

ESCUELA POLITECNICA DEL EJÉRCITO
SEDE LATACUNGA

CARRERA DE INGENIERIA ELECTRONICA
E INSTRUMENTACION

ESTUDIO, DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA
COM (VHF) / NAV (ADF) PARA EL SIMULADOR DE
CONTROLES DE VUELO K - FIR C2 DEL ITSA

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN ELECTRONICA E INSTRUMENTACION

TNTE. TEC AVC. HARO BALSECA NELSON RENATO
TNTE. TEC. AVC. BENAVIDES MONTENEGRO GERARDO VLADIMIR

Latacunga, Abril de 2005

CERTIFICACION

Se certifica que el presente trabajo fue desarrollado por los señores: Tnte. Téc. Avc. Haro Balseca Nelson Renato y Tnte. Téc. Avc. Benavides Montenegro Gerardo Vladimir, bajo nuestra supervisión.

Ing. Armando Alvarez

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Marcelo Silva

CO DIRECTOR DE TESIS

AGRADECIMIENTO:

Mi gratitud más sincera a Dios, quien ha guiado mi camino por el sendero de la verdad hasta alcanzar los objetivos propuestos.

A mi Esposa Cathy, musa que ha inspirado en mí la más grande obra de amor, mi hijo.

A mis Padres y Hermanos, por su ejemplo y apoyo incondicional.

A mi Hijo Renato Mateo, por ser fuente de ternura y razón de mis ser.

A mis amigos, por brindarme los sentimientos sinceros de compañerismo y amistad .

A la Fuerza Aérea Ecuatoriana, que apoyó mi carrera en forma incondicional y a quien me debo como profesional y militar.

A mis maestros y a la Escuela Politécnica del Ejército Latacunga que me han brindado sus enseñanzas tanto técnicas como humanísticas.

Tnte. Nelson Haro B.

Mi sincera gratitud:

A mi Esposa Maye, la identidad de mi más bella utopía.

A mi Hijo Gerardo Sebastián, por perpetuar el espíritu de mi querido Padre.

A mi Madre y Hermanos, por su aliento incondicional.

A mis amigos, por lo irrepetible del momento compartido.

A la Fuerza Aérea Ecuatoriana, mi noble institución, por realizar mis sueños.

A la Escuela Politécnica del Ejército, por su ardua tarea de universalizar el pensamiento, y,

A Dios, artífice de mi lucha.... en contracorriente.

Tnte. Gerardo Benavides M.

DEDICATORIA:

Dedico este proyecto a mi Esposa, Hijo, Padres y Hermanos que han confiado siempre mi, por enseñarme que lo más importante en la vida es saber luchar con honestidad porque así el sabor de la victoria endulza el alma.

Tnte. Nelson Haro B.

Dedico este proyecto al Sr. Carlos Hugo Gustavo Tapia Estrella, profesor de amor y de vida, por enseñarme día a día el verdadero significado de la palabra humanismo. Para él, mi agradecimiento eterno.

Tnte. Gerardo Benavides M.

PRESENTACIÓN

El presente proyecto constituye una ayuda didáctica en la comprensión oportuna de los Sistemas de Comunicación y Navegación Aérea con los que cuenta la Fuerza Aérea Ecuatoriana y el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico en particular. Contiene las acciones básicas de instalación, funcionamiento, operación y mantenimiento de estos equipos aeronáuticos, especificados en el Buscador de Dirección Automática (ADF) y en el Sistema de Comunicación Aérea (VHF), diseñados para permitir una familiarización adecuada que incentive la puesta en práctica de un sinnúmero de operaciones que complementen el conocimiento y estudio de los sistemas aviónicos.

Se incluyen además manuales de operación, mantenimiento y glosario de términos aeronáuticos, que guiarán oportunamente al usuario en la consecución de sus objetivos.

CONTENIDO

CAPITULO I

1.1.	INTRODUCCION.....	
	. - 1 -	
1.2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	
	- 2 -	
1.3.	JUSTIFICACION.....	
 - 3 -	
1.4.	ALCANCE.....	
 - 4 -	
1.5.	OBJETIVOS.....	
 - 5 -	
1.6.	GENERALIDADES.....	
	... - 6 -	

CAPITULO II: SISTEMAS COM/NAV

2.1.	INTRODUCCION.....	
	.- 25 -	
2.2.	SISTEMAS DE COMUNICACION MILITAR.....	
	- 26 -	
2.3.	COMPONENTES PRINCIPALES DE UN SISTEMA DE COMUNICACION AEREA.....	
	- 27 -	
2.4.	SISTEMAS DE NAVEGACION AEREA.....	
	- 30 -	

CAPITULO III: CONSIDERACIONES DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES PARA EL SIMULADOR DE CONTROLES DE VUELO KFIR C2

- 3.1. ESTUDIO DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES.....
- 37 -
- 3.2. ANALISIS DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES.....
- 39 -
- 3.3. IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES.....
- 40 -

CAPITULO IV: CONSIDERACIONES DEL SISTEMA DE NAVEGACION PARA EL SIMULADOR DE CONTROLES DE VUELO KFIR C2

- 4.1. ESTUDIO DEL SISTEMA DE NAVEGACION..... - 47 -
- 4.2. ANALISIS DEL SISTEMA DE NAVEGACION.....
- 59 -
- 4.3. IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE NAVEGACION.....
- 68 -

CAPITULO V: PRUEBAS EXPERIMENTALES Y ANALISIS DE RESULTADOS

- 5.1. PRUEBAS DEL SISTEMA DE COMUNICACION.....- 71 -
- 5.2. ANALISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS EN EL SISTEMA DE COMUNICACION.....
- 75 -
- 2.3. PRUEBAS DEL SISTEMA DE NAVEGACION.....
- 77 -

2.4. ANALISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS EN EL SISTEMA DE NAVEGACION.....

- 78 -

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES.....

- 80 -

6.2. RECOMENDACIONES.....

- 82 -

ANEXOS

CAPITULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad hay sistemas que facilitan la comunicación y la navegación aérea, algunos son relativamente sencillos, mientras que otros requieren extensos programas de instrucción, los primeros permiten la comunicación del piloto en vuelo con estaciones en tierra, mientras que los sistemas de navegación están diseñados para fijar la posición, medir la dirección y la distancia, o simplemente se utiliza una combinación de varios instrumentos que proporcionan la información requerida.

El sistema de radio-ayudas situado a lo largo de las aerovías en la mayor parte de los países, ha hecho posible el funcionamiento eficaz de los sistemas de navegación y comunicación aérea, tal como lo se especificará en los próximos capítulos.

Tomando como premisa que la mayoría de las aeronaves de la Fuerza Aérea Ecuatoriana dispone de estos sistemas, se ha visto la importancia de implementar un sistema de comunicación y navegación en el Simulador de Controles de Vuelo del ITSA, que finalmente contribuirá como material de instrucción para el personal técnico.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico como centro de formación de técnicos en Aviónica, no dispone de un laboratorio para la enseñanza de los sistemas electrónicos de las aeronaves, su didáctica radica en el conocimiento y la familiarización de instrumentos defectuosos y que en pocos casos proporcionan una lectura real en sistemas de comunicación y navegación.

Sin embargo, al poseer un Simulador de Mandos de Vuelo del avión KFIR-C2 se creyó conveniente la necesidad de instalar estos equipos básicos iniciando con los sistemas de comunicación VHF (Muy Altas Frecuencias / Very High Frecuencias) y de navegación aérea ADF (Buscador Automático de Dirección / Automatic Direction Finder).

1.3. JUSTIFICACIÓN

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA) posee un Simulador de Mandos de Vuelo del Avión KFIR-C2, lugar donde se puede simular fallas y ejecutar mandos de los diferentes dispositivos de controles de vuelo del avión, remitiéndose dicha simulación solamente a la parte mecánica e hidráulica. Sin embargo, dicho simulador no posee ningún sistema electrónico como fuera deseado, por lo que la presencia de un sistema de COM/NAV (Comunicación/Navegación) permitirá que el alumno practicante pueda entrenar con dichos sistemas vigentes en una aeronave real.

Por lo tanto el ITSA ha creído conveniente que estos sistemas sean instalados en dicho simulador para ir completando el entrenamiento de los futuros técnicos de la Fuerza Aérea, contando para ello con un moderno equipo de comunicación recientemente adquirido por este instituto y aprovechando la disponibilidad de los equipos de navegación; repuestos en algunos casos, defectuosos en otros; en casi todas las aeronaves de la Fuerza Aérea.

1.4. ALCANCE

Este proyecto está encaminado al aprendizaje e instrucción de los alumnos del ITSA como centro de formación de carreras aeronáuticas de la Fuerza Aérea Ecuatoriana, los mismos que a través de la práctica adquirirán un conocimiento más profundo acerca del Buscador Automático de Dirección (ADF) y del Sistema de Comunicación (VHF).

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. OBJETIVO GENERAL

- Estudiar, diseñar, implementar un sistema de COM/NAV en el Simulador de Mandos de Vuelo del avión KFIR-C2 del ITSA.

1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudiar las características y ubicación de los equipos de COM(VHF)/NAV(ADF) en el área de trabajo (Simulador de mandos de Vuelo KFIR-C2).
- Diseñar los arneses para los sistemas de COM/NAV.
- Implementar e instalar el sistema de COM/NAV en el simulador de controles de Vuelo KFIR-C2 en el ITSA.
- Adquirir lectura e indicación de los instrumentos del sistema de comunicación.
- Adquirir lectura e indicación de los instrumentos del sistema de navegación por medio del diseño de un rotor de antena.
- Realizar pruebas operativas para los dos sistemas.
- Elaborar el manual de operación de estos equipos.

1.6. GENERALIDADES

1.6.1. LA AVIÓNICA

El acrónimo **AVIÓNICA** se usa para designar el campo de la Electrónica aplicada a la aviación. El cambio más radical que la aviación ha experimentado desde la aparición del motor a reacción, ha sido sin duda la aplicación de la electrónica e informática a las cabinas de vuelo, persiguiendo dos motivos principales:

- Reducir la carga de trabajo en cabina, mejorando con ello la seguridad.
- Aumentar la exactitud de las operaciones aéreas.

De este rediseño de la cabina derivan no pocas consecuencias y algún que otro trauma, como por ejemplo la paulatina reconversión de un miembro de la tripulación técnica, el mecánico o ingeniero de vuelo, hasta hace pocos años imprescindibles. La cantidad de electrónica que se ha introducido en las aeronaves en los últimos años relacionados con la navegación, la aproximación, el aterrizaje, la instrumentación general, es en la mayor parte de los equipos.



Figura 1.1 Instrumentos básicos de una cabina de avión

Cualquiera que haya tenido oportunidad de entrar en la cabina de un avión de última generación, tras una mirada rápida, se podrá dar cuenta que los únicos instrumentos redondos convencionales son el anemómetro, el altímetro y horizonte (básicamente). Tal como se ilustra en la figura 1.1

1.6.1.1. CLASIFICACIÓN DE LA AVIÓNICA

Como la electrónica embarcada en la aeronave es muy amplia y variada, se pueden subdividir en diferentes categorías según la función que desempeñe en el avión. En una primera clasificación se puede decir que existen los siguientes grandes grupos de sistemas de Aviónica:

- Instrumentación y monitorización de parámetros del avión.
- Comunicaciones.
- Navegación.
- Radar.
- Guerra electrónica (para aeronaves militares)

Realizar una clasificación total de la Aviónica es muy difícil debido a la **MULTIFUNCIÓN** actual de estos sistemas, estando algunos en diferentes categorías.

A continuación se ofrece una clasificación donde se puede apreciar mejor la ubicación del ADF (Buscador Automático de Dirección) dentro de los sistemas autónomos y ayudas a la navegación.

Tabla 1.1 Clasificación de los Sistemas Autónomos

<p>SISTEMAS AUTÓNOMOS</p> <p>No necesitan equipo de tierra para funcionar.</p>	<p>INSTRUMENTOS</p> <p>Permiten la navegación por instrumentos.</p>	<p>DE MOTOR : Tacómetro, Manómetro, Indicador de Temperatura, Medidor de Gasto de Combustible, Indicador de Potencia, Control de Motor, etc.</p>
		<p>DE CONTROL DE VUELO :</p> <p>Anemómetro, Altímetro, Variómetro, Indicador de Viraje e Inclinación, Horizonte Artificial, etc.</p>
		<p>DE CONTROL DE AVIÓN: Instrumentos que hacen referencia principalmente a Indicadores de Posición, Luces de Situación, Avisos, Indicador de Posición de Flaps, etc.</p>
		<p>DE NAVEGACIÓN: Brújula Magnética o Compás, Telebrújula, Girodireccional o Indicador de Rumbo.</p>
	<p>NAVEGACIÓN INERCIAL</p>	<p>Plataforma Inercial</p>
<p>RADIOGONIÓMETROS</p> <p>Necesitan emisora en tierra, no son puramente autónomos.</p>	<p>ADF (Automatic Directional Finder)</p>	
<p>LOCALIZACIÓN POR RADAR DE A BORDO</p>	<p>RADAR PRIMARIO (ASR)</p>	

Tabla 1.2 Clasificación de las Ayudas de Navegación

<p>AYUDAS A LA NAVEGACIÓN</p> <p>Permiten calcular la posición del avión usando sistemas instalados en tierra o en satélites</p>	<p>SISTEMAS RADIALES</p> <p>Proporcionan los rumbos utilizando la propagación de ondas electromagnéticas</p>	<p>PARA NAVEGACIÓN A CORTAS DISTANCIAS</p>	<p>ADF</p> <p>(Automatic Direction Finder)</p>
			<p>VOR (Very High Frequency Omnidirectional Range)</p>
			<p>TACAN (uso militar)</p>
	<p>SISTEMAS HIPERBÓLICOS</p> <p>De larga tradición marinera serán sustituidos en el futuro por sistemas radiales complementados por satélite</p>	<p>PARA DISTANCIAS LARGAS</p>	<p>LORAN</p>
			<p>OMEGA</p>
	<p>SISTEMAS TELEMÉTRICOS</p>		<p>DME (Equipo Medidor de Distancia a una Estación) es obligatorio a bordo</p>
	<p>SISTEMAS POR SATÉLITE</p>		<p>GPS (Global Positioning Systems) permite la navegación utilizando una constelación de satélites</p>

1.6.2. COMUNICACIÓN AÉREA

Al igual que la comunicación normal esta aplicación utiliza el espectro de comunicación, con la diferencia que se ocupa equipos a bordo de la aeronave que hacen la función de Transmisor y Receptor conocido como TRANCEIVER, una caja de control que sirve para seleccionar las frecuencias de las estaciones en tierra a las que debe trabajar el sistema de comunicación, la antena y los conocidos headphones (audífonos).

Cuando se habla de espectro electromagnético se dice que la transmisión se realiza en diferentes frecuencias o bandas de frecuencia; como por ejemplo en nuestro país la Dirección de Aviación Civil y la Fuerza Aérea Ecuatoriana utilizan bandas de HF, VHF, UHF las cuales se puede diferenciar en el Tabla 1.2

Tabla 1.2 Características de las bandas más utilizadas

Sigla	Subdivisión	Longitud de Onda	Banda	Gama de Frecuencias
HF	Ondas cortas	de 100m a 10m	7	3 Mhz a 30 Mhz
VHF	Ondas cortísimas	de 10m a 1m	8	30 Mhz a 300 Mhz
UHF	Ondas ultracortas	de 10m a 10cm	9	300 Mhz a 3 Ghz

1.6.3. NAVEGACIÓN AÉREA

Los métodos de navegación se basan en el uso de equipos y sistemas en los que las ondas de radio y las técnicas electrónicas se utilizan para poner en una carta la posición y la ruta de un navío. La ayuda electrónica y la precisión en la mayoría de los casos han incrementado la seguridad de la navegación suministrando información importante rápidamente en períodos de baja visibilidad. El navegante moderno hace hoy gran uso de estos dispositivos.

La radio proporciona al navegante información auxiliar, que incluye las señales horarias de radio, los informes meteorológicos, los anuncios de tormentas y los

anuncios de navegación general con respecto a los riesgos de colisión que suponen aviones en tráfico. La radio como ayuda a la navegación fue utilizada por primera vez a comienzos del siglo XX en barcos. Los aviones fueron equipados en la década de los treinta con instrumentos de comunicaciones para recibir la dirección de navegación desde la tierra y tomar la dirección a partir de los transmisores de superficie.

La ayuda en la navegación moderna consiste en indicar la dirección de radio utilizada en una de las siguientes formas: un avión toma la dirección a partir de transmisores instalados en el suelo y fija su posición relativa a dos o más transmisores, o toma la dirección mediante estaciones terrestres en una transmisión que desde un avión se correlaciona a un centro, lo que establece la posición del aparato.

1.6.3.1. SISTEMAS DE NAVEGACIÓN AÉREA

No solamente el equipo de navegación a utilizarse es necesario para una correcta lectura, también es indispensable la presencia e interacción de equipos adicionales como una antena específica, una caja de control, un indicador y su respectivo cableado a fin de obtener o determinar la posición real de un avión con respecto a una referencia especificada.

1.6.3.2. CLASIFICACIÓN DE LA NAVEGACIÓN AÉREA

La navegación aérea esta clasificada en cuatro puntos muy importantes los cuales se detalla a continuación:

- Navegación Observada
- Navegación Estimada
- Navegación Radioeléctrica o por Radio
- Navegación Astronómica

NAVEGACIÓN OBSERVADA

Es aquella que se realiza por observación directa de los accidentes geográficos sean naturales o artificiales. Además utiliza Cartas Topográficas en las cuales se pueden observar los accidentes del terreno en forma de gráfico con sus respectivas alturas y con una determinada escala, es decir que esta forma de navegación rústica no utiliza sino instrumentos básicos de navegación.

En las primeras etapas de la aviación el piloto se dirigía a su destino guiándose por los ríos, los ferrocarriles u observando las ciudades más grandes y lugares destacados en el terreno. Estas técnicas sólo fueron de gran ayuda en esa época ya que los vuelos eran de corto alcance y generalmente se realizaba prácticas de vuelo durante el día con buenas condiciones meteorológicas.

NAVEGACIÓN ESTIMADA

Esta forma de navegación determina la posición de la aeronave conociendo tres factores: trayectoria descrita, velocidad desarrollada y tiempo transcurrido desde la última posición conocida.

Tiene la ventaja de ser aplicada sin importar las condiciones climatológicas o de visibilidad, pero tiene un pequeño inconveniente de que la situación determinada siempre quedará referida a la anterior, por lo que el error cometido en una o varias de las situaciones se irán sumando a las subsecuentes.

NAVEGACIÓN RADIOELÉCTRICA O POR RADIO

Esta clase de navegación es la que se orienta por medio del radio instalado a bordo de la aeronave o en tierra o en ambos casos. Es el método más utilizado ya que permite realizar vuelos sin necesidad de observar el suelo o cuerpos celestes.

Dada a la importancia de estos tipos de ayudas de radio se han ido desarrollando sistemas como: VOR, Radiobalizas, FM, LORAN, DME, RADAR, ILS, ADF, etc.

En la actualidad gracias a la aplicación de estos sistemas de ayuda a la navegación aérea muchas compañías de aviación en todo el mundo pueden realizar vuelos con regularidad y con amplio margen de seguridad.

NAVEGACIÓN ASTRONÓMICA

Es también conocida como navegación celestial y su utilización se basa en observaciones a los astros, valiéndose del sextante, el cronómetro y del almanaque. Es mayormente utilizado en vuelos transoceánicos y sobre los puntos polares, tiene varios inconvenientes debido a que frecuentemente el único astro que puede observarse en el día es el sol y en algunos casos no siempre, y en consecuencia, solo podrá obtenerse una sola posición o recta de altura que por sí sola no permite determinar la situación de la aeronave.

Existe una marcada diferencia entre los primeros biplanos utilizados en la II Guerra Mundial, con relación a los aviones caza – bombarderos que poseen las fuerzas aéreas de todo el planeta que tienen un gran alcance. Así como los aviones han cambiado notablemente, los sistemas de navegación han mejorado reuniendo siempre el grado de seguridad y velocidad requerida.

1.6.3.3. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE NAVEGACIÓN

Antes de realizar una navegación se debe tener en cuenta dos factores:

- Posición de la que se va a partir
- Trayectoria o camino que se va a seguir.

Los sistemas que se utilizan en navegación aérea son ADF, VOR-ILS, DME y GPS entre los más conocidos y que operan en bandas de LF, MF, y VHF. Se describirá brevemente cada uno de ellos:

VOR

El sistema **VOR** (*VHF Omnidirectional Range*) se traduce como Radiofaro Omnidireccional de Muy Alta Frecuencia, es un sistema de posicionamiento que fue desarrollado en 1930 y se empezó a utilizar en USA en 1936, aunque no fue estandarizado hasta 1949.

El VOR es un sistema que combina equipo en tierra y en la aeronave para proveer marcación a una estación en tierra, ésta consiste en un transmisor omnidireccional, esto quiere decir que transmite señales en todas las direcciones llevando la información para que después de decodificarla en el sistema el avión, pueda determinarse en que posición se encuentra la aeronave respecto de la estación en tierra. Para un mejor entendimiento, la estación en tierra VOR genera e indica 360 "rutas o caminos" denominados radiales.

TACAN NAVEGACIÓN AÉREA TÁCTICA

Este sistema fue básicamente desarrollado para aplicarlo en la navegación aérea y con fines militares, utilizando estaciones militares TACAN.

Son sistemas de radar, los que tienen funciones de pregunta - respuesta, el avión envía una señal codificada que es respondida por la estación, en base al tiempo de respuesta y a los códigos transmitidos se determina la posición del avión utilizando coordenadas polares, es decir el azimut y la distancia a la estación.

LORAN

Este sistema de navegación fue utilizado para viajes de largo alcance, es decir que se usaba en vuelos transoceánicos. Las ayudas estaban situadas en la costa y formaban una cadena (figura 1.2). Estaba compuesta de 4 estaciones en tierra, una actuaba como maestra y las otras 3 como repetidoras.

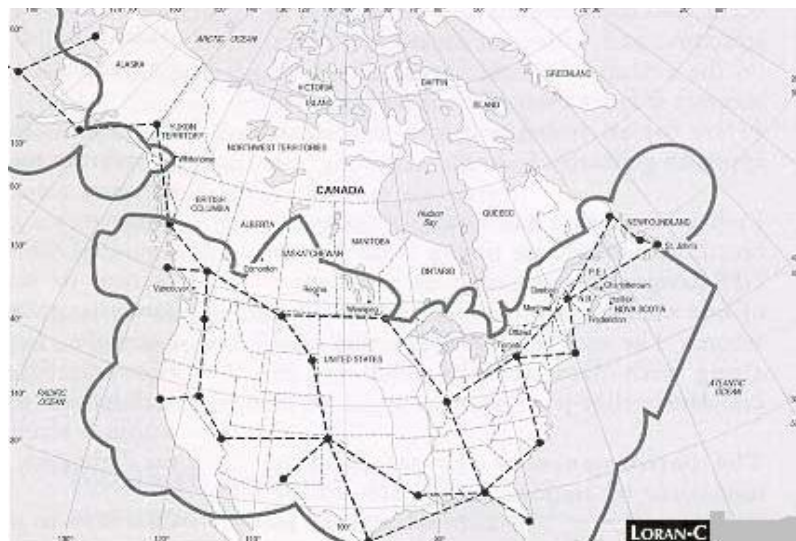


Figura 1.2 Sistema LORAN

OMEGA

Este sistema consistía en radiofaros en baja frecuencia omnidireccionales. El sistema tuvo una precisión limitada y estaba sujeto a interferencias de radio. Tanto como el LORAN y EL OMEGA dejaron de utilizarse hace algunos años atrás.

