



TELECOMUNICACIONES

Definiciones y Servicios, Espectro radioeléctrico y Transmisiones



Ing. Dante VIOLI

Ingeniero en Telecomunicaciones

Experiencia

- ✓ Jefe Técnico en Fuerza Aérea Argentina: mantenimiento de equipamiento de comunicaciones radioeléctrico y de redes de datos IP en los sitios de FAA.
- ✓ Experiencia de 7 años en el diseño de soluciones para la integración de sistema de telecomunicaciones propietarios de diversas marcas. Certificaciones en Cisco CCNA, CCNP, radios Rohde & Schwartz, Harris y equipamiento Frequentis de grabación legal y comunicaciones integrada.
- ✓ Jefe Técnico del Servicio de Alerta de Socorro Satelital: mantenimiento del segmento terrestre del sistema satelital argentino.
- ✓ Experiencia de tres años en el mantenimiento de sistemas MEOSAR McMurdo y LEO/GEOSAR Honeywell.

Objetivos

- ✓ Conocimientos generales de los sistemas de Telecomunicaciones y los distintos servicios de telecomunicaciones afectados al ambiente aeronáutico.
- ✓ Interpretación de los conceptos principales de las transmisiones radioeléctricas: ondas electromagnéticas, medios de transmisión, propagación, antenas.

Reseña:

- ✓ OACI – Anexo 10 Volumen II. <https://www.anac.gov.ar/anac/web/uploads/normativa/anexos-oaci/anexo-10-vol-ii.pdf>
- ✓ **AIP Argentina.** GEN 3.4 Servicios de Telecomunicaciones y Radionavegación.
- ✓ [REDDIGII PoliticaEnrutamientoSAM.pdf \(icao.int\)](#)
- ✓ [SAMIG23_NET1 AMHS revisada.pdf \(icao.int\)](#)
- ✓ Comunicaciones y redes de computadores. William Stallings. 7º edición. Pearson Prentice Hall.
- ✓ Física Universitaria Vol.2. Sears-Zemansky. 12º edición. Pearson Addison Wesley
- ✓ ENACOM. Atribución del espectro electromagnético. [Atribución del espectro - ENACOM](#)



Temario

Generalidades de los Sistemas de Telecomunicaciones

Servicio Internacional de Telecomunicaciones Aeronáutica

Espectro radioeléctrico

Transmisión radioeléctrica

Antenas

Propagación y dificultades en la transmisión

Radiobalizas y Sistema de alerta de socorro satelital

El objetivo principal de todo sistema de telecomunicaciones es intercambiar información entre dos entidades



Según el Anexo 10 Vol II de la OACI:

Telecomunicación. Toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, escritos, imágenes, sonidos o informaciones de cualquier naturaleza por hilo, radioelectricidad, medios ópticos u otros sistemas electromagnéticos.

Servicio internacional de telecomunicaciones

Servicio de telecomunicaciones entre oficinas o estaciones de diferentes Estados, o entre estaciones móviles que no se encuentren en el mismo Estado o que están sujetas a diferentes Estados

- 1) servicio fijo aeronáutico;
- 2) servicio móvil aeronáutico;
- 3) servicio de radionavegación aeronáutica;
- 4) servicio de radiodifusión aeronáutica;

