



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela Mecánica Eléctrica

**“CONTROL DE MANTENIMIENTO DEL AVIÓN ATR42-300,
ENFOCADO EN SISTEMAS ELECTRÓNICOS DE
COMUNICACIÓN, NAVEGACIÓN Y SEGURIDAD AÉREA”**

Juan Francisco Sologaistoa Solis

Asesorado por el Ing. Manuel Alejandro Presa Riera

Guatemala, mayo de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**“CONTROL DE MANTENIMIENTO DEL AVIÓN ATR42-300,
ENFOCADO EN SISTEMAS ELECTRÓNICOS DE
COMUNICACIÓN, NAVEGACIÓN Y SEGURIDAD AÉREA”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

JUAN FRANCISCO SOLOGAISTOA SOLIS

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALEJANDRO PRESA RIERA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO ELECTRÓNICO

GUATEMALA, MAYO DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I
VOCAL II Ing. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV Ing. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA: Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR: Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
EXAMINADOR: Ing. Kenneth Issur Estrada Ruiz
EXAMINADOR: Ing. Mario Ramón Figueroa López
SECRETARIA: Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**“CONTROL DE MANTENIMIENTO DEL AVIÓN ATR42-300,
ENFOCADO EN SISTEMAS ELECTRÓNICOS DE
COMUNICACIÓN, NAVEGACIÓN Y SEGURIDAD AÉREA”,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela Mecánica Eléctrica, con fecha 15 de agosto de 2005.

Juan Francisco Sologaistoa Solis

ACTO QUE DEDICO A:

Dios: Por darme la vida, las fuerzas constantes en los tiempos adversos, los cuales me enseñan a vivir cada día, comprendiendo su amor.

Mis Padres y Hermanas: Por su amor, consejos, disciplina y apoyo, por darme un ejemplo continuo del significado del hogar y humanidad, por creer en mí en todo momento.

Mis Abuelos: Artífices de sembrar en mi persona la fe y valores que hicieron de mí en mi niñez, el profesional que soy ahora. Y para los que ya no están, mi humilde gratitud eterna.

Mi Familia: Fuerte eslabón en el que descansa la armonía. Por sus consejos y el apoyo que recibí en todo momento.

La Universidad de San Carlos de Guatemala: Crisol invaluable donde conocimientos, ciencia, ética, moral y conciencia social se forjan para fortalecer las grandes mentes de mi Guatemala.

Mis Catedráticos: Por cosechar continuamente la semilla del saber, por confiar y creer en mí.

Mis Amigos: Personas a las que nunca se olvida, por los momentos de alegría y desvelo, a los compañeros de trabajo, a todos ustedes por brindarme su apoyo siempre.

INDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN	XV
OBJETIVOS	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. INTRODUCCIÓN AL AVIÓN ATR42-300	1
1.1 Presentación	1
1.2 Manuales de mantenimiento	4
1.2.1 Manual de mantenimiento de la aeronave (AMM)	4
1.2.2 Manual de fallas (TSM)	5
1.2.3 Catalogo de partes ilustrado (IPC)	6
1.2.4 Manual de alambrado (WM)	6
1.3 Manuales estructurales	6
1.4 Publicaciones de herramienta y equipo	7
1.5 Manuales operacionales	8
2. SISTEMAS ELECTRÓNICOS DEL AVIÓN ATR42-300	9
2.1 Sistema de comunicaciones	9
2.1.1 Antenas	11
2.1.2 Instalación del equipo	12
2.1.3 Sistema de muy alta frecuencia (VHF)	13
2.1.3.2 Descripción del sistema	14

2.1.4	Sistema de audio integrado	14
2.1.4.3	Operación	15
2.1.5	Servicio de intercomunicación	17
2.1.6	Sistema de anuncios al pasajero	17
2.1.7	Grabadora de voz de cabina	18
2.1.7.5	Borrado	20
2.1.8	Sistema de alta frecuencia (HF)	21
2.1.9	Transmisor localizador de emergencia (ELT)	23
2.2	Sistemas de navegación	24
2.2.1	Introducción	24
2.2.2	Dirección y altitud	25
2.2.2.1	Instrumentos	26
2.2.3	Datos de vuelo	27
2.2.3.1	Instrumentos y equipo periférico	27
2.2.4	Radio navegación	28
2.2.5	Sistema radio altímetro	29
2.2.6	Sistema de alerta de proximidad a tierra (GPWS)	31
2.2.7	Sistema electrónico de vuelo por instrumentos (EFIS)	34
2.2.7.1	Pantalla electrónica	34
2.2.7.2	Unidad generadora de símbolos	35
2.2.7.3	Controlador de pantalla	35
2.2.8	Sistema radar a color	37
2.2.9	Sistema de posicionamiento global (GPS)	40
2.2.10	Sistema VOR/ILS/MKB	45
2.2.10.1	Radio rango omnidireccional VHF (VOR)	45
2.2.10.2	Radiobaliza (MKB)	48
2.2.10.3	Sistema de aterrizaje por instrumentos (ILS)	50
2.2.11	Radiogoniómetro automático (ADF)	53
2.2.12	Equipo medidor de distancias (DME)	55

2.2.13 Control de tráfico aéreo (ATC)	57
2.2.14 Sistema de alerta de colisión con tráfico (TCAS)	60
3. CONTROL Y PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO DE SISTEMAS ELECTRÓNICOS EN EL AVIÓN ATR42-300	65
3.1 Introducción	65
3.2 Documento de planificación de mantenimiento (MPD)	66
3.3 Programa de Mantenimiento (MP)	74
3.3.2 Tarjeta de control de trabajo	74
3.3.3 Orden de trabajo	75
3.4 Manual de procedimientos de mantenimiento (MPM)	80
4. DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA	81
4.1 Deberes y responsabilidades:	81
4.2 Directivas de aeronavegabilidad	83
4.3.1 Formato de certificación de estatus (SC)	85
4.4 Boletín de servicios (SB)	88
4.5 Ordenes de ingeniería	89
CONCLUSIONES	103
RECOMENDACIONES	105
BIBLIOGRAFÍA	107

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Esquema del sistema de comunicación	11
2. Antenas instaladas	12
3. Sistema VHF	13
4. Sistema de audio integrado	16
5. Grabadora de voz de cabina	20
6. Sistema HF	22
7. Transmisor localizador de emergencia	23
8. Sistema radio altímetro	30
9. Sistema de alerta de proximidad de tierra	33
10. Presentación de pantalla	36
11. Sistema de radar	39
12. Sistema de posicionamiento global	44
13. Sistema VOR	47
14. Sistema de radiobaliza	49
15. Sistema de aterrizaje por instrumentos	52
16. Sistema radiogoniómetro automático	54
17. Sistema medidor de distancia	56
18. Sistema de control de tráfico aéreo	59
21. Formato task card	76

22. Formato de cumplimiento de estatus CN's/AD's	85
23. Formato de certificado estatus de CN's/AD's	86
24. Formato de estatus de boletines de servicio	89
25. Formato de orden de ingeniería	91

TABLAS

1. Programa de mantenimiento ATR-42-300	77
---	----

GLOSARIO

12YE:	Chequeo Estructural realizado cada 12 años.
1C:	Chequeo realizado cada 4000 FH.
1YE:	Chequeo Estructural realizado cada año.
4CFH:	Chequeo de sistemas realizado cada 16000 FH.
AD:	<i>Airworthiness Directive.</i>
ADC:	<i>Air Data Computer.</i>
ADF:	<i>Automatic Direction Finder.</i>
AFCS:	<i>Automatic Flight Control System.</i>
AHRS:	<i>Attitude and Heading Reference System.</i>
ALT:	<i>Altitude.</i>
AM:	<i>Amplitud Modulation.</i>
AMM:	<i>Aircraft Maintenance Manual.</i>
ASCB:	<i>Avionic Standard Communication Bus.</i>

ASGAA: *Allied Signal General Aviation Avionics.*

ASI: *Airspeed Indicator.*

ATA: *Air Transport Association.*

ATC: *Air Traffic Controller.*

AVIÓNICO: Todo aquel sistema electrónico empleado en aviación.

CAP: *Crew Alerting Panel.*

CCA: Término empleado para un chequeo de año calendario.

CICLOS: Secuencia completa de despegue y aterrizaje.

CN: *Consigné de Navegabilité.*

CPA: *Closest Point of approach.*

CRT: *Cathode Ray Tube.*

CVR: *Cockpit Voice Recorder.*

DPB: *Digital Private Bus.*

DME: *Distance Measuring Equipment.*

DY:	Chequeo de mantenimiento realizado a diario.
EADI:	<i>Electronic Attitude Director Indicator.</i>
ECTM:	<i>Engine Condition Trend Monitoring.</i>
EFIS:	<i>Electronic Flight Instrument System.</i>
EHSI:	<i>Electronic Heading System Indicator.</i>
ELT:	<i>Emergency Locator Transmitter.</i>
EO:	<i>Engineering Order.</i>
FAA:	<i>Federal Aviation Administration</i>
FCOM:	<i>Flight Crew Operational Manual.</i>
FDAU:	<i>Flight Data Adquisition Unit.</i>
FH:	Intérvalo de tiempo de vuelo de una hora, Flight Hour
FL:	Secuencia completa de Aterrizaje, Flight Landing
FLAP:	Superficie aerodinámica de la aeronave.
FM:	<i>Frecuency Modulation.</i>
GPS:	<i>Global Positioning System.</i>

GPWS: *Ground Proximity Warning System.*

HF: *High Frecuency.*

ICAO: *International Civil Aviation Organization, OACI.*

ILS: *Instrument Landing System.*

IPC: *Illustrated Parts Catalog.*

ISB: *Information Service Bulletin.*

LC: Chequeo realizado en la línea de vuelo, *Line Check.*

LD: *Aterrizaje, Landing.*

LSB: *Letter Service Bulletin.*

MKB: *Marker Beacon*

MMEL: *Master Minumun Equipment List.*

MO: *Intérvalo mensual, Monthly.*

MP: *Maintenance Program.*

MPD: *Maintenance Planning Document.*

MPM:	Manual de Procedimientos de Mantenimiento.
MWS:	<i>Master Warning System.</i>
NAV:	<i>Navigation.</i>
NDB:	<i>Non Directional Beacon.</i>
NDT:	<i>Non Destructive Test.</i>
NM:	<i>Nautical Mile</i> , Milla náutica que se define como la unidad de distancia equivalente a 1,852 metros.
RA:	<i>Resolution Advisory.</i>
RACK:	Montante.
RASTER:	Técnica empleada para el despliegue de información en pantallas de TV.
RCAU:	<i>Radio Control Audio Unit.</i>
RMI:	<i>Radio Magnetic Indicator.</i>
SAT:	<i>Static Air Temperature.</i>
SB:	<i>Service Bulletin.</i>
SC:	<i>Status Certification.</i>

SGU: *Segment Generator Unit.*

SSB: *Single Side Band, tipo de modulación AM.*

STROKE: Técnica de despligue de información en las pantallas de osciloscopios.

TA: *Traffic Advisory.*

TAS: *True Airspeed.*

TAT: *Total Air Temperature.*

TC: *Task Card.*

TCAS: *Traffic Collision Avoidance System.*

TSM: *Trouble Shooting Manual.*

UHF: *Ultra High Frecuency.*

VAC: Voltios de Corriente Alterna

VHF: *Very High Frecuency.*

VOR: *VHF Omni Range.*

VSI: *Visual Special Inspection.*

WCC: *Work Control Card.*

WM: *Wiring Manual.*

WY: Chequeo realizado semanalmente, *Weekly.*

YE: Chequeo realizado anualmente, *Yearly.*

RESUMEN

En el siguiente trabajo de graduación se encuentra recopilado el informe final del Ejercicio Profesional Supervisado realizado en la empresa Aviateca S.A. contratista de TACA Airlines, quien tiene a cargo el servicio de mantenimiento a las aeronaves modelo ATR42-300 de las empresas Inter, Isleña, La Costeña, Sansa y Aeroperlas, de Guatemala, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá respectivamente, formando parte de Grupo TACA S.A. Estas empresas operan vuelos de tipo comercial en rutas que incluyen a toda Centro América y México, con conexiones a cualquier destino de América.

Siendo la seguridad aérea una de las principales prioridades para la empresa, se requiere de personal calificado y certificado para realizar las tareas de mantenimiento, con el fin de cumplir con los estándares, tanto nacionales como internacionales.

Para lograr una confianza en la comunidad de pasajeros creciente cada vez más, los trabajos de Ingeniería y control de mantenimiento, requieren estrictas normas y procedimientos, por lo que en el primer capítulo se hace una introducción al avión ATR42-300, así como sus publicaciones técnicas, que son los manuales necesarios para realizar un mantenimiento eficiente por parte del personal de ingeniería y técnicos en mantenimiento de aeronaves, entre este tipo de publicaciones están los manuales de mantenimiento, los cuales se dividen en grupos definidos por la Asociación de Transportistas Aéreos (ATA), en los que se detalla el procedimiento para realizar la tarea de mantenimiento a cada uno de los sistemas, estructura y equipo del avión.

Por razones de contenido se tomarán en cuenta únicamente las tareas relacionadas con el mantenimiento de equipo y sistemas electrónicos, con el fin de no salir del contexto del presente informe, así también se encuentran los manuales estructurales, las publicaciones que regulan el equipo y herramientas a usar y los manuales operacionales.

En el segundo capítulo se presenta una descripción y funcionamiento de los sistemas electrónicos que operan en este tipo de aeronave, entre estos tenemos los sistemas de comunicación y navegación, los cuales juegan un papel importante en lo que se refiere a la seguridad aérea, ya que sin éstos sería imposible movilizarse de un punto a otro con estándares de seguridad mínimos, así como la comunicación que debe existir entre una o más aeronaves y una estación en tierra, a fin de que esta última tenga siempre el control de donde se encuentra dicha aeronave.

Para el tercer capítulo, se hace la descripción del criterio y las bases en los que se basa la tarea de mantenimiento aplicado en todos los sistemas equipo y estructura general de la aeronave, así como el manual de procedimiento de mantenimiento, que es el documento el cual regula la frecuencia y tipo de mantenimiento ya sea este preventivo o correctivo que debe aplicar a la aeronave dependiendo al número de horas ya voladas y el número de ciclos de esta, y el Programa de Mantenimiento de la aeronave, que es un manual certificado por la Dirección General de Aeronáutica Civil de cada país, especialmente para cada aeronave, con el propósito de definir las tareas de mantenimiento que aplican a la aeronave de acuerdo al número de serie de manufactura.

El último capítulo describe las directivas de aeronavegabilidad, que son las publicaciones hechas por la *Federal Aviation Administration* (FAA), la Dirección General de Francia, entre otras, en las que describen las investigaciones realizadas por parte de ellos con el fin de corregir discrepancias encontradas en la aeronave, por lo que se vuelven de carácter obligatorio la corrección de estas discrepancias por parte de los operadores de aeronaves, de estas directivas también por parte de la compañía constructora se desarrollan los Servicios de Boletín (SB), que pueden ser obligatorios o no, se regulan las modificaciones o inspecciones pertinentes para mejorar los diferentes sistemas de la aeronave, y así la operación segura de esta. A partir de estas directivas se generan las Órdenes de Ingeniería (EO), que son parte fundamental en el proceso de mantenimiento, en donde el Departamento de Ingeniería se encarga de generar dicho documento con el fin de certificar el cumplimiento de estas, y estas órdenes de ingeniería se hacen cumplir por medio de las tarjetas de control de trabajo (WCC), las cuales los técnicos en mantenimiento se encargan de realizar el trabajo pertinente.

OBJETIVOS

General

Incrementar la seguridad aérea a través de la correcta aplicación de la ingeniería, la planificación, certificación, regulación y el mantenimiento tanto preventivo como correctivo, tomando como base fundamental la teoría, el trabajo práctico tanto individual como en equipo y los principios éticos y profesionales aprendidos en la carrera de Ingeniería Electrónica.

Específicos

1. Analizar de forma teórica y práctica, los equipos y sistemas electrónicos de una aeronave modelo ATR42-300, que cumplan con los estándares nacionales e internacionales, tomando como patrón, los dados por la compañía constructora.
2. Realizar de forma completa, personal y eficientemente la fase de control de mantenimiento de equipo electrónico de la aeronave, bajo la supervisión de personal calificado y certificado para tal fin.
3. Observar el desempeño de los equipos y sistemas electrónicos.
4. Hacer cumplir las regulaciones establecidas por la Dirección General de Aviación Civil de Guatemala, Francia, Canadá y los Estados Unidos de Norte América, con el fin de aumentar la seguridad aérea.

INTRODUCCIÓN

Al abordar el tema de la aviación en términos de la ingeniería, notamos la pasión y habilidad de la humanidad por desarrollar aviones cada vez más grandes, más confiables y cada vez más económicos, lo que conlleva a desarrollar equipos y sistemas que hacen a estas aeronaves sean más seguras y confiables.

Esto no sería posible gracias al desarrollo avanzado de la tecnología, a las diferentes ramas de la ingeniería que se aplican, entre estas la electrónica juega un papel vital para este desarrollo, ya que hoy en día todos los aviones cuentan con equipos y sistemas electrónicos como: comunicación, navegación, control digital de unidades mecánicas e hidráulicas, la implementación de circuitería analógica, digital y de micro procesadores, todo esto con el fin de hacer que cada uno de los vuelos ya sean privados, comerciales o militares y que sean más seguros.

Por lo que el mantenimiento de aeronaves es otro factor importante para la seguridad de los cientos de miles de personas que abordan a diario una aeronave. Entonces es claro ver la relación que existe entre la ingeniería y el mantenimiento, la primera que se encarga del desarrollo teórico y tecnológico de los cientos de equipos y sistemas que se encuentran en una aeronave y la segunda se encarga de mantener operativos a estos, a través de procesos ya establecidos y regulados por medio de sus respectivas publicaciones técnicas y estándares, tanto nacionales como internacionales

Para describir toda la ingeniería que implica la aviación serían necesarios cientos de manuales y libros para la explicación teórica y práctica de todos los componentes que esta abarca, es por eso que este trabajo se enfoca en la importancia de la Ingeniería Electrónica, de sus diferentes equipos y sistemas, el mantenimiento preventivo y correctivo que necesitan las aeronaves como bases fundamentales en la seguridad aérea, enlazado con los conceptos de administración y gerencia aplicados en la empresa para el cumplimiento a cabalidad de las tareas involucradas.

Es por eso que este trabajo de graduación se delimitará a la descripción del avión modelo ATR42-300, los equipos y sistemas electrónicos que se encuentran en este, sus publicaciones técnicas, los diferentes manuales de planificación y mantenimiento, así como las directivas de aeronavegabilidad que regulan a cualquier operador de estas aeronave alrededor del mundo, todo esto con el fin primordial de aplicar los conocimientos adquiridos en los salones de clase, tanto en las áreas de Ingeniería como de Administración así como los procedimientos de mantenimiento que deben de realizarse, a fin de incrementar la seguridad y confiabilidad de la comunidad de personas que abordan una aeronave.

1. INTRODUCCIÓN AL AVIÓN ATR42-300

El avión ATR42-300 debe su nombre a AVION TRANSPORTE REGIONALE construido en cooperación con AEROSPATIALE de Francia y de ALENIA de Italia, designado para transportar de 42 a 46 pasajeros, monoplano, con dos motores turbo hélice Pratt & Whitney PW120 como elementos de propulsión. El fuselaje y el empenaje son construidos en Naples, Italia, mientras que las alas son ensambladas en ST. Nazaire, Francia, para que su ensamble final sea realizado en Toulouse, Francia.

1.1 Presentación

Debido a la gran cantidad de componentes y sistemas con que cuenta la aeronave, es de gran importancia su control y mantenimiento, el ATR42-300 cumple con las especificaciones de la Asociación de Transporte Aéreo (*Air Transport Association* ATA), la cual divide a cualquier aeronave en capítulos denominados comúnmente ATA's, designadas por un índice numérico compuesto de dos dígitos, las cuales abarcan a cada uno de los sistemas que operan en la aeronave. Estas se dividen en tres grupos principales que son: el grupo de sistemas, el grupo estructural y el grupo del motor. Los sistemas de las ATA's son los mismos para cualquier aeronave, la diferencia la hará el modelo de aparato o sistema que realice determinada función.

