



TELECOMUNICACIONES

Modulación. Servicio de Radionavegación aeronáutica

- ✓ Principio de modulación.
- ✓ Concepto de Servicio de Radionavegación Aeronáutica. Servicios normalizados
- ✓ NDB, ILS, VOR, DME
- ✓ Servicio de Radiodifusión Aeronáutica.
- ✓ Documentación de las comunicaciones

Reseña:

- ✓ **Anexo 10 – Vol. IV.** <https://www.anac.gov.ar/anac/web/uploads/normativa/anexos-oaci/anexo-10-vol-iv.pdf>
- ✓ ENACOM. Atribución del espectro electromagnético. [Atribución del espectro – ENACOM](#)
- ✓ **Manual de Radioayudas a la Navegación Aérea.** ANAC.



Temario

Modulación

Equipos de radiocomunicación

Servicio de Radionavegación Aeronáutica

NDB, VOR, ILS, DME

Servicio de Radiodifusión Aeronáutica

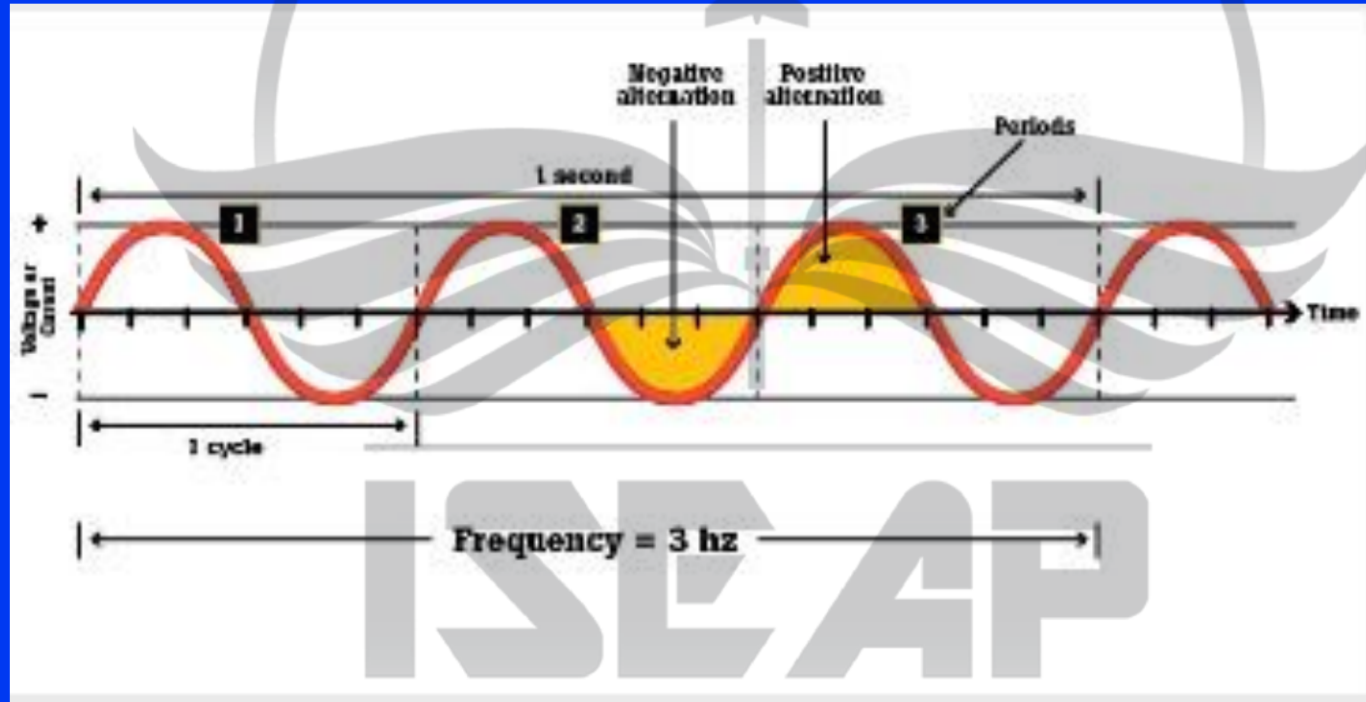
Documentación de las comunicaciones

AERONAUTICAL ACADEMY

Ondas electromagnéticas

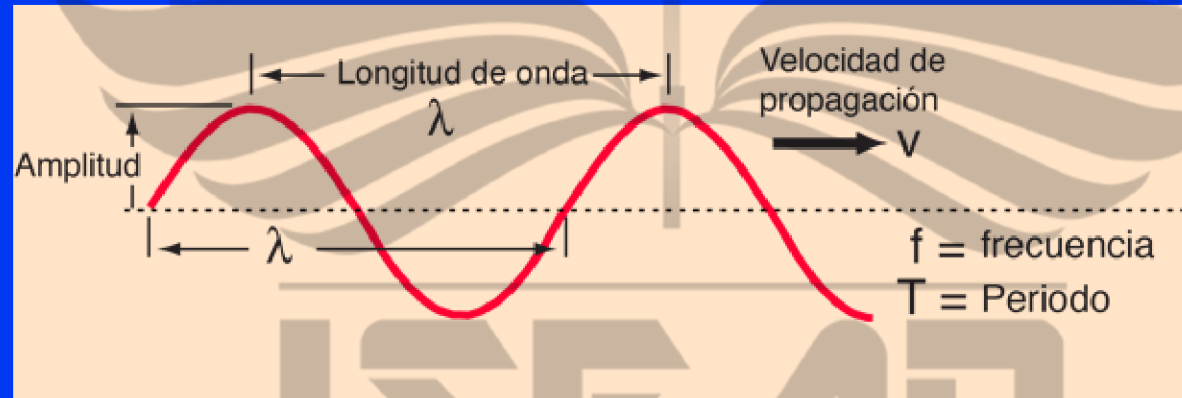
Período: El tiempo requerido para producir un ciclo completo de una forma de onda

