



# VUELO IFR



# VOR

RADIOFARO OMNIDIRECCIONAL VHF



## **DEFINICIÓN DEL VOR:**

Radiofaro omnidireccional de VHF (VOR)

En el VOR toda la información se presenta visualmente en instrumentos de fácil interpretación. Con estos se puede seleccionar y volar cualquiera de los 360 rumbos o radiales HACIA (TO) o DESDE (FROM) un radiofaro omnidireccional.

## **EQUIPO Y FUNCIONAMIENTO:**

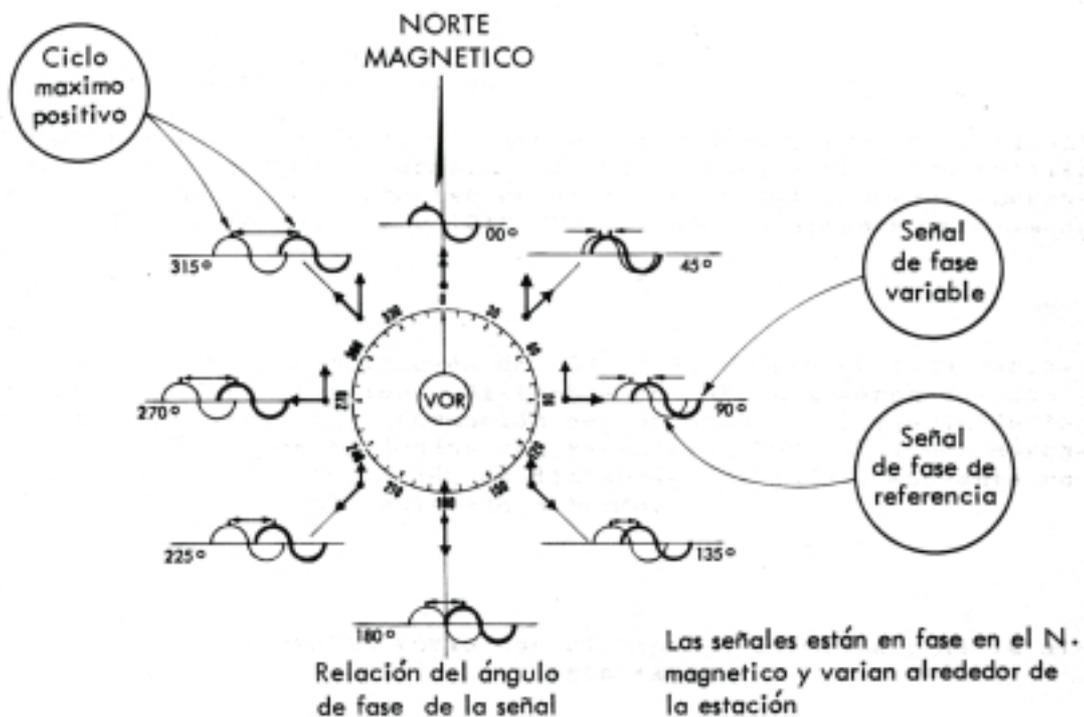
El radiofaro omnidireccional produce un número infinito de haces que pueden verse desde la estación como si fuesen los radios de una rueda. Estos haces son conocidos como "radiales" y se identifican por su marcación magnética en la dirección de salida de la estación. Así pues, si se vuela el radial  $090^\circ$  el avión estaría situado directamente al Este de la estación. En el caso de que el piloto se dirija a esta estación por este mismo radial de  $090^\circ$ , el rumbo magnético que llevaría sería de  $270^\circ$ .

Puesto que el equipo transmisor está en la banda de frecuencias VHF, las señales son rayos rectilíneos y de esta forma su alcance variará de acuerdo con la altitud del avión.

## **PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO:**

El principio de transmisión del radiofaro omnidireccional (fig. 1) está basado en la creación de una diferencia de fase entre dos radioseñales. Una de estas señales, llamada fase de referencia, es omnidireccional y radia desde la estación en forma circular. La fase de esta señal es constante en todos sus  $360^\circ$  de azimut. La otra señal, llamada fase variable, se transmite como un campo giratorio. El diagrama de esta señal gira uniformemente a 1.800 rpm., lo que hace que la fase de la señal varíe a una velocidad constante. Por tanto, hay una fase diferente de esta señal para cada rayo alrededor de la estación.

Se utiliza el norte magnético como línea base para medir la relación de fases entre las señales de referencia y variable. Las dos señales están alineadas de forma que en el norte magnético están exactamente en fase .



Como puede verse en la figura, existe una diferencia de fase en cualquier otro punto de diferente azimuth, esta diferencia de fase la mide electrónicamente el receptor del avión identificando de esta forma la posición del mismo en azimuth respecto a la estación. (Cada grado eléctrico corresponde a un grado geográfico). Esta información se presenta al piloto mediante indicadores visuales de las correspondientes marcaciones.

### **DISTINTOS TIPOS DE VOR:**

VOR: En la banda de los 108 a los 118 MC y que se subdividen en:

- a) VOR propiamente dicho, trabajando con una potencia de 200 watos.



- b) TVOR, instalado en un aeropuerto o en sus cercanías y utilizados en arribadas y descensos, trabaja con una potencia de 50 vatios.
- c) LVOR, también trabajando con 50 vatios, estando situados en algunas aerovías.

TACAN: Suministra información de distancia y marcación, traducida visualmente en el panel de a bordo. Está ideado para operaciones militares, principalmente y precisa un equipo especial a bordo, operando en UHF, entre los 962 y 1213 MC., siendo su alcance aproximadamente de 195 NM.

VORTAC: Esta ayuda es una combinación de VOR y TACAN, proporciona marcaciones en VHF y marcación y distancia en UHF. Las aeronaves con equipo TACAN, reciben información de marcación y distancia de los emisores TACAN. Los equipados con receptores VOR, obtienen marcaciones del VOR e información de distancia del TACAN mediante un interrogador especial instalado a bordo.

#### **ALCANCE:**

El alcance de estas ayudas varía con el tipo de la misma y de la altitud de la aeronave según la siguiente tabla:

TIPO DEL VOR TACAN O VORTAC	ALCANCE Y ALTITUD		
Terminal (T)	25 NM hasta	12000	FT./MSL
Baja (L)	40 NM hasta	18000	FT/MSL
Alta (H)	40 NM hasta	18000	FT/MSL
	130 NM de 18000 a 45000		FT/MSL
	100 NM desde 45000		FT/MSL