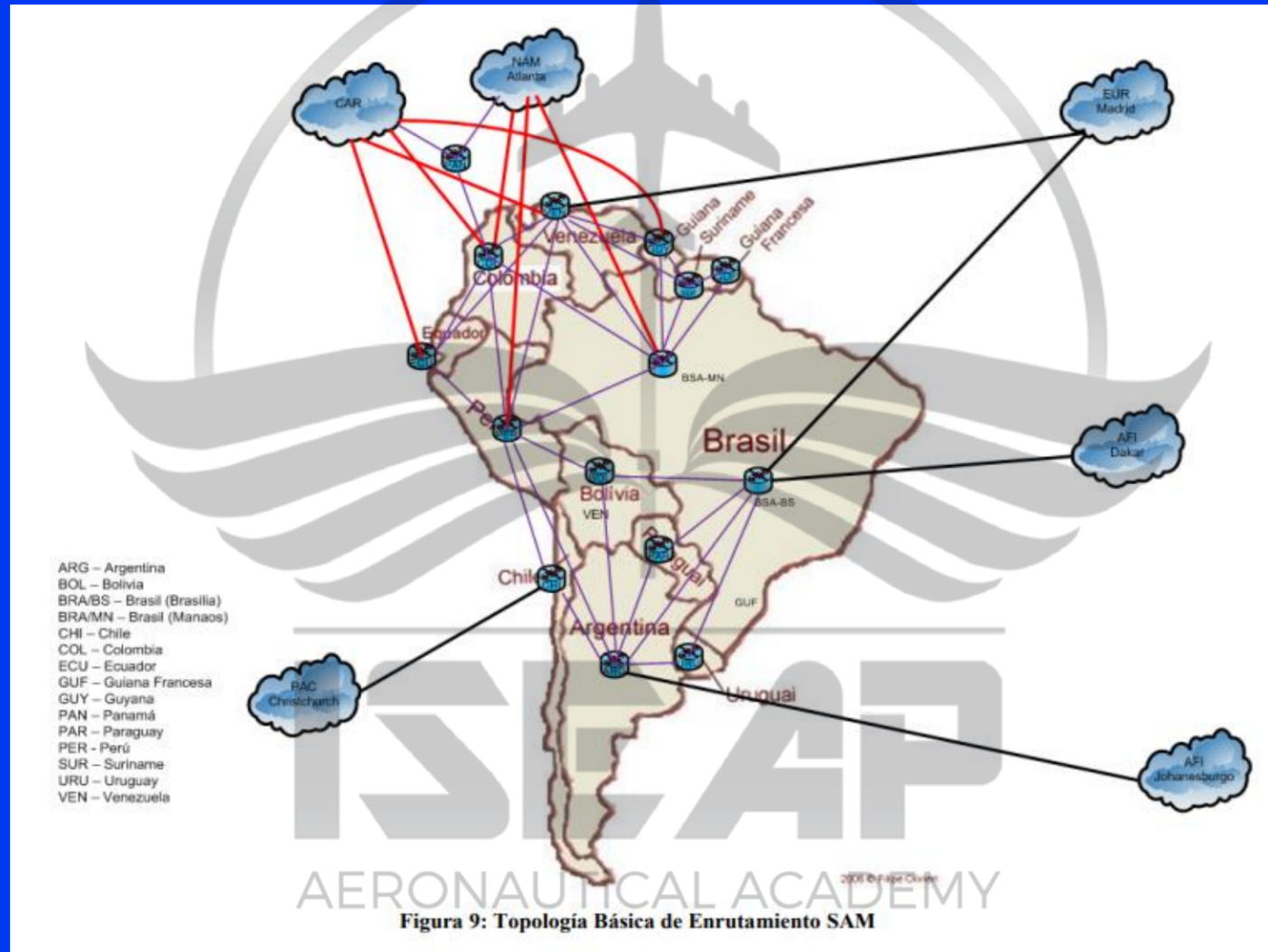
AERONAUTICAL ACADEMY



Servicio Fijo Aeronáutico

Servicio fijo aeronáutico. Servicio de telecomunicaciones entre puntos fijos determinados, que se suministra primordialmente para seguridad de la navegación aérea y para que sea regular, eficiente y económica la operación de los servicios aéreos.

- a) circuitos y redes orales directas ATS;
- b) circuitos meteorológicos operacionales;
- c) la red de telecomunicaciones fijas aeronáuticas (AFTN);
- d) la red OACI común de intercambio de datos (CIDIN);
- e) los servicios de mensajes de los servicios de tránsito aéreo;
- f) las comunicaciones entre centros (ICC).





Servicio Móvil Aeronáutico

Servicio móvil aeronáutico. Servicio móvil entre estaciones aeronáuticas y estaciones de aeronave, o entre estaciones de aeronave, en el que también pueden participar las estaciones de embarcación o dispositivo de salvamento; también pueden considerarse incluidas en este servicio las estaciones de radiobaliza de localización de siniestros que operen en las frecuencias de socorro y de urgencia designadas.

AERONAUTICAL ACADEMY



La clasificación y uso de los canales de radiofrecuencias para las comunicaciones aeroterrestres es: Canal Principal (CPPL), Canal Auxiliar (CAUX), Canal de Emergencia (CEME) y Canal de Alternativa o sin horario determinado



Servicio de radiodifusión aeronáutica. Servicio de radiodifusión dedicado a la transmisión de información relativa a la navegación aérea. El servicio de Radiodifusión Aeronáutica comprende la transmisión regular en horarios fijos de avisos a los servicios (NOTAM), Boletines y Pronósticos Meteorológicos.

La radiodifusión en la gama MF-HF la realizan las estaciones principales de Ezeiza, C. Rivadavia, Resistencia y Córdoba, para emisión de informes de NOTAM y Meteorología. El programa de emisiones varía según la época del año y hora del día.

Dentro de este servicio también se encuentra la radiodifusión automática de información terminal (ATIS). Es una emisión continua en VHF de información y se emplea principalmente en terminales de área con mucho tráfico

AERONAUTICAL ACADEMY



Servicio de radionavegación aeronáutica. Servicio de radionavegación destinado a las aeronaves y a su explotación en condiciones de seguridad.

Comprende el funcionamiento de los siguientes tipos de radio ayudas para la navegación aérea:

- Radiofaros no direccionales de baja frecuencia - LF/MF-(NDB)
- Sistemas de aterrizaje por instrumentos (ILS).
- Radiofaros omnidireccionales en VHF (VOR).
- Equipos radio telemétricos (DME), asociados a VOR o ILS.



Espectro radioeléctrico

Onda electromagnética: Frecuencia, período y amplitud

Onda de radio

Elementos de un enlace radioeléctrico

AERONAUTICAL ACADEMY

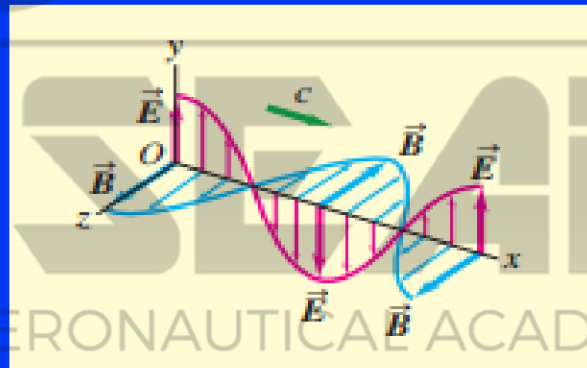


Espectro radioeléctrico

El concepto de ondas electromagnéticas surge de los diversos ensayos prácticos realizados sobre los principios de magnetismo y electricidad