DME EQUIPO MEDIDOR DE DISTANCIA

El DME (Equipo Medidor de Distancia) es un sistema de impulsos de radar (secundario) que funciona en la banda de UHF de 978-1213 Mhz. Suministra distancia oblicua hasta un radiofaro situado en un punto fijo en tierra. El DME está combinado o en el mismo lugar que el VOR, y la frecuencia de utilización es la misma para los dos.

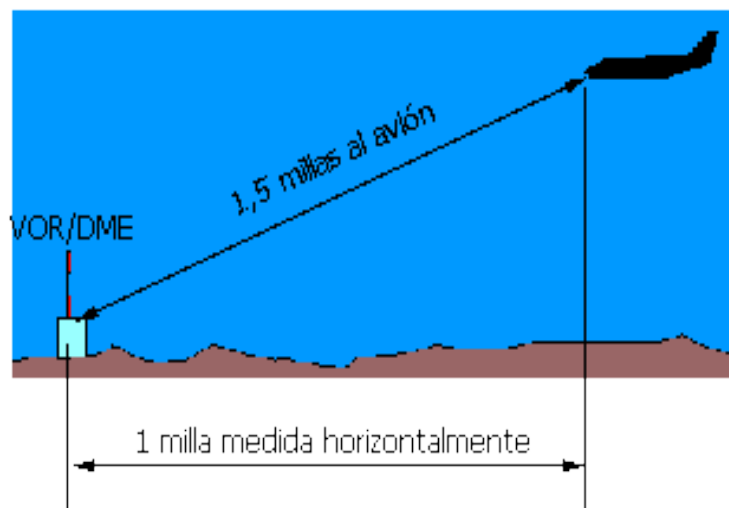


Figura 1.3 Equipo Medidor de Distancia

El equipo fijo esta asociado a una estación VOR, y el receptor DME en el avión se sintoniza solo al sintonizar dicha estación. El equipo de tierra recibe la interrogación y emite la respuesta tras un tiempo de retardo fijo de 50 microsegundos. Esta respuesta es recibida por el equipo del avión y tras ser procesada es enviada a los circuitos medidores de distancia donde se calcula el tiempo transcurrido y se obtiene la información de la distancia. El alcance máximo del instrumento es de 200 nm. dependiendo de la altura. A 2000 ft. Puede llegar a una distancia de 40 o 50 nm.

NDB. RADIO FARO NO DIRECCIONAL.

Este sistema utiliza un transmisor que radia una señal en una frecuencia en particular. Una aguja indicadora en el ADF (Búsqueda Automática de Dirección) en el aeronave apuntará en la dirección en que se obtiene la recepción 'optima' o más clara. Esto proporciona solo información magnética relativa, en un momento se puede saber simplemente que la emisora esta 90 grados a tu izquierda.

ADF BUSCADOR AUTOMATICO DE DIRECCIÓN

Uno de los sistemas de radio navegación mas antiguos es el ADF (Automatic Direction Finder) por el nombre de su equipo en tierra NDB. Su funcionamiento se basa en la determinación de la dirección de llegada de las ondas de radio emitidas desde el radio faro ubicado en tierra NDB.

El concepto básico de radio compás es el de un indicador en el instrumento de cabina que apunta hacia la estación y muestra así la posición de la aeronave con la estación. Esta relación se conoce como marcación relativa independientemente del rumbo del avión, la aguja indicadora mostrara la marcación relativa. El indicador del VOR estará centrado cuando el avión se encuentre sobre el radial seleccionado, pero independientemente del rumbo. La aguja del ADF estará en el centro solamente cuando la estación este justo enfrente del avión, de esta forma, lo fundamental de esta radio ayuda es que proporciona información sobre la dirección en que se encuentra la estación.

El ADF constituye un apoyo a la navegación de sistemas que operan en VHF, y por lo tanto podrá usarse cuando este tipo de navegación basada en onda de alcance visual no es posible. El radio compás al trabajar en las bandas LF y MF recibe las señales emitidas por los NDB en ondas de tierra.

Por lo tanto este equipo se usa para la identificación de posición, para recibir comunicaciones en baja y media frecuencia, seguimiento de las rutas magnéticas y como procedimiento de aproximación instrumental de no precisión.

La composición del equipo consta de dos partes bien definidas:

- Equipo de tierra: NDB
- Equipo de abordó: ADF

El equipo de tierra es un transmisor convencional MF que funciona a una frecuencia en la banda de 200 KHz. a 500 KHz. que emite una portadora interrumpida modulada en intervalos regulares por un tono que da el indicativo de la radiobaliza en el código de MORSE.

El equipo de abordó consta de 4 componentes

- Sistemas de antenas
- Receptor
- Servo amplificador
- Indicador

ANTENAS

Las antenas típicas varían desde antenas en “T” de 25 m de altura y 50 m de longitud para radiofaros de largo alcance, a torres de 10 m aisladas de tierra y antenas que varían de 10 a 20 m. de longitud.

Los parámetros que afectan el rendimiento de un sistema de antenas cortas es el sistema de puesta a tierra. Las antenas cortas presentan una resistencia a la radiación extremadamente baja. La resistencia de tierra depende de la extensión del sistema de puesta a tierra, la naturaleza y humedad del suelo.

La antena de sentido consiste en despejar el error de ambigüedad que tiene la antena de lazo. Esta antena puede instalarse tanto en el interior como en el exterior de la aeronave. Si va colocado en el exterior, dicha antena va desde un aislante en la cabina hasta el estabilizador vertical de cola.

Cuando las señales de la antena de lazo y la antena de sentido se suman, resulta que una de las posiciones nula de la primera desaparece. Queda pues, solo una posición nula que indicará el sentido de la estación emisora. Se ha logrado con esta suma la determinación de la dirección y el sentido en el que se encuentra la estación de tierra.

RECEPTOR

Es el equipo capaz de transformar la energía electromagnética recibida, en energía eléctrica, cuya amplitud esta en función de la posición relativa de la antena receptora respecto de la trayectoria de propagación del campo electromagnético procedente del transmisor de tierra que va instalado en uno de los paneles de la cabina y debe ser de fácil acceso.

SERVO AMPLIFICADOR

Consiste en un amplificador de impulsos eléctricos que le llegan a la aeronave para luego transmitirlos a los indicadores. De esta manera, la aguja indicadora ya es sensible a las señales eléctricas que recibe.

INDICADORES

Existen dos tipos de indicadores de radiocompás: el de carta fija y el de carta móvil o RMI (Indicador Radio Magnético). Ambos son accionados por el mecanismo transmisor y muestran la posición angular de la antena de lazo en relación con el eje longitudinal del avión.

El indicador de carta fija es una rosa graduada en 360° con señales para las divisiones de 5° y 10°.

Los rumbos cuadrantes se representan por el símbolo del punto cardinal. El índice de 90° vendrá señalado por la lectura correspondiente a 180° por la letra S, el de 270° por la letra W y el de 360° por la letra N. Su frecuencia de operación va desde 190 a 1750 Khz.

Recibe señales desde:

- Estaciones de Homing
- Radio Beacons
- Estaciones de Transmisión

Para determinar la posición de la aeronave se requieren de dos estaciones pero para una mayor exactitud en ocasiones se utiliza tres estaciones.

ILS SISTEMA DE ATERRIZAJE POR INSTRUMENTOS

Este sistema es utilizado una vez que el piloto esta cerca de la cabecera de la pista para darle a la aeronave la ubicación correcta tanto en ángulo de descenso como en centrado de la aeronave con relación a la pista (figura 1.4).

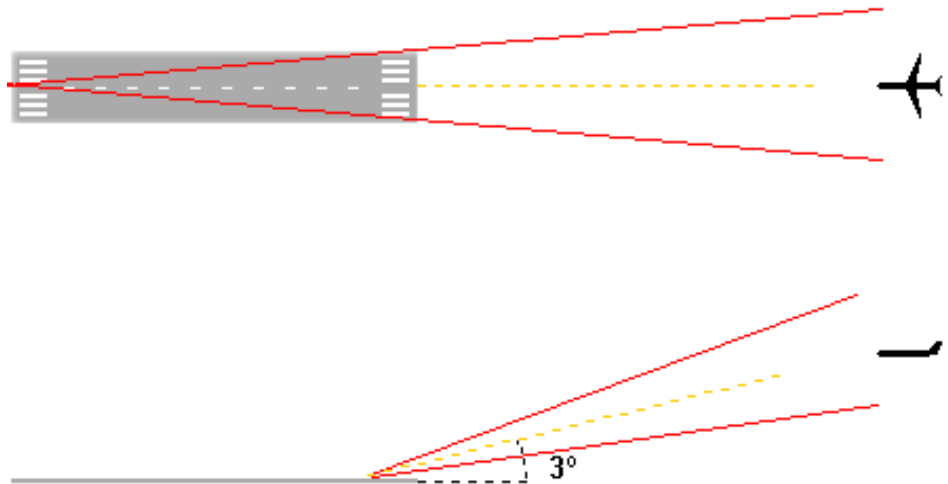


Figura 1.4 Aproximación a la Pista por medio de ILS

Este sistema presenta los siguientes componentes:

- Localizador (Lateral) (figura 1.5)
- Senda de planeo (Vertical) (figura 1.5)

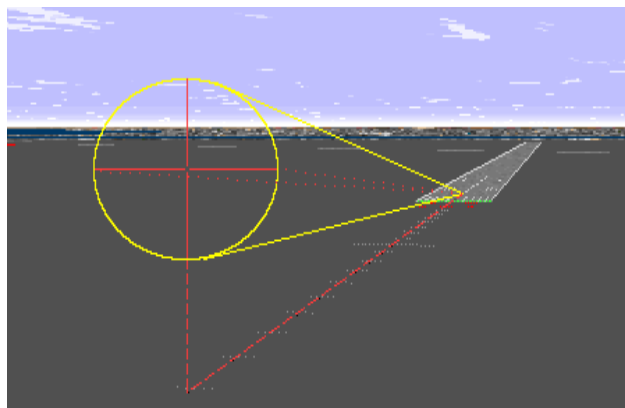


Figura 1.5. Localizados y Senda de Planeo

MARKER BEACON

Este es un sistema que sirve para alertar al piloto sobre la distancia exacta que se encuentra de la pista. Consta de tres unidades que están ubicadas a cierta distancia en la pista que se encargan de emitir una señal a determinada frecuencia la cual es receptada en la aeronave y procesada para que se enciendan luces e inclusive que se escuche un tono en los audífonos.

Características del Marker Beacon:

- Frecuencia de operación es de 75 MHz.
- Provee guía a través del aterrizaje.
- Es una transmisión forma de FAN vertical
- Normalmente montado encima de palos de teléfono.

GPS GLOBAL POSITIONING SYSTEM (SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL)

Este sistema se creó el 17 de abril de 1973 cuando el Viceministro de Defensa de Estados Unidos encargó a la Fuerza Aérea, a la Aviación Naval y a la Aviación Militar, el desarrollo de un sistema de navegación al que pudieran acceder todas las Fuerzas Armadas, el cual debía estar basado en los programas iniciados en la Armada y en la Fuerza Aérea.

En el mes de diciembre de ese mismo año nació el concepto Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y fue creado un grupo de trabajo conjunto dependiente de la Space and Missile System Organization, constituido por miembros de la Fuerza Aérea, del Ejército, de la Armada, de la Guardia Costera, de la Infantería de Marina, del Servicio Geográfico del Ministerio de Defensa y de la OTAN.

Después de quince años de estudios y pruebas hasta que el año 1988 se inició la fase de establecimiento y evaluación que además fue tratado de forma altamente clasificado y a pesar que fue revelado en su etapa de estudio para aplicaciones civiles, se mantuvo la reserva en los aspectos de funcionamiento tendientes a imposibilitar a un potencial enemigo en caso de conflicto, su utilización o el empleo de contramedidas electrónicas.

Los países de Europa oriental disponen de un sistema similar de navegación por satélite, el que está completamente operativo. Se trata del sistema Glonass, que además está disponible para fines civiles e inclusive ya existen investigaciones para encontrar una compatibilidad entre este y el GPS.

Su estructura se compone de:

- Satélites.
- Sistema de Control en Tierra.
- Receptores de navegación instalados en buques, aeronaves, vehículos y personal.

SATELITES

Los satélites, cuya cantidad no está precisada (se estima que habrá 21), proveen la información de navegación a los receptores instalados en los móviles. Los satélites conforman un arreglo de seis anillos concéntricos que orbitan la tierra dos veces al día a una altura aproximada de 10,900 MN, inclinados 55° del ecuador. Este arreglo provee una cobertura mundial continúa, donde cada satélite transmite sus señales en dos frecuencias. Cada señal es modulada con un código para identificar el satélite y el mensaje de navegación en donde va la información respecto a la operación de satélite.

SISTEMA DE CONTROL EN TIERRA

Tiene por función el seguimiento de los satélites, monitorear y controlar sus órbitas y actualizar los mensajes de navegación de los satélites. El sistema de control se compone de estaciones monitoras o seguidoras con sus antenas repartidas estratégicamente por todo el mundo y de un centro de control ubicado en una base de la Fuerza Aérea en Colorado, Estados Unidos.

Las estaciones monitorean a los satélites y envían esta información al centro de control, donde se calcula en forma precisa la posición de cada satélite y el error de su reloj (lo que se conoce como efemérides). También calcula en el almanaque cuál es la posición de los satélites; luego, cada 24 horas transmite las efemérides y el almanaque a cada satélite para que actualicen su mensaje de navegación.

EQUIPO DE NAVEGACIÓN

Los equipos de navegación (receptores, antenas, etc.) reciben y decodifican las señales de radiofrecuencia enviadas desde los satélites. Esta información es usada para calcular la posición, la velocidad y obtener información precisa de tiempo.

En el receptor es medido el tiempo que demora la señal desde el satélite; multiplicando ese tiempo por la velocidad de la luz se puede determinar la distancia exacta a cada satélite. Calculando la distancia a tres satélites es posible determinar su posición; la velocidad se calcula midiendo la razón de cambio de las señales de radiofrecuencias. Para calcular la posición en tres dimensiones se requiere contar con un mínimo de cuatro satélites.

CAPITULO II

SISTEMAS COM / NAV

1.7. INTRODUCCION

La comunicación y navegación requieren de sistemas que le permitan al navegante tener noción de su ubicación, así como de la obtención de parámetros que conjugados le permiten dar grandes nociones del lugar donde se encuentra.

En la Aviación uno de estos sistemas constituye el llamado COM/NAV que no son mas que los sistemas de comunicación y navegación que dispone una aeronave para facilitar al piloto mantener siempre contacto con estaciones terrenas o con otra aeronaves, así como brindar datos importantes de su ubicación y destino.

Ha existido siempre una relación muy estrecha entre los sistemas de comunicación y navegación a tal punto de constituirse en uno de los sistemas más indispensables que debe poseer una aeronave en la actualidad. Sin embargo, la variedad de equipos de comunicación para la aeronáutica ha permitido la independencia y uso de sistemas específicos.

1.8. SISTEMAS DE COMUNICACIÓN MILITAR

La comunicación militar ha tenido un adelanto vertiginoso de tecnología en las últimas décadas, avance que va en relación directa al desarrollo cada vez más complejo de sistemas bélicos, y que proyectan a la aviación militar como arma de defensa y disuasión de casi todos los países del mundo. De hecho, Ecuador no ha sido la excepción, la Fuerza Aérea Ecuatoriana dispone de escuadrones cuyos aviones militares mantienen un nivel operativo acorde a las exigencias de este entorno.

La comunicación militar es un sistema que utiliza medidas complejas de comunicación, caracterizadas en su mayor parte por el encriptamiento de información que impide las medidas de inteligencia adoptadas por el adversario.

El caso de la aviación militar cumple con estas características, nuestros pilotos utilizan comunicación abierta en etapas de entrenamiento mientras que en el cumplimiento de misiones tácticas se utiliza una comunicación secreta o cerrada.

Se limitará en nuestro proyecto a analizar y estudiar la comunicación abierta como medio didáctico de entrenamiento de fraseología aeronáutica y militar de los futuros técnicos de la Fuerza Aérea Ecuatoriana.

Para el efecto se ha tomado un equipo de radio comúnmente utilizado como es el VHF IC-A200, cabe indicar que el principio de funcionamiento es el mismo para todo tipo de avión difiriendo únicamente las especificaciones de forma y acabado. En este caso se obtiene una gama de frecuencia entre 118 a 136 MHz., utilizando para tal efecto 9 canales de memoria, modulados en amplitud (AM) separados en espacios de 25 KHz., 50 KHz. y 1 MHz. consiguiendo que el transceptor opere en banda aérea.

1.9. COMPONENTES PRINCIPALES DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN AEREA

1.9.1. CAJAS DE AUDIO

Dependiendo de la configuración de la aeronave pueden existir hasta dos cajas de audio, una para el piloto y otra para el copiloto, normalmente estas cajas trabajan con 28 VDC, en ellas existen los interruptores de paso de audio de los sistemas de comunicación y navegación, el selector de micrófono y el control de audio Master, entre otros.

1.9.2. INTERFONOS

Utilizados mayormente por la tripulación: piloto, copiloto y mecánico a bordo; estos dos últimos utilizan una misma caja de audio; el piloto y el copiloto tienen un interruptor para hablar activado en su respectivo bastón de mando. Otra habilitación del interfono se logra anulando el audio de COM/NAV que se encuentran seleccionados.

1.9.3. EQUIPO VHF, UHF, AM, FM

El sistema de comunicación seleccionado funciona como un tranceptor cuya operación normal es a 28VDC, siendo su característica la presencia de componentes de estado sólido de un diseño extremadamente compacto, el paquete utiliza las más avanzadas tecnologías existentes en película gruesa, LSI y CMOS.

A continuación se citarán los tipos de banda existentes con su respectiva aplicación:

Banda 1.- Es utilizada primariamente para el apoyo aéreo aproximado.

Posee un ancho de banda de 25 KHz. y contiene 2320 canales posibles, el microprocesador pone al transceptor en el modo FM, al estar en este modo la salida del transmisor es de 15 W mínimo. El transmisor monitorea la frecuencia principal del receptor, que es una frecuencia elegida sobre el control y monitorea también un receptor de guarda, fijo en 40.5 MHz.

Banda 2.- Es utilizada para tráfico Aéreo.

Posee un ancho de banda de 25 KHz. y contiene 1928 canales posibles, trabaja en el modo AM, y su salida es de 10W mínimo, con la excepción de 108 MHz. a 118 MHz., en cuyo caso el transmisor es deshabilitado, el transceptor monitoreará la frecuencia del receptor principal, el monitoreo se fijará en 121.5 MHz.

Banda 3.- Comunicación marítima.

Posee un ancho de banda de 25KHz, conteniendo 720 canales posibles. En esta banda existe un número de frecuencia que requiere operación semi-duplex, esto es atendido por un microprocesador al implementarse la frecuencia de transmisión, así automáticamente se ajusta la frecuencia del transceptor, en esta banda el transceptor monitoreará la frecuencia del receptor principal que es automáticamente ajustado en 156.8 MHz.

Banda 4.- Comunicación militar táctica.

Al igual que las otras bandas, es de un ancho de banda de 25KHz. y contiene 7000 canales posibles, esta es la única banda que es seleccionada a voz AM o FM con una potencia de salida equivalente a 10W, el transceptor monitoreará la frecuencia principal, que es la frecuencia elegida en el control mas el monitoreo del receptor de guardia que esta fijada en 243 MHz.

1.9.4. ANTENA

Generalmente poseen una forma en “V” comúnmente conocida como “aleta de tiburón”; su ubicación es siempre en el estabilizador vertical de cola o en la parte superior del fuselaje. Su misión consiste en recibir las líneas de flujo electromagnético emitidas por la estación de tierra y transmitir las al receptor presente en la aeronave.

1.10. SISTEMAS DE NAVEGACIÓN AEREA

La navegación aérea basa su accionar en un sinnúmero de instrumentos que con el avance de los tiempos han ido mejorando su desarrollo tecnológico llegando incluso a la automatización y autonomía completa de los mismos, reduciendo como consecuencia de ello varios procedimientos que hasta hace poco resultaban indispensables.

En el caso de las aeronaves de la Fuerza Aérea Ecuatoriana, se utiliza mayormente sistemas análogos de navegación tales como el VIR, VOR, ILS siendo consecuencia de nuestro estudio un sistema básico pero a la vez esencial en la navegación, se trata del sistema ADF (Buscador Automático de Dirección), se hará una breve descripción de su principio de funcionamiento, su operación y sus componentes.

1.10.1. BUSCADOR AUTOMÁTICO DE DIRECCIÓN ADF.

El sistema ADF (Automatic Direction Finder) proporciona rumbos utilizando la propagación de ondas electromagnéticas permitiendo calcular la posición del avión con respecto a una estación en tierra brindando de esta manera una ayuda a la navegación.

1.10.1.1. CONCEPTOS BÁSICOS DEL ADF.

El ADF mayoritariamente se utiliza para cinco diferentes propósitos:

- Fijar posición de la aeronave.
- Navegación en ruta.
- Aproximación por instrumentos.
- Procedimientos de espera (holding).
- Indicar el punto de inicio de un procedimiento de aproximación más complejo.

Los primeros dos ítems son utilizados básicamente por los pilotos tanto bajo condiciones VFR (reglas de vuelo visual) como IFR (reglas de vuelo instrumental). Los tres últimos se utilizan exclusivamente para procedimientos IFR.

Lo más importante de entender es que el ADF es el instrumento que se encuentra en la aeronave y el NDB es la radio ayuda o faro que se encuentra localizada en tierra y a la que el ADF apunta.

1.10.1.2. FUNCIONAMIENTO BÁSICO DEL ADF

Cuando el ADF se sintoniza en la frecuencia del NDB, la aguja del ADF apunta o señala la dirección hacia donde se encuentra la estación NDB. La dirección a la que apunta es relativa a la nariz del avión. Para interpretar el ADF, la dirección de la nariz es 0° y la flecha debe estar apuntando al NDB en una dirección relativa a la nariz del avión (0°).

El NDB se sintoniza utilizando el radio de navegación ADF, para sintonizar el NDB se debe colocar en esta caja de control la frecuencia correspondiente e inmediatamente (si se encuentra dentro del radio de cobertura de la señal) la flecha apuntará en la dirección en que éste se encuentra.