- 05 Limitaciones / Chequeos de Mantenimiento
- 06 Dimensiones y áreas
- 07 Levantado
- 08 Peso y balance

- 09 Remolque y taxeo
- 10 Parqueo y amarrado
- 11 Calcomanías
- 12 Servicios de rutina
- 20 Prácticas estándares en la estructura
- 21 Aire Acondicionado
- 22 Piloto Automático
- 23 Comunicaciones
- 24 Sistema Eléctrico
- 25 Equipo y amueblado
- 26 Protección de Fuego
- 27 Controles de Vuelo
- 28 Combustible
- 29 Sistema Hidráulico
- 30 Protección de Lluvia y Nieve
- 31 Instrumentos
- 32 Tren de Aterrizaje
- 33 Luces
- 34 Navegación
- 35 Oxígeno
- 36 Sistema Neumático
- 37 Sistema de Vacío
- 38 Servicio de Agua y Deshechos
- 49 Alimentación Externa
- 51 Estructuras
- 52 Puertas
- 53 Fuselaje
- 54 Pilonos y nácelas

- 55 Estabilizadores
- 56 Ventanas
- 57 Alas
- 61 Hélices
- 70 Procedimientos estandarizados del motor
- 71 Planta externa
- 72 Motor en general
- 73 Control de combustible
- 74 Ignición del motor
- 75 Aire en el motor
- 76 Controles del motor
- 77 Indicación del motor
- 78 Mezcla de combustible
- 79 Aceite del motor
- 80 Encendido del motor
- 81 Turbinas

Por lo que para efectos de este informe se analizarán las ATA's 23 y 34 que se refieren a los sistemas de comunicación y de navegación de la aeronave respectivamente, así como una descripción de los manuales que intervienen tanto en el control de mantenimiento y planificación; además hay que tomar en cuenta que, debido a las regulaciones internacionales y procedimientos de mantenimiento se establecen en las anotaciones de control de mantenimiento, control de calidad, control de planificación de mantenimiento y cualquier control que tenga relación con la aeronave el uso del idioma inglés. Por lo que todo el personal que tiene relación tanto directa como indirecta tiene el conocimiento mínimo de dicho idioma.

Es por tal razón que en el presente informe se menciona a cada sistema con su respectiva traducción, en idioma inglés su nombre y su abreviatura, ya que el medio de la aviación todos los sistemas se conocen de esta forma.

En esta sección se da una breve explicación de los diferentes manuales que afectan al ATR42, las áreas de importancia son mantenimiento de sistemas, mantenimiento estructural, publicaciones de material y equipo, y manuales operacionales.

1.2 Manuales de mantenimiento

Los manuales que se relacionan al mantenimiento son:

- Manual de mantenimiento de la aeronave (*Aircraft maintenance manual*, AMM).
- Manual de Caza Fallas (*Trouble shooting manual*, TSM).
- Catalogo de partes ilustrado (*Illustrated parts catalogue*, IPC).
- Manual de alambrado (*Wiring Manual*, WM).

1.2.1 Manual de mantenimiento de la aeronave (AMM)

Este manual este dividido en dos partes:

- Descripción y Operación
- Tarjetas de trabajo

La primera parte explica el funcionamiento de cada uno de los sistemas que integran la aeronave, de manera que el personal involucrado con el avión tenga una completa familiarización al momento de leer la descripción, así mismo comprenda la operación de cualquier sistema que teóricamente es el mismo en cada aeronave.

En la segunda parte de encuentran las tarjetas de trabajo (*Job Instruction Cards*, IPC), que detallan las prácticas preventivas programas de mantenimiento así como las prácticas no programadas correctivas de mantenimiento, estas prácticas pueden ser de:

- Servicio
- Remoción – Instalación
- Ajuste – Prueba
- Inspección – Chequeo
- Limpieza – Pintura
- Reparaciones aprobadas

Este manual esta elaborado como una ayuda principal para el personal de mantenimiento así como para personal de ingeniería.

1.2.2 Manual de fallas (TSM)

Este manual provee al usuario una serie de procedimientos y acciones posteriores de mantenimiento en el caso de la falla de un componente o sistema con el fin dar con la discrepancia y luego proceder a su reparación.

1.2.3 Catalogo de partes ilustrado (IPC)

Este manual cumple con los requisitos de la ATA, ya que este identifica e ilustra las partes reemplazables de la aeronave, este es un complemento del AMM e incluye toda la información de las partes para las cuales las prácticas de mantenimiento son requeridas.

1.2.4 Manual de alambrado (WM)

Este manual provee toda la información para reparar circuitos eléctricos y electrónicos, contiene diagramas de alambrado y diagramas de bloques de los sistemas empleados en la aeronave. Este manual esta dividido en tres partes:

- Diagramas
- Alambrado
- Listas de componentes

1.3 Manuales estructurales

En este grupo de manuales encontramos:

Manual de reparaciones estructurales (*Structural Repair Manual*, SRM): Este manual contiene información descriptiva, instrucciones y datos para reparación de la estructura primaria y secundaria de la aeronave. Este manual contiene:

- Identificación de partes
- Daños permisibles

- Áreas restringidas
- Reparaciones

Manual de pruebas no destructivas (*Non Destructive Testing Manual*, NDT): Proporciona toda la información necesaria para realizar las pruebas no destructivas en la aeronave con el fin de detectar fracturas o rajaduras en la estructura de la aeronave, así como los procedimientos para la reparación en caso de encontrarse alguna. Entre estas pruebas están: la prueba de líquidos penetrantes, de rayos X, de corrientes parásitas y pruebas de ultrasonido.

1.4 Publicaciones de herramienta y equipo

Estas publicaciones determinan toda la herramienta y equipos necesarios para realizar pruebas funcionales, pruebas operacionales, pruebas no destructivas, instrumentos de medición, de calibración, así como el utilizado para remoción e instalación de sistemas o componentes de la aeronave.

Estas publicaciones brindan los estándares que debe de cumplir la herramienta y equipo que se utiliza para efectuar las diferentes tareas descritas anteriormente.

1.5 Manuales operacionales

Entre estos tenemos:

El manual de vuelo (*Flight Manual*, FM) que está aprobado por las autoridades de aeronavegabilidad para ser usado por la tripulación de vuelo. Este contiene:

- Límites operacionales
- Procedimientos normales y de emergencia
- Operación para despegue, vuelo crucero y aterrizaje, basado en la operación de la aeronave con un motor funcionando, con el mínimo de combustible.

Se encuentra el Manual operacional de tripulación de vuelo (*Flight Crew Operating Manual*, FCOM) que contiene:

- Descripción de sistemas
- Procedimientos y chequeos operacionales

Y por último el Listado master de equipo mínimo (*Master Minimum Equipment List*, MMEL) que está aprobado por las autoridades de aeronavegabilidad.

Contiene la información para formar el MEL de cada aerolínea de acuerdo a sus requerimientos. Especifica aquellos componentes o sistemas los cuales podrían estar no operativos sin afectar las directivas de aeronavegabilidad, describiendo los procedimientos de mantenimiento requeridos o especiales.

2. SISTEMAS ELECTRÓNICOS DEL AVIÓN ATR42-300

Componentes electrónicos son encontrados en todos los sistemas del ATR42, micro interruptores en el tren de aterrizaje principal, unidades digitales, microprocesadores y sensores de temperatura en los motores, sensores de posición en los *flaps*, etc. Por la consistencia del presente informe se abarcarán los sistemas de comunicaciones y de navegación que presentan la mayor aviónica del avión, en donde se darán a conocer los aspectos más relevantes como operación, descripción y operación de dichos sistemas.

2.2 Sistema de comunicaciones

El sistema de comunicaciones incluye todos los transreceptores necesarios para la transmisión y recepción de mensajes, de un avión a otro, de un avión a una estación terrena o viceversa.

En caso de falla en la comunicación en alguno de los equipos, se han instalado un juego de dos sistemas de radio y navegación, también el sistema está diseñado de tal forma que al momento de una falla sea obvio su reconocimiento por comparación, para la instalación del equipo aviónico, se ha estudiado cuidadosamente su localización, tomando en cuenta la longitud requerida de cable coaxial que se usa a fin de evitar interferencia mutua, así también se encuentran instalados descargadores estáticos en las alas y estabilizador horizontal.

Además el cableado de un sistema se encuentra separado del cableado de otros sistemas y colocado a distancia de los ductos de aire caliente, todo esto con el fin de evitar interferencias mutuas y ruido térmico respectivamente.

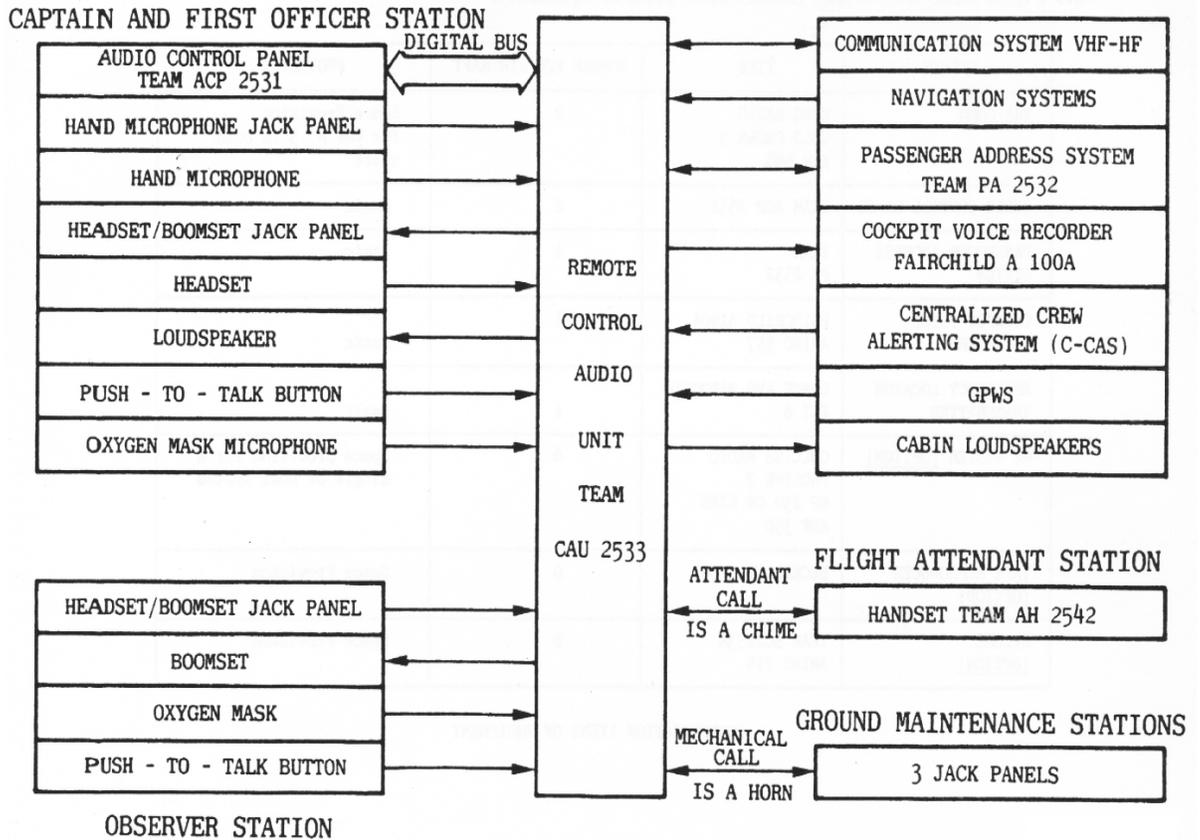
El montaje del equipo y cableado se encuentra regulado por los estándares aeronáuticos y se ha provisto de espacio adicional en el caso de que instale algún nuevo sistema de comunicación.

Este sistema permite a la tripulación comunicarse uno con otro, con los pasajeros, y con los personal de mantenimiento cuando el avión está en tierra. El sistema está compuesto de los siguientes subsistemas:

- Sistema de muy alta frecuencia (VHF)
- Servicio de intercomunicación
- Sistema de anuncios al pasajero
- Grabadora de voz de cabina (CVR)
- Sistema de alta frecuencia (HF)

Todos los sistemas se encuentran interconectados y controlados por la unidad de control remoto de audio (RCAU), que no es más que un micro procesador que direcciona toda la información proveniente de los diferentes componentes del sistema de comunicación, como los micrófonos, bocinas e incluso sistemas de navegación, ya que estos utilizan códigos en clave Morse o están en el rango de frecuencia de alguna emisora de AM por lo que estos son escuchados por la tripulación.

Figura 1. Esquema del sistema de comunicación

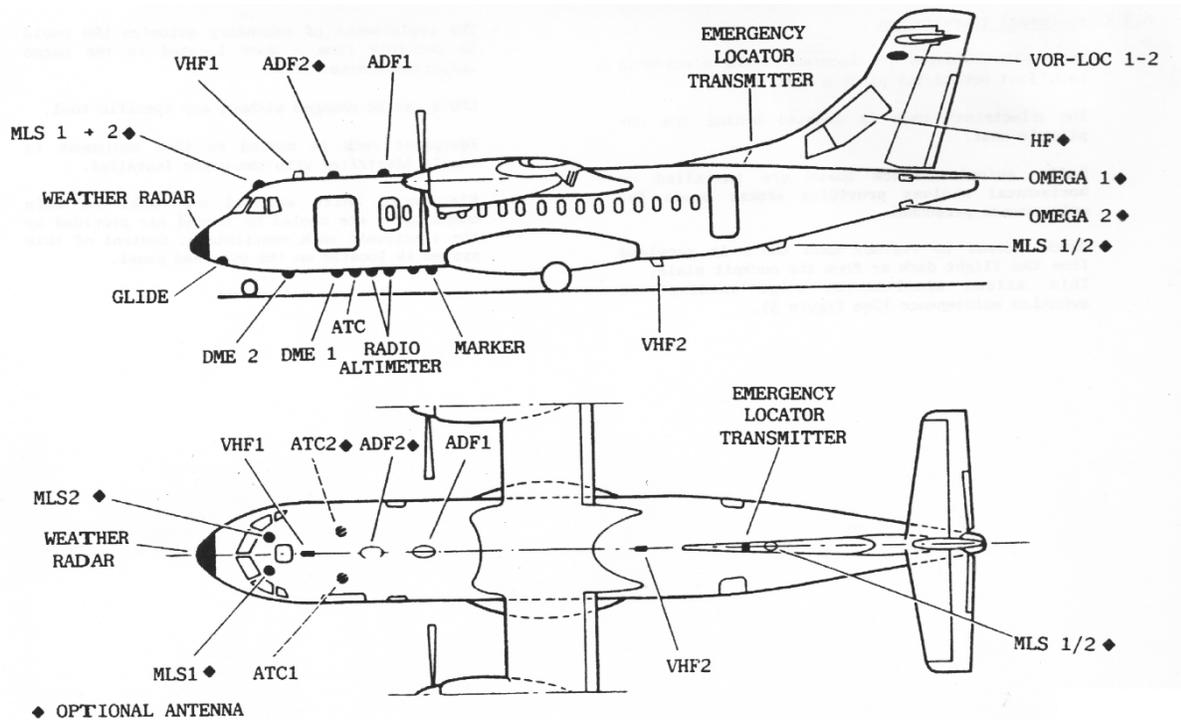


Fuente: ATR, Notas de Ingeniería. Pág. 6-3-9

2.2.1 Antenas

Las antenas pertenecientes a cada uno de los sistemas de comunicaciones se encuentran instaladas en el fuselaje de la aeronave de tal forma, a fin de evitar la interferencia mutua, así mismo están provistas de conectores para hacer más fácil su remoción e instalación. También se toma en cuenta la posibilidad de agregar sistemas de comunicación repetidos por lo que en el fuselaje del avión se han dejado áreas específicas para dicha instalación.

Figura 2. Antenas instaladas



Fuente: ATR, Notas de Ingeniería. Pág. 6-3-5

2.2.2 Instalación del equipo

Los equipos de radio comunicación se encuentran localizados en *rack* de electrónica, justo detrás del asiento del piloto. Las cajas negras que contienen la grabadora de voz de cabina se encuentran protegidas con protectores de forma horizontal de fácil acceso para el personal de mantenimiento.

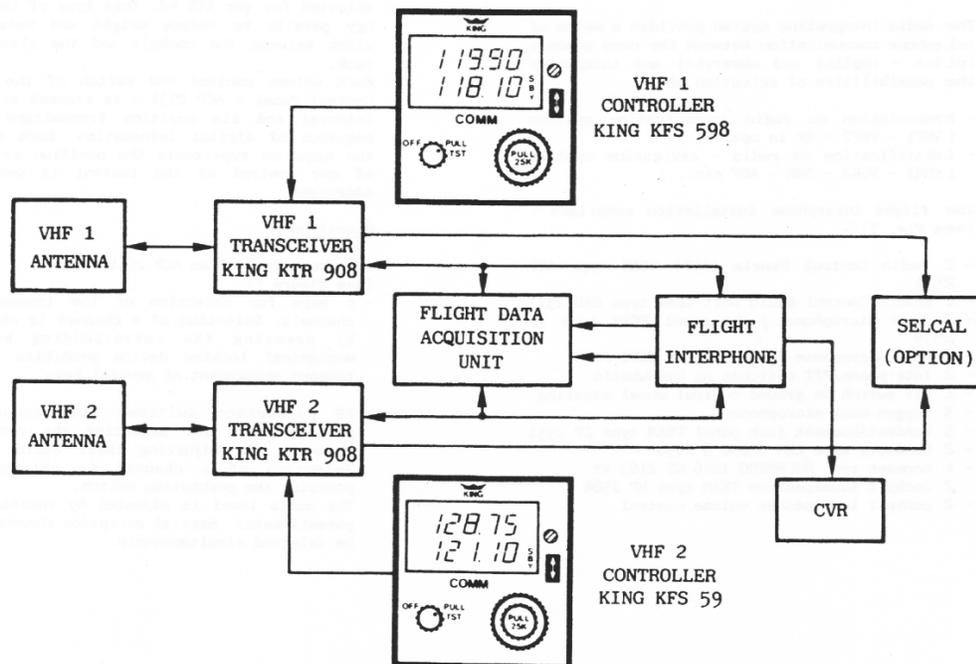
Los *racks* se encuentran debidamente marcados para el fácil reconocimiento al momento de una remoción o instalación, además este equipo se encuentra ventilado, esto gracias al sistema de ventilación y su control se encuentra en el panel frontal.

2.2.3 Sistema de muy alta frecuencia (VHF)

El sistema de comunicación de muy alta frecuencia denominado más comúnmente VHF por sus siglas en inglés *very high frequency*,

Es uno de los medios de comunicación entre estaciones terrenas y la tripulación y entre diferentes aeronaves. La aeronave está equipada con dos sistemas idénticos KING GOLD CROWN 3 TYPEKTR 908, los cuales son independientes uno de otro, se ha provisto del espacio necesario para la posible instalación de un tercer equipo. Estos sistemas operan en el rango de frecuencia que va desde los 118.00 a los 135.975 Mhz. con un espaciamiento de 25 Khz. Además se ha provisto para un máximo de 136.975 Mhz. el cual nos da capacidad para 760 posibles canales.

Figura 3. Sistema VHF



Fuente: ATR, Notas de Ingeniería. Pág. 6-3-13

2.2.3.2 Descripción del sistema

El sistema VHF esta compuesto de:

- Dos paneles de control modelo KING GOLD CROWN 2 del tipo KFS 598 localizados en parte central de la cabina, entre el asiento del piloto y el asiento de copiloto.
- Dos transreceptores KING GOLD CROWN 3 del tipo KFS 908, localizado en el *rack* electrónico.
- La aeronave podría ser equipada con dos idénticos COLLINS PROLINE 2 del tipo CTL 22.

Uno de estos transreceptores debe ser conectado a la barra de alimentación de emergencia así como a la antena VHF1, esto en caso de que la aeronave se quede sin la energía, también se conecta a la unidad de adquisición de datos, al intercomunicador de acuerdo al diagrama de bloques.

2.2.4 Sistema de Audio Integrado

Este sistema deriva su nombre de la traducción en inglés de *Audio Integrated System*.

El sistema de audio integrado provee por medio de teléfonos la comunicación entre los miembros de la tripulación (piloto, copiloto y observador) e integra las posibilidades de selección de:

- Transmisión sobre sistemas de radio comunicación (VHF1, VH2 y HF si está instalado)
- Identificación de sistemas de radio navegación (VOR1, VOR2, DME etc.)

Control de audio digital multiplexado se ha escogido en el ATR42. Este tipo de tecnología permite reducir el peso y el volumen del alambrado entre la cabina y el *rack* electrónico. Cada control de volumen e interruptores del panel de control de audio son monitoreados en intervalos cortos de tiempo (multiplexados), y esa información es transmitida en forma serial digital. El valor de los *bits* representa el nivel de un control específico al momento en que fue monitoreado.

