



SIP/2008-NE/5
Caso de Negocio

Sistema Mundial ATM

Tecnología y Operaciones

H.V. SUDARSHAN, Oficial Técnico
Organización de Aviación Civil Internacional

**Taller sobre el Desarrollo de un Caso de Negocio para
la Implantación de los Sistemas CNS/ATM
(Lima, 10 al 14 de noviembre de 2008)**

Reseña de la presentación

- **Visión estratégica y los actuales métodos ATM**
- **Necesidad de un cambio**
- **Desarrollo del concepto – FANS a CNS/ATM**
- **Descripción de los sistemas – CNS/ATM**
- **Madurez del concepto – CNS/ATM a un sistema mundial ATM**
- **Temas relacionados con el espectro**
- **Desarrollo de las SARP y su situación actual**

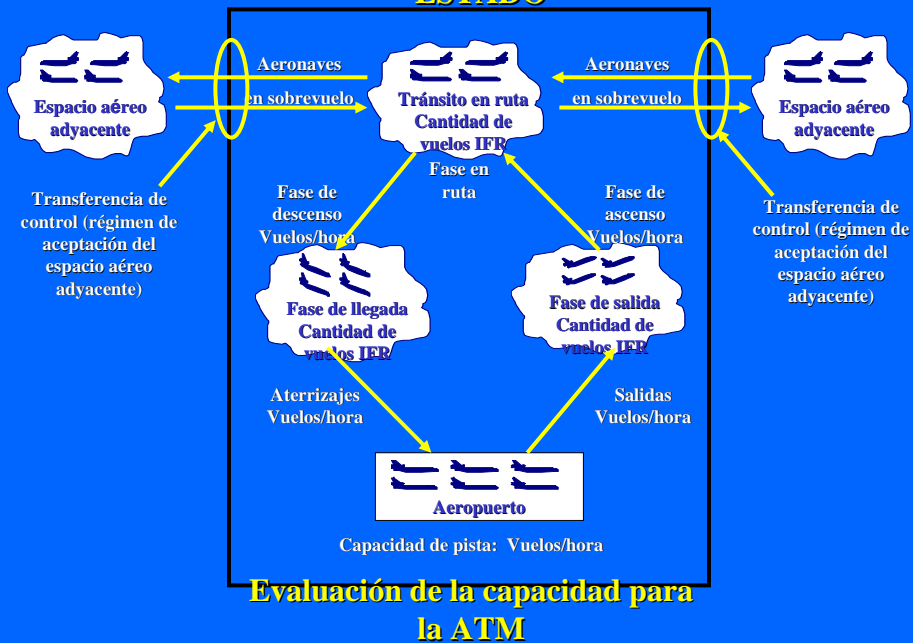
La OACI y la comunidad aeronáutica mundial ~ Visión estratégica ~

Fomentar la implantación de un sistema mundial interoperativo de gestión del tránsito aéreo para todos los usuarios durante todas las fases del vuelo, que:

- cumpla con los niveles de seguridad acordados
- permita operaciones económicas óptimas
- sea ambientalmente sostenible
- cumpla con los requisitos de seguridad nacional

3

ZONA DE RESPONSABILIDAD DE UN ESTADO



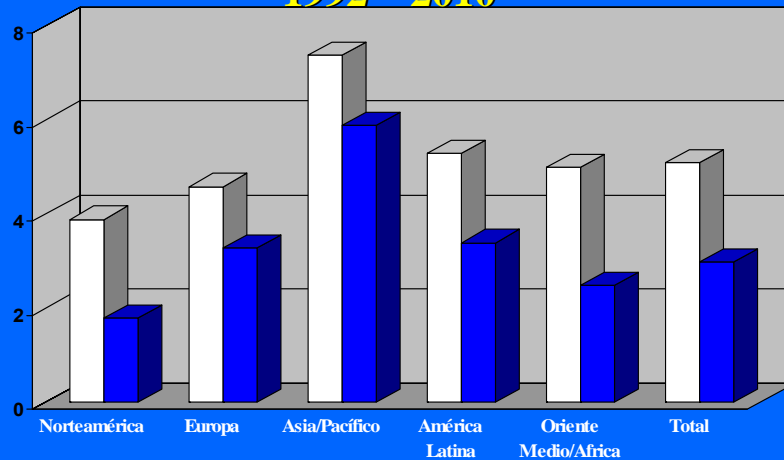


- ## Actuales limitaciones
- Propagación en alcance óptico de las actuales instalaciones CNS
 - Dificultad para la implantación de los actuales sistemas CNS en muchas partes del mundo
 - Falta de sistemas para el intercambio aire-tierra de datos digitales
- 6

Crecimiento proyectado de la demanda de tránsito aéreo

Crecimiento anual promedio de movimientos de tráfico

1992 – 2010



7

Necesidad de un cambio

- Mayor crecimiento del tránsito aéreo
- Limitaciones de los sistemas existentes
- Las nuevas tecnologías ofrecen soluciones
- Necesidad de coherencia a nivel mundial



- El Comité FANS (Sistemas de Navegación Aérea del Futuro) fue creado para abordar estos problemas

8

Hitos del Comité FANS ...

- **Comité FANS Fase I :** **jul. 84 – dic. 88**
(Desarrollo del concepto de los sistemas)
- **Comité FANS Fase II :** **jul. 89 - oct. 93**
(Planificación de la transición a las nuevas tecnologías)
- **La 10a Conferencia de Navegación Aérea aceptó el concepto FANS :** **sept. 91**

(1/2) 9

Hitos del Comité FANS

- **La Asamblea de la OACI respalda el concepto FANS :** **sept. 92**
- **El grupo de tarea sobre implantación de los sistemas CNS/ATM de la OACI abordó los temas de financiación, recuperación de costos y promoción del concepto:** **dic. 94**

(2/2) 10

Características de los sistemas CNS/ATM ...

- a) combinación de sistemas satelitales y terrestres
- b) brindan cobertura a nivel mundial
- c) utilizan sistemas interoperables

(1/2) 11

Características de los sistemas CNS/ATM

- d) son transparentes
- e) utilizan enlaces de datos aire/tierra
- f) emplean tecnologías digitales
- g) comprenden varios niveles de automatización

(2/2) 12

Comunicaciones

Communications: Current Environment

VHF Radio

HF Radio

Air Traffic Services

Communications: Future Environment

AMSS

Data and Voice

HF Data

VHF Data and Voice

Secondary Surveillance Radar (SSR) Mode S Data Link

Aeronautical Telecommunication Network (ATN)

Air Traffic Services

13

Navegación

Navigation: Current Environment

Air Traffic Services

NDB

VOR/DME

Instrument Landing System (ILS)/Microwave Landing System (MLS)

Navigation: Future Environment

GNSS

Augmentation Systems (SBAS/GBAS/GRAS)

Air Traffic Services

*Emerging concept

14

Vigilancia

Surveillance: Future Environment

**Emerging technology*

Surveillance: Current Environment

15

Elementos de los sistemas CNS/ATM – camino a un sistema mundial ATM

Comunicación	Navegación	Vigilancia	Gestión del tránsito aéreo
Datos •VHF •HF •Modo S •Satélite •ATN	GNSS •GPS •GLONASS •*GALILEO Aumentación •ABAS •GBAS •SBAS •GRAS	SSR • Modos A/C • Modo S ADS-C • VHF • HF • Satélite ADS-B	ASM • Estructura de rutas ATS • PBN (RNP y RNAV) • Utilización del espacio aéreo ATS • Control del tránsito aéreo • RHSM y RVSM • Búsqueda y salvamento • Sistemas en apoyo a la toma de decisiones ATFM • Planificación • Coordinación

**sistemas emergentes*

16

Sistema mundial ATM

El sistema mundial ATM puede ser considerado como un sistema mundial que:

- facilita la interoperabilidad de distintas tecnologías,
- incorpora procedimientos diferentes, y
- permite una armonización que genera transparencia a través de las regiones

Esto se logra mediante una implantación gradual, costo-efectiva y cooperativa de los sistemas CNS/ATM a nivel mundial.

17

Gestión del tránsito aéreo ~ Concepto operacional ~

- El concepto operacional
 - describe cómo debería operar un sistema mundial ATM integrado
 - brinda a los PIRG, a los Estados y a la industria objetivos más claros para el diseño e implantación de la ATM y de los sistemas CNS que la apoyan
- El concepto ha sido aprobado por la AN-Conf/11 y por el Consejo de la OACI
- Se ha elaborado el documento sobre los Requisitos del Sistema ATM con el fin de garantizar que la redacción de normas y todo el trabajo de la industria relacionados con la ATM apoyen el concepto operacional.

18

Requisitos de performance ~ RCP ~ ...

- La performance de comunicación requerida (RCP) es una declaración de los requisitos de performance para la comunicación operacional en apoyo de funciones específicas de la ATM
- La OACI ha concluido la elaboración de material de orientación (Manual sobre la RCP), enmiendas a los Anexos 6 y 11, PANS –ATM y el formulario de plan de vuelo de la OACI en relación al uso de la RCP en la provisión de servicios de tránsito aéreo

(1/2) 19

Requisitos de performance ~ RNP-RNAV

- El RNPSORSG (Grupo de Estudio sobre la RNP y los Requisitos Operacionales Especiales) de la ANC de la OACI ha abordado los temas pendientes relacionados con la RNP y la RNAV y ha recomendado un nuevo concepto – la Navegación Basada en la Performance (PBN).
 - a) **Especificación RNP.** Especificación de navegación basada en la navegación de área que incluye el requisito de monitoreo y alerta de performance, designada con el prefijo RNP (por ejemplo, RNP 4, RNP APCH)
 - b) **Especificación RNAV.** Especificación de navegación basada en la navegación de área que no incluye el requisito de monitoreo y alerta de performance, designada con el prefijo RNAV (por ejemplo, RNAV 5, RNAV 1)

20

Requisitos de performance

~RSP~

- La performance de vigilancia requerida (RSP) permitirá la transición a nuevos sistemas de vigilancia, mediante la definición de requisitos de performance de alto nivel para el sistema, independientes de la tecnología y la arquitectura utilizadas. Esto permitirá la implantación de aplicaciones de vigilancia en diversos sistemas de vigilancia con el mismo nivel de performance y dará como resultado una armonización a nivel mundial.
- La RSP se define como “el conjunto de parámetros de performance del sistema necesarios para que un sistema de vigilancia apoye una aplicación de vigilancia”
- El concepto RSP está siendo desarrollado por el Grupo de Expertos sobre Vigilancia Aeronáutica de ²¹

Requisitos de performance

~ RTSP ~

- La RTSP abordaría un problema de percepción interna: con qué funciones, y de qué calidad, deberían contar los servicios, la infraestructura, los procedimientos, sistemas y recursos ATM y/o deberían cumplir las aeronaves y tripulaciones
- La RTSP incorporaría todos los aspectos relacionados con la capacidad del sistema. Históricamente, se ha visto como una combinación de la performance de comunicación, vigilancia o navegación requerida para las partes de comunicación, vigilancia y navegación, pero la definición propuesta difiere significativamente de esta visión
- El concepto RTSP está siendo desarrollado por el Grupo de Expertos sobre Requisitos y Performance de la Gestión del Tránsito Aéreo (ATMRP) de la OACI



Gestión del Tránsito Aéreo **~ Definición (marzo de 2007)~**

La gestión del tránsito aéreo consiste en la gestión dinámica e integrada del tránsito aéreo y el espacio aéreo (incluyendo ATS, ASM y ATFM) —en forma segura, económica y eficiente— a través de la provisión de instalaciones y servicios transparentes en colaboración con todas las partes, con la inclusión de funciones de a bordo y basadas en tierra

23

Elementos de la ATM

GESTION DEL TRANSITO AEREO

**Gestión del
espacio aéreo**

**Servicios de
tránsito
aéreo**

**Gestión de la
afluencia del
tránsito aéreo**

24

Gestión del espacio aéreo

- Estructura de rutas ATS
 - rutas fijas
 - rutas fijas/aleatorias/mixtas RNAV
- Organización del espacio aéreo
 - uso fijo y flexible del espacio aéreo
 - coordinación civil/militar
 - aplicación de RCP/RNP/RSP/RTSP
 - sectorización optimizada

25

Servicios de tránsito aéreo ...