La señal de un NDB generalmente tiene un alcance de unas 50 millas náuticas pero también depende de la altitud y de la potencia de la estación NDB que genera la señal. Existen NDBs conocidos como localizadores y son utilizados para ayudar al piloto en aproximaciones ILS de precisión y generalmente tienen un alcance entre 20-30 millas, sencillamente porque ese alcance es más que suficiente para que un localizador cumpla con su función.

1.10.1.3. INDICACIONES ADF.⁴

En la figura 2.1 se observa varios ejemplos de lo que indica el ADF desde varias posiciones del avión con respecto al NDB. Como se puede ver, si desea dirigirse hacia la estación haga que la flecha apunte hacia la nariz del avión. Si sigue suficiente tiempo en esa dirección llega a pasar sobre la estación.

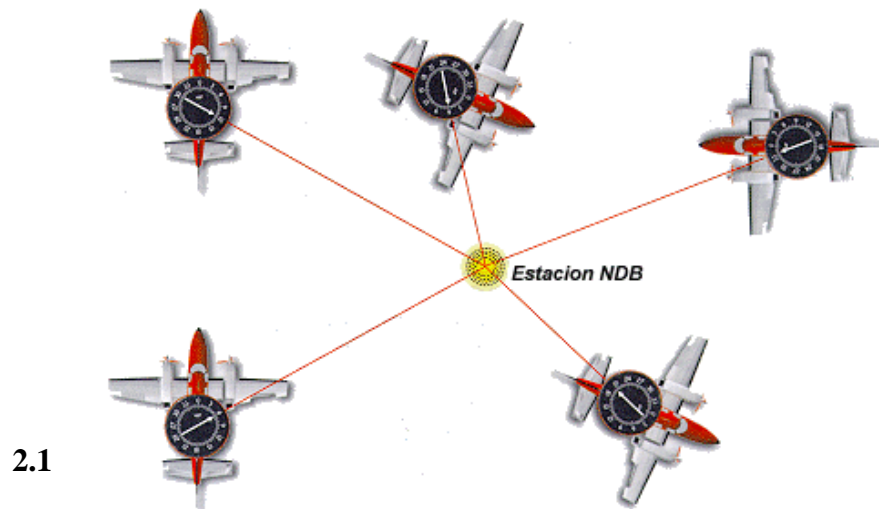


Fig.

Indicaciones del ADF

Volar sobre una estación o radio ayuda se denomina pasar la estación. La manera de determinar esta situación es bastante fácil de determinar ya que la flecha "se cae", es decir pasa a apuntar hacia abajo y el ADF seguirá indicando que la estación quedó atrás, dicha situación se presenta en la figura 2.2.



Fig.
2.2

Indicaciones del ADF pasando sobre una estación

⁴ Fuente de consulta : <http://www.cybercol.com/fs/escuela/adf.html>

1.10.1.4. COMPONENTES DEL ADF

ANTENA

Su función principal es la de recibir la señal emitida por la estación en tierra para adecuarla y enviarla al equipo receptor. Este tipo de antenas son diseñadas para cumplir con factores inherentes a aviación, tales como su forma aerodinámica, sus características mecánicas y eléctricas que lleven a cumplir eficazmente con su objetivo.

Una antena característica se la puede apreciar en la figura 2.3.



Fig. 2.3 Antena de ADF a utilizarse

RECEPTOR

Es el equipo que va instalado dentro de la aeronave, su función principal es la de adecuar la señal proveniente de la antena a fin de lograr una señal que el indicador radio magnético pueda traducir como lectura de rumbo o dirección.

Su característica principal como en todos los equipos de aviación es que se encuentra diseñada para operar en niveles altos de ruido (como el proveniente del motor o turbina de una aeronave) y guarda sus componentes dentro de una caja metálica para operar en condiciones de temperatura y humedad requeridas en aviación.

En la figura 2.4 se muestra un receptor con su caja de control.



Fig. 2.4 Caja de control digital y Receptor ADF

CAJA DE CONTROL

Constituye la interfaz con el piloto, mediante su manipulación se puede acceder a la sintonía de frecuencias AM de las radioayudas mediante la escucha de un código Morse característico de cada estación o aeropuerto. Información adicional constituye la sintonía de emisoras locales que guiarán al piloto en caso de no recibir la señal emitida por el NDB (Radio faro no direccional).

En la figura 2.4 se observa la caja de control y el receptor ADF.

INDICADOR RADIOMAGNÉTICO RMI

El indicador radio magnético RMI realmente es un instrumento muy básico. De una forma simple, es una aguja o flecha colocada en un compás de carátula fija que apunta a una estación NDB (Non Direccional Beacon – Radio Faro no Direccional). El NDB es la estación en tierra que emite la señal que se sintoniza con el ADF.

La señal se emite en todas las direcciones, así que no importa en que posición relativa se encuentra la aeronave con respecto al NDB, el ADF sintonizará la señal siempre que se encuentre en el área de alcance de la misma.



Fig. 2.5 Indicador radio magnético (RMI)

1.10.2.CODIGOS UTILIZADOS EN NAVEGACION

Hay ciertas palabras de uso específico en la navegación ADF, que es preciso conocer.

EL CÓDIGO RADIOTELEGRÁFICO Q

Para simplificar expresiones cuando se utilizaba la radiotelegrafía para la comunicación, se fijaron códigos de tres letras para abreviar frases y expresiones enteras, de uso frecuente. Las dos expresiones más comunes en navegación ADF provienen de este código.

QDM – Es el rumbo magnético en grados que debe fijarse para dirigirse directamente hacia la estación. En los ADF de cartilla móvil automática se lee directamente en la punta de la flecha del indicador.

QDR – Es el rumbo magnético en grados que debe adoptarse para alejarse con marcación "en cola". En los ADF de cartilla móvil automática, este valor se lee directamente de la "cola" de la aguja. Es similar al RADIAL del VOR en cuanto a su significado.

CAPITULO III

CONSIDERACIONES DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES PARA EL SIMULADOR DE CONTROLES DE VUELO KFIR-C2

1.11. ESTUDIO DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES

Dado que el Simulador de Mandos de Vuelo del Avión Kfir-C2 del ITSA no posee ningún sistema de comunicación y navegación instalado, como se puede observar en la figura 3.1, se ha creído conveniente utilizar en el presente trabajo el equipo de comunicación VHF Air Band Transceiver IC-A200 versión 100, de la casa fabricante ICOM. Equipo que fue adquirido últimamente por el ITSA siendo su tecnología una de las más recientes.

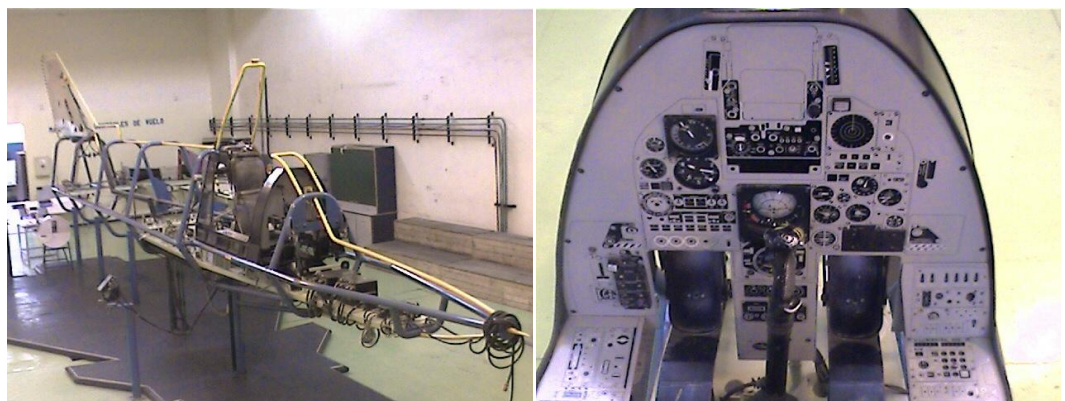


Fig. 3.1 Simulador de Mandos de Vuelo con su respectiva cabina

1.11.1. CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO VHF IC-A200²

5

- Rango de frecuencias: 118 a 136.975 MHz.
- Modo de operación: AM.
- Pasos de selección de Frecuencias: 25 Khz., 50 kHz. o 1 MHz.
- Número de canales de Memoria: 9.
- Impedancia de la antena: 50 Ω .
- Fuente de Poder: 11 a 16 VDC, requerimiento (tierra negativa).
- Rango de temperatura para operación: -20 °C a 55 °C.
- Corriente:
Transmisión: 2.6 A.
Recepción: Salida máx. de audio 600 mA.
Squelch: 320 mA.
- Estabilidad de frecuencia: ± 15 ppm.



Fig. 3.2 VHF Air Band Tranceiver IC-A200 version 100

Transmisor

- Potencia de salida: 7 W con una entrada de 13.8 VDC.
- Impedancia del micrófono: 600 Ω .

Receptor:

- Sistema receptor: Conversión doble super heterodino.
- Frecuencias intermedias:
1ro.- 32.455 MHz. 2do.- 455kHz.
- Potencia de Salida de audio:
2 5 W. con 4 Ω de carga. 100 mW. con 500 Ω de carga.

⁵ Fuente de consulta: Manual de Instalación del equipo, ICOM Inc.

1.12. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES.

La presencia de un equipo de comunicación es de vital importancia dentro de una aeronave, de ello depende gran parte la comunicación mantenida en todo instante entre el piloto y la estación en tierra, facilitando de esta manera las ayudas a la navegación establecidas y sin las cuales se obtendría un panorama bastante pobre sobre las condiciones de vuelo.

En nuestro caso la aplicación de este equipo se ve fortalecida no solamente al realizar prácticas de campo sino en la familiarización y empleo de fraseología aeronáutica tan importante en el control de tránsito aéreo. De allí su importancia en el entrenamiento de los futuros técnicos de aviación y potenciales usuarios de nuestro proyecto.

Partiendo de este análisis se dispuso de un equipo transmisor / receptor VHF especialmente diseñado para operar en banda aérea, alimentado principalmente por la batería que utiliza la aeronave para hacer funcionar otros sistemas. Su fácil manipulación permite interactuar oportunamente con equipos afines en una gama de frecuencias entre los 118 MHz y los 136.975 MHz.

El equipo mencionado pertenece a la casa fabricante ICOM modelo IC-A200 versión 100 cuya principal ventaja es la de incorporar y fusionar la caja de control con el equipo tranceptor, a diferencia de la mayoría de equipos análogos presentes en las aeronaves de la Fuerza Aérea Ecuatoriana (VHF-20 y versiones posteriores de la casa fabricante Collins Rockwell).

1.13. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES.

El equipo de comunicación dentro de una aeronave debe ser instalado respetando las normas convencionales de aviación, en nuestro caso se optó por montarlo en la parte izquierda de la cabina, junto a la palanca de potencia, (posición equivalente al avión KFIR-C2) lugar desde el cual ofrece ventajas como la poca exposición al ruido, vibración e interferencia causada por otro equipo, el lugar también cumple con las especificaciones de temperatura y humedad recomendadas por la casa fabricante y ofrece un alcance ergonómico para el alumno (Fig. 3.3).

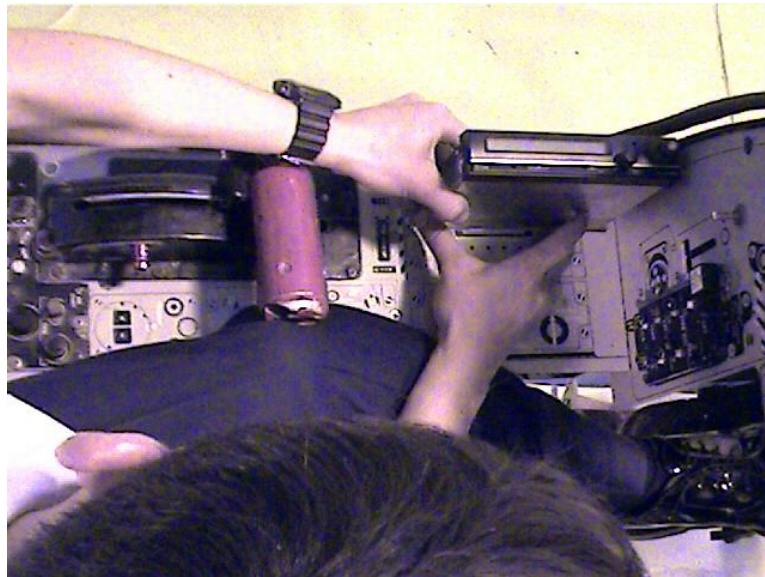


Fig. 3.3 Lugar de instalación del equipo de comunicación en el simulador

Una vez definida esta ubicación, se realizó el cableado correspondiente, tanto para la parte de potencia como para la de audio, fue necesario la utilización de cable de aviación de diferente calibre (cable # 22 AWG para audio, cable # 18 AWG para potencia y cable coaxial para radiofrecuencia) el mismo que presenta la ventaja de mayor inmunidad al ruido generado principalmente por el motor de la aeronave, así mismo se recubrió el arnés con cinta eléctrica 3M, como aislante y protección adicional a la ya utilizada.

A continuación se presentan los diagramas de potencia y audio representados en las figuras 3.4 y 3.5 respectivamente.

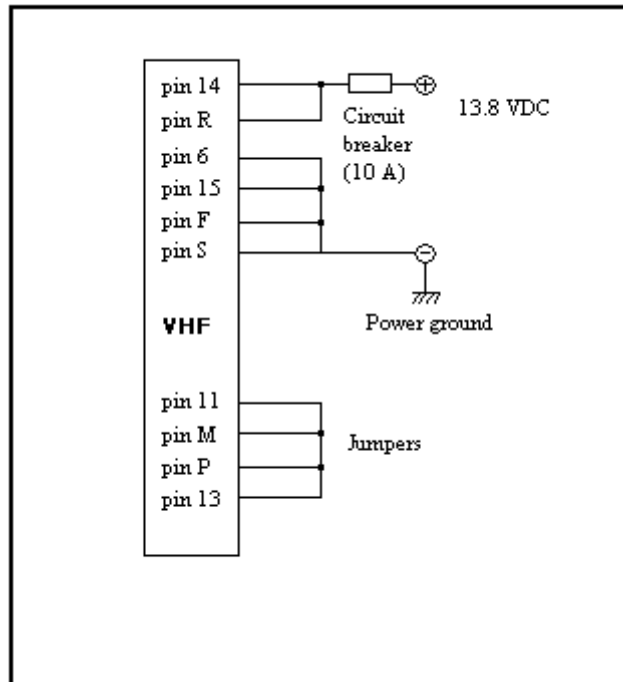


Fig. 3.4 Diagrama de conexión de potencia

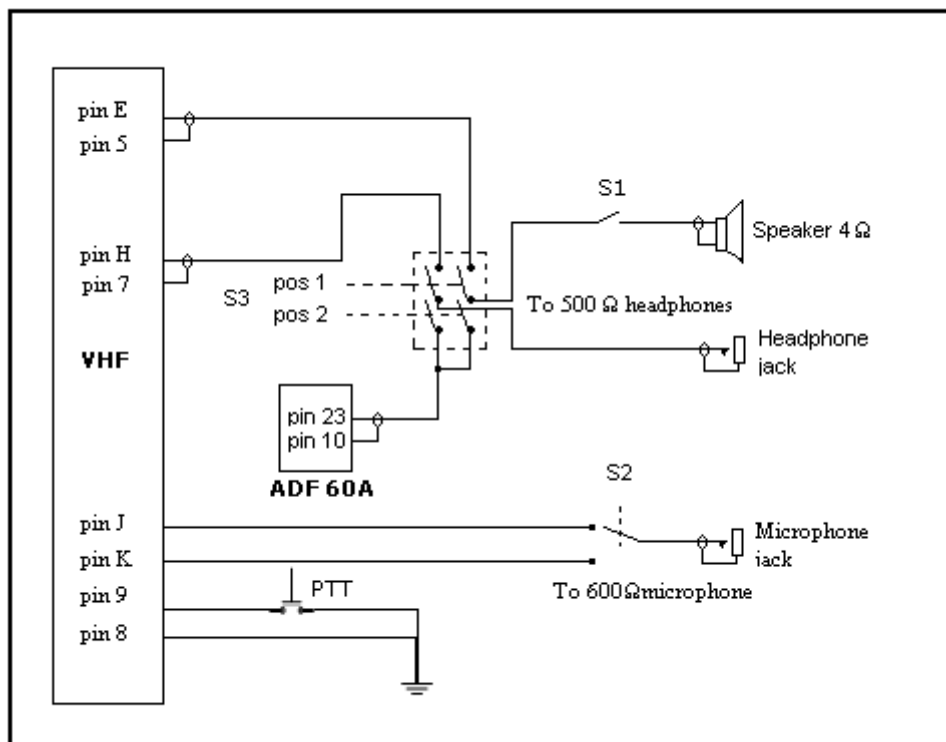


Fig. 3.5 Diagrama de conexión de audio

Junto a este equipo se ha instalado un interruptor S2 (figura 3.5) que permite seleccionar la comunicación ya sea en forma privada entre la torre y el usuario a

través de los audífonos instalados o hacer audible esta comunicación al entorno con la utilización y empleo de un parlante, justificando de esta manera sus fines didácticos (figura 3.6.)



Fig. 3. 6 Instalación y ubicación del parlante para fines didácticos

El equipo también demanda la utilización de auriculares con micrófono incorporado, cuya principal característica es su impedancia, propia de los equipos de aviación (auricular 500Ω / micrófono 600Ω). Se puede apreciar los mismos en la figura 3.7



Fig. 3.7 Audífonos con micrófono incorporado (Headsets)

Diseño especial constituyó la implementación del botón habilitador de la transmisión llamado comúnmente PTT (Push To Talk), el mismo que fue necesario configurarlo en el bastón de mando ubicado en la cabina del simulador, a fin de guardar una similitud con su equivalente real (Avión Kfir C2), logrando a la vez su fácil acceso sin que el alumno suelte el bastón de mando necesario para realizar los controles de vuelo en la etapa de simulación. Tal como se aprecia en la figura 3.8.



Fig. 3.8 Bastón de mando con botón PTT incorporado

Finalmente fue necesario diseñar una antena tipo látigo acorde a las características de funcionamiento del equipo, su longitud y ubicación fueron el resultado de los cálculos correspondientes a una antena de longitud de media onda y a pruebas de campo realizadas a fin de obtener una buena señal tanto de emisión como de recepción (Fig. 3.9). Tal como se verificará en el capítulo quinto del presente proyecto.



Fig. 3.9 Diseño e instalación de la antena del equipo de comunicación

La alimentación requerida por el equipo de comunicación utilizado demanda un voltaje de 11Vdc a 16Vdc por lo que se ha optado por emplear una batería de 12Vdc aprovechando también las consideraciones de corriente requeridas tanto para la transmisión como para la recepción.

En cuanto a la seguridad, el manual de operación del equipo recomienda colocar fusibles de protección, de igual manera se instaló un interruptor habilitador de parlante S1 (como se muestra en la figura 3.10) y un fusible de protección de 10A para prevenir daños físicos al equipo.



Fig. 3.10 Ubicación de fusibles de protección

Para una mejor comprensión del diagrama de conexiones a continuación se presentará una tabla de los diferentes pines del conector del equipo VHF IC-A200 versión 100:

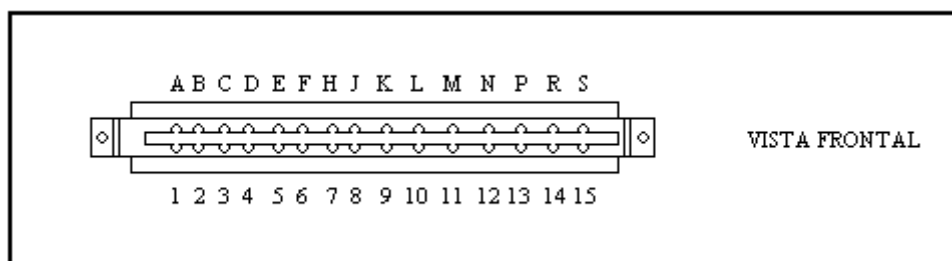


Fig. 3.11 Conector del equipo VHF IC-A200 versión 100

Tabla 3.1. Distribución de pines conector del equipo

VHF IC-A200 versión 100⁶

A	No conexión	M	+ 13.8 V alimentación (input)	6	Tierra potencia
B	+ 14 v iluminación (input)	N	Transmisor/receptor seguro	7	Tierra para H
C	Auxiliar audio 2 (input)	P	Selector de potencia (output)	8	Tierra para los pins J, K, 9
D	Auxiliar audio 1 (input)	R	Alimentación aeronave (input)	9	PTT
E	4Ω audio (output)	S	Tierra potencia	10	Cancelar Squelch
F	Tierra potencia	1	Tierra para el pin B	11	+ 13.8 V alimentación

⁶ Fuente de consulta: Manual de Instalación del equipo, ICOM Inc.

					(input)
H	500 Ω audio (output)	2	Detector Audio (output)	12	Selector cambio de frecuencia
J	Común micrófono (input)	3	Auxiliar audio3 (input)	13	Selector de potencia (output)
K	Intercom micrófono (input)	4	Tierra para pins D, C, 3	14	Alimentación aeronave (input)
L	Selector de canal memoria	5	Tierra para pin E	15	Tierra potencia

CAPITULO IV

CONSIDERACIONES PARA EL SISTEMA DE NAVEGACIÓN DEL SIMULADOR DE CONTROLES DE VUELO KFIR-C2

1.1. ESTUDIO DEL SISTEMA DE NAVEGACIÓN

El sistema que se va a utilizar es el sistema electrónico de navegación ADF-60A, empleado en la mayoría de aeronaves de la Fuerza Aérea, para lo cual a continuación se trata de explicar las generalidades de los componentes del sistema antes mencionado.

1.1.1. PRINCIPIO DE OPERACIÓN DEL EQUIPO ADF-60A⁷

El principio de operación de este equipo es muy sencillo: la información de frecuencia desde la unidad de control ADF-60A es aplicada al receptor ADF-60A, este receptor permite que la antena del mismo equipo reciba el tono de frecuencia.

La antena procesa el sentido, la entrada y salida en el circuito cerrado en una señal de radio frecuencia cargada una señal de conexión al receptor. En este punto la conexión de información se la realiza por medio de AM (Amplitud Modulada).

En la Figura 4.1 se observa el diagrama de bloques del sistema ADF-60A con sus equipos asociados.