ISEAP
AERONAUTICAL ACADEMY

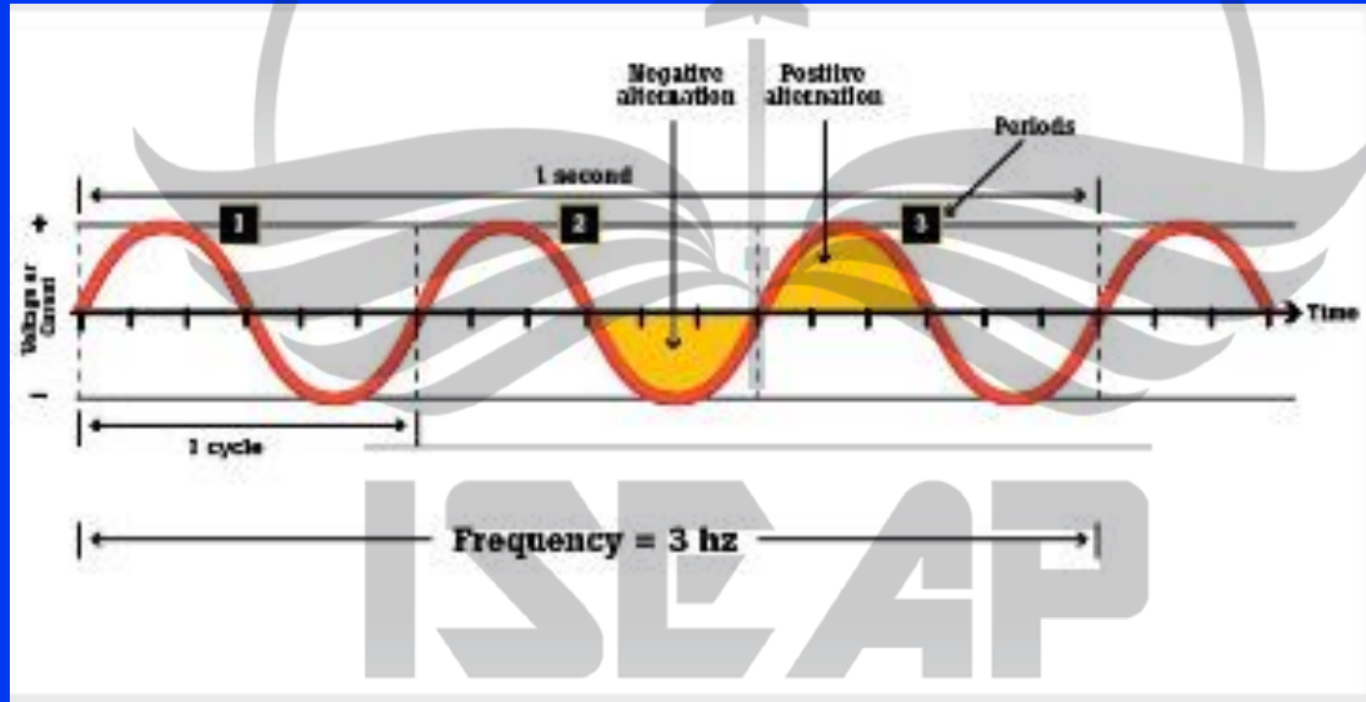
Un campo magnético variable en el tiempo actúa como fuente de campo eléctrico, y que un campo eléctrico que varía con el tiempo genera un campo magnético. Estos campos y se sostienen uno al otro y forman una *onda electromagnética* que se propaga a través del espacio, sin la necesidad de la existencia de un medio material.



Onda electromagnética

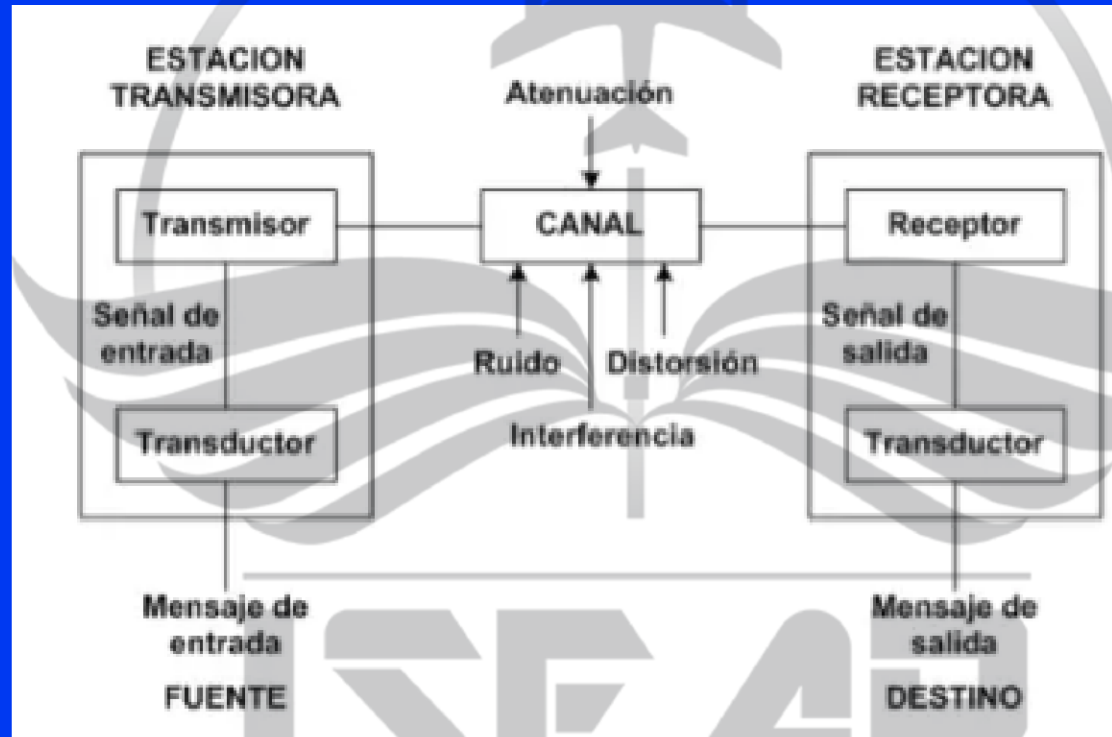
Período: El tiempo requerido para producir un ciclo completo de una forma de onda

Ciclo: una onda completa de corriente alterna o tensión



Frecuencia (Hz): Cantidad de ciclos por segundo. Un hertz es igual a un ciclo por segundo

Elementos de un enlace radioeléctrico





Antenas

El *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE) define una *antena* como aquella parte de un sistema transmisor o receptor diseñada específicamente para radiar o recibir ondas electromagnéticas (IEEE Std. 145-1983)

Una antena esta constituida por un conjunto de conductores diseñados para radiar (transmitir) un campo electromagnético cuando se le aplica señal eléctrica alterna.

