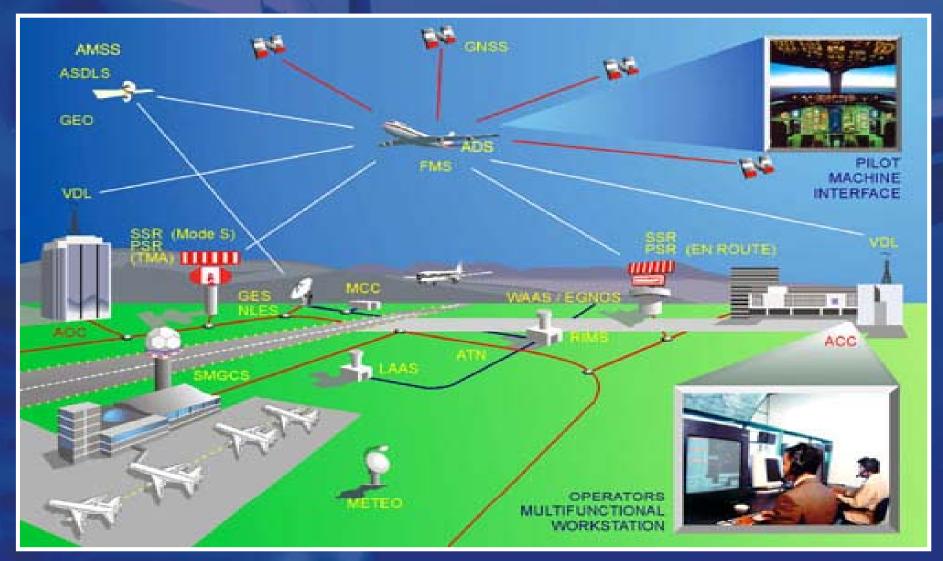
Sistemas CNS/ATM Ambiente ATC Atual





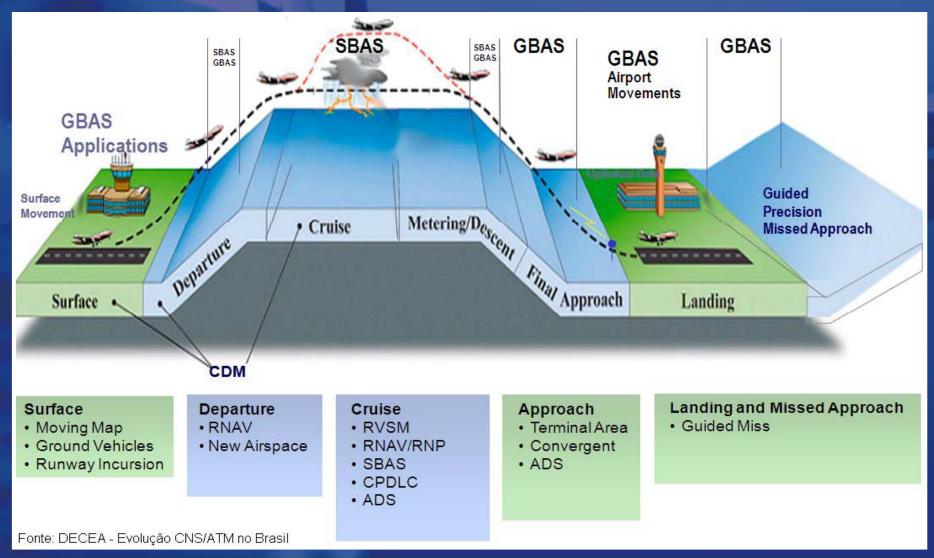
Sistemas CNS/ATM Ambiente CNS - ATC





Sistemas CNS/ATM CNS - ATM — Evolução



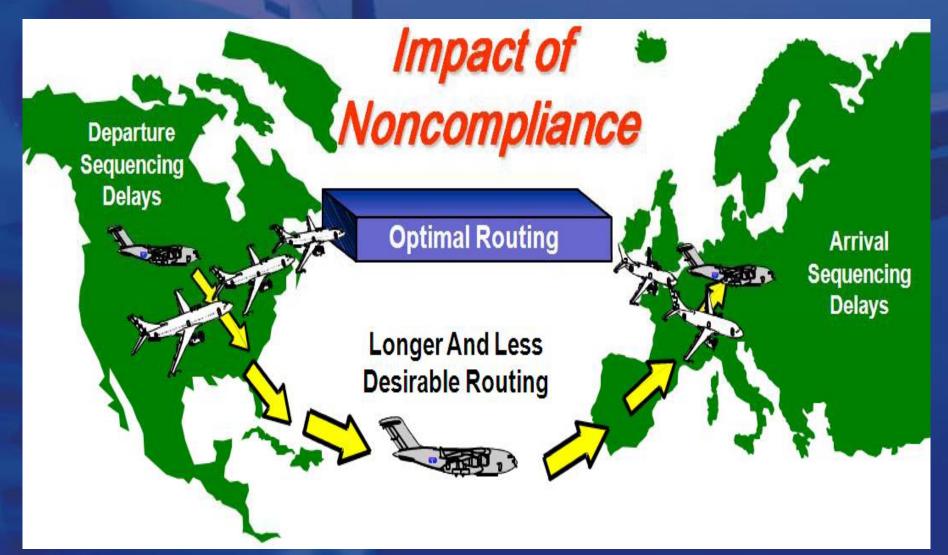


Sistemas CNS/ATM

CNS - ATM – Impactos de Não-Conformidade

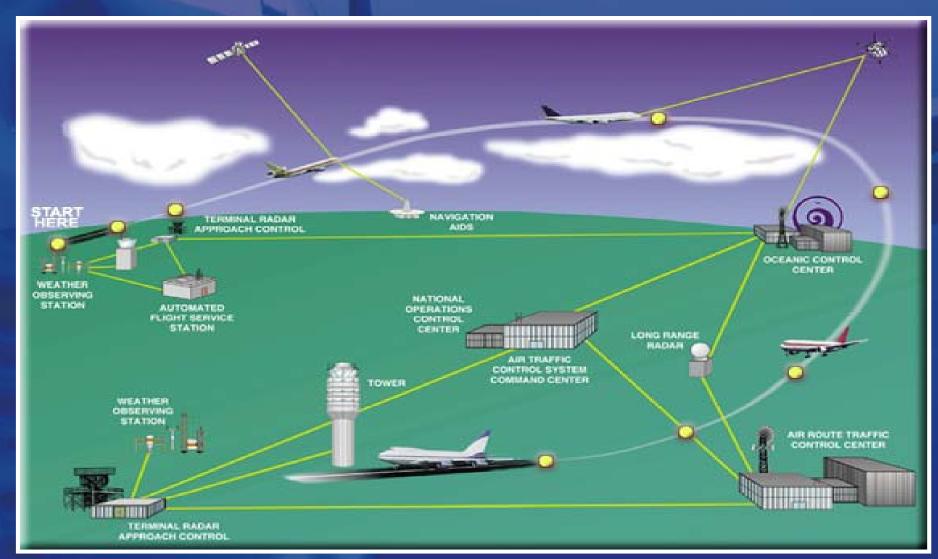


Organização Brasileira para o Desenvolvimento da Certificação Aeronáutica



Sistemas CNS/ATM CNS - ATM — Gate-To-Gate Navigation





Sistemas CNS/ATM

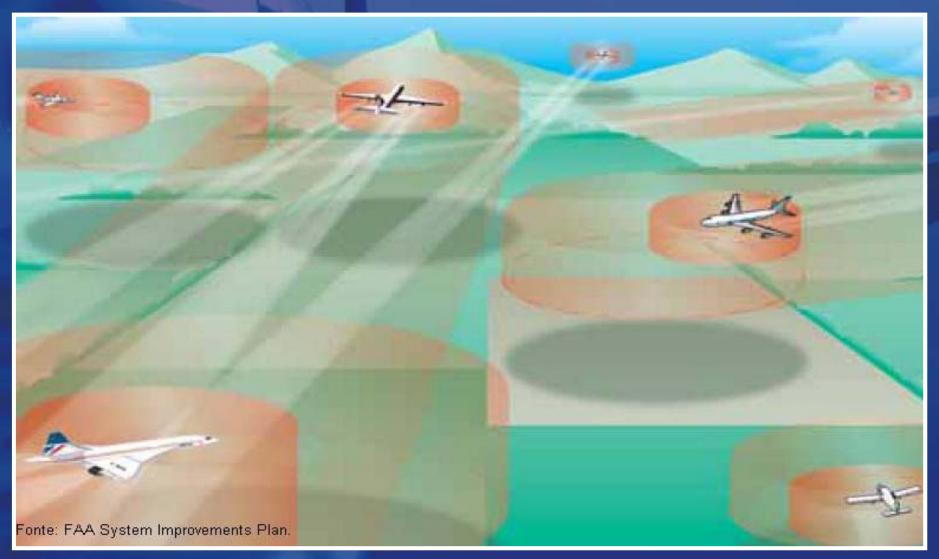
Resumo



Tecnologia	Sistema Tradicional	Sistema Futuro (CNS-ATM)
C - Comunicações (Communications)	Comunicação VHF e HF analógica por voz entre aeronave e estação de solo.	Comunicação digital por enlace de dados (e também por voz) entre aeronave e estação de solo. Exemplo: CPDLC.
N – Navegação (<i>Navigation</i>)	Sistema de navegação e pouso baseado em estações terrestres (VOR/DME, NDB, ILS, MLS).	Sistema global de navegação por satélite, conferindo maior autonomia de navegação. Exemplo: RNP.
S – Vigilância (Surveillance)	Informações de posição pelos pilotos e pelos radares primários e secundários de vigilância.	Transmissão digital automática da localização da aeronave por enlace de dados. Exemplo: ADS-B.