⁷ Fuente de consulta: Orden Técnica del ADF-60, COLLINS AVIONICS

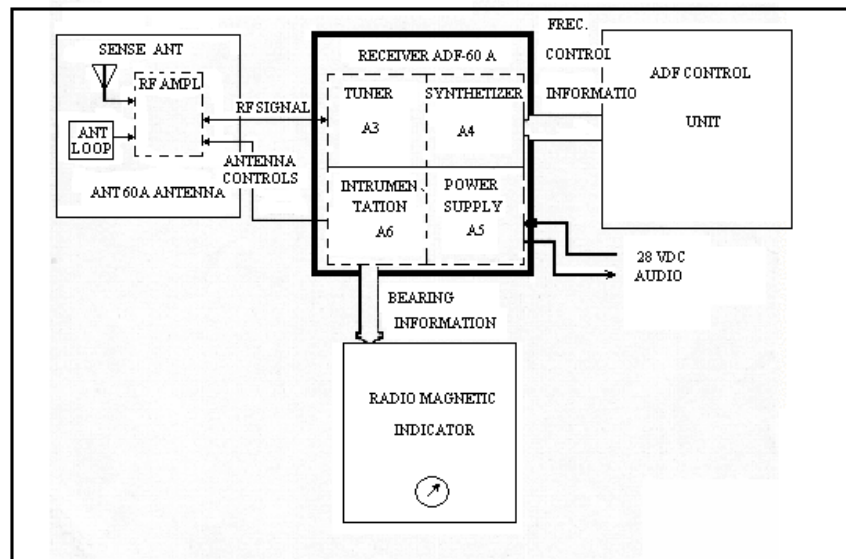


Fig. 4.1 Diagrama de bloques del sistema ADF

Una vista global del Receptor de ADF-60 () se muestra en la figura 4.2.

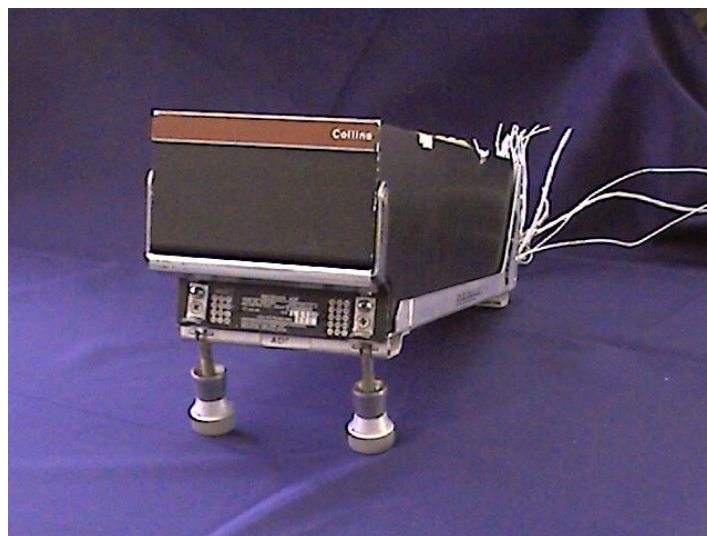


Figura 4.2 Receptor del ADF

1.1.2. FUNCIONAMIENTO OPERACIONAL DEL EQUIPO

El ADF-60 () es un receptor de ADF remotamente montado que proporciona el rumbo relativo entre el avión y la estación de tierra seleccionada. El ADF-60 () también mantiene un rendimiento al avión en el sistema audio verificando el identificador de la estación y para la recepción de AM.

Una indicación de rumbo relativo a una estación seleccionada es cumplida con voltajes inducidos en dos antenas LOOP direccionales y una sola antena de sentido omnidireccional. Dentro del sistema de ADF-60 encontramos, dos antenas de Lazo (LOOP), una antena de sentido, los moduladores de balance, primer organizador del amplificador de Rf, y los sense/loop que suman los circuitos que se contienen en la ANT-60 () del equipo ADF.

La resolución de los voltajes inducidos que finalmente proporcionarán la indicación de rumbo es cumplida usando los circuitos con transistores estado sólido. Esto elimina las partes como un goniómetro, rotación LOOP, o servo mecánico en el sistema de ADF-60.

1.1.3. COMPONENTES DEL EQUIPO DE NAVEGACION ⁸

1.1.3.1. RECEPTOR ADF- 60A

DESCRIPCIÓN MECÁNICA DEL RECEPTOR ADF- 60A

El receptor de ADF-60 () reúne o excede las condiciones del medioambiente encontrados en la aviación en general. Consiste en un recubrimiento para polvo, plano frontal, plano posterior, y tres subconjuntos: el sintonizador / sintetizador, fuente de poder, e instrumentación. El Receptor de ADF-60A, CPN 622-2362-001, también contiene una tarjeta conductora de sincro AC.

DESCRIPCIÓN ELÉCTRICA DEL RECEPTOR ADF- 60A

El receptor ADF-60 () es de estado completamente sólido y no contiene ninguna parte móvil. El receptor contiene toda la frecuencia, sintonizador, instrumentación, y circuitos lógicos para convertir la entrada de Radio frecuencia de la ANT-60 () la antena de ADF en la información de rumbo y un rendimiento de audio cuando se usa en la función de ADF, o en la salida

⁸ Fuente de consulta: Orden Técnica del ADF-60, COLLINS AVIONICS

de audio al operar en la función de la ANT. Un tono (similar a BFO) este modo mantiene la recepción de CW.

Interconexión de tarjetas A1 (Backplane) y A2 (Frontplane)

Interconecta los tableros A1 y A2 contienen todas las tarjetas internas que alambra y proporcionan las interconexiones necesarias entre el receptor el conector y las tarjetas del circuito.

Tarjeta del Sintonizador A3

La tarjeta del sintonizador A3 consiste en los seis filtros pasa banda de Rf, primero y segundos mezclados, primero y segundo IF (frecuencia intermedia), dos filtros de cristal, circuito detector, amplificador AGC, preamplificador de audio, y el control lógico asociado. El sintonizador A3 proporciona una señal de rumbo demodulado a la tarjeta de la instrumentación, una señal de audio al amplificador de audio en la tarjeta de suministro de poder, y un detector para enganchar la señal del sintetizador que causa silencio en el audio y la señal de RMI.

Tarjeta del Sintetizador A4

La tarjeta del sintetizador A4 procesa la base de información del control de frecuencia de ADF en una banda selectada que se aplica a los seis filtros pasa bandas de Rf se filtra en el sintonizador A3 y una frecuencia variable inyectada se aplica al primer mezclador en el sintonizador A3.

El sintetizador A4 también proporciona una frecuencia fija inyectada que se aplica al segundo mezclador en el sintonizador A3.

Los varios circuitos de control lógico para la selección de función, silencio al audio, indicador de señalización, y la comprobación funcional son también contenidos en el sintetizador A4.

Una señal de 1-Khz., activado cuando el detector se cierra y al operar en el sintonizador en el modo (BFO), también se proporciona por el sintetizador A4 y aplicado al amplificador de audio.

Tarjeta de Fuente de Poder A5

Tarjeta de Fuente de Poder A5 consiste en circuitos de filtro/ regulador requeridos para convertir los +28 VDC de datos de entrada +18 y 13 VDC voltajes usados en el sistema de ADF-60.

La tarjeta de Fuente de Poder A5 también contiene la salida del amplificador de audio y los circuitos de control lógicos cambiando a B el voltaje de ANT-60 () circuitos de lazo.

Tarjeta de Instrumentación A6.

La tarjeta de la instrumentación A6 contiene los circuitos necesarios para convertir la señal del rumbo demodulado del sintonizador A3 en una señal de impulso al RMI.

La tarjeta de la instrumentación A6 también proporciona el error del cuadrante (QE) del selector de circuitos, prueba para cambiar los circuitos, y el seno y coseno de la señal modulada en que son aplicados al modulador - demodulador equilibrados en la ANT-60 () la antena de ADF.

Dos reguladores de voltaje que proporcionan +13 V, +6 V, y -6 V voltajes de DC que también son contenidos en la tarjeta de instrumentación A6.

1.1.3.2. CAJA DE CONTROL CTL-60

La caja de control CTL-60 permite fijar y visualizar las frecuencias de las estaciones en tierra y posee tres modos de operación que a continuación se detallará.

Función ADF

Cuando la función de ADF se selecciona, se suman el sentido inducido y los voltajes LOOP para proporcionar modulación AM señal que se aplica al receptor del ADF-60.

La señal combinada es filtrada por un pasa banda y un elevador de frecuencia primeramente a los 15 MHz IF (frecuencia intermedia). Después filtrada por un cristal y amplificada la IF, la señal es enviada a un reductor de frecuencia 3.6 MHz IF.

Siguiendo la selectividad adicional proporcionada por otro filtro de cristal, luego se amplifica la IF, la señal se descubre y se aplica al amplificador de AGC, circuito de audio, y el circuito de la instrumentación.

Cuando una frecuencia se selecciona en el control de ADF, la banda con los circuitos lógicos en el sintetizador A4 determinan la selección de uno de los seis filtros pasabanda en el sintonizador A3.

El sintetizador A4 proporciona un pulso de silencio que desactiva la salida de audio durante las selecciones de frecuencia, mientras se elimina el ruido molesto del fondo del sistema de audio. El amplificador de AGC controla la ganancia del primer y segundo amplificador IF.

Los dos filtros de cristal determinan la selectividad global del receptor de ADF. El detector de audio se amplifica y el acoplador del transformador da al avión el sistema de audio. La señal de rumbo aplicado al circuito de la instrumentación se filtra por 8 secciones de filtros síncronos, filtros pasabanda, limitado, y aplicado a un par de rumbos detectores de fase que se manejan en la cuadratura (de fase). Las salidas del detector de fase se filtran y se amplifican. En el Receptor de ADF-60A, el seno y coseno en la salida de DC del filtro de los amplificadores son aplicados a un multiplicador de AC/DC a 400 Hz.

El resultado es una conversión de las señales de salida a una frecuencia de 400 Hz para los voltajes del sincro en 3 alambres normales y aplicados al Indicador CTL-60 para manejar el indicador del rumbo relativo a la estación seleccionada. Debe recibir la señal inutilizable y convertirla, el indicador de rumbo se colocara en la posición horizontal.

Función ANT

Con la función seleccionada ANT, los circuitos lógicos en el sintetizador A4 proporcionan las funciones siguientes:

Los circuitos de loop en la ANT-60 () la Antena es inhabilitada quitando el voltaje B.

El indicador (para el ADF60A o ADF-60B) se colocará en posición horizontal. Sólo la salida del amplificador de la antena de sentido se aplica al receptor ADF-60 () cuando la función de ANT se selecciona. El afinador A3 procesa la señal AM de sentido como se anotó en el párrafo precedente, y aplica una salida de audio al avión con el sistema de audio. No habrá ninguna indicación direccional de la estación seleccionada cuando la función de ANT se selecciona.

Modo TONE

En el modo TONE (BFO) se puede comprometer con la función ADF o de ANT. El modo TONE permite la recepción de la señal de CW codificados. El Receptor ADF-60 mantiene una señal auditiva de 1-Khz. que permite la identificación de estaciones de CW codificadas.

Esta señal auditiva de 1 Khz. es bloqueada por el afinador (A3) detector de cerradura y aplicado al amplificador de audio en una proporción de clave.

1.1.3.3. INDICADOR RADIO MAGNÉTICO RMI-30⁹



Fig. 4.3 Indicador radio magnético RMI-30

El Indicador Radio Magnético que se utilizará en el presente trabajo posee las siguientes características:

- Proporciona la información del rumbo del avión en una tarjeta de compás servo-conducida calibrada leída contra una línea fija.
- La bandera del título supervisa el servo error, el compás válido, y la energía del instrumento.
- Es utilizado normalmente con los receptores de la navegación VIR-30/32 o el sistema ADF-60.

PROPÓSITO DEL EQUIPO:

El indicador radio magnético provee una indicación de dirección de la aeronave en una calibrada, La tarjeta de lectura de la brújula de servo conducción contra una línea de referencia fijada.

⁹ Fuente de consulta: Orden Técnica del RMI-30, ROCKWELL INTERNATIONAL

La banderola de dirección monitorea el servo error, validez de la brújula, y fuente de poder del instrumento.

La dirección de una estación ADF o VOR es mostrada por dos indicadores los cuales son leídos contra la tarjeta de la brújula, cada indicador puede ser conectado independientemente a un receptor separado de ADF o VOR por un interruptor de pulsación anunciado.

DESCRIPCIÓN ELÉCTRICA

El RMI-30 contiene además de un indicador mecánico, circuitos de estado sólido que convierten la información de dirección del $\sin/\cos\theta$ del de cualquiera de los receptores VOR/ADF.

Internamente el RMI contiene un transmisor, dos transformadores diferenciales de coordenadas, un transformador de control, un motor, engranajes necesarios y uniones mecánicas relacionadas.

1.1.3.4. ANTENA ANT-60A¹⁰

PROPÓSITO DEL EQUIPO

La antena ANT-60A recibe y procesa las señales de radio que necesita el receptor del ADF, posee integrada dos antenas internas: una de sentido y otra de lazo, además posee un módulo A1 amplificador de RF (radio frecuencia) dentro de una unidad simple similar en tamaño a una antena de lazo convencional.

La colocación de las antenas constituye una instalación simplificada y posee un reducido costo de mantenimiento.

¹⁰ Fuente de consulta: Orden Técnica del ADF-60, COLLINS AVIONICS

La antena ANT 60-A procesa la señal de radio dentro del modulo amplificador de radio frecuencia para proveer una salida de 50Ω a un receptor del ADF-60A.

DESCRIPCIÓN MECÁNICA:

Dicha antena ha sido diseñada para exceder las condiciones del medio ambiente encontradas en general en la aviación.

La forma general de la antena es similar a una hoja diseñada para minimizar la resistencia aerodinámica, dicha antena es montada en el revestimiento del avión y las conexiones eléctricas están realizadas a través de un conector multipin.

El modulo amplificador de RF esta montado dentro de una cavidad en la base del plato de la antena, este modulo esta diseñado para hacer un ensamblaje interconectadas a las antenas de señal y lazo a través de los capacitores de alimentación y hacia el receptor a través de un conector.

DESCRIPCIÓN ELÉCTRICA:

El módulo amplificador de RF A-1 utiliza un amplificador de radiofrecuencia de banda ancha, dos moduladores balanceados y un transformador acoplador para procesar la señal de las dos antenas antes mencionadas.

Las entradas al módulo A1 desde el receptor son: 3 V rms senoidal y una señal de conexión de lazo cosenoidal, además posee conexiones de aproximadamente + 18 VDC (ANT B+) y -9VDC (LOOP B-).

La salida del modulo A1 hacia el receptor es una señal de radio frecuencia en AM (Amplitud modulada.)

PRINCIPIO DE OPERACIÓN:

La señal de referencia es acoplada por un capacitor de alimentación transversal hacia el amplificador de RF A-1. Un filtro pasa bajo L1 retira las interferencias de frecuencias altas de la señal de sentido. Los diodos CR1 y CR2 protegen a los amplificadores de sentido Q1 y Q2 del daño que se puede producir debido a los transitorios de voltajes altos.

La entrada de lazo (direccional) esta acoplada por un capacitor de alimentación transversal hacia los transistores Q4 y Q5 del amplificador de RF de bajo ruido. Los moduladores balanceados U1 y U2 modulan la entrada con ondas senoidales y cosenoidales respectivamente, las salidas de U1 y U2 se encuentran combinadas y desfasadas 90° por un C15 y amplificado por Q3.

Un transformador T1 combina las señales amplificadas de sentido y lazo para producir una salida de radiofrecuencia hacia el receptor llevando información de dirección, el transformador T1 también acopla la antena a un cable coaxial de 50Ω.

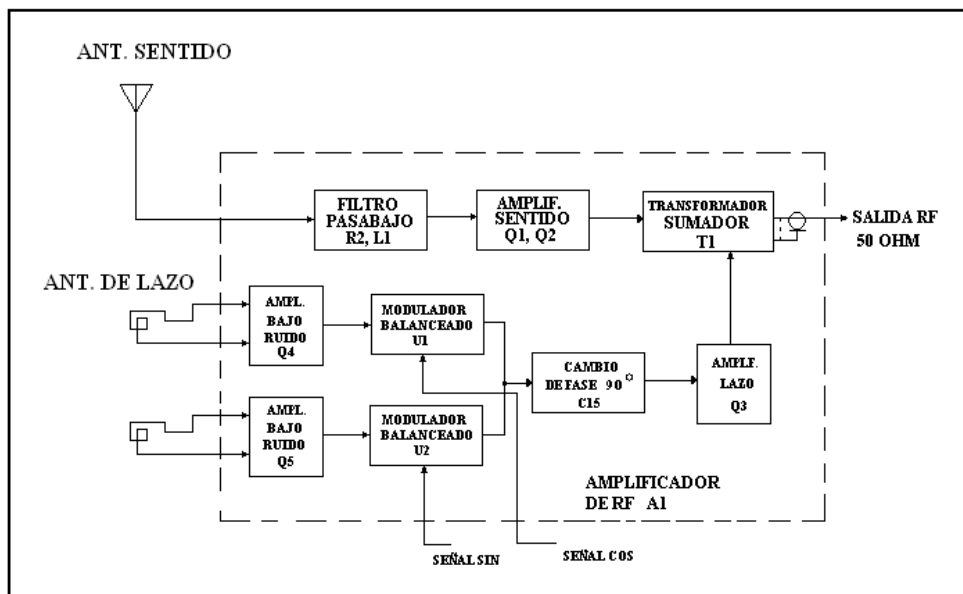


Fig. 4.4 Diagrama de bloques de la antena ANT-60A

1.2. ANALISIS DEL SISTEMA DE NAVEGACION

1.2.1. DISEÑO DE LOS ARNESES PARA EL SISTEMA DE NAVEGACIÓN.

Para el diseño de los arneses utilizados en los equipos de navegación es recomendable recurrir a las órdenes técnicas citadas para cada equipo, en ella se especifican los parámetros básicos de diseño, instalación, funcionamiento, mantenimiento e inclusive diagramas técnicos de vital importancia para la correcta operación de los mismos.

Dado que en aviación cada equipo presenta conectores característicos de la casa fabricante, fue necesario recurrir a su diagrama esquemático, el mismo que representa la conexión utilizada entre el receptor ADF 60A, su antena y sus equipos de control y visualización como son el CTL-60 y el RMI-30, respectivamente.

Frente a la poca disponibilidad de estos conectores, en algunos casos fue necesario diseñar los mismos realizando las adaptaciones necesarias, mientras que en otros casos se recurrió a remplazarlos por repuestos existentes en aeronaves reportadas.

1.2.2. DISEÑO DE UN SISTEMA DE ROTACIÓN DE ANTENA

Dado que nuestro proyecto se instaló en un simulador de mandos de vuelo estático fue necesario simular el movimiento y orientación de la aeronave a fin de lograr una lectura en el instrumento de visualización RMI-30, sintonizado con la estación terrena NDB, utilizando para aquello un control de dirección de antena manejado por los pedales de dirección del simulador, los mismos que en situación real permiten el libre movimiento de la aeronave conocido como alabeo, de esta forma se obtiene indicación que le ayudará al piloto a orientar su aeronave a la estación terrena sintonizada.

Para realizar el control del giro de la antena del equipo ADF 60-A se realizó el circuito que se muestra en la figura 4.5, para lo cual se acoplaron físicamente los finales de carrera normalmente abiertos en el sistema de poleas de los pedales de dirección (figura 4.6) y los finales de carrera normalmente cerrados en el rotor de antena (figura 4.7) para controlar un máximo de giro de 350°.

Se consideró limitar el giro para evitar que los arneses que se conectan a la antena ANT-60A se dañen.

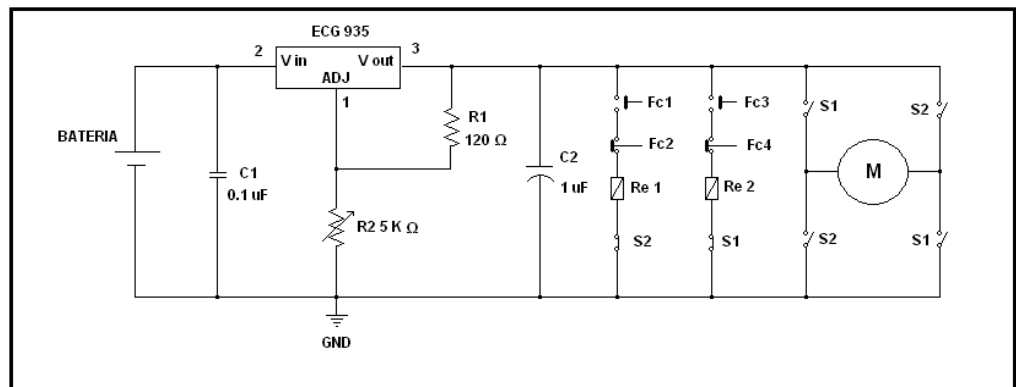


Fig. 4.5 Circuito del control de giro de la antena ANT-60A



Fig. 4.6 Finales de carrera en el sistema de poleas de los pedales de dirección



Fig. 4.7 Finales de carrera normalmente cerrados en el rotor de antena

A continuación se presenta en la figura 4.8 y 4.9 el Rotor de antena implementado y su circuito de control.