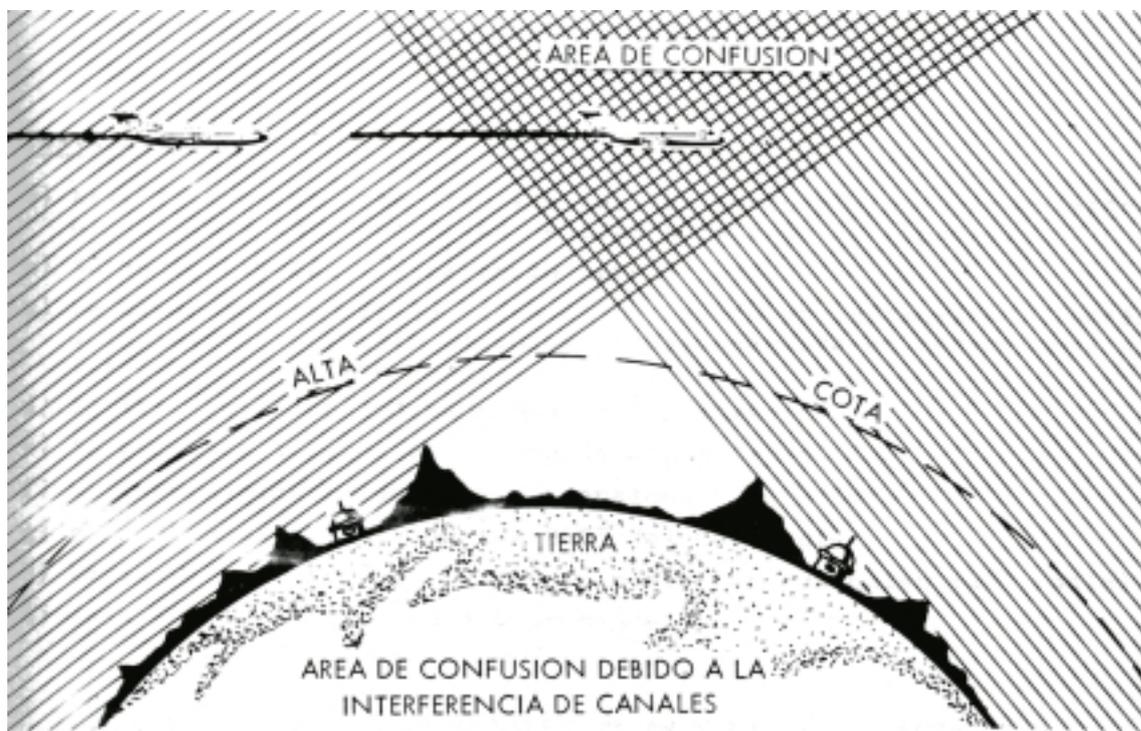
Para que dos estaciones VOR funcionen sin interferencias en la misma frecuencia, han de estar distanciadas adecuadamente. Siempre que es posible, las estaciones que operan en la misma frecuencia están separadas por una distancia que las protege contra las interferencias debidas a la coincidencia de canales.

Sin embargo, con el aumento en ayudas a la navegación de VHF, es posible, que en determinados sitios y altitudes, se reciban ambas



estaciones con una potencia aproximadamente igual. Véase en la fig. 2, que el área de confusión (localizada a altitudes elevadas) equidista generalmente de ambas estaciones.

Se puede reconocer este área de confusión por la oscilación de los indicadores visuales y existencia de silbidos. Esta situación puede eliminarse seleccionando otra estación VOR más cercana a la posición del avión a lo largo de su ruta de vuelo.



### **FRECUENCIAS:**

EL VOR trabaja en la banda de 112 a 118 MC/s, pero se podrá también utilizar la banda de 108 a 112 MC/s. La frecuencia más alta asignable es la de 117.95 MC/s.

### **SINTONIZACIÓN:**

Para sintonizar el equipo VOR, se seleccionará la frecuencia deseada y se identificará la estación.



La identificación de la estación puede ser una identificación en clave de tres letras, una identificación oral o una combinada de ambas.

Con esta ayuda se pueden realizar:

- a) Vuelos siguiendo una ruta determinada en la que estén establecidas este tipo de ayudas.
- b) Aproximaciones al Aeropuerto.
- c) Alejamientos.
- d) Esperas.

VENTAJAS:

- a) Este sistema no está afectado por las perturbaciones atmosféricas ni sujeto a interferencias debidas a la onda de espacio.
- b) Su manejo es fácil y de corto aprendizaje.
- c) La determinación de la línea de situación es instantánea, tardándose solamente veinte segundos aproximadamente en obtener una situación por intersección.
- d) El dato obtenido indica rumbo de aproximación.
- e) No requiere a bordo el empleo de mapas especiales.
- f) La información la obtiene personalmente el piloto.
- g) Su empleo es posible en los  $360^\circ$  del horizonte.
- h) Mediante un instrumento permite conservar cualquier ruta radial.
- i) Cada VOR trabaja independientemente.



## RELACIÓN ENTRE CANALES TACAN Y FRECUENCIAS VOR:

MC.	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9
108	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
109	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
110	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
111	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56
112	57	58	59	70	71	72	73	74	75	76
113	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
114	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
115	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106
116	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116
117	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126

Ejemplo :

Hallar la frecuencia que corresponda al canal 50. El número del canal se busca en el recuadro central y en la columna de la izquierda encontraremos la frecuencia en MC, en este caso 111, y en la línea superior las décimas de MC, en este caso .3

Luego la frecuencia que le corresponde al canal 50 será igual a 111.3 MC.

Para hallar el canal correspondiente a una frecuencia, procederemos a la inversa; el cuadro del centro en que coincidan la frecuencia y las décimas de MC será el número del canal asociado.



# DME

EQUIPO RADIOTELEMETRICO  
MEDIDOR DE DISTANCIAS



## **DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO:**

El DME es un sistema electrónico que mide la distancia desde un avión a una estación situada en tierra.

Su funcionamiento básico consiste en el envío de una señal a la estación de tierra, que a su vez envía una respuesta. El tiempo empleado en el intercambio de estas señales se mide con gran exactitud y con este dato y con el ya conocido de la velocidad de propagación de la onda radioeléctrica, se obtiene automáticamente la distancia en millas náuticas, bien en un instrumento con indicador de aguja o como el indicador de un cuentakilómetros de un coche.

## **MEDIDA DE DISTANCIA:**

El DME mide la distancia directa entre el avión y la ayuda DME situada en tierra, considerada comúnmente como distancia objetivo. La diferencia entre una distancia medida en tierra y la distancia objetivo del DME es muy pequeña a baja altitud y a largo radio de acción, y es mayor conforme aumenta la altitud y disminuye el radio de acción. La diferencia viene a ser mayor cuando el avión está situado sobre la ayuda, en cuyo caso el receptor del DME da la altitud en MILLAS NÁUTICAS sobre la estación.

Por lo general, la diferencia entre distancia-objetivo y distancia terrestre resulta despreciable si el avión se encuentra a una milla o más de la ayuda, por cada 1000 FT de altura sobre la elevación de la ayuda.

## **EXACTITUD DEL DME:**

Los equipos que se construyen para la aviación comercial son de muy poco peso y según sus constructores muy exactos, con un margen de exactitud de +- media milla, menos el 3 % de la distancia, tomando el mayor de ellos.

## **VOR/DME:**

Estación VOR en la que está instalado un equipo radiotelemétrico de TACAN.



Proporciona información de rumbo y distancia a los aviones que llevan instalados este equipo VOR/DME y solamente recibirán información de distancias a los equipados con un receptor TACAN.

### **ILS/DME:**

El ILS/DME es un equipo ILS al que se le asocia con un equipo DME.

Proporciona información de distancia al avión que está equipado con receptores ILS/DME.

Suministra información de tres posiciones para recibir al Localizador del ILS, el Glide Path y al DME.

