

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

**CARRERA DE ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y
AVIÓNICA**

**ELABORACIÓN DE UN MANUAL INTERACTIVO DE ENSEÑANZA
PARA EL OPERADOR DE LA CARGA ÚTIL MARITIME PATROL
RADAR (MPR) DE LOS AVIONES HERON DEL ESCUADRÓN UAV**

POR:

CBOS-ET-AV AGUIRRE BEJARANO DAVID ALEXANDER

**Trabajo de Graduación como requisito previo para la obtención del Título
de:**

**TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA CON MENCIÓN EN
INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA**

2012

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el CBOS-ET-AV AGUIRRE BEJARANO DAVID ALEXANDER, como requerimiento parcial para la obtención del título de TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA CON MENCIÓN EN INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA.

ING. LUCÍA GUERRERO
DIRECTOR DE PROYECTO DE GRADUACIÓN

Latacunga, 24 de agosto del 2012

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico a mi familia y de manera especial a mi madre, que con su apoyo incondicional y nobles sacrificios me ha sabido acompañar siempre en mis triunfos y caídas.

Cbos-Et-Av Aguirre Bejarano David Alexander

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento sincero al personal docente del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico que durante mi trayecto en el Instituto me acogió en sus aulas y supo impartirme sus conocimientos con paciencia y dedicación haciendo posible la elaboración de este trabajo.

Cbos-Et-Av Aguirre Bejarano David Alexander

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | Pág. |
|----------------------|-------------|
| Certificación | I |
| Dedicatoria | II |
| Agradecimiento | III |
| Introducción..... | 1 |
| Summary..... | 2 |

CAPÍTULO I

EL TEMA

| | Pág. |
|---------------------------------------|-------------|
| 1.2 Antecedentes | 12 |
| 1.3 Justificación e importancia | 12 |
| 1.4 Objetivos | 13 |
| 1.4.1 Objetivo general | 13 |
| 1.4.2 Objetivos específicos. | 13 |
| 1.5 Alcance | 13 |

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

| | Pág. |
|--|-------------|
| 2.1 Introducción..... | 14 |
| 2.1.2 Concepto | 15 |
| 2.1.3 Principio de funcionamiento | 16 |
| 2.1.4 Parámetros que utiliza el radar..... | 18 |
| 2.1.5 Tipos de radar | 19 |
| 2.1.5.1 Por su aplicación: | 19 |
| 2.1.5.2 Por el tipo de emisión:..... | 20 |

| | Pág. |
|--|-------------|
| 2.1.5.3 Por el grado de participación de los objetivos: | 20 |
| 2.1.5.4 De acuerdo a fines de guerra electrónica:..... | 20 |
| 2.2 Historia | 14 |
| 2.2.1 Maritime patrol radar | 21 |
| 2.2.1.1 Funciones principales..... | 22 |
| 2.2.1.2 Modos operacionales del MPR..... | 22 |
| 2.2.1.2.1 Modos de detección | 22 |
| 2.2.1.2.2 Modos de imagen..... | 23 |
| 2.2.1.2.3 Modos de clasificación | 23 |
| 2.2.1.3.1 Procesador de radar/ radar processor..... | 27 |
| 2.2.2 Configuración general del MPR..... | 23 |
| 2.2.2.1 Descripción de componentes principales del MPR | 24 |
| 2.2.2.2 Diagrama en bloque del MPR a bordo del avión | 25 |
| 2.2.2.3 Elementos del MPR a bordo del avión | 26 |
| 2.2.2.3.1.1 Procesador de señal de radar/ Radar signal processor (RSP)..... | 28 |
| 2.2.2.3.1.2 Computadora de datos de radar/Radar data computer (RDC)..... | 29 |
| 2.2.2.3.1.2.1 Procesador de objetivos y video de radar / radar video and target processor (RVP) | 29 |
| 2.2.2.3.1.2.2 Procesador de datos del radar (RDP) | 29 |
| 2.2.2.3.2 Transmisor/ Transmitter (TX) | 30 |
| 2.2.2.3.3 Antena/ Antenna Unit | 31 |
| 2.2.3 Operación del MPR | 32 |
| 2.2.3.1 Mouse MPR..... | 33 |
| 2.2.3.2 Área táctica de la pantalla | 34 |
| 2.2.3.3 Área de teclas digitales | 35 |
| 2.2.3.4 Proceso de encendido del radar..... | 35 |
| 2.2.3.5 Proceso de apagado del radar | 37 |
| 2.2.3.6 Estado de control | 38 |
| 2.2.3.7 Modos de operación del MPR | 39 |
| 2.2.3.7.1 Modo de operación SPOT SAR..... | 40 |
| 2.2.3.7.10 Control de sector | 49 |
| 2.2.3.7.11 Umbral de área de control | 51 |

