

Club Planeadores Bariloche

# Navegación Aérea

Parte 2 de 2

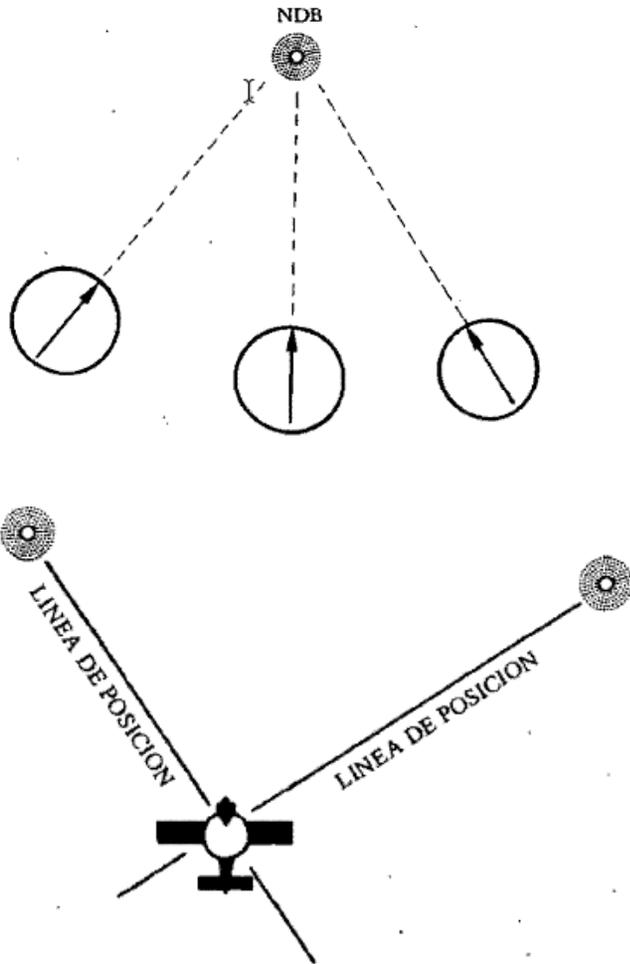


Roberto C. Marchena – Instructor de Vuelo Planeador - Abril 2020

# Navegación radioeléctrica

- Es aquella que se realiza teniendo en cuenta las marcaciones proporcionadas por los equipos receptores de a bordo
- Requiere equipos y estaciones emisoras en tierra que trabajan enviando ondas eléctricas al espacio
- Los receptores de a bordo son capaces de detectarlas y proporcionar información al Piloto de la posición del avión en relación al centro emisor
- Los tipos de emisores más frecuentes utilizados son:
  - NDB (Non Directional Beacon)
  - VOR (Very High Frequency Omni-Directional Radio Range)

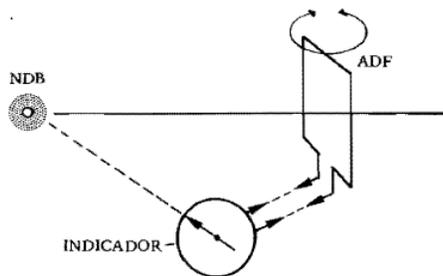
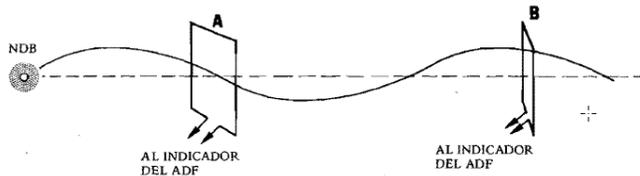
# ADF-NDB



- Basa su funcionamiento en radiogoniometría, determinando la dirección de donde proviene la señal emitida
- En la aeronave tenemos el instrumento indicador ADF (Automatic Direction Finder) y en tierra la antena emisora NDB (Non Directional Beacon)
- Opera en un rango de frecuencias LF y MF que va desde los 190 a 1750 KHz
  - En la franja 190 a 430 KHz encontramos las antenas NDB
  - En la franja 530 a 1750 KHz las estaciones de radiodifusión
- El alcance depende de la potencia de salida de las NDB, con 25 watts de potencia tendrá un alcance de 25 a 35 NM, con mayor potencia puede alcanzar las 800 NM
- Determinar posición con dos NDB