### **RADIO DE ACCIÓN MÁXIMO DEL DME:**

Por lo general, se considera digno de confianza al equipo receptor del DME hasta una distancia de 100 millas de la estación. En todo caso, el alcance efectivo depende mayormente de la altitud de vuelo. A mayor altitud, mayor eficacia del alcance. El término "alcance" práctico se utiliza para indicar la distancia a la que las señales DME pueden considerarse como exactas.

También hay que tener en cuenta la clasificación de la ayuda VOR de que se trate.

En el cuadro a continuación se indica el alcance máximo y eficaz de los informes VOR y DME de una ayuda determinada.

<b>CLASIFICACION DE LA AYUDA</b>	<b>ALCANCE PRACTICO</b>
<b>T (Terminal)</b>	<b>25 NM hasta 12000 FT/MSL</b>
<b>L (Baja altitud)</b>	<b>40 NM hasta 18000 FT/MSL</b>
<b>H (Altitud elevada)</b>	<b>40 NM hasta 18000 FT/MSL</b> <b>130 NM hasta 18000 FT/MSL a</b> <b>45000 FT/MSL</b> <b>100 NM desde los 45000 FT/MSL</b>



### **FRECUENCIAS DME Y VOR:**

El DME funciona en frecuencias ultra altas, entre 960 y 125 MC y el VOR en muy alta frecuencia, entre las 108 y 118 MC.

### **VENTAJAS DEL SISTEMA:**

- a) En cualquier momento, se encuentra con un punto de posición más vil, a lo largo de una línea de posición
- b) Su posición respecto al suelo es más exacta que la obtenida con una instalación doble VOR y/o ADF, siempre que esté dentro del alcance de una estación VOR/DME.
- c) Se puede estimar exacta y rápidamente su velocidad absoluta ya que se conoce en cualquier momento su posición, utilizando el DME.
- d) Los informes de posición que se obtienen fácilmente con su uso, permiten la reducción de demoras en vuelo
- e) Muchos procedimientos de aproximación con instrumentos permiten o necesitan el empleo del DME. Estos procedimientos eliminan, a veces, la necesidad de realizar virajes de procedimiento u otras maniobras que consumen tiempo, haciendo posible también la reducción de los mínimos para la aproximación, debido a la exactitud de la posición que este sistema proporciona
- f) La separación entre vuelos IFR que utilicen el DME puede reducirse con seguridad, respecto a la requerida por las normas de separación longitudinal.



# ADF

RADIOGONIOMETRO INDICADOR  
AUTOMATICO DE DIRECCION



## **IDEA GENERAL DEL SISTEMA ADF:**

El ADF es, en términos generales, un receptor de radio, el cual lleva asociadas dos clases de antenas, una de cuadro y otra no direccional. Este receptor actúa automáticamente, por lo cual más propiamente se podría denominar radiogoniómetro automático.

Hay muchos receptores ADF de diferentes modelos pero la mayoría de ellos son similares básicamente. Todos se fundamentan en que la antena de cuadro se orienta automáticamente en la dirección del mínimo (o nulo) de la señal radioeléctrica que llega al receptor, con respecto a la emisora sintonizada. La antena no direccional (o vertical), se conecta automáticamente y nos determina el sentido de la señal que se recibe eliminando así la ambigüedad de 180°. Las indicaciones que nos dan las antenas, las refleja una aguja sobre una escala graduada. Cuando la aguja oscila sin determinar con exactitud la marcación, nos podemos ayudar con los auriculares ya que el mínimo de la señal será el que indique la aguja en el momento en que se oiga con mayor nitidez.

El instrumento tiene dos esferas, la interior es fija y el 0-180 coincide con el eje longitudinal del avión, por lo tanto la marcación que nos da la aguja sobre esta esfera es el valor del ángulo que forma el eje longitudinal del avión con respecto a la emisora sintonizada, o sea, la marcación propia. La escala exterior es movable a voluntad con un mando.

## **GAMA DE FRECUENCIAS:**

Los ADFs funcionan entre las frecuencias de 100 a 1750 KC.

## **OPERACIÓN ADF:**

Ya hemos visto anteriormente y en términos generales como se opera con el ADF. Una vez puesto en funcionamiento el receptor o receptores, se sintoniza una estación para determinar la línea de posición de nuestro avión con respecto a dicha estación, o sintonizamos dos estaciones para determinar nuestra posición, por la intersección de dos líneas de posición, con respecto a las estaciones sintonizadas, cuya situación ya conocemos.



Para determinar una línea de posición con respecto a una estación, ya sabemos que se utiliza el mínimo de la señal que se recibe en lugar del máximo, por ofrecer aquel más exactitud que éste. El mínimo de la señal recibida se obtiene cuando el plano de la antena de cuadro es perpendicular a la línea de propagación de las ondas. Cuando hallamos el mínimo de una señal sabemos que la estación se encuentra perpendicular a la posición de la antena de cuadro pero puede estar en dos direcciones opuestas entre sí  $180^\circ$  y a esta incapacidad de la antena de cuadro para determinar cual es la dirección correcta se la denomina ambigüedad de  $180^\circ$ . Esta ambigüedad se elimina con la antena no direccional (o vertical) que ya lleva instalada el ADF, y entonces cuando las señales de esta antena y las de cuadro se superponen, resulta sólo una posición nula.

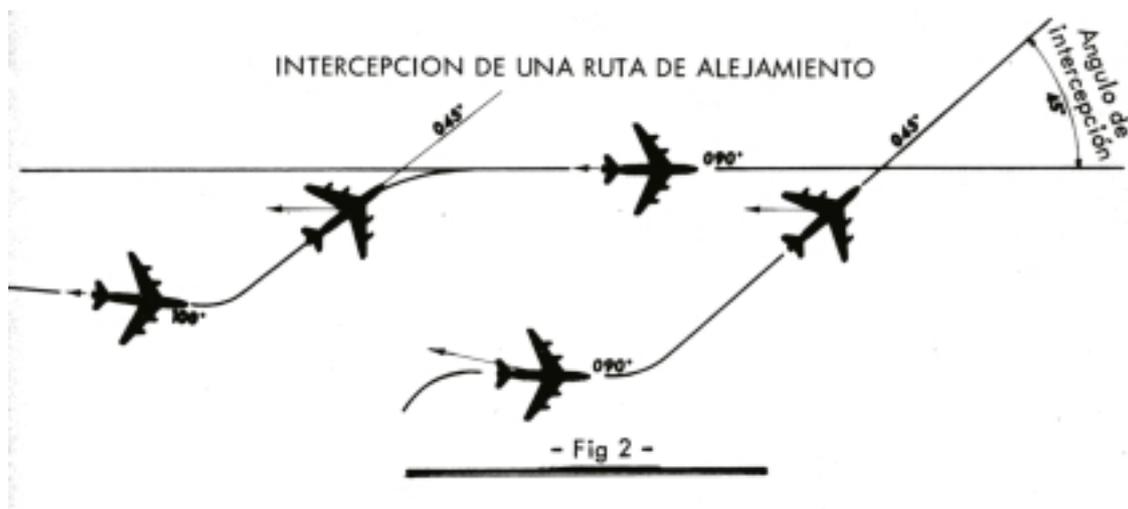
### VUELO HACIA UNA ESTACIÓN Y DESDE UNA ESTACIÓN:

Para volar hacia una estación utilizando el ADF no hay más que mantener el morro del avión señalando o apuntando hacia la estación mientras se sigue un rumbo de acercamiento. Se observa la posición de la aguja del radiocompás y se vira el avión a la dirección más próxima para colocar la punta de la misma debajo del índice de la parte superior del indicador de radio magnético y se mantiene esta indicación mientras se vuela a la estación. Ya que en condiciones de viento de costado, esta maniobra producirá una trayectoria curva, no se recomienda emplear este procedimiento de navegación más que en trayectos relativamente cortos (Véase fig.1).