- Control de tránsito aéreo
 - control de información de vuelo
 - control de área
 - control de aproximación
 - control de aeródromo
 - control del movimiento en la superficie
- Búsqueda y salvamento
 - ELT (406 MHz y 121.5 MHz simultáneamente)

(1/3) 26

Servicios de tránsito aéreo ...

- **Sistemas en apoyo a la toma de decisiones**
 - monitoreo de la conformidad; MTCA/STCA; MSAW
 - PRM para aproximaciones independientes IFR a pistas con poco espaciamiento
 - sistema de medición y establecimiento de secuencia de llegadas
 - AIDC
- **Normas de separación**
 - Separación horizontal mínima reducida (RHSM) y Separación vertical mínima reducida (RVSM)

(2/3)²⁷

Servicios de tránsito aéreo

- **Aplicaciones**
 - enlace de datos
 - uso de aproximaciones en curva y segmentadas
 - A-SMGCS

(3/3)²⁸

Gestión de la afluencia del tránsito aéreo (ATFM) ...

- **Objetivo de la ATFM**
 - garantizar una circulación óptima del tránsito aéreo a través de zonas durante períodos en los que la demanda excede o se espera exceda la capacidad ATC disponible

- **Aplicación de la ATFM**
 - cambios de ruta; y
 - asignación de turnos

(1/3) 29

ATFM ...

~ Fases de la actividad ATFM ~

- **Fase estratégica:** Las actividades estratégicas son las actividades de investigación, planificación y coordinación que se llevan a cabo entre dos días y varios meses antes del día de la operación
- **Fase pre-táctica:** Las actividades pre-tácticas son las actividades de planificación y coordinación que se llevan a cabo dentro de los dos días previos al día de la operación
- **Fase táctica:** Las actividades tácticas son las actividades ATFM realizadas el día de la operación
- **Vuelos en marcha:** La ATFM deberá tomar medidas con respecto a cada vuelo antes de su salida y, normalmente, no deberá intervenir en el desarrollo de los vuelos en marcha que son responsabilidad de la dependencia ATC correspondiente. No obstante, los vuelos en marcha pueden ser objeto de medidas tácticas ATFM adicionales

(2/3) 30

Evolución de la ATM

	ANTERIOR/ACTUAL	ACTUAL/NUEVA
ATM	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sectorización fija ➤ Rutas fijas ➤ MNPS ➤ Segregación del espacio aéreo ➤ RHSM ➤ Búsqueda y salvamento 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sectorización optimizada/dinámica ➤ Rutas RNAV ➤ MNPS/PBN ➤ Agregación del espacio aéreo ➤ RHSM y RVSM ➤ Búsqueda y salvamento ➤ Aplicación de RCP/RNP/RNAV/RSP y RTSP ➤ Aplicación del enlace de datos ➤ Sistemas en apoyo de la toma de decisiones ➤ Perfiles de vuelo preferidos por los usuarios ➤ A-SMGCS ➤ ATFM (bases de datos, planificación y coordinación estratégicas y tácticas)

31

Comunicaciones

32

Sistemas de comunicaciones

- Comunicaciones tierra-tierra
 - Datos
 - Voz
- Comunicaciones aire-tierra
 - Datos
 - Voz

33

Enlaces de datos tierra-tierra

- Existentes
 - AFTN (Red de telecomunicaciones fijas aeronáuticas) (entre centros de comunicación)
 - velocidad baja/intermedia
 - almacenamiento y envío
 - OLDI (intercambio de datos en línea) (entre centros ATS)
 - no compatible con la ATN
- Nuevos
 - **AMHS** (Sistema de manejo de mensajes aeronáuticos)
Aplicación de la ATN (entre centros de comunicación)
 - AIDC (comunicación de datos entre instalaciones ATS)
Aplicación de la ATN (entre centros ATS)
- Red de comunicaciones tierra/tierra de voz y datos

34

El primer paso en la planificación de la transición a los sistemas CNS/ATM

Es fundamental contar con una red tierra/tierra para el envío de datos textuales, datos radar, gráficos y voz. La plataforma de red elegida puede ser terrestre (enlaces de radio/coaxial) o satelital, o una combinación de terrestre/satelital, dependiendo de los factores económicos y técnicos

35

Servicios (actuales y futuros) a ser considerados para el establecimiento de una red tierra/tierra (por ejemplo, VSAT)

Datos: AFTN, FDPS, FAX, RDPS, SBAS, GRAS, VHF, HF, AMSS, AMHS, AIDC

Voz: VHF, PABX, VCCS, DSC

Operaciones remotas: monitoreo de ayudas para la navegación aérea

Gráficos: Mapas meteorológicos

Video

36

Enlaces de voz tierra-tierra

- **La comunicaciones orales entre dependencias ATS (circuitos orales directos)**
 - **seguirán siendo el principal medio de comunicación con AIDC para labores de rutina**
- **Central de la Red Privada de Servicios Integrados (PINX)**
 - **VCCS/VCS**
 - **Se espera que los nuevos sistemas digitales de conmutación oral brinden una más amplia integración y una mejor interfaz para el controlador**
- **Red de comunicaciones orales y de datos tierra/tierra**

37

Funciones del enlace de datos ~ Principios básicos ~

- **Complementará y apoyará a las comunicaciones orales, sin remplazarlas**
- **El servicio inicial es para eventos rutinarios**
- **Debería ser sencillo el envío de mensajes**
- **Los procedimientos deberían estar en concordancia con los actuales sistemas orales**
- **Las instalaciones ATC en ruta, en área terminal y en la torre requieren distintas capacidades de enlace de datos**

38

Enlaces de datos aire-tierra

- **Actuales**
 - ACARS (Sistema de Direccionamiento e Informe para Comunicaciones de Aeronaves)
- **Nuevos**
 - Enlace de datos digitales VHF
 - Enlace de datos Modo-S
 - Enlace de datos AMSS
 - Enlace de datos HF

39

ACARS (VHF) y VDL

Modo	Modulación	Velocidad de modulación Kbitios/seg	Control de acceso	Aplicación
ACARS	AM MSK	2.4	CSMA	Datos A/T
VDL 1	AM MSK	2.4	CSMA	Datos A/T
VDL 2	D8PSK	31.5	CSMA	Datos A/T
VDL 3	D8PSK	31.5	TDMA	Datos y voz A/T
VDL 4	GFSK	19.2	STDMA	Vigil. y datos A/T

40

ACARS

- **ACARS (Sistema de Direccionamiento e Informe para Comunicaciones de Aeronaves)**
 - desarrollado inicialmente para la comunicación de las operaciones de las líneas aéreas
 - funciona en los modos VHF/HF/satélite
 - apoya al sistema FANS-1/A
 - no apoya a la ATN

41

Enlace digital VHF ...

- El enlace digital VHF es compatible con la ATN
- El Modo 2 tiene mayor capacidad; es el sucesor del Modo 1
- El Modo 3 es apropiado para zonas de alta densidad y zonas que experimentan frecuentes congestiones
- El Modo 3 brinda hasta 4 circuitos orales y/o de datos
- Los Modos 3 y 4 pueden transmitir mensajes en los que el tiempo es de vital importancia y pueden aceptar priorización de mensajes

(1/2) 42

Enlace de datos VHF

- **Modo 4 – atribución de turnos de tiempo sin unidad externa**
- **Un solo radio VHF para operar todos los modos sin una adición mínima de PCB**
- **Con VDL, la aeronave no está involucrada en la sincronización manual de frecuencias en caso de un cambio de estación**
- **El Modo 4 es una posible tecnología para las operaciones ADS-B**

(2/2)⁴³

Enlace de datos en Modo S

- **Enlace ascendente : 1030 MHz**
- **Enlace descendente: 1090 MHz**
- **Tipos de mensajes:**
 - **Nivel 1 – Recibe 56 mensajes de longitud normal (SLM)**
 - **Nivel 2 – Nivel 1 + Envía SLM**
 - **Nivel 3 – Nivel 2 + Recibe ELM de 112 bits**
 - **Nivel 4 – Nivel 3 + Envía ELM**
 - **Nivel 5 – Nivel 4 + Varias estaciones**

44

Enlace de datos del Servicio Móvil Aeronáutico por Satélite (AMSS)...

- **GEOS** (Satélites de órbita terrestre geostacionaria)
 - **36 000 km de altitud, 24 horas/órbita**
 - **INMARSAT está migrando de satélites I-3 (3ra. generación) a satélites I-4**
 - **Los satélites I-4 ya están operando a nivel comercial.**

(1/3) ⁴⁵

Enlace de datos AMSS ...

- **Servicio actualmente disponible (a través de Inmarsat-4)**
 - **Aero-H/H+ (alta ganancia, voz y datos, cobertura mundial, apropiado para aeronaves de larga/media distancia) + SwiftBroadband (para voz, datos, acceso a internet disponible a través de celulares para pasajeros).**
 - **Aero-I (ganancia intermedia, voz y datos, cobertura regional, apropiada para aeronaves de corta/mediana distancia)**
 - **Aero-L (baja ganancia, sólo datos, cobertura mundial, apropiada para aeronaves que no necesitan comunicaciones orales o de datos de alta velocidad)**
 - **BGAN (Red de Area Mundial de Banda Ancha) es un nuevo producto móvil para la transferencia de voz y de datos de banda ancha, basado en satélites I-4, que puede ser utilizado en cualquier lugar del planeta.**

(2/3) ⁴⁶

Enlace de datos AMSS

- **LEOS (Satélites de baja órbita terrestre)**
 - **1 000 km de altitud, 100 minutos/órbita**
 - **se requiere 66 satélites para una cobertura global**
 - **la OACI ya ha elaborado las SARP**
 - **el servicio aún no está disponible**

(3/3)

47

Enlace de datos HF – Concepto ...