# Instrumento ADF

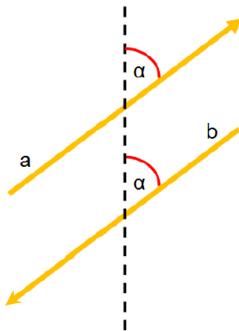
- Cartilla
  - Si la cartilla fija el N está alineado con el eje longitudinal del avión
  - Si la cartilla es móvil permite alinear la misma con el compás y así obtener en forma directa el ángulo en grados con la estación emisora
- Aguja indicadora
- Su funcionamiento se basa en la medición de la corriente inducida en una antena de cuadro que se orienta automáticamente según la posición del emisor
- El instrumento es capaz de situar automáticamente la antena perpendicular a la dirección de la transmisión



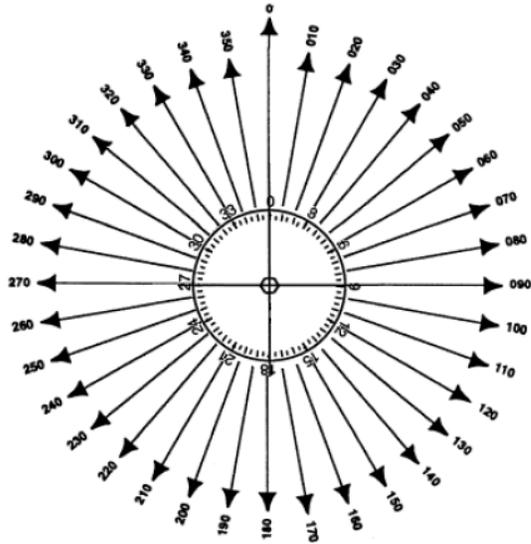
# QDM y QDR

QAM	Estado del tiempo	QRY	Que turno tengo- Que orden
QAP	Estar atento en frecuencia	QRZ	Quien me llama
QCX	Repetir indicativo completo Cual es tu indicativo?	QSA	Intensidad señal es:
QOX	Indicativo mal escuchado	QSB	Varia intensidad - Fading
QRA	Cual es el nombre de su estación?	QSJ	Valores - Dinero
QRB	Distancia	QSL	Acuso recibo
QRC	Procedencia - destino /Movil	QSO	Establecer comunicado
QRD	Hora de llegada /Movil	QSP	Retransmita - puente
QRG	Su frecuencia exacta es	QSS	Frec. de trabajo a utilizar
QRH	Su frecuencia varia en	QSY	Cambio frec. Tx
QRJ	Estar enfermo o equipo roto	QSZ	Tx repitiendo palabras
QRK	Señales ininteligibles	QTA	Cancelo Msj. - Anular
QRL	Estar ocupado - frec. ocupada	QTC	Tengo Mensaje a Tx.
QRV	Estoy listo - Atento	QTH	Domicilio - Lugar
QRM	interf. Equipo - provocada	QTM	Su posición?
QRN	Interf. Estatica - atmosfera	QTO	Despegue
QRO	Aumentar la potencia	QTP	Arribo
QRP	Disminuir la potencia	QTR	Hora local exacta
QRS	Tx mas lento module largo	QTX	Dispuesto a Tx
QRT	Dejo de Tx? Final Tx - Rx	QTY	Lugar siniestro
QRU	Tiene algo para mi?	QTZ	Seguir busqueda
QRX	Esperar un momento	QUA	Tener noticias de...