El procedimiento para efectuar un alejamiento de una estación es muy similar al de acercamiento, sólo que en el alejamiento utilizaremos la parte posterior de la aguja en relación con la ruta de alejamiento a seguir. Si estamos desviados de la ruta a seguir se efectúa la corrección correspondiente y si la aguja se mueve hacia el índice de la parte superior, la corrección es demasiado grande y si se aleja de dicho índice, es pequeña (Véase fig. 2).



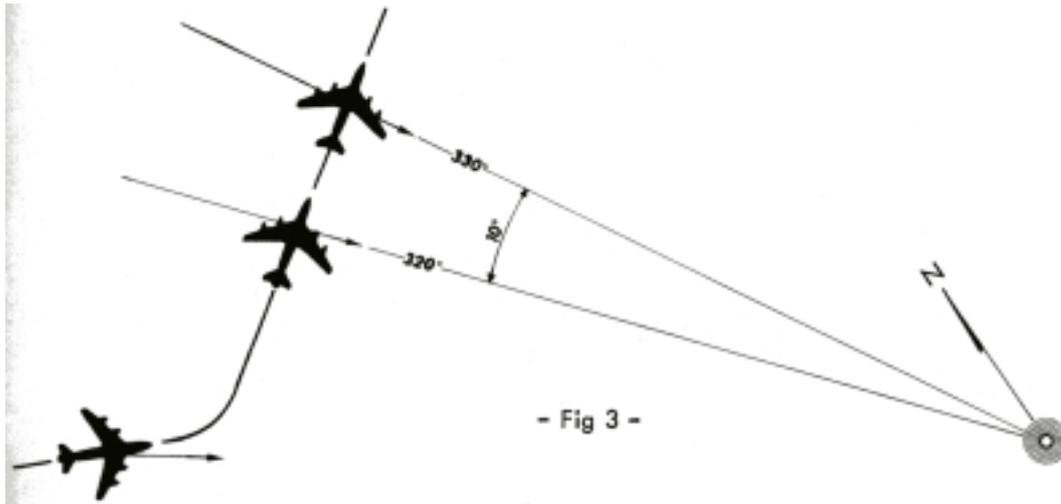
### POSICIONES:

Para determinar nuestra posición con el ADF utilizando dos estaciones cuya situación conocemos de antemano, es una operación relativamente sencilla. Sintonizamos las dos estaciones y determinamos la línea de situación con respecto a cada estación o radiofaro, entonces estas dos líneas de situación leídas en el instrumento se trazan en la carta y el punto donde se cortan nos dará nuestra posición.

El sistema para determinar nuestra posición utilizando una sola estación o radiofaro es diferente. Primero se escogen de antemano las dos marcaciones a utilizar y las trazamos en la carta. Orientamos la aguja del radiocompás hacia la estación o radiofaro sintonizado y vamos a suponer que dicha estación nos queda a la derecha de la ruta que estamos siguiendo, o sea, nos quedará entre el  $0^{\circ}$  y  $090^{\circ}$  del disco interior del instrumento y el otro extremo de la aguja nos señalará la línea de situación. Para determinar con mayor exactitud nuestra velocidad con respecto al suelo escogeremos una línea de situación correspondiente a una marcación propia (o P) de  $090^{\circ}$  y supongamos que esta línea de situación es de  $320^{\circ}$ , entonces en el



momento en que el radiocompás nos señale los  $320^\circ$  ponemos en marcha el cronómetro y trazamos en la carta las líneas de situación de  $320^\circ$  y  $330^\circ$ . Cuando el instrumento nos marque los  $330^\circ$ , paramos el cronómetro y vemos el tiempo transcurrido entre las dos marcaciones. Con estos datos se puede obtener gráficamente la posición de nuestro avión (Véase fig. 3).



### TIEMPO Y DISTANCIA:

Se sintoniza el radiocompás para operar con ADF y se observa la posición de la aguja. La cantidad de grados que la aguja esté desviada de la posición de punta de plano nos indica la dirección del viraje y la magnitud del mismo para colocarla de nuevo en la posición de punta de plano. Se vira el avión el número de grados que indique la aguja hasta el rumbo predeterminado, y si la aguja no está dentro de  $5^\circ$  de la posición de punta de plano después de efectuar el viraje, se hace un nuevo viraje de corrección para situarlo en esta posición y se observa el tiempo exacto a la terminación del viraje. Se mantiene un rumbo hasta que la aguja nos de un cambio de marcación de  $5^\circ$  a  $20^\circ$ .

Para hacer más fácil el cálculo se puede utilizar  $10^\circ$  de cambio de marcación y cuando la aguja nos indique el cambio de marcación deseado se observa de nuevo el tiempo. Se vira para situar la aguja debajo del índice superior del RMI (Indicador Radio Magnético) y se mantiene ese rumbo hacia la estación. Para determinar el tiempo hacia la estación se utiliza la fórmula siguiente :



Tiempo en segundos entre marcaciones  
----- = minutos de la estación  
grados de cambio de la marcación

Si por ejemplo se trata de volar 3 minutos para un cambio de marcación de 15°, el avión estará a :

180 segundos  
----- = 12 minutos de la estación  
15 grados

Conociendo el tiempo que nos separa de la estación, en este caso 12 minutos, podemos calcular fácilmente la distancia que nos separa de la misma sabiendo nuestra velocidad sobre el terreno. La operación se reduce a una simple regla de tres.

Supongamos que nuestra velocidad sobre el terreno es de 240 nudos  
El avión estará a :

240 x 12  
----- = 48 millas nauticas a la estación.  
60

Hemos de tener en cuenta que la velocidad, en este caso de 240 nudos, equivale a 240 millas náuticas por hora.

### **INTERCEPCIÓN DE UN RADIAL ADF:**

El procedimiento normal para interceptar un radial o ruta predeterminada lleva consigo la maniobra mínima del avión. En primer lugar se determina en el RMI la ruta que se desea interceptar y entonces se observará que sólo es necesario un viraje para establecer el ángulo de interceptación. Este ángulo será mayor cuanto más rápidamente queramos efectuar la interceptación, pero nunca debe ser superior de 90°. Se mantiene el rumbo de interceptación elegido hasta que la aguja se aproxime a la ruta deseada en el RMI, y entonces comenzamos el viraje para interceptar la ruta. Los factores que aconsejan este adelanto son el ángulo de intersección, la distancia a la estación, la velocidad del avión y también el viento existente. (Véase fig. 2).



## **ERRORES:**

En condiciones normales de propagación y sin interferencias, el margen de error suele ser de  $\pm 2.5^\circ$ , aunque con malas condiciones atmosféricas o con grandes interferencias la precisión puede ser menor.