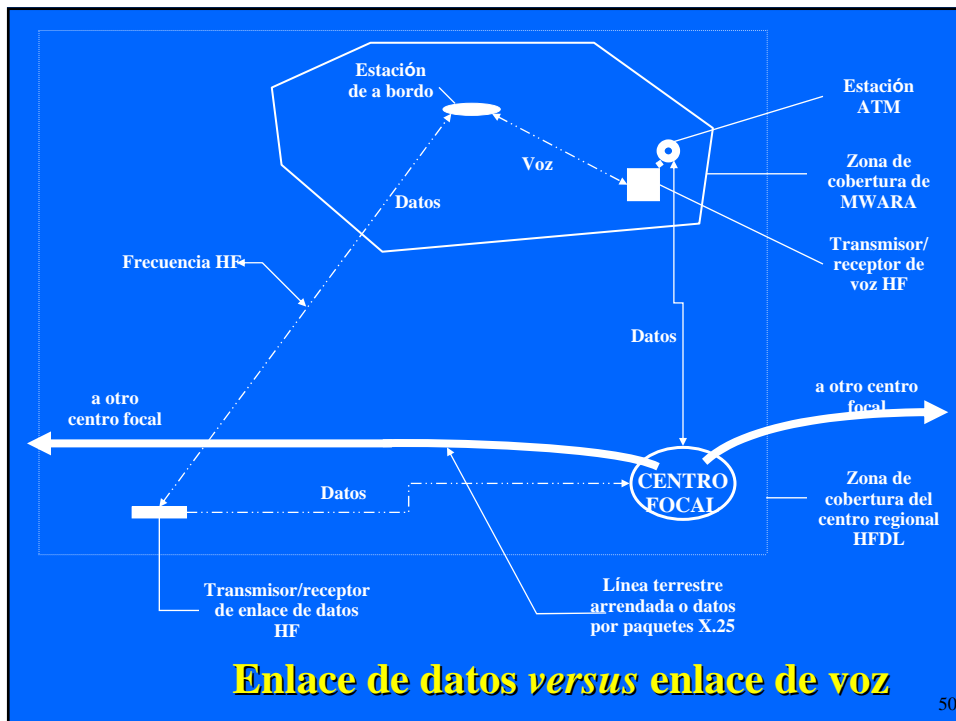
- **Se requiere una red de 14 estaciones terrestres HF DL para una cobertura global**
- **3 centros regionales, cada uno con 4-5 estaciones terrestres**
- **El HF DL difiere de la actual red oral HF**
- **Las estaciones terrestres están separadas por una distancia de 3 000 a 5 000 kms**

(1/2) 48

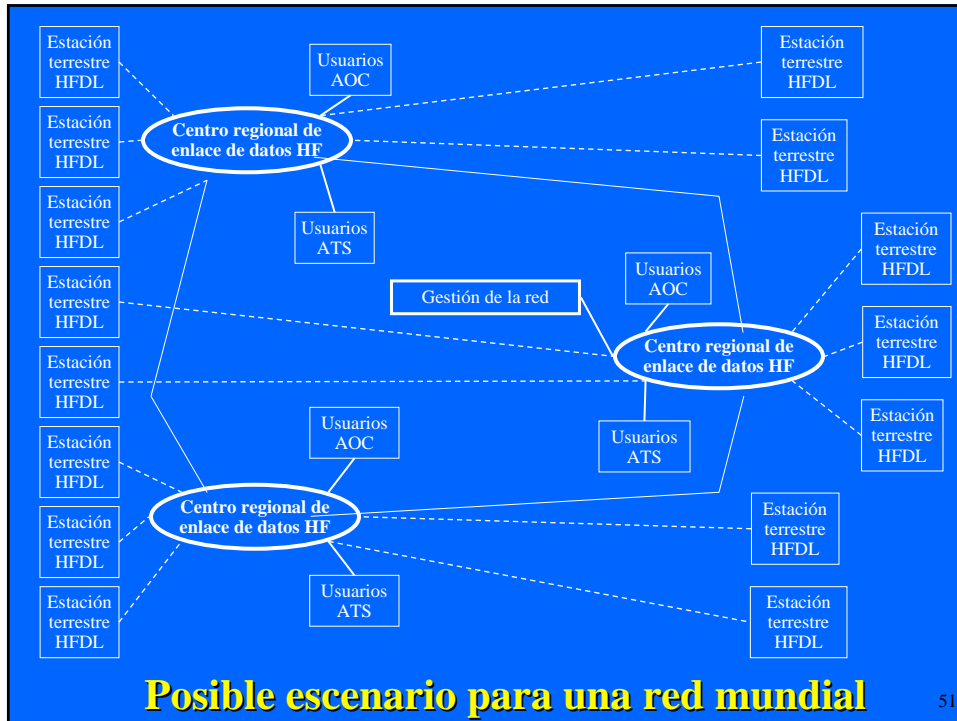
Enlace de datos HF – Concepto

- El sistema tiene capacidad para 2 000 aeronaves simultáneamente
- Se requiere un conjunto de 40 a 60 frecuencias HF
- Las aeronaves pueden estar en contacto constante con 3 ó más estaciones terrestres HF/DL
- Los centros pueden convertirse en encaminadores ATN
- Actualmente, ARINC opera 14 estaciones a nivel mundial

(2/2) 49



50



Comunicaciones por Enlace de Datos Controlador-Piloto (CPDLC) ...

- CPDLC es una aplicación de enlace de datos que permite el intercambio directo de mensajes basados en texto entre un controlador y un piloto
- CPDLC permite:
 - a la tripulación de vuelo imprimir mensajes
 - la carga automática en el FMS de mensajes específicos de enlace ascendente, reduciendo así los errores causados por la tripulación.

La tripulación también podría enviar en enlace ascendente una solicitud compleja de autorización de ruta que, una vez aprobada, el controlador puede re-Enviar sin tener que ingresar una larga serie de coordenadas

(1/2) 52

ATN ...

- Es la arquitectura OSI que ha sido elegida para ser utilizada en la industria aeronáutica

Permitirá:

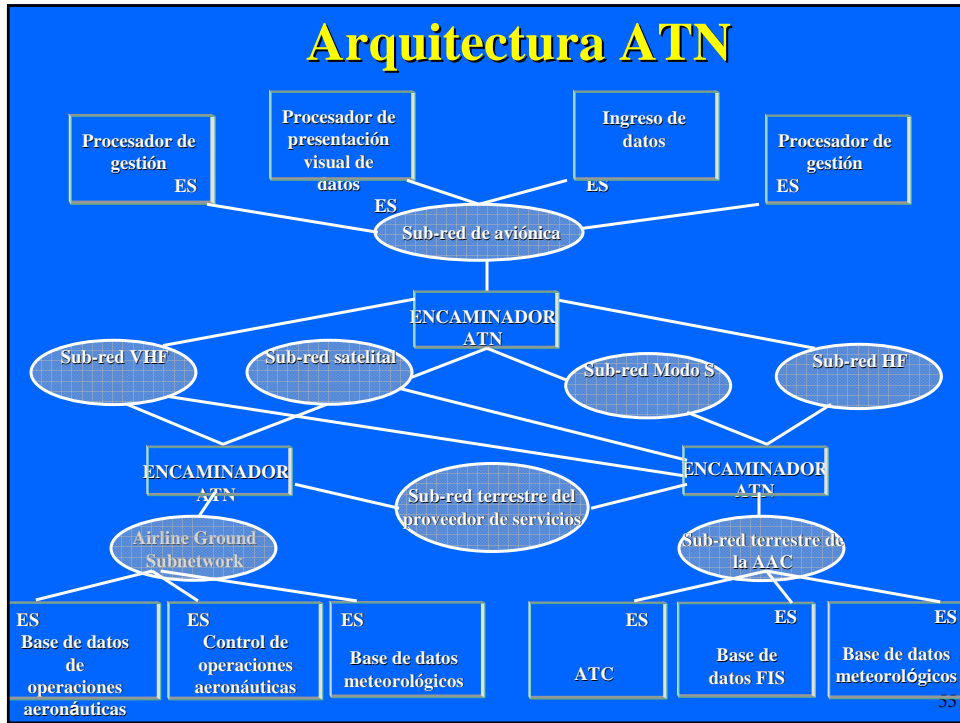
- la interconexión aire/tierra de diversas administraciones, tales como:
 - autoridades de aviación civil
 - líneas aéreas
 - proveedores de servicios de telecomunicaciones

(1/3)⁵³

ATN ...

- permite la interoperabilidad de distintos tipos de enlace de datos :
 - VHF
 - AMSS
 - Modo S
 - HF
- permite la comunicación entre una amplia gama de usuarios
- utiliza el conjunto normalizado de protocolos ISO

(2/3) 54



Uso aeronáutico de la internet pública ...

- La amplia disponibilidad, velocidad, facilidad de uso y bajo costo de la internet pública han resultado atractivos para la comunidad aeronáutica
- Varios Estados ya están usando la internet pública para el intercambio de datos aeronáuticos en aplicaciones tierra-tierra

Uso aeronáutico de la internet pública

- En junio de 2005, la OACI publicó un Manual sobre lineamientos para el uso de la internet pública para las aplicaciones aeronáuticas (Doc 9855 de la OACI)
- El Doc 9855 será enmendado para reflejar los recientes avances relacionados con la internet y los comentarios recibidos de los Estados y Organizaciones Internacionales

(2/2)⁵⁷

Información actualizada sobre la ATN - uso del IPS

- El Grupo de Expertos sobre Comunicaciones Aeronáuticas (ACP) de la OACI aceptó el uso de TCP/IP o del grupo de protocolos de internet (IPS) para el establecimiento de redes aeronáuticas tierra-tierra y aire-tierra en vez de la internet ATN/OSI por los siguientes motivos:
 - la tecnología X-25 es obsoleta;
 - la infraestructura IPS está disponible y es flexible; y
 - no se da mantenimiento a los protocolos de internet ATN/OSI
- Las SARP y el material de orientación sobre el uso del IPS para las comunicaciones de datos aeronáuticos tierra-tierra fueron concluidos en diciembre de 2007 y entrarán en vigencia el 20 de noviembre de 2008. El Manual sobre la ATN/IPS quedará concluido a fines de 2008.
- La factibilidad de usar la IPS para las aplicaciones de datos aire-tierra ha quedado demostrada. El trabajo de desarrollo de las respectivas SARP ha concluido. Se ha iniciado el trabajo con el material de orientación, que se espera estará concluido a fines de 2008.

58

Enlaces orales aire-tierra

- **Existentes**
 - **Voz HF**
 - **Espaciamiento de canales orales VHF (analógicos) 25 KHz y 8.33 kHz**
- **Nuevos**
 - **Voz digital VHF (VDL Modo 3)**
 - **Voz (AMSS) por satélite**

59

Comunicaciones orales aire-tierra ...

- **Voz HF**
 - **Se utiliza SSB en la banda de 2.85 MHz a 22 MHz**
 - **ampliamente disponible en regiones oceánicas y remotas**
 - **las características de propagación varían según la hora del día y otras condiciones**
 - **la calidad de audio no es buena**
 - **aún se utiliza HFRT (RDARA) en el espacio aéreo continental en ruta de algunos Estados debido a la falta de cobertura continua de RT VHF**

(1/3) 60

Comunicaciones orales aire-tierra ...