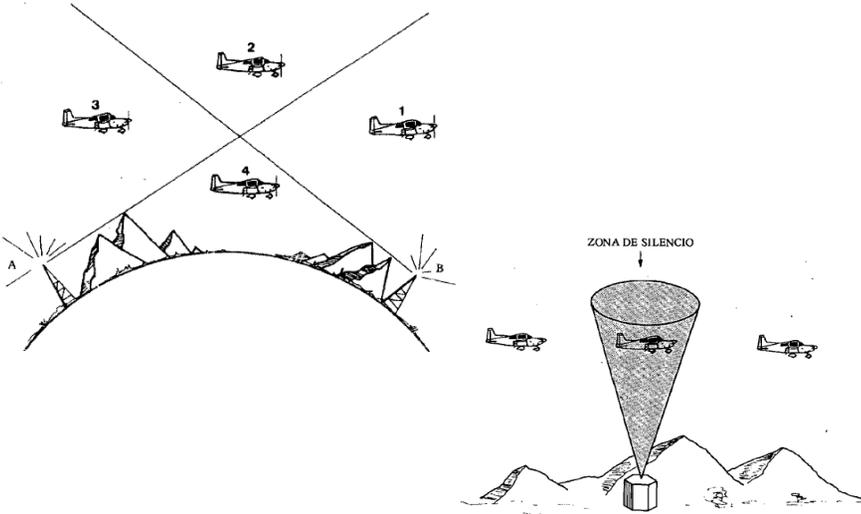
- Código Q fue creado en 1912 por el gobierno británico, más simple y rápido que el código Morse y luego adoptado para radiotelefonía en general
- El código Q fue adoptado por la aeronavegación y por los radioaficionados (rango QAA-QNZ reservado para uso aeronáutico)
- QDM se lo conoce como el **Q De Medida** y representa el curso magnético hacia la estación
- QDR se lo conoce como el **Q De Retirada** y vendría a ser la equivalencia a los radiales del VOR, es decir el curso para alejarse de la estación
- Es común pedir un QDR al momento de salir de la estación o que nos pidan que entremos por un QDM



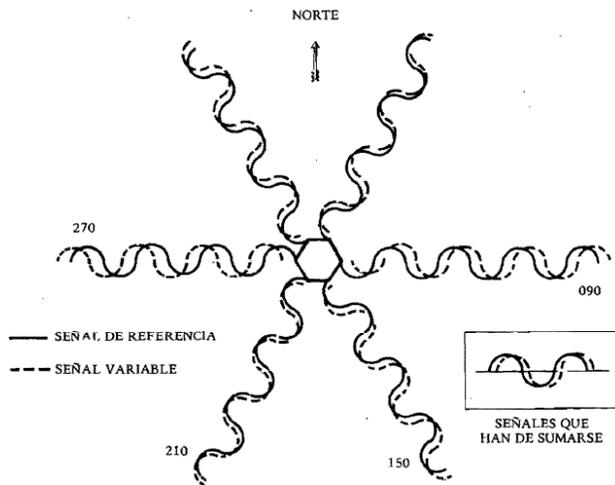
# VOR



- El sistema está compuesto por el **VOR instrumento** y la **radioestación VOR**
- Juntos son el complemento perfecto para navegar aerovías y realizar procedimientos de aproximación
- Opera dentro del rango 108.0 MHz al 117.9 MHz
  - En la franja 108.0 a 111.9 MHz las frecuencias pares son para VOR y las impares para ILS
  - En la franja 112.0 a 117.9 MHz son exclusivas para VOR
- Radiarles y cursos
- Avenidas de doble sentido **hacia (TO)** o **desde (FROM)**
- Las señales de VOR se transmiten en línea recta y no pueden rodear obstáculos
- Cono de silencio



# Estación VOR



- El principio de funcionamiento está basado en la transmisión de dos señales de corriente alterna en diferentes fases, la suma de ambas proporciona señales de dirección
- El transmisor VOR usa el principio de comparación de fase, haciendo girar una señal a 1.800 RPMs
- Cada grado respecto del norte queda perfectamente identificado eléctricamente al sumar las dos señales
- Estas señales se transmiten como radios de una rueda de bicicleta que salen de la estación y se los llama **radiales**