# ILS

SISTEMA DE ATERRIZAJE  
INSTRUMENTAL



## **GENERALIDADES:**

Su designación de "sistema de aterrizaje instrumental" no es el más apropiado, ya que normalmente no permite efectuar aterrizajes con la sola ayuda de instrumentos, sino que constituye un medio para efectuar aproximaciones seguras bajo condiciones de baja visibilidad y techo.

Es el sistema más generalizado efectuándose por medio de un rayo emitido por radio, conocido como ILS. Este sistema provee al piloto de una guía altamente precisa en toda su trayectoria hacia la pista de aterrizaje, teniendo en cuenta al mismo tiempo que es indispensable la referencia visual en la fase final de la aproximación y aterrizaje, no prescindiendo por tanto de las ayudas visuales en condiciones de mala visibilidad.

Está ordenado que este sistema ILS, se mantenga en operación en todos los aeropuertos utilizados regularmente por los servicios aéreos internacionales, excepto en aquellos en que las condiciones climatológicas y del tránsito aéreo sean tales que la falta del ILS no altere la operación segura, regular, eficaz y económica de los citados servicios aéreos, exceptuándose también los aeropuertos o aeródromos utilizados limitadamente o que tengan una importancia de carácter tan local que no justifique económicamente la instalación del citado sistema.

## **UNIDADES QUE COMPONEN ESTE SISTEMA:**

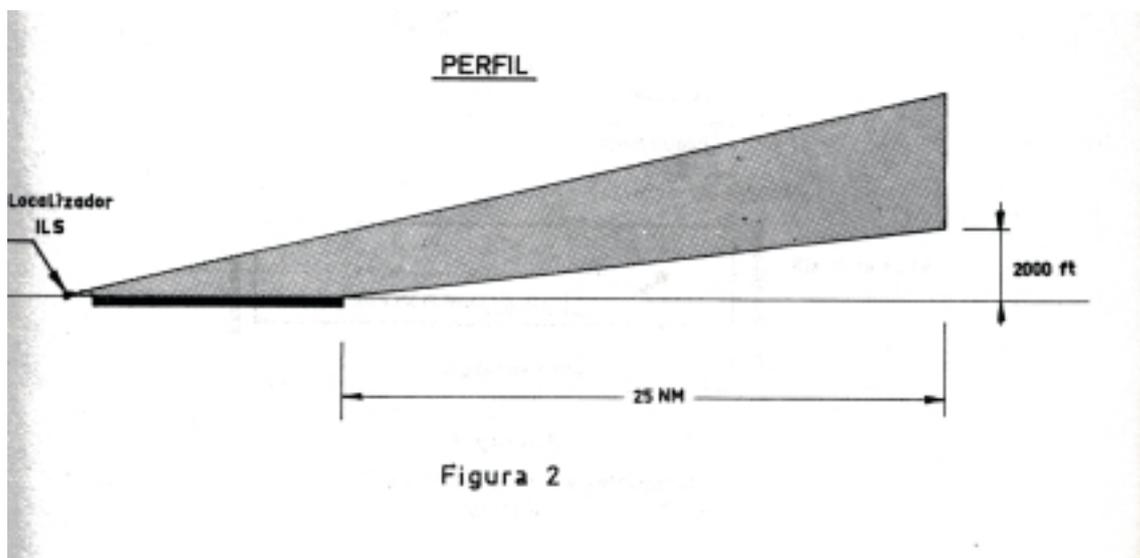
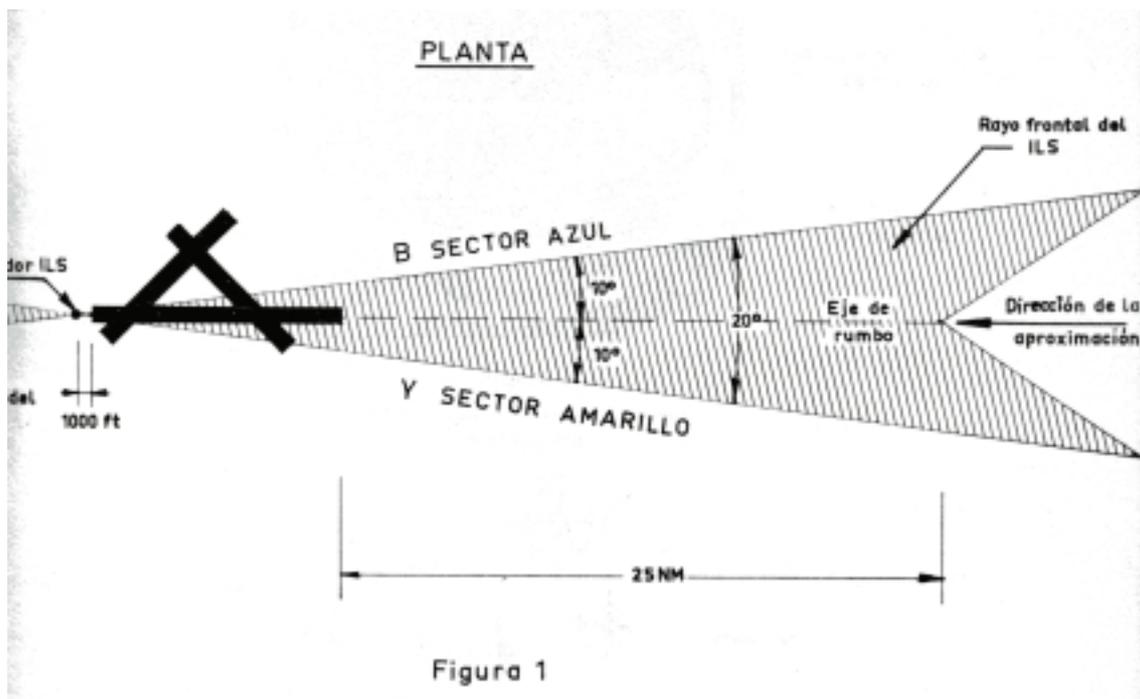
Localizador, que es una estación de radio-direccional visual VHF, corriente, estando por lo general situada a unos 1.000 pies del borde de parada a la pista que sirve y orientada para que el sector azul quede a la derecha desde la estación cuando se efectuó la aproximación para el aterrizaje. En la mayoría de las instalaciones se ha suprimido el rayo direccional posterior (rayo trasero) para mejor eficiencia del rayo frontal.

Su alcance es desde el extremo de aproximación de la pista hasta un punto a 2.000 pies de altura y 25 millas náuticas como mínimo del referido extremo, comprendiendo un sector de 20° de anchura, centrado sobre el eje del rumbo (véase fig. 1 y 2).