ATM Gerenciamento do Tráfego Aéreo	Serviços de controle de tráfego aéreo em aerovias e terminais, com limitado processamento de dados.	Gerenciamento de tráfego eficiente e flexível em todos os níveis de voo, inclusive em áreas remotas e oceânicas, com elevado processamento de dados.

Sistemas CNS/ATM "Free Flight"





O sistema CNS/ATM no Brasil



Conceito do Sistema CNS/ATM





O conceito CNS se baseia nos sistemas e tecnologias existentes e os amplia em uma combinação de tecnologias por satélite unidas aos melhores sistemas de alcance óptico.

Os novos sistemas CNS tornarão factíveis as melhorias no Gerenciamento de Tráfego Aéreo (ATM) ao proporcionar a capacidade necessária para uma interação mais estreita do espaço aéreo.

Os esforços são centrados no modo de explorar as novas tecnologias de satélites.

Concepção Operacional ATM Nacional Objetivo



"Propiciar um sistema de gerenciamento de tráfego aéreo interfuncional, para toda a Comunidade ATM, durante todas as fases de voo, que cumpra com os níveis estabelecidos de segurança operacional, proporcione operações ótimas, seja sustentável em relação ao meio ambiente e satisfaça os requisitos operacionais de segurança da aviação." - DECEA Doc 351-2 / 2008.