Ciclo: una onda completa de corriente alterna o tensión



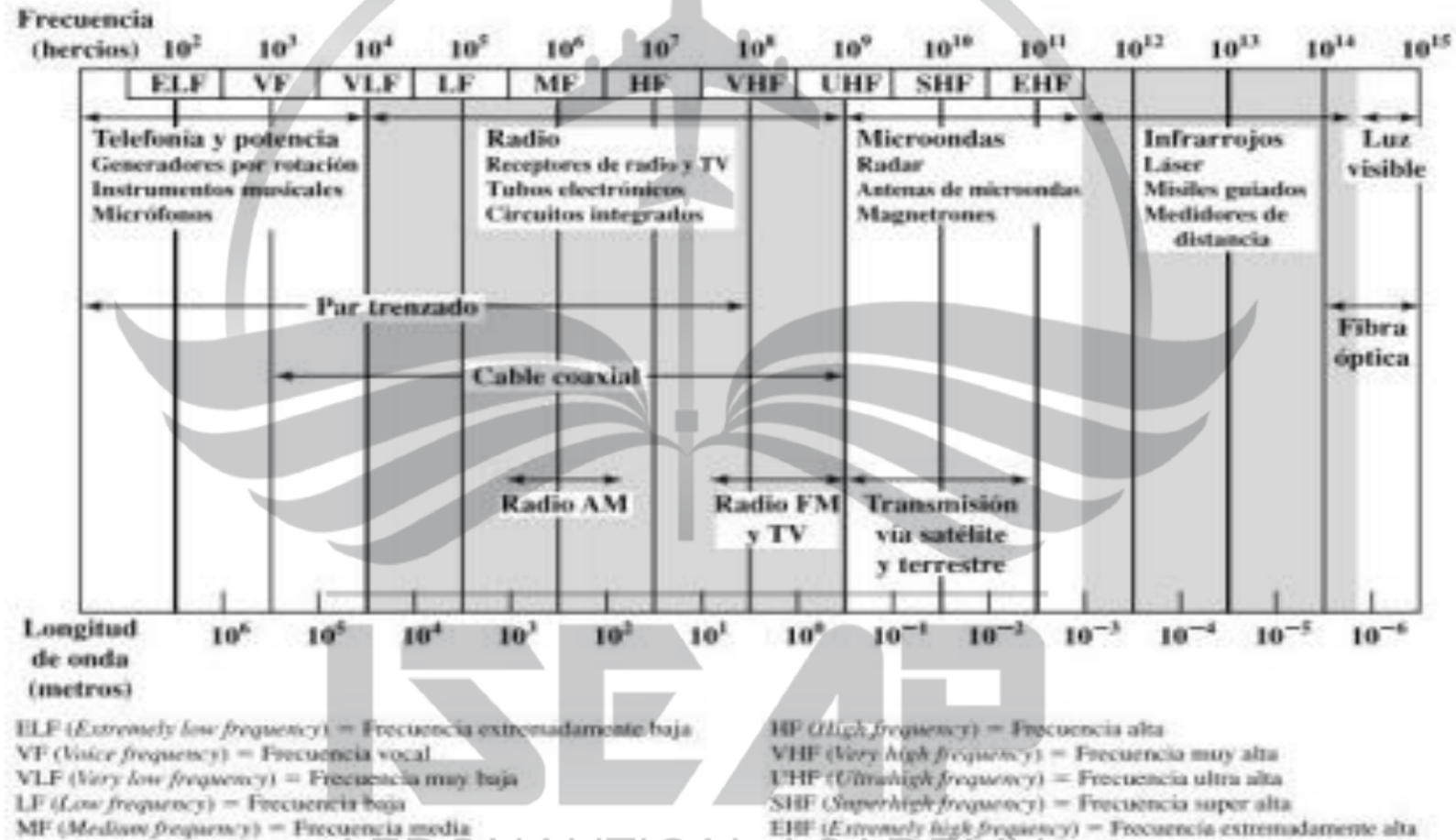
Frecuencia (Hz): Cantidad de ciclos por segundo. Un hertz es igual a un ciclo por segundo

Las ondas electromagnéticas se clasifican según su longitud de onda y frecuencia.