# Instrumento VOR



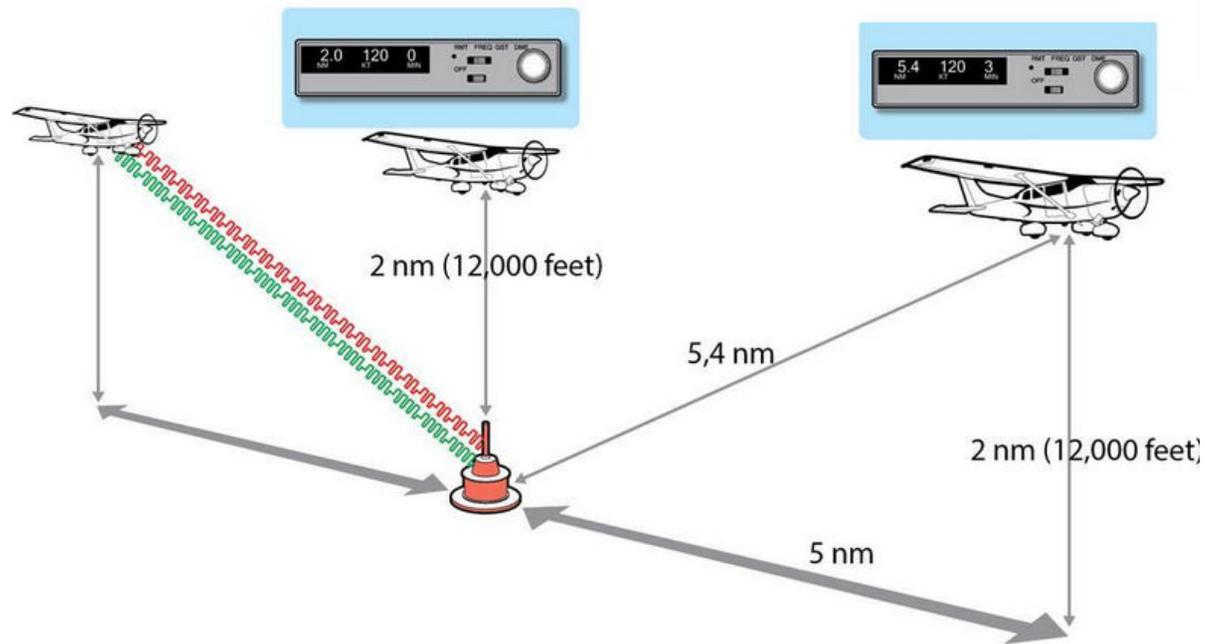
1. CDI (Course Deviation Indicator)
2. Rosa re rumbos
3. Perilla OBS
4. Bandera TO-FROM
5. Bandera "OFF"
6. Puntos de ancho de desvío
7. Marcador de curso seleccionado