| | Pág. |
|---|-------------|
| 2.2.3.7.12 Clasificación de área de control | 52 |
| 2.2.3.7.13 Clasificación de área de control – medida de contacto | 53 |
| 2.2.3.7.14 Flash-disk record control/Control de grabación en disco..... | 55 |
| 2.2.3.7.15 Manejo de contactos | 56 |
| 2.2.3.7.16 Desarrollo de diferentes acciones en el área táctica | 57 |
| 2.2.3.7.17 INS Área..... | 58 |
| 2.2.3.7.18 Área de estado | 59 |
| 2.2.3.7.19 Sub Menús | 60 |
| 2.2.3.7.19.1 Comunicación..... | 61 |
| 2.2.3.7.19.2 Declutter | 61 |
| 2.2.3.7.19.3 Pantalla | 62 |
| 2.2.3.7.19.4 Archivo MFL | 63 |
| 2.2.3.7.19.5 Setup | 64 |
| 2.2.3.7.19.6 Resultado BIT..... | 64 |
| 2.2.3.7.19.7 Misaling | 65 |
| 2.2.3.7.2 Pantalla de modo de búsqueda | 41 |
| 2.2.3.7.20 Mensajes y advertencias | 66 |
| 2.2.3.7.3 Pantalla modo aire – aire..... | 43 |
| 2.2.3.7.4 Pantalla modo SAR | 43 |
| 2.2.3.7.5 Pantalla modo ISAR | 44 |
| 2.2.3.7.6 Moving Targets Identification (MTI) | 45 |
| 2.2.3.7.7 Pantalla modo ISAR y RS | 46 |
| 2.2.3.7.8 Control de escala de distancia | 47 |
| 2.2.3.7.9 Control del ZOOM | 48 |

CAPÍTULO III
DESARROLLO DEL TEMA

| | Pág. |
|--|-------------|
| 3.1 Preliminares | 68 |
| 3.2 Propósito | 68 |
| 3.3 Elaboración del manual interactivo..... | 68 |
| 3.4 Descripción de los elementos del manual interactivo..... | 69 |
| 3.4.1 Introducción a flash mx | 69 |
| 3.4.1.1 Barra de herramientas principal | 70 |
| 3.4.1.1.1 Herramientas básicas..... | 71 |
| 3.4.1.1.2 Herramientas de visualización..... | 73 |
| 3.4.1.1.3 Herramientas de colores | 73 |
| 3.4.1.1.4 Opciones | 73 |
| 3.4.2 Barra de menú..... | 73 |
| 3.4.3 Línea de tiempo..... | 74 |
| 3.4.3.1 Puntero de lectura | 74 |
| 3.4.3.2 Capas..... | 75 |
| 3.4.3.3 Fotogramas | 75 |
| 3.4.4 Panel de propiedades | 76 |
| 3.4.5 Los símbolos | 77 |
| 3.4.5.1 Símbolo botón | 77 |
| 3.4.5.2 Símbolo clip de película..... | 78 |
| 3.5 Elaboración del manual interactivo..... | 78 |
| 3.6 Operación del manual interactivo | 82 |
| 3.7 Análisis financiero | 86 |
| 3.7.1 Presupuesto | 86 |
| 3.7.2 Rendimiento | 86 |
| 3.7.3 Análisis económico y financiero | 86 |
| 3.7.4 Material | 86 |
| 3.7.5 Curso de Capacitación | 87 |
| 3.7.6 Gastos Varios e Imprevistos..... | 87 |
| 3.7.7 Análisis comparativo | 88 |

CAPÍTULO IV
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

| | Pág. |
|--------------------------|-------------|
| 4.1 Conclusiones..... | 89 |
| 4.2 Recomendaciones..... | 90 |

ÍNDICE DE TABLAS

| Contenido | Pág. |
|--|-------------|
| Tabla 2.1 Características de la Antena | 26 |
| Tabla 2.2 Definiciones en SEA MODE | 35 |
| Tabla 2.2 Detección basada en contactos RCS | 36 |
| | |
| Tabla 3.1 Funciones de las Herramientas | 66 |
| Tabla 3.2 Costo total del manual interactivo | 81 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| Contenido | Pág. |
|---|-------------|
| Figura 2.1 Determinación de altura, posición y distancia del Objetivo | 11 |
| Figura 2.10 Imagen del transmisor..... | 25 |
| Figura 2.11 Antena mpr..... | 26 |
| Figura 2.12 Imagen de la pantalla | 28 |
| Figura 2.13 Imagen del cursor..... | 29 |
| Figura 2.14 Área táctica del radar | 29 |
| Figura 2.15 Área de teclas digitales | 30 |
| Figura 2.16 Ubicación del ícono del radar..... | 31 |
| Figura 2.17 Imagen de ícono de apagado..... | 32 |
| Figura 2.18 Ícono de estado..... | 33 |
| Figura 2.19 Íconos de modo operación | 34 |
| Figura 2.2 Barrido de la antena del radar..... | 13 |
| Figura 2.20 Imagen modo SPOT SAR | 35 |
| Figura 2.21 Modo búsqueda | 37 |
| Figura 2.22 Modo aire-aire | 38 |
| Figura 2.23 Modo SAR..... | 39 |
| Figura 2.24 Modo ISAR..... | 40 |
| Figura 2.25 Modo MTI/SAR..... | 41 |
| Figura 2.26 Modo ISAR y RS | 42 |
| Figura 2.27 Control distancia | 42 |
| Figura 2.28 Control de zoom..... | 43 |
| Figura 2.29 Control de sector..... | 44 |
| Figura 2.3 Parámetros del radar..... | 13 |
| Figura 2.30 Control de umbral..... | 46 |
| Figura 2.31 Control de clasificación | 47 |
| Figura 2.32 Medida del contacto | 48 |
| Figura 2.33 Longitud del contacto | 49 |