Fig. 4.8 Rotor de antena implementado



Fig. 4.9 Circuito de control de giro

1.2.3. DESCRIPCION Y DIAGRAMA DE PINES

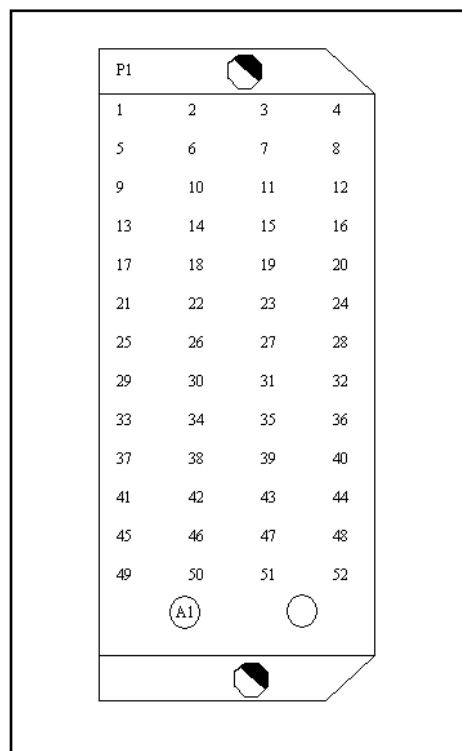


Fig. 4.10 Conector del receptor ADF-60A

Tab. 4.2 Descripción de pines conector del Receptor ADF-60A

PIN	FUNCION	PIN	FUNCION
1	NO CONEXION	27	20 KHz.
2	NO CONEXION	28	DC COS
3	0.5 KHz.	29	GND POWER
4	Q.E.A.	30	40 KHz.
5	NO CONEXION	31	80 KHz.
6	PRUEBA AUTOMATICA	32	DC SIN
7	- 13 V DC	33	BEAR COM, SYNCHRO Z
8	Q.E.B.	34	100 KHz.
9	ANT B+	35	200 KHz.
10	BFO	36	SYNCHRO X
11	MODO DE ENTRADA	37	SIN MOD
12	Q.E.C.	38	400 KHz.
13	GND ANT	39	800 KHz.
14	1 KHz.	40	SYNCHRO Y
15	+18 VDC	41	COS MOD
16	Q.E.D.	42	1 MHz.
17	LOOP B-	43	FREQ COM
18	2 KHz.	44	26 VAC HI
19	SYNTH GND	45	26 VAC LO
20	Q.E.E.	46	BAND 2
21	NO CONEXION	47	MUTE DISABLE
22	4 KHz.	48	28 VDC
23	8 KHz.	49	AGC
24	DC SIN	50	BAND 1
25	ASEGURADOR DEL ADF	51	SALIDA DE AUDIO ALTA
26	10 KHz.	52	SALIDA DE AUDIO BAJA

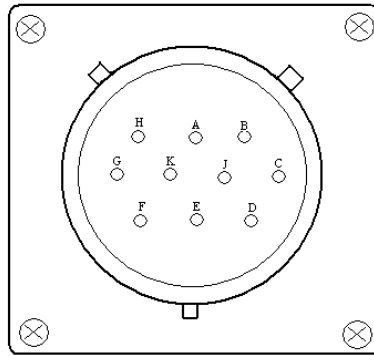


Fig. 4.11 Conector de la Antena ANT-60A

Tab. 4. 3 Descripción de pines conector de la Antena ANT-60A

PIN	FUNCION
A	SALIDA RF
B	COAXIAL BLINDADO
C	LOOP B-
D	SIN MOD
E	GND
F	COS MOD
G	ANT B+
H	COAXIAL BLINDADO
J	COAXIAL BLINDADO
K	COAXIAL BLINDADO

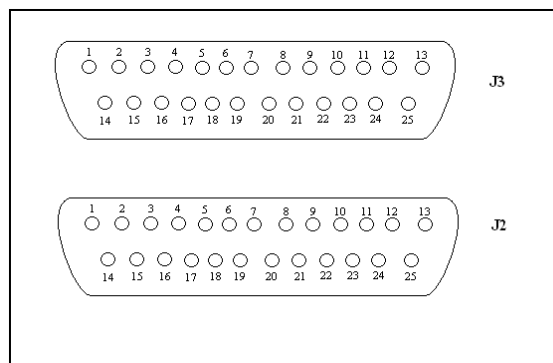


Fig. 4.12 Conector de la caja de control CTL-60

Tab. 4.4 Descripción de pines de los conectores de la caja de control CTL- 60

PIN J3	FUNCION	PIN J2	FUNCION
1	NO CONEXION	1	NO CONEXION
2	FREQ. COMMON	2	28 VDC
3	NO CONEXION	3	NO CONEXION
4	40 kHz.	4	NO CONEXION
5	80 kHz.	5	NO CONEXION
6	100 kHz.	6	NO CONEXION
7	400 kHz.	7	NO CONEXION
8	800 kHz.	8	NO CONEXION
9	500 Hz.	9	TIERRA
10	1 kHz.	10	SALIDA DE AUDIO BAJA
11	2 kHz.	11	NO CONEXION
12	4 kHz.	12	NO CONEXION
13	10 kHz.	13	SALIDA DE AUDIO ALTA
14	NO CONEXION	14	NO CONEXION
15	NO CONEXION	15	NO CONEXION
16	20 kHz.	16	NO CONEXION
17	NO CONEXION	17	NO CONEXION
18	NO CONEXION	18	NO CONEXION
19	200 kHz.	19	NO CONEXION
20	ADF/ANT MODE IN	20	NO CONEXION
21	TONE	21	NO CONEXION
22	1 MHz.	22	GND ANT
23	SELF TEST	23	REFERENCIA DE SALIDA DE AUDIO
24	NO CONEXION	24	NO CONEXION
25	8 kHz.	25	GND POWER

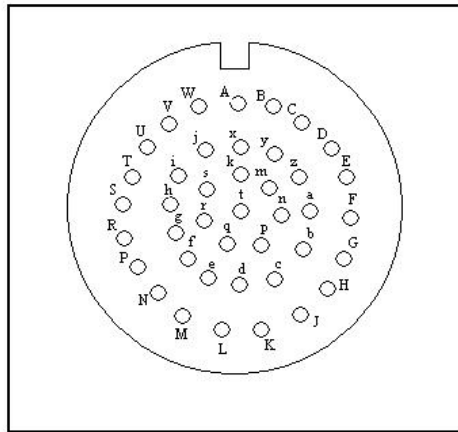


Fig. 4.13 Conector de Indicador Radio magnético RMI-30

Tab. 4.5 Descripción de pines conector del indicador radio magnético RMI-30

PIN	FUNCION	PIN	FUNCION
A	ADF I DATOS DE DIRECCION X	a	26 VAC RUMBO PWR H
B	ADF I DATOS DE DIRECCION Y	b	26 VAC OR 27.5 VDC COMUN
C	ADF I DATOS DE DIRECCION Z	c	BRUJULA DE MONITOREO +28VDC
D	ADF I 26 VAC	D	COMPASS BOOTSTRAP X
E	PIN DE REPUESTO	E	COMPASS BOOTSTRAP Y
F	VOR I SINE θ	F	COMPASS BOOTSTRAP Z
G	VOR I COSINE θ GND	G	COMPASS BOOTSTRAP H
H	VOR I COSINE θ	H	COMPASS BOOTSTRAP C
J	+5 VDC OR 5VAC FUENTE DE PODER LUZ H	i	PIN DE REPUESTO
K	PIN DE REPUESTO	j	+27.5 VDC RMI PWR H
L	ADF 2 DATOS DE DIRECCION X	k	+27.5 VDC RMI PWR C
M	ADF 2 DATOS DE DIRECCION Y	l	RMI CHASSIS GND
N	ADF 2 DATOS DE DIRECCION Z	m	+27.5 VDC OR 26 VAC LIGHT P
P	ADF 2 26 VAC	n	FUENTE DE PODER DE LUZ C
R	PIN DE REPUESTO	p	VOR I VOR/LOC SUPER FLAG
S	VOR 2 SINE θ	r	VOR I DELAYED ILS MODE
T	VOR 2 COSINE θ GND	s	VOR I VOR/LOC SUPER FLAG
U	VOR 2 COSINE θ	t	VOR I DELAYED ILS MODE
V	26 VAC 400HZ VOR		
W	PIN DE REPUESTO		
X	COMPAS X		
Y	COMPAS Y		
Z	COMPAS Z		

1.3. IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE NAVEGACION

1.3.1. INSTALACION DE LOS EQUIPOS

Una vez diseñado los arneses requeridos se procedió a su implementación, tal como se indica en la figura 4.14.

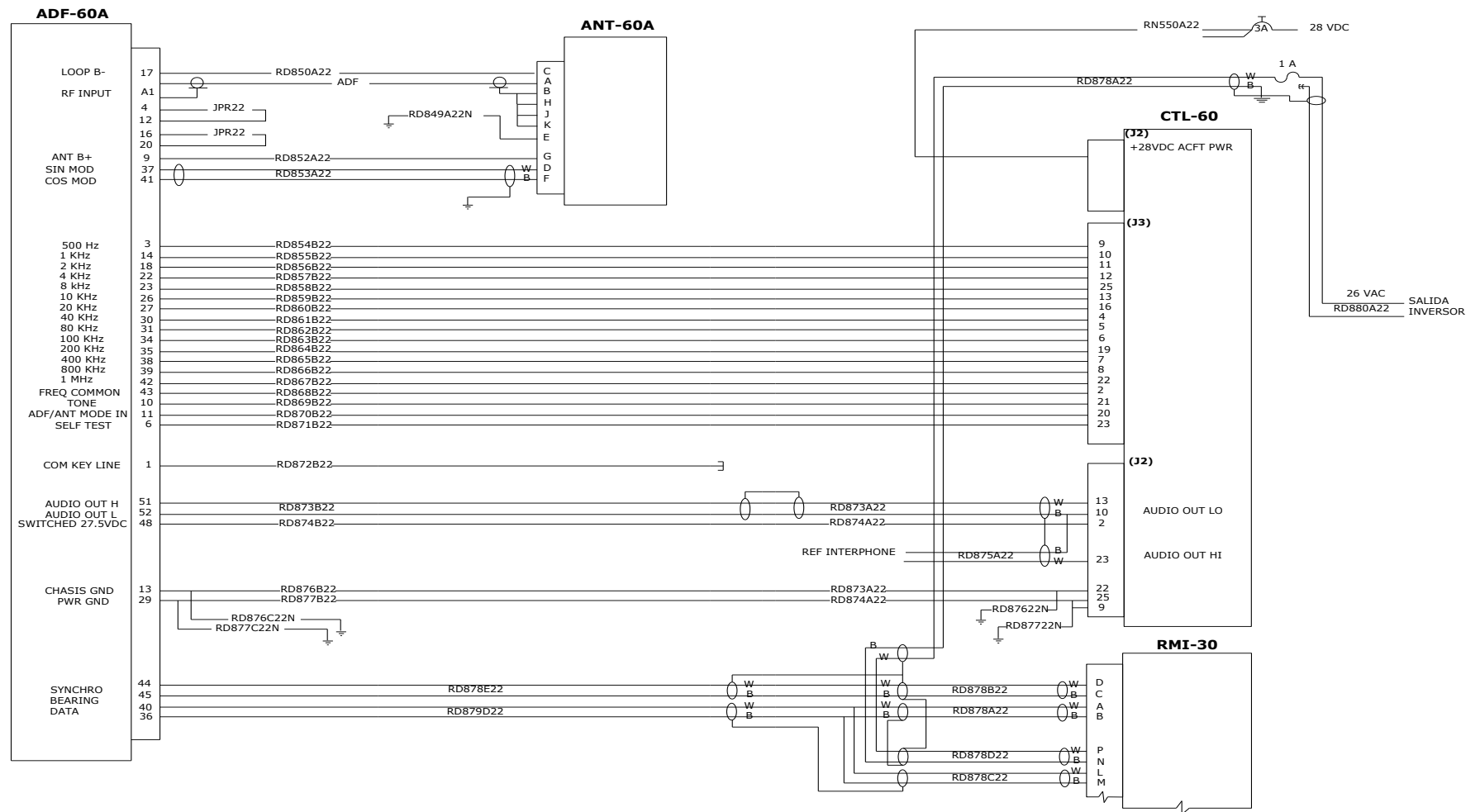


Fig. 4.14 Diagrama de conexiones del sistema de Navegación ADF

Dentro de la cabina se instalaron los equipos a ser manipulados por el piloto como son la caja de control CTL-60 con indicación digital así como el indicador radio magnético RMI-30, mientras que el receptor ADF-60A y la antena ANT se los ubicó en la nariz del simulador, respetando las convenciones de ubicación especificadas en aviación. De igual manera se procedió con los fusibles de protección eléctrica y los selectores de audio ADF/VHF.

Justificando el proyecto como medio pedagógico se implementó un control del sistema de audio, tal como existe en los aviones reales de entrenamiento, lo que permite seleccionar el modo de audio tanto para el sistema de comunicación como para el de navegación a fin de obtener una audición privada por medio de los audífonos o hacerla pública a través de un parlante.

CAPITULO V

PRUEBAS EXPERIMENTALES Y ANALISIS DE RESULTADOS

1.4. PRUEBAS DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN

1.4.1. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO.

Para comprobar el funcionamiento del equipo de comunicación se recomienda adoptar los siguientes procedimientos:

- a. Compruebe la alimentación proveniente de la batería.
- b. Encienda el equipo de comunicación verificando que el display se encuentre activado y funcionando.
- c. Verifique el nivel de audio presente en los audífonos y en el parlante.
- d. Compruebe además el funcionamiento del botón PTT (Push To Talk) ubicado en el bastón de mando del simulador.
- e. Realice una prueba de transmisión/recepción con otro equipo portable de comunicación, a fin de verificar la calidad de la señal. En caso alternativo realice esta prueba con la torre de control del Aeropuerto de Latacunga (118.5 MHz.). No olvide mantener disciplina de comunicación.

1.4.2. PRUEBAS DE ALCANCE

En la transmisión. Se realizaron varias pruebas de transmisión logrando obtener los siguientes resultados:

Tabla 5.1. Pruebas de transmisión

PRUEBAS DE TRANSMISION		
No.	ALCANCE (m)	CALIDAD DE SEÑAL*
1	<100	5 / 5
2	500	5 / 5
3	1000	5 / 5
4	2000	5 / 5
5	4000	5 / 5
6	4500	4 / 5
7	5000	3 / 5
8	>5000	2 / 5
*En una escala valorada de 1 a 5.		

En la recepción. Cabe indicar que el equipo utilizado logra mantener una calidad de señal óptima (valorada en 5 / 5) en la etapa de recepción, logrando captar la transmisión de las aeronaves que se encuentran en procedimientos de aproximación al Aeropuerto Internacional de Latacunga a más de 20 Km. de distancia desde el simulador de vuelo del ITSA.

1.4.3. PRUEBAS DE SEÑAL

Con la ayuda del analizador de onda SWR para HF y VHF se pudo obtener experimentalmente los siguientes resultados a fin de determinar el tamaño de la antena tipo látigo más adecuada para el equipo de comunicación utilizado.

Por la necesidad de utilizar una antena con polarización vertical semejante a las empleadas en aviación para los equipos de comunicación VHF, se diseñó una antena tipo Marconi o látigo, utilizando como material una barra de bronce cuyas características de dureza y conducción son necesarias para su uso en el simulador, El cálculo de la longitud de la antena¹⁶ se lo realizó con la fórmula:

$$L = \frac{\lambda}{4} \qquad \lambda = \frac{c}{f}$$

Donde: L es la longitud de la antena.

c = 3×10^8 m/s.

f en Hz.

λ en m.

Para nuestro caso se tomará como punto de partida la frecuencia de 118 MHz. ya que es el valor de frecuencia más bajo de nuestro equipo de comunicación, de lo cual se obtiene:

$$L = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{4(118 \times 10^6 \text{ Hz})}$$

$$L = 0.63 \text{ m}$$

Valor a partir de la cual se redujo experimentalmente su longitud hasta alcanzar un nivel óptimo de señal tal como se muestra en la tabla 5.2.

Tabla 5.2. Pruebas para determinar longitud antena y el SWR.

Frecuencia resonancia	Longitud de la antena	SWR
-----------------------	-----------------------	-----

¹⁶ Fuente de consulta: Manual del Radioaficionado Moderno, Edit. MARCOMBO

(MHz.)	(cm.)	
130 – 136	63	< 3
126 – 130	63	2 – 3
120 – 126	63	3 – 5
117 – 120	63	> 5
119 – 136	47	< 3
118.5	47	1.75
118.0	47	1.5
117.6	47	1.4

1.4.4. CÁLCULO DE LA EFICIENCIA O RENDIMIENTO DE LA ANTENA

Para obtener este valor se relaciona la potencia de radiación con la potencia aplicada a la antena, para lo cual se aplicó una carga netamente resistiva llamada comúnmente “carga fantasma” para luego ser reemplazada con la antena utilizada. Dicho cálculo se muestra a continuación:

$$\eta = \frac{Pr}{Pa} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{5}{6} W \times 100\%$$

$$\eta = 83.33 \%$$

1.5. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL SISTEMA DE COMUNICACIÓN.

- Dado los fines didácticos con que fue instalado el equipo de comunicación se cumple con la característica de alcance y calidad de la señal, ya que en la práctica los potenciales usuarios del equipo realizarán la transmisión/ recepción en el interior del laboratorio en el que se encuentra instalado el simulador. El alcance limitado en la transmisión se debe sin embargo, a la gran cantidad de objetos circundantes del laboratorio y su característica de construcción.
- En la recepción se puede fácilmente escuchar la comunicación mantenida entre el controlador de tráfico aéreo de la torre de control del Aeropuerto Internacional de Latacunga y los vuelos comerciales o militares circundantes, logrando además que el alumno usuario pueda familiarizarse con la terminología aeronáutica empleada.
- Se ha comprobado experimentalmente y con la ayuda de un reflectómetro que la longitud física de una antena siempre será menor que su longitud eléctrica calculada teóricamente. Esto se debe en gran parte a la presencia de objetos próximos que interfieren en la radiación de la antena, la relación longitud/diámetro o el efecto de los aisladores en las puntas de la antena. Al final se optó por utilizar una antena cuya longitud presentaba una calidad óptima de señal en la frecuencia de trabajo (118.0 MHz).
- Es necesario recalcar que para un mayor alcance en la transmisión la antena del equipo deberá ser instalada en el exterior del laboratorio, ya que esta edificación constituye un obstáculo que genera una atenuación de la señal transmitida.
- La eficiencia lograda por esta antena alcanza 83.33%, lo que nos da un indicador de su rendimiento, que para el tipo de aplicación didáctico de nuestro caso es bastante aceptable.
- El patrón de radiación se obtiene utilizando un software que aplica el método de momentos dadas las características de longitud y diámetro de la antena, así como también su frecuencia de operación.

En la figura 5.1 se visualiza el patrón de radiación para una frecuencia de 118.0 MHz.

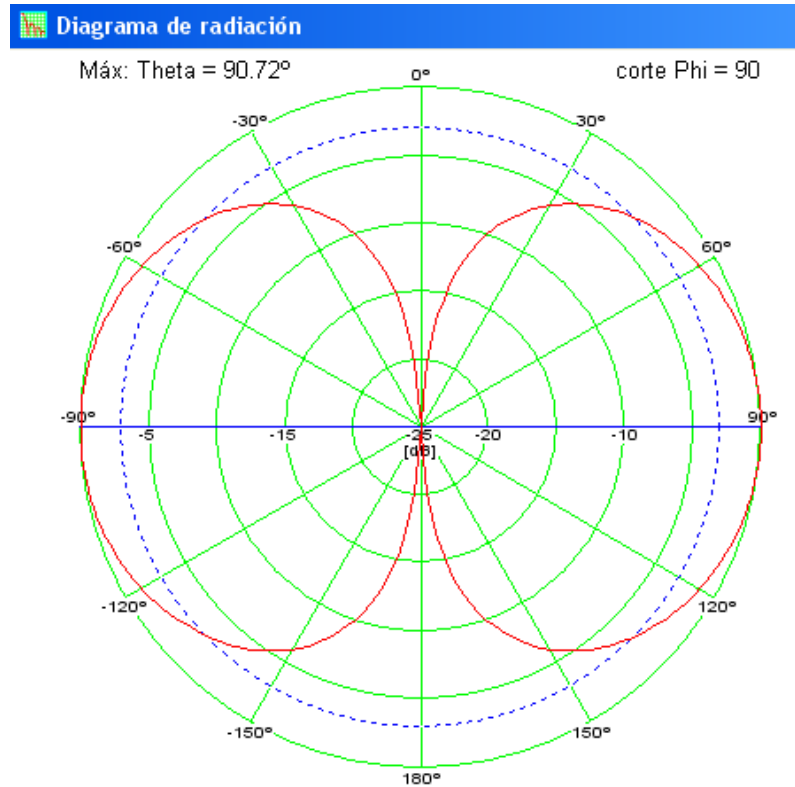


Fig. 5.1 Patrón de Radiación de la antena para una frecuencia de 118.0

1.6. PRUEBAS DEL SISTEMA DE NAVEGACIÓN.

1.6.1. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO.

Para comprobar el funcionamiento del sistema se recomienda adoptar los siguientes procedimientos:

- a. Aplique la alimentación requerida por el sistema (27.5 Vdc). Para ello verifique que tanto la fuente de alimentación como el interruptor del panel de fallas se encuentren encendidos.
- b. Coloque la perilla selectora de función en ANT.
- c. Asegúrese de que el equipo sintonice emisoras locales en el rango de frecuencia desde 190 KHz. a 1749.5 KHz.
- d. Coloque la perilla selectora en ADF. Este paso logrará obtener lectura en el indicador radio magnético.
- e. Con el receptor sintonizando una estación en particular, active el botón pulsador TEST y verifique que la aguja indicadora rote 90° desde la referencia y retorne a la misma luego de ser liberado dicho botón. Si el equipo recibe una señal débil la aguja indicadora se parqueará horizontalmente.
- f. Evite realizar estas pruebas con presencia de radiación electromagnética proveniente de otros equipos o 2 horas antes y después de la puesta o salida del sol respectivamente.
- g. Verifique además que el rotor de antena funcione correctamente presionando los pedales de dirección: tanto izquierdo como derecho. No olvide que el rotor de antena funciona con un interruptor habilitador ubicado cerca de la batería.
- h. Es necesario comprobar que el rotor de antena cumpla con su característica de no girar más de 360°, ya que al hacerlo podría ocasionar daños en el cableado de la antena.

1.6.2. PRUEBAS DE SEÑAL.

Considerando que el fin del sistema de navegación ADF es proporcionar la ubicación de una señal en tierra (inclusive de radios comerciales en AM), se han

receptado las siguientes emisoras destacándose en cada una de ellas su ubicación y lectura proveniente del indicador radio magnético utilizado.

Tabla 5.3. Pruebas de señal para el equipo ADF.

Emisora	Ubicación	Frecuencia (KHz.)	Lectura RMI*
Nuevos Horizontes	Parroquia 11 de Noviembre	1460	265°
Latacunga	Parroquia Aláquez	1080	80°
Novedades	Santán	1100	85°
Colosal	Atocha	1040	290°
* Ubicación relativa desde la nariz del avión simulador, considerado como 0 °			

1.7. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DEL SISTEMA DE NAVEGACIÓN.

- Dada la variedad de emisoras comerciales que el equipo recepta, resulta de gran ayuda conocer su ubicación a fin de contar con una posición referencial que permita obtener una lectura similar a la que la tripulación de una aeronave pudiera tener en caso real.
- También se puede recurrir a la utilización de la frecuencia del NDB o estación de radio ayuda en tierra que emite un código Morse compuesto de tres letras características de cada aeropuerto. En el caso de Latacunga esta frecuencia es de 260 KHz. y sus iniciales son LAT.
- Estos procedimientos que el piloto realiza con su aeronave en movimiento pueden ser simplificados en el simulador con la ayuda del rotor de antena que brindará una lectura instantánea conforme la antena barre un radio de acción de aproximadamente 350°.

- Se ha optado por sintonizar aquellas emisoras locales con clara recepción a fin de que su señal pueda ser captada por la antena del ADF de forma que la lectura del indicador radio magnético sea la más real posible, a sabiendas de la ubicación de su antena repetidora.
- Existen casos de emisoras que son captadas de forma esporádica, siendo su recepción bastante variable debido a la distorsión de señal que sufren las ondas en la noche o producto de interferencias electromagnéticas. Estas emisoras no logran brindar una indicación real en el RMI.
- La ubicación de la nariz del simulador tiene una desviación de 5° con respecto al norte magnético teniendo que considerar este valor para referenciar la ubicación de otras emisoras en la carta topográfica.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.8. CONCLUSIONES

Parte de las conclusiones técnicas a las que se llega luego de la culminación de este proyecto se encuentran redactadas en el Capítulo V como parte del análisis de resultados obtenidos tanto para el Sistema de Comunicación como para el Sistema de Navegación implementado.