➤ Voz VHF

- La voz analógica DSB-AM de 25 kHz es ampliamente utilizada en el espacio aéreo continental TMA y en ruta
- Para superar la congestión, el espaciamiento de los canales ha sido reducido de 25 KHz a 8.33 kHz para aumentar la cantidad de canales disponibles (por ejemplo, en la Región europea)
- El VDL Modo 3 brinda comunicaciones tanto de voz como de datos. Sin embargo, ningún Estado aplica esta tecnología.

(2/3) 61

Comunicaciones orales aire-tierra

➤ Voz (AMSS) por satélite

- aplicación en zonas oceánicas y remotas únicamente para uso no rutinario y de emergencia
- aún no se ha resuelto los problemas de seguridad de la aviación
- no hay cobertura cerca de las regiones polares
- los servicios están disponibles de INMARSAT mediante satélites GEO
- el servicio está bajo prueba para la aplicación de órbitas terrestres bajas con Iridium

(3/3) 62

Voz SATCOM

- **Las llamadas iniciadas en pleno vuelo no representan mayor problema y deberían ser aceptadas**
- **Las llamadas iniciadas en tierra podrían ser aceptadas si se aplica las medidas de seguridad apropiadas.**
- **Hay dos problemas importantes con el uso de SATCOM para fines ATS de rutina: la seguridad y los costos**

63

Comunicaciones orales (tierra-tierra y aire-tierra) – uso de VoIP

- **Ha quedado demostrado que se puede utilizar voz sobre el protocolo de internet (VoIP) para aplicaciones tierra-tierra en base a las normas disponibles; las SARP y el material de orientación estarán listos en 2009**
- **El estudio de factibilidad sobre el uso de VoIP para las comunicaciones aire-tierra es parte del estudio que la OACI está realizando sobre las comunicaciones del futuro**

64

Estudio sobre las comunicaciones del futuro – una visión

- Se ha aprobado una sola tecnología en la banda C (5.091-5.150 GHz) para apoyar las operaciones en la superficie del aeropuerto, especialmente en zonas de alta densidad.
- Actualmente, se está considerando dos tecnologías para la banda L (960-1164 MHz) como el principal componente terrestre de la Infraestructura de Comunicaciones del Futuro (FCI) para todas las fases de vuelo. Hasta que se demuestre la compatibilidad espectral entre los sistemas propuestos y los sistemas heredados, no será posible concluir esta actividad. Esto requerirá el desarrollo de prototipos a fin de poder realizar pruebas en un ambiente real, contrastándolos con los equipos operacionales heredados.
- Se requiere un componente satelital para apoyar las zonas oceánicas y remotas, y, posiblemente, para brindar apoyo complementario en las fases TMA y en ruta.
- Debido a la actual congestión espectral en algunas regiones en la banda de comunicaciones VHF (117.975 MHz-137MHz), no se consideró viable el uso potencial de la banda VHF para las nuevas tecnologías dentro del mismo marco temporal que las bandas antes mencionadas.

65

Navegación

66

Sistemas de navegación

- **Sistemas actuales (basados en tierra)**
 - Ayudas para la navegación para la fase en ruta
 - Ayudas para la navegación para la aproximación de precisión/aterrizaje
- **Nuevos sistemas (satelitales)**
 - GNSS para todas las fases

67

Ayudas para la navegación para la fase en ruta

- **NDB**
 - dirección de la brújula al faro
- **VOR**
 - rumbo desde el faro
- **DME**
 - distancia desde el faro
- **OMEGA/LORAN C**
 - posición

68

Radiofaro no direccional (NDB)

- **Estación terrestre**
 - irradia igualmente en todas direcciones
 - transmite en 200-500 kHz
 - alcance 400 NM, dependiendo de la potencia
 - generalmente ubicado en los aeropuertos/en ruta
- **Aeronave**
 - gira la antena para lograr una máxima potencia de la señal

69

Radiofaro omnidireccional VHF (VOR)

- **Dos tipos: CVOR y DVOR**
- **Estación terrestre**
 - irradia haz de referencia y giratorio
 - transmite en 112–118 MHz
 - haz giratorio en 30 Hz
 - haz de referencia en 30 Hz modulado a sub-portadora en 9.6 kHz
- **Aeronave**
 - compara fase de las señales en 30 Hz
 - en fase cuando se encuentra exactamente al norte del faro
 - alcance – 200NM

70

Equipo radiotelemétrico (DME)

- **Aeronave**
 - irradia y recibe la respuesta
 - mide el tiempo de viaje
 - banda de frecuencia 960–1215 MHz
 - alcance 200 NM
- **En tierra**
 - respuesta activada en la estación DME

71

Sistema de navegación hiperbólica OMEGA

- **8 estaciones terrestres**
 - Noruega, Liberia, Estados Unidos (2), La Reunión, Argentina, Australia, Japón
- **Banda de frecuencia HF**
 - 10.2, 11.05, 11.33, 13.6 kHz
- **Retirado del servicio**

72

Navegación a larga distancia (LORAN-C) ...

- Navegación hiperbólica
- Transmisión de impulsos
- Frecuencia 90 → 100 khz
- Alcance: 1200 km
- Precisión: 30 → 500m
- Sujeto a interferencia
- Generalmente utilizado por la aviación general como complemento para las operaciones en ruta

(1/2) 73

LORAN-C

- Cobertura de áreas específicas
 - Estados Unidos y Canadá
 - Mediterráneo y Arabia Saudita
 - Europa
 - Loran-C/Chayka
 - Rusia, Japón, Corea, China

(2/2) 74

Sistema de navegación inercial (INS)

- Actualmente, es la ayuda para la navegación que se utiliza como medio único para las aeronaves
 - triple redundancia
 - pasivo – sin interferencia
 - depende de los dispositivos electrónicos y electromecánicos de a bordo
 - el error aumenta con el tiempo
 - tasas de deriva mejores que 1 nm/hora de vuelo

75

Ayudas para la navegación para aproximación de precisión/aterrizaje

- ILS
 - sistema de aterrizaje por instrumentos
 - brinda rumbo en elevación y azimuth
 - ampliamente utilizado a nivel mundial
- MLS
 - sistema de aterrizaje por microondas
 - brinda rumbo en elevación y azimuth
 - disponible en una serie de aeropuertos en Europa, como Heathrow en Londres, Munich, Frankfurt y París)

76

ILS

- **Ayuda primaria para el aterrizaje**
- **Haz localizador (azimuth) en el extremo de pista**
 - dos haces superpuestos alineados a lo largo del centro de la pista
 - frecuencia de 108 – 118 MHz
- **Haz de pendiente de planeo (vertical) al lado de la pista**
 - dos haces se cruzan en una pendiente de planeo de 3° en la aproximación
 - frecuencia de 328.6 – 335.4 MHz ó IDME
- **Radiobalizas (interna, intermedia y exterior)**

77

MLS

- **Haces exploradores**
 - cobertura hasta 20,000 ft. de altitud y 15 millas de ancho
 - frecuencia de 5 GHz
- **Es posible realizar aproximaciones en curva y segmentadas**
- **Menos vulnerable a la interferencia**

78

Concepto RNP/RNAV conducente a la navegación basada en la performance

79

Concepto RNP de la OACI - Antecedentes

- El Comité FANS identificó la necesidad de la navegación basada en la performance y desarrolló el concepto de la *Performance de Navegación Requerida* para evitar tener que elegir entre sistemas rivales
- Manual sobre la Performance de Navegación Requerida (doc 9613)
- Énfasis en la fase en ruta (RNP-10 y RNP-4) para aplicaciones oceánicas y remotas
- No hay requisitos RNP de la OACI para aplicaciones continentales en ruta y terminales
 - Proliferación de normas nacionales
 - Amplia variedad de requisitos funcionales
 - Variedad de sensores de la navegación requerida
 - Distintos requisitos para la tripulación
 - Falta de armonización a nivel mundial

80

¿Qué se necesita hacer?

- En principio, el concepto original RNP es bueno, pero...
- Es necesario ajustar el concepto RNP
 - Clara distinción entre las operaciones que requieren monitoreo y alerta de performance y las operaciones que no lo requieren
 - Armonización de las actuales operaciones RNAV y RNP
 - Desarrollo de una nueva especificación de navegación para satisfacer la demanda operacional
 - Necesidad de aprobar los requisitos de aprobación operacional
 - Autorizar la guía para la implantación

81

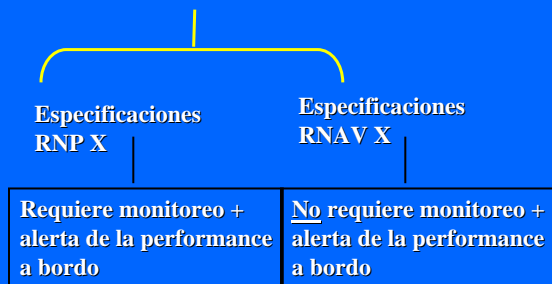
Navegación basada en la performance (PBN)

- La OACI creó el “*Grupo de Estudio sobre los Requisitos Operacionales Especiales de la Performance de Navegación Requerida (RNPSORSG)*” para analizar los temas pendientes del concepto RNP
- El concepto RNP revisado que conduce a la PBN diferencia entre las normas de navegación que no requieren una integridad de retención, que tendrán la designación “X-RNAV”, donde “X” es una letra del alfabeto romano, y las normas de navegación que requieren integridad de retención, que tendrán la designación “RNP-x”, donde “x” corresponde a la precisión de navegación.
- El concepto revisado permite ampliar la designación para las capacidades de 3-D y 4-D, como posibles aplicaciones futuras a partir de 2015.
- El Manual PBN ya se encuentra disponible en la ICAONET.

82

PBN

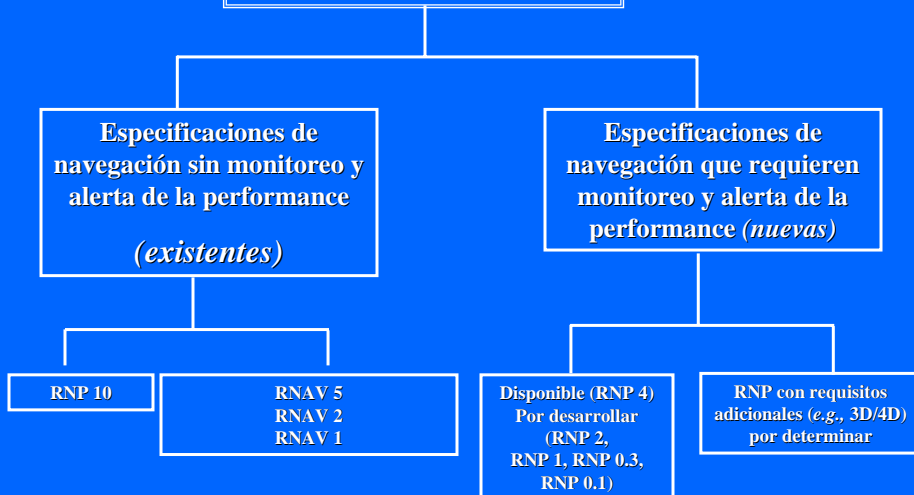
- La PBN especifica la performance del sistema RNAV, es decir, la precisión, integridad, continuidad, disponibilidad + funcionalidad; – definida en las **especificaciones de navegación**



Esto difiere del concepto RNP, que ponía énfasis en la precisión de navegación y 'se detenía' en la *performance requerida*. Sin embargo, la PBN se sustenta en especificaciones de navegación detalladas que contienen requisitos de performance y funcionalidad.