| Contenido | Pág. |
|--|-------------|
| Figura 2.34 Grabación en disco | 50 |
| Figura 2.35 Área de contactos | 51 |
| Figura 2.36 Área INS..... | 53 |
| Figura 2.37 Mensaje de advertencia | 54 |
| Figura 2.38 Área de estado..... | 55 |
| Figura 2.39 Sub menú..... | 55 |
| Figura 2.4 Diagrama del MPR | 16 |
| Figura 2.41 Declutter..... | 56 |
| Figura 2.42 Pantalla | 57 |
| Figura 2.43 PPI OFFSET | 58 |
| Figura 2.44 MFL file | 58 |
| Figura 2.45 Setup..... | 59 |
| Figura 2.46 Bit status | 60 |
| Figura 2.47 Misaling..... | 61 |
| Figura 2.48 Mensajes y advertencias..... | 61 |
| Figura 2.5 Diagrama en bloque del MPR | 19 |
| Figura 2.6 Diagrama en bloque del MPR en al avión..... | 21 |
| Figura 2.7 Radar | 22 |
| Figura 2.9 Diagrama en bloque del procesador de radar | 23 |
| Figura 3.1 Ícono de Flash MX | 64 |
| Figura 3.10 Botón salir | 74 |
| Figura 3.11 Pantalla secundaria..... | 75 |
| Figura 3.12 Secuencia de Animación..... | 76 |
| Figura 3.13 Reproducción del manual interactivo | 77 |
| Figura 3.14 Pantalla Principal del Manual Interactivo..... | 78 |
| Figura 3.15 Diagrama en Bloques del MPR..... | 79 |
| Figura 3.16 Página de Selección de Tema y continuación de Texto..... | 79 |
| Figura 3.17 Botones de Siguiente y Anterior..... | 80 |
| Figura 3.18 Botones de Página principal, Anterior y Salir | 80 |
| Figura 3.2 Pantalla principal de flash mx..... | 65 |
| Figura 3.3 Barra de herramientas principal | 66 |
| Figura 3.4 Barra de menú | 69 |

| Contenido | Pág. |
|---|-------------|
| Figura 3.5 Línea de tiempo | 69 |
| Figura 3.6 Panel de propiedades | 71 |
| Figura 3.7 Biblioteca de símbolos | 72 |
| Figura 3.8 Elaboración de la página principal | 73 |
| Figura 3.9 Botón generalidades | 74 |

ÍNDICE DE ANEXOS

CAPÍTULO I

| Contenido | Pág. |
|----------------------|-------------|
| | ANEXO A |
| Anteproyecto | 84 |
| | ANEXO B |
| Guía de usuario..... | 135 |

INTRODUCCIÓN

El tema central de este proyecto de grado, se refiere a la elaboración de un manual interactivo de fácil uso, para la enseñanza del operador del MARITIME PATROL RADAR (MPR), previo a la obtención del título Tecnólogo en Electrónica con Mención en Instrumentación y Aviónica, este manual elaborado durante el período académico tiene una gran importancia dentro de la preparación profesional del personal de operadores de radar del Escuadrón UAV.

El manual interactivo permite conocer los pasos que debe seguir el operador de radar, para el correcto funcionamiento del equipo, además contiene las características generales del equipo, facilitando al operador con conocimientos básicos, los cuales se encuentran especificados en los diferentes capítulos del proyecto.

Este proyecto es realizado, mediante animación de gráficos y texto, para la fácil comprensión del operador, para lo cual se realizó una elección de alternativas desde el punto de vista de animación con el objeto de utilizar el mejor programa disponible. El programa utilizado fue sometido a los diversos chequeos para asegurar su funcionamiento y utilización.

Con la elaboración de este manual se demuestra la importancia existente en la preparación continua no solo en el ámbito militar sino también en el ámbito civil, lo cual constituye uno de los pilares para el desarrollo de nuestro país.

SUMARY

The focus of this project grade refers to the development of an interactive user-friendly manual for teaching MARITIME PATROL Operator Radar (MPR), prior to obtaining the degree in Electronics Technologist with a Major in Instrumentation and Avionics this manual was developed during the academic period is of great importance in the preparation of personnel in radar operators UAV Squadron.

The interactive tutorial allows to know the steps you must follow the radar operator for the correct operation of the equipment also contains the general characteristics of the team, providing the operator with basic skills, which are specified in various sections of the project.