AERONAUTICAL ACADEMY



Antenas

El tamaño de las antenas esta relacionado con la longitud de onda de la señal transmitida o recibida, debiendo ser, en general, un múltiplo o submúltiplo exacto de esta longitud de onda.

$$l = n \cdot \frac{\lambda}{2}$$

$$n = 1, 2, 3, \dots$$

Como

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

y

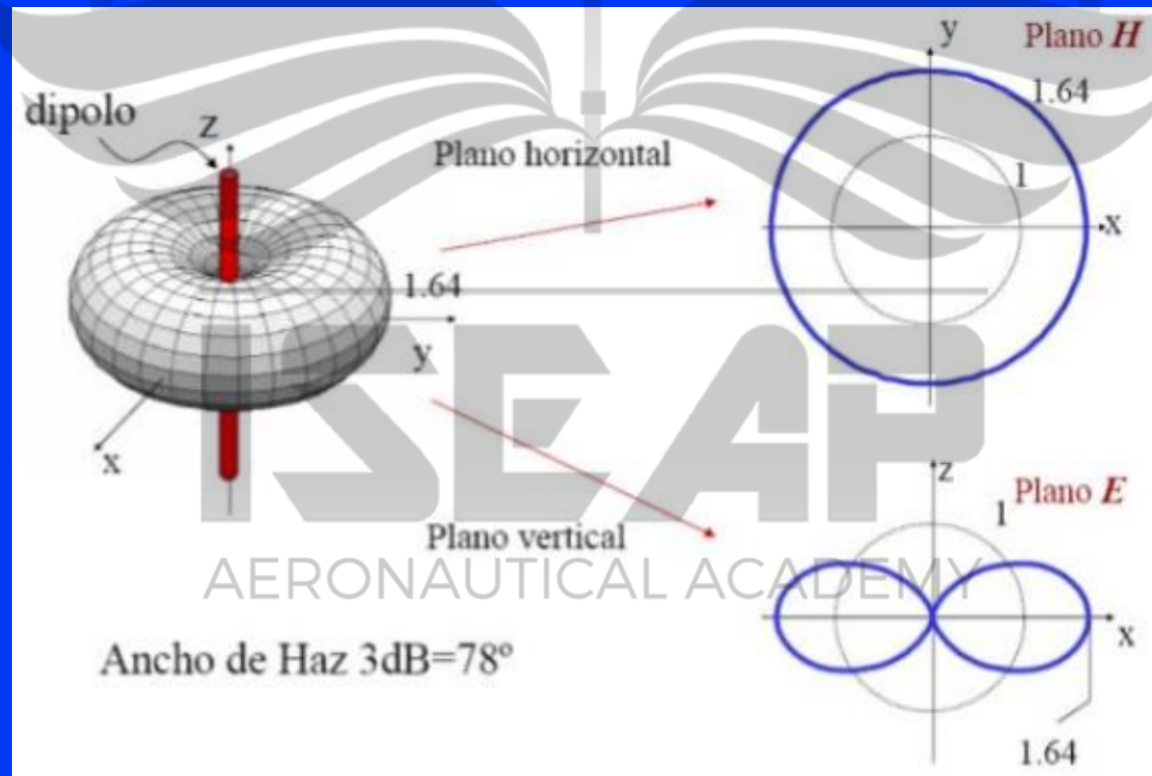
$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$l = n \cdot \frac{150}{f(\text{MHz})} \text{ en metros}$$

A mayor frecuencia menor es el tamaño de la antena

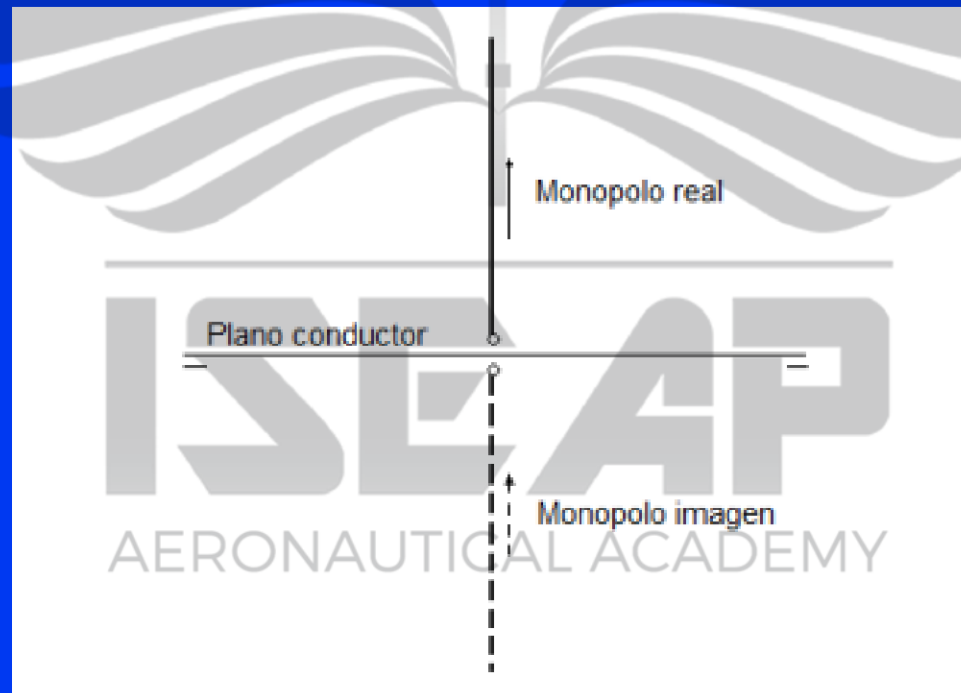
Dipolo $\frac{1}{2}$ longitud de onda

Es una antena resonante a $\frac{1}{2}$ longitud de onda. Está conformada por dos varillas, y emite o recibe en todas las direcciones, excepto en la de su eje. La dirección de máxima radiación es el eje perpendicular al eje de la antena.