83

CONCEPTO PBN



84

Operaciones bajo el concepto PBN, tanto el actual como el propuesto ...

Zona de aplicación	Precisión de navegación	Designación de la norma de navegación: Situación actual	Designación de la norma de navegación: Concepto PBN
Oceánica/ remota	10	RNP 10	RNAV 10 (rótulo RNP 10)
	4	RNP 4	RNP 4
En ruta – continental	5	RNP 5 RNAV Básica	RNAV 5
En ruta – continental y terminal	2	USRNAV tipo A	RNAV 2
Terminal	1	USRNAV tipo B y P-RNAV	RNAV 1

1/2

Operaciones bajo el concepto PBN, tanto el actual como el propuesto

Zona de aplicación	Precisión de navegación	Designación de la norma de navegación: Situación actual	Designación de la norma de navegación: Concepto PBN
Terminal	1	SBAS GNSS Básica	RNP 1 Básica
Aproximación	1-0.3	SBA GNSS (Baro-VNAV) Básica	RNP APCH
Aproximación	1-0.1	RNP SAAAR (EE.UU.)	RNP AR APCH

2/2 86

Navegación de área (RNAV) Nueva definición a partir del 19 de junio de 2007

- Método de navegación que permite las operaciones de las aeronaves en cualquier trayectoria de vuelo deseada dentro de la cobertura de las ayudas para la navegación basadas en tierra o en el espacio, o dentro de los límites de la capacidad de las ayudas autónomas, o una combinación de ambas.

Nota - La navegación de área incluye la navegación basada en la performance, así como otras operaciones que no corresponden a la definición de navegación basada en la performance.

87

Navegación basada en la performance (PBN)

Nueva definición a partir del 19 de junio de 2007

- Navegación de área basada en los requisitos de performance para aeronaves que operan en una ruta ATS, que están realizando un procedimiento de aproximación por instrumentos o que operan en un espacio aéreo designado.

Nota - Los requisitos de performance están definidos en las especificaciones de navegación en términos de la precisión, integridad, continuidad, disponibilidad y funcionalidad necesarias para la operación propuesta dentro del contexto de un determinado concepto de espacio aéreo.

88

Especificación de navegación ... Nueva definición a partir del 19 de junio de 2007

- Conjunto de requisitos relacionados con la aeronave y la tripulación de vuelo en apoyo de las operaciones de navegación basada en la performance dentro de un espacio aéreo definido.

Hay dos tipos de especificaciones de navegación...

1/2 89

Especificación de navegación

- Especificación RNP.** Especificación de navegación basada en la navegación de área, que incluye el requisito de monitoreo y alerta de la performance, designada con el prefijo RNP (por ejemplo, RNP 4, RNP APCH)
- Especificación RNAV.** Especificación de navegación basada en la navegación de área que no incluye el requisito de monitoreo y alerta de la performance, designada con el prefijo RNAV (por ejemplo, RNAV 5, RNAV 1)

2/2 90

Nuevos sistemas GNSS

91

GNSS ~ Definición ~

Un sistema mundial de determinación de la posición y la hora, que incluye una o más constelaciones satelitales, receptores de a bordo y aumentaciones que fueran necesarios para apoyar la performance de navegación requerida para la fase de operación en sí

92

Satellite navigation – Basics

Aircraft is somewhere on the surface of this sphere

Aircraft is somewhere on this circle

Aircraft is at one of these two points

posición con 1 satélite

posición con 2 satélites

posición con 3 satélites

**reference to a fourth satellite eliminates clock errors*

Orbitas satelitales

- **GEO (órbita terrestre geostacionaria)**
 - 36,000 KM; 3 satélites para una cobertura global; 24 horas por órbita
 - ejemplo: INMARSAT
- **MEO (órbita terrestre intermedia)**
 - 20,000 KM; 24 satélites para una cobertura global; 12 horas por órbita
 - ejemplo: GPS
- **LEO (órbita terrestre baja)**
 - 800 KM; 66 satélites para una cobertura global; 100 minutos por órbita
 - ejemplo: Sistema Iridium

94

GNSS

**Constelación satelital + Aumentaciones +
Receptores de a bordo**

Constelaciones satelitales:
GPS/GLONASS/ GALILEO

Aumentaciones: ABAS/SBAS/GRAS

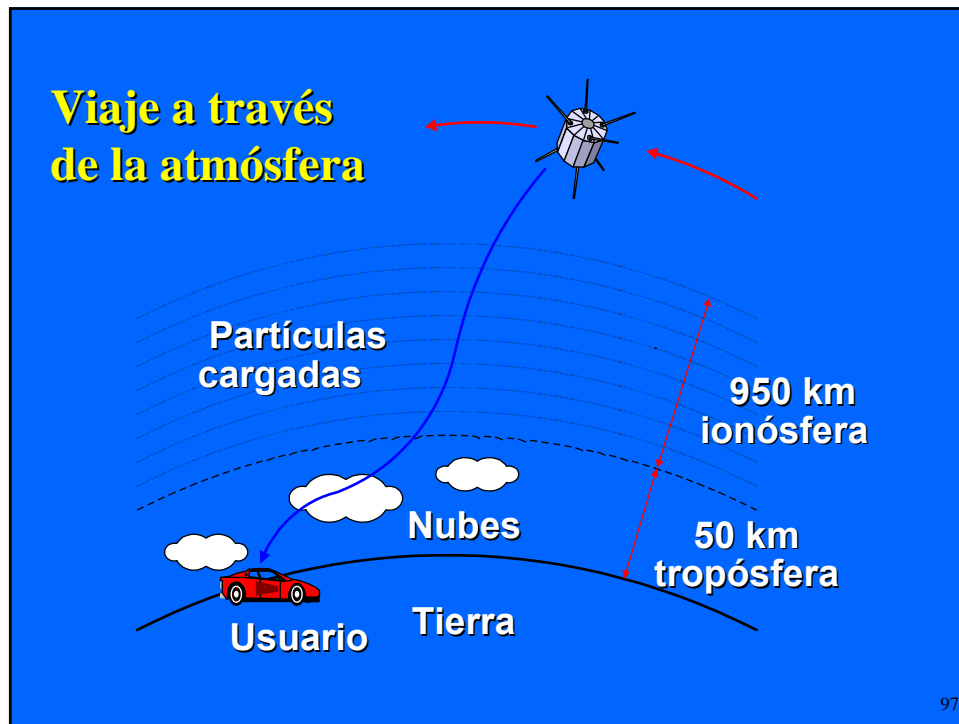
Receptores de a bordo: Receptores a bordo de
la aeronave

95

GNSS – fuentes de errores

- **Demoras ionosféricas:** 20 a 30 metros en el día y
3-6 metros en la noche
- **Errores troposféricos:** 1 a 3 metros
- **Errores de efemérides:** 3 a 4 metros
- **Errores del reloj satelital:** 3 a 4 metros
- **Errores de trayectos múltiples:** 1 a 2 metros
- **Ruido del receptor:** hasta 1 metro

96



Impacto de la ionósfera

- Los errores de propagación pueden ser corregidos mediante:
 - la aplicación de modelos ionosféricos (estimados promediados)
 - la aplicación de correcciones de las estaciones de referencia
 - mediciones directas en dos frecuencias (cuando estuvieren disponibles)

¿Por qué aumentar el GNSS?

- Tanto el GPS como el GLONASS requieren diversos grados de aumentación para poder cumplir con los requisitos operacionales de performance (precisión, integridad, disponibilidad y continuidad) en todas las fases de vuelo
- A fin de superar las limitaciones inherentes del sistema, se ha propuesto aumentaciones en tres amplias categorías:
 - a bordo de la aeronave
 - terrestres
 - satelitales

99

Tipos de sistemas de aumentación para el GNSS

- **ABAS** (sistemas de aumentación basados en la aeronave)
 - RAIM y AAIM
- **SBAS** (sistema de aumentación basado en satélites) – WAAS, EGNOS, MSAS, GAGAN
- **GBAS** (sistema de aumentación basado en tierra) - LAAS
- **GRAS** (sistema regional de aumentación basado en tierra) - GRAS

100

Sistema de aumentación basado en la aeronave

- **Vigilancia Autónoma de la Integridad en el Receptor (RAIM)**
Técnica por la cual un receptor/procesador GNSS de a bordo monitorea en forma autónoma la integridad de las señales de navegación del GNSS
- **Vigilancia Autónoma de la Integridad en la Aeronave (AAIM)**
Técnica en la cual se utiliza un sensor de a bordo, como INS/ayuda altimétrica, para aumentar el GNSS. Se usa, especialmente, durante cortos períodos en los cuales las antenas de navegación satelital están oscurecidas por la aeronave durante la ejecución de maniobras o durante períodos en que no hay suficientes satélites a la vista

101

Vigilancia autónoma de la integridad en el receptor

- requiere mediciones satelitales redundantes
- 5 satélites permiten detectar el satélite defectuoso
- 6 satélites permiten excluir al satélite defectuoso de la determinación de la posición

Generalmente, el radio del círculo de alarma para el GPS autónomo es de 200 m

102

Sistema de aumentación basado en satélites (SBAS) – Proveedores de servicios ...