This project is made by motion graphics and text, for easy understanding of the operator, which is made from a choice of alternatives in terms of animation in order to use the best program available. The program used was subjected to various checks to ensure its operation and use.

In producing this book demonstrates the importance exists in the continuous preparation not only in military but also in the civilian field, which is one of the pillars for the development of our country.

CAPÍTULO I

EL TEMA

“Elaboración de un manual interactivo de enseñanza para el operador de la carga útil Maritime Patrol Radar (MPR) de los aviones HERON del Escuadrón UAV”.

1.2 Antecedentes

Este trabajo está dirigido a dar solución a una serie de problemas, que vienen presentándose en el Escuadrón UAV desde hace muchos meses atrás. Estos problemas son: falta de personal en la operación de cargas útiles; pérdida de tiempo al esperar que se capacite nuevos operadores. No existe información.

1.3 Justificación e importancia

Esta investigación está orientada a la búsqueda de un mejor método de enseñanza a los operadores de MPR (Maritime Patrol Radar), ya que este equipo se encuentran operando en las aeronaves HERÓN del Escuadrón UAV y su prueba funcional se la realiza únicamente durante los vuelos, teniendo así un bajo índice de práctica en la utilización de esta carga útil.

Con las herramientas de aprendizaje adecuadas para realizar esta enseñanza, se logrará que las aeronaves dejen de ser usadas como método de práctica de radar, beneficiando enormemente al Escuadrón UAV, al personal de técnicos que operan, calibran, y reparan dicho equipo.

Esto va a permitir disminuir el tiempo empleado en las capacitaciones y también el mejor uso de los recursos humanos que se deben utilizar para realizarlas. Todos los parámetros que se mencionan hacen que esta investigación no solo sea importante sino necesario para el mejor desarrollo de tecnologías propias que permitan el incremento de la eficiencia en las operaciones.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

- Elaborar un manual interactivo de enseñanza para el operador de la carga útil Maritime Patrol Radar (MPR) de los aviones HERON del Escuadrón UAV.

1.4.2 Objetivos específicos

1. Recopilar información del Maritime Patrol Radar (MPR) que serán considerados en el manual interactivo que facilitará el aprendizaje del estudiante.
2. Incluir el manual interactivo en la capacitación de los nuevos operadores, mediante un CD interactivo.
3. Elaborar la documentación para la operación del manual interactivo.
4. Ingresar el manual de enseñanza como activo fijo del Escuadrón UAV.

1.5 Alcance

Este proyecto está dirigido al Escuadrón UAV, departamento de Mantenimiento sección Electrónica, que contribuirá al aprendizaje e instrucción del personal que labora en el departamento de Mantenimiento sección Electrónica y alumnos de la escuela de Aviación Naval en la ciudad de Manta, brindando así experiencia en este radar de vuelo, y un conocimiento más profundo acerca del Sistema vigilancia marítima.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Introducción

A fin de entender el funcionamiento que tiene el Maritime Patrol Radar, a continuación se realizará una descripción del radar y se conozca su funcionamiento.

2.2 Historia

En 1873 se hizo evidente el primer indicio del radar cuando James C. Maxell estableció matemáticamente lo que denominó “radiación” (en la actualidad llamadas ondas electromagnéticas) y también dijo que esta radiación en el espacio libre se desplazará a la misma velocidad de la luz (300.000 Km. /seg.) y se reflejaría en cualquier objeto existente en su camino.

Después Heinrich Hertz, en 1888 consiguió la transmisión de ondas de radio a una distancia de pocos metros mediante un equipo muy primitivo comprobando con ello dos aspectos fundamentales: Primero que la ondas de radio podrían ser reflejadas y segundo, calcular a partir de la longitud y de la frecuencia de las ondas, que estas se desplazan a la misma velocidad de la luz.

Con Marconi en 1895 se mejoró el equipo con el cual se logró transmitir ondas de radio a grandes distancias, en donde aparece el nacimiento del radar, es decir que las ondas de radio serían utilizadas para detectar: la presencia y la posición de los objetivos situados a grandes distancias de la estación emisora.

A partir de 1925 se realizan experimentos para determinar la naturaleza y altura de ciertas capas ionizadas, existentes en la atmósfera terrestre en el que se había hallado que reflejaban las ondas de radio, lo que sirvió de gran ayuda para el desarrollo de este equipo.

En 1935 Robert W. Watt, muestra el sistema de ubicación por radio, denominado “Cadena de la Patria” cuyo objetivo era alertar a los ingleses sobre la posición y trayecto de los aviones alemanes.

En donde la supremacía de la Fuerza Aérea Inglesa, fue gracias al descubrimiento y perfeccionamiento de este equipo.

2.1.2 Concepto

El término Radar es la combinación de las primeras letras; Radio Detection and Ranging, lo que significa Detección y posicionado por radio o simplemente Radio Detección y Exploración a gran distancia.¹

El radar es un equipo electrónico que usa ondas electromagnéticas, para detectar la existencia de un objeto en el espacio; y encontrar su posición, distancia y altura con relación a un punto conocido, que generalmente es la instalación del radar.