Monopolo

Es la mitad de una antena dipolo, casi siempre instalada sobre un plano de tierra. Basándose en los principios de la Teoría de Imagen, la presencia de tierra ocasiona la aparición de otro radiador “virtual”, imagen del real, comportándose como un dipolo vertical aislado





Antenas: Parámetros

Impedancia: La impedancia de entrada de una antena se define como la relación entre la tensión en sus bornes y la intensidad de corriente que la atraviesa. En general es un número complejo que varía con la frecuencia.

Densidad de flujo de potencia: Es la potencia que fluye a través de una superficie elemental dS , dispuesta ortogonalmente.

La densidad de potencia decrece con la distancia de forma inversamente proporcional a la superficie del frente esférico



Antenas: Parámetros

Ganancia: La ganancia de la antena G , es el producto del factor de directividad por el rendimiento de la antena. El rendimiento de la antena está dado por relación entre la potencia de radiación y la potencia suministrada a la antena; $\eta_a = P_r / P_a = I^2 R_r / I^2 R_a = R_r / (R_r + R_l)$. La ganancia será:
 $G = D \eta_a$

Si una antena es direccional, la densidad del flujo de potencia de radiación de tal antena es diferente en diversas direcciones. Se llama factor de directividad D a la relación entre la densidad del flujo de potencia emitido por la antena dada en una determinada dirección, y la densidad de flujo de potencia que emitiría una antena absolutamente no direccional en cualquier dirección.

Diagrama de radiación: Es una representación gráfica de las propiedades de radiación de la antena en función de las distintas direcciones del espacio, a una distancia fija. Normalmente se empleará un sistema de coordenadas esféricas. Con la antena situada en el origen y manteniendo constante la distancia se expresará el campo eléctrico en función de las variables angulares θ y ϕ . Como el campo magnético deriva del eléctrico la representación podría realizarse a partir de cualquiera de los dos, siendo normal emplear la de campo eléctrico.

Diagrama de radiación:

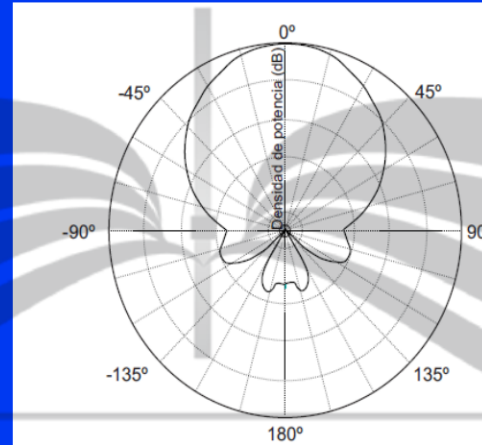
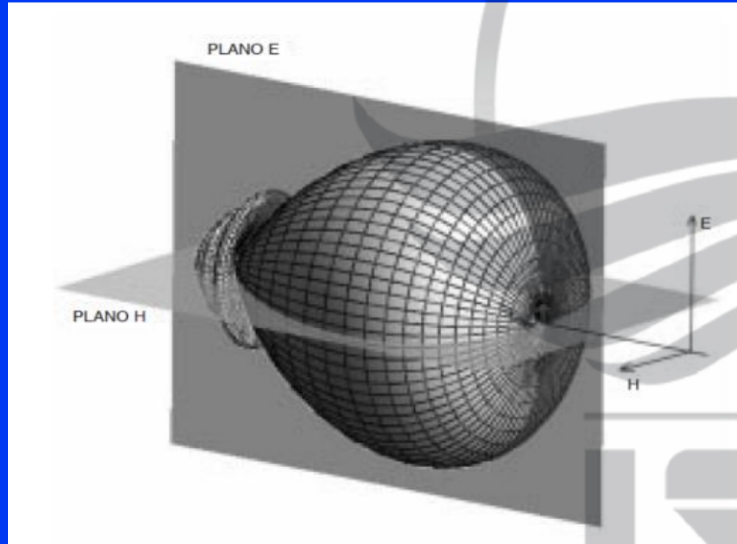