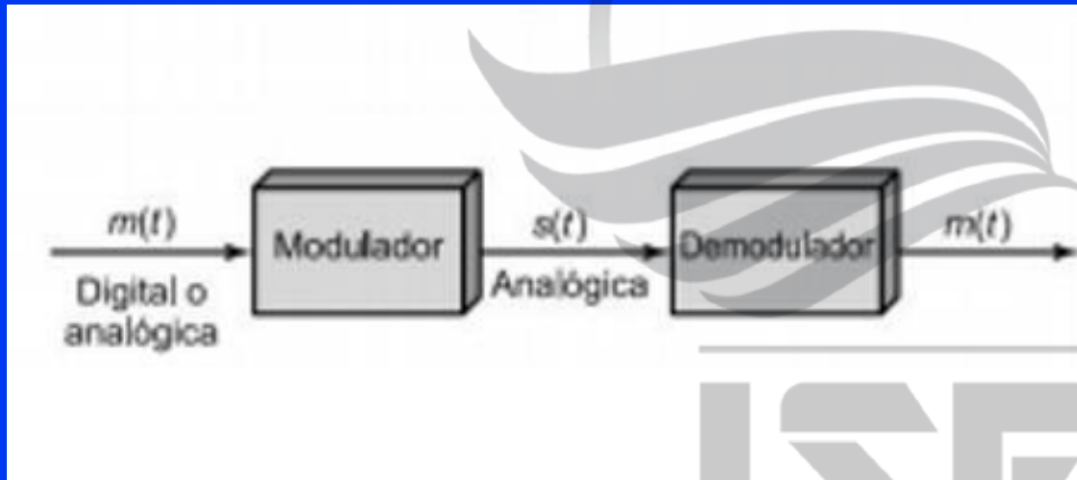
$$v = f \lambda$$

Espectro electromagnético



SERVICIO	FRECUENCIAS DE OPERACIÓN	POTENCIA IRRADIADA
Radiodifusión de AM	535 - 1705 kHz	Min 100 W Máx 100 kW
Radiodifusión de FM	88 - 108 MHz	Min 30 W Max 100 kW
Radiodifusión de TV	TV abierta VHF bajo: 54 - 72 MHz (canales 2-4) 76 - 88 MHz (c. 5-6) VHF alto: 174 - 216 MHz (c. 7-13) UHF (en gral. TV codificada, o sea no abierta) 512 - 806 MHz (21-69)	VHF: Min 5 kw en estación autónoma, 50 W en repetidora. Máx 30 kW en transmisor irradiado hasta 150 kW UHF (codificado, área reducida): aprox. 25 W
Telefonía celular	SRMC/STM: 869 - 894 MHz (base) 824 - 849 MHz (móvil) PCS: 1850 - 1910 MHz (móvil) 1930 - 1990 MHz (base)	Celdas en zona muy urbanizada: Aprox. 20 W Zona rural: máx. 100 W
HF	Servicio fijo y móvil (en gral uso comercial): 2 - 30 MHz Radioaficionados: bandas en los rangos de 1,8 - 3,6 - 3,8 - 7 - 10 - 14 - 18 - 21 - 25 y 29 MHz	Se especifica potencia pico de envolvente (la potencia media está unos 10 dB por debajo) Uso comercial: máx 160 W Radioafición: máximo 1,5 kW
VHF y UHF	[MHz] 30 - 50 138 - 174 242 - 280 340 - 399 421 - 426 443 - 490	Handies 6 W Móvil 40 W Base 60 W Estos son valores típicos
Móvil Marítimo	Rangos HF: 4, 6, 8, 12, 16, 18, 22, 25 MHz Rangos VHF: 156, 0 - 157,5 / 160,5 - 162 MHz	HF: aprox. 150 W pico de envolvente VHF: 25 W
Móvil Aeronáutico	HF (AM): entre 2 y 30 MHz VHF: 108 - 118 MHz radionavegación (ILS, VOR) 118 - 136 MHz comunicaciones móvil - tierra	HF: hasta 400 W PEP (media 100 W) VHF: 20 W

La **modulación** es el proceso de codificar los datos generados por la fuente en la señal portadora de frecuencia



La señal de entrada $m(t)$ (Que puede ser tanto analógica como digital) se denomina **señal moduladora** o, también, **señal en banda base**. A la señal resultante de la modulación de la portadora se la denomina **señal modulada $s(t)$** .

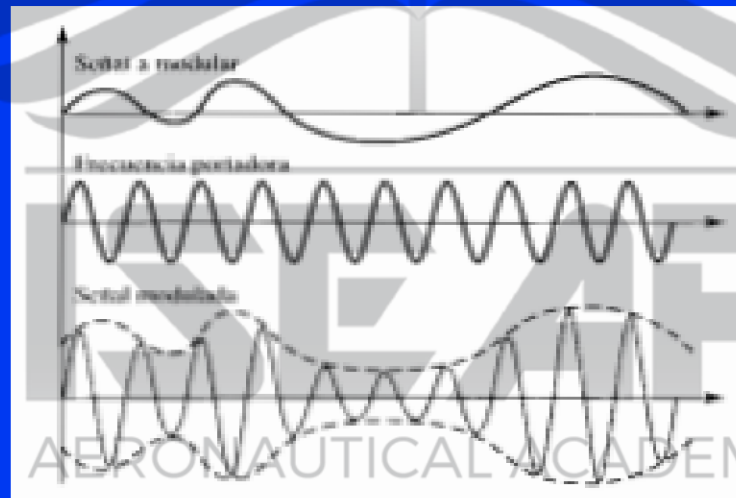


Modulación

Todas las técnicas de modulación se basan en la modificación de uno o más de tres parámetros fundamentales que caracterizan a la portadora en el dominio de la frecuencia: la amplitud, la frecuencia y la fase.

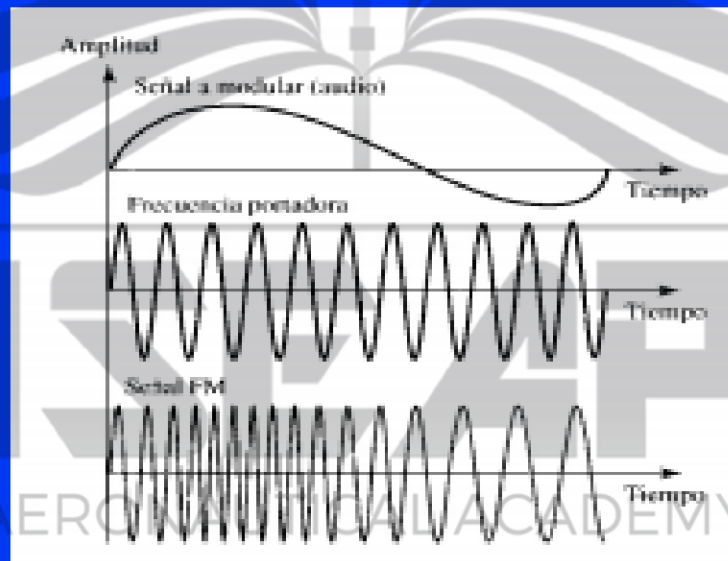


La **modulación en amplitud (AM)**, la señal portadora se modula de forma que su amplitud varíe con los cambios de amplitud de la señal modulante. Básicamente, la frecuencia y la fase de la portadora son siempre las mismas, solamente la amplitud cambia para seguir las variaciones en la información.