¹ INTRODUCCIÓN AL RADAR, folleto Cos-1, Pag. 1

2.1.3 Principio de funcionamiento

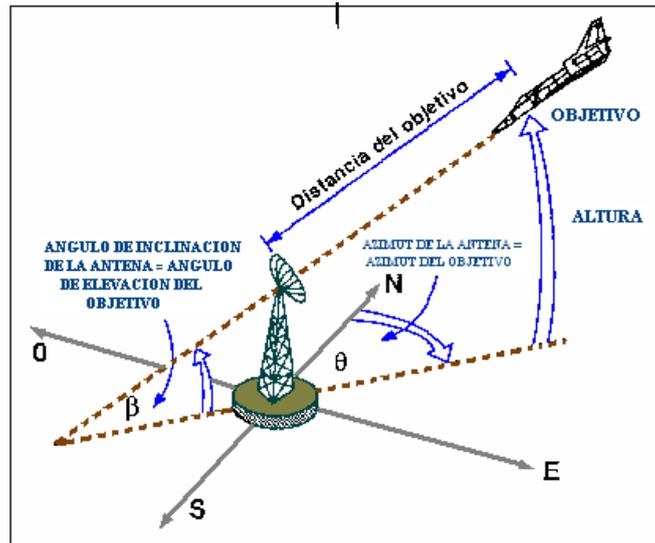


Figura 2.1 Determinación de altura, posición y distancia del Objetivo

Fuente: Manual de electrónica

Elaborado por: Cbos. Aguirre David

Acimut, es la dirección de un objeto con respecto a otro, expresado como un ángulo medido en un plano horizontal y hacia la derecha desde el norte verdadero.²

La detección de un objeto se realiza de la siguiente manera: en el caso de un radar de pulsos, una parte de energía electromagnética de corta duración y elevada potencia es emitida en la dirección de los blancos. Si al propagarse la energía encuentra un objeto, una parte de esa energía es reflejada como un eco la cual es mostrada en una pantalla indicadora.

La distancia del objeto se calcula, midiendo el intervalo entre la emisión de pulsos y la recepción de pulsos reflejados. Considerando que la energía electromagnética viaja a la velocidad de la luz y que la distancia total recorrida es el doble de la distancia al objeto, la distancia o rango viene dada por la ecuación:

² MANUAL DE ELECTRÓNICA, USA FSLA, Pag. 44

$$R = c \cdot t / 2$$

De donde: R = rango, distancia o alcance.

c = Velocidad de la luz (300.000 Km. /seg.)

t = tiempo de recorrido entre la transmisión y la recepción.

La localización en el espacio es indicado por los ángulos de elevación y acimut de los ejes de la antena. Las antenas del radar, son altamente direccionales y transmiten haces muy angostos, por lo que la dirección en que se halla el objetivo es indicado con un alto grado de exactitud. También se puede determinar la velocidad entre dos objetivos, de dos formas:

- 1) Calculando la velocidad o el cambio de posición en función del tiempo.
- 2) Determinando el desplazamiento de la frecuencia, entre la energía transmitida y la energía recibida (Efecto Doppler), determinando de esa forma, la velocidad radial del objeto.³

Los radares tridimensionales, constituyen el desarrollo más sofisticado de radares de vigilancia o alerta temprana. Utilizan barrido electrónico y generan haces muy estrechos en los dos lados que dan la forma de un lápiz, estos estrechos haces barren electrónicamente todo el plano vertical, de la misma forma que hace el limpiador del parabrisas, como ejemplo se tiene en la figura 1.2.

³ DEGEM SYSTEM, Principios y Aplicaciones del Radar, Pag. 12

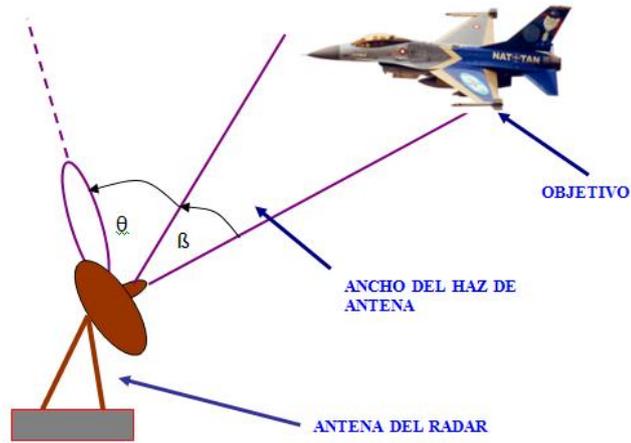


Figura 2.2 Barrido de la antena del radar

Fuente: DEGEM SYSTEM

Elaborado por: Cbos. Aguirre David

Como se ve al ser β más pequeño la precisión en la medida de la dirección del objeto será mucho mejor.