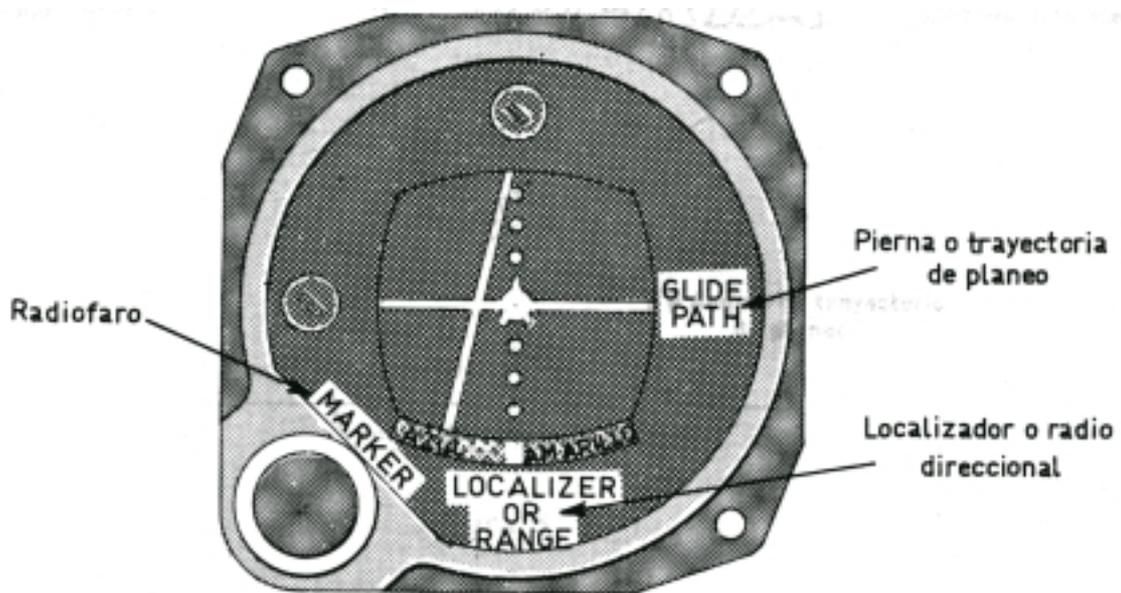
La señal de identificación la da el ILS en frecuencia del localizador, empleando el sistema Morse por medio de tres letras, Cuando se radia telefonía se suprime la señal de identificación.

La frecuencia está comprendida entre 108 y 112 MCs, siendo la frecuencia más baja la de 108.1 MCs.





La indicación del rayo está a la vista del piloto en la cabina y sobre un indicador que consiste en dos punteros que se cruzan en el centro de la esfera. Uno de los punteros consiste en una aguja vertical pivoteada en su parte superior que se desplaza hacia la derecha o a la izquierda en forma de péndulo. En la parte inferior de la esfera el lado izquierdo de la escala está marcado en azul, y el lado derecho en amarillo. El instrumento trabaja exactamente en la misma forma que el indicador de desviación de rumbo del VOR, siendo el mismo instrumento generalmente usado para navegación con radiofaros omnidireccionales VHF y para el ILS (véase fig. 3).



**Figura 3**  
Indicador para la aproximación instrumental

Las indicaciones del ILS transmitidas a la aguja vertical proporciona al piloto la información direccional izquierda-derecha tal como en la navegación por VOR. Si la aguja se desplaza hacia la derecha el piloto debe de guiar ligeramente hacia la derecha para corregir su orientación y llevar la aguja hacia el centro (véase fig. 4).

La esfera del indicador (localizador) ILS tiene un dispositivo de prevención consistente en una pequeña bandera roja marcada con la palabra OFF (fuera). Si el transmisor del localizador situado en tierra fallase, la bandera roja aparecería en la esfera.



La bandera también aparecerá si la señal fuese demasiado débil para ser usada con seguridad o si el receptor no está funcionando satisfactoriamente (véase fig. 4).

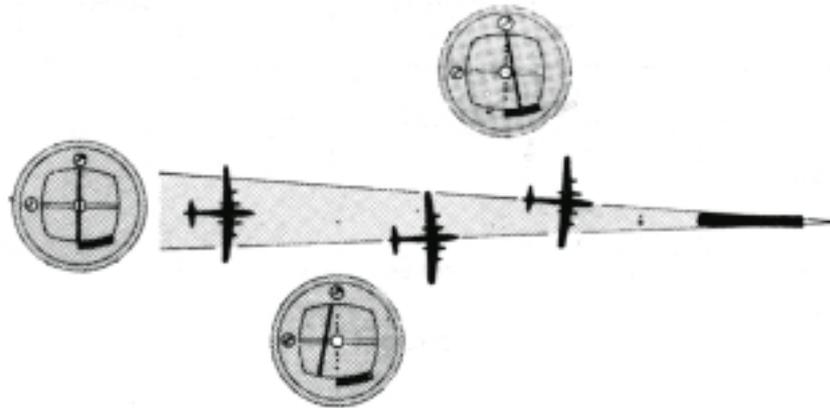


Figura 4

#### PUNTO DE REFERENCIA ILS:

La situación del punto de referencia ILS desde el cual se determina el emplazamiento para el equipo de trayectoria de planeo "GLIDE SLOPE - (G.P.)", varía de acuerdo con las características de la pista y de la aproximación.

Este punto de referencia ILS debiera estar en el eje de la pista. Su distancia, desde el umbral de la pista en el extremo de aproximación, no debiera ser nunca inferior a 150 m. (500 pies) y sólo debiera elegirse una distancia mayor, hasta el límite máximo de 300 m. (1.000 pies), después de estudiar las condiciones locales (véase fig. 5).

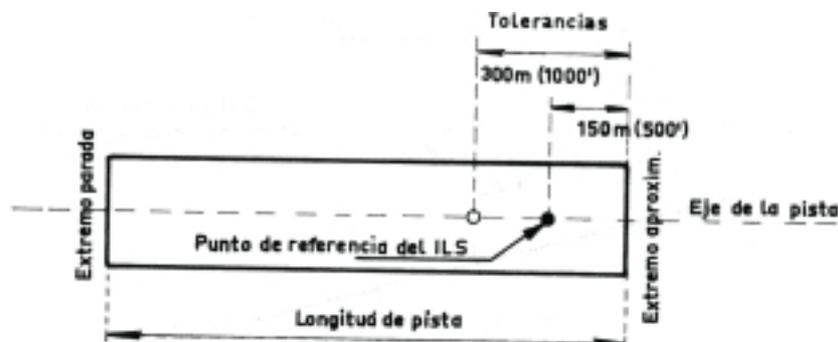


Figura 5

Situación del punto de referencia del ILS



Para la situación de este punto habrá que tener también en cuenta la velocidad de descenso, posición de los obstáculos, condiciones meteorológicas, así como longitud de pista disponible.

### **TRAYECTORIA DE FLANEO "GLIDE SLOPE" (G.P.):**

Trayectoria de planeo:

Es aquel de los lugares geométricos de los puntos situados en el plano vertical que contiene el eje de la pista en que la DDM es cero, que forma el ángulo más pequeño sobre el plano horizontal.

Sector de trayectoria de planeo:

Sector en el plano vertical que contiene la trayectoria de planeo, limitado por los lugares geométricos de los puntos en que la DDM es de 0,175.

Nota. El sector de trayectoria de planeo está dividido por la trayectoria de planeo en dos partes denominadas sector superior y sector inferior que son, respectivamente, los sectores que quedan por encima y por debajo de la trayectoria de planeo.

Ángulo de trayectoria de planeo:

El ángulo de la trayectoria de planeo sobre el plano horizontal.

Eje de rumbo:

Lugar geométrico de los puntos de cualquier plano horizontal dado en que la DDM es cero.

Sector de rumbo:

Sector en cualquier plano horizontal que contiene el eje de rumbo, limitado por los lugares geométricos de los puntos en que la DDM es de 0,155.



DDM. Diferencia de profundidad de modulación:

Porcentaje de profundidad de modulación de la señal mayor, menos el porcentaje de profundidad de modulación de la señal menor dividido por 100.