# Procedimientos VOR

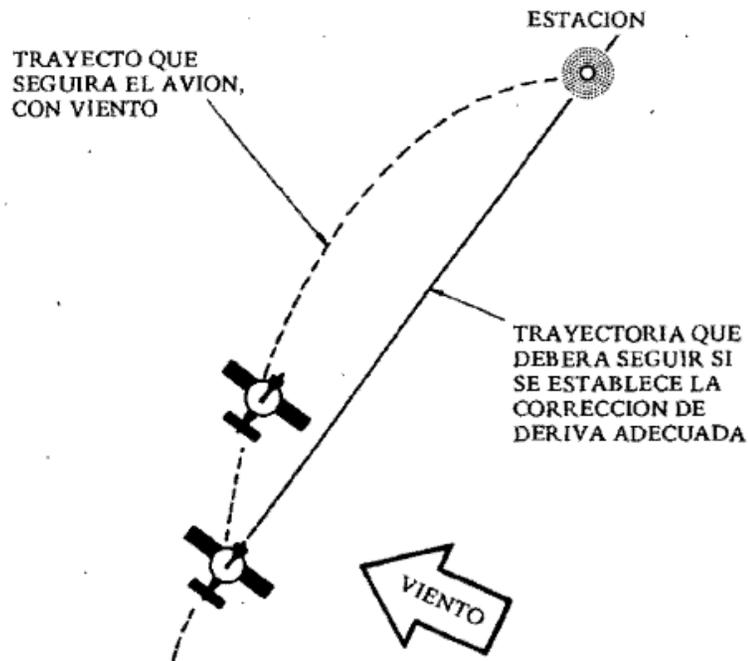
- Determinación de radial posición
- Salidas a menos de 90°: utilizamos un ángulo de interceptación entre 30° y 45°
- Salidas a más de 90°: utilizamos el método de “cambio de cuadrante”
- Entradas a menos de 90°: utilizamos ángulo de interceptación de 90°
- Entradas a más de 90°: utilizamos el método de “cambio de cuadrante”
- Inversión de curso: dos virajes, uno hacia un lado y el otro en sentido contrario, si el primero se hace por izquierda de lo llama “estándar”
  - Viraje OACI: 1° viraje 45°, espera 1 min y 2° viraje 180° hasta interceptar radial
  - Viraje Gota: 1° viraje 30°, espera 1 min y 2° viraje hasta interceptar radial
  - Viraje 90 270: 1° viraje 90°, alas niveladas, 2° viraje 270°

# DME

- El DME (Distance Measuring Equipment) es el equipo medidor de distancia
- Consiste en un emisor-receptor de UHF con indicador en cabina que proporciona numéricamente al Piloto la distancia a la estación en NM
- Utiliza el principio del radar midiendo el tiempo que tarda una señal emitida desde el avión a la estación DME y en volver a ser captada por el avión
- El emisor del avión envía pequeños impulsos, la señal es recibida por la estación y a su vez envía otra señal en distinta frecuencia al avión

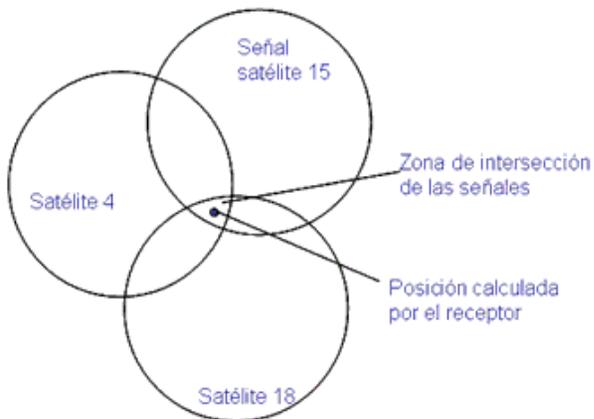
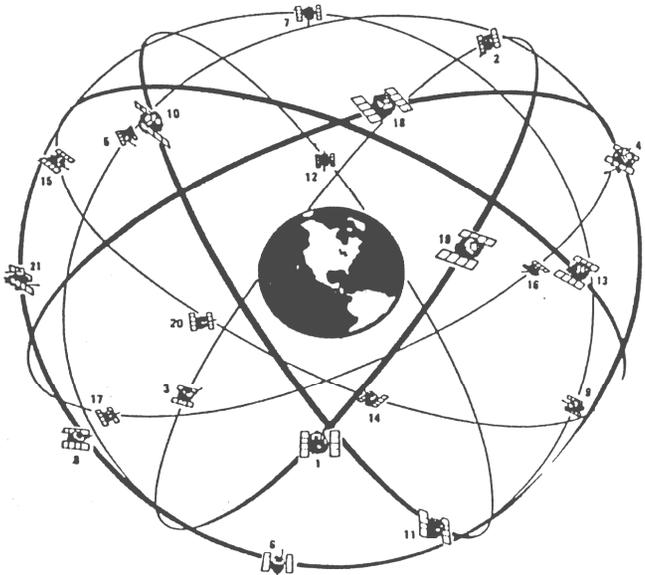