Concepção Operacional ATM Nacional





O CNS-ATM no Brasil



- Implantação a cargo do DECEA (Departamento de Controle do Espaço Aéreo).
- Programa de Implantação do ATM Nacional Documento DECEA – PCA 351-3 prevê:
 - ✓ Transição segura.
 - ✓ Formulação das estratégias.
 - ✓ Processo gradual e evolutivo.



O CNS-ATM no Brasil



Modernização do SISCEAB (Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro):



- ✓ Fase I: Curto prazo → até 2010.
- ✓ Fase II: Médio prazo → de 2011 até 2015.
- ✓ Fase III: Longo prazo → de 2016 até 2020.

O CNS-ATM no Brasil



Planejamento: implantação gradual, coordenada, oportuna e efetiva dos componentes do Conceito Operacional ATM Global, baseando-se no Plano Global de Navegação Aérea da OACI.



Fonte: DECEA Doc 351-2 / 2008 - CONOPS

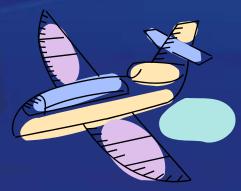
Características do espaço aéreo brasileiro



- Área: 22.000.000 km2.
- ✓ População: 180.000.000 pessoas.
- Demandas distintas por região.
- Complexa coordenação ATS regional.
- Rotas internacionais cruzam o espaço aéreo brasileiro.
- ✓ Aproximadamente 774 *navaids* instalados.







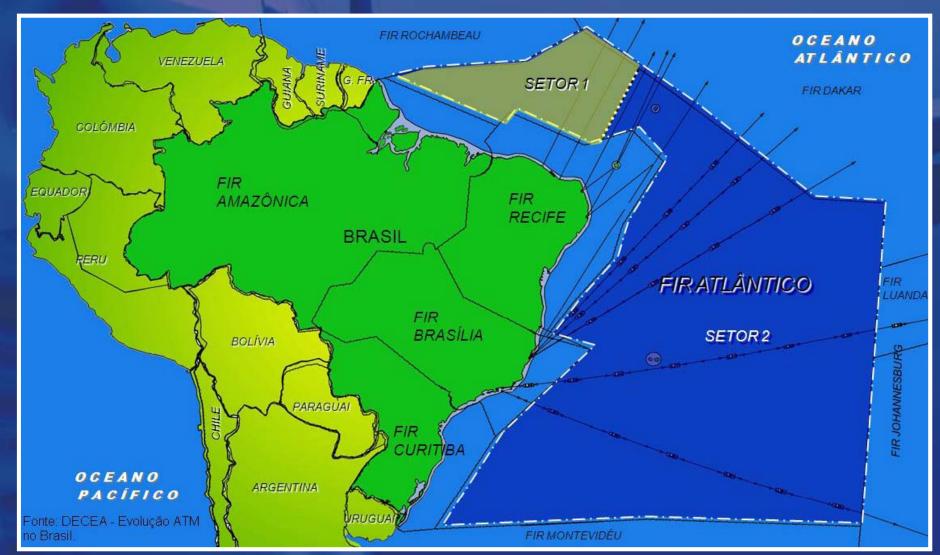
Características do espaço aéreo brasileiro