$\theta$  = Ángulo de la trayectoria de planeo

El equipo de trayectoria de planeo, radiará dos diagramas de campos de radio frecuencia, Uno de estos diagramas será debido a una radiofrecuencia portadora modulada por un tono de 150 c/s y el otro será debido a la misma frecuencia portadora modulada por un tono de 90 c/s. Los dos diagramas estarán dispuestos de modo que se intercepten para suministrar una trayectoria de descenso recta en el plano vertical que contenga el eje de la pista.

Nota. El equipo de la trayectoria de planeo, UHF, debe ajustarse para suministrar una trayectoria de planeo de 2 a 4 grados respecto a la horizontal.

La parte recta de la trayectoria de planeo prolongada hacia abajo pasará por un punto a 6 m. (20 pies) sobre el punto de referencia ILS (Véase fig. 6).

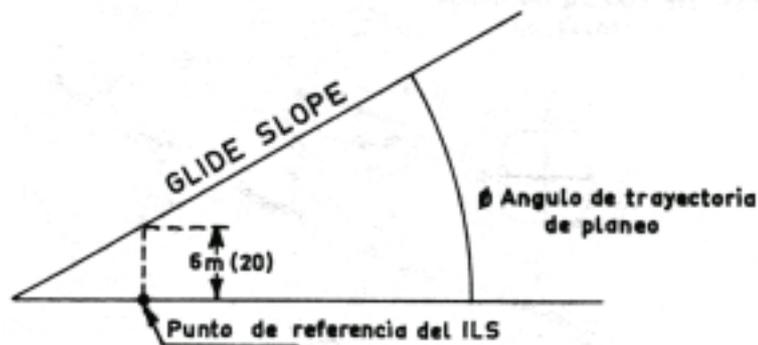


Figura 6

El equipo de trayectoria de planeo trabaja en la banda de 328.6 MC/s a 335.4 MC/s.

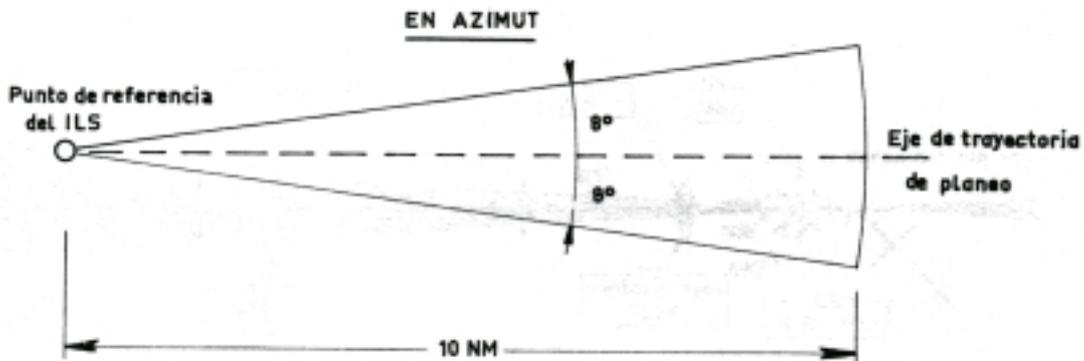


Figura 6,

Zona servida por el equipo de trayectoria de planeo:

El equipo de trayectoria de planeo producirá las señales suficientes para permitir el funcionamiento satisfactorio de una instalación normal de aeronave, en sectores de  $8^\circ$  a cada lado del eje de la trayectoria de planeo, hasta una distancia de por lo menos de 10 millas marinas y entre un ángulo sobre la horizontal igual a 0,3 veces el ángulo de trayectoria de planeo ( $\emptyset$ ), y un ángulo por encima de la trayectoria de planeo igual a 0,8 del ángulo de la misma (Véase figs. 6 y 7).

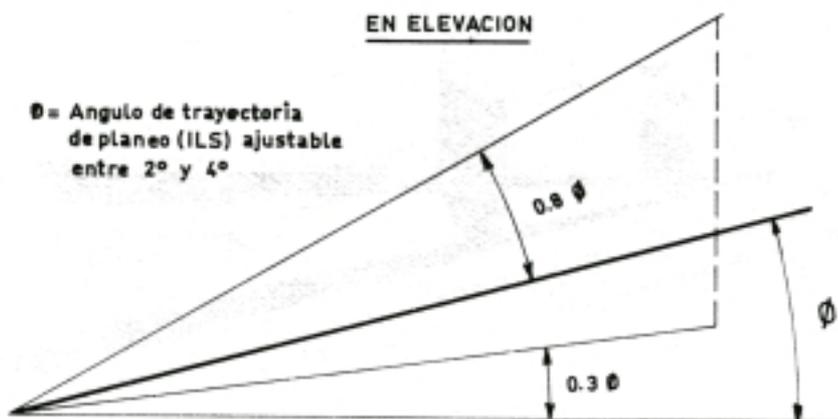


Figura 7

Los requisitos del párrafo anterior se basan en la suposición de que la aeronave se dirige directamente hacia la instalación.



La selección del emplazamiento óptimo del ángulo de la trayectoria de planeo ( $\emptyset$ ) se rige por varios criterios sobre las operaciones siguientes :

- Velocidades de descenso aceptables para los tipos de operaciones que se proyectan en el aeródromo de que se trate.
- Posición de los obstáculos en el área de aproximación final, sector de aeródromo y área de aproximación frustrada, así como límite de separación de obstáculos resultantes.
- Condiciones meteorológicas locales, incluso frecuencia de nubes bajas y mala visibilidad.
- Longitud de pista disponible.
- Límite de operación previstas.

Cuando la aplicación de los criterios anteriormente expuesto lo permitan, el ángulo preferido de trayectoria de planeo sería de entre 2,5 y 3 grados.

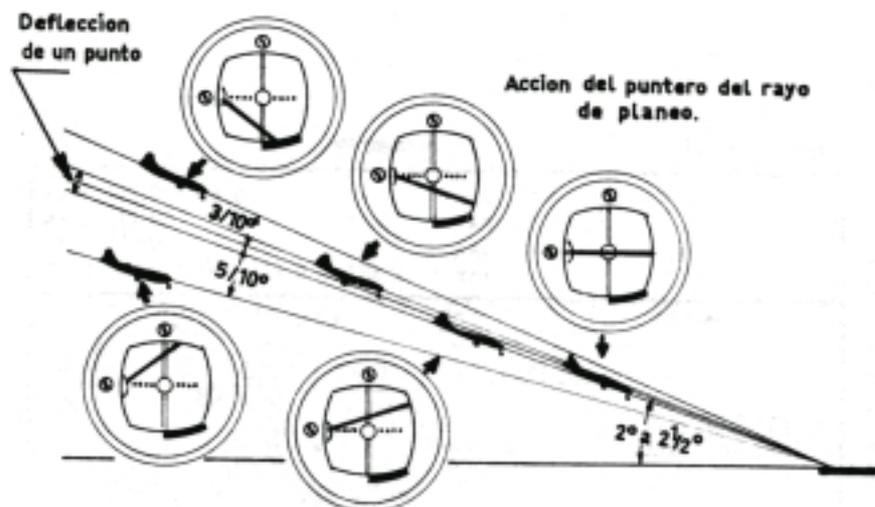


Figura 8

Podemos apreciar en la fig. 8 a un avión en diversas posiciones respecto a la trayectoria de planeo "GLIDE SLOPE" así como su posición referidas al indicador de posición. La aguja horizontal del indicador está a la izquierda, moviéndose su extremo derecho hacia arriba o hacia abajo para indicar la posición del avión con relación a



la trayectoria de planeo. Si la aguja se desplaza más arriba de la línea central (cuando la DDM  $\gg$  0) el avión está demasiado bajo, debiendo corregirse disminuyendo el ángulo de planeo como corrección. Inversamente, si la aguja se desplaza más abajo de la línea central, el piloto debe descender para recuperar su correcta trayectoria de planeo.