2.1.4 Parámetros que utiliza el radar

Para el estudio del radar es necesario conocer los parámetros que intervienen en el mismo y son los siguientes:

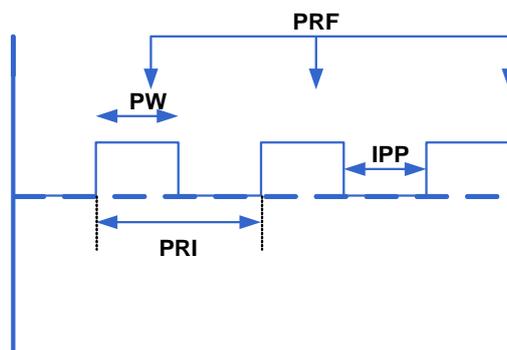


Figura 2.3

Fuente:

Elaborado por:

Parámetros del radar

Guerra electrónica, cos-1, pag. 26

Cbos. Aguirre David

- a) **Ancho de pulso (PW).**- Es el tiempo en que el radar está transmitiendo, da información del alcance mínimo que puede detectar un radar, su unidad es en microsegundos.

- b) **Frecuencia de repetición de pulsos (PRF).**-Es la cantidad de pulsos que se transmite en un segundo da el alcance teórico de un radar, su unidad es (pps).

- c) **Periodo de repetición interpulso (PRI).**- Es el instante de tiempo entre el inicio de un pulso y el inicio del siguiente pulso está dado en unidades de microsegundos.

- d) **Periodo interpulso (IPP).**- Es el periodo de tiempo entre el fin de un pulso cualquiera y el inicio del siguiente, también se puede decir que es el tiempo de recepción del radar, está dado en unidades de microsegundos.

2.1.5 Tipos de radar

Se clasifican de acuerdo a su aplicación, al tipo de emisión, al grado de participación de los objetivos y de acuerdo a fines de guerra electrónica.

2.1.5.1 Por su aplicación

- 1) Control de tránsito aéreo
 - a) De vigilancia.
 - b) Precisión de aproximación.

- 2) Navegación aérea
 - a) Meteorológico
 - b) Radio altímetro.

- 3) Militar
 - a) Alerta Temprana
 - b) Adquisición o Vigilancia
 - c) Seguimiento y control de armas

2.1.5.2 Por el tipo de emisión

- a) Pulsos
- b) Onda Continua.

2.1.5.3 Por el grado de participación de los objetivos

- a) Primarios
- b) Secundarios

2.1.5.4 De acuerdo a fines de guerra electrónica

- a) Radares de amenaza indirecta.
- b) Radares de amenaza directa.
- c) Radares pasivos.⁴

De acuerdo al grado de participación del objeto el Radar MPR pertenece al grupo primario, los cuales no requieren de la intervención activa del objetivo, su sola presencia es suficiente. Los ecos no deseados o clusters, como los originados por blancos fijos o estacionarios son eliminados por circuitos “indicadores de objeto en movimiento” (MTI=Moving Target Indicador).

De acuerdo al tipo de emisión este radar es de pulsos ya que transmite la radio frecuencia a través de pulsos comprimidos, y con lo referente a la aplicación en el campo militar es un radar de alerta temprana para la detección de proyectiles, aviones, y barcos de guerra enemigos.

⁴ GUERRA ELECTRÓNICA, Cos-1, Pag. 26

2.2.1 Maritime patrol radar

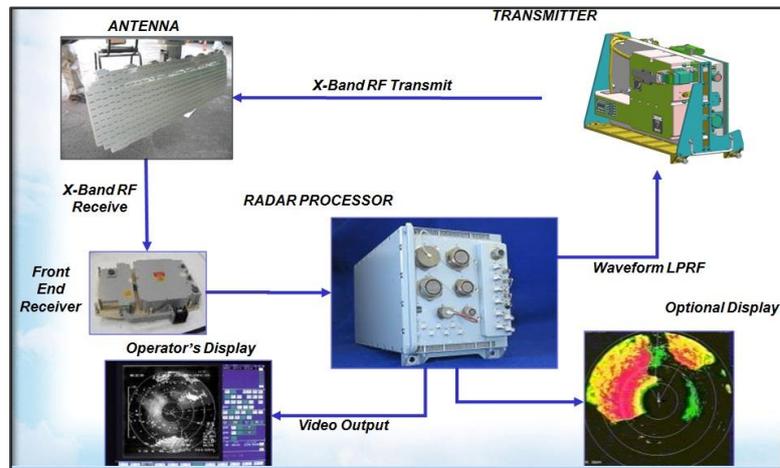


Figura 2.4 Diagrama del MPR

Fuente: TM (EC) HR-06-02

Elaborado por: Cbos. Aguirre David

El EL/M-2022A (V)3U es multimodo, trabaja en la banda X, es un radar de pulso doppler que opera con PRF de baja y media forma de onda (modo y escala de rango dependiente). El diseño cumple con los requisitos de plataformas aéreas no tripuladas de patrulla marítima, con gran capacidad de adaptación.