Características do espaço aéreo brasileiro





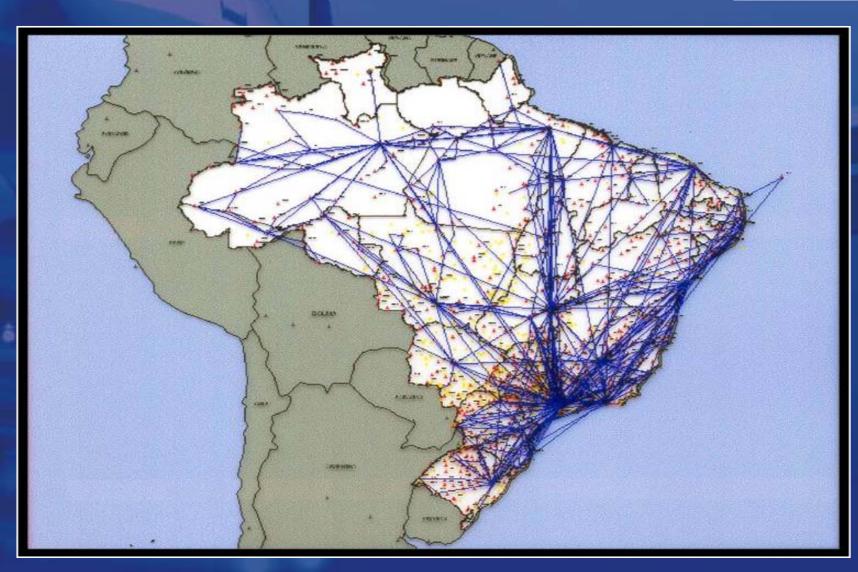
Características do espaço aéreo brasileiro





Características do espaço aéreo brasileiro: *NavAids* Brasil

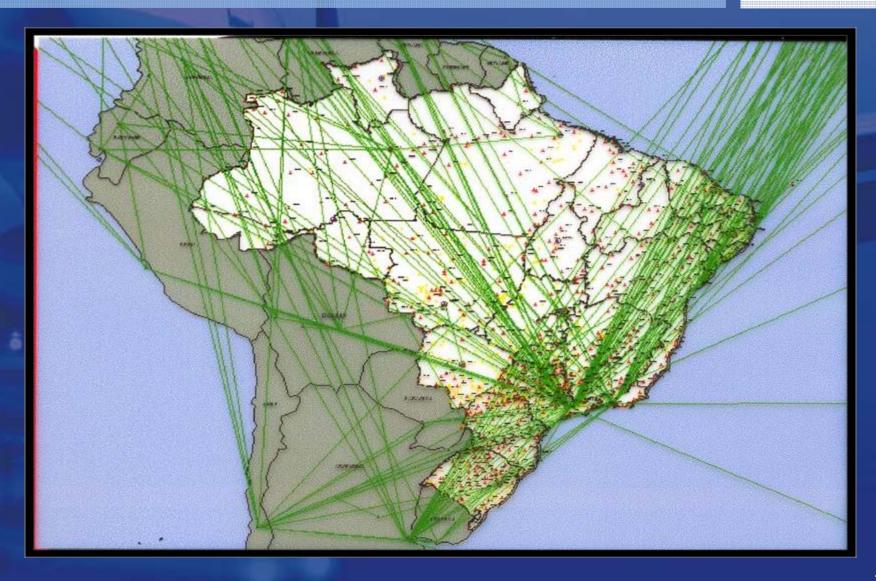




Características do espaço aéreo brasileiro: Rotas internacionais



Organização Brasileira
para o Desenvolvimento
da Certificação Aeronáutica





Benefícios esperados



- Assegurar transição para o Sistema ATM Global.
- Viabilizar aumento do fluxo de tráfego aéreo.
- Reduzir custos de implantação, operação e manutenção da infraestrutura de navegação aérea.
- Aumentar disponibilidade, integridade, cobertura e continuidade de serviços (CAR/SAM).
- Aumentar eficiência das operações (rotas diretas / planejamento)
- Assegurar atendimento dos níveis requeridos de segurança operacional.