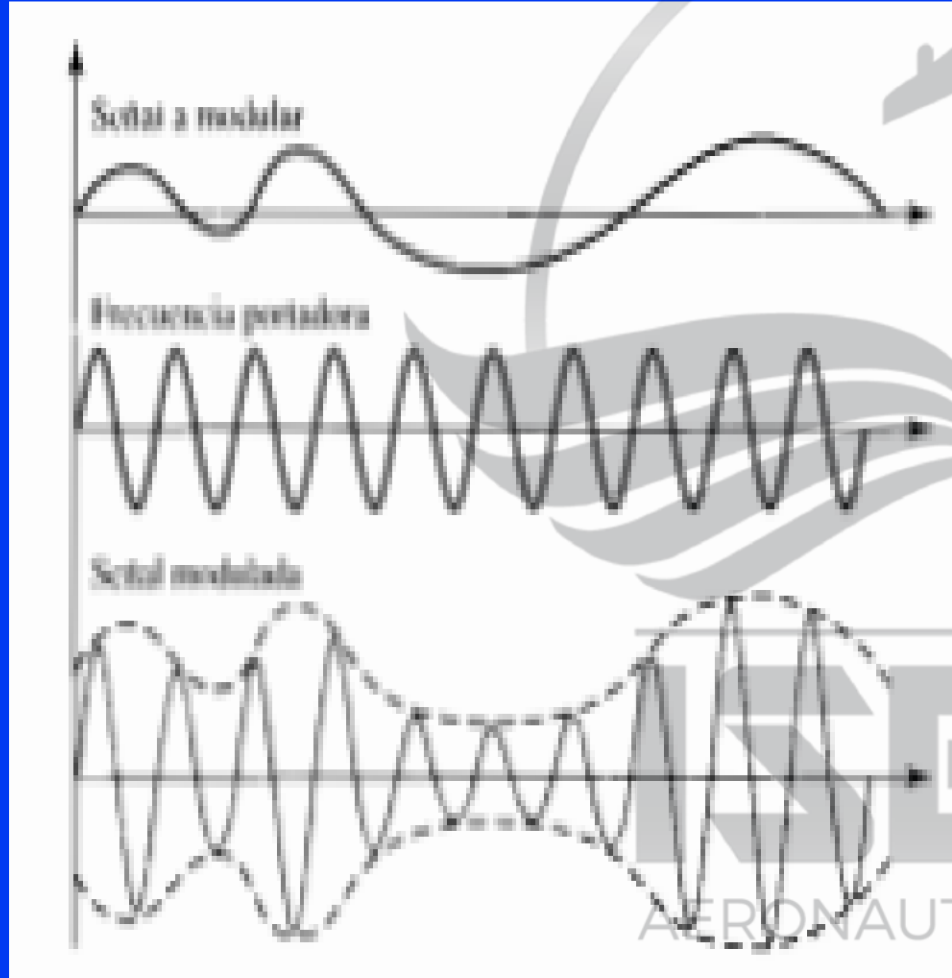


Modulación

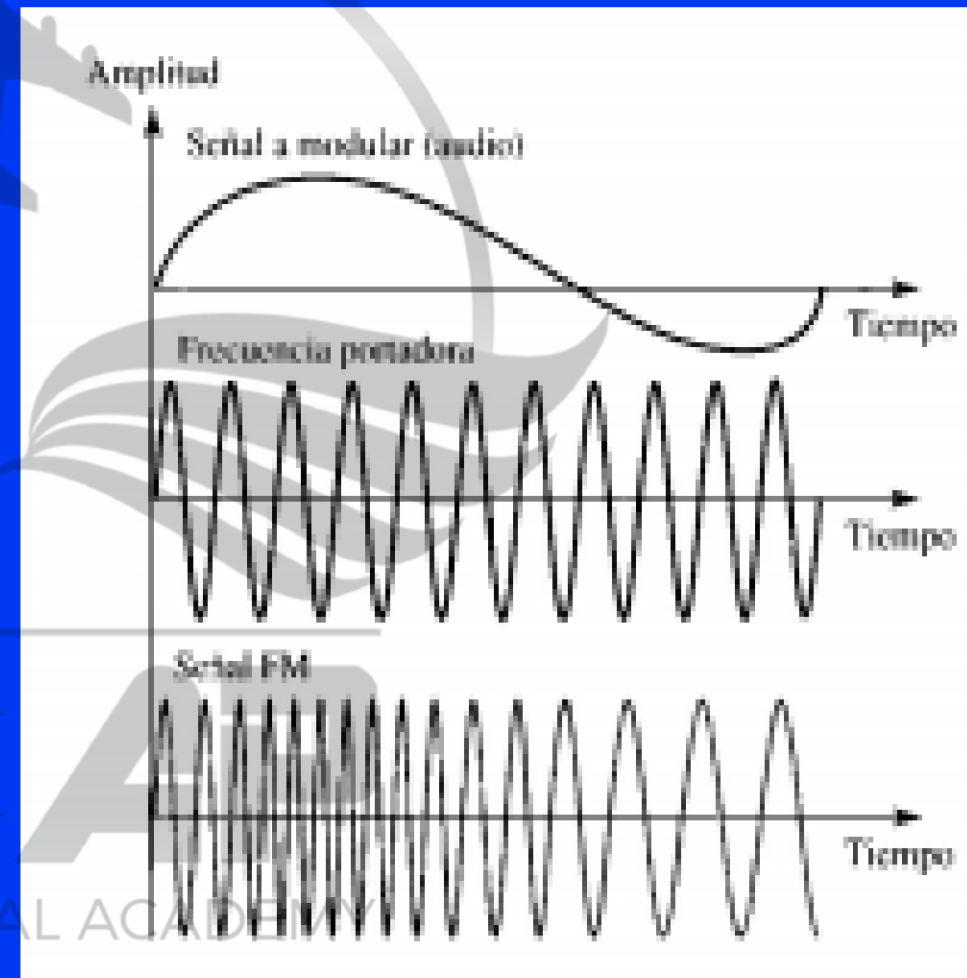
En las transmisiones en FM, se modula la frecuencia de la señal portadora para seguir los cambios en los niveles de voltaje (amplitud) de la señal modulante. La amplitud pico y la fase de la señal portadora permanecen constantes, pero a medida que la amplitud de la señal de la información cambia, la frecuencia de la portadora cambia de forma correspondiente.



AM



FM



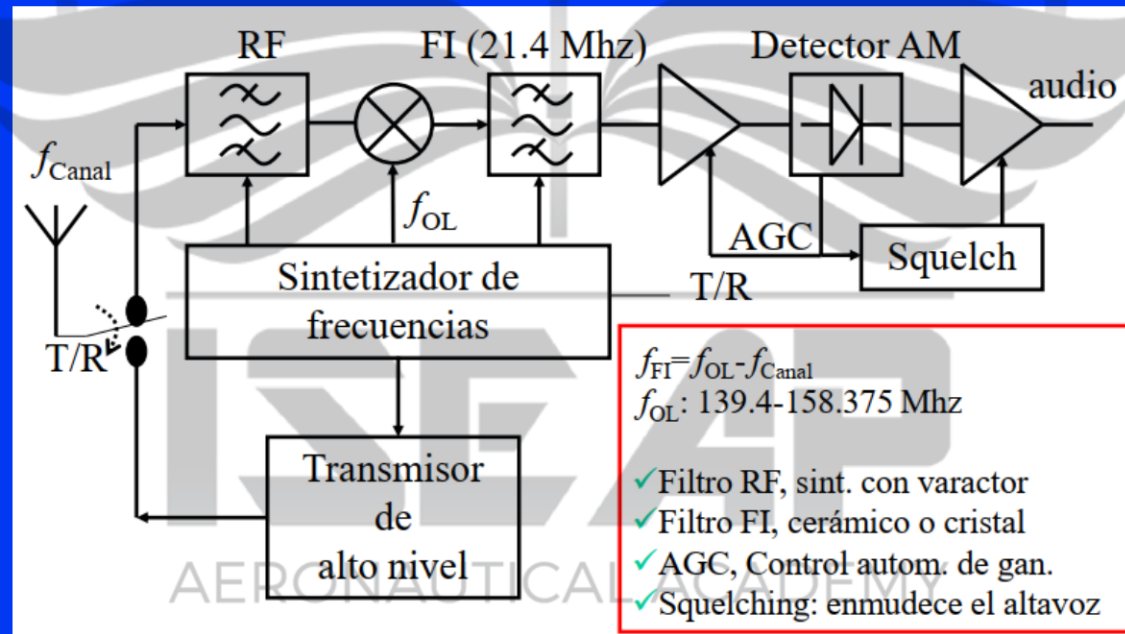
La modulación se emplea para:

Controlar la señal de información y así facilitar la propagación de la señal de información por cable o por el aire, ordenar el espacio radioeléctrico, distribuir canales a cada información distinta.