# NDB-ADF vs VOR



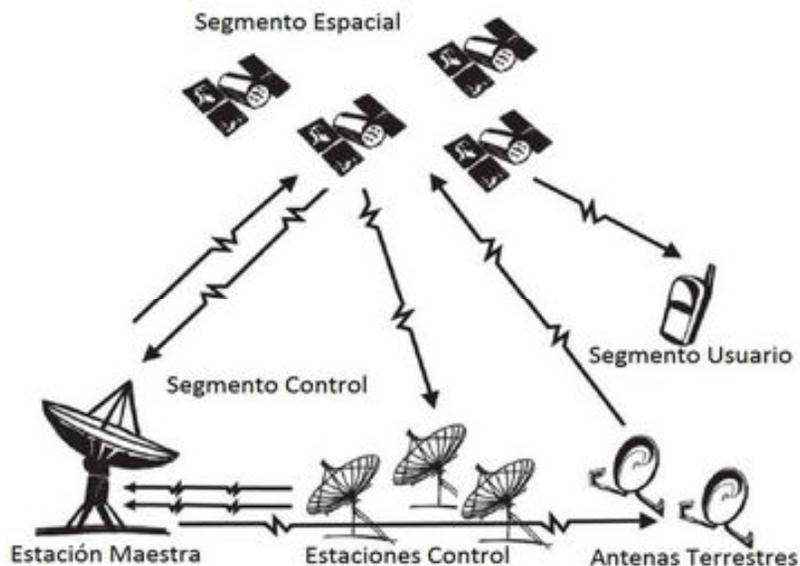
- Ventajas del sistema NDB-ADF
  - La transmisión de las señales no está limitada por la línea de visión
  - El alcance depende de la potencia de la estación
  - La indicación de dirección proporcionada es automática y de muy fácil interpretación
- Desventajas
  - La principal desventaja es la sensibilidad a interferencias estáticas proporcionando errores de medición
  - Se ve afectado por la línea de la costa y la salida y puesta del sol
  - No proporciona una idea clara para establecer la corrección de la deriva

# Global Positioning System (GPS)



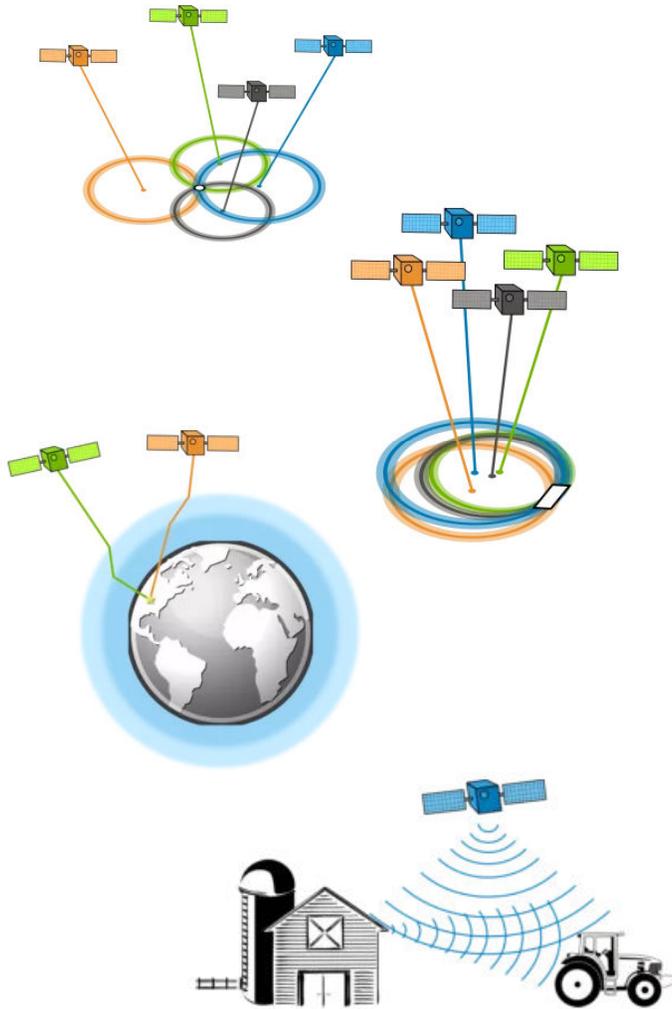
- Sistemas de posicionamiento global
  - GPS-NAVSTAR desarrollado por EEUU
  - GLONASS desarrollado por Rusia
  - Galileo desarrollado por la UE
- El GPS es un sistema de posicionamiento global basado en una red 24 satélites artificiales uniformemente distribuidos que orbitan la tierra en 6 órbitas a una altitud de 20.000 Kms
- Asegura que puedan “verse” al menos 8 satélites desde cualquier punto de la tierra
- Describen una órbita que “salen” y se “ponen” 2 veces al día
- Cada satélite transmite señales de radio a la Tierra con información acerca de su posición
- Los receptores de GPS decodifican las señales que reciben emitidas por 4 o más satélites y combinan la información recibida para calcular su propia ubicación sobre la tierra (trilateración), proporcionando latitud, longitud y altura