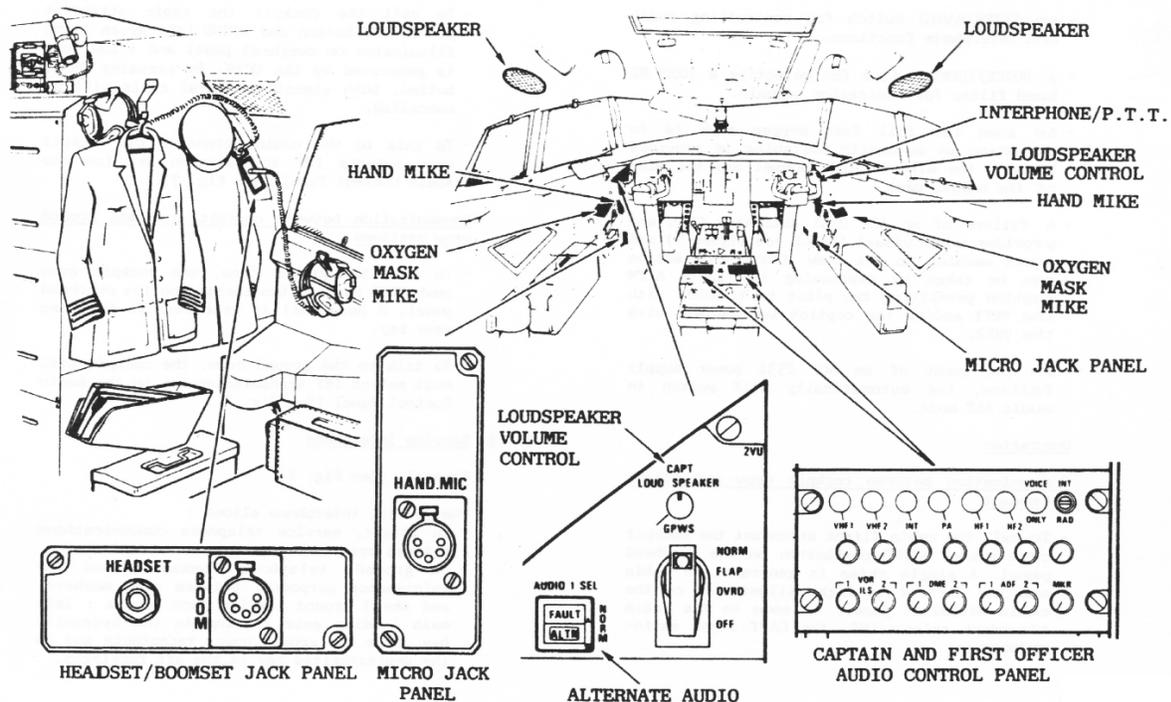
2.2.4.3 Operación

Seis interruptores son utilizados para la selección del canal de transmisión, el cual la selección es obtenida presionando el interruptor deseado, un seguro mecánico no permite la selección al mismo tiempo de dos o más interruptores. Así mismo 14 interruptores conectados a potenciómetros son utilizados para la selección de los canales de recepción y su respectivo nivel de audio, es posible seleccionar más de un canal de recepción a la vez. Un interruptor INTER/RADIO es usado para controlar las funciones de radio e intercomunicación, así mismo un interruptor VOICE/IDENT que es usado para seleccionar un filtro de 1020 Mhz. empleado en las señales de navegación. En caso de falla del panel de control de audio, se activa la señal FAULT de color ámbar, además se activa una alerta auditiva en cabina. Para corregir esta falla es necesario presionar la indicación ALTN, que permite al piloto transmitir con el sistema VHF1 y/o el copiloto con el sistema VHF2.

Como se mencionó previamente es posible la comunicación entre la tripulación y personal de sobrecargo y también entre la tripulación y personal en tierra, para llamar al persona de sobrecargo es necesario presionar el botón ATTND en el panel frontal.

Un simple sonido es generado en la cabina y en el panel de sobrecargo se indicará con una indicación blanca CAPT, al momento que la persona de sobrecargo presione el botón INT, está será reconocida en la cabina de tripulación y la indicación del capitán se apagará. De forma inversa puede el personal de sobrecargo llamar a la tripulación esto se lleva a cabo cuando la persona en el panel de sobrecargo presiona el botón INT, esto hará que en la cabina se encienda de color verde en el panel frontal la indicación ATTND CALL, y un tono bajo es generado también en la cabina, presionando el botón de RESET ambas indicaciones se apagarán. Para comunicarse con la cabina de sobrecargo, la tripulación selecciona el interruptor INT en el panel de control de audio.

Figura 4. Sistema de audio integrado



Fuente: ATR, Notas de Ingeniería. Pág. 6-3-15

Para llamar al personal en tierra, la tripulación selecciona en la cabina en el panel frontal el interruptor MECH, esto activa una bocina que se encuentra en el tren de nariz. Así mismo para comunicarse la tripulación debe seleccionar el interruptor INT en el panel de control de audio.

2.2.5 Servicio de intercomunicación

El servicio de intercomunicación permite:

- En vuelo, la comunicación telefónica entre miembros de la tripulación y personal de sobrecargo.
- En tierra, la comunicación telefónica para propósitos de mantenimiento, entre miembros de la tripulación y tres conectores externos: en el compartimiento hidráulico en el área del lado del tren de aterrizaje principal izquierdo, cerca del receptáculo de conexión de planta externa y el compartimiento despresurizado, parte trasera del fuselaje.

2.2.6 Sistema de anuncios al pasajero

Este sistema incluye:

- Un amplificador TEAM del tipo PA 2532.
- Ocho bocina instaladas en la cabina de pasajeros y una en el baño.
- Un equipo TEAM del tipo AH 2542 AE 01 instalado en la cabina de sobrecargo.

Este sistema permite los medios audibles para realizar anuncios a los pasajeros y un tono bajo de audio para alertar al personal de sobrecargo en caso de la llamada de los pasajeros.

El llamado puede provenir de la cabina de pasajeros o del baño, por lo que se enciende en la cabina de sobrecargo la luz PASS o LAV respectivamente. El personal de sobrecargo tiene prioridad de hacer anuncios sobre la música, en el caso de que la tripulación realice algún anuncio, ellos tienen prioridad sobre los anuncios que el personal de sobrecargo pueda realizar en un momento determinado.

Un tono bajo audible se oirá en la cabina de pasajeros cuando las luces de NO SMOKING y de AJUSTE SU CINTURON DE SEGURIDAD, estas señales serán activadas por medio de los interruptores respectivos en el panel frontal de la cabina de la tripulación.

2.2.7 Grabadora de voz de cabina

La grabadora de voz de cabina (CVR), es de marca FAIRCHILD modelo A100A y está diseñada para grabar los últimos treinta minutos de las comunicaciones y conversaciones que realice la tripulación, además de las alarmas audibles en el compartimiento de vuelo, este sistema preserva dichas grabaciones en el evento de un accidente.

La instalación de la grabadora de voz de cabina consiste de:

- Una CVR FAIRCHILD modelo A100A instalada en el compartimiento trasero de equipaje en el área despresurizada y de fácil acceso.
- Un controlador CVR FAIRCHILD del tipo A151-50, localizado en el panel frontal.

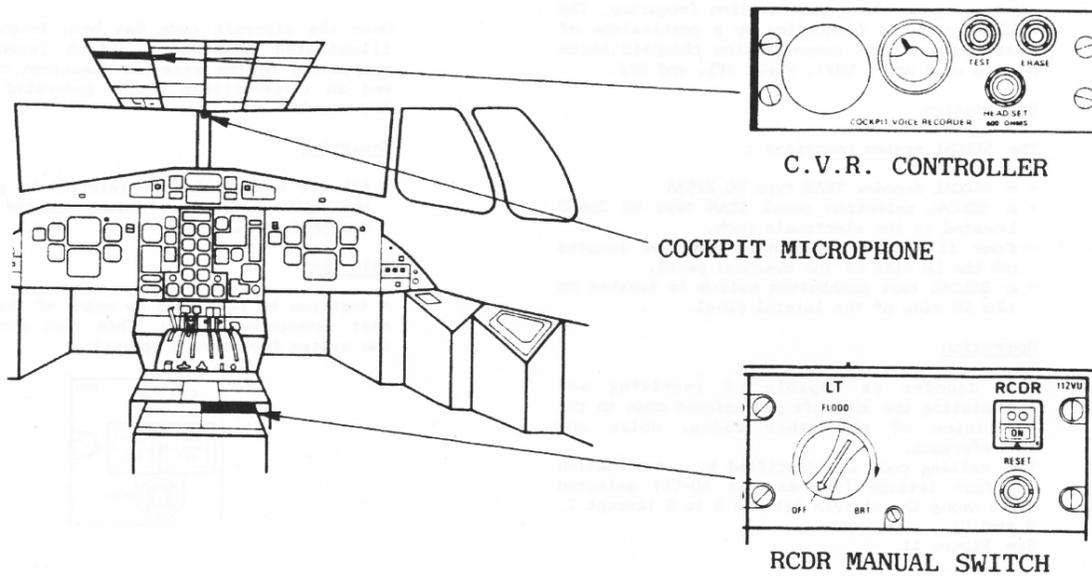
- Un micrófono FAIRCHILD del tipo A055-45 localizado en la parte baja del panel frontal. El sistema es alimentado con 28 VDC proveniente de la barra de emergencia y su instalación cumple con los requerimientos respectivos.

En operación normal el sistema graba cuatro canales de información independientes simultáneamente en una cinta magnética por media hora. Estos canales están distribuidos de la siguiente manera:

- El canal uno está dedicado al personal de sobrecargo.
- El canal dos está dedicado al copiloto.
- El canal tres está dedicado al piloto.
- El canal cuatro está dedicado al micrófono de la cabina de tripulación.

Cuando la energía eléctrica es aplicado en la aeronave y tan pronto como un motor es encendido, el sistema es energizado y el secuencia de grabación empieza. Para grabar la secuencia de la lista de chequeo del avión, el sistema puede ser manualmente energizado presionando el botón RCDR que está localizado en el pedestal central. Para aplicar un reset a la CVR es necesario presionar el botón RESET.

Figura 5. Grabadora de voz de cabina



Fuente: ATR, Notas de Ingeniería. Pág. 6-3-21

El sistema puede ser monitoreado en cualquier momento por medio del botón TEST localizado en el controlador de CVR. Durante el monitoreo el galvanómetro se moverá gradualmente de 8 a 10 en su indicación, así mismo una señal de 600 Hz. se podrá oír en los audífonos conectados a la toma HEADSET.

2.2.7.5 Borrado

Las grabaciones y comunicaciones pueden ser completa e instantáneamente borradas presionando el botón ERASE en el controlador de CVR tan pronto el avión ha aterrizado y el freno de parqueo ha sido aplicado y asegurado. Durante el borrado una señal de 400 Hz. puede ser escuchada en los audífonos conectados a la toma HEADSET.

2.2.8 Sistema de alta frecuencia (HF)

El sistema de comunicación de alta frecuencia KHF 950 (individual o doble) puede ser instalado de forma opcional en el ATR42. El sistema operará en el espectro de frecuencia de 2,000 a 29,999.99 Khz. en incrementos de 100 Hz. con una potencia de salida de 150 watts de potencia pico, modulado en amplitud de banda lateral baja con 37.5 watts de potencia promedio. El sistema KHF 950 permitirá la selección de cualquiera de los 280,000 canales de banda lateral única (SSB), banda lateral baja (LSB), amplitud modulada (AM) y teléfono.

Tanto individual como ambos, el sistema King HF está habilitado de forma opcional. El sistema está compuesto de:

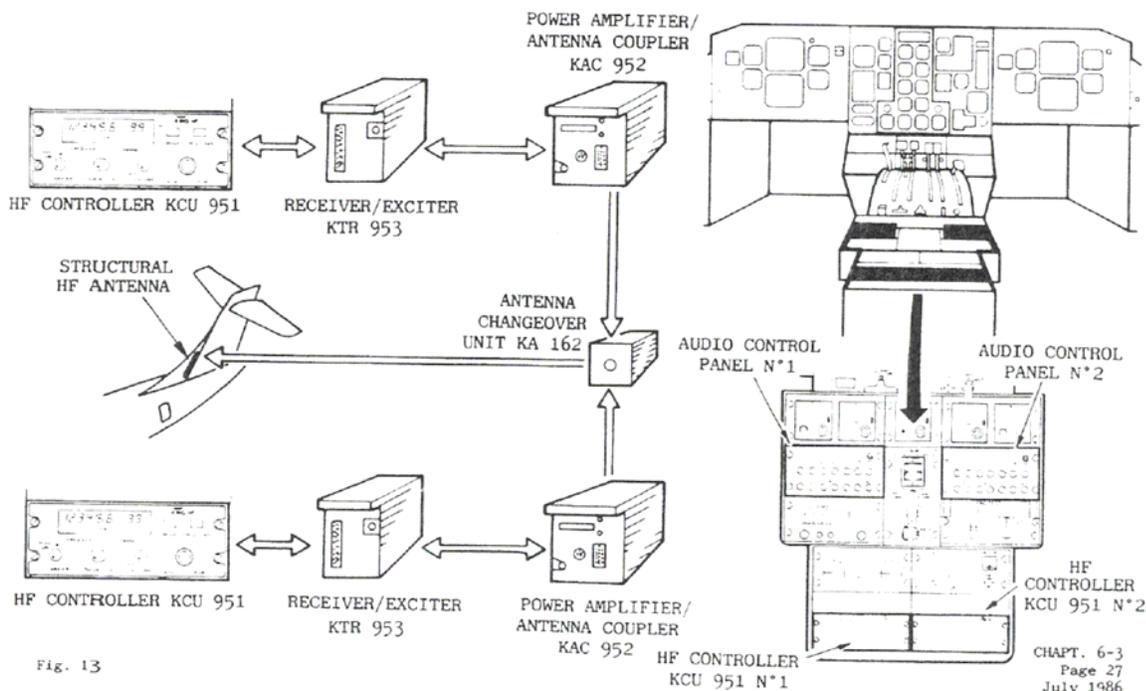
- Una pantalla de control HF modelo KCU 951.
- Un receptor/excitador KTR 953.
- Un amplificador de potencia/acople de antena KAC 952.
- Una antena modelo KA 162.

El sistema KCU 951 provee al piloto una capacidad de 99 canales. La unidad de control de pantalla da las siguientes funciones:

- La perilla ON/OFF/VOLUME enciende el sistema y ajusta el nivel de volumen deseado.
- La perilla STO guarda en memoria, la frecuencia desplegada, tanto en modo recepción como en modo de emisión.
- El interruptor PGM permite al piloto cambiar de frecuencia tanto en el modo de transmisión como en el modo de emisión, un canal preseleccionado.

- El interruptor FREQ/CHAN permite seleccionar ya sea sintonizando la frecuencia deseada o seleccionar un canal de la memoria ya guardado.
- El interruptor EMISSION MODE selecciona el tipo de modulación ya sea esta, banda lateral única (SSB), banda lateral baja (LSB) o amplitud modulada (AM).
- La perilla CLARIFIER ajusta la frecuencia de recepción para una mejor calidad en el caso de estar en modo de banda lateral única (SSB). El uso de este control es solamente requerido cuando la diferencia de frecuencia de estación a estación es significativa.
- La perilla SQUELCH elimina el ruido de fondo cuando no se recibe una señal.

Figura 6. Sistema HF



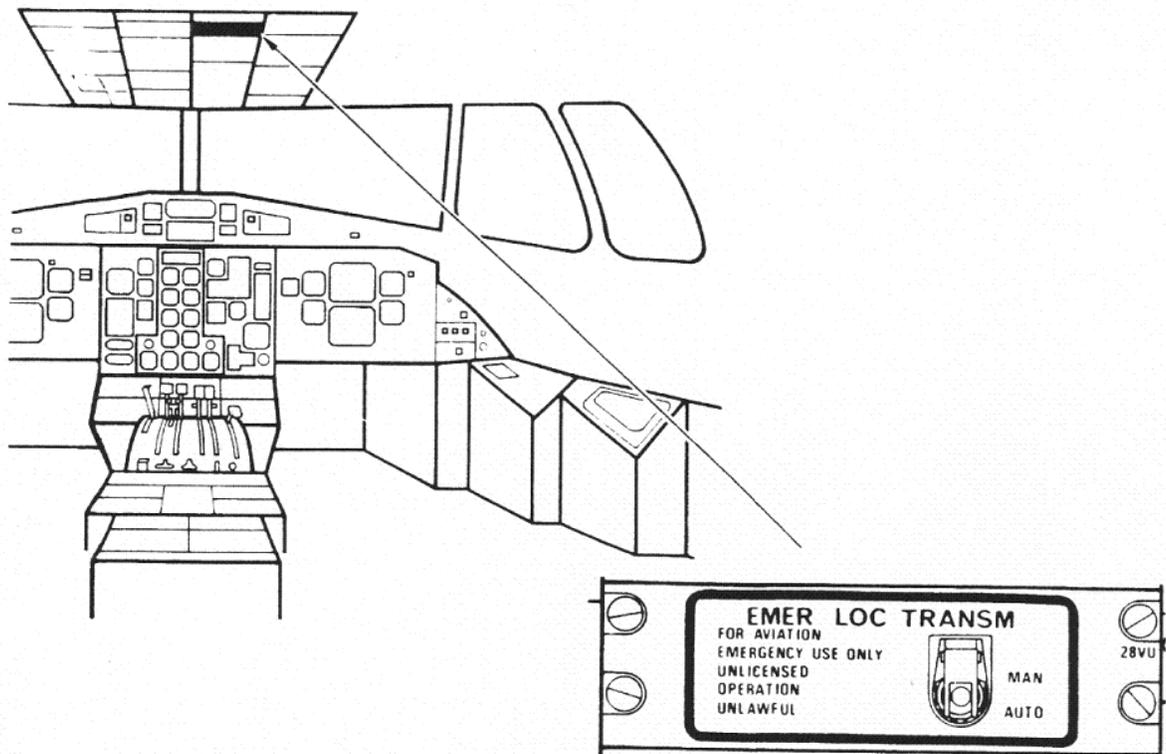
Fuente: ATR, Notas de Ingeniería. Pág. 6-3-27

2.2.9 Transmisor localizador de emergencia (ELT)

Un transmisor localizador de emergencia debe ser instalado en un área accesible en la parte trasera de la cabina. El equipo seleccionado para el ATR42 es un DORNE AND MAGOLIN del tipo ELT 8.

Un interruptor de dos posiciones MAN AUTO será instalado en el panel frontal. La antena del ELT deberá ser instalada en la parte superior del fuselaje. Con el seguro del interruptor del sistema posicionado en AUTO el transmisor de emergencia de 121.5/243 Mhz. será activado con una aceleración igual o mayor a 5 gravedades. En la posición MAN, el ELT puede ser manualmente activado.

Figura 7. Transmisor localizador de emergencia



Fuente: ATR, Notas de Ingeniería. Pág. 6-3-29

2.3 Sistemas de Navegación

La navegación básica del ATR42, ha sido seleccionada en vista de de la operación comunitaria. El nivel de integridad alcanzado cumple con las directivas de aeronavegabilidad europea y con las regulaciones de la FAA . Esta aeronave está certificada como categoría 1 y como categoría 2 para los requerimientos de aterrizaje automático.

2.3.1 Introducción

Los sistemas de navegación proveen a la tripulación la información requerida para un vuelo en cumplimiento con los requerimientos de seguridad aérea y así poder trasladarse de un punto a otro de la manera más eficiente y segura.

En la actualidad la navegación aérea cuenta con varios tipos de ayudas para una función específica. A pesar de que los principios de funcionamiento y las presentaciones en la cabina varían según los sistemas de navegación, hay varias medidas que se tienen que tomar para prevenir el uso de señales de navegación erróneas durante el vuelo:

- Comprobar la señal identificadora de cualquiera ayuda a la navegación y vigilarla durante el vuelo.
- Usar todo el equipo de navegación a bordo del avión y efectuar una comprobación cruzada de los instrumentos que proveen información de rumbo y marcación.

- Nunca exceder de la hora prevista de llegada sin efectuar una comprobación cruzada minuciosa de las ayudas de navegación y los puntos de comprobación en tierra.
- Descontinuar el uso de cualquier ayuda de navegación cuando se sospeche que las indicaciones no son del todo correctas y de ser necesario, confirmar la posición del avión con el radar u otro equipo de tierra o de a bordo.

Toda esta información necesaria para la navegación se puede dividir en siete grupos:

- Información relacionada con el vuelo.
- Información de dirección y altitud.
- Información para la ayuda en el aterrizaje y taxeo.
- Información de posición independiente.
- Información de posición dependiente.
- Computo de vuelo.
- Información de control automático de vuelo.

2.3.2 Dirección y Altitud

Esta información es proveída por los SPERRY AH-600 el cual reemplaza el giróscopo vertical y horizontal convencional. Durante una operación normal el sistema relativo de altitud y dirección (*Attitude and Heading Reference System* AHRS por sus siglas en inglés) son desplegadas en el sistema electrónico por instrumentos a través de bus digital privado (*Digital Private Bus* DPB por sus siglas en inglés).

El AHRS controla el sistema radar del clima y la unidad de adquisición de datos de vuelo (*Flight data acquisition Unit* FDAU por sus siglas en inglés) con información analógica de pitch y roll. Así también controla el indicador radio magnético (*Radio Magnetic Indicator* RMI) con información analógica de dirección disponible en el bus estándar de comunicación aviónica (*Avionic Standard Communication Bus*, ASCB) que son enviadas al AFCS donde son usadas por el segundo AHRS.

2.3.2.1 Instrumentos

La información de altitud es desplegada en el indicador electrónico de altitud y dirección (*Electronic Attitude Director Indicator* EADI) ATI SPERRY ED 800, el cual también despliega información de radio navegación y dirección de vuelo.

El sistema de aterrizaje por instrumentos (*Instrument Landing System* ILS) es desplegado en el EADI1 y EHSI1 así mismo el segundo ILS en el EADI2 y EHSI2. La información de dirección es desplegada en el indicador electrónico de de situación horizontal (*Electronic Horizontal Situation Indicator* EHSI) ATI SPERRY ED 800, el cual también despliega la información de navegación (*Navegation* NAV) proveniente de los receptores NAV que son: radio rango omnidireccional de muy alta frecuencia (*VHF Omnidirectional Radio Range* VOR) y el equipo medidor de distancias (*Distance Measuring Equipment* DME). Los sistemas NAV1 son desplegados en el EHSI1 y el segundo sistema NAV es desplegado en el EHSI2.