Sin embargo, el proyecto demandó no solo aquellos aspectos técnicos relacionados con la instalación, operación, funcionamiento y mantenimiento de los equipos, sino que involucró también aspectos logísticos, administrativos y hasta económicos como los relatados a continuación:

- Se cumplió con el objetivo de implementar un Sistema de Navegación utilizando la infraestructura presente en el ITSA a fin de potenciar uno de sus laboratorios. Para tal efecto se utilizó instrumentos considerados como repuestos o presentes en aeronaves dadas de baja de la Fuerza Aérea Ecuatoriana, como el avión T-33 de la Base Aérea de Manta, explotando por consiguiente la disponibilidad de recursos aeronáuticos que tiene nuestra institución, así como también el abundante material de consulta relacionado.
- De esta manera se logró el objetivo de contar con un instrumento de navegación que funciona de manera similar al ubicado dentro de una aeronave, facilitando el entendimiento de su principio de operación, básicamente el mismo en los sistemas modernos de navegación, con lo que los alumnos pueden experimentar ampliamente en su etapa de entrenamiento sin necesidad de recurrir a las bases operativas y escuadrones de mantenimiento de la Fuerza Aérea.

- Se comprobó que la reparación de estos equipos demanda de una inspección rigurosa que involucra una gran preparación técnica. Para ello se recurrió a la experiencia del personal de aerotécnicos capacitado para el mantenimiento de equipos y partes de aviación, logrando por consiguiente un ahorro económico sustancial comparado con la propuesta ofertada por la casa fabricante, mas aun cuando la disponibilidad de recursos económicos por parte de nuestros auspiciantes era limitada.
- Para el caso del Sistema de Comunicación se aprovechó la disponibilidad de un equipo moderno que el ITSA había adquirido años atrás y que había aplazado su instalación. Su fácil manipulación ayuda a mantener una familiarización con este tipo de equipos que permitirán entender de mejor manera las comunicaciones aéreas tanto en el ámbito comercial como en el ámbito militar.
- La aplicación de estos equipos se encuentra respaldado por la presencia y enseñanza de profesionales calificados que instruirán adecuadamente a los alumnos practicantes en la optimización de recursos. Complementando para aquello los planes analíticos de las carreras de Aviónica y Telemática del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.
- La implementación de sistemas de aviación constituye a la vez un método adecuado que ha servido a la institución como medio de transferencia de conocimiento. Ese ha sido nuestro caso, hemos logrado adentrarnos a la realidad de la institución y su requerimiento urgente de incorporar profesionales comprometidos que contribuyan con su capacidad creativa a su desarrollo institucional, devolviendo de esta manera a la fuerza la inversión realizada en nuestra capacitación universitaria.

1.9. RECOMENDACIONES

- La implementación de un Sistema de Comunicación y Navegación demanda que a futuro sea más factible la instalación de equipos similares. Esto permitirá ampliar

el conocimiento en los sistemas aviónicos de la aeronave, hasta ahora desconocidos por los alumnos en su etapa de entrenamiento.

- Es recomendable aprovechar la amplia variedad de material bibliográfico que posee la institución, ya que este medio complementado con la ayuda profesional de gente capacitada permite una fácil comprensión de los equipos y sistemas.
- Es conveniente considerar que para la adquisición de nuevos equipos relacionados con la aeronáutica se deben incluir programas de capacitación continuos y actualizados a mas de contar con un respaldo escrito plasmado en las órdenes técnicas proporcionadas por la casa fabricante. Gozando de esta manera con una asistencia técnica oportuna y flexible.
- La Aviónica es un campo que maneja instrumentos costosos cuya adquisición generalmente se la realiza en el exterior, involucrando grandes egresos económicos, por lo que se recomienda mantener especial cuidado en su manipulación, así como también emprender programas de mantenimiento tanto preventivo como correctivo. En los manuales de operación de cada equipo se especifican estos detalles.
- La disponibilidad de partes y repuestos de aviación se encuentra respaldado por la vigencia de un Sistema Logístico Integrado que lleva un control pormenorizado de los recursos de la Fuerza Aérea. Se recomienda recurrir a los Escuadrones de Abastecimientos para contar con esta disponibilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- COLLINS AVIONICS GROUP/ROCKWELL INTERNATIONAL, ADF Automatic Direction Finding System, USA, 1977.
- COLLINS AVIONICS GROUP/ROCKWELL INTERNATIONAL, Instruction Book RMI-30 Radio Magnetic Indicator, USA, 1979.

- ICOM, Instalation Manual VHF air band tranceiver IC-A200 version 100, USA, 2001
- ICOM, Instruction Manual VHF air band tranceiver IC-A200 version 100, USA, 2001
- POBLET J. Manual del Radioaficionado Moderno, Marcombo S.A., Barcelona, 1083.
- VELASCO J. Diccionario Aeronáutico Civil y Militar, Edit. Paraninfo, Madrid, 1994.
- CASS M. Volando con VOR, ADF y DME, Edit. Paraninfo, Madrid, 1989.
- OÑATE E. Estabilidad y Control del Avión, Edit. Paraninfo, Madrid, 1994.

ANEXOS

ANEXO 1

MANUAL DE USUARIO DEL EQUIPO

VHF IC-A200 VERSION 100¹⁷

DESCRIPCION DEL EQUIPO.

DESCRIPCIÓN DEL PANEL

La figura 1.1 presenta una descripción general del panel frontal del sistema de comunicación empleado, se describirá cada una de sus partes a continuación:

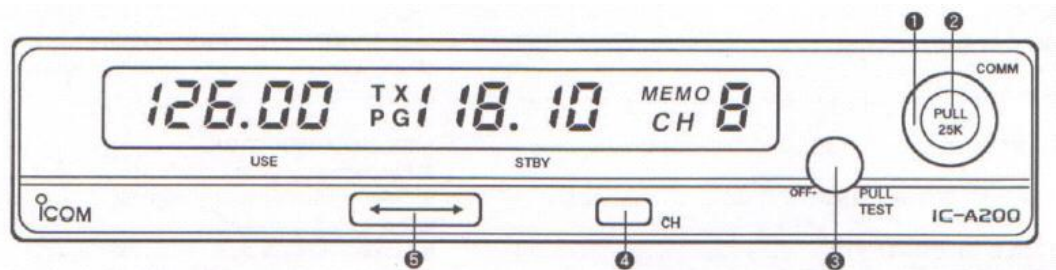


Fig. 1.1 Panel de control del equipo de comunicación IC-A200

Perilla grande (1)

- Cambia la frecuencia en pasos de 1 MHz. en modo STBY y modo USE.
- Permite seleccionar un canal de memoria.
- Permite programar una memoria seleccionada como un canal en blanco.

Perilla pequeña (2)

- Cambia la frecuencia en pasos de 25 KHz. o 50 KHz. en modo STBY y modo USE.
- Permite seleccionar un canal de memoria.

¹⁷ Fuente de consulta: Manual de Instrucciones del Equipo, ICOM Inc.

Perilla de control de volumen (3)

- Permite encender el equipo y ajustar el nivel de audio.
- Cuando se encuentra retraída acciona la función squelch que permite verificar el nivel de audio disponible.

Botón selector de canal (4)

- Permite actualizar un canal de memoria que se encuentra almacenado en el modo STBY.
- Cuando se lo mantiene presionado, este botón permite realizar la programación de los canales de memoria.

Botón selector de frecuencia (5)

- Permite seleccionar el canal de frecuencia entre los modos disponibles (STBY/USE).
- Cuando se lo mantiene presionado, este botón permite visualizar el modo STBY o el modo USE.

FUNCIONES DEL DISPLAY

La figura 1.2 permite visualizar las funciones de la pantalla, así como también sus respectivos mensajes:

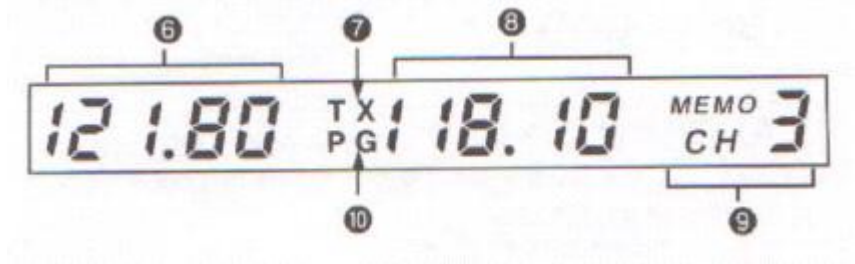


Fig. 1.2 Funciones de pantalla presentes en el equipo de comunicación

Pantalla en modo USE (6)

- Indica la frecuencia que se encuentra operando actualmente tanto para recepción como para transmisión.

Indicador de transmisión (7)

- Se visualiza mientras el equipo se encuentra transmitiendo.

Pantalla en modo STBY (8)

- Indica que una frecuencia seleccionada en espera será la próxima a utilizarse.
- Indica la frecuencia de un canal de memoria que ha sido convocado.

Indicador del Canal de memoria (9)

- Permite visualizar el número del canal de memoria seleccionado.

Indicador de programación (10)

- Indica la factibilidad para que un canal de memoria pueda ser programado.

OPERACIÓN DEL EQUIPO

MÉTODOS DE SELECCIÓN DE FRECUENCIA

Existen dos maneras de seleccionar una frecuencia deseada:

Selección de frecuencia en forma general

Sintonice una frecuencia deseada, la misma que será almacenada en la pantalla STBY. Luego cambie de la pantalla USE a la pantalla STBY, logrando así sintonizar la frecuencia requerida.

Para mayor información refiérase a la parte *“Selección de una frecuencia en la pantalla STBY”*

Selección de frecuencia en forma directa

Para operar en este modo, simplemente seleccione una frecuencia deseada directamente desde la pantalla USE.

Para mayor información refiérase a la parte *“Selección de una frecuencia en la pantalla USE”*

NOTA: Para lograr una selección de frecuencia de forma más rápida, conviene programar las frecuencias más usadas en los canales de memoria. Sin embargo, cuando un canal de memoria es llamado, la frecuencia visualizada en la pantalla STBY es suprimida.

SELECCIÓN DE UNA FRECUENCIA EN LA PANTALLA STBY

Siga los siguientes pasos a ser utilizados en la pantalla STBY:

- Gire la perilla de control de volumen para encender el equipo. Notará que las frecuencias anteriormente utilizadas aparecen tanto en la pantalla USE como en la STBY.
- Gire la perilla grande o la pequeña para lograr sintonizar una frecuencia deseada. Notará que la frecuencia en la pantalla USE no es afectada.
- Utilice la perilla grande para cambiar la frecuencia en intervalos de 1 MHz, si hala la perilla pequeña lo hará en intervalos de 25 KHz. o si la presiona podrá hacerlo en intervalos de 50 KHz.
- La figura 1.3 muestra claramente la sintonía por medio de las perillas.

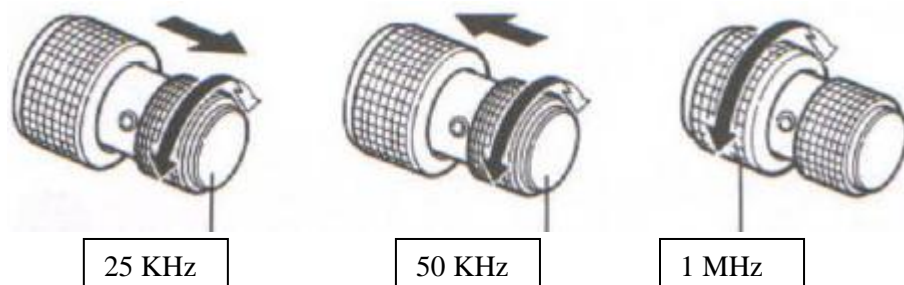


Fig. 1.3. Selección de frecuencia utilizando las perillas

SELECCIÓN DE UNA FRECUENCIA EN LA PANTALLA USE

Una frecuencia en la pantalla USE puede ser seleccionada directamente sin utilizar la pantalla STBY. Para lo cual se aconseja seguir los siguientes pasos:

- Mantenga presionado el botón [↔] hasta que la frecuencia en la pantalla STBY desaparezca.
- Sintonice una frecuencia deseada usando la perilla grande o la pequeña.
- Presione nuevamente el botón [↔] para que aparezca la pantalla STBY.

CAMBIO DE FRECUENCIA

- Seleccione una frecuencia en la pantalla STBY.
- Presione [↔] para cambiar la frecuencia desde la pantalla de STBY a la pantalla USE.
- Es importante que no se mantenga presionado este botón ya que podría ocasionar que la frecuencia visualizada en la pantalla STBY desaparezca.
- La figura 1.4 representa este proceso.



Fig. 1.4 Cambio de frecuencia entre pantallas

MODO DE RECEPCION

Los siguientes pasos son necesarios para la etapa de recepción:

- Coloque sus audífonos apropiadamente.
- Seleccione una frecuencia de operación.

- Hale la perilla de control de volumen para abrir el “*squelch*” manualmente. “*Squelch*” es un término que se utiliza en comunicaciones para indicar el nivel de audio presente en un equipo sin necesidad de recibir una señal.
- Gire la perilla de control de volumen para ajustar el nivel de audio.
- Presione la perilla de control de volumen para cerrar el “*squelch*”. La perilla de “*squelch*” se abrirá automáticamente sólo cuando una señal es recibida en el equipo indicándonos de esta manera que una recepción está en progreso.
- La figura 1.5 ilustra este procedimiento.

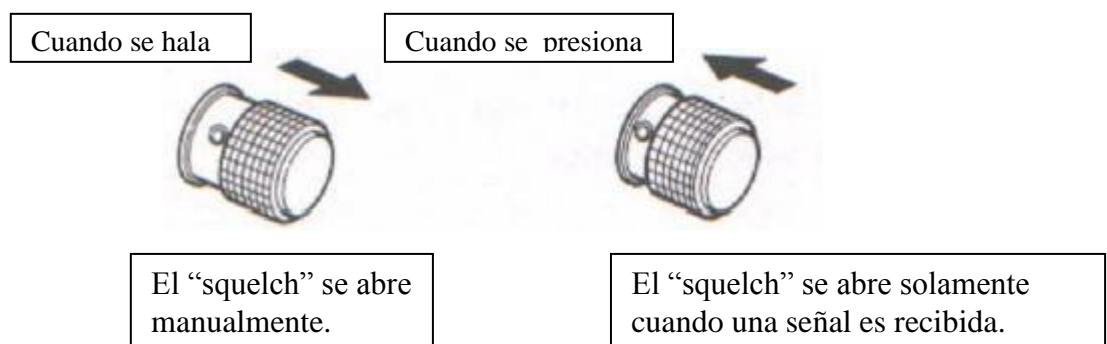


Fig. 1.5 Apertura del “squelch” frente a una señal recibida

MODO DE TRANSMISION

Los siguientes pasos son necesarios para la etapa de recepción:

- Coloque sus audífonos apropiadamente.
- Seleccione una frecuencia de operación.
- Presione el botón PTT (Push To Talk) ubicado en el bastón del simulador. Podrá visualizar “TX” en la pantalla como se aprecia en la figura 1.6.

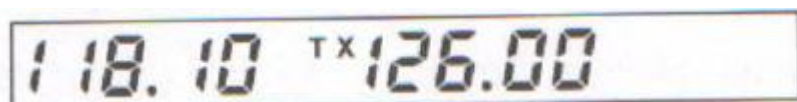


Fig. 1.6 Pantalla en modo recepción

- Hable a través del micrófono con un nivel de voz normal. No acerque el micrófono demasiado a su boca porque podría provocar una distorsión de la señal transmitida.
- Libere el botón PTT una vez que haya transmitido para permitir la recepción.

EJEMPLO DE SINTONIA DE UNA FRECUENCIA

La figura 1.7 es un ejemplo que ilustra los pasos a seguir para seleccionar la frecuencia de 126.125 MHz en la pantalla STBY para luego transferirla a la pantalla USE.

PROGRAMACION DE UN CANAL DE MEMORIA

Para realizar la programación de los diferentes canales de memoria con que cuenta el equipo se recomienda tener en cuenta los siguientes factores:

- Un “*canal en blanco*” es un canal de memoria que no contiene una frecuencia programada. Se visualiza “-----” en la etapa de programación.
- Es necesario diferenciar los términos: “presionar” y “mantener presionado”, ya que son dos acciones distintas que desarrollan funciones diferentes
- Durante la programación de un canal de memoria si una operación no es ejecutada dentro de 15 segundos aproximadamente el equipo escribe la frecuencia seleccionada dentro del canal de memoria o en su defecto regresa a la pantalla de operación normal.

- Se puede prevenir cambios accidentales de los canales de memoria mediante la opción que brinda el equipo de “canal protegido”. Siempre y cuando se mantenga presionado el botón [↔], lo que impedirá que una frecuencia sea cambiada.

El tranceptor está equipado con 9 canales de memoria cuyo objetivo primordial es el de almacenar las frecuencias más utilizadas por un usuario. El procedimiento para programar estos canales se detalla a continuación:

- Mantenga presionado [CH] hasta que el número de canal de memoria comience a destellar.
- Gire la perilla grande o la pequeña para seleccionar el canal de memoria que desea programar.
- Presione el botón [↔]. Se destellará “-----” en la pantalla en modo USE.
- Gire la perilla grande o la pequeña para sintonizar la frecuencia deseada
- Presione [CH] para regresar a la operación normal y finalizar la etapa de programación.

EJEMPLO DE PROGRAMACION DE CANAL

En la figura 1.8 se ilustra un ejemplo para programar y almacenar la frecuencia de 121.40 MHz. dentro del canal de memoria 4.


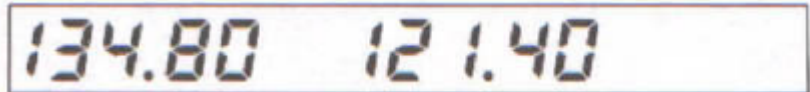





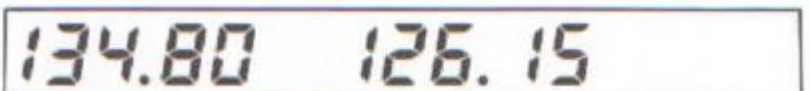

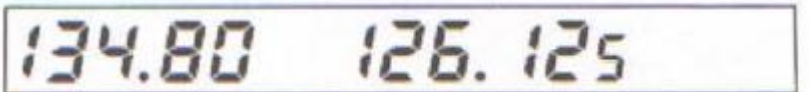


1.	Gire la perilla de volumen para encender el equipo.			Se visualizarán las frecuencias usadas anteriormente.
2.	Sintonice 126.40 MHz.			Gire la perilla grande para cambiar en intervalos de 1 MHz en modo STBY.
3.	Sintonice 126.15 MHz.			Gire la perilla pequeña para cambiar en pasos de 50 KHz. en modo STBY.
4.	Hale la perilla para sintonizar pasos de 25 KHz.			Hale la perilla pequeña para lograr intervalos de 25 KHz.
5.	Sintonice 126.125 MHz.			Gire la perilla pequeña para cambiar en pasos de 25 KHz. en modo STBY.
6.	Presione [↔]			La frecuencia en la pantalla STBY será transferida a la pantalla USE y viceversa.

Fig. 1.7. Ejemplo demostrativo para sintonizar una frecuencia deseada

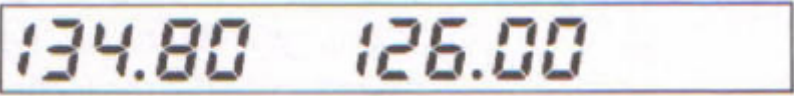





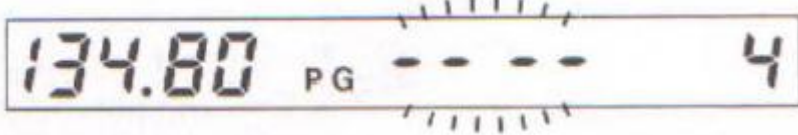

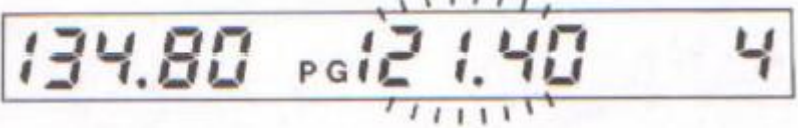

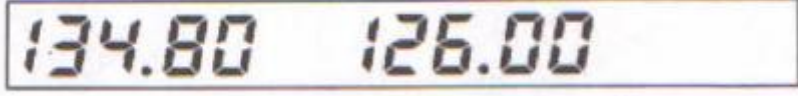
1.	Comience desde cualquier pantalla.			
2.	Mantenga presionado			Aparecerá el texto “PG” así como también el canal de memoria previo.
3.	Seleccione el canal de memoria número cuatro (4).			La señal “- - -” aparecerá cuando no existe almacenada ninguna frecuencia en la memoria de canal 4.
4.	Presione [↔]. No lo mantenga presionado.			Destellará “- - -”
5.	Sintonice 121.40 MHz.			
6.	Presione [CH]. No mantenga presionado			La frecuencia previa en la pantalla STBY aparecerá nuevamente.

Fig. 1.8. Ejemplo demostrativo para programar un canal de memoria

LLAMADA DE UNA MEMORIA EN LA PANTALLA STBY

La selección de un canal de memoria debe ser desarrollada o ejecutada en la pantalla STBY. Para hacerlo siga los siguientes pasos:

- Presione el botón [CH]. Asegúrese de no mantenerlo presionado u otra función podría ser activada. "MEMORY" y el canal de memoria previamente utilizado aparecerán en la pantalla, tal como se ilustra en el gráfico 1.9. Asegúrese de ejecutar el siguiente paso dentro de 5 segundos.

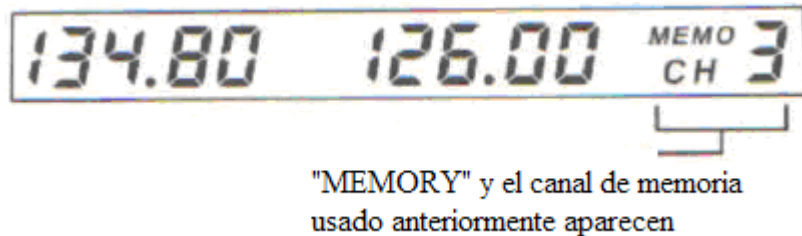


Fig. 1.9. Visualización de la memoria y su respectivo canal

- Gire la perilla grande o la pequeña para seleccionar el canal de memoria requerido. Si estas perillas no son manipuladas dentro de 5 segundos, el canal de memoria es automáticamente transferido a la pantalla STBY, tal como se aprecia en la figura 1.10.