Disminuir las dimensiones de las antenas, optimizar el ancho de banda de cada canal evitando interferencias entre canales, proteger a la información de las degradaciones por ruido y definir la calidad de la información transmitida.

AERONAUTICAL ACADEMY

El transceptor VHF es el equipo de comunicaciones principal en cualquier aeronave. La banda de frecuencias de operación es de 118 a 136 MHz. El tipo de modulación empleado es AM.





Equipos de radiocomunicación abordo VHF y HF

Las antenas utilizadas para estos equipos constituyen dipolos de media longitud de onda o monopolos de un cuarto de longitud de onda. La impedancia real puede ser de 75 o 50 ohm.

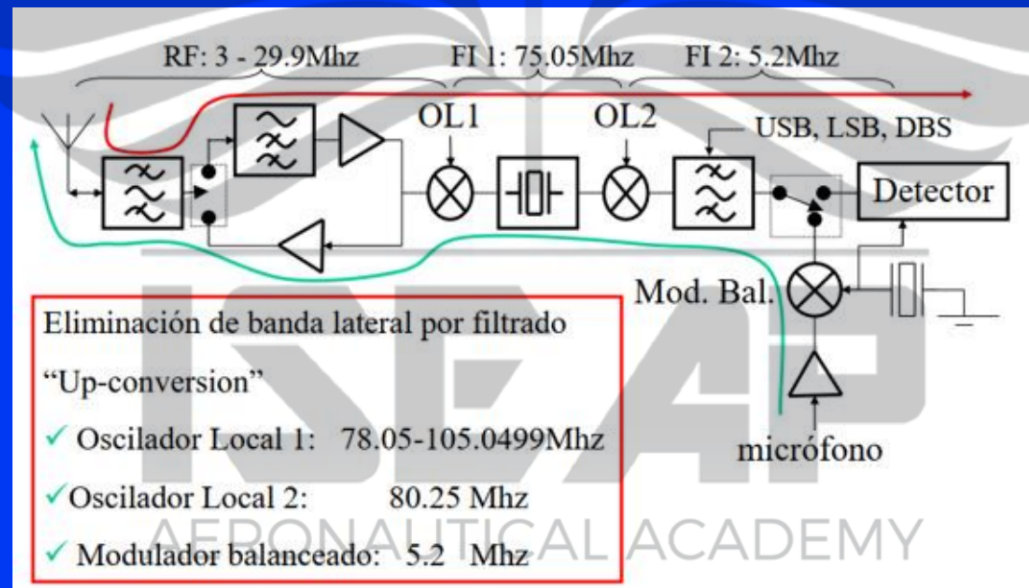
A modo de ejemplo, una antena monopolo de un cuarto de onda a mitad de la banda (127.5 MHz) tiene una longitud de 60 cm. En estos casos, el fuselaje suple (parcialmente) el plano de tierra necesario para el monopolo.

$$v = f \lambda$$

AERONAUTICAL ACADEMY

Equipos de radiocomunicación abordo VHF y HF

El transceptor de HF es el equipo de comunicaciones de larga distancia empleado por las aeronaves. Su empleo es fundamental en las zonas de vuelo sin control, en las cuales se encuentra fuera de alcance los equipos VHF de control terrestre. Opera en la banda de frecuencias de 2 a 30 MHz.





Equipos de radiocomunicación abordo VHF y HF

Las antenas constituyen monopolos de un cuarto de onda, con impedancia de 50 ohm.

En el transceptor de HF se puede operar con dos formas de modulación, en Amplitud (AM) la cual ya fue detallada en anteriores capítulos, y con Banda Lateral Única. Y particularmente en BLU se emplea la banda lateral superior (USB por sus siglas en inglés).



Equipos de radiocomunicación abordo VHF y HF

Básicamente en BLU se elimina o reduce la portadora y una de las bandas laterales.

Esto presenta dos grandes **ventajas principales**: conservación del ancho de banda, ya que al eliminar una banda se requiere la mitad de ancho de banda que AM y conservación de potencia, ya que se requiere menos potencia para lograr la misma intensidad de señal que en AM.

Por otro lado, la **desventaja** es que los receptores son mas complejos y por lo tanto costosos que los de AM, principalmente por la dificultad en la sintonización, que requiere mayor precisión.

AERONAUTICAL ACADEMY



Servicio de Radionavegación Aeronáutica

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

En general funcionan en forma continua y permanente (H-24), o con ajuste al horario de la estación de comunicaciones de cada lugar, según se consigna en cada aeródromo.



Servicio de Radionavegación Aeronáutica

Los servicios normalizados, según el Manual de Radioayudas a la Navegación Aérea de la ANAC, son los siguientes:

- Radiofaros no direccionales de baja frecuencia -LF/MF- (NDB).
- Sistemas de aterrizaje por instrumentos (ILS).
- Radiofaros omnidireccionales en VHF (VOR).
- Equipos radio telemétricos (DME), asociadas a VOR o ILS.
- El Sistema mundial de navegación por satélite (GNSS).
- Las Radiobalizas VHF en ruta (Definida en Radiobalizas VHF del sistema ILS)