Fig. 1.3 Diagrama de radiación en coordenadas polares

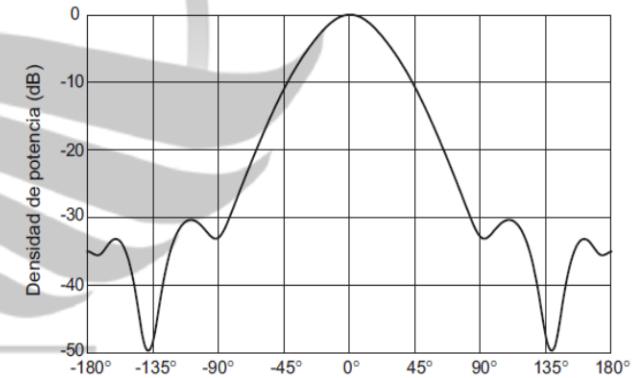
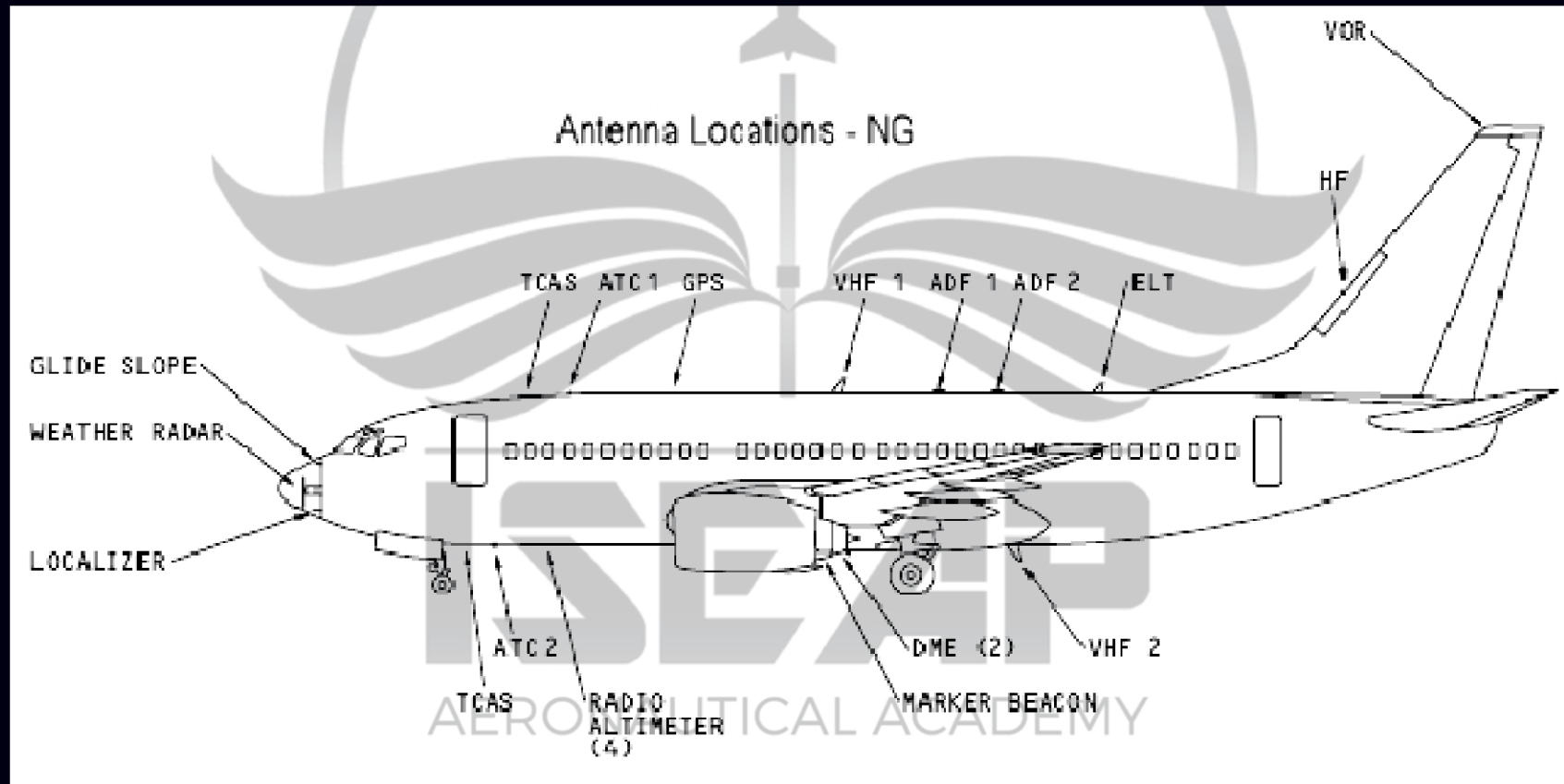