Principais Eventos — Plano Nacional

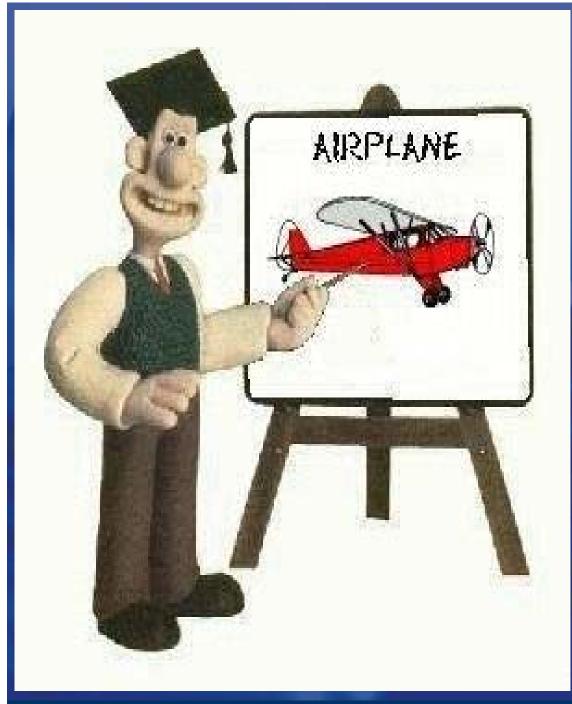




- Comissão CNS/ATM (criação e atribuições)

 → Mai/94 a Dez/98.
- Política e Estratégia Nacionais (aspectos relevantes e objetivos) → Dez/94 a Dez/01.
- Plano Nacional de Implementação (concepção, estratégia de execução e prioridades) → Set/98 a Dez/02.
- Programa de Transição do SISCEAB (compromissos, produtos e prazos) → Em desenvolvimento.



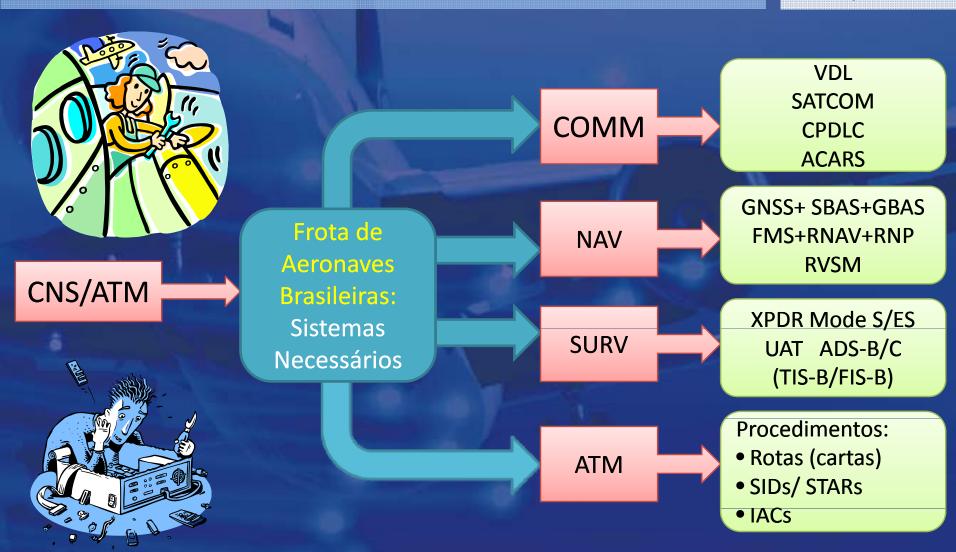


Sistemas Necessários

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

Sistemas Necessários





AC - Advisory Circular



- AC 20-110L Index of Aviation Technical Standard Orders.
- AC 20-121A Airworthiness Approval of Loran-C Navigation Systems for use in the US National & Airspace System (NAS) and Alaska.
- AC 20-130A Airworthiness Approval of Navigation or Flight Management Systems Integrating Multiple Navigation Sensors.
- AC 20-140 Guidelines for Design Approval of Aircraft Data Communications.
- AC 20-145 Guidance for Integrated Modular Avionics (IMA) that Implement TSO-C153 Authorized Hardware Elements.
- AC 20-149 Safety and Interoperability Requirements for Initial Domestic Flight Information Service-Broadcast.