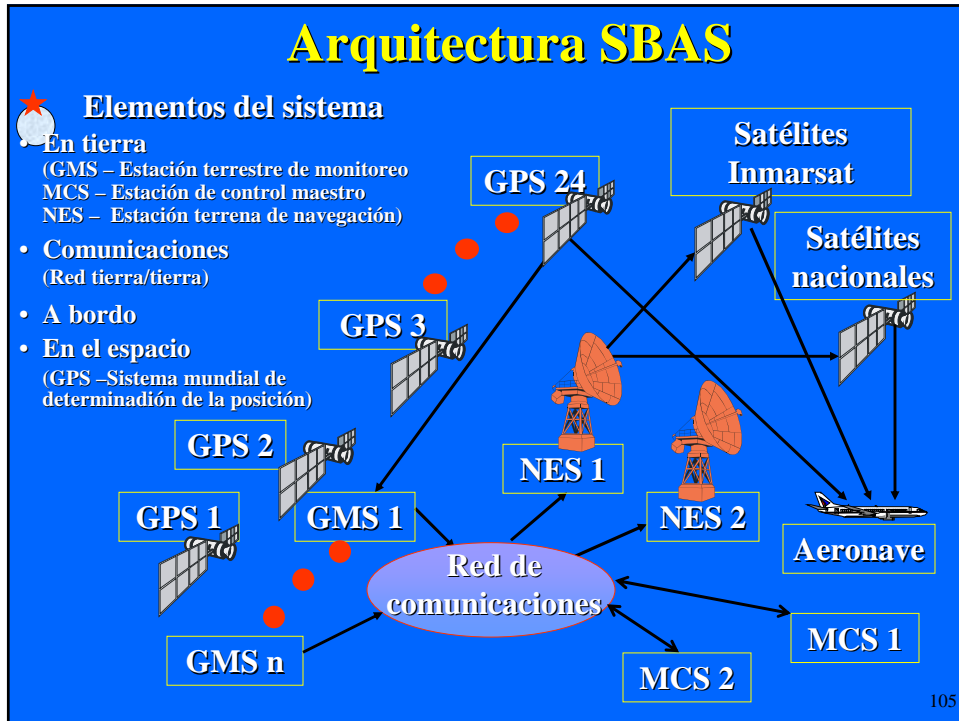
1. Sistema de aumentación de área amplia (WAAS)
 - Desarrollado por Estados Unidos, con una capacidad operativa inicial que entró en vigencia el 10 de julio de 2003.
2. Sistema europeo de complemento geostacionario de navegación (EGNOS)
 - Desarrollado por los Estados europeos. El EGNOS entrará en pleno funcionamiento a fines del 2008

(1/2)¹⁰³

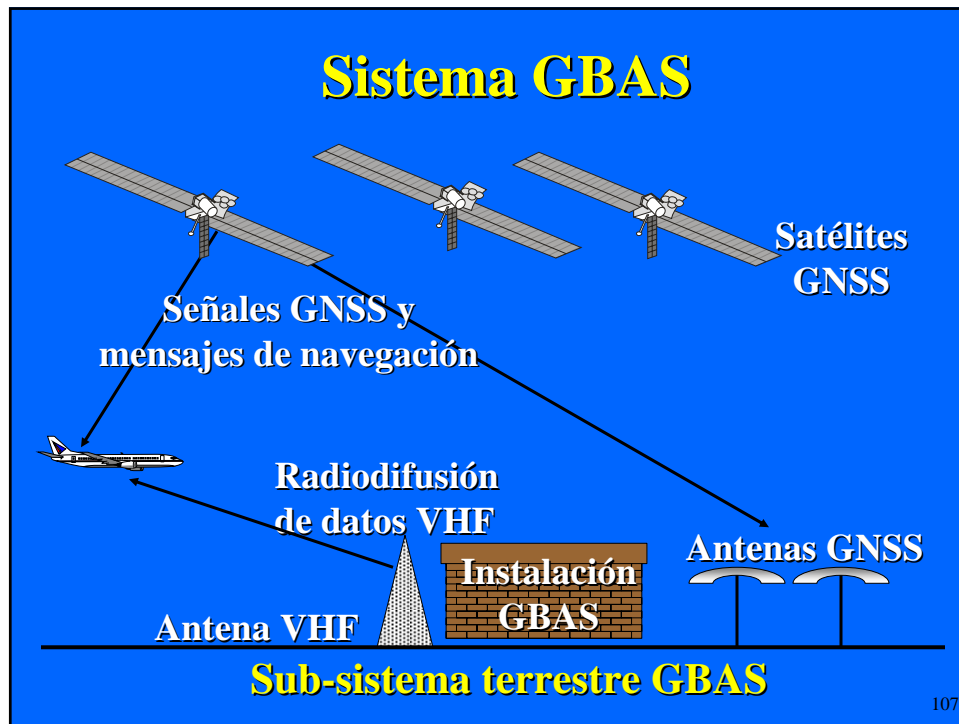
SBAS – Proveedores de servicios ...

3. Sistema de aumentación satelital MTSAT (MSAS)
 - Suministrado por Japón para la Región Asia-Pacífico. El MSAS entró en funcionamiento a principios del 2008, luego de varias actividades para certificarlo como un sistema altamente confiable con dos MTSAT.
4. GPS/GLONASS y navegación geostacionaria aumentada (GAGAN)
 - Está siendo desarrollado por India para satisfacer las necesidades de los Estados del subcontinente indio, y se espera esté disponible en 2010

(2/2)⁰⁴



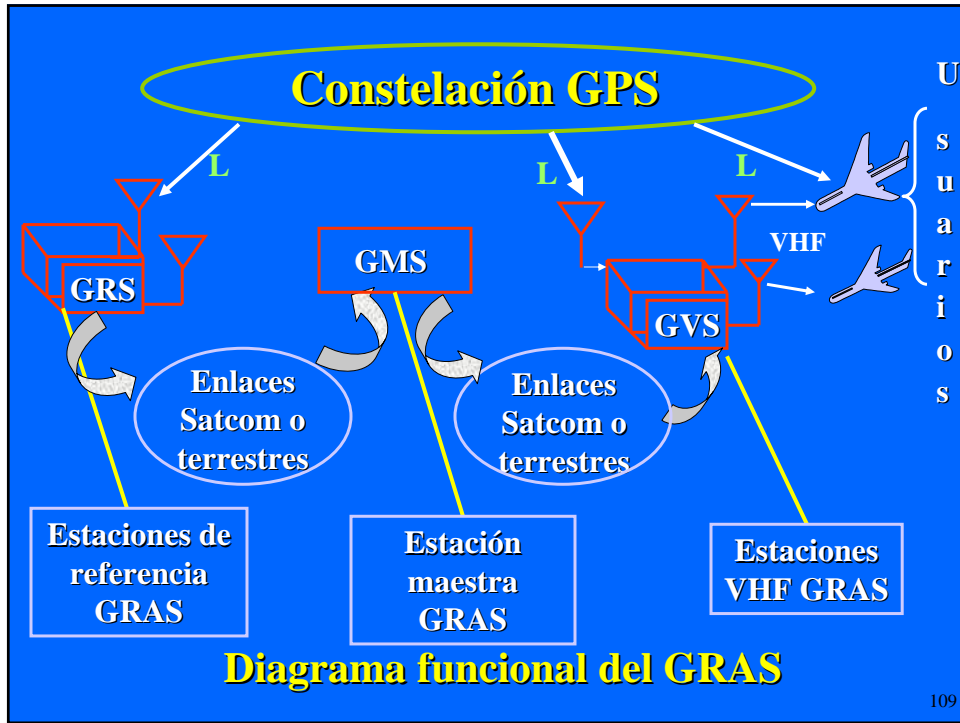
- ## GBAS
- **Brinda información sobre la integridad y correcciones diferenciales**
 - **Alcance limitado a un radio de 20 NM**
 - **Requiere un enlace de datos VHF**
 - **Cumple los requisitos de PA Cat. I, II y III**
- 106



Sistema regional de aumentación basado en tierra (GRAS)

- Aumentación a través de transmisores VHF basados en tierra
- El área de servicio es un radio de aproximadamente 200 NM
- El componente terrestre puede estar interconectado por una red
- Apoya operaciones en ruta, en área terminal y APV
- Se concluyó la elaboración de las SARP en abril de 2005, las cuales entraron en vigencia el 23 de noviembre de 2006

108



Comparación SBAS/GBAS/GRAS

Parámetros	SBAS	GBAS	GRAS
Radiodifusión sobre la integridad	Disponible	Disponible	Disponible
Telemetría adicional	Disponible	No disponible	No disponible
Correcciones diferenciales	Disponible	Disponible	Disponible
Plataforma	Satelital	Basado en tierra	Basado en tierra
Zona de servicio	Area amplia - Depende de la cantidad y posición de las estaciones de monitoreo	Cada estación GBAS tiene un radio de 20 NM	Cada estación VHF GRAS tiene un radio de 200 NM
Operaciones apoyadas	Hasta Cat I	Todas las operaciones, incluyendo Cat. I-II-III	Sólo para operaciones en ruta, en área terminal y APV
Enlace de datos	Satelital	VHF	VHF

110

Base de datos GNSS

- Efemérides**
- Datos sobre sí misma
 - Identificación, parámetros orbitales y hora
 - Usada para la navegación

- Almanaque**
- Datos sobre otros satélites
 - Parámetros orbitales y enunciado sobre su estado operativo
 - Usada para pronosticar satélites disponibles y seleccionar una buena constelación satelital

111

Se ha completado las SARP sobre el GNSS

- Nueva ayuda normalizada para:
 - la navegación, la aproximación y el aterrizaje
- Elementos del sistema:
 - constelación satelital – GPS, GLONASS
 - sistemas de aumentación – ABAS, GBAS; GRAS y SBAS
 - receptores

112

Requisitos PANS-OPS para las operaciones IFR basadas en el GNSS

- La instalación debe estar certificada y aprobada para la operación deseada
- El equipo debe estar operativo
- El equipo debe funcionar de acuerdo con el manual de operaciones de la aeronave
- Revisión del NOTAM antes de la operación
- El piloto/la tripulación conocen el funcionamiento del equipo
- Se dispone de pronósticos RAIM
- Existen procedimientos de respaldo
- La base de datos es correcta y está actualizada

113

Temas relacionados con el WGS-84 ...

- Una navegación satelital precisa es posible únicamente cuando las coordenadas derivadas de los sistemas terrestres, las coordenadas calculadas y las coordenadas derivadas del sistema satelital utilizan el mismo sistema de referencia geodésica
- En apoyo de la cambiante tecnología satelital, la OACI adoptó el WGS-84 como el dato de referencia geodésica común para la aviación civil, con vigencia a partir del 1 de enero de 1998 (Anexo 15)

(1/4)¹⁴

Temas relacionados con el WGS-84 ...

- La agencia responsable de las coordenadas geográficas de un Estado es, normalmente, la agencia cartográfica o de prospección
- Las referencias geodésicas referidos a diversas estaciones son referencias horizontales
- Se considera que la referencia vertical a nivel mundial es el nivel medio del mar (MSL), al que están referidas todas las elevaciones
- Existen más de 150 distintas referencias geográficas utilizadas en todo el mundo

(2/4)¹⁵

Temas relacionados con el WGS-84 ...

- Camino de transición al WGS-84
 - transformación
 - levantamientos
- La conversión de las actuales coordenadas al formato of WGS-84 se puede lograr a través de un programa de soporte lógico como el MADTRAN (Estados Unidos) o el DATUM (Europa)
- La OACI ha preparado material de orientación detallado sobre el establecimiento del WGS-84 (Doc 9674)

(3/4)¹⁶

Temas relacionados con el WGS-84 **(Apéndice 5 del Anexo 11 — Requisitos de precisión)**

- **Area de control exterior**
 - **FIR, zonas prohibidas**
 - **2 km**
- **Area de control interior**
 - **ayudas para la navegación/puntos de referencia**
 - **SID/STAR de espera**
 - **100 m**
- **Puntos de referencia de aproximación final/puntos de aproximación final**
 - **3 m**

(4/4)¹⁷

Temas relacionados con el WGS-84 – Inquietudes de las líneas aéreas

- **Las líneas aéreas están preocupadas no sólo por la disponibilidad de coordenadas en apoyo de los explotadores del GNSS sino, también, por la calidad de las coordenadas**
- **El uso del GNSS en referencias mixtas; por ejemplo, la diferencia en la latitud y longitud de un punto según la referencia local y el WGS-84 en la zona Asia/Pacífico oscila aproximadamente entre <1 y 11 segundos en latitud y entre 4 y 11 segundos en longitud**
- **Los Estados deberían brindar las coordenadas WGS-84 para evitar que los explotadores tengan que hacer la transformación**

118

Constelaciones satelitales GNSS – Información actualizada ...