El piloto debe continuar su aproximación corrigiendo su orientación y altitud según sea necesario para mantener ambas agujas (la del ILS y la del GLIDE SLOPE) centradas, hasta que se alcance la zona despejada y pueda completar visualmente su aterrizaje.

Al igual que la aguja del "localizador ILS", la aguja del Glide Slope es muy sensible, por lo que a pequeñas desviaciones del avión habría grandes deflexiones de aguja, ya que acusa cuando el avión se desvía  $0,3^\circ$  hacia arriba ó  $0,5^\circ$  hacia abajo de la trayectoria de planeo. La aguja vertical del localizador se desvía hasta su posición extrema cuando el avión se aleja  $3,5^\circ$  de cualquier lado del rayo direccional del localizador, lo que requiere alinear el avión con mucha precaución, no haciendo movimientos bruscos cuando se trate de seguir la trayectoria de planeo.

### **RADIOBALIZAS ILS:**

Aún cuando es perfectamente posible efectuar una aproximación con baja visibilidad basándose solamente en el indicador del ILS, se ha provisto además de varias facilidades adicionales para que el piloto disponga de otros medios para comprobar su posición durante la aproximación.

En cada sistema ILS se instalan dos o tres radiobalizas abanico de bajo poder, las que se llaman radiobalizas ILS. La radiobaliza exterior, que se instala aproximadamente a una distancia de 4,5 millas náuticas de la cabecera de pista en la trayectoria de aproximación instrumental y que se modula a 400 ciclos por segundo, manipulada para producir dos destellos por segundo en la luz de la cabina cuando la aeronave pasa sobre la baliza.

La radiobaliza intermedia que se instala a 3.500 pies desde el extremo de aproximación de la pista (cabecera) situada entre la pista y la radiobaliza exterior, se modula a 1.300 ciclos por segundo y emite puntos y rayas alternados.

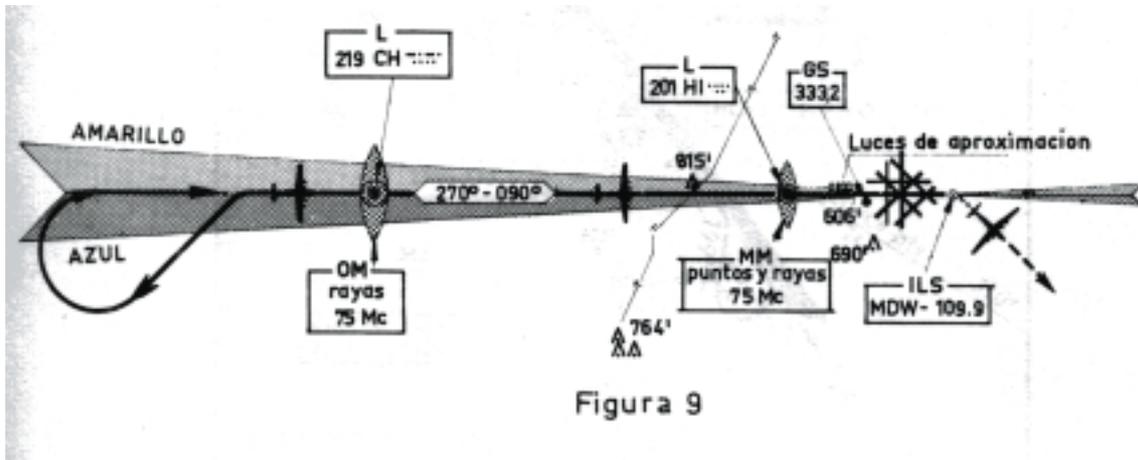


Figura 9

Algunas de las instalaciones ILS tienen una radiobaliza limitadora situada a 300 pies del extremo de aproximación de la pista, que está modulada a 3.000 ciclos por segundo y emite seis puntos por segundo.

Las radiobalizas citadas indican al piloto durante su aproximación a qué distancia se encuentra del aeropuerto y constituyen un medio de comprobación adicional en la operación con el equipo ILS. El piloto sabe que se inicia su aproximación desde una posición conocida y que si todo es normal, debiera encontrarse en determinado número de segundos sobre la radiobaliza exterior después de iniciada la aproximación. También sabe que si ha mantenido la debida inclinación durante el planeo, debiera estar a determinada altitud anticipada y por lo tanto puede estar seguro que todo está correcto.

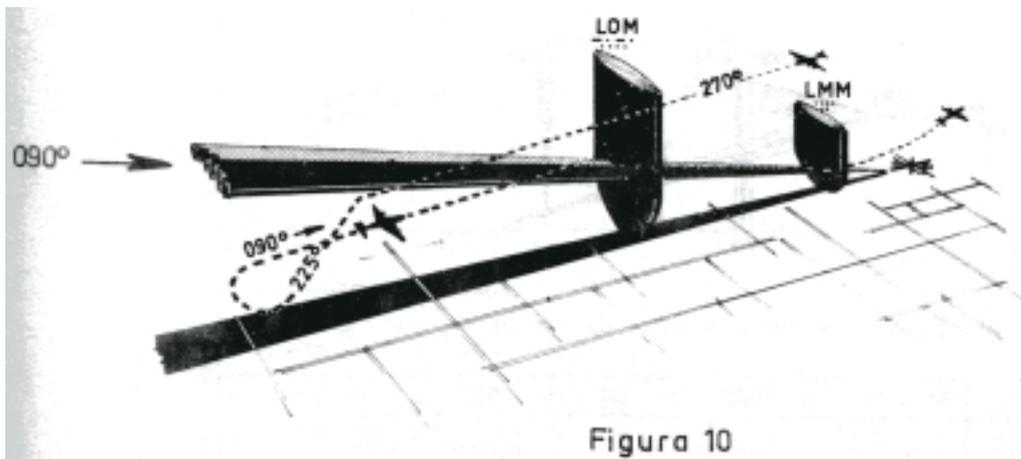


Figura 10

La radiobaliza intermedia proporciona una segunda comprobación de la posición.



Estas radiobalizas funcionan en la frecuencia de 75 MC/s y emiten un rayo en forma de abanico.

### **Luces de aproximación:**

En conjunto con el sistema ILS se usan circuitos de luces de aproximación de gran intensidad luminosa que constituyen una valiosa ayuda durante la transición de la aproximación estrictamente instrumental a la ejecución del aterrizaje visual bajo condiciones de poca visibilidad.

Este circuito de luces se extiende varios cientos de pies a partir de la cabecera (umbral) de pista y hacia la radiobaliza intermedia.