# Componentes GPS



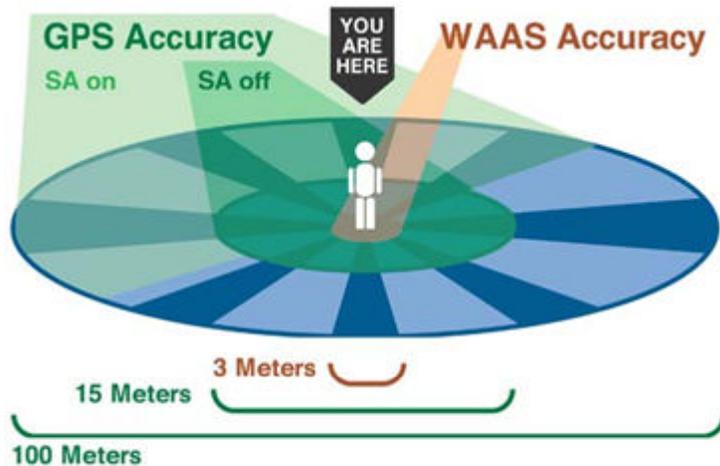
- Segmento Espacial: 24 satélites NAVSTAR que envían señales codificadas de posición y distancia.
- Segmento de Control: 5 estaciones y 3 antenas terrestres que monitorean y controlan la precisión de posición y relojes de los satélites.
- Segmento Usuario: conjunto de antenas, receptores y procesadores a bordo que proporcionan al piloto información de posición, velocidad y tiempo preciso.

# Errores GPS



- Dilución de Precisión Geométrica (GDOP): error causado por la posición relativa de los satélites GPS. Cuanto más señales pueda “ver” un receptor mayor precisión
- Dilución de Precisión en Posición (PDOP): si los satélites están físicamente cerca se reduce la calidad de su posicionamiento
- Refracción Atmosférica: La troposfera y la ionosfera pueden cambiar la velocidad de propagación de una señal GPS, la atmósfera refracta las señales de los satélites cuando las atraviesan en su camino hacia la superficie terrestre
- Efectos multitrayecto: error en los cálculos del GPS cuando la señal del satélite GPS rebota en estructuras cercanas como edificios y montañas