➤ Mejoras al GPS

- la adición de nuevas señales en L2 a 1227 MHz se hizo inicialmente en septiembre de 2005 y el primer lanzamiento en L5 a 1176.45 MHz se hará en 2009 para uso civil (mejora la precisión, las correcciones ionosféricas, la disponibilidad y la interferencia)
- aumento en la constelación, de los actuales 30 satélites a 36 (mejora la disponibilidad, la precisión y la geometría)
- mayor potencia satelital (mejora la disponibilidad)
- capacidad contra la interferencia perjudicial (mejora la disponibilidad)

(1/3)¹⁹

Constelaciones satelitales del GNSS – Información actualizada ...

➤ Modernización del GLONASS

- 3 satélites GLONASS- M fueron lanzados el 25 de diciembre de 2006, aumentando a 17 el número total de satélites en operación. La plena operación del GLONASS para la navegación aérea civil está programada para 2009.
- una estructura de datos mejorada para el uso combinado del GPS/GLONASS
- mayor estabilidad del segmento espacial
- nueva señal en L2 para uso civil
- potencia adicional de la señal en L2
- planes para GLONASS-K después de 2010

(2/3)²⁰

Constelaciones satelitales del GNSS – Información actualizada

- **GALILEO (un sistema emergente)**
 - propuesta de 30 satélites MEO
 - satélite GEO como complemento de las mejoras regionales
 - ha finalizado el desarrollo y la convalidación
 - despliegue en 2007-2013; FOC: 2013
 - control civil: se está tratando los temas de responsabilidad civil y certificación

(3/3)

121

Necesidad de una capacidad multimodal de a bordo para el aterrizaje

- En el futuro previsible, habrá una serie de sistemas de aterrizaje en servicio:
 - ILS
 - GNSS
 - MLS
- Para cumplir con los requisitos de aproximación de precisión a nivel mundial, las líneas aéreas deben estar equipadas tanto con los sistemas actuales como con los nuevos
- MMR (receptor multimodal) es la solución para la interfaz entre todos los sistemas

122

El GNSS y las operaciones RNAV

- En el futuro, cuando el GNSS cumpla con los requisitos de confiabilidad, integridad y precisión, será utilizado como medio único de navegación
- La RNAV, basada en el GNSS y en los valores RNP establecidos, permitirá una mayor capacidad a través de una separación mínima reducida

123

Beneficios del GNSS

- Mayor precisión y alto nivel de integridad
- Navegación en cuatro dimensiones
- Un solo conjunto de elementos de aviónica
- Mejor utilización de las pistas
- Mayor capacidad del espacio aéreo
- Separación mínima reducida
- Menor cantidad de ayudas para la navegación basadas en tierra

124

Tendencias de la implantación

- Las operaciones basadas en el GPS se están extendiendo (en ruta, NPA)
- Se está avanzando en el desarrollo de las aumentaciones, pero con demoras
- Se reconoce la vulnerabilidad del GNSS (GPS)
- Ya no se propugna el concepto de “medio único”
- Se está avanzando en el desarrollo de nuevos elementos del GNSS (GPS L5, Galileo)
- Apoyo marginal de los usuarios a los servicios SBAS

125

Navegación – el futuro ...

- La transición a la navegación satelital es un compromiso a largo plazo
- Las normas de la OACI y de la industria están disponibles para apoyar las aplicaciones en el corto y mediano plazo
- En general, el servicio SBAS, las estaciones GBAS y la aviónica respectiva estarán disponibles en el corto plazo
- En el corto plazo, se seguirá poniendo énfasis en las aprobaciones para operaciones en ruta (oceánicas y remotas), área terminal y NPA, utilizando aviónica GPS básica

(1/2)²⁶

Navegación – el futuro

- **A mediano plazo, el foco estará en la APV basada en el SBAS y en la PA basada en el GBAS Categoría I**
- **Dos sistemas satelitales medulares y las operaciones en doble frecuencia se iniciarán después de 2010**
- **El compromiso de la comunidad de usuarios frente a la transición es un factor crucial**

(2/2)₂₇

Vigilancia

128

Tipos de vigilancia

- Vigilancia independiente
 - PSR (radar primario de vigilancia)
- Vigilancia independiente en colaboración
 - SSR (radar secundario de vigilancia)
 - SSR convencional
 - SSR mono-impulso
 - Modo S SSR
- Vigilancia dependiente automática (ADS)
 - ADS-C (contrato), también conocida como ADS-A (dirigida)
 - ADS-B (radiodifusión)

129

Radar primario

- Señal recibida = eco + ruido + ecos parásitos
- El PSR ofrece: alcance, azimuth
- Limitaciones del PSR: identificación? FL?
- Solución: SSR
- No requiere equipo a bordo
- El alcance del PSR en ruta es 200 NM y del PSR en área terminal es 60 NM
- El uso del PSR para el espacio aéreo en ruta se está reduciendo

130

Radar secundario

- Características del SSR :
 - alcance visual
 - necesidad de un traspondedor a bordo
 - información sobre la posición: alcance y azimuth
 - ID (Modo A) y FL (Modo C)
- Tipos de SSR
 - SSR convencional (ya no se utiliza)
 - SSR mono-impulso
 - SSR Modo S

131

SSR mono-impulso

- Se usa ampliamente en todo el mundo
- Utiliza los Modos A y C
- **FRUIT**- Respuestas falsas sin sincronización temporal (es decir, respuestas provenientes de interrogaciones generadas por otras estaciones terrestres que dan lugar a objetivos falsos) y la **Mutilación** (dos aeronaves con poco espaciamiento que responden a la misma interrogación) no están totalmente eliminadas
- Escasez de claves en Modo A
- Enlace de datos descendente muy limitado
- Puede ser mejorado a Modo S

132

SSR Modo S ...

- **Versión mejorada del SSR**
- **Direccionamiento selectivo – interrogación individual para reducir los problemas de la mutilación que se experimenta en M SSR**
- **Eliminación de la escasez de claves en Modo A**
- **Compatible con el SSR Modo A/C**
- **Datos de altitud en incrementos de 25 pies**

(1/3) 133

SSR Modo S ...

- **Mayor precisión**
- **Apoya el enlace de datos aire/tierra para una vigilancia mejorada**
- **Las señales espontáneas cortas del Modo S apoyan la implantación del ACAS II**
- **Las señales espontáneas ampliadas del Modo S apoyan la aplicación de la ADS-B**

(2/3) 134

SSR Modo S

➤ Vigilancia elemental

- Enlace descendente únicamente para los parámetros de identificación de la aeronave (distintivo de llamada/número de matrícula)
- Elimina la escasez de claves en Modo A, aumentando así la capacidad del espacio aéreo
- Dispone de ACAS RA
- Requiere transpondedor Modo S Nivel 2

➤ Vigilancia mejorada

- Envío por enlace descendente de todos los parámetros de a bordo (DAP), además de los datos de vigilancia clásicos, tales como posición, identificación de la aeronave, altitud derivada del Modo C, velocidad respecto al suelo calculada
- Requiere transpondedor Modo S Nivel 4

(3/3) 135

Comparación de las características del SSR

OPERACIONES	SSR convencional	SSR mono-impulso	SSR Modo S
Respuestas por barrido	20 – 30	4 – 8	1
Precisión de la distancia (rms)	230 m	13 m	7 m
Precisión del rumbo (rms)	0.08°	0.04°	0.04°
Resolución de la altura	100 ft	100 ft	25 ft
Resistencia a la mutilación	Deficiente	Bueno	Mejor
Capacidad de datos (enlace ascendente)	0	0	56 – 1 280 bitios
Capacidad de datos (enlace descendente)	23 bitios	23 bitios	56 – 1 280 bitios
Cantidad de claves /direcciones disponibles	4 096	4 096	> 16 millones

136

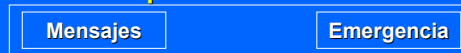
Vigilancia dependiente automática – Contrato (ADS-C)

- Técnica de vigilancia para las aeronaves
- Requiere enlace de datos, navegación de a bordo y un sistema de determinación de la posición
- Proporciona la identificación de la aeronave, la posición 4-D y los datos adicionales que fueran apropiados en cada caso
- El ATC obtendrá una imagen tipo radar
- También conocida como ADS-A (dirigida)

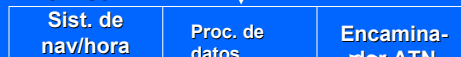
(2/3) 137

Funciones de la ADS-C

Interfaz del piloto



Aviónica



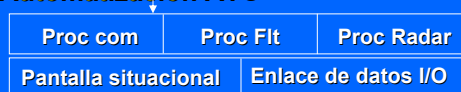
Enlace de datos



Comunicación



Automatización ATC



Interfaz del controlador

(3/3) 138

Vigilancia dependiente automática – Radiodifusión (ADS-B) ...

Medio por el cual la aeronave, los vehículos del aeródromo y otros objetos pueden transmitir y/o recibir automáticamente datos como la identificación, posición y datos adicionales, según convenga, en modo de radiodifusión mediante enlace de datos

(1/3) 139

ADS-B...

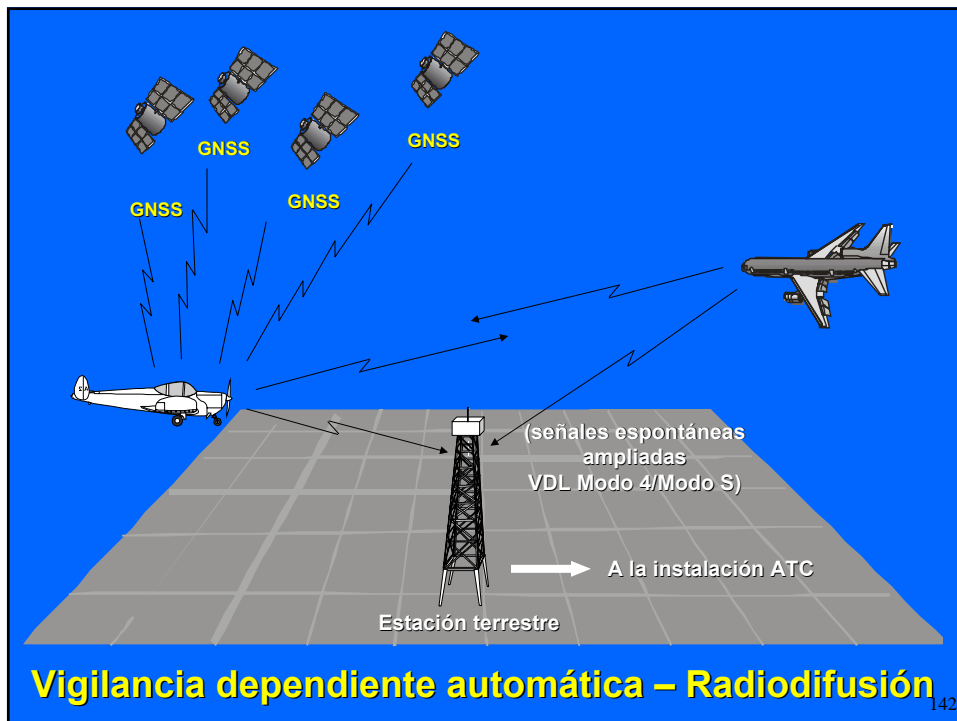
- Técnica de vigilancia para la aeronave y los usuarios en tierra (por ejemplo, los vehículos)
- Requiere un enlace de datos y un sistema de navegación de a bordo
- Brinda parámetros tales como posición, derrota y velocidad respecto al suelo, a través de un modo de radiodifusión a intervalos especificados
- Aplicaciones para la vigilancia aire/tierra, tierra/tierra y aire/aire
- Las señales espontáneas ampliadas en Modo S, el transceptor de acceso universal y el VDL Modo 4 (STDMA) son tres tecnologías para la ADS-B

(2/3) 40

ADS-B

- La aeronave difunde la posición (en base a GPS o INS) a todos los oyentes, tanto al ATC en tierra como a otras aeronaves
- Las estaciones receptoras basadas en tierra recolectan información sobre la posición
- La información de posición puede ser utilizada para simular una vigilancia tipo radar para uso del ATC
- Los explotadores de aeronaves pueden utilizar los datos de posición para un despacho más preciso de las aeronaves
- Otras aeronaves usan la información de posición para visualizar el tránsito/fines de anti-colisión

(3/3)⁴¹



Capacidad ADS-B ...