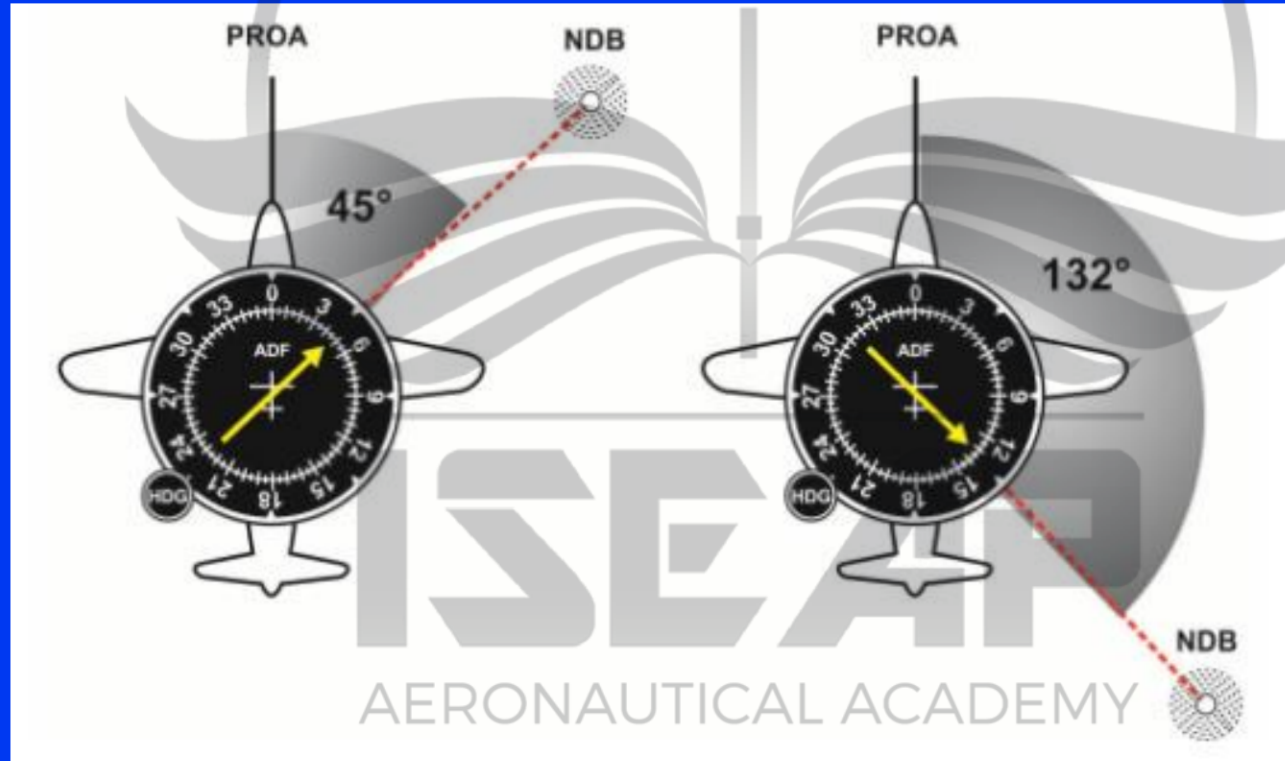


NDB

El Non Directional Beacon (NDB) es una instalación en tierra que consiste en un transmisor LF que transmite señales de radio polarizadas verticalmente de forma continua y en todas las direcciones.

El equipo de detección automática de dirección (ADF) a bordo de la aeronave se utiliza para recibir y decodificar señales NDB a través de un sistema de antena y un receptor LF para proporcionar a los pilotos una indicación de la posición relativa de la aeronave respecto al NDB.

Las radiofrecuencias asignadas a los NDB se seleccionarán de entre las que estén disponibles en la parte del espectro comprendida entre 190 y 1 750 kHz. (Anexo 10 OACI)





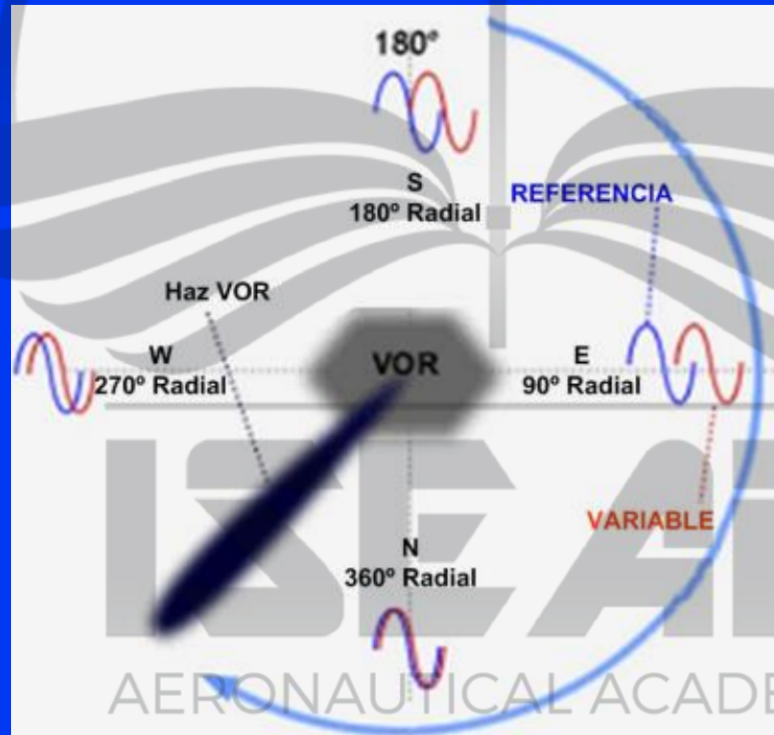
VOR

El VOR radiará una radiofrecuencia portadora a la que se aplicarán dos modulaciones separables de 30 Hz. Una de estas modulaciones será tal que su fase sea independiente del azimut del punto de observación (fase de referencia). La otra modulación (fase variable) será tal que su fase en el punto de observación difiera de la fase de referencia en un ángulo igual a la marcación del punto de observación respecto al VOR.

El VOR trabajará en la banda 111,975 a 117,975 MHz, pero se podrán usar frecuencias en la banda 108 a 111,975 MHz cuando, sea aceptable el uso de tales frecuencias. La frecuencia más alta asignable será de 117,950 MHz.

VOR

Las modulaciones de fase de referencia y de fase variable estarán en fase a lo largo del meridiano magnético de referencia que pase por la estación.