La información del VOR, dirección magnética y radiogoniómetro automático (*Automatic Direction Finder* ADF) son desplegadas en ambos RMI.

2.3.3 Datos de vuelo

Esta información es provista por dos computadoras de datos de aire (*Air Data Computer* ADC) SPERRY AZ810 separadas, cada una con sus tomas de presión estática. Cada sistema controla los instrumentos servo eléctricos y subsistemas periféricos.

Los instrumentos de vuelo localizados en los paneles del piloto y copiloto están compuestos por un altímetro (*Altimeter* ALT), un indicador vertical de velocidad (*Vertical Speed Indicator* VSI) y un indicador de velocidad (*Airspeed Indicator* ASI).

Un sensor de temperatura alimenta a ambos ADC para obtener una indicación total de temperatura (*Total Air Temperature* TAT) que es desplegada en el indicador TAT-SAT-TAS (*Total Air Temperature-Static Air Temperature-True Airspeed*) localizado en el panel central.

2.3.3.1 Instrumentos y equipo periférico

Los instrumentos principales son:

- Dos altímetros 3ATI con puntero y contador digital.
- Dos indicadores de velocidad 3ATI.
- Dos indicadores de velocidad vertical 3ATI.
- Un indicador TAT-SAT-TAS

En caso de falla en los instrumentos, esta será indicada por una marca de bandera en el respectivo instrumento que ha caído en falla. Los dos ADC generan señales para los siguientes subsistemas periféricos:

- AFCS
- Sistema principal del avisos (*Master Warning System MWS*)
- FDAU
- Control de tráfico aéreo transponder (*Air Traffic Control ATC transponder*)
- AHRS (información TAS)
- Presurización de cabina

2.3.4 Radio Navegación

El equipo básico del ATR42 cubre todas las necesidades y requerimientos de ruta, aproximación, aterrizaje y navegación.

Los siguientes equipos son usados para tal propósito:

- VOR-ILS-MKB
- ADF
- DME
- ATC
- Sistema de alerta a proximidad de tierra (*Ground Proximity Warning System GPWS*)
- Radio altímetro
- Radar de Clima

- Sistema de aterrizaje por Instrumentos (*Instrument Landing System ILS*)
- Sistema de Posicionamiento Global (*Global Position System GPS*)

Los sistemas VOR, ILS y DME utilizan una caja de control común. La selección entre estaciones VOR o ILS son hechas de acuerdo a la frecuencia seleccionada.

Las indicaciones DME son desplegadas en el EHSI. La información ADF es desplegada en el RMI.

En el ATR42 se ha provisto del espacio necesario para un segundo ATC, un segundo DME y un segundo ADF con sus respectivos controladores tomados en cuenta.

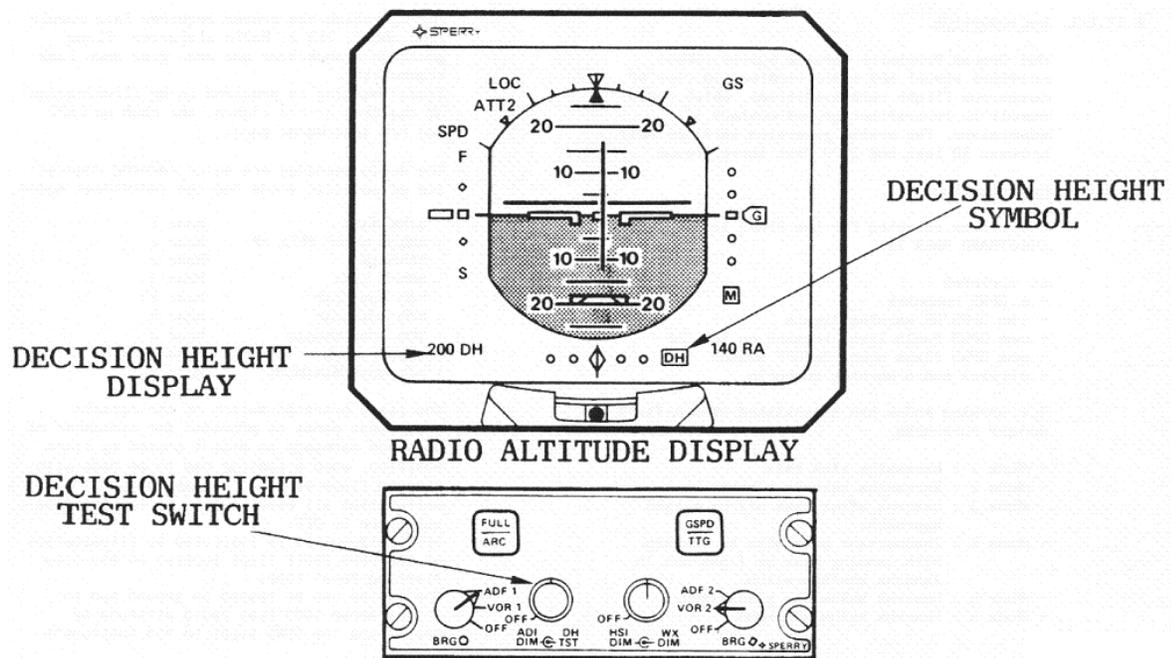
2.3.5 Sistema Radio Altímetro

El sistema de radio altímetro provee al piloto la información de la altitud de forma exacta cuando se encuentra volando a una gran altitud y particularmente durante la fase de aproximación. Este sistema debe instalarse en conjunto con GPWS.

La información es desplegada en un sistema de 4 dígitos que tiene un rango de operación de -20 a 2,500 pies. La resolución por encima de 200 pies de altitud será de 10 pies, y por debajo de 200 pies la resolución será de 5 pies. La pantalla será nula para altitudes arriba de 2500 pies.

La información es desplegada en la esquina derecha del EADI por medio de cuatro dígitos azules. Este sistema tiene la opción de preseleccionar una altura deseada que va de 0 a 999 pies en incrementos de 10 pies. La selección de la altura deseada se hace a través de una perilla localizada en el panel de control del EFIS. Cuando la altitud de la aeronave se vuelve menor a la seleccionada mas 100 pies, una caja blanca aparece en la pantalla y cuando la altura de la aeronave se vuelve menor a la seleccionada el símbolo DH aparece en color ámbar dentro de la caja blanca.

Figura 8. Sistema radio altímetro



Fuente: ATR, Notas de Ingeniería. Pág. 6-13-17

2.3.6 Sistema de alerta de proximidad a tierra (GPWS)

El GPWS provee una alerta visual y audible en caso de de condiciones de ruta de vuelo peligrosas, las cuales podrían resultar en un contacto inadvertido con el terreno. El sistema genera alertas solamente entre 50 y 2500 pies por encima del terreno.

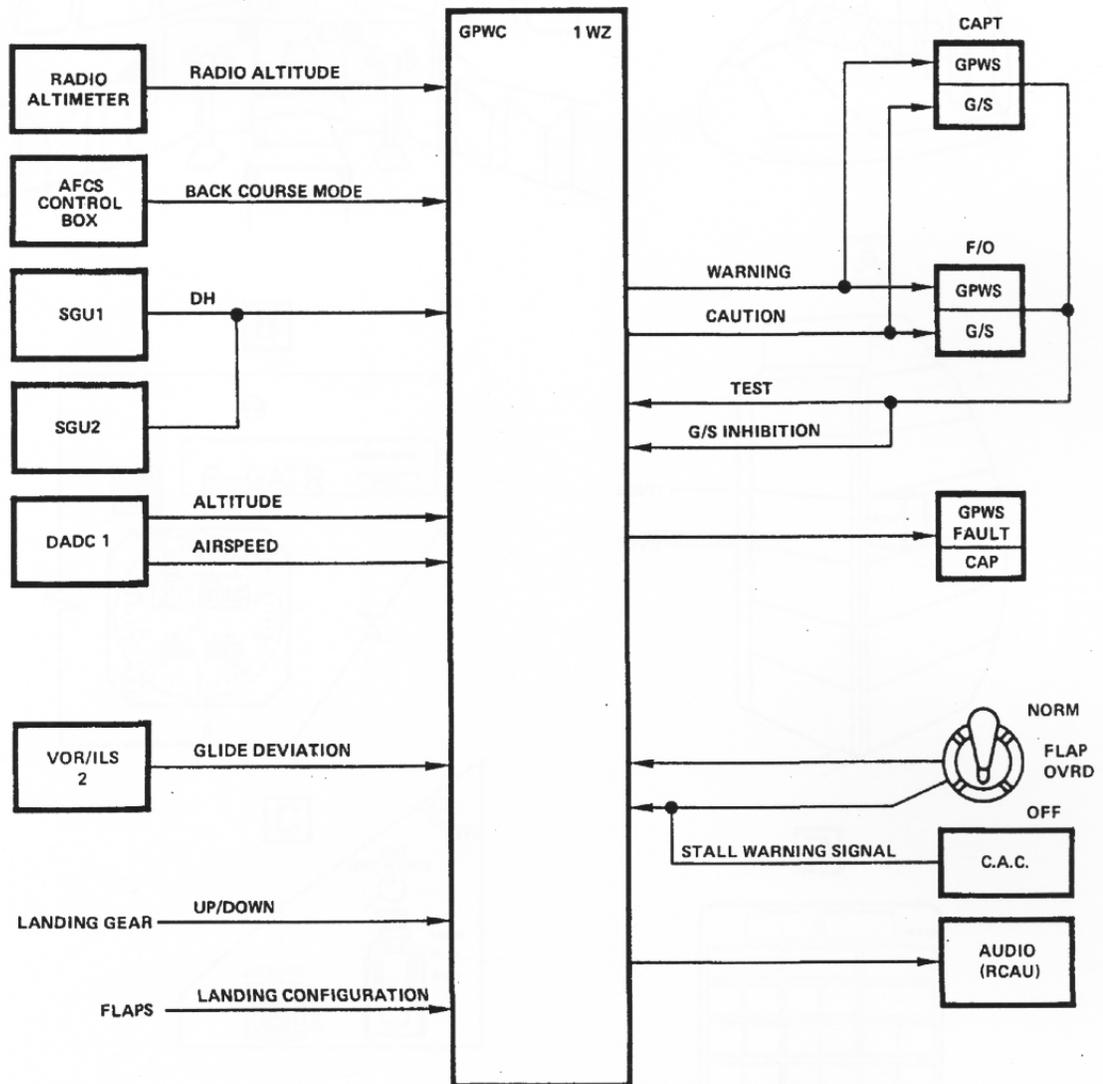
El sistema seleccionado en la aeronave es el SUNSTRAND MARK II y este incluye:

- Una computadora GPWS
- Dos GPWS/GS luces de alerta
- Un luz de falla GPWS
- Un interruptor de *flap* GPWS
- Varios canales de audio de alerta

Existen seis modos de alerta:

- Modo 1: Velocidad de hundimiento excesivo
- Modo 2: Velocidad de acercamiento al terreno excesivo
- Modo 3: Descenso después de despegue o aproximación perdida.
- Modo 4: Inadvertida proximidad al terreno cuando el tren de aterrizaje o *flaps* no están configurados para aterrizaje.
- Modo 5: Descenso menor a la indicación ILS
- Modo 6: Descenso menor al mínimo

Figura 9. Sistema de alerta de proximidad de tierra



Fuente: ATR, Notas de Ingeniería. Pág. 6-13-17

2.3.7 Sistema electrónico de vuelo por instrumentos (EFIS)

El sistema integrado SPERRY modelo EDZ-810 consiste en tres subsistemas, el sistema de despliegue de datos del piloto, el sistema de despliegue del copiloto y el sistema (WX) SPERRY modelo PRIMUS 800. Ambos sistemas, el del piloto y copiloto son idénticos y proveen la información del EADI, EHSI y WX a la tripulación de vuelo.

2.3.7.1 Pantalla electrónica

Los sistemas de despliegue del piloto y del copiloto utilizan el mismo *hardware* y organización. La pantalla del EFIS modelo ED 800 está diseñada para un fácil montaje y están provista de una pantalla de rayos catódicos (*Cathode Ray Tube* CRT), también un inclinómetro puede ser montado en la pantalla que es usado para el EADI.

El sistema del ED 800 de video y deflexión trabaja en los modos *stroke* y *raster*, el primero es la técnica empleada en los osciloscopios para el despliegue de la información y el segundo es la técnica usada en las pantallas de televisión para desplegar la información. La pantalla es refrescada cada 60 Hz. y los datos son actualizados cada 30 Hz.

El ED 800 cuenta con dos tipos de alimentación una alta y baja que va desde los 28 VDC. Un sistema integral el cual monitorea el desempeño de cada ED-800 es usado para proteger el CRT de daños y despliega en caso de falla una señal a la unidad generadora de símbolos (*Symbol Generator Unit* SGU).

El ED 800 también tiene la habilidad de desplegar por medio de un selector de fuente alternativa las dos señales del SGU.

2.3.7.2 Unidad generadora de símbolos

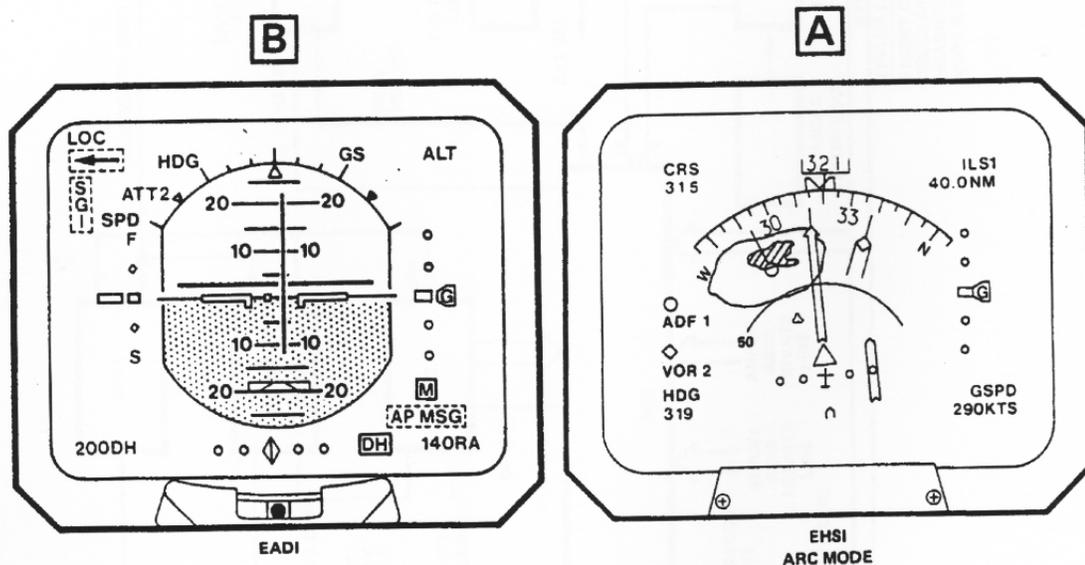
Tanto el piloto como el copiloto contiene idénticas unidades generadoras de símbolos SGU, marca SPERRY modelo SG-810, el cual es punto central donde fluye la información. El SGU realiza la conversión necesaria para comunicar su microprocesador interno con los sensores del avión.

Esta información es entonces procesada usando técnicas digitales para filtrar, ordenar, almacenar y reconvertir la información para las señales de deflexión y de video que son requeridos para el control del rayo de electrones utilizados para la CRT.

2.3.7.3 Controlador de pantalla

Cada lado está provisto con un controlador SPERRY DC 810 que con el piloto pueden seleccionar y ajustar sus funciones, este controlador provee la selección o control de:

- EHSI brújula convencional – FULL
- Brújula parcial – ARC



Fuente: ATR, AMM Job Instruction Card Pág. 34-71-00 12/31

2.3.8 Sistema radar a color

La instalación del EFIS implica la instalación del radar SPERRY del tipo PRIMUS 800.

El sistema consta de las siguientes unidades:

- Un receptor-transmisor SPERRY WR 800
- Una antena plana SPERRY WA 800
- Un controlador SPERRY WC 800

La información de video radares enviada a ambos SGU y serán desplegadas en ambos EHSI.

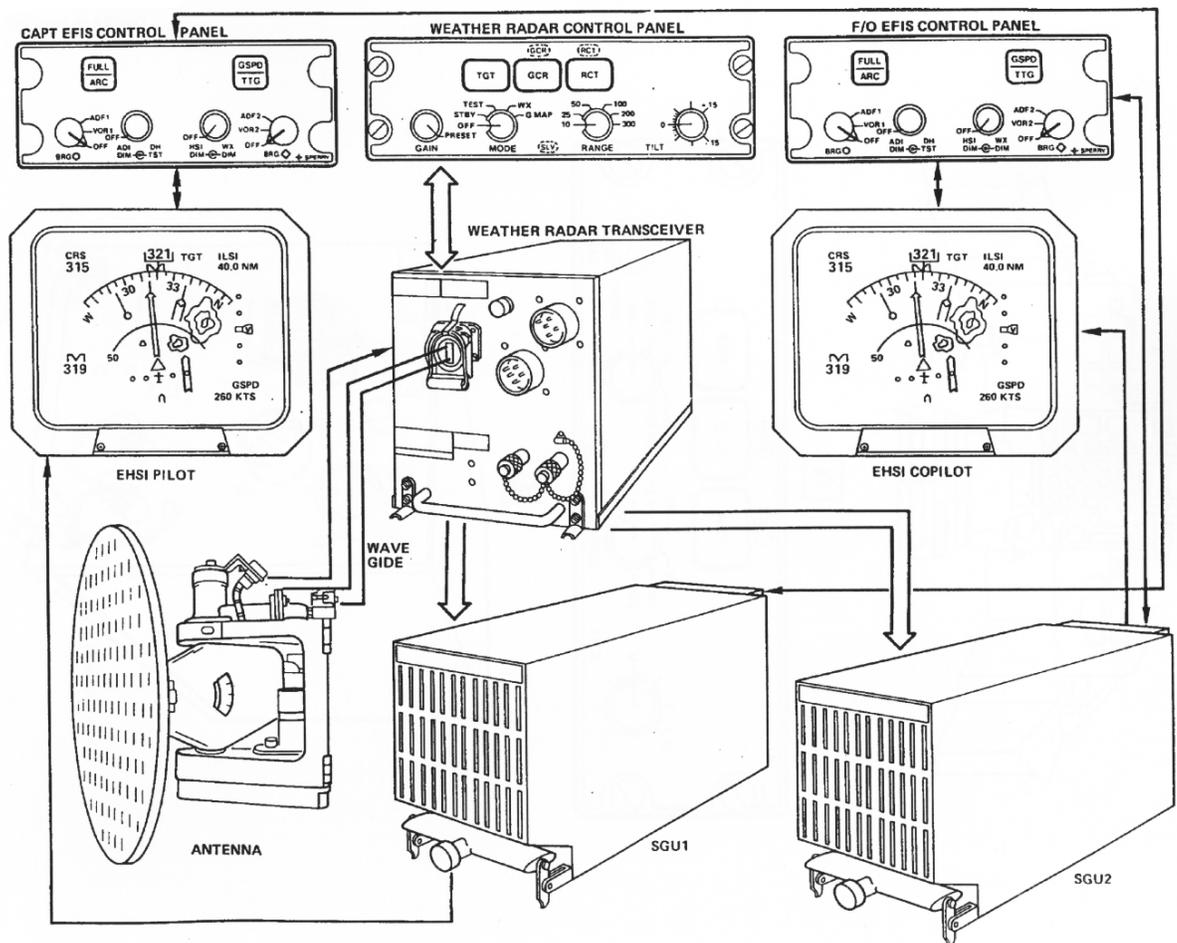
Este radar detecta tormentas a lo largo del patrón de vuelo y entrega al piloto una indicación visual en color de la intensidad de la tormenta. En el modo de detección de clima una señal es enviada y dependiendo de la intensidad de la tormenta retorna a la aeronave y es desplegada en pantalla, de acuerdo a su intensidad esta señal genera los niveles de intensidad 1, 2 y 3 representados por los colores verde, amarillo y rojo, respectivamente. En el modo de mapeo en tierra los niveles de despliegue son representados en negro, azul, amarillo y magenta.

Los controles requeridos para operar el sistema de radar están localizados en el controlador de radar SPERRY WC 800, los modos de operación son descritos a continuación:

- Modo STANDBY (STBY): la antena está detenida, no hay disparo de modulador y la pantalla permanece inactiva.
- Modo WEATHER (WX): es la operación básica del radar. La transmisión de salida es radiada. Los niveles de despliegue del radar son descritos en cuatro colores: negro, verde, amarillo y rojo.
- Modo GROUND MAPPING (MAP): en este modo la información del radar es desplegada en cuatro colores: negro, azul, amarillo y magenta.
- Modo TEST (TEST): en este modo un patrón de prueba es desplegado para permitir el desempeño del sistema. En rango es puesto automáticamente a 100 NM (*Nautical Mile*) y luego es puesto automáticamente al nivel preseleccionado.