El radar genera video digital para mostrar en la estación en tierra. El radar es controlado por un operador en tierra vía comandos transmitidos a través del datalink hacia la interface de comunicación de radar. Una interface datalink similar es usada para transmitir el video del radar, archivos de traqueo y estado hacia la estación en tierra.⁵

El radar está compuesto por las siguientes líneas de unidades mayores reemplazables (LRUs):

- a) Unidad de antena y pedestal
- b) Caja electrónica (AEE), que comprende el receptor frontal final (FER) y la unidad amplificadora de conducción (DAU).
- c) Transmisor (TX).
- d) Procesador de radar (RP).

⁵ TK (EC) HR 05-4, Pág 32

2.2.1.1 Funciones principales

El maritime patrol radar (MPR) para el UAV, tiene el soporte para un avión de misión aire – mar. Este fue diseñado especialmente para alta precisión, porque en las operaciones se requiere la detección de contactos pequeños a largas distancias y grandes áreas marítimas. El radar busca, detecta y traquea en el mar además de contactos aéreos si es que estos estuvieran en el campo de vista.

Este radar posee las siguientes funciones:

- Búsqueda y detección de objetivos.
- Traqueo de contactos.
- Imagen de mapa en video.
- Clasificación e identificación de objetivos.
- Imagen meteorológica.

2.2.1.2 Modos operacionales del MPR

El MPR cuenta con los siguientes modos de operación:

- a) OFF – Apagado.
- b) Power up – initialization. Encendido
- c) STBY – stanby.
- d) Transmit – Trasnmisión
- e) Silent - no transmisión.

2.2.1.2.1 Modos de detección

La detección en búsqueda marina (SS) provee las siguientes capacidades operacionales:

- Vigilancia de superficie a larga distancia (LRSS)
- Guerra antisubmarina (ASW)

- MTI marítimo (sea-MTI)
- MTI terrestre (GMTI)
- Aire-aire (AA)

2.2.1.2.2 Modos de imagen

- Spot SAR
- Strip SAR
- Navegación y meteorología (NAW)

2.2.1.2.3 Modos de clasificación

- Inverse SAR (ISAR)
- Range signature (Profile) classification (RS)

2.2.2 Configuración general del MPR

El sistema detecta contactos en condiciones navales predefinidas en la banda X, mapa de alta resolución y TWS para contactos seleccionados.

El sistema está formado por dos segmentos: aéreo y tierra.

El segmento aéreo incluye el UAV y el radar EL/M 2022 fabricado por la compañía ELTA.

El segmento en tierra está formado por la consola de misión, dentro de la estación de control AGCS.

El desempeño del MPR es definido por un sistema integrado dentro del avión HERON.

- El radar busca, traquea, clasifica la cobertura de vuelo del UAV (máximo a 18000 pies de altura).
- Maniobras del UAV:
 - ± (10°) pitch
 - ± (30°) roll