AC - Advisory Circular



- AC 20-150 Satellite Voice Equipment as a Means for Air Traffic Services
 Communications.
- AC 23-15A Small Airplane Certification Compliance Program.
- AC 23-22 Guidance for Approved Model List (AML) Supplemental Type Certificate (STC) Approval of Part 23 Airplane Avionics Installations.
- AC 25-15 Approval of Flight Management Systems in Transport Category Airplanes.
- AC 25-4 Inertial Navigation System (INS).









- TSO-C60b Airborne Area Navigation Equipment Using LORAN C Inputs.
- TSO-C115b Airborne Navigation Equipment Using Multi-Sensor Inputs.
- TSO-C129a Airborne Supplemental Navigation Equipment Using the Global Positioning System (GPS).
- TSO-C132 Geosynchronous Orbit Aeronautical Mobile Satellite Services Aircraft Earth Station Equipment.
- TSO-C144a Passive Airborne Global Navigation Satellite System (GNSS) Antenna.
- TSO-C145c Airborne Navigation Sensors Using the Global Positioning System
 Augmented by the Satellite Based Augmentation System.
- TSO-C146c Stand-Alone Airborne Navigation Equipment Using The Global Positioning System Augmented By The Satellite Based Augmentation System.
- TSO-C154b Universal Access Transceiver (UAT) Automatic Dependent Surveillance -Broadcast (ADS-B) Equipment Operating on the Frequency of 978 MHz.

<mark>750</mark>



- TSO-C157 Aircraft Flight Information Services-Broadcast (FIS-B) Data Link Systems and Equipment.
- TSO-C158 Aeronautical Mobile High Frequency Data Link (HFDL) Equipment.
- TSO-C160 VDL Mode 2 Communications Equipment.
- TSO-C161 Ground Based Augmentation System Positioning and Navigation Equipment.
- TSO-C162 Ground Based Augmentation System Very High Frequency Data Broadcast Equipment.
- TSO-C163a VDL Mode 3 Communications Equipment Operating Within the Frequency Range 117.975-137.000 Megahertz.
- TSO-C166a Extended Squitter Automatic Dependent Surveillance Broadcast (ADS-B) and Traffic Information Service Broadcast (TIS-B) EquipmentOperating on the Radio Frequency of 1090 Megahertz (MHz).
- TSO-C190 Active Airborne Global Navigation Satellite System (GNSS) Antenna.





Referências - Apresentações



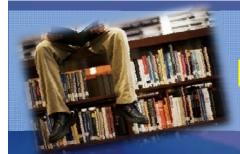
- ADS-B Civil Aviation Safety Authority (CASA) Australian Government.
- Altran Innovation Conference 07/Fev/2007.
- Amendment 2 and 3 to the Procedures for Air Navigation Services Doc 8168-OPS/611 -Aircraft Operation - OACI – 2006.
- ATC Seminar Current ATC Operations: Oceanic NASA 5-6/Jul/2006.
- ATM concept Baseline Definition Boeing 31/Out/1997.
- Aviões Controlados por Satélites Revista Brasileira de Direito Aerospacial.
- CNS Technology Implementation Options SITA 2009.
- CNS/ATM Um Marco na Navegação Aérea CGNA.
- CNS/ATM & Aviônica Avançada ANAC.
- CNS/ATM 101 ESC 07-0402 USAF 20/Mar/2007.
- CNS/ATM Guidance Material IBAC (International Business Aviation Council) Jan/2009.



Referências - Apresentações



- Comprehensive ATN Manual CAMAL ATNP Working Groups 09/Jan/1999.
- Concepção Operacional ATM Nacional DECEA 2008.
- Concepção Operacional ATM Nacional DCA 351-2- DECEA 05/Mai/2008.
- Controle do Espaço Aéreo Hupalo.
- CPDLC in Action ATN 2005 EUROCONTROL.
- Estratégia de Implementação CNS, AIS, MET DECEA 06-08/Jan/2007.
- European ATM Master Plan Edition 1 30/Mar/2009.
- Evolving Concepts in CNS/ATM 20th Annual JAA/FAA International Conference Mai/2003.
- FANS An Airline Perspective Lan Chile.