En el caso de una falla, cualquiera que esta sea, es codificada en una memoria no volátil para luego ser leída en forma numérica al momento de realizarse una prueba operacional.

Figura 11. Sistema de radar



Fuente: ATR, AMM Job Instruction Card Pág. 34-41-00 8/18

2.3.9 Sistema de posicionamiento global (GPS).

El sistema de posicionamiento global (*Global Position System* GPS), es un sistema de navegación basado en transmisiones satelitales. El ATR42 utiliza un sistema BENDIX-KIN KLN90. La información concerniente a la posición actual es desplegada en la unidad de pantalla/receptor, el sistema EFIS y pantalla de radar. La información es acoplada con el sistema de piloto automático. Es un sistema automático de navegación y un sistema de tridimensional (altitud, longitud y latitud).

Es una forma conveniente de guardar y acceder a una gran cantidad de información, por ejemplo la localización y longitud de una pista de aterrizaje, las frecuencias de las torres de control, etc. La base de datos contiene información concerniente a los aeropuertos, VOR's, NDB's, marcas y guías de navegación alrededor de todo el mundo. Las coordenadas de este medio de navegación son almacenadas de acuerdo con la Organización de Aviación Civil Internacional (*International Civil Aviation Organization* ICAO). La base de datos automáticamente busca y despliega la latitud y longitud asociada con un identificador. La permanente evolución causa que esta información se vuelva obsoleta. Una actualización periódica es por lo tanto necesaria, para realizar esto puede ser realizado lo siguiente:

- Reemplazar el viejo cartucho de la base de datos por uno actualizado.
- Actualizar la base de datos a través de *diskettes*, usando una computadora personal y una de conexión entre esta y el sistema.

El sistema GPS está compuesto de:

- Una antena

- Una cable de conexión para la computadora
- Un convertidor análogo-digital
- Una batería temporal de respaldo

La información entre el equipo y el receptor es transmitida a través de de una conexión que cumple con las especificaciones y requerimientos establecidos. La librería interna permite la creación de 250 puntos y 26 diferentes planes de vuelo.

El sistema recibe varias señales provenientes de los satélites, las funciones proveídas son:

- Una señal adquirida
- Calculo de distancia
- Calculo en tiempo real de posición y velocidad de la aeronave
- Recuperación de los parámetros transmitidos por los satélites.

En caso de una mala recepción satelital, la GPS RAIM es la encargada de generar una señal de recepción satelital incorrecta. La leyenda de FAULT es visualizada cuando la cobertura de la señal es alcanzada solamente por tres satélites o cuando uno de los satélites no es válido.

El sistema es alimentado por 28 VDC necesarias para el receptor, pantalla y el convertidor digital-análogo protegidos por un seguro y por 26 VAC usada para la conversión análogo-digital, protegida también por otro seguro.

La base de datos es almacenada en un cartucho el cual es conectado directamente en la parte trasera de la unidad receptor.

Cada 28 días, los cartuchos deben ser actualizados ya sea a través de una computadora personal a la cual se carga la base de datos actual proveniente de una suscripción o por medio del reemplazo del cartucho, las empresas dedicadas a la distribución de estas bases de datos actualizadas son certificadas y reguladas por los Aliados Generales de Señales de Aviónica (*Allied Signal General Aviation Avionics ASGAA*).

Cada actualización puede ser realizada en cualquier tiempo antes de la fecha efectiva. La nueva información es usada automáticamente en la fecha efectiva. La actualización debe ser realizada con el avión en tierra y el sistema no debe estar en modo de navegación.

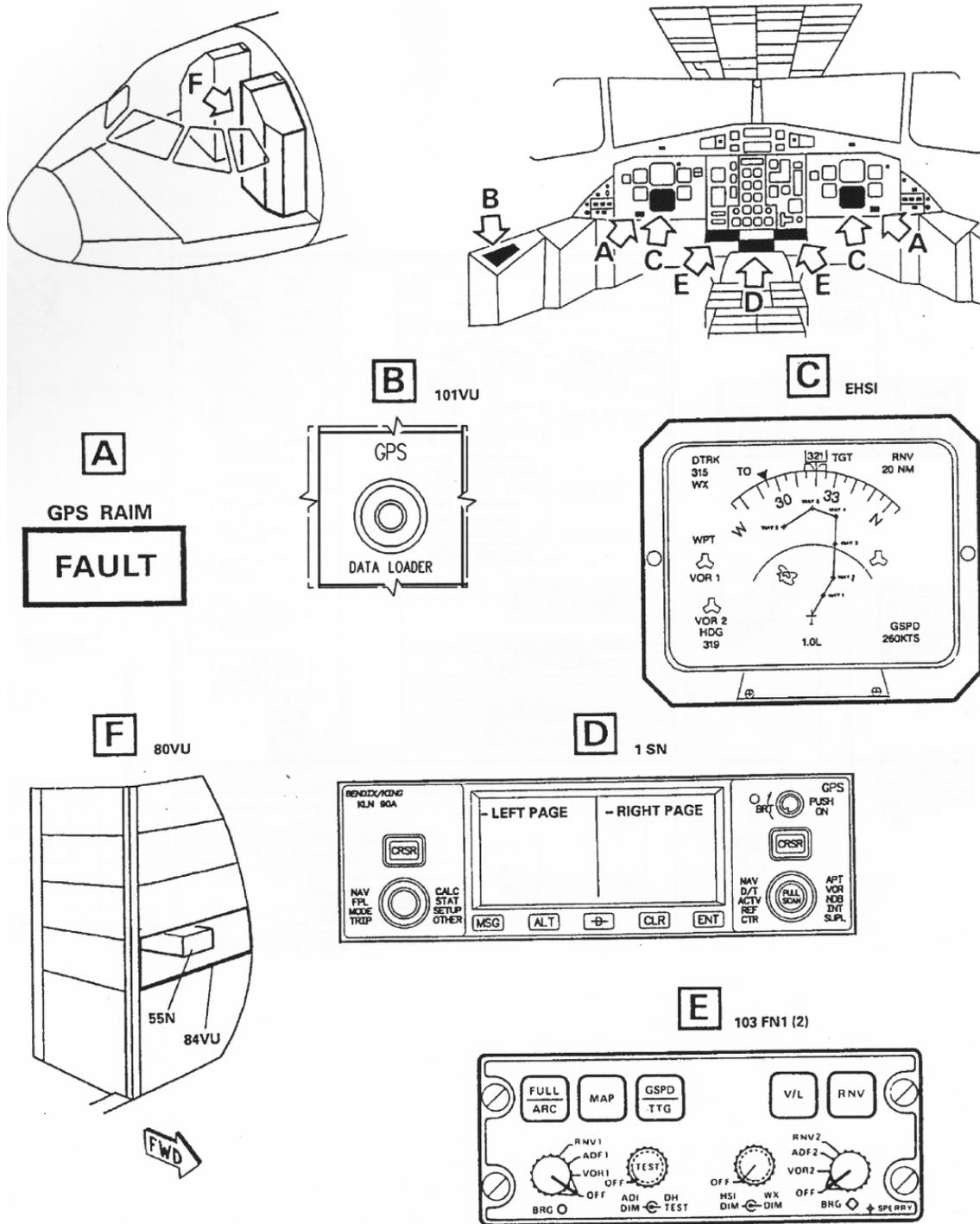
Si el GPS es usado por primera vez o si este ha estado inoperativo por más de seis meses, es necesario realizar una inicialización. El objetivo de este procedimiento es almacenar la posición de donde el avión está parqueado. Solamente es necesario para almacenar a través de las perillas, el código del aeropuerto donde encuentra el avión (Identificador). La fecha y reloj son automáticamente actualizados a través de los satélites que cubren al equipo, que deben ser como mínimo seis.

La información concerniente al plan de vuelo es ingresada por el piloto usando varias perilla localizadas en la cara frontal. La pantalla presenta una página derecha, una izquierda y una línea de estatus en la base de esta. La página izquierda es controlada por la perilla LH y el cursor. La página derecha es controlada por la perilla RH y el cursor. Los diferentes tipos de despliegue pueden ser considerados como los capítulos de un libro. Cada página puede ser cambiada individualmente.

En pleno vuelo, los siguientes parámetros aparecen en el pantalla de acuerdo a la selección del piloto:

- Fecha y tiempo
- Posición presente (latitud, longitud)
- Dirección magnética
- Ruta deseada, ruta verdadera
- Tiempo y distancia para arribar a una radio ayuda
- Error de ruta cruzada
- Velocidad en tierra
- Posición estimada de error
- Variación magnética
- Frecuencias de comunicación
- Tiempo estimado de arribo

Figura 12. Sistema de posicionamiento global (GPS).



Fuente: ATR, AMM Job Instruction Card Pág. 34-58-00 5/6

2.3.10 Sistema VOR/ILS/MKB

Este sistema esta compuesto por los sistemas de Radio Rango Omnidireccional VHF, Radiobaliza y el de Aterrizaje por Instrumentos, incluidos en un solo sistema. Ayuda a la tripulación para navegar grandes distancias a grandes altitudes sin correr el riesgo de pérdida en la ruta de vuelo, en la aproximación a la estación de destino y en el aterrizaje. Se basa en el uso de radio frecuencias para poder determinar la posición relativa con respecto a una estación terrena.

2.3.10.1 Radio Rango Omnidireccional VHF (VOR)

Este sistema permite determinar la posición de la aeronave con respecto a una estación de VOR terrestre. También determina la desviación lateral entre el curso seleccionado por la tripulación y el curso actual de la aeronave en vuelo.

Este sistema dispone de la potencia de salida necesaria para cubrir el espacio aéreo de servicio asignado. El alcance del equipo está limitado a la línea visual, y su alcance, proporcionalmente a la altitud del equipo receptor. La mayoría de los VOR están equipados con medios para transmisiones por voz. Los VOR que no tienen esta capacidad se reconocen en su documentación. La precisión de alineación de ruta es de mas menos 2.5 grados. La única forma de identificar el VOR es por su código de identificación Morse o por la señal automática identificadora de voz grabada. Durante el servicio de mantenimiento se desconecta el sistema de identificación codificada.

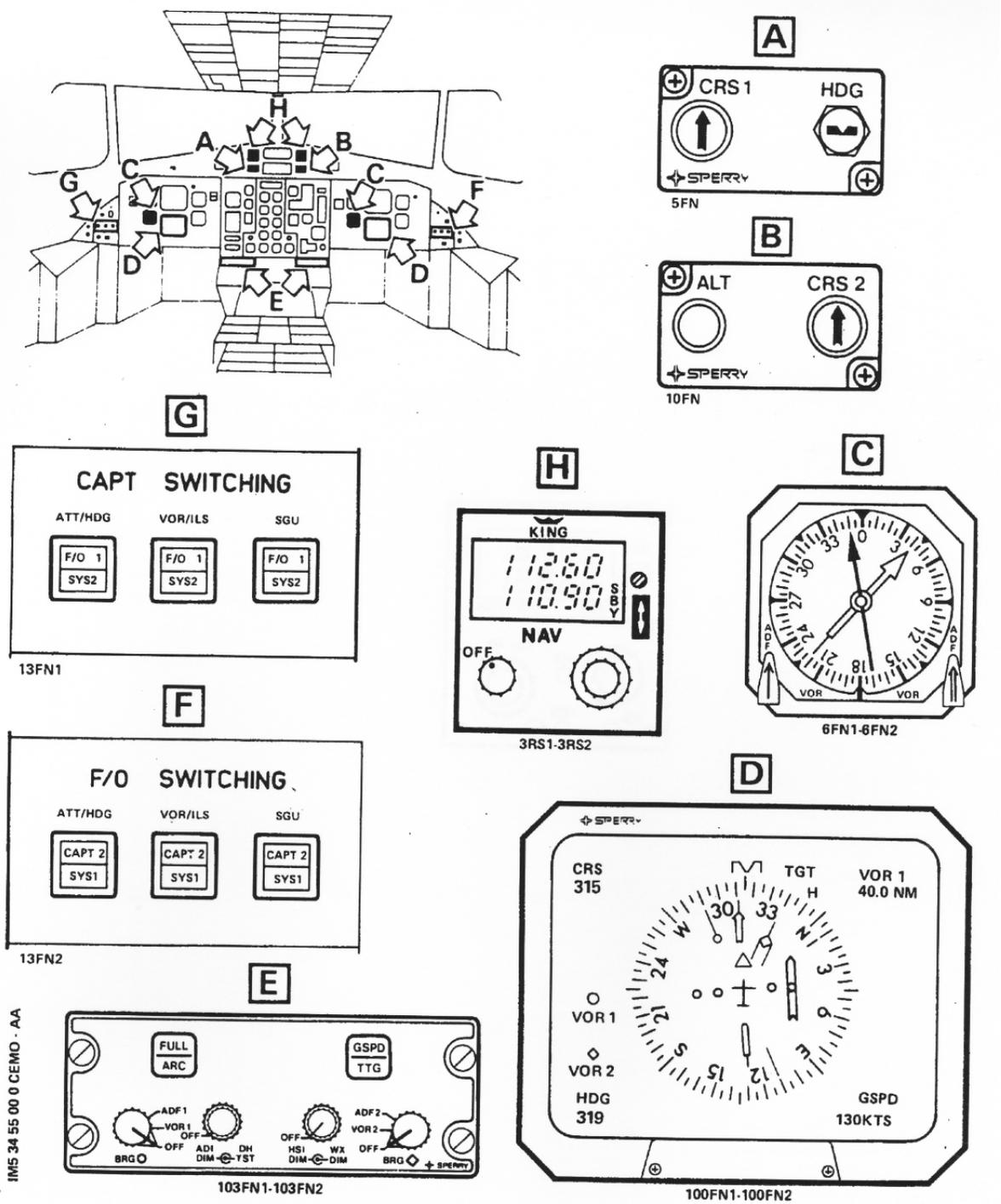
En vista de que una gran parte de las frecuencias disponibles en el tablero de control VOR pueden traslapar la banda de frecuencias de comunicaciones VHF, se puede usar el receptor VOR como receptor de comunicaciones VHF.

La información de VOR es transmitida y desplegada en el EHSI y en el RMI. La frecuencia usada por este sistema está en el rango de 108 y 117.95 MHz. con canales de 50KHz.

La aeronave está provista de dos sistemas VOR, los cuales se componen de:

- 2 Receptores VOR/ILS/MKB
- 2 Unidades de control
- 1 Antena
- 2 RMI's
- 2 Paneles de control

Figura 13. Sistema VOR



Fuente: ATR, AMM Job Instruction Card Pág. 34-56-00 12/22

2.3.10.2 Radiobaliza (MKB)

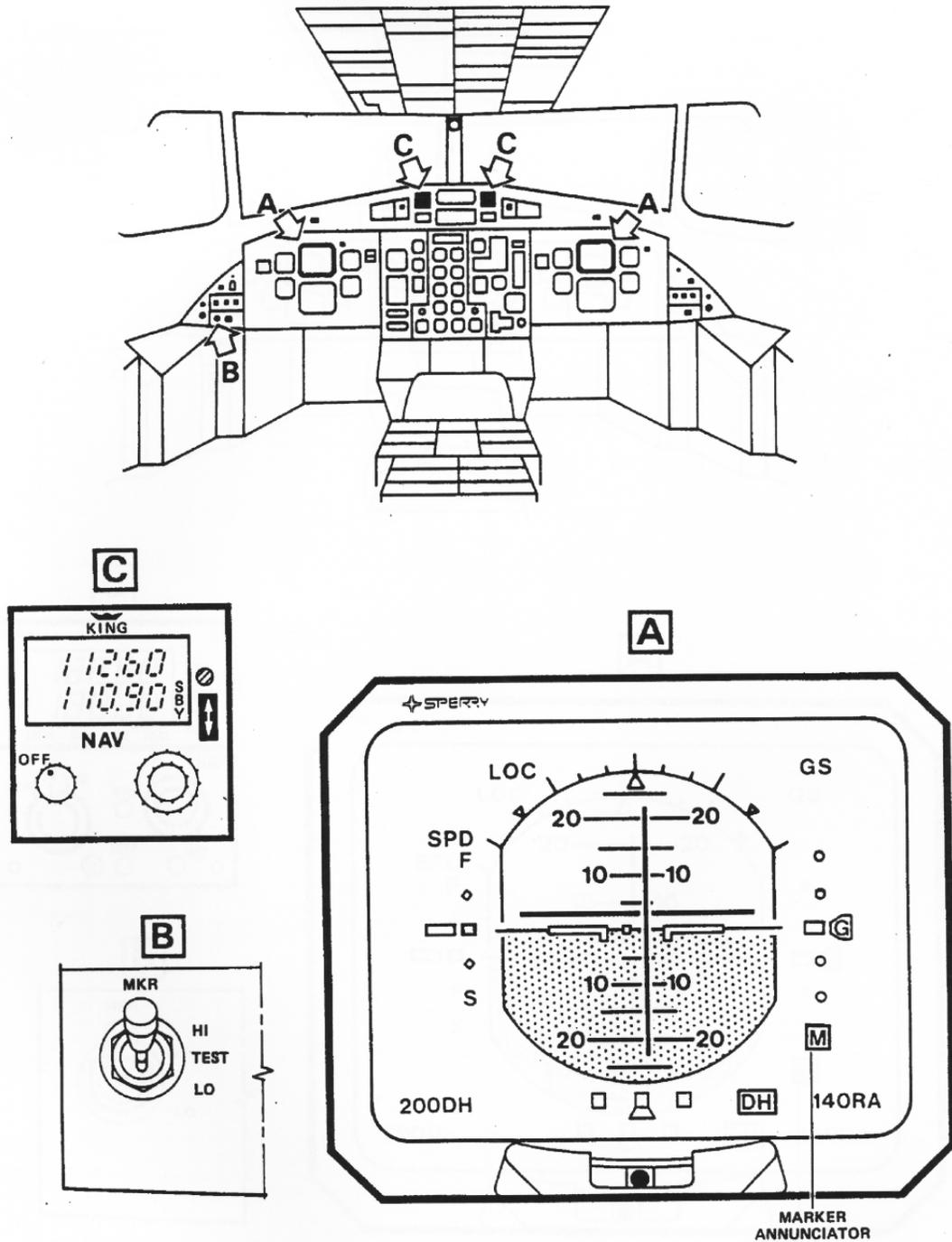
Este sistema es una ayuda de radio navegación usada en conjunto con el ILS durante la aproximación. Este provee la distancia que existe entre la aeronave y la pista de aterrizaje.

La identificación es provista por el piloto cuando pasa a través de un haz marcador por medio del EFIS. Tres marcadores son usados en tierra en una frecuencia definida y están localizados a distancias de 0, 1 y 10 millas náuticas del centro de la pista de aterrizaje en línea recta.

El sistema está compuesto por:

- 1 Receptor VOR/ILS/MKB
- 1 Antena
- 1 Sensor MKB

Figura 14. Sistema de radiobaliza



Fuente: ATR, AMM Job Instruction Card Pág. 34-33-00 12/14

2.3.10.3 Sistema de aterrizaje por instrumentos (ILS).

Este sistema permite la medición de la desviación angular entre la aeronave en vuelo y su inclinación, entre la ruta de la aeronave y la alineación con la pista de aterrizaje.

Este sistema fue concebido para proporcionar datos pertinentes a la trayectoria de aproximación a final que los aviones pudieran alinearse con exactitud y descender en aproximación final a una pista de aterrizaje.