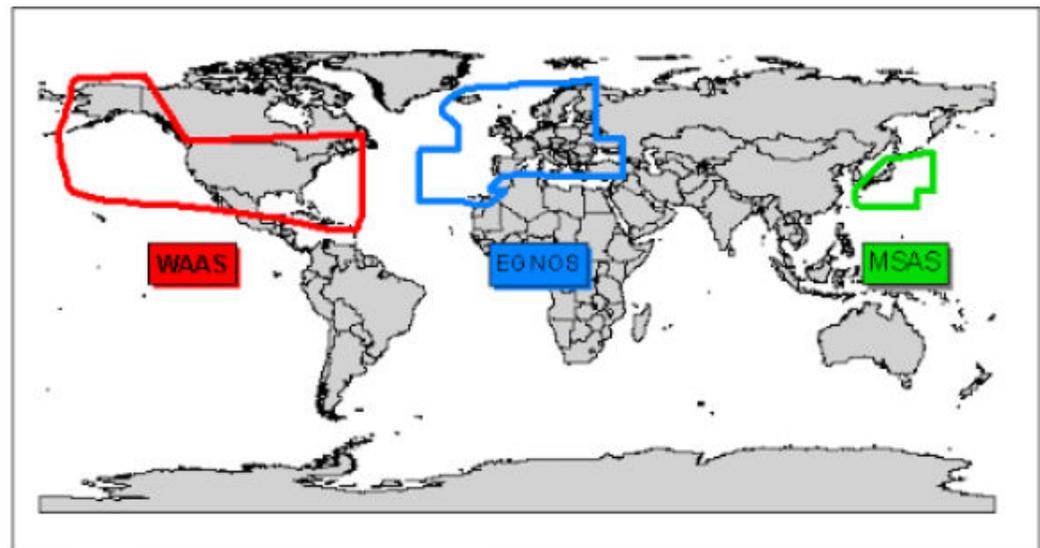
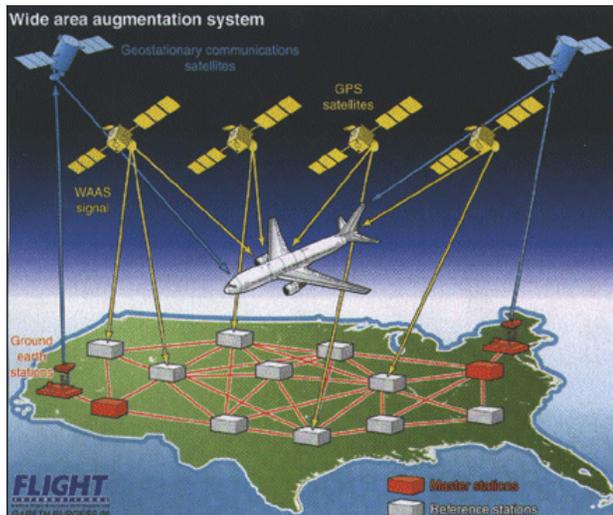
# Disponibilidad selectiva (SA)



- En su origen el sistema fue sometido a degradación intencional de precisión para el uso civil, mientras que los receptores militares de Estados Unidos y sus aliados no se veían afectados
- La limitación de su exactitud se llevó a cabo incorporando errores aleatorios a la señal para los receptores civiles, limitando la precisión horizontal a unos valores de entre 15-100 metros y 156 metros en la vertical
- En 2009 el gobierno de los Estados Unidos ofreció el servicio normalizado de determinación de la posición para apoyar las necesidades de la OACI, y esta aceptó el ofrecimiento
- El desarrollo de técnicas que corregían estos desfases, sistemas de corrección de señales que permitían estimar el error inducido, y la dependencia cada vez mayor del GPS en el uso civil hizo que la SA fuese eliminada en mayo del 2000, aunque puede activarse nuevamente cuando el Departamento de Defensa de EEUU lo estime oportuno (Ej 1992)

# Sistemas WAAS /EGNOS /MSAS

- WAAS (Wide Area Augmentation System) es un Sistema de Aumentación Basado en Satélites desarrollado por EEUU, a través de la colaboración de Federal Aviation Administration (FAA) y el Department of Transportation (DOT)
- EGNOS sistema análogo desarrollado por la UE
- MSAS sistema análogo desarrollado por Japón
- Complementa el sistema de satélites NAVSTAR-GPS con estaciones terrestres que permiten corregir la precisión y la confianza en las coordenadas de posición adquiridas
- El sistema GPS posee una precisión de 15 metros el 95% de las veces, con WAAS /EGNOS / MSAS se mejora a una precisión de 3 metros el 95% de los casos



Fin