El ILS constará de los elementos esenciales siguientes:

- a) equipo localizador VHF, con su sistema monitor correspondiente, y equipo de telemando e indicador;
- b) equipo UHF de trayectoria de planeo, con el sistema monitor correspondiente, y equipo de telemando e indicador; y
- c) un medio apropiado que permita efectuar

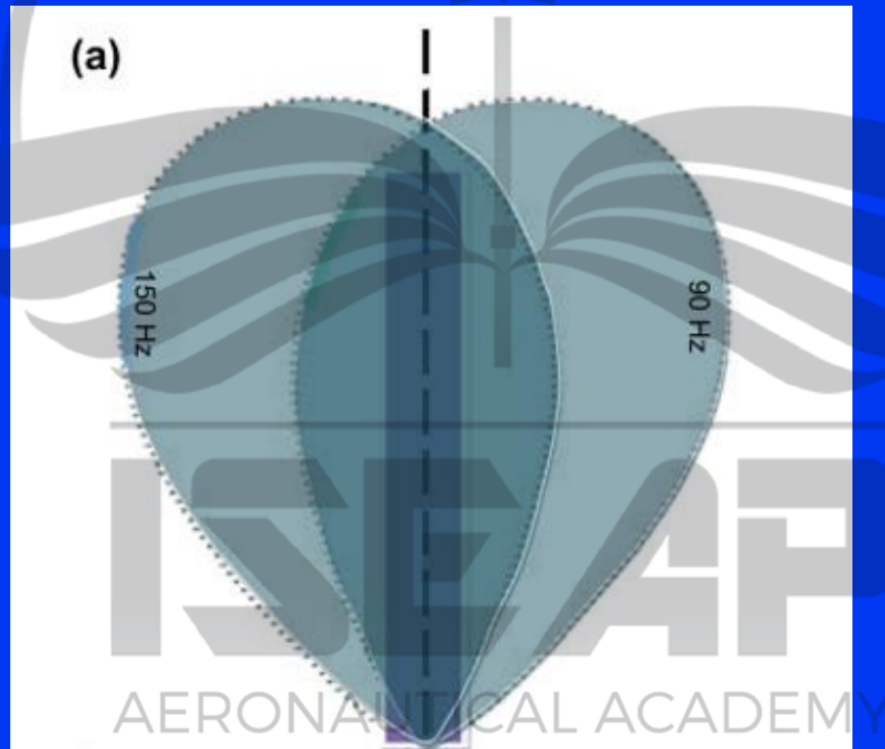


ILS - Localizador

La radiación del sistema de antenas del localizador producirá un diagrama de campo compuesto, modulado en amplitud por un tono de 90 Hz y otro de 150 Hz. El diagrama de campo de radiación producirá un sector de rumbo con un tono predominando en un lado del rumbo y el otro tono predominando en el lado opuesto.

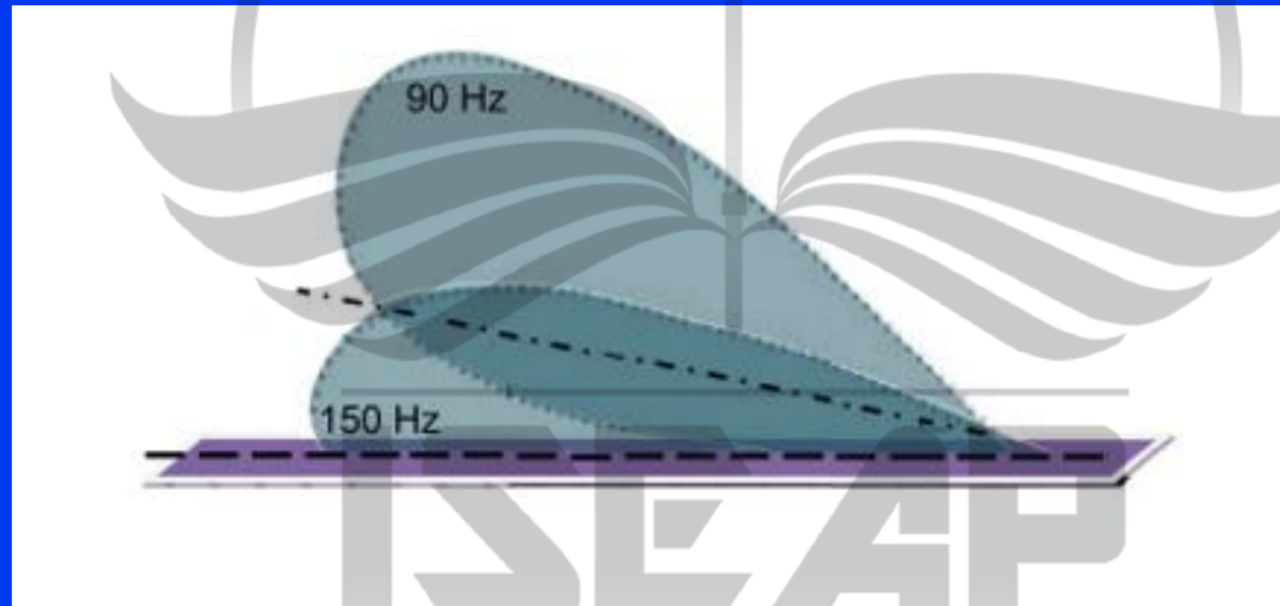
Cuando un observador mire hacia el localizador desde el extremo de aproximación de la pista, predominará, a su derecha, la profundidad de modulación de la radiofrecuencia portadora debida al tono de 150 Hz, y la debida al tono de 90 Hz predominará a su izquierda.

El localizador trabajará en la banda de 108 a 111,975 MHz



La radiación del sistema de antenas de trayectoria de planeo, UHF, producirá un diagrama de campo compuesto modulado en amplitud por un tono de 90 Hz y otro de 150 Hz. El diagrama estará dispuesto de modo que suministre una trayectoria de descenso recta en el plano vertical que contenga al eje de la pista, con el tono de 150 Hz predominando por debajo de la trayectoria y el tono de 90 Hz predominando por encima de la trayectoria por lo menos hasta un ángulo igual a $1,75^\circ$

El equipo de trayectoria de planeo funcionará en la banda de 328,6 a 335,4 MHz.



AERONAUTICAL ACADEMY



ILS – Radiobalizas -VHF

Las radiobalizas producirán diagramas de irradiación para indicar las distancias, determinadas de antemano, al umbral, a lo largo de la trayectoria de planeo ILS.

Las radiobalizas trabajarán en 75 MHz.