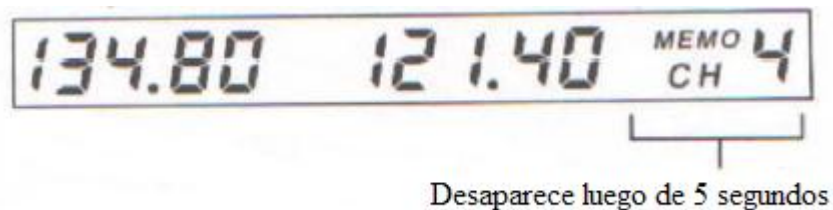


Fig. 1.10. Ocultación de la memoria y su respectivo canal

LLAMADA DE UNA MEMORIA EN LA PANTALLA USE

Para ejecutar una rápida operación en la pantalla USE se recomienda que un canal de memoria invocado deba ser transferido dentro de la pantalla USE sin esperar 5 segundos.

Este procedimiento se detalla a continuación:

- Presione el botón [CH]. Asegúrese de no mantenerlo presionado u otra función podría ser activada.
- Gire la perilla grande o la pequeña para seleccionar el canal de memoria requerido. Tal como se muestra en la figura 1.11

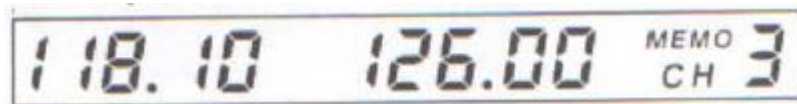


Fig. 1.11 Selección del canal de memoria

- Presione el botón [↔]. El canal de memoria requerido es copiado dentro de la pantalla USE mientras que la frecuencia visualizada en la pantalla USE es transferida a la pantalla STBY. Tal como se aprecia en la figura 1.12.



Fig. 1.12. Transferencia de la frecuencia a la pantalla USE

EJEMPLO DE UN LLAMADO DE MEMORIA

En la figura 1.13 se ilustra un ejemplo de cómo llamar al canal de memoria número 4 dentro de la pantalla STBY.

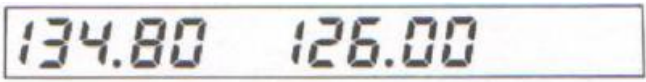
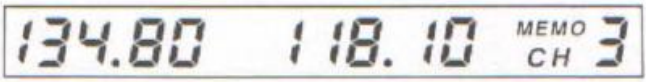
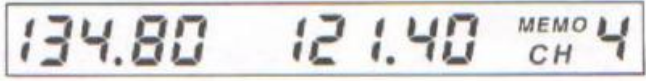
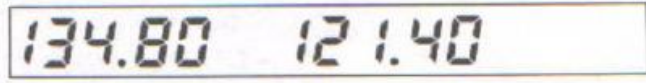
1.	Comience desde cualquier pantalla		
2.	Presione el botón [CH]		“MEMO” y el canal de memoria aparecerán
3.	Seleccione el canal de memoria 4		Después de 5 segundos el canal de memoria
			requerido será automáticamente transferido a la pantalla STBY

Fig. 1.13. Ejemplo de un llamado de canal de memoria

MANUAL BASICO DE MANTENIMIENTO DEL EQUIPO

DESMONTAJE DEL EQUIPO

El equipo de comunicación es fácilmente removido desde la montura siguiendo los siguientes pasos:

- Inserte una llave hexagonal 3/32 en el orificio ubicado en la parte frontal del panel. Tal como se muestra en la figura 1.14
- Gire esta llave en sentido contrario de las manecillas del reloj hasta verificar que el seguro de bloqueo deje libre al equipo.

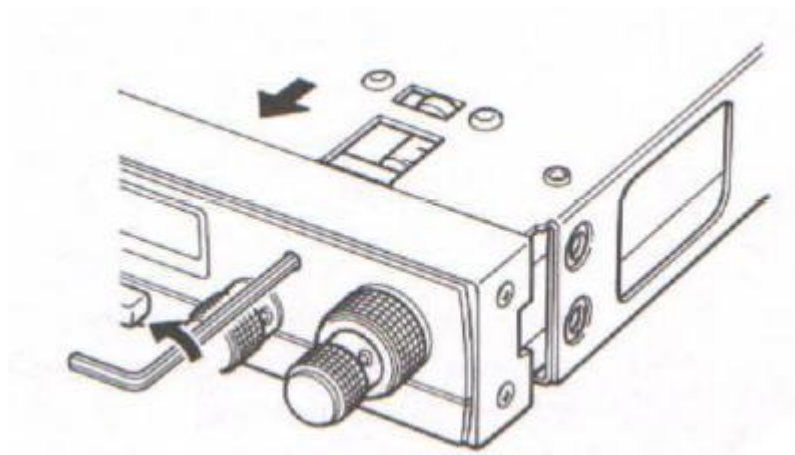


Fig. 1.14. Desmontaje del equipo de comunicación

- Retire el equipo con cuidado desde su montura.

MONTAJE DEL EQUIPO

Siga los siguientes pasos para instalar el equipo en el interior de la montura:

- Confirme que el seguro visible en el orificio de la parte superior del equipo se encuentre en la posición que se indica en la figura 1.15

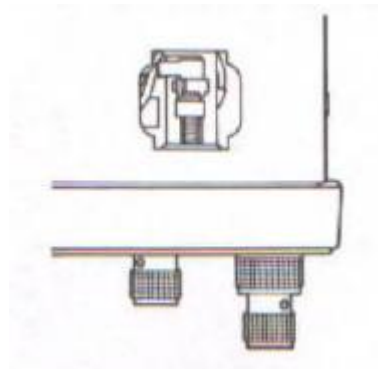


Fig. 1.15 Posición del seguro para el montaje

- Inserte lentamente el equipo en el interior de la montura
- Inserte la llave hexagonal 3/32 en el orificio ubicado en el panel frontal
- Gire la llave en sentido de las manecillas del reloj hasta asegurar el equipo. No asegure demasiado este movimiento. Este procedimiento se ilustra en la figura 1.16

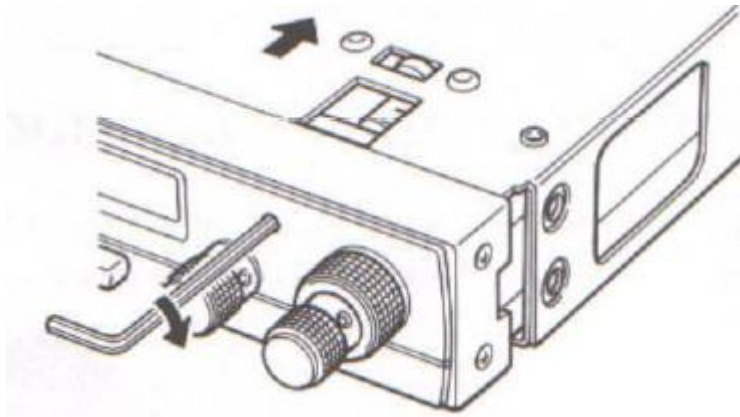


Fig. 1.16 Montaje del equipo

BREVES RECOMENDACIONES TÉCNICAS

Pese a que las instrucciones generales han sido detalladas en los literales anteriores de este anexo, es recomendable hacer referencia a las siguientes instrucciones de manejo del equipo:

- Asegúrese que la conexión a la batería tenga la polaridad correcta, una polaridad inversa podría ocasionar daños en el equipo. Verifique además que el interruptor de paso ubicado cerca de la batería se encuentre habilitado.
- Verifique que la alimentación del equipo proveniente de la batería de 12V. se encuentre en correcto estado. Para lo cual la medición de este voltaje deberá encontrarse en el rango de 11 a 16 Vdc. Considere que la batería tiende a descargarse conforme su utilización.
- En caso de que la batería se haya agotado, no remplace su alimentación con aquella proveniente de la fuente regulable que se encuentra en el laboratorio, ya que si bien cumple con los requerimientos de voltaje, no lo hace con los niveles de

corriente. Recuerde que el equipo necesita 2.6 A para la transmisión y 600 mA. Para la recepción.

- En caso de existir sobre corrientes, el equipo cuenta con un fusible de protección de 10 A. (según consta en el manual de instalación del equipo) ubicado en el panel derecho de la cabina del simulador. Asegúrese de que este fusible se encuentren en buen estado de funcionamiento.
- Existe un interruptor habilitador/deshabilitador de equipos, utilizado ya sea en la selección del equipo de comunicación ó el equipo de navegación. Este interruptor se encuentra ubicado y etiquetado en la parte derecha de la cabina del simulador.
- El equipo requiere de un juego de audífonos con micrófono incorporado llamados comúnmente headset. Asegúrese de que su conexión sea la adecuada a fin de evitar una mala recepción.
- El equipo de comunicación cumple con los protocolos impuestos por la FAA sobre la transmisión y recepción en banda aérea en el rango de frecuencia de 117.975 a 137.000 MHz, tal como lo especifica las órdenes técnicas estándar TSO (Technical Standard Orders) C37d y C38d.

ANEXO 2

MANUAL DE USUARIO DEL EQUIPO ADF-60A BUSCADOR AUTOMATICO DE DIRECCION

DESCRIPCION DEL EQUIPO.

DESCRIPCIÓN DEL PANEL DE LA CAJA DE CONTROL CTL-60

La figura 1.1 presenta una descripción general del panel frontal de la caja de control CTL-60, se describirá cada una de sus partes a continuación:



Fig. 1.1 Panel de la caja de control CTL-60

Perilla grande (1)

- Cambia la frecuencia en pasos de 100 KHz. en modo ACT y modo PRE.

Perilla pequeña (2)

- Cambia la frecuencia en pasos de 50 KHz. en modo ACT y modo PRE.

Perilla de control de volumen (3)

- Permite ajustar el nivel de audio de la señal recibida.

Perilla selectora de función (4)

- Permite encender el equipo.
- Permite seleccionar las funciones de operación: ANT, ADF y TONE

Selector de modo de operación (5)

- Permite seleccionar el canal de frecuencia entre los modos disponibles (ACT/PRE).

Botón pulsador TUNE (6)

- Traslada la frecuencia seleccionada en la pantalla PRE a la pantalla ACT.

Botón pulsador TEST(7)

- Verifica el normal funcionamiento del equipo dando una rotación de 90° desde la posición original de las agujas indicadas en el RMI. Esto es posible gracias a que la antena de lazo se desplaza logrando que la aguja indicadora también lo haga, luego de lo cual volverá rápidamente a mostrar la indicación original.

FUNCIONES DEL DISPLAY DE LA CAJA DE CONTROL CTL-60

La figura 1.1 permite visualizar las funciones de la pantalla presentes en la caja de control CTL-60:

Pantalla en modo ACT (8)

- Indica la frecuencia que se encuentra operando actualmente el equipo.
- Si el selector de modo se encuentra en ACT permite sintonizar directamente la frecuencia que será visualizada en esta pantalla

Pantalla en modo PRE (9)

- Permite visualizar una frecuencia seleccionada en espera, la misma que será la próxima a utilizarse.

- Si el selector de modo se encuentra en PRE permite sintonizar directamente la frecuencia que será visualizada en esta pantalla

DESCRIPCION DEL INDICADOR RADIO MAGNETICO RMI-30

EXPOSICIONES Y CONTROLES:

En la figura 1.2 se observa todos los controles y partes del indicador radio magnético RMI-30

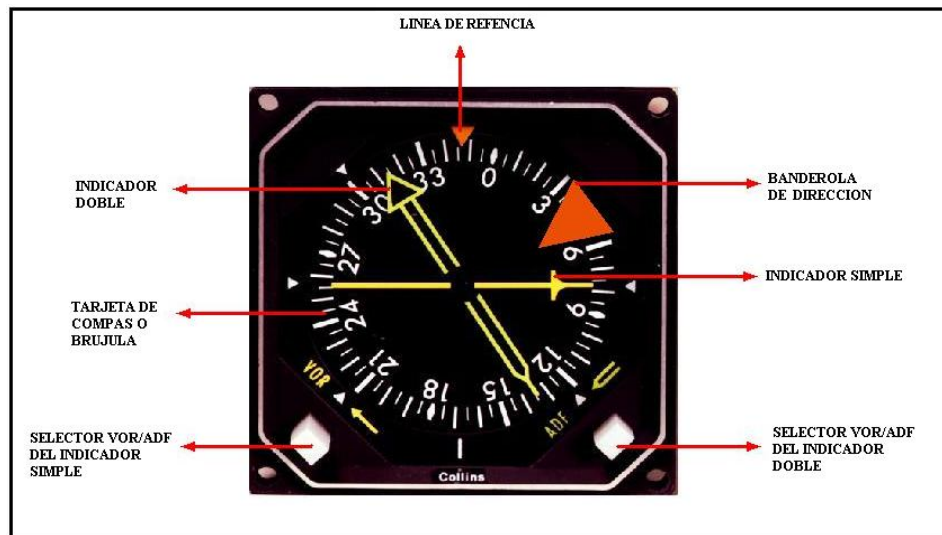


Fig. 1.2 Partes del indicador radio magnético RMI-30

En la tabla 1.1 se describe la función de cada uno de los controles del RMI-30.

Tab. 1.1 Controles o Indicadores del Indicador Radio Magnético RMI-30

CONTROLES O INDICADORES	FUNCIÓN
Indicador de barra simple	Indica la dirección del VOR o ADF
Indicador de barra doble	Indica la dirección del VOR o ADF
Interruptor de barra simple VOR/ADF	Interruptores selectores de barra simple o de indicación de ADF/VOR
Interruptor de barra doble VOR/ADF	Interruptores selectores de barra doble o de indicación de ADF/VOR
Tarjeta de Brújula	Indica la dirección de la lectura del avión contra una línea de referencia fijada
Línea de referencia	Provee una referencia para la tarjeta de brújula.
Banderola de dirección	Monitorea servo errores, validez de la brújula y fuente de poder

OPERACIÓN DEL EQUIPO

MÉTODOS DE SELECCIÓN DE FRECUENCIA

Existen dos maneras de seleccionar una frecuencia deseada:

Selección de frecuencia en forma general

Sintonice una frecuencia entre 190 KHz. y 1749.5 KHz., la misma que será almacenada en la pantalla PRE. Luego utilizando el botón pulsador TUNE cambie de la pantalla PRE a la pantalla ACT, logrando así sintonizar la frecuencia requerida.

Selección de frecuencia en forma directa

Para operar en este modo, simplemente seleccione una frecuencia entre 190 KHz. y 1749.5 KHz. directamente desde la pantalla ACT.

SELECCIÓN DE UNA FRECUENCIA EN LA PANTALLA PRE

Siga los siguientes pasos a ser utilizados en la pantalla PRE:

- Gire la perilla selectora de función para encender el equipo. Notará que las frecuencias anteriormente utilizadas aparecen tanto en la pantalla ACT como en la pantalla PRE.
- Gire la perilla grande o la pequeña para lograr sintonizar una frecuencia deseada. Notará que la frecuencia en la pantalla ACT no es afectada, siempre y cuando el selector de modo se encuentra en la posición PRE.
- Utilice la perilla grande para cambiar la frecuencia en intervalos de 100 KHz, si gira la perilla pequeña lo hará en intervalos de 50 KHz.

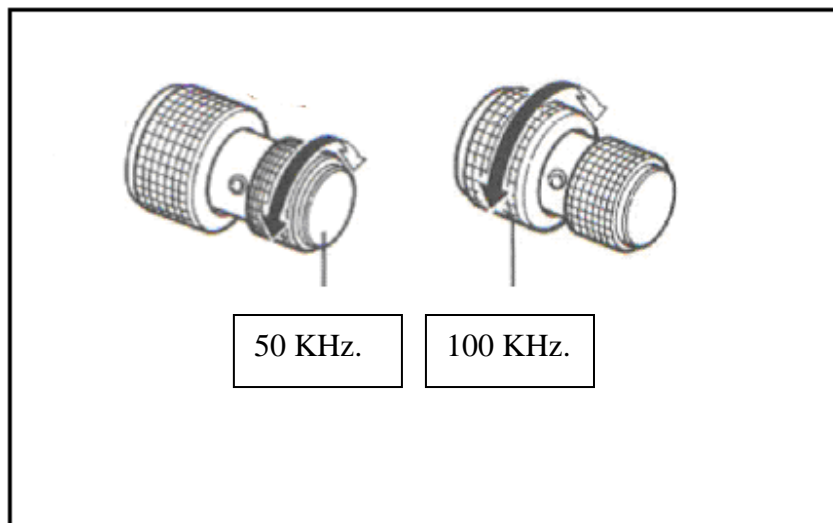


Fig. 1.3. Selección de frecuencia utilizando las perillas

SELECCIÓN DE UNA FRECUENCIA EN LA PANTALLA ACT

Una frecuencia en la pantalla ACT puede ser seleccionada directamente sin utilizar la pantalla PRE. Para lo cual se aconseja seguir los siguientes pasos:

- El selector de modo debe encontrarse en la posición ACT.
- Sintonice una frecuencia deseada usando la perilla grande o la pequeña.

CAMBIO DE FRECUENCIA

- Seleccione una frecuencia entre 190 KHz. y 1749.5 KHz. en la pantalla PRE.
- Presione el botón pulsador TUNE para trasladar la frecuencia desde la pantalla PRE a la pantalla ACT.
- La figura 1.4 representa este proceso.

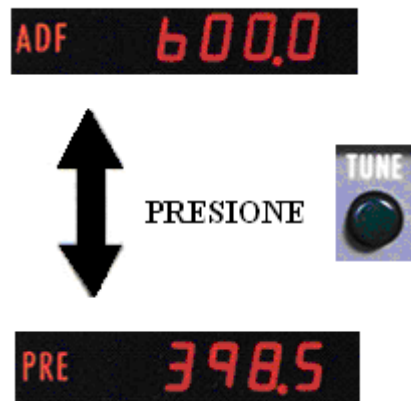


Fig. 1.4 Cambio de frecuencia entre pantallas

FUNCIONES DE OPERACIÓN

FUNCION ANT

Los siguientes pasos son necesarios para esta función:

- Coloque la perilla selectora de función en ANT o antena sensora. Esto consigue la señal identificadora más fuerte. Notará que la aguja indicadora del RMI se parqueará en posición Horizontal.
- Coloque sus audífonos apropiadamente.
- Seleccione una frecuencia de operación entre 190 KHz. y 1749.5 KHz.
- Gire la perilla de control de volumen para ajustar el nivel de audio.
- Dado que en esta función el equipo opera como un receptor AM normal se escuchará las emisoras comerciales de la localidad.
- La aguja indicadora del RMI se parqueará horizontalmente.
- Utilice éste modo para lograr una recepción más clara de audio.

FUNCION ADF

Siga los siguientes pasos para operar en esta función:

- Coloque la perilla selectora de función en ADF. Notará que la aguja indicadora del RMI apuntará a la estación sintonizada.
- Coloque sus audífonos apropiadamente.
- Seleccione una frecuencia de la estación terrena NDB.
- Gire la perilla de control de volumen para ajustar el nivel de audio.
- A más de operar como un receptor AM de comunicación, el equipo trabaja en conjunto con el indicador radio magnético para dar una lectura de la ubicación de la estación NDB en tierra.
- Cuando la señal receptada por el ADF es débil, la aguja indicadora del RMI no presentará variación alguna o su movimiento será lento.
- La aguja indicadora del RMI se parqueará horizontalmente siempre y cuando no se reciba una señal proveniente de la antena.
- Cuando se mantiene presionado el botón pulsador Test en esta función, la aguja indicadora del RMI girará 90° desde su lectura inicial, volviendo a su posición original una vez liberado dicho botón.

FUNCION TONE

Siga los siguientes pasos para operar en esta función:

- Coloque la perilla selectora de función en TONE.
- Coloque sus audífonos apropiadamente.
- Seleccione una frecuencia de la estación terrena NDB.
- Gire la perilla de control de volumen para ajustar el nivel de audio.
- Se escuchará un tono de 1000 Hz. en código Morse característico de cada estación NDB.

MANUAL BASICO DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA

INSPECCIÓN DE LOS EQUIPOS

Es necesario realizar inspecciones y chequeos periódicos para asegurar el rendimiento de estos equipos.

A continuación se detallaran las principales acciones de mantenimiento preventivo relacionado con el sistema.

CABLEADO DEL SISTEMA (ARNESES)

- Chequee la conexión de todos los cables del sistema incluyendo abrazaderas y recubrimientos.

- Chequee los conectores, su aislamiento y verifique señales de corrosión y posibles rupturas de los cables utilizados.

ANTENA ANT 60-A

- Realice una inspección externa para determinar posibles daños en la estructura de la antena.
- Realice un chequeo para verificar la acumulación de polvo, grasa o aceite en la antena.
- Verifique que el rotor de la antena se encuentre en normal operación con la utilización de los pedales del timón de cola.

RECEPTOR ADF 60-A

- Realice un inspección para asegurar que la cubierta protectora de polvo del receptor este completamente sellada.
- Verifique que el equipo receptor no sea obstruido por otros componentes del simulador.
- Verifique que los fusibles de protección se encuentren en óptimas condiciones de operación. Recuerde que el Sistema

posee dos fusibles de protección, tanto para la alimentación de 28VDC como para 26 VAC.

- Verifique que el receptor se encuentre asegurado firmemente a la montura, la misma que debe mantenerse en buenas condiciones.

CAJA DE CONTROL CTL 60

- Realice un inspección para asegurar que la cubierta protectora de polvo del receptor este completamente sellada.
- Verifique las conexiones eléctricas y asegúrese de que sus conectores se encuentren en buen estado.

INDICADOR RADIO MAGNETICO RMI 30

- Realice un inspección para asegurar que la cubierta protectora de polvo del receptor este completamente sellada.
- Verifique las conexiones eléctricas y asegúrese de que sus conectores se encuentren en buen estado.

BREVES RECOMENDACIONES TÉCNICAS

Pese a que las instrucciones generales han sido detalladas en los literales anteriores de este anexo, es recomendable hacer referencia a las siguientes instrucciones de manejo del equipo:

- Asegúrese que la fuente regulada del simulador se encuentre entregando entre 27 y 28 VDC.
- Verifique que el interruptor del panel de control de fallas del simulador se encuentre activado.
- En caso de existir sobre corrientes, La fuente regulada posee un sistema indicador para lo cual el usuario debe percatarse para desactivarla.
- En caso de que el indicador radio magnético no de lectura alguna, se recomienda realizar una inspección de su alimentación de proviene del inversor instalado en la parte posterior del asiento del simulador.
- Existe un interruptor habilitador/deshabilitador de equipos, utilizado ya sea en la selección del equipo de comunicación ó el equipo de navegación. Este interruptor se encuentra ubicado y etiquetado en la parte derecha de la cabina del simulador.
- El equipo requiere de un juego de audífonos con micrófono incorporado llamados comúnmente headset. Asegúrese de que su conexión sea la adecuada a fin de evitar una mala recepción.
- Para proteger al sistema y sus equipos de la acumulación de polvo y grasa es necesario realizar limpiezas regulares especialmente en los conectores, que con el transcurso del tiempo tienden a cristalizarse y perder sus características aislamiento, para lo cual se recomienda utilizar limpiador de contactos.

ANEXO 3

GLOSARIO DE TÉRMINOS¹⁰

ADF.- Buscador de Dirección Automática.

AGC.- Control automático de ganancia.

AC.- Corriente Alterna.