- El transpondedor, mediante “señales espontáneas ampliadas” envía en forma pseudo-aleatoria:
 - el informe ADS de posición de a bordo (Lat, Lon, Alt, hora)
 - aproximadamente dos veces por segundo
 - el informe de identificación del vuelo (8 caracteres, alfanumérico)
 - aproximadamente una vez cada 5 segundos
 - la dirección OACI de la aeronave (identificación de la aeronave de 24 bits)
 - aproximadamente una vez por segundo

(1/2)¹⁴³

Capacidad ADS-B

- El transpondedor recibe enlaces ascendentes de radiodifusión :
 - correcciones diferenciales del GPS (para todos los satélites a la vista)
 - aproximadamente dos veces por segundo

(2/2)⁴⁴

Multilateralización

- Sistema por el cual varias estaciones terrestres utilizan la triangulación para determinar la posición de una aeronave. Por lo menos, 3 estaciones tienen que recibir una señal de la aeronave. La señal utilizada son las señales espontáneas en Modo S, la transmisión ADS-B o la respuesta en Modo C.
- Puede brindar vigilancia a aeronaves que no están equipadas con ADS-B. En resumen, antes de contar con equipamiento ADS-B, la multilateralización es una alternativa al radar.

145

A-SMGCS

- Un sistema avanzado de guía y control del movimiento en la superficie (A-SMGCS) es una fusión de radar y tecnologías de iluminación de aeródromo
- Se utiliza para el encaminamiento, guía, vigilancia y control de aeronaves y vehículos en la superficie
- Mantiene un régimen de movimiento aceptable bajo cualquier condición meteorológica, mejorando, al mismo tiempo, el nivel de seguridad requerido

146

Evolución CNS		
	SISTEMAS ACTUALES →	SISTEMAS NUEVOS
Comunicaciones	<ul style="list-style-type: none"> ➢Voz VHF ➢Voz HF 	<ul style="list-style-type: none"> ➢Voz y datos VHF ➢Voz y datos HF ➢Voz y datos AMSS ➢Datos SSR Modo S ➢ATN (IPS)
Navegación	<ul style="list-style-type: none"> ➢MNPS ➢Altimetría barométrica ➢INS/IRS ➢ILS/MLS ➢OMEGA/LORAN- C ➢NDB ➢VOR/DME 	<ul style="list-style-type: none"> ➢PBN ➢Altimetría barométrica ➢INS/IRS ➢GNSS
Vigilancia	<ul style="list-style-type: none"> ➢PSR (ASDE/ASR/ARSR) ➢SSR Modo A/C ➢Informes orales de posición en zonas oceánicas y remotas 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ADS – C (VHF); ADS-B ➢SSR Modo A/C; SSR Modo S ➢ADS –C (HF/satélite)

147

Temas relacionados con el espectro

148

Papel de la OACI

- **Analizar la agenda de las CMR (conferencias mundiales de radiocomunicaciones)**
- **Desarrollar la posición de la OACI**
- **Trabajar con la UIT y las organizaciones regionales de telecomunicaciones (APT, CEPT, CITELE, etc.)**
- **Presentar la posición (aprobada por el Consejo) a los Estados y a la UIT**
- **Participar en las CMR**

149

¿Qué se espera de los Estados?

- **Que ayuden a desarrollar la posición de la OACI**
- **Que participen, a través de expertos aeronáuticos, en el trabajo de la UIT y de las organizaciones regionales de telecomunicaciones**
- **Que envíen expertos aeronáuticos a las CMR (A32-13)**
- **Que apoyen la posición de la OACI (Resolución A32-13 de la Asamblea)**
- **La siguiente CMR está programada para 2011**

150

¿Cuál es la posición de la OACI en las CMR? – Metas principales

- a) proteger los sistemas de radar meteorológico de a bordo y radar primario para aplicaciones de corto alcance, incluyendo el radar para aproximaciones de precisión y los equipos de detección en la superficie del aeropuerto (ASDE);
- b) proteger las bandas de alta frecuencia (HF) utilizadas para las comunicaciones aeronáuticas y revisar las disposiciones reglamentarias y operacionales sobre las identidades del servicio móvil marítimo (MMSIs) en las aeronaves de búsqueda y salvamento; y
- c) atribuir espectro de radio adicional al servicio móvil aeronáutico (en ruta) (SMA(R)) a fin de incorporar nuevas aplicaciones para satisfacer futuros requisitos de gestión del tránsito aéreo (ATM) y posibles requisitos de seguridad de la aviación.

151

Futuro trabajo en temas relacionados con el espectro

- Preparar la posición de la OACI para la CMR-11
- Proteger los sistemas aeronáuticos de radio de la interferencia perjudicial
- Participar en las actividades de la UIT
- Participar en el trabajo de las organizaciones regionales de telecomunicaciones (CEPT, CITELE, APT, ATU, etc.)

152

Estado de desarrollo de las SARP para los sistemas CNS/ATM

153

Desarrollo de SARP para sistemas complejos

- **1^{er} nivel:** SARP “fundamentales” en los Anexos, que contienen disposiciones amplias, maduras y estables que especifican los requisitos sistémicos, funcionales y de performance que permiten cumplir con los niveles de seguridad y la interoperabilidad requeridos y;
- **2^{do} nivel:** cualquier especificación técnica contenida en los apéndices de los Anexos que fuera necesaria para cumplir con los requisitos de las SARP fundamentales; y
- **3^{er} nivel:** especificaciones técnicas detalladas contenidas en documentos separados, publicados por la OACI u otras organizaciones, y a las que se hace referencia en los Anexos a través de notas.

154

Grupos de expertos y grupos de estudio directamente involucrados en las actividades de navegación aérea ...

Grupos de expertos de la ANC

ACP	Grupo de Expertos sobre Comunicaciones Aeronáuticas
ATMRPP	Grupo de Expertos sobre los Requisitos y la Performance de la Gestión del Tránsito Aéreo
NSP	Grupo de Expertos sobre Sistemas de Navegación
IFPP	Grupo de Expertos sobre Procedimientos de Vuelo por Instrumentos
OPSP	Grupo de Expertos sobre Operaciones
SASP	Grupo de Expertos sobre Separación y Seguridad del Espacio Aéreo
ASP	Grupo de Expertos sobre Vigilancia Aeronáutica
AP	Grupo de Expertos sobre Aeródromos

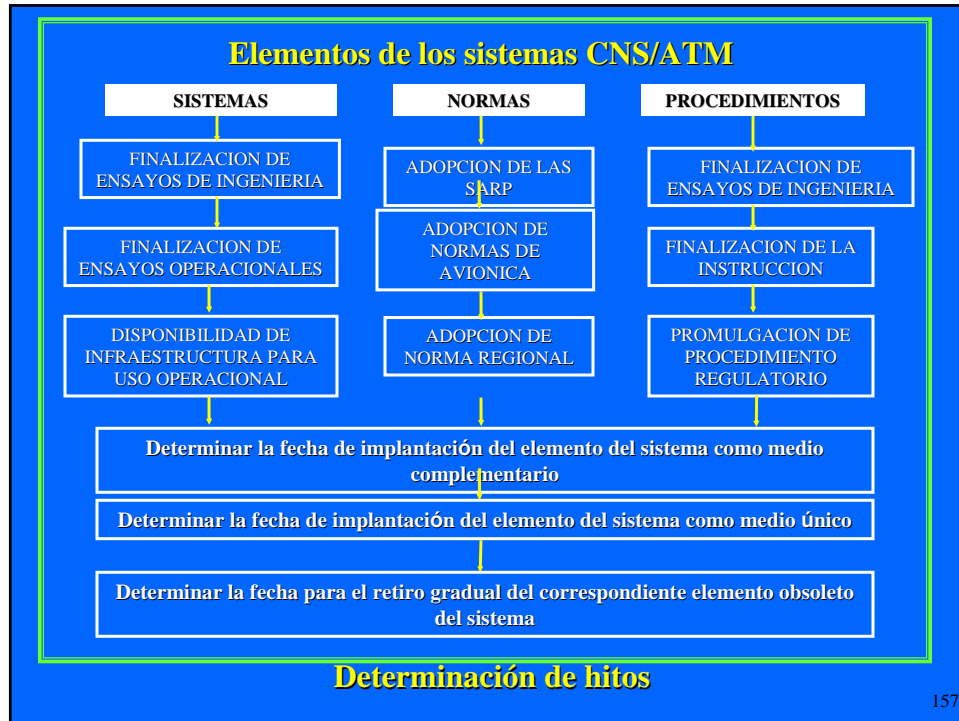
(1/2)⁵⁵

Grupos de expertos y grupos de estudio directamente involucrados en las actividades de navegación

Grupos de Estudio de AN

AISAIMSG	Grupo de Estudio sobre el Servicio de Información Aeronáutica y Gestión de Información Aeronáutica
HFSG	Grupo de Estudio sobre Seguridad de Vuelo y Factores Humanos
METLINKSG	Grupo de Estudio sobre Enlace de Datos de Información Meteorológica
RNPSORSG	Grupo de Estudio sobre Requisitos Operacionales Especiales y RNP

(2/2)⁵⁶



- ## RESUMEN
- **La transición del FANS a la ATM Mundial está en marcha para lograr un cielo transparente para el usuario**
 - **hemos discutido los elementos del actual sistema**
 - **Hemos reconocido cuáles son los nuevos elementos de la ATM mundial**
 - **Migración al concepto PBN**
 - **Hemos resaltado los requisitos del espectro**
 - **Nos hemos familiarizado con el desarrollo de las SARP**
- 158