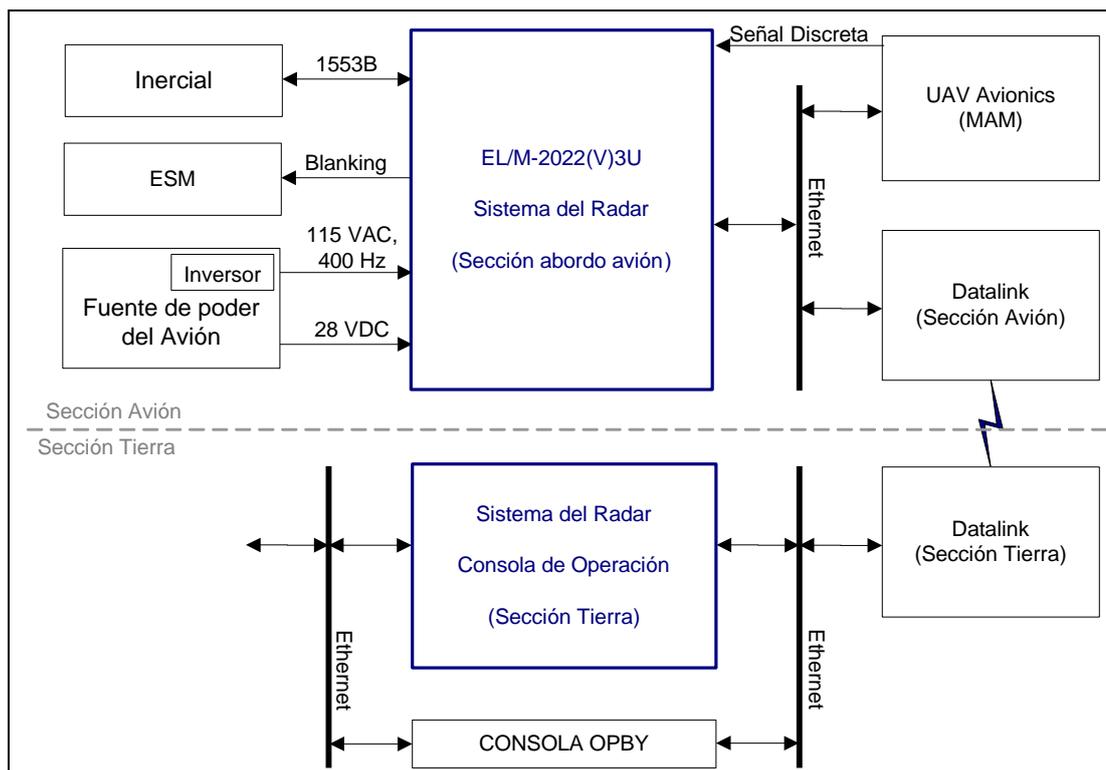


Figura 2.5 Diagrama en bloque del MPR

Fuente: TM (EC) HR-06-02

Elaborado por: Cbos. Aguirre David

2.2.2.1 Descripción de componentes principales del MPR

La consola en tierra del radar, localizada en la agcs; controla la operación del radar via uplink.

El software de control de radar, arranca en la computadora localizada en la consola UBY1 y actúa como consola en tierra, para lo cual el operador controla el radar utilizando el teclado y el mouse.

El video del radar y los archivos de datos (incluidos datos de contacto, estado de radar, etc) son transmitidos hacia la consola del radar en tierra via downlink. Los datos del radar pueden ser distribuidos hacia las consolas del observador y del piloto en la AGCS a través de conexión Ethernet.

2.2.2.2 Diagrama en bloque del MPR a bordo del avión

En la figura 2.6 se visualiza el diagrama en bloque del MPR dentro del avión HERON. El procesador recibe los datos necesarios para el funcionamiento del radar provenientes desde:

- Inercial (INS/GPS): datos de posición y navegación del avión.
- Computadora de cargas útiles (UMAN): control de estado, encendido - apagado.
- Enlace de datos (DATALINK): envío de datos de estado, telemetría, video hacia la estación de control, recepción de datos de control desde tierra.
- Conjunto de inversores (Static inverter): alimenta 115V a 400Hz al power supply (PS) del procesador, PS del transmisor, PS del AEE.
- Transmitter – Transmisor: es controlado por el RP, en el interior se encuentra el TWT (travelling wave tube) tubo de onda progresiva que amplifica la potencia de RF que ingresa al AEE.
- AEE (air electronic enclosure) caja electrónica aérea: conformada por el Front Receiver (FER) y Drive Amplifier Unit (DAU). Cumple la función de enlace entre el RP - antena y TX – antena, además del control de los servo motores encargados del movimiento de azimut y elevación de la antena.
- Antena: es el elemento de irradiación del radar.

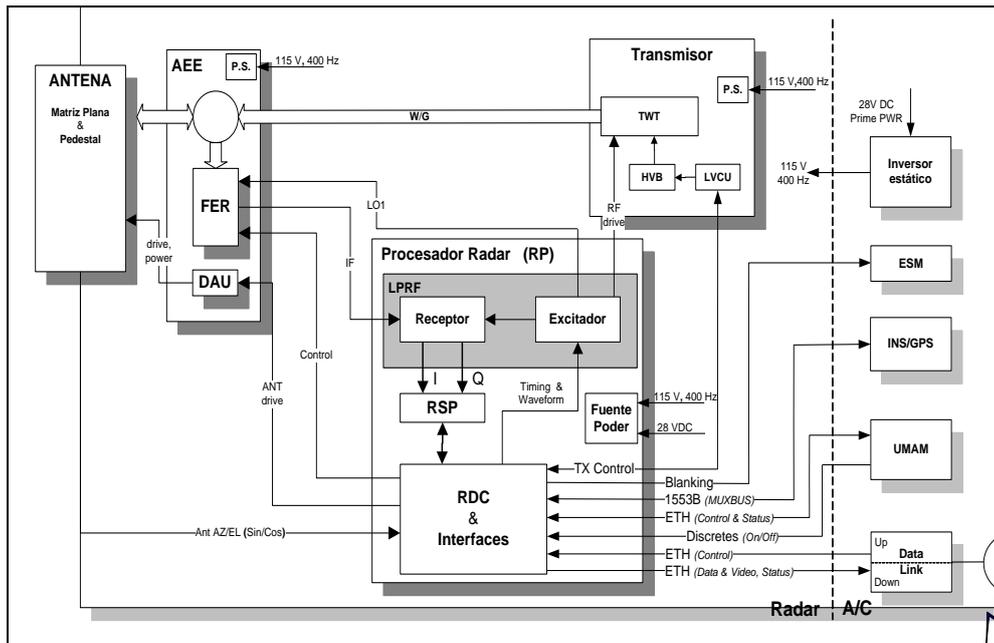


Figura 2.6 Diagrama en bloque del MPR en el avión
Fuente: TM (EC) HR-06-02
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

2.2.2.3 Elementos del MPR a bordo del avión

Los elementos del MPR ubicados a bordo del HERON son los siguientes:

- Procesador de radar
- Transmisor
- AEE
- Antena
- Static Inverter