El equipo de tierra consta de dos sistemas de transmisión altamente direccionales y de tres radiobalizas situadas a lo largo de la trayectoria de aproximación. Los transmisores direccionales se conocen como transmisores de localizador y de la trayectoria de descenso

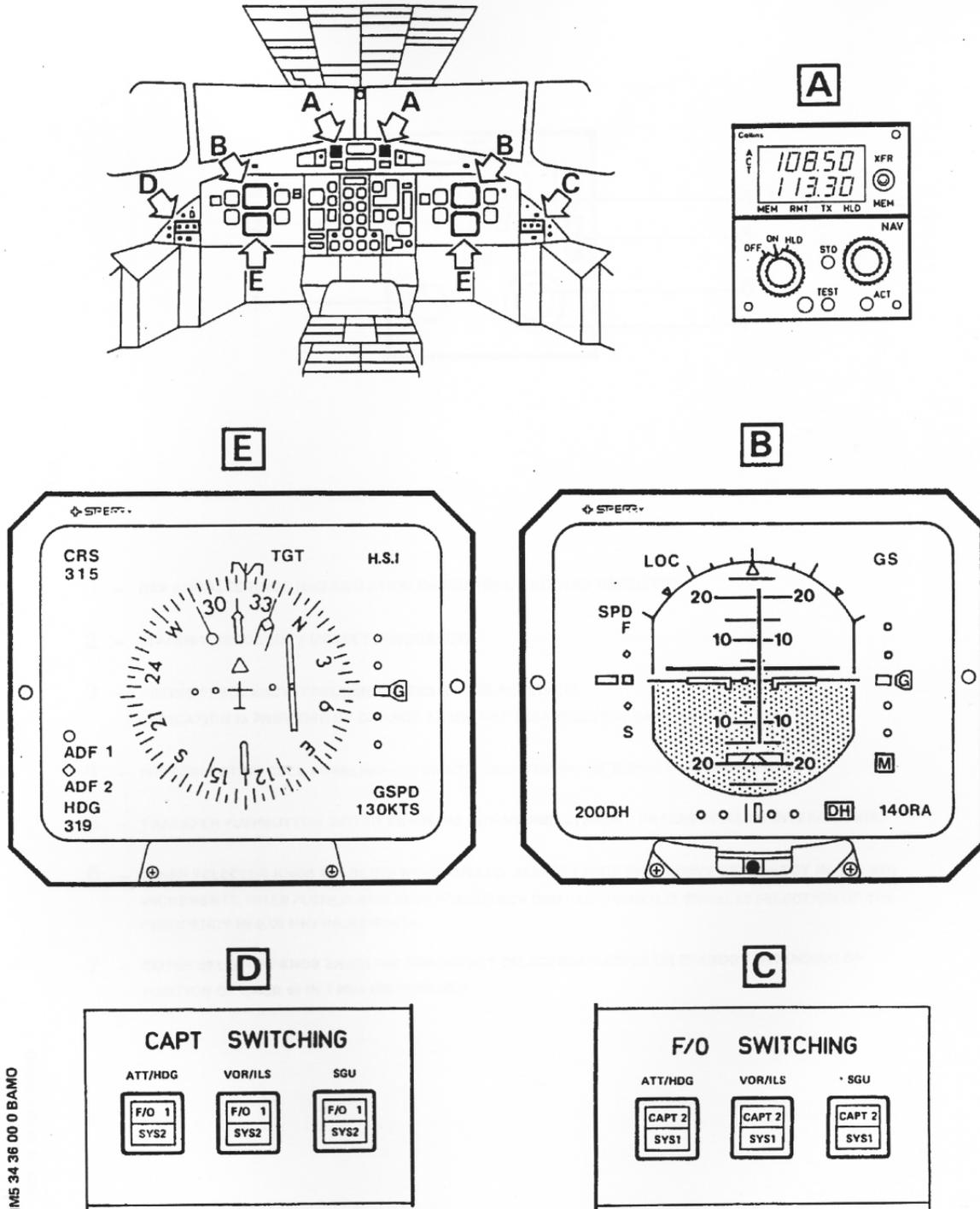
Tanto las señales del localizador como los de la trayectoria de descenso se reciben y presentan según la configuración del tablero de control o del director de vuelo del avión.

El transmisor del localizador, que funciona en uno de los 40 canales del ILS en la banda de frecuencias de 108.10 MHz. a 111.95 MHz. emite señales que le permiten al piloto orientarse con relación al eje central de la pista de aterrizaje. La señal de localizador es de utilidad y precisa hasta a 18 millas náuticas de la antena, a menos que figure lo contrario en el procedimiento de aproximación por instrumentos.

El transmisor de la trayectoria de descenso de frecuencia ultra alta (UHF) que funciona en uno de los 40 canales del ILS en la banda de frecuencias de 329.15 MHz. a 335.00 MHz. emite sus señales en la dirección de la ruta frontal del localizador. La señal de la trayectoria de descenso es útil y precisa hasta 10 millas náuticas de distancia a menos que se indique lo contrario en el procedimiento de aproximación por instrumentos.

Se debe tener precaución en el área de ruta posterior del localizador ya pueden darse señales falsas de la trayectoria de descenso que ocasionen que desaparezca la banderola de aviso de dicha trayectoria y proyecte información poco fiable pertinente a la trayectoria de descenso. En vista de lo anterior, hay que pasar por alta todas las señales indicativas de la trayectoria de descenso cuando se efectúa una aproximación de ruta posterior del localizador, a menos que figure una trayectoria de descenso en el procedimiento de aproximación por instrumentos.

Figura 15. Sistema de aterrizaje por instrumentos



IMS 34 36 00 0 BAMB

Fuente: ATR, AMM Job Instruction Card Pág. 34-36-00 12/18

2.3.11 Radiogoniómetro automático (ADF)

El ADF es un giro compás aéreo automático que provee la dirección de una señal omnidireccional (NDB) seleccionada. Esta información es mostrada por el RMI y el EHSI. La frecuencia usada está en el rango entre 190 y 1750 KHz.

Después de años de desarrollo en la navegación aérea, una de las primeras y más simples formas lo constituye la radiobaliza no direccional (NDB), que es usado en gran número de estaciones hoy en día. El NDB tiene un costo de instalación en una estación terrena relativamente barato, y es usualmente usado en pequeños aeropuertos donde normalmente no habría equipo de navegación instalado.

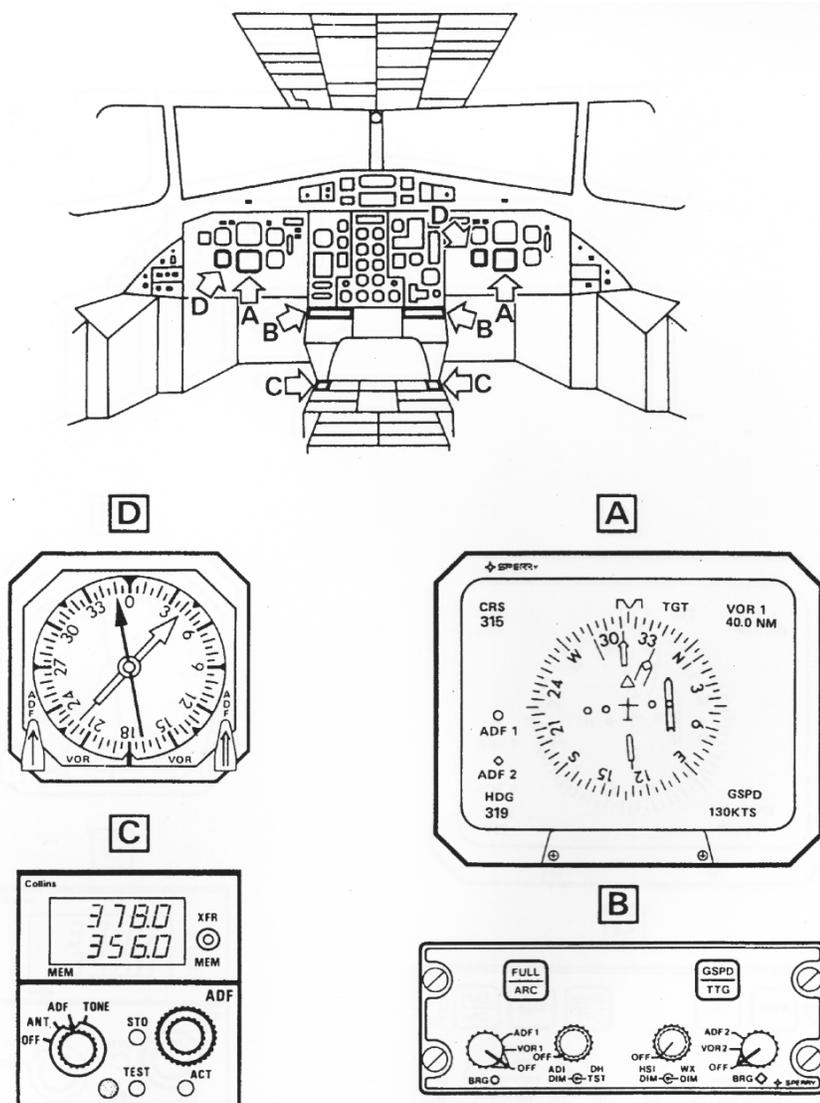
Radiobalizas de baja frecuencia son usadas en estaciones tanto aérea como marítimas. Las radiobalizas usadas para navegación marítima pueden ser usadas para la navegación aérea una vez sea conocida la localización de la estación. Solamente la señal portadora es requerida para el uso más simple, pero la mayoría de las estaciones contiene un tono de 1020 Hz. o 400 Hz. en código Morse, por lo que es modulado en amplitud con dicha portadora. Algunas estaciones también proveen la transmisión del clima e información requerida por la tripulación para la navegación.

Una mayor parte de estaciones de transmisión comercial son marcadas en las cartas de navegación aeronáutica para ser usadas como puntos de chequeo en las rutas de navegación. Además las transmisiones comerciales de baja frecuencia son las mejores para el uso de navegación aérea debido al efecto producido en las señales al propagarse en la ionosfera, por lo que las hace más confiables, sobre todo para la navegación aérea nocturna.

El sistema está compuesto por:

- 1 Receptor ADF
- 1 Unidad de control ADF
- 1 Antena ADF
- 2 RMI's

Figura 16. Sistema radiogoniómetro automático



Fuente: ATR, AMM Job Instruction Card Pág. 34-53-00 12/26

2.3.12 Equipo medidor de distancias (DME)

Este sistema es clasificado como una ayuda de radio navegación de rango mediano, dentro del alcance de 389 millas náuticas (0 a 720 Km.). Este indica la distancia de la aeronave de una estación DME seleccionada. Los datos de la distancia son transmitidas a través del SGU a través de un bus de datos, y esta es transmitida al sistema de auto piloto a través del bus de datos ASCB. El ATR42 está equipado de fábrica con dos equipos, uno para el capitán de la tripulación y el otro para el primer oficial.

El rango de frecuencia usado por este equipo es de 1025 a 1150 MHz. para la transmisión y 962 a 1213 MHz. para la recepción.

En total la aeronave consta de:

- 2 Interrogadores DME.
- 2 Controles de Unidad.
- 2 Antenas.
- 2 EHSI's

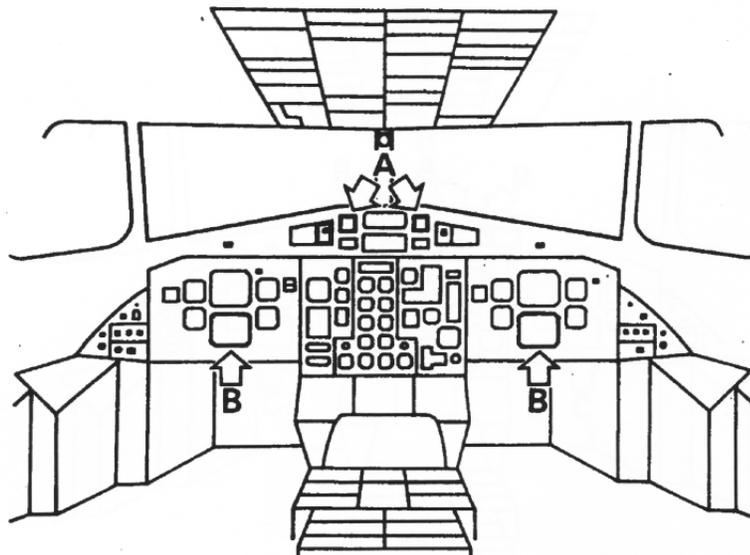
Los interrogadores DME están conectados a través del control de tráfico aéreo (ATC).

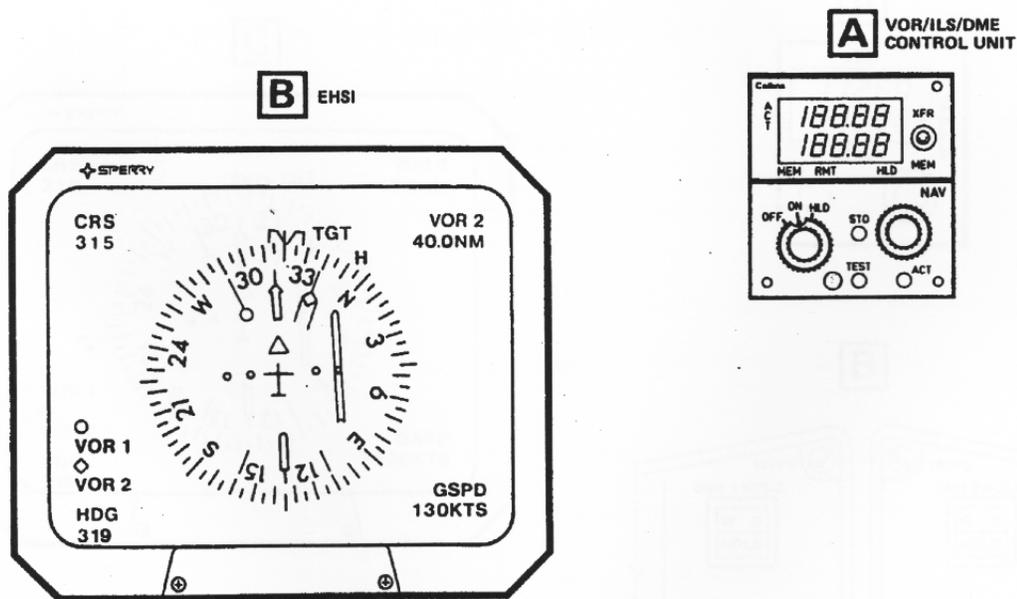
Este sistema envía señales en pares de impulsos a intervalos determinados que la estación en tierra recibe. La estación en tierra transmite de vuelta pares de impulsos al equipo del avión con las mismas características de la emitida por el avión pero en una frecuencia distinta. El tiempo que tarde la señal en hacer el viaje de ida y vuelta lo mide el equipo de a bordo para determinar la distancia en millas náuticas del avión a la estación en tierra.

Al funcionar con base en principio de la línea visual, el DME proporciona información de distancia con gran precisión. La distancia a la que se puede recibir una señal es de hasta 199 millas náuticas en línea recta, con una precisión de $\frac{1}{2}$ milla aproximadamente o el 3% de la distancia, lo que resulte mayor. La información pertinente a la distancia recibida del DME constituye la distancia oblicua y no la distancia en horizontal real.

Las estaciones de navegación VOR/DME, ILS/DME proporcionan información pertinente a la ruta y la distancia que proviene de componentes adyacentes en un plan de frecuencias pares. El equipo receptor de los aviones que permiten la selección automática del DME, aseguran la recepción de la señal de azimut y distancia desde una fuente común cuando se selecciona la estación.

Figura 17. Sistema medidor de distancia





Fuente: ATR, AMM Job Instruction Card Pág. 34-51-00 16/24

2.3.13 Control de tráfico aéreo (ATC)

Este sistema provee a los controladores de tráfico aéreo con la información requerida para identificar y visualizar la posición de una aeronave. Seguido de una señal de interrogación el sistema transmite una señal codificada con el fin de identificar la aeronave e indicar su altitud.

Las señales de interrogación son enviadas en la frecuencia de 1030 MHz. y la señal de respuesta es enviada en la frecuencia de 1090 MHz.

El sistema en modo "S" es también usado para proveer intercambio de datos de aire-aire, entre aviones que estén equipados con TCAS.

Con el fin de coordinar y asegurar advertencias complementarias sobre un posible acercamiento no deseado entre aeronaves, caso que es posible bajo condiciones de poca visibilidad.

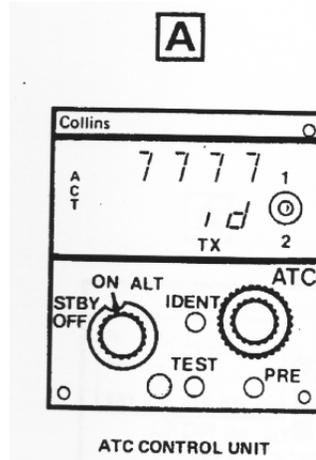
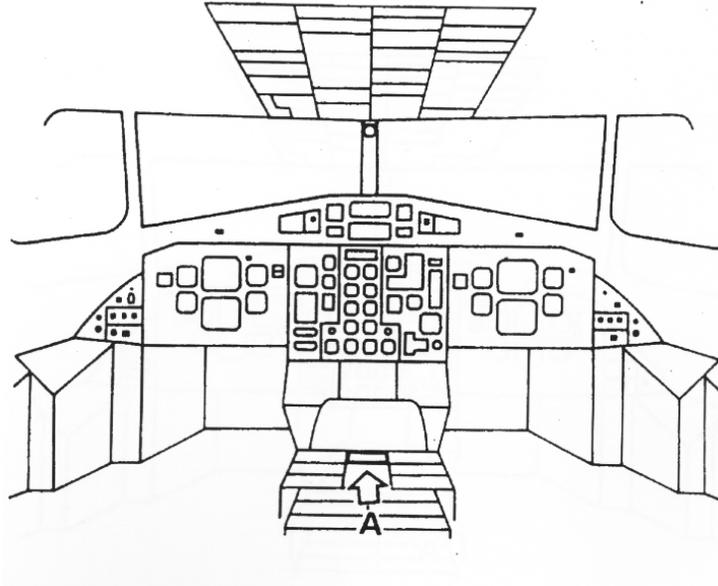
Cada aeronave está provista con dos sistemas, los cuales están compuestos de:

- 2 Sistemas ATC.
- 1 Controles de unidad.
- 2 Antenas.
- 1 Control adaptador.

El ATC1 está conectado a la computadora de datos de vuelo (ADC1), procesando datos codificados de altitud, mientras que el ATC2 está conectado a la ADC2. Este sistema está conectado al DME por medio de un supresor con el fin de evitar la operación simultánea entre el ATC y el DME.

Los datos provenientes de la unidad de control son enviados al sistema a través del control adaptador. Este convierte los datos digitales que son enviados desde la unidad de control a señales paralelas analógicas.

Figura 18. Sistema de control de tráfico aéreo



Fuente: ATR, AMM Job Instruction Card Pág. 34-52-00 12/19

2.3.14 Sistema de alerta de colisión con tráfico (TCAS)

Este sistema es una ayuda suplementaria para el piloto con el fin de detectar la presencia de aeronaves cercanas y así determinar su potencial de daño en el espacio aéreo. Es diseñado para proveer una protección evasiva en caso de la presencia de dos aeronaves equipadas con un sistema de ATC, acercamiento en línea horizontal con un promedio de más de 1200 nudos y línea vertical con un promedio de más de 1000 pies por minuto. El sistema interroga al transponder de la aeronave próxima y usa sus respuestas para calcular y predecir un plan de vuelo para el avión. A partir de esta información el TCAS puede determinar la posibilidad de una colisión.

Las antenas direccionales pueden determinar la dirección de la otra aeronave. Estos datos advierte a la tripulación de vuelo recomendando maniobras verticales para evitar la aeronave próxima. En la situación cuando ambos aviones están equipados con el sistema TCAS, el transmisor receptor coordina las maniobras recomendadas para cada uno.

El sistema cuenta con las siguientes unidades:

- Un transmisor receptor TCAS
- Dos antenas direccionales
- Dos transponder ATC
- Una unidad de control ATC
- Dos indicadores VSI/TCAS
- Cuatro antenas ATC
-

Sistemas asociados:

- Audio integrado
- Grabadoras
- Radio altímetro
- GPWS
- Datos de vuelo

El transmisor receptor TCAS es interrogado en una frecuencia de 1030 Mhz. y responde en una frecuencia de 1090 Mhz. esta interrogación es realizada cada segundo.

Cada TCAS contiene rangos de protección aérea, las cuales se definen como volúmenes de espacio aéreo y las dimensiones son verticales y horizontales. Las dimensiones verticales son definidas por altitudes y dependiendo de la velocidad de acercamiento puede ser baja o alta.

En el caso de un acercamiento bajo, una advertencia de tráfico (TA) es desplegada para 1200 pies por encima y por debajo de la aeronave. Una advertencia de resolución (RA) es desplegada por una altitud que varía de 400 a 700 pies dependiendo de la posición altimétrica de la aeronave.

Para una velocidad de acercamiento alta una TA o RA es desplegada cuando el tiempo de predicción cae por el debajo del valor "tau", siendo este el tiempo para el acercamiento máximo dado en segundos, definido como el rango en millas náuticas dividido dentro de la velocidad en millas náuticas por segundo.