AM.- Amplitud modulada.

AUDIO MUTING.- Silenciador de audio.

ALCANCE VISUAL EN LA PISTA.- Distancia hasta la cual el piloto de una aeronave que se encuentra sobre el eje de una pista puede ver las señales de superficie de la pista o las luces que la delimitan o que identifican su eje.

ALTITUD/ALTURA DE DECISION (DA/DH).- Altitud o altura especificada en la aproximación de precisión a la cual debe iniciarse una maniobra de aproximación frustrada si no se ha establecido contacto visual requerido para continuar la aproximación. La altitud de decisión se refiere al nivel medio del mar y la altura de decisión se refiere a la elevación del umbral.

La referencia visual requerida significa aquella sección de las ayudas visuales o del área de aproximación que debería haber estado a la vista durante tiempo suficiente para permitir que el piloto haga una evaluación de la posición de la aeronave y la rapidez del cambio de posición, en relación con la trayectoria de vuelo deseada.

¹⁰ Fuente de consulta: <http://www.cybercol.com/fs/escuela/glosarioifr.html>

ALFABETO FONETICO

LETRA	PALABRA
A	ALFA
B	BRAVO
C	CHARLIE
D	DELTA
E	ECHO
F	FOXTROT
G	GOLF
H	HOTEL
I	INDIA
J	JULIETT
K	KILO
L	LIMA
M	MIKE
N	NOVEMBER
O	OSCAR
P	PAPA
Q	QUEBEC
R	ROMEO
S	SIERRA
T	TANGO
U	UNIFORM
V	VICTOR
W	WHISKY
X	X-RAY
Y	YANKY
Z	ZULU

ALTITUD/ALTURA DE FRANQUEAMIENTO DE OBSTACULOS (OCA/OCH).- La altitud mas baja (OCA) o la altura mas baja por encima de la elevación del umbral de la pista pertinente o por encima de la

elevación del aeródromo (OCH), según corresponda, utilizada para respetar los correspondientes criterios de franqueamiento de obstáculos.

ALTITUD DE TRANSICION.- Altitud a la cual, o por debajo de la cual, se controla la posición vertical de una aeronave por referencia a altitudes.

ALTITUD/ALTURA MINIMA DE DESCENSO (MDA/MDA).- Altitud/Altura especificada en una aproximación que no es de precisión o en una aproximación en circuito, debajo de la cual el descenso no puede efectuarse sin referencia visual.

ALTITUD MINIMA DE SECTOR La altitud más baja que puede usarse en condiciones de emergencia y que permite conservar un margen vertical mínimo de 300m. (1.000 pies), sobre todos los obstáculos situados en un área comprendida dentro de un sector circular de 46 Km. (25 millas marinas) de radio, centrado en una radioayuda para la navegación.

ALTURA.- Distancia vertical entre un nivel, punto u objeto considerado como punto y una referencia especificada.

APROXIMACION EN CIRCUITO.- Ampliación de un procedimiento de aproximación por instrumentos que prevé, antes de aterrizar, el recorrido en circuito del aeródromo en condiciones de vuelo visual.

APROXIMACION RADAR.- Aproximación ejecutada por una aeronave, bajo la dirección de un controlador de radar.

APROXIMACION VISUAL.- Aproximación en un vuelo IFR cuando cualquier parte o la totalidad del procedimiento de aproximación por instrumentos no se completa, y se hace mediante referencia visual respecto al terreno.

AREA DE MANIOBRAS.- Aquella parte del aeródromo que debe usarse para el despegue, el aterrizaje y el rodaje de aeronaves, excluyendo las plataformas.

AREA DE MANIOBRAS VISUALES.- Área en la cual hay que tener en cuenta el franqueamiento de obstáculos cuando se trata de aeronaves que llevan a cabo una aproximación en circuito.

AREA DE MOVIMIENTO.- La parte del aeródromo que ha de utilizarse para el despegue, el aterrizaje y el rodaje de aeronaves y está integrada por el área de maniobras y la(s) plataformas.

AREA PRIMARIA.- Área definida, dispuesta simétricamente a ambos lados de la derrota nominal de vuelo, en la cual hay que garantizar el franqueamiento de obstáculos.

AREA SECUNDARIA.- Área definida, dispuesta a ambos lados del área primaria y situada a lo largo de la derrota nominal de vuelo, en la cual se proporciona un margen decreciente de franqueamiento de obstáculos.

ASCENSO EN CRUCERO.- Técnica de crucero de un avión, que resulta en un incremento neto de altitud a medida que disminuye el peso del avión.

BFO.- Oscilador de frecuencia bi-estable.

BEARING INFORMATION.- Información de marcación (rumbo).

BUFFER.- Separador, amortiguador, dispositivo intermedio.

CW.- Onda continua.

COM/NAV.- Comunicación y navegación.

CAPA DE TRANSICION.- Espacio aéreo entre la altitud de transición y el nivel de transición.

CENTRO DE CONTROL DE AREA.- Dependencia establecida para facilitar servicios de control de tránsito aéreo a los vuelos controlados en las áreas de control bajo su jurisdicción.

CENTRO DE INFORMACION DE VUELO.- Dependencia establecida para facilitar servicios de información de vuelo y servicios de alerta.

CIRCUITO DE TRANSITO DE AERÓDROMO.- Trayectoria especificada que deben seguir las aeronaves al evolucionar en las inmediaciones de un aeródromo.

COMUNICACION AEROTERRESTRE.- Comunicación en ambos sentidos entre las aeronaves y las estaciones o posiciones situadas en la superficie de la tierra.

CONDICIONES METEREOLÓGICAS DE VUELO POR INSTRUMENTOS.- Condiciones meteorológicas expresadas en términos de visibilidad, distancia desde las nubes, inferiores a los mínimos especificados para las condiciones meteorológicas de vuelo visual.

CONDICIONES METEREOLÓGICAS DE VUELO VISUAL.- Condiciones meteorológicas expresadas en términos de visibilidad, distancia desde las nubes, iguales o mejores que los mínimos especificados.

DME.- Equipo Medidor de Distancia.

DC.- Corriente directa.

DIRECTIONAL LOOP ANTENNAS.- Antenas Direccionales de Cuadro.

DEPENDENCIA DE SERVICIOS DE TRANSITO AEREO.- Expresión genérica que se aplica, según el caso, a una dependencia de control de tránsito aéreo, a un centro de información de vuelo o a una oficina de notificación de los servicios de tránsito aéreo.

DISTANCIA DME.- Alcance óptico (alcance oblicuo) a partir del transmisor de la señal DME hasta la antena receptora.

ELEVACION.- Posición vertical entre un punto o un nivel de la superficie de la tierra, o unido a ella, medida desde el nivel medio del mar.

ELEVACION DEL AERÓDROMO.- La elevación del punto más alto del área de aterrizaje.

ESPACIO AEREO CONTROLADO.- Espacio aéreo de dimensiones definidas dentro del cual se facilita servicio de control de tráfico aéreo para los vuelos controlados.

ESTACION AERONAUTICA.- Estación terrestre del servicio móvil aeronáutico. En ciertos casos la estación aeronáutica puede estar a bordo de un barco o de un satélite terrestre.

FUNCTIONAL TEST SWITCH.- Interruptor de prueba de funcionamiento.

FET.- Transistor de efecto de campo.

FUSE.- Fusible.

GPS.- Sistema de posicionamiento global.

GUIA VECTORIAL RADAR.- El suministro a las aeronaves de guía para la navegación en forma de rumbos específicos basados en la observación de una presentación radar.

HORA PREVISTA DE APROXIMACION.- Hora en la que el ATC prevé que una aeronave que llega, después de haber experimentado una demora, abandonará el punto de espera para completar su aproximación para aterrizar.

IDENTIFICACION DE AERONAVE.- Grupo de letras o de cifras, o una combinación de ambas, idéntico al distintivo de llamada de una aeronave para las comunicaciones aeroterrestres o dicho distintivo expresado en clave, que se utiliza para identificar las aeronaves en las comunicaciones entre centros terrestres de los servicios de tránsito aéreo.

HEADING.- Curso, Rumbo.

HF.- Alta Frecuencia.

IDENTIFICACION RADAR.- Proceso de relacionar una determinada traza radar o el símbolo de posición radar con una aeronave determinada.

IF.- Frecuencia intermedia.

ILS.- Sistema de aterrizaje por instrumentos.

IFR.- Reglas de vuelo por instrumentos.

KEYING RATE.- Velocidad de manipulación.

LOCK DETECTOR.- Detector de enganche.

LOCK SIGNAL.- Señal de enganche.

LOCK SWITCH.- Interruptor de sincronización.

LOOP AMPLIFIER.- Amplificador de audio.

LOOP ANTENA.- Antena de cuadro.

LOOP SIGNAL.- Señal de cuadro.

LOOP SUMMER.- Sumador de cuadro.

LF.- Baja frecuencia.

LOOP.- Cuadro, lazo.

MIXER.- Mezclador.

MODULATED CONTINUE WAVES (MCW).- Onda continua modulada.

MF.- Frecuencia media.

MHZ.- Mega Hertz.

MORSE.- Sistema de telegrafía que utiliza un alfabeto internacional de puntos y rayas.

NDB.- Radio Faro no Direccional.

NAVEGACION A ESTIMA.- Estimación o determinación de una posición futura a partir de una posición conocida, a base de dirección, tiempo y velocidad.

NIVEL.- Término genérico que define la situación de una aeronave en su vuelo vertical y que significa, según el caso, altura, altitud o nivel de vuelo.

NIVEL DE TRANSICION.- Nivel mas bajo de vuelo disponible para usarlo por encima de la altitud de transición.

NIVEL DE VUELO (FL FLIGHT LEVEL).- Superficie de presión atmosférica constante relacionada con determinada referencia de presión.

OFF.- Apagado o desconectado.

ON.- Encendido o energizado.

PM.- Modulación de fase.

PERMISO DE CONTROL DE TRANSITO AEREO.- Autorización para que una aeronave proceda en condiciones especificadas por una dependencia de control de trafico aéreo.

PLAN DE VUELO.- Información especificada que, respecto a un vuelo proyectado o a parte de un vuelo de una aeronave se somete a las dependencias de los servicios de tránsito aéreo.

PLATAFORMA.- Área definida, en un aeródromo terrestre, destinada a dar cabida a las aeronaves, para los fines de embarque o desembarque de pasajeros, correo o carga, aprovisionamiento de combustible, estacionamiento o mantenimiento.

PROCEDIMIENTOS DE APROXIMACION DE PRECISION.- Procedimiento de aproximación por instrumentos basados en los datos de azimut y de trayectoria de planeo proporcionados por el ILS o PAR.

PROCEDIMIENTO DE APROXIMACION FRUSTRADA.- Procedimiento que hay que seguir si no se puede conseguir la aproximación.

RF.- Radio frecuencia.

RMI.- Indicador Radio Magnético.

RX.-Receptor.

RMS VOLTAGE.- Voltaje eficaz.

SENSE ANTENA.- Antena determinadota de sentido.

TACAN.- Sistema de navegación táctica.

TEST.- Indica la comprobación del sistema.

VFR.- Reglas de vuelo visuales.

VCO.- Oscilador controlado por voltaje.

VHF.- Muy alta frecuencia.

VOR.- Radiofaro omnidireccional de VHF

VARIOMETRO.- Indicador de Velocidad vertical.

ANEXO 3

GLOSARIO DE TÉRMINOS¹¹

ADF.- Buscador de Dirección Automática.

AGC.- Control automático de ganancia.

AC.- Corriente Alterna.

AM.- Amplitud modulada.

AUDIO MUTING.- Silenciador de audio.

ALCANCE VISUAL EN LA PISTA.- Distancia hasta la cual el piloto de una aeronave que se encuentra sobre el eje de una pista puede ver las señales de superficie de la pista o las luces que la delimitan o que identifican su eje.

ALTITUD/ALTURA DE DECISION (DA/DH).- Altitud o altura especificada en la aproximación de precisión a la cual debe iniciarse una maniobra de aproximación frustrada si no se ha establecido contacto visual requerido para continuar la aproximación. La altitud de decisión se refiere al nivel medio del mar y la altura de decisión se refiere a la elevación del umbral.

La referencia visual requerida significa aquella sección de las ayudas visuales o del área de aproximación que debería haber estado a la vista durante tiempo suficiente para permitir que el piloto haga una evaluación de la posición de la aeronave y la rapidez del cambio de posición, en relación con la trayectoria de vuelo deseada.

¹¹ Fuente de consulta: <http://www.cybercol.com/fs/escuela/glosarioifr.html>

ALFABETO FONETICO

LETRA	PALABRA
A	ALFA
B	BRAVO
C	CHARLIE
D	DELTA
E	ECHO
F	FOXTROT
G	GOLF
H	HOTEL
I	INDIA
J	JULIETT
K	KILO
L	LIMA
M	MIKE
N	NOVEMBER
O	OSCAR
P	PAPA
Q	QUEBEC
R	ROMEO
S	SIERRA
T	TANGO
U	UNIFORM
V	VICTOR
W	WHISKY
X	X-RAY
Y	YANKY
Z	ZULU

ALTITUD/ALTURA DE FRANQUEAMIENTO DE OBSTACULOS (OCA/OCH).- La altitud mas baja (OCA) o la altura mas baja por encima de la elevación del umbral de la pista pertinente o por encima de la

elevación del aeródromo (OCH), según corresponda, utilizada para respetar los correspondientes criterios de franqueamiento de obstáculos.

ALTITUD DE TRANSICION.- Altitud a la cual, o por debajo de la cual, se controla la posición vertical de una aeronave por referencia a altitudes.

ALTITUD/ALTURA MINIMA DE DESCENSO (MDA/MDA).- Altitud/Altura especificada en una aproximación que no es de precisión o en una aproximación en circuito, debajo de la cual el descenso no puede efectuarse sin referencia visual.

ALTITUD MINIMA DE SECTOR La altitud más baja que puede usarse en condiciones de emergencia y que permite conservar un margen vertical mínimo de 300m. (1.000 pies), sobre todos los obstáculos situados en un área comprendida dentro de un sector circular de 46 Km. (25 millas marinas) de radio, centrado en una radioayuda para la navegación.

ALTURA.- Distancia vertical entre un nivel, punto u objeto considerado como punto y una referencia especificada.

APROXIMACION EN CIRCUITO.- Ampliación de un procedimiento de aproximación por instrumentos que prevé, antes de aterrizar, el recorrido en circuito del aeródromo en condiciones de vuelo visual.

APROXIMACION RADAR.- Aproximación ejecutada por una aeronave, bajo la dirección de un controlador de radar.

APROXIMACION VISUAL.- Aproximación en un vuelo IFR cuando cualquier parte o la totalidad del procedimiento de aproximación por instrumentos no se completa, y se hace mediante referencia visual respecto al terreno.

AREA DE MANIOBRAS.- Aquella parte del aeródromo que debe usarse para el despegue, el aterrizaje y el rodaje de aeronaves, excluyendo las plataformas.

AREA DE MANIOBRAS VISUALES.- Área en la cual hay que tener en cuenta el franqueamiento de obstáculos cuando se trata de aeronaves que llevan a cabo una aproximación en circuito.

AREA DE MOVIMIENTO.- La parte del aeródromo que ha de utilizarse para el despegue, el aterrizaje y el rodaje de aeronaves y está integrada por el área de maniobras y la(s) plataformas.

AREA PRIMARIA.- Área definida, dispuesta simétricamente a ambos lados de la derrota nominal de vuelo, en la cual hay que garantizar el franqueamiento de obstáculos.

AREA SECUNDARIA.- Área definida, dispuesta a ambos lados del área primaria y situada a lo largo de la derrota nominal de vuelo, en la cual se proporciona un margen decreciente de franqueamiento de obstáculos.

ASCENSO EN CRUCERO.- Técnica de crucero de un avión, que resulta en un incremento neto de altitud a medida que disminuye el peso del avión.

BFO.- Oscilador de frecuencia bi-estable.

BEARING INFORMATION.- Información de marcación (rumbo).

BUFFER.- Separador, amortiguador, dispositivo intermedio.

CW.- Onda continua.

COM/NAV.- Comunicación y navegación.

CAPA DE TRANSICION.- Espacio aéreo entre la altitud de transición y el nivel de transición.

CENTRO DE CONTROL DE AREA.- Dependencia establecida para facilitar servicios de control de tránsito aéreo a los vuelos controlados en las áreas de control bajo su jurisdicción.

CENTRO DE INFORMACION DE VUELO.- Dependencia establecida para facilitar servicios de información de vuelo y servicios de alerta.

CIRCUITO DE TRANSITO DE AERÓDROMO.- Trayectoria especificada que deben seguir las aeronaves al evolucionar en las inmediaciones de un aeródromo.

COMUNICACION AEROTERRESTRE.- Comunicación en ambos sentidos entre las aeronaves y las estaciones o posiciones situadas en la superficie de la tierra.

CONDICIONES METEREOLÓGICAS DE VUELO POR INSTRUMENTOS.- Condiciones meteorológicas expresadas en términos de visibilidad, distancia desde las nubes, inferiores a los mínimos especificados para las condiciones meteorológicas de vuelo visual.

CONDICIONES METEREOLÓGICAS DE VUELO VISUAL.- Condiciones meteorológicas expresadas en términos de visibilidad, distancia desde las nubes, iguales o mejores que los mínimos especificados.

DME.- Equipo Medidor de Distancia.

DC.- Corriente directa.

DIRECTIONAL LOOP ANTENNAS.- Antenas Direccionales de Cuadro.

DEPENDENCIA DE SERVICIOS DE TRANSITO AEREO.- Expresión genérica que se aplica, según el caso, a una dependencia de control de tránsito aéreo, a un centro de información de vuelo o a una oficina de notificación de los servicios de tránsito aéreo.

DISTANCIA DME.- Alcance óptico (alcance oblicuo) a partir del transmisor de la señal DME hasta la antena receptora.

ELEVACION.- Posición vertical entre un punto o un nivel de la superficie de la tierra, o unido a ella, medida desde el nivel medio del mar.

ELEVACION DEL AERÓDROMO.- La elevación del punto más alto del área de aterrizaje.

ESPACIO AEREO CONTROLADO.- Espacio aéreo de dimensiones definidas dentro del cual se facilita servicio de control de tráfico aéreo para los vuelos controlados.

ESTACION AERONAUTICA.- Estación terrestre del servicio móvil aeronáutico. En ciertos casos la estación aeronáutica puede estar a bordo de un barco o de un satélite terrestre.

FUNCTIONAL TEST SWITCH.- Interruptor de prueba de funcionamiento.

FET.- Transistor de efecto de campo.

FUSE.- Fusible.

GPS.- Sistema de posicionamiento global.

GUIA VECTORIAL RADAR.- El suministro a las aeronaves de guía para la navegación en forma de rumbos específicos basados en la observación de una presentación radar.

HORA PREVISTA DE APROXIMACION.- Hora en la que el ATC prevé que una aeronave que llega, después de haber experimentado una demora, abandonará el punto de espera para completar su aproximación para aterrizar.

IDENTIFICACION DE AERONAVE.- Grupo de letras o de cifras, o una combinación de ambas, idéntico al distintivo de llamada de una aeronave para las comunicaciones aeroterrestres o dicho distintivo expresado en clave, que se utiliza para identificar las aeronaves en las comunicaciones entre centros terrestres de los servicios de tránsito aéreo.

HEADING.- Curso, Rumbo.

HF.- Alta Frecuencia.

IDENTIFICACION RADAR.- Proceso de relacionar una determinada traza radar o el símbolo de posición radar con una aeronave determinada.

IF.- Frecuencia intermedia.

ILS.- Sistema de aterrizaje por instrumentos.

IFR.- Reglas de vuelo por instrumentos.

KEYING RATE.- Velocidad de manipulación.

LOCK DETECTOR.- Detector de enganche.

LOCK SIGNAL.- Señal de enganche.

LOCK SWITCH.- Interruptor de sincronización.

LOOP AMPLIFIER.- Amplificador de audio.

LOOP ANTENA.- Antena de cuadro.

LOOP SIGNAL.- Señal de cuadro.

LOOP SUMMER.- Sumador de cuadro.

LF.- Baja frecuencia.

LOOP.- Cuadro, lazo.

MIXER.- Mezclador.

MODULATED CONTINUE WAVES (MCW).- Onda continua modulada.

MF.- Frecuencia media.

MHZ.- Mega Hertz.

MORSE.- Sistema de telegrafía que utiliza un alfabeto internacional de puntos y rayas.

NDB.- Radio Faro no Direccional.

NAVEGACION A ESTIMA.- Estimación o determinación de una posición futura a partir de una posición conocida, a base de dirección, tiempo y velocidad.

NIVEL.- Término genérico que define la situación de una aeronave en su vuelo vertical y que significa, según el caso, altura, altitud o nivel de vuelo.

NIVEL DE TRANSICION.- Nivel mas bajo de vuelo disponible para usarlo por encima de la altitud de transición.

NIVEL DE VUELO (FL FLIGHT LEVEL).- Superficie de presión atmosférica constante relacionada con determinada referencia de presión.

OFF.- Apagado o desconectado.

ON.- Encendido o energizado.

PM.- Modulación de fase.

PERMISO DE CONTROL DE TRANSITO AEREO.- Autorización para que una aeronave proceda en condiciones especificadas por una dependencia de control de trafico aéreo.

PLAN DE VUELO.- Información especificada que, respecto a un vuelo proyectado o a parte de un vuelo de una aeronave se somete a las dependencias de los servicios de tránsito aéreo.

PLATAFORMA.- Área definida, en un aeródromo terrestre, destinada a dar cabida a las aeronaves, para los fines de embarque o desembarque de pasajeros, correo o carga, aprovisionamiento de combustible, estacionamiento o mantenimiento.

PROCEDIMIENTOS DE APROXIMACION DE PRECISION.- Procedimiento de aproximación por instrumentos basados en los datos de azimut y de trayectoria de planeo proporcionados por el ILS o PAR.

PROCEDIMIENTO DE APROXIMACION FRUSTRADA.- Procedimiento que hay que seguir si no se puede conseguir la aproximación.

RF.- Radio frecuencia.

RMI.- Indicador Radio Magnético.

RX.-Receptor.

RMS VOLTAGE.- Voltaje eficaz.

SENSE ANTENA.- Antena determinadota de sentido.

TACAN.- Sistema de navegación táctica.

TEST.- Indica la comprobación del sistema.

VFR.- Reglas de vuelo visuales.

VCO.- Oscilador controlado por voltaje.

VHF.- Muy alta frecuencia.

VOR.- Radiofaro omnidireccional de VHF

VARIOMETRO.- Indicador de Velocidad vertical.

Latacunga, Abril del 2005

Tnte. Nelson Haro B.
C.C. 060234157-0

Tnte. Gerardo Benavides M.
C.C. 040107922-3

Ing. Nancy Guerrón Paredes
DIRECTORA DE CARRERA DE ELECTRONICA

Ab. Eduardo Vázquez
SECRETARIO ACADEMICO