- Global Air Navigation Plan Doc 9750-AN/963 OACI 2007.
- Global Air Traffic Management Operational Concepts Doc 9864-AN/458 OACI –
 2005.
- Global ATM Operational Concept Doc 9854-AN/458 OACI 2005.
- Global Navigation Satellite System Panel ICAO GNSSP IP11 OACI Nov/2001.
- Impacts of ATC Related Maneuvers on Meeting Required Time of Arrival The Mitre Corporation - 25th Digital Avionics System Conference - 15/Out/2006.
- Manual on Required Navigation Performance Doc 9613-AN/937 OACI 1999.
- Minimum Aviation System Performance Standards Required Navigation
 Performance for Area Navigation DO 236A- RTCA.
- Minimum Aviation System Performance Standards Required Navigation Performance for Area Navigation DO 283A- RTCA.





- Navegação Aérea Segundo o Conceito CNS/ATM Custos e Benefícios ITA 2005.
- Next Generation Transportation System (NGATS) Weather Concept FAA -21/Nov/2006.
- NextGen CNS/ATM Incorporating Lessons Learned into Future System UAL United AirLines.
- NextGen Commitments FAA Nov/2008.
- NextGen Implementation Plan FAA 2009.
- O Modelo de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro e sua Integração com Outros Sistemas - Atech – 2008.
- Operational Enhanced Integration Analysis CNS/ATM Focused Team.
- Overview of the JPDO Environment Integrated Product Team (EIPT).
- PBN (RNAV & RNP) Implementation in the US FAA 04/Out/2005.





- Plano Global CNS/ATM OACI Fev/2007.
- Plano Nacional de Implementação dos Sistemas CNS/ATM PCA 63-1 DECEA 31/Dez/2002.
- Potenciais Aplicações Estratégicas do Sistema CNS/ATM ITA 2005.
- Programa de Implantação ATM Nacional PCA 351-3 DECEA 13/Mai/2009.
- Programa de Transição do SISCEAB Utilizando o Conceito CNS/ATM PCA 351-3 -DECEA - 20/Out/2006.
- Report of the Meeting of ADS-B Study and Implementation Task Force Working Group
 Out/2004.
- RVSM International Virtual Aviation Organization (IVAO) V01/2007.
- RNP & RNAV Boeing Ago/2000.
- SatNews Vol 32 FAA Nov/2007
- SESAR in Brief EUROCONTROL 0 2008.





- Strategic Guidance in Support of the Execution of European ATM Master Plan - EUROCONTROL -Mai/2009.
- Tecnologias de Vigilância para Controle de Tráfego Aéreo Civil DECEA.
- The ATN: a Cooperative Venture NASA Workshop on Integrated CNS Technology - 1-3/Mai/2001.
- The Next Generation Air Transportation System 6th CNS/ATM Symposion JPDO 26/Jan/2006.
- Self-organising Time Division Multiple Access (STDMA)
 VHF Digital Link (VDL) Mode 4 Standards and
 Practices.







- http://directory.eoportal.org/get_announce.php?an_id=7454
- http://ec.europa.eu/transport/air/index_en.htm
- http://ec.europa.eu/transport/air/internal_market/internal_ma
 rket_en.htm
- http://en.wikipedia.org/wiki/Aeronautical_Fixed_Telecommunication_Network
- http://en.wikipedia.org/wiki/Air_traffic_flow_management
- http://en.wikipedia.org/wiki/Aircraft_Communications_Addressing_and_Reporting_
 System
- http://en.wikipedia.org/wiki/Controller Pilot Data Link Communications
- http://en.wikipedia.org/wiki/Future_Air_Navigation_System
- http://en.wikipedia.org/wiki/Single_European_Sky
- http://ils.unc.edu/courses/2008_summerl/inls461_001/sessions/20080515/03f.inter_net.html





- http://inovacao.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1808-23942007000500008&Ing=es&nrm=iso
- http://learningcenter.airlines.org/Pages/Next%20Generation%20Air%20Transportation%20System%20%20.aspx
- http://nas-architecture.faa.gov/nas/reference/NAS_101.cfm
- http://pplware.sapo.pt/2008/04/23/sistema-de-navegacao-galileo/
- http://wapedia.mobi/en/Future_Air_Navigation_System
- http://wiki.answers.com/Q/What_is_Terminal_Instrument_Procedure
- http://www.aopa.org/whatsnew/air_traffic/rvsm.html
- http://www.aviationtoday.com/av/categories/commercial/SIVAM-Communication-Navigation-and-Surveillance-for-the-
- http://www.avtoday.com/av/categories/bga/FMS-Set-for-CNSATM_12831.html
- http://www.bd.bibl.ita.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=741