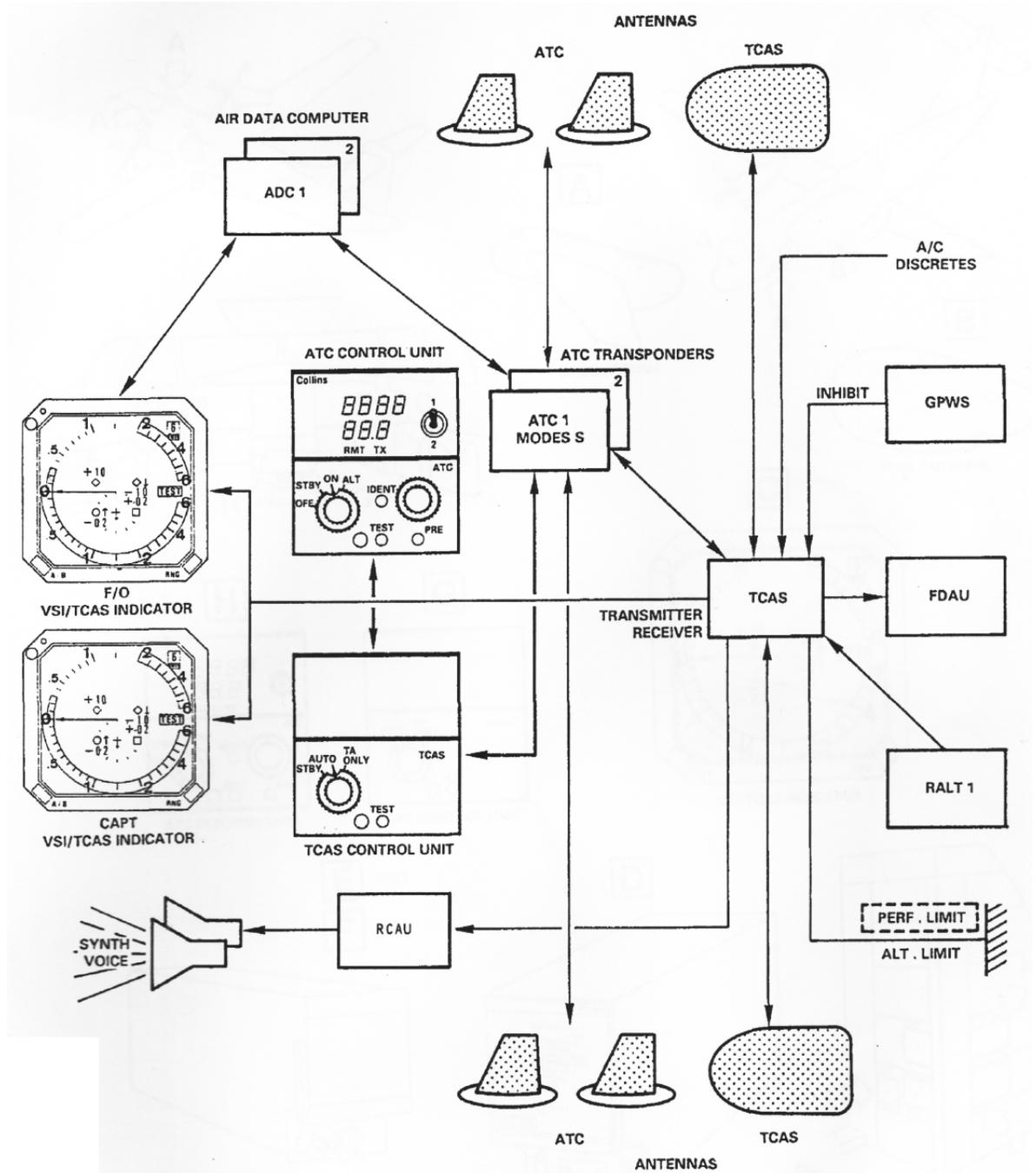
En cambio las dimensiones verticales no están definidas en la distancia actual, sino que en el punto más cercano de aproximación (CPA). Además la medida de la protección de volumen de espacio aéreo depende de las velocidades y dirección de la aeronave y también en los niveles de altitud.

Las funciones del despliegue de información del TA están orientadas para advertir a la tripulación en una forma visual de poder determinar la presencia de una aeronave “intrusa” la cual su posición se puede volver peligrosa. Este permite determinar la posición horizontal de otras aeronaves que al menos estén equipadas con un transponder. La altitud relativa es también mostrada.

El despliegue del tráfico y una RA son acompañadas de una serie de voces de advertencia pre-grabadas que son generadas por el TCAS. Las palabras “TRAFFIC, TRAFFIC” son anunciadas al momento de una TA.

Además bajo ciertas condiciones en las fases de vuelo el TCAS puede ser deshabilitado como puede darse en despegue, aproximación y condiciones de hielo.

Figura 19. Sistema de Alerta de Colisión de Tráfico



Fuente: ATR, AMM Job Instruction Card Pág. 34-43-00 9/17

3. CONTROL Y PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO DE SISTEMAS ELECTRÓNICOS EN EL AVION ATR42-300

3.1 Introducción

Debido a la gran cantidad de información y procedimientos que requiere el mantenimiento general del ATR42, se enfocará exclusivamente en las áreas de interés para el presente informe, siendo estas el área de comunicación y navegación de la aeronave, haciendo un énfasis en la aplicación del área de ingeniería y control de mantenimiento y planificación, con el fin de mostrar la importancia de estas para alcanzar los estándares de seguridad requeridos por las autoridades respectivas.

Se dará una descripción del Documento de planificación de mantenimiento y la estrecha relación del Programa de mantenimiento, así como del Manual de Procedimientos de Mantenimiento, donde se desglosan todas las tareas necesarias para el control y el mantenimiento de los sistemas de interés, así como de la importancia de la planificación, siendo esta última de gran importancia para obtener el máximo rendimiento de la aeronave sin someterla a situaciones de riesgo.

3.2 Documento de planificación de mantenimiento (MPD)

Este manual resume en un solo volumen todas las tareas de mantenimiento asociadas en intervalos. También provee toda la información técnica necesaria para el planeamiento y preparación de las tareas de mantenimiento.

El MPD es aprobado por las autoridades de aeronavegabilidad de Francia, y provee una guía precisa para el Programa de Mantenimiento (*Maintenance Program*, MP) del Grupo Taca S.A. que está sujeto a la aprobación de las autoridades de la Dirección General de Aeronáutica Civil de Guatemala.

Estos intervalos de mantenimiento están dados de acuerdo a la siguiente nomenclatura:

- Hora de vuelo (*Flight Hour* FH): el tiempo comprendido entre el despegue de las ruedas y el aterrizaje.
- Vuelo (*Flight*, FL): una secuencia completa de despegue y aterrizaje.
- Aterrizaje (*Landing*, LD): una secuencia completa de aterrizaje.
- Diario (*Daily*, DY): un día calendario.
- Mensual (*Monthly*, MO): un mes calendario.
- Semanal (*Weekly*, WY): siete días calendario.
- Año (*Year*, YE): un año calendario = CCA = 1YE, se utilizan múltiplos de este término (CCA) hasta un máximo de 12CCA (12YE).
- Chequeo en línea (*Line check*, LC): chequeo que se realiza en la línea de vuelo.
- "A": equivalente a 500 FH. Se utilizan múltiplos de esta designación hasta 4A que es equivalente a 2000 FH.

- “C”: equivalente a 4000 FH igual a 1C. Se utilizan múltiplos de esta designación hasta 4CFH que es equivalente a 4C.

La estructura del MPD se divide de la siguiente manera:

- Tareas relacionadas al daño por fatiga en intervalos de:
 - 3000 FL
 - 6000 FL
 - 12000 FL
 - 18000 FL
 - 24000 FL

Así mismo existen intervalos umbral, los cuales al ser alcanzados ciertas tareas deben de empezar a cumplirse en cualquiera de los intervalos descritos anteriormente:

- 12000 FL
- 18000 FL
- 24000 FL
- 36000 FL

- Tareas relacionadas con el daño del medio o daño causado por corrosión, así mismo estos intervalos son usados también como intervalos umbral:
 - 2 YE
 - 4 YE
 - 8 YE
 - 12 YE

En el MPD se realizan diferentes tareas de acuerdo al intervalo de aplicación de la tarea, estas pueden ser:

- **Calibración – Ajuste:** Es la aplicación de una variable conocida a determinado elemento de la aeronave, de la cual se sabe previamente la variable de salida, utilizando para esto aparatos certificados de medición.
- **Chequeo:** Este tipo de tarea es aplicada para asegurar que un sistema o componente está aún en servicio. Como ejemplo de esta tarea se encuentra el chequeo del peso de las botellas de oxígeno, chequeo de la continuidad de cierto alambrado, chequear los niveles de fluido hidráulico.
- **Inspección detallada visual:** Esta tarea implica un chequeo intensivo visual en detalle, componente o una instalación para evidencia de daño por fatiga, este tipo de inspección podría requerir la limpieza de superficies, procesos elaborados de remoción de componentes donde sea necesario, incluso el uso de equipo de ayudas como linternas, espejos etc.
- **Prueba funcional:** Este es un chequeo cuantitativo para determinar si una mas funciones de un sistema, subsistema o componente las realiza dentro de los límites específicos. Este tipo de prueba puede necesitar de equipo especial.
- **Inspección general visual:** Este es el chequeo visual de la instalación de un sistema, componente, o de una discrepancia en la estructura.

Este tipo de inspección podría requerir de equipo para acceso, remoción de superficies, paneles, puertas etc. Además de herramientas para inspección como espejos o linternas.

- Vida limitada: Se refiere a un componente el cual debe ser removido de servicio antes de alcanzar un tiempo específico.
- Lubricación: Este tipo de tarea implica cualquier tipo de lubricación, ya sea esta con grasa, atomizado, con barniz o aplicado con la mano, para el propósito de mantener la optimizar la operación de un componente.
- Prueba Operacional: Este tipo de tarea determina cualitativamente que un componente o sistema cumpla con su propósito. Esta tarea puede incluir el grado de los instrumentos de la aeronave, pero no podría requerir la medición de las tolerancias.
- Inspección detallada especial: Este es un chequeo intensivo de un área específica, requiriendo algún tipo de técnica especial tal como las pruebas no destructivas, de líquidos penetrantes, rayos X etc.

A continuación se presenta un listado de las abreviaturas más comunes encontradas en el MPD.

ADJ:	Ajuste / Alineación / Calibración
AWL:	Limitaciones de Aeronavegabilidad
BLD:	Sangrado (<i>Bleeding</i>)
BO:	Inspección Boroscópica
CHK:	Chequeo

CLN:	Limpieza
CMR:	Requerimiento de Certificación de Mantenimiento (<i>Certification Maintenance Requirements</i>)
DRN:	Drenado
DVI:	Inspección Visual Detallada (<i>Detailed Visual Inspection</i>)
EC:	Inspección de Eddy Current (<i>Eddy Current Inspection</i>)
ERU:	Corrimiento de motores (<i>Engine run up</i>)
FUT:	Prueba Funcional (Functional test)
GVI:	Inspección Visual General (<i>General Visual Inspection</i>)
JIC:	Tarjeta de Instrucción de Trabajo (<i>Job Instruction Card</i>)
LKC:	Chequeo de Fuga (<i>Leak check</i>)
LP:	Inspección de Líquidos Penetrantes (<i>Liquid Penetrant Inspection</i>)
LUB:	Lubricación
OPT:	Prueba Operacional
MP:	Inspección de Partículas Magnéticas (<i>Magnetic Particle Inspection</i>)
MRB:	Revisión de Mantenimiento (<i>Maintenance Review Board</i>)
MSI:	Elemento Significante de Mantenimiento (<i>Maintenance Significant Item</i>)
MSN:	Número de Serie de Manufactura (<i>Manufacture Serial Number</i>)
N/A:	No Aplicable (<i>Not Applicable</i>)
RAI:	Remoción e Instalación
RDG:	Lectura
SDI:	Inspección Especial Detallada (<i>Special Detailed Inspection</i>)
SRV:	Servicio
SSI:	Elemento Estructural Significativo (<i>Structural Significant Item</i>)
TT:	Prueba de Golpes Leves (<i>Tap Test</i>)
UT:	Prueba de Ultrasonido
XR:	Inspección de Rayos X

A continuación se presenta el formato del MPD para declarar una tarea en especial, haciendo énfasis en que este se genera en idioma inglés, así mismo se incluye una descripción de cada una de las partes que lo conforman, con su respectiva explicación.

Figura 20. Formato MPD

TASK NUMBER SOURCE	DESCRIPTION	REFE- RENCE	ZONE	HRS	MEN	EFFEC- TIVITY
INTERVAL	PREPARATION		ACCES			AIRPLANES THRESHOLD
122227-LUB- 10010-1	DETENT LEVERS OF SPOILERS CONTROL	JIC: 122227- LUB-10010	530	1.00	1	N/A 030
(MRBR : 27610004)	CLEANING AND LUBRICATION CLUTCH MECHANISM (DETENT LEVER)		630	1.00	1	T:
I: 500 FH	PREP: FLAP EXTENSIÓN		532BB 632BB	0.03 0.05 0.05	p a a	
1 - 7	3 - 5	8	2 - 4	10	9	11 - 6

Fuente: ATR, Maintenance Planning Document, Pág. 1

1. Número de tarea y documento de referencia: Cada tarea es identificada por un específico número de tarea, los primeros seis dígitos indican el ATA usada o zona, los siguientes tres caracteres indican el tipo de tarea, los cinco siguientes indican la secuencia y el último, la última revisión aplicada a esta tarea. La referencia usada es la documentación de soporte que se encuentra entre paréntesis.
2. Zonas de inspección involucradas en la tarea: Un número identifica la zona en donde la mayor parte de la tarea será realizada.
3. Preparación previa a la tarea (si aplica): indica la preparación a ser realizada antes del cumplimiento de la tarea.
4. Paneles de acceso (si aplica): es una lista de apertura de accesos de la aeronave clasificada por zonas, especifica los accesos, paneles o puertas que serán abierta para el cumplimiento de la tarea.
5. Título de la tarea y descripción: El título define claramente el sistema, subsistema, componente, zona o elemento estructural envuelto en la tarea. En la descripción define el tipo de acción a ser realizada.
6. Umbral (si aplica): el umbral indica el primer cumplimiento el cual no debe ser excedido. Este umbral es expresado en varias unidad, las condiciones lógicas de “y” y “o” aplican.
7. Intervalo de aplicación (si aplica): Es el intervalo de repetición de la tarea, donde varios intervalos de repetición aplican utilizando las condiciones lógicas de “y” y “o”.

8. Procedimiento de trabajo para realizar la tarea (si aplica): Dentro de este párrafo se encuentra la información de las JIC las cuales indican con detalle el procedimiento para el cumplimiento de la tarea, también se agregan las referencias de las publicaciones técnicas, indican también si aplica una Inspección de Servicio de Boletín (*Inspection Service Bulletin*, ISB) o una Carta de Servicio de Información (*Service Information Letter*, SB).
9. Número de hombres por zona de trabajo: Este valor indica para cada zona concerniente, el número de hombres requerido para completar la tarea y su correspondiente número de horas.
10. Horas de trabajo estimadas para la tarea: Las letras “a” o “p” indican el tiempo aproximado para la apertura y cierre de accesos y el tiempo aproximado para la preparación de la tarea, respectivamente.
11. Efectividad de la aeronave: La información dada en este espacio define el estatus técnico de la aeronave en la cual la tarea es aplicada. El estatus es expresado como una, o una combinación de las siguientes palabras: “ALL” que indica que la tarea es aplicable para todas las aeronaves en toda la flota de ATR42, “PRE” y “POST” antecediendo un número de modificación significa que la tarea aplica a aquellas aeronaves antes de la aplicación XXXX o después de la aplicación de la modificación XXXX respectivamente. Las condiciones lógicas “y” y “o” aplican en este rubro.

3.3 Programa de Mantenimiento (MP)

Estando ya definidos los intervalos, procedimientos y tipos de mantenimiento en el MPD, se elabora el MP. De aquí la relación estrecha que existe entre el MPD y el MP, ya que en el primero se declaran todos los procedimientos de mantenimiento que hay que aplicar en todas las aeronaves en general, mientras que en el segundo el operador de la aeronave elabora su propio programa de mantenimiento incluyendo todas aquellas tareas que aplican a la aeronave operada de acuerdo a su efectividad. Para esto agrupa las tareas en sus respectivos intervalos y las aplica para mantener la aeronavegabilidad de esta.

3.3.2 Tarjeta de control de trabajo

La tarjeta de control de trabajo (WCC) es el documento que permite y registra todos los trabajos que se realizan en la aeronave y que no están cubiertos por ningún otro documento designado para el mantenimiento (incluyendo un mantenimiento no programado).

Es utilizado para anotar las discrepancias reportadas por Mecánicos, Ingenieros e Inspectores. Los tipos de trabajo que requieren el uso de una Tarjeta de Control de Trabajo son clasificados como se describe a continuación:

- Discrepancias encontradas como resultado del cumplimiento de una Tarjeta de Trabajo Programada u Orden de Ingeniería.
- Discrepancias encontradas fuera de la vigilancia general de una aeronave.

- Los reportes de los pilotos que no pueden ser resueltos inmediatamente en la línea de vuelo y llegan a ser ítems diferidos.
- Remoción de componentes programados debido a la finalización de tiempo permitido en la aeronave o debido a préstamo de partes que necesitan ser retornados.

Tres copias son utilizadas como se describe a continuación:

Blanca: Departamento de Planificación.
Anaranjada: Mantenimiento
Rosada: Departamento de Control de Calidad

3.3.3 Orden de Trabajo

La orden de trabajo (TC) es el documento donde se anotan el tipo de tarea, procedimientos para realizarla y toda información necesaria para llevar los controles respectivos para respaldar el trabajo hecho.

Instrucciones de llenado:

1. Cola de la aeronave
2. Número de la *Task Card*
3. Título del trabajo
4. Número de referencia
5. La estación donde se realizara el trabajo
6. Intervalo de tiempo entre inspección al que corresponde el trabajo
7. Número de la pagina

- 8. Fecha de la emisión de la orden
- 9. Ítem por cada trabajo
- 10. Descripción de la tarea a realizar
- 11. Firma y número de licencia del técnico responsable de la inspección
- 12. Firma, número de licencia y sello del Inspector de Control de Calidad.

Figura 21. Formato task card

AVIATECA AIRLINES

TASK CARD

TAIL: 1 W. O.: 2

TITLE 3		REFERENCE NUMBER: 4		
	STA. 5	CHECK 6	PAG 7	DATE 8
ITEM 9	TASK DESCRIPTION 10		MECH. 11	INSP. 12

Fuente: Aviateca, Manual de Procedimientos de Mantenimiento, Sección 6

Para una mejor comprensión se listan las tareas relacionadas al mantenimiento de los sistemas, subsistemas y equipos de comunicación y navegación aérea:

Tabla I

3.4 Manual de Procedimientos de Mantenimiento (MPM)

Este manual ha sido preparado de acuerdo con las políticas de la empresa y según los requisitos de las agencias reguladoras aplicables.

Este manual explica las políticas técnicas y los procedimientos que son aplicables a la Organización de Mantenimiento de la empresa.

Será responsabilidad de la Junta de Revisión de Mantenimiento que toda la información contenida en este manual sea correcta. Cualquier cambio en los siguientes puntos: cambio de nombre de la compañía, cambio de personal en el Organigrama de la Organización, cambio en las habilitaciones de la Aerolínea, cambio de bases, cambio de estaciones, ó modificaciones a los procedimientos, deberán someterse a las entidades regulatorias, como una nueva revisión para su aprobación.

En caso de que sea necesaria una revisión inmediata a este manual se podrá insertar una revisión temporal en una hoja amarilla mientras se somete a las autoridades para su aprobación.

4. DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

El Ingeniero es responsable de elaborar las órdenes de Ingeniería necesarias para establecer los procedimientos para el cumplimiento de las directivas de aeronavegabilidad, consignas de aeronavegabilidad, boletines de servicio y cualquier otro documento que dicte modificaciones, alteraciones, acciones de mantenimiento (correctivo y/o preventivo) que tengan relación con las aeronaves operadas.

4.1 Deberes y responsabilidades

Los deberes y responsabilidades del departamento de ingeniería están:

- Verificar las directivas de aeronavegabilidad, consignas de aeronavegabilidad, boletines de servicio y cualquier documento que dicte modificaciones, alteraciones, acciones de mantenimiento (preventivo y/o correctivo) que apliquen a las aeronaves operadas.
- Elaborar las respectivas Ordenes de Ingeniería para las directivas de aeronavegabilidad, consignas de navegabilidad, boletines de servicio y cualquier otro documento que dicte modificaciones, alteraciones, acciones de mantenimiento (preventivo o correctivo) que apliquen a las aeronaves operadas.
- Ejecutar los pedidos de partes, materiales y cualquier otro equipo que sea necesario para llevar a cabo las órdenes de Ingeniería.

- Coordinar con el departamento de abastecimiento la llegada de los pedidos que sean para el cumplimiento de directivas de aeronavegabilidad y consignas de navegabilidad para que las órdenes de Ingeniería sean ejecutadas dentro del periodo pre-establecido en dichos documentos.
- Alimentar la base de datos del programa “*Engine Condition Trend Monitoring*” (ECTM) de todos los motores, propios o rentados, instalados en las aeronaves de la empresa.
- Vigilar que los resultados obtenidos en el ECTM estén conforme a los estándares específicos del programa, de no ser así; iniciar las investigaciones ya sea con la emisión de WCC o de inspecciones boroscópicas y según sea el caso estimar el momento oportuno para la remoción del motor y evitar un deterioro mayor.
- Brindar el apoyo técnico necesario a los departamentos de control de calidad, mantenimiento, abastecimiento y planificación en cualquier campo de la ingeniería.
- Analizar fallos repetitivos en la flota para proponer soluciones finales que den como resultado mayor confiabilidad en los vuelos.
- Asistir al departamento de mantenimiento en revisiones mayores.
- Elaborar Órdenes de Ingeniería que dicten modificaciones al programa de mantenimiento.

- Coordinar las solicitudes, embarques, recibo y regreso de partes, materiales o herramientas que sean necesarias para ejecutar inspecciones mayores, menores o acciones de mantenimiento preventivo o no preventivo.
- Evaluar periódicamente la ejecución del trabajo de las entidades subcontratadas para ayudar en los servicios de Ingeniería de la empresa a fin de vigilar la correcta utilización de los recursos de la empresa.
- El Coordinador de Ingeniería puede delegar todas las funciones que se le hayan asignado, a cualquier asistente certificado y calificado, según sea necesario. Sin embargo, esa delegación no exime a al Coordinador de Ingeniería de las responsabilidades de su cargo.