Fig. 1.4 Diagrama de radiación en coordenadas cartesianas

Boeing 737NG Antennas



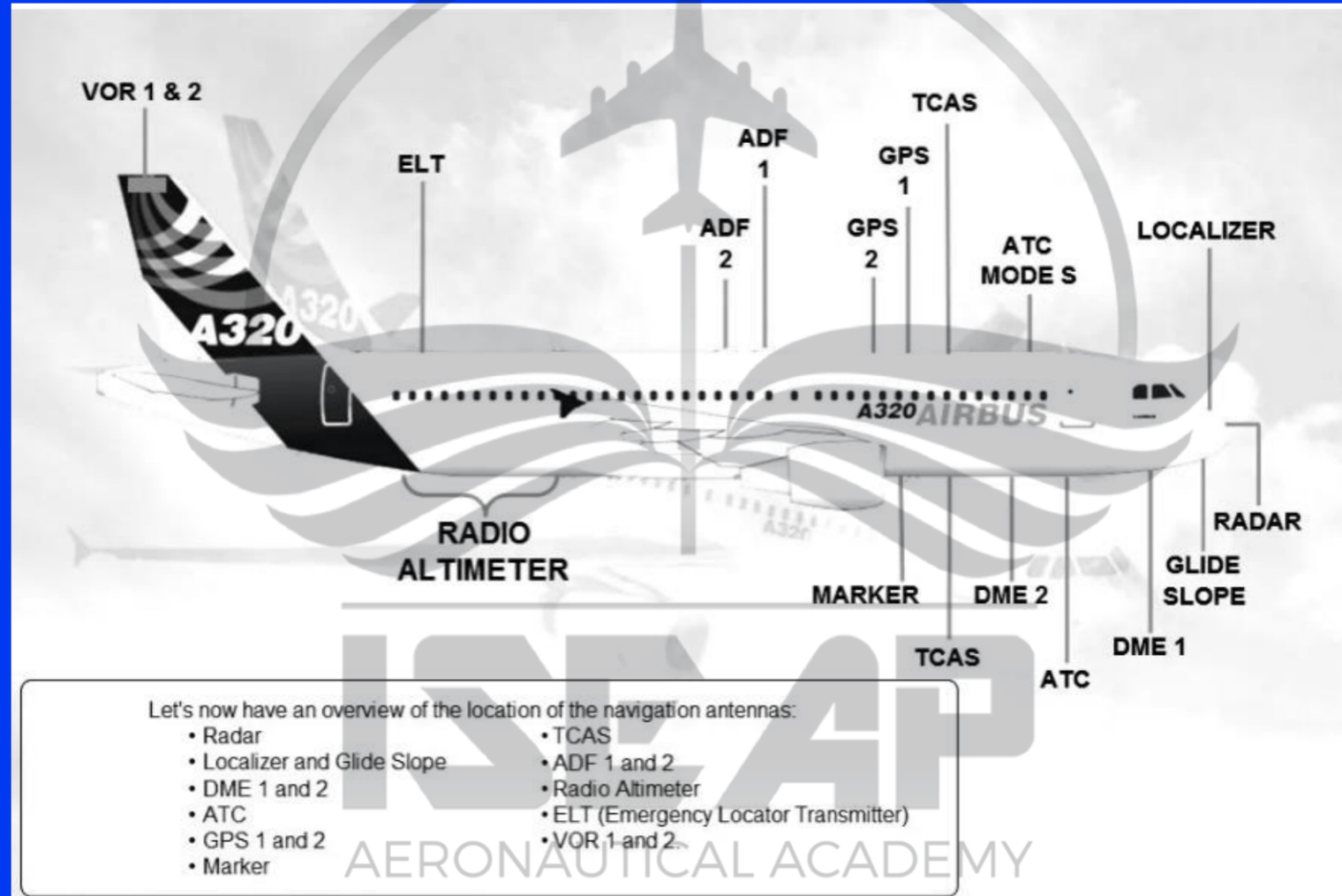


Antenas: Ubicación en el avión

A Boeing 737NG Radio Station

Equipment Type	Manufacturer / Model	Modulation Type	Power
HF Voice Transceiver	Rockwell Collins HFS-900D	A3E (AM) J3E (Upper Sideband)	400W PEP
VHF Voice Transceiver	Rockwell Collins VHF-2100	A3E (AM)	25W
DME (962 to 1150 MHz Xmit)	Rockwell Collins DME-900	P (Timed Pulses)	316W
Radar Altimeter (4300 MHz)	Rockwell Collins LRA-900	F3 (FM Radar)	400mW
TCAS	Rockwell Collins HFS-900D	P9 (Data on pulses)	400W
Transponder (1090 MHz)	Rockwell Collins TPR-901	P9 (Data on pulses)	631W
WX Radar (9.3 Ghz)	Rockwell Collins WXR-2100	P0 (Pulsed Radar)	120W

Antenas: Ubicación en el avión



Las antenas empleadas en las aeronaves poseen una particularidad que las diferencian con las antenas empleadas en instalaciones terrestres, que es la necesidad de mantener la aerodinámica de la aeronave. Las antenas deberán mantener las características necesarias para mantener la comunicación con las instalaciones terrestres y a la vez no perjudicar las performances de la aeronave en vuelo.

Antenas de comunicación HF :



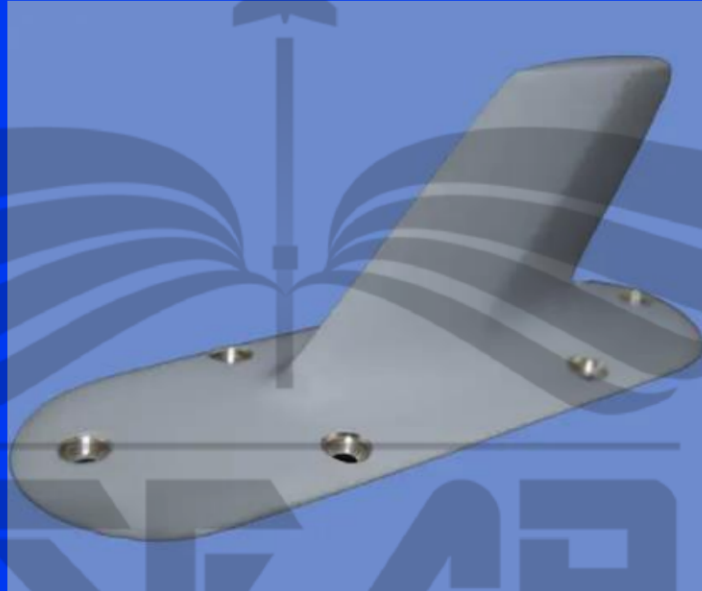
Antenas de comunicación VHF:



Antenas de comunicación HF :



Antenas DME :



ISEAP
AERONAUTICAL ACADEMY

Antenas ILS:



AERONAUTICAL ACADEMY

Antena VOR:





Propagación

La propagación superficial sigue, con mas o menos precisión, la superficie terrestre, pudiendo alcanzar grandes distancias, más allá de la línea del horizonte visual. Este efecto se da hasta las frecuencias de 2 MHz. Esto se debe principalmente a que las ondas electromagnéticas inducen una corriente en la superficie terrestre que hace que el frente de onda se curve hacia abajo, adaptándose a la curvatura de la superficie terrestre.



En la propagación aérea de las ondas, la señal se refleja en la capa ionizada de la atmósfera alta, volviendo hacia la tierra. De esta manera la señal se desplazará dando una serie de saltos, entre la ionosfera y la superficie terrestre. De esta forma se alcanzan transmisiones de miles de kilómetros.



La propagación en la trayectoria visual, la antena transmisora y receptora tiene que estar alineadas según la trayectoria visual efectiva.





Dificultades en la transmisión

En cualquier sistema de comunicaciones se debe aceptar que la señal que se recibe diferirá de la señal transmitida debido a varias adversidades y dificultades.

En las señales analógicas, estas dificultades pueden degradar la calidad de la señal. En las señales digitales, se generarán bits erróneos : un 1 binario se transformará en 0 y viceversa.

Las dificultades mas comunes son: La atenuación, la distorsión de retardo y el ruido.

En cualquier medio de transmisión la energía de la señal decae con la distancia y a su vez, en la transmisión aérea, las condiciones atmosféricas afectan los niveles de energía recibidos.

Se consideran 3 aspectos fundamentales:

- 1) La señal transmitida tiene que tener suficiente energía para que el receptor detecte e interprete las señales.
- 2) Para recibir la señal sin error, debe mantener un nivel suficientemente mayor respecto al ruido.
- 3) La atenuación es una función creciente de la frecuencia.