- http://www.britannica.com/EBchecked/topic/601854/traffic-control/64281/Trafficelements#ref528492
- http://www.businessupdated.com/shownews.asp?news_id=302&cat=SESAME:
 +European+Commission+and+Eurocontrol+announce+immin
- http://www.ciaar.com.br/EM%20FOCO/2006/com-2/AFTN.html
- http://www.ciaar.com.br/EM%20FOCO/2006/com-2/AFTN.html
- http://www.decea.gov.br/cns-atm/?i=documentacao
- http://www.decea.gov.br/espaco-aereo/informacoes-aeronauticas-ais/
- http://www.decea.gov.br/servicos/comissao-cnsatm/
- http://www.decea.gov.br/servicos/comissao-cnsatm/
- http://www.enri.go.jp/eng/research/kenkyu/com_01.htm
- http://www.enri.go.jp/eng/research/kenkyu/safety_02.htm







- http://www.etsi.org/WebSite/NewsandEvents/SINGLEEUROP EANSKY/2008_SINGLEEUROPEANSKY_HOME.aspx
- http://www.eurocae.net/
- http://www.eurocontrol.int/corporate/public/subsite_homepag e/index.html
- http://www.eurocontrol.int/ses/public/subsite_homepage/homepage.html
- http://www.eurocontrol.int/sesar/public/subsite_homepage/homepage.html
- http://www.faa.gov/
- http://www.faa.gov/about/initiatives/nextgen/nextGenVideos/
- http://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/ato/service_units/techo ps/navservices/gnss/
- http://www.faa.gov/regulations_policies/reauthorization/
- http://www.faasafety.gov/gslac/ALC/libview_printerfriendly.aspx?id=9082

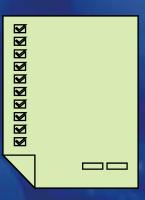




- http://www.freeflightsystems.com/gps_landing.htm
- http://www.freeflightsystems.com/gps_landing.htm
- http://www.fund.ru/programs/aeronav.asp
- http://www.gao.gov/products/GAO-07-25
- http://www.hoppie.nl/acars/example.html
- http://www.insidegnss.com/node/459
- http://www.itt.com/adsb/america-needs-nextgen.html
- http://www.jpdo.gov/
- http://www.mevio.com/episode/57873/Air+Traffic+Control+Software
- http://www.michael-hanke.de/RVSM/introduction.htm
- http://www.mitre.org/news/digest/aviation/03_06/air_transportation.html
- http://www.ncat.com/ngats/index.html







- http://www.oki.com/jp/SSC/ITS/eng/atn.html
- http://www.simlabs.arc.nasa.gov/airport_workshop/2005/airport_workshop/downloads/Fralick_NGATS.html
- http://www.skybrary.aero/index.php/Aerodrome_Operating_Minima
- http://www.skybrary.aero/index.php/AIP

- dures
- http://www.skybrary.aero/index.php/Aircraft_Instrument_Procedures
- http://www.skybrary.aero/index.php/ICAO
- http://www.waasfms.com/waas-interface/lpv-approach-capability.htm



- http://www2.atech.br/Espacial.atech
- https://www1.nga.mil/ProductsServices/Aeronautical/terminal/Pages/default.aspx
- http://www.anac.gov.br

Conclusão





Roteiro

Objetivo

Contatos

Palavras Finais

Roteiro



- Introdução
- Histórico
- Sistemas CNS-ATM: NextGen e SESAR
- Communications: HF, VHF, VDL, ACARS, SATCOM, CPDLC, ATN
- Navigation: VOR, DME, ILS, GNSS, SBAS, GBAS, INS, FMS, RVSM, RNAV, RNP, PBN, RTA, CDA
- Surveillance: Radar, SSR, ADS-B, ADS-C
- Air Traffic Management: TERPS (LNAV, LNAV/VNAV, LPV, GLS), Air Traffic Flow Control
- O CNS-ATM no Brasil
- Sistemas necessários
- Conclusão

Objetivo





Apresentar à audiência os Conceitos e as Tecnologias empregados no Sistema CNS/ATM

Pergunias





- Perguntas respondidas no debate.
- Perguntas respondidas posteriormente (por e-mail)
- Alfredo Baganha: <u>alfredo.baganha@dcabr.org.br</u>
- DCA-BR: www.dcabr.org.br

Palavras Finais





A implantação do Sistema CNS/ATM no Brasil irá requerer a modernização dos sistemas de Comunicações, Navegação e Vigilância instalados nas aeronaves de matrícula brasileira.

Sendo assim, a aprovação dos projetos de grandes modificações decorrentes da modernização das aeronaves é um novo desafio que se faz presente na área de HST da ANAC.





Alfredo Baganha Teixeira DCA-BR