4.2 Directivas de aeronavegabilidad

Las Directivas de Aeronavegabilidad (AD) son generadas ya sea por Administración Federal de Aviación (FAA) o su versión Francesa llamada Certificado de Aeronavegabilidad (CN) generada por la Dirección General de Aviación Civil de Francia. Estas nacen a raíz de una investigación debido a una falla en un sistema o componente, incidente o accidente aéreo, por lo que es necesario el cambio o remoción del sistema o componente el cual haya producido cualquiera de las situaciones mencionadas anteriormente.

Para los controles internos se realiza un reporte en el cual se listan todas las AD o CN publicados, en el cual se indica el estado actual de dicha directiva, por lo que se debe llenar de la siguiente manera:

1. El registro de la aeronave (cola)
2. El tiempo total de la aeronave
3. Los ciclos totales de la aeronave
4. La fecha de emisión del reporte
5. El modelo al que aplica el reporte
6. La serie específica
7. La fecha de fabricación
8. En este campo se detalla si es un AD, C.N., enmienda, etiqueta, información de efectividad o llave que tenga el documento de soporte
9. La referencia del documento (Servicio de boletín u otro documento)
10. El número de orden de ingeniería elaborada para ese trabajo en especial
11. El número de ATA relacionado
12. La descripción de la falla
13. La efectividad de la *Consigné de Navegabilité*
14. El código que establece si es repetitivo o no (S = Supersededido, N = No aplica, T = Terminal, O = Abierto y Y = Repetitivo). Para los casos que sea repetitivo, se detallara el intervalo cada cuanto se deberá efectuar la tarea
15. La fecha, tiempo o ciclos cuando se cumplió por última vez
16. Se detallara el método de cumplimiento y/o comentarios relacionados a la sección de los CN
17. Primera inicial y primer apellido de la persona que elaboro el reporte
18. Primera inicial y primer apellido de la persona que reviso el reporte
19. Primer inicial y primer apellido de la persona que aprueba el reporte.

A continuación se presenta dicho formato:

Figura 22. Formato de cumplimiento de estatus CN's/AD's

CONSIGNES DE NAVIGABILITÉ COMPLIANCE STATUS

PAGE 1 OF

REGISTRY: 1 T. T.: 2 T. C.: 3 DATE: 4 MODEL: 5
 SERIAL No.: 6
 MFR DATE: 7

- CN NUMBER - AD NUMBER - AMENDMENT - DOCKET - DATA EFFCTV. - KEY	REFERENCES ENG. ORDERS	ATA	DESCRIPTION	A. D. EFFECTIVITY	COMPLIANCE REQRD	COMPLIANCE RECORD	AD SECTION COMPLIANCE METHOD/REMARKS
--	-------------------------------	-----	-------------	----------------------	---------------------	----------------------	--

8	9	11	12	13	REPEAT: INTERVALS	DATE: TT / TC	16
	10				OR 14	OR 15	

PREPARED BY: 17 REVISED BY: 18 APPROVED BY: 19

CODE MEANING:
 S=SUPERSEDED
 N=NOT APPLICABLE
 T=TERMINATED
 O=OPEN
 Y=REPETITIVE

WC-00041 / REV 00 / MARCH 7, 2003

Fuente: Aviateca, Manual de Procedimientos de Mantenimiento, Sección 6

4.3.1 Formato de Certificación de Estatus (SC)

Al ser implementada una AD o CN esta debe ser certificada de acuerdo a su estatus actual, ya sea por el departamento de Ingeniería o planeamiento y control. El formato se presenta a continuación:

Figura 23. Formato de certificado estatus de CN's/AD's

AVIATECA AIRLINES STATUS CERTIFICATION		
AD NUMBER: 1	CN NUMBER: 2	SB NUMBER: 3
SL NUMBER: 4	MODIFICATION: 5	OTHER DOCUMENT: 6
DESCRIPTION: 7		
REFERENCE: 8		
ATA NUMBER: 9		
APPLICABILITY: 10	A/C MANUFACTURE DATE: 11	
AIRCRAFT REGISTER: 12	MODEL: 13	SERIAL NUMBER: 14
BACKGROUND: 15		
FINDINGS: 16		

I HEREBY CERTIFY THAT THE DATA SPECIFIED ABOVE HAS BEEN VERIFIED THROUGHOUT AND REFLECTS ACCURATE INFORMATION.

PREPARED BY: 17
PLANNING CHIEF OR ENGINEERING DEPARTMENT
CONTROL

APROVED BY: 18
QUALITY

FECHA: 17
mm/dd/yy

FECHA: 18
mm/dd/yy

Fuente: Aviateca, Manual de Procedimientos de Mantenimiento, Sección 6

Instrucciones de llenado:

1. Numero de directivo de aeronavegabilidad, si aplica.
2. Numero de consigna de aeronavegabilidad, si aplica.
3. Numero de boletín de servicio, si aplica.
4. Numero de carta de servicio, si aplica.
5. Numero o identificación de la modificación, si aplica.
6. Otro documento de agencia reguladora, de fabricante o de otra fuente que requiera ser investigado, si aplica.
7. Descripción del documento.
8. Otros documentos o información que tenga relación con los documentos indicados de los números 1 al 6.
9. Numero de ATA.
10. Detalle del modelo de la aeronave/motor/propela/componente/equipo que es afectado.
11. Fecha de la fabricación de la aeronave, si aplica.
12. Registro de la aeronave que se esta certificando, si aplica.
13. Modelo de la aeronave/motor/propela/componente/equipo.
14. Numero de serie de la aeronave/motor/propela/componente/equipo.
15. Antecedentes sobre los documentos investigados.
16. Comentarios de la investigación o estado actual de los documentos investigados.
17. Firma del responsable de la elaboración del informe y fecha.
18. Firma de certificación por parte del Departamento de Control de Calidad y fecha.

4.4 Boletín de servicios (SB)

Dado a que los boletines de servicios son elaborados por la compañía constructora, estos al momento de ser implementados en la aeronave deben ser registrados para su respectivo control y respaldo al momento de auditarse el mantenimiento de la aeronave. A continuación se presenta el formato de estados de servicios de boletín de la empresa debiéndose llenar de la siguiente manera:

1. Cola de la aeronave
2. Tiempo total de la aeronave desde nuevo
3. Ciclos totales de la aeronave desde nuevo
4. Fecha a la cual están los tiempos
5. Número del servicio de boletín
6. Número de ATA al que corresponde el servicio de boletín
7. Encabezado del servicio de boletín
8. Record de cumplimiento del servicio de boletín
9. Fecha del cumplimiento
10. Modelo de la aeronave
11. Número de serie de la aeronave
12. Fecha de fabricación de la aeronave.

Figura 24. Formato de estatus de boletines de servicio

SERVICE BULLETIN STATUS LIST				MODEL: 10
REGISTRY: 1 T. T. 2 T. C. 3 AS OF: 4				SERIAL No: 11
				MFR DATE: 12
SERVICE BULLETIN	ATA	SUBJECT	COMPLIANCE RECORD	DATE
5	6	7	8	9

WC-00040 / REV 00 / MARCH 07, 2003

Fuente: Aviateca, Manual de Procedimientos de Mantenimiento, Sección 6

4.5 Ordenes de Ingeniería

Siendo el departamento de Ingeniería el encargado de generar dichas órdenes, se estable por tanto su respectivo formato, el cual se presenta a continuación con las indicaciones de llenado.

Estas órdenes son realizadas para efectuar trabajos de implementación de modificaciones, pueden generarse a raíz de la publicación de un boletín de servicio, directiva de aeronavegabilidad, modificación, remoción o instalación de un nuevo sistema, subsistema o componente en la aeronave.

Figura 25. Formato de orden de Ingeniería



ENGINEERING ORDER

O No.:	(1)	DATE:	(2)
REV No.:	(3)	PAGE	(4)

SUBJECT: (5)			
REFERENCE: (6)			PRIORITY: (8)
			STATUS: (9)
SUMMARY: (7)			ACTION: (10)
			TYPE: (11)
ENG. ASSESMENT: (12)			
EFFECTIVITY: (13)			
DUE DATE: (14)		REPEAT: (15)	
SPECIAL INSTRUCTION: (16)			
EFFECT ON WEIGHT AND BALANCE: (17)		LBS: (18)	LBS-IN: (19)
REVISION RECORD: (20)		Deferred Due Date: (21)	
		By: _____(22)_____ Date: _____(23)_____	
		By: _____ Date: _____	
LABOR ESTIMATE:		COST ESTIMATE: (28)	
SKILL:	CREW:	MAN-HRS:	ELAPSED:
(24)	(25)	(26)	(27)
TOTALS			
		LABOR _____	
		MATERIAS _____	
		TOOLS/TES _____	
		CREDITS _____	
		OTHERS _____	
		TOTAL UNIT COST _____	
TOTAL PROJECT COST _____			
DISTRIBUTION: (29)			
APPROVALS: (30)		SPECIAL NOTES	
		(31)	
ENGINEER		Q. C. MANAGER	

MR-00002/REV 00/ JUNE 03, 2003



ENGINEERING ORDER

EO No.:	DATE:
REV No.:	PAGE

SUPPORT DOCUMENTATION:				
DOCUMENT NUMBER:		DOCUMENT TYPE:		TITLE:
(32)		(33)		(34)
PUBLICATIONS AFFECTED:				
(35)				
PARTS, MATERIALS & TOOLINGS INFO				
NEW P/N	EXISTING P/N	DESCRIPTION	QTY	PO / MR
(36)	(37)	(38)	(39)	(40)

MR-00002/REV 00/JUNE 03, 2003



EO No.:	DATE:
REV No.:	PAGE

ENGINEERING ORDER

SUBJECT: (41)
 FREQUENCY: (42) STATION: _____ (44) ENGINE S/N: _____ (46)
 TAIL: _____ (43) DATE (MM/DD/YYYY): ____ / ____ (45) / ____ POSITION: 1 OR 2 (47)

MECHANIC	Q. C. SUPERVISOR	INSTRUCTIONS
XXX (48)	XXX (49)	ACCOMPLISHMENT INSTRUCTION (50)

MR-00002/REV 00/JUNE 03, 2003

Fuente: Aviateca, Manual de Procedimientos de Mantenimiento, Sección 6

- EO No.: Se anota él numero de la orden de ingeniería, de acuerdo al siguiente formato: (Flota)-(Prefijo)-(ATA)-(No. Correlativo) (Año) de acuerdo a las siguientes normas:

- Flota: Corresponde a las siglas específicas para los modelos de aeronaves operadas, por ejemplo ATR.

- Prefijo: Los prefijos correspondientes a los diferentes trabajos son:

IN: Inspección, para cuando se mande hacer una inspección.

MO: Modificación, cuando se implique el modificar un componente o sistema en el avión.

IV: Investigación, en casos que se ejecute una investigación para documentar un AD.

HC: Hangar Check, cuando se indique algún tipo de trabajo en realizar en la aeronave que se encuentra en chequeo mayor.

TR: Temporary Repair, cuando se realizan reparaciones temporales y que tienen límite de tiempo establecido.

- ATA: El número relativo al manual de mantenimiento que tiene relación el trabajo a efectuar.

- No. Correlativo: El número consecutivo para el prefijo especificado antes, este número se reinicia cada año.

- Año: El año en curso en que se elabora la orden de ingeniería.

2. DATE: Se digita la fecha de emisión original de la orden ingeniería.

3. REV. No. Es el número correlativo de la revisión de la orden de ingeniería, la cual se acompaña de la fecha en que se elabora, el cual será de acuerdo al siguiente formato: REV No. – DATE

4. PAG 1 OF: Se anota el numero total de paginas que contiene el documento, el cual se especifica a continuación de 'PAG 1 OF '.

NOTA: El número total de páginas se coloca hasta que ha sido digitada la E.O.

5. SUBJECT: Se describe el tipo de trabajo que se le va a realizar.
6. REFERENCES: Se anota la documentación de soporte utilizada para elaborar la orden de ingeniería.
7. SUMMARY: Se hace una breve descripción de los antecedentes que han causado la acción y el contenido de la acción.
8. PRIORITY: Se escribirá el código correspondiente para efectos de determinar el procedimiento correcto para diferir la ejecución de la orden de ingeniería, en caso aplique de acuerdo a:
 - 1 Todo aquello que sea mandatorio por los entes reguladores o fabricantes.
 - 2 Todo lo que tenga un impacto económico o legal para la compañía.
 - 3 Las tareas que sea por conveniencia de la compañía.
9. STATUS: Se escribirá el código respectivo para indicar que se debe discontinuar o seguir utilizando, y pueden ser activo o inactivo.
10. ACTION: Se indica el tipo de acción que se ejecuta en la orden de ingeniería. Existen tres tipos de acción y son:

- 1 TERMINATING: Aquellas tareas que no requieren de otra luego de ser realizadas.
 - 2 INTERIM: Son las del tipo temporal mientras se lleva a cabo una “Terminating Action”.
 - 3 REPETITIVE: Son las que tienen un intervalo de repetición.
11. TYPE: Se escribe abreviadamente el tipo de trabajo que la orden de ingeniería demanda realizar y se detallan los mismos códigos que se utilizan en el prefijo.
12. ENG. ASSESSMENT: Se escribe el propósito por el cual ha sido elaborada la orden de ingeniería.
13. EFFECTIVITY: Se coloca el modelo o los números de parte del ítem afectados por la orden ingeniería
14. DUE DATE: Se escribe la fecha más tardía, o el número específico de horas de vuelo o ciclos en que la orden de ingeniería debe estar completamente ejecutada.
15. REPEAT: Se completara este campo cuando la orden de ingeniería sea repetitiva o se especifica que se realiza una sola vez.
- 16.- SPECIAL INSTRUCTIONS: Este campo se utilizara con el propósito de indicar:
- Si se requieren o no materiales y/o herramientas para la ejecución de la orden de ingeniería.

- Si se debe realizar en combinación con otra orden de ingeniería.
 - Cualquier otra instrucción que se considere conveniente para la ejecución del trabajo.
17. EFFECT ON WEIGHT & BALANCE: En este campo se anota el efecto que tiene el peso de una aeronave con relación a los valores predefinidos según el modelo de la aeronave.
 18. LBS: Los aumentos de peso se señalan con un signo más (+) y las reducciones con un signo menos (-) antes de la cantidad.
 19. LBS-IN: Se coloca el dato del momento generado al cambiar el peso de la aeronave o componente.
 20. REVISIÓN RECORD: Se anotara el número de revisión y la fecha, y la razón por la que se hace la revisión a la orden de ingeniería.
 21. DEFERRED DUE DATE: Este campo se utiliza para escribir la nueva fecha límite para ejecutar la orden de ingeniería.
 23. DATE: A continuación de 'DATE' se escribe la fecha en que se autoriza diferir la ejecución de la orden de ingeniería.
 24. SKILL: Se anotan las especializaciones del personal que deberá asignarse para realizar la orden de ingeniería.
 25. CREW: Se escribe el total de personas que se necesitaran para la ejecución de la orden de ingeniería.

26. MAIN-HRS: Se anota el número de horas-hombre necesarias para completar la orden de ingeniería.
27. ELAPSED: Se anota el tiempo necesario para realizar la orden de ingeniería.
- 28.- COST ESTIMATE: El detalle de los costos se desglosa en los campos que se muestran abajo:

LABOR

MATERIALS

TOOLS / TEST

CREDITS

OTHERS

29. DISTRIBUTION: Se escriben todas las áreas a las que planificación de Producción distribuirá el documento.
30. APPROVALS: Se coloca la firma y fecha de las personas que elaboran (el Ingeniero) y revisan (el Gerente de Control de Calidad) la orden de Ingeniería.
31. SPECIAL NOTES: Si la orden de ingeniería esta remplazando a otra, tiene relación con una Directiva de Aeronavegabilidad o cualquier nota especial será anotada en este espacio.

32. DOCUMENT NUMBER: Se listan las secciones de los documentos (tales como dibujos, manuales de mantenimiento etc.) que se utilizaron para realizar la orden de ingeniería.
33. DOCUMENT TYPE: Se refiere al tipo de documento que se utilizo como soporte
34. TITLE: Se escribe él titulo específico del documento que servio de soporte.
35. PUBLICATION AFFECTED: Se anotan cuales publicaciones o manuales se ven afectados por las instrucciones contenidas en el documento y que por tanto requerirán una revisión.
36. NEW P/NUMBER: Se escriben los números de parte del fabricante que se solicitan por primera vez, por reemplazo de alguno existente o por modificaciones que se realizan a números de parte existentes.
37. EXISTING P/NUMBER: Se anotan los números de parte que ya existen en la bodega, o que serán reemplazaos o modificados.
38. DESCRIPTION: Se escribirá el nombre de la parte requerida de acuerdo a su descripción según la referencia utilizada.
39. QTY: Se escribe la cantidad estimada de material, parte o herramienta a utilizar.
40. PO. /MR: Se coloca él número de la orden de compra, o de la requisición de material, con la que se ha solicitado el material, parte o herramienta.

41. SUBJECT: Ver ítem 5.
42. FREQUENCY: Es el mismo dato del ítem 15.
43. TAIL: Este campo se ocupa para que el mecánico anote la matricula de la aeronave en la que se realiza la orden de ingeniería, por tanto debe dejarse en blanco.
44. STATION: Este campo se utiliza para que el mecánico anote la estación donde se ejecuta la orden de ingeniería.
45. DATE: Este campo se utiliza para que el mecánico anote la fecha en que se realiza la orden de ingeniería.
46. ENGINE S/N: En los casos que la orden de ingeniería tenga relación con un motor se anotara la serie específica, pero en caso contrario se escribirá N/A y no se tendrá en cuenta el ítem 47.
47. POSITION: Aquí se define en que posición esta instalado el motor que será afectado por la orden de ingeniería.
48. MECHANIC: Esta casilla se deja en blanco para que registre su firma el mecánico y su número de licencia luego que el ítem descrito ha sido realizado. En los casos en que la casilla tenga varios ítems, con una sola firma bastara para que todos ellos dentro queden como cumplidos.

49. QC: Esta casilla se deja en blanco para que registre su firma y su sello el inspector. En los casos en que la casilla tenga varios ítems, con una sola firma bastara para que todos ellos dentro queden como cumplidos.

50. INSTRUCTIONS: Se detalla paso a paso y en forma clara, las instrucciones para la ejecución de la orden de ingeniería.

CONCLUSIONES

- 1.- Se analizaron y estudiaron los sistemas que utiliza el avión ATR42, después de recibir los cursos: “Sistemas del ATR42-300”, Nivel III y “Motor PW100” impartidos en esta empresa.
- 2.- Se realizaron diferentes fases de chequeo de mantenimiento para las aeronaves en el período de duración del Ejercicio Profesional Supervisado, esta tarea fue cumplida preparando los paquetes que contienen las *Task Cards* TC, *Job Instruction Cards* JIC’s, así como Órdenes de Ingeniería EO’s, Servicios de Boletín SB, Certificados de Aeronavegabilidad CN’s y AD’s.
- 3.- Al momento de ejecutarse las diferentes tareas, se observó la correcta aplicación de los procedimientos de Ingeniería y Mantenimiento, así como las pruebas posteriores a estos, con el fin de determinar el correcto funcionamiento de los sistemas en la aeronave.
- 4.- Al realizarse a tiempo cada uno de los chequeos de mantenimiento, así como el cumplimiento de los procedimientos, y evaluado en tres auditorías, no se encontraron discrepancias que afectarán la aeronavegabilidad del avión, cumpliendo así con las normas establecidas por la empresa y entes reguladores nacionales, internacionales y privados.

RECOMENDACIONES

1.- Siendo Aviateca S.A. la empresa nacional que brinda el servicio de mantenimiento a Grupo TACA S.A. y sus empresas regionales como Inter, Isleña, La Costeña, Sansa y Aeroperlas, mantiene normas de seguridad, procedimientos de personal y mantenimiento, constante entrenamiento y asesoramiento de grandes empresas como Airbus y ATR de Francia, Pratt & Whitney de Canadá, Dallas Airmotive de Estados Unidos, Aeroman de El Salvador, entre otros, por lo que no es necesaria recomendación alguna en lo referente a Ingeniería y Mantenimiento, ya que estos se encuentran dentro de las regulaciones de la Dirección de Aeronáutica Civil de Guatemala (DGAC), la Administración Federal de Aviación de los Estados Unidos de Norteamérica (FAA), la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) entre otros, además de la constante supervisión a través de auditorías, todo esto debido a la importancia que recae en ellos al abordar el tema de la seguridad aérea.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- “Aircraft Maintenance Manual”, ATR. 2005.
- 2.- “Notas de Ingeniería”, ATR. 2005.
- 3.- “Global Positioning System Overview”, Peter H. Dana, 1999.
- 4.- “Manual de Vuelo por Instrumentos AFM 51-37”, Inter American Air Forces Academy, 1991.
5. - “Principles of Communication Systems”, Taub, Herbert y Schilling, Donald, 1986.
6. - “Manual de Procedimientos de Mantenimiento”, Aviateca S.A. 2005.
- 7.- “Antennas and Radiowave propagation”, Collin R. E. 1985.