El sistema de radiobalizas se ajustará de modo que proporcione cobertura en las siguientes distancias, medidas en la trayectoria de planeo y en la línea de curso del localizador del ILS:

- a) *radiobaliza interna*: $150 \text{ m} \pm 50 \text{ m}$ ($500 \text{ ft} \pm 160 \text{ ft}$);
- b) *radiobaliza intermedia*: $300 \text{ m} \pm 100 \text{ m}$ ($1\,000 \text{ ft} \pm 325 \text{ ft}$);
- c) *radiobaliza exterior*: $600 \text{ m} \pm 200 \text{ m}$ ($2\,000 \text{ ft} \pm 650 \text{ ft}$).

El sistema DME proporcionará una indicación continua y precisa en la cabina de mando de la distancia oblicua que existe entre la aeronave equipada al efecto y un punto de referencia en tierra provisto de equipo.

El sistema comprenderá dos partes básicas, una instalada en la aeronave y la otra en tierra. La parte instalada en la aeronave se llamará interrogador y la de tierra transpondedor.

Los equipos de tierra y de a bordo DME utilizan la banda de radiofrecuencia UHF entre 962MHz y 1213MHz. Una aeronave puede calcular su distancia a la baliza desde el retardo de la señal percibida por el equipo DME de la aeronave.





Servicio de Radiodifusión Aeronáutico

El servicio de Radiodifusión Aeronáutica comprende la transmisión regular en horarios fijos de avisos a los servicios (NOTAM), Boletines y Pronósticos Meteorológicos.

Las transmisiones se realizan en la banda de frecuencias medias y altas (MF y HF) y a través de la radiodifusión automática de información de terminal (ATIS).





Servicio de Radiodifusión Aeronáutico

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

ISEAP
AERONAUTICAL ACADEMY

Servicio de Radiodifusión Aeronáutica en MF-HF							
Estación Emisora	Tipo de Modulación	Frecuencia (kHz)	Horario del Servicio (UTC)	Horas de Emisión (UTC)	Clave / Tipo de Información	Contenido	Observaciones
COMODORO RIVADAVIA Aeradio	J3E	2899 4657 8825	09:00 / 24:00	H + 30	METAR	AD FIR CRV y AD BAR-BOA-AER	La emisión de dicha información se realiza teniendo en cuenta su disponibilidad.
				H + 40	PRONAREA	FIR CRV (*) - FIR EZE (***)	
				12:45 y 20:45	NOTAM	NOTAM radial FIR CRV	
CORDOBA Aeradio	J3E	3434 5475 8906	H-24	H + 25	METAR	AD FIR CBA - FIR DOZ y AD AER-SVO-ROS	La emisión de dicha información se realiza teniendo en cuenta su disponibilidad. (#) A las 09:30 UTC se transmite NOTAM completo, a partir de esa hora se repite e incorporan las actualizaciones cada tres horas.
				H + 45	PRONAREA	FIR CBA (*) - FIR DOZ (**) - FIR EZE (***)	
				H + 30	NOTAM (#)	NOTAM radial FIR CBA	
EZEIZA Aeradio	J3E	2881 5801 11389	H-24	H + 15	METAR	AD FIR EZE - CBA - DOZ - SIS y CRV; PORTO ALEGRE (Brasil) - MONTEVIDEO (Uruguay) ASUNCION (Paraguay) - PUDAHUEL (Chile) y ANTOFAGASTA (Chile) (*)	La emisión de dicha información se realiza teniendo en cuenta su disponibilidad.
				H + 01	PRONAREA	FIR EZE (*) - FIR CRV (**) - FIR SIS (***)	
				18:40	SNOWTAM	Información de las condiciones de nieve y hielo en áreas de movimiento de ACFT en los AADD.	
RESISTENCIA Aeradio	J3E	2971 4675 8900	H-24	H + 20	METAR	AD FIR SIS y AD AER-ROS-SVO ASUNCION (Paraguay)	La emisión de dicha información se realiza teniendo en cuenta su disponibilidad. (+) Lunes se transmite NOTAM completo. De martes a domingos a la misma hora, se emiten las actualizaciones.
				H + 50	PRONAREA (+)	FIR SIS (*) FIR EZE (**) - FIR CBA (***)	
				12:30	NOTAM (+)	NOTAM radial FIR SIS	



Servicio de Radiodifusión Aeronáutico

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.

El ATIS contiene información esencial como información meteorológica, qué pistas están operativas, aproximaciones disponibles, etc. La principal misión del ATIS es quitar carga de trabajo a los controladores.

ISEAP
AERONAUTICAL ACADEMY



Documentación de las comunicaciones

En cada estación del servicio de telecomunicaciones aeronáuticas se llevará un registro de telecomunicaciones, escrito o automático; pero las estaciones de aeronave, cuando utilicen la radiotelefonía en comunicación directa con una estación aeronáutica, no necesitarán llevarlo.

El registro de telecomunicaciones servirá de protección si se efectuara una investigación de las actividades del operador en guardia. Puede requerirse como prueba legal.



Documentación de las comunicaciones

Se anotará en los registros escritos la información siguiente:

- a) nombre del organismo encargado de la operación de la estación;
- b) identificación de la estación;
- c) fecha;
- d) hora de apertura y cierre de la estación;
- e) firma de cada operador y hora en que comienza y termina su servicio;
- f) frecuencias vigiladas y tipo de escucha (continuo o a horas fijas) mantenido en cada frecuencia;
- g) excepto en las estaciones retransmisoras mecánicas intermedias, en que no es necesario cumplir con lo dispuesto en este párrafo, un registro de cada comunicación, transmisión de prueba o intento de establecimiento de comunicación, que indique el texto de la comunicación, hora en que terminó ésta, estación o estaciones con que se comunicó y frecuencia utilizada. Podrá omitirse el texto de la comunicación en el registro cuando se disponga de copias de los mensajes cursados y formen éstas parte de dicho registro;

- h) todas las comunicaciones de socorro y medidas tomadas respecto a las mismas;
- i) una breve descripción de las condiciones en que se efectúan las comunicaciones y dificultades, incluso interferencias perjudiciales. Tales anotaciones deberían incluir, siempre que sea posible, la hora en que se experimentó la interferencia, su carácter, radiofrecuencia e identificación de la señal que la produjo;
- j) una breve descripción de la interrupción de las comunicaciones debida a la falla del equipo u otras averías, indicando la duración de dicha interrupción y medidas tomadas para remediarlas;
- k) la información adicional que el operador estime útil como parte de las anotaciones sobre el funcionamiento de la estación.



¿Preguntas?

Ing. Dante Violi

dantevioli@gmail.com
0351-156628242