Para cualquier dato transmitido, la señal recibida consistirá en la señal transmitida modificada por la distorsión introducidas en la transmisión, además de las señales no deseadas que se insertarán en algún punto entre el emisor y el receptor. Estas ultimas señales se las denomina **ruido**

El ruido es el factor mas importante que afecta los sistemas de comunicaciones. Se lo clasifica en 4 categorías:

- 1) Ruido térmico.
- 2) Ruido de intermodulación
- 3) Diafonía.
- 4) Ruido impulsivo



Distorsión de retardo

Es un fenómeno debido a que la velocidad de propagación de una señal a través de un medio guiado varía con la frecuencia, lo que produce que la señal recibida este distorsionada debido al retardo variable que sufren sus componentes.

Existen tres tipos de balizas que emiten señales en 406 Mhz



ELT (Emergency Locator Transmitter)

Uso Aeronáutico

Activación: Manual, Fuerza G, Impacto.

EPIRB: (Emergency Position Indicating Radio Beacon)

Uso Marítimo

Activación: Manual o contacto con el agua

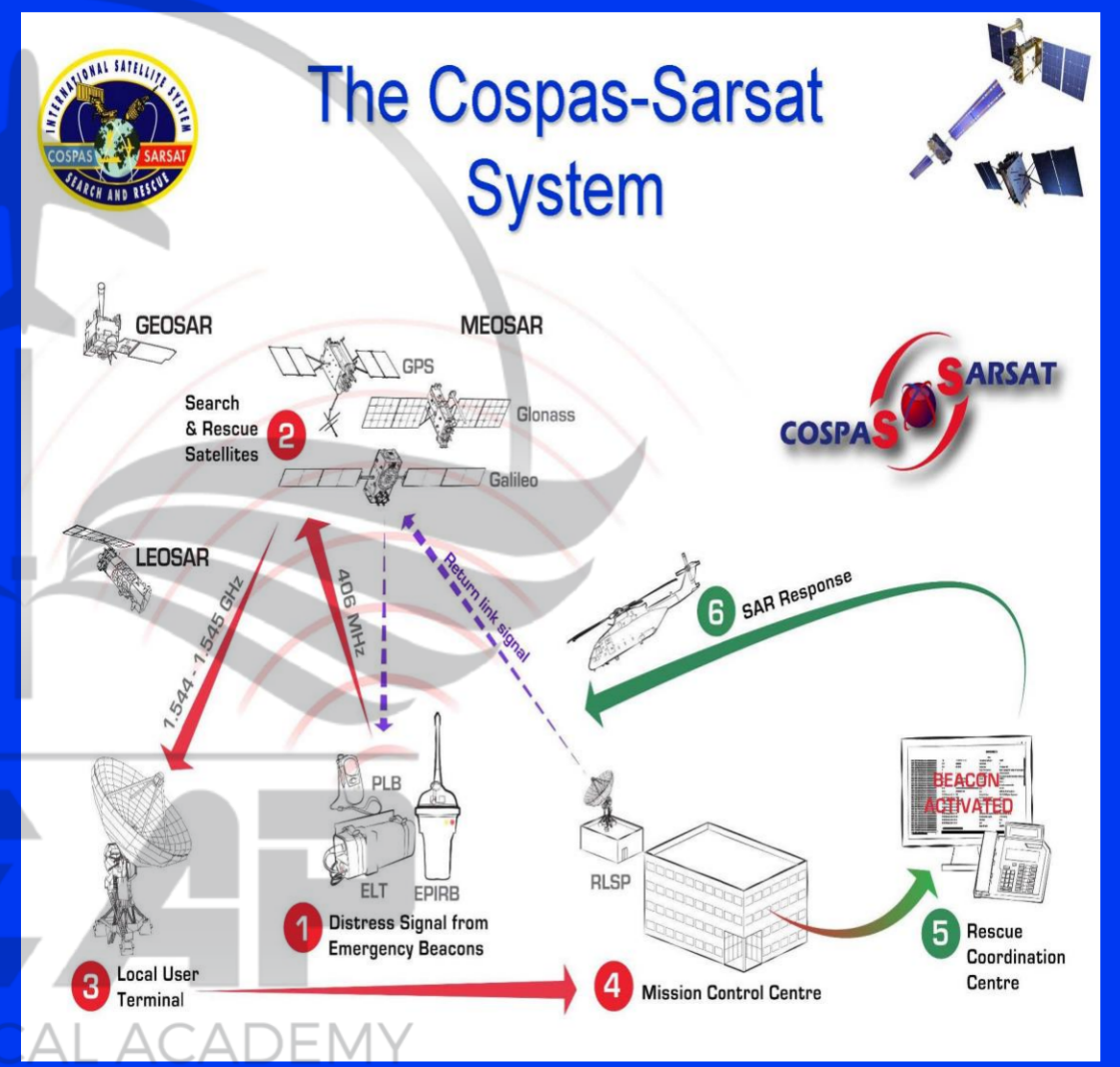
EPIRB SSAS (Ship Security Alert System)

PLB: (Personal Locator Beacon)

Personal

Activación: Manual

1. Se produce un siniestro o la activación manual de una radiobaliza de emergencia. El equipo emite la señal de emergencia.
2. Los satélites C/S reciben la señal y la retransmiten a las estaciones terrestres.
3. Las estaciones terrestres procesan la señal y envían un mensaje que incluye la posición del siniestro a un MCC (Centro de Control de Misión) del país de jurisdicción.
4. El MCC, en función de la posición de la radiobaliza, reenvía el mensaje al Centro Coordinador de Salvamento (RCC).
5. El RCC coordina las labores de búsqueda y salvamento.
6. Despliegue de los Medios SAR.





¿Preguntas?

Ing. Dante Violi

dantevioli@gmail.com
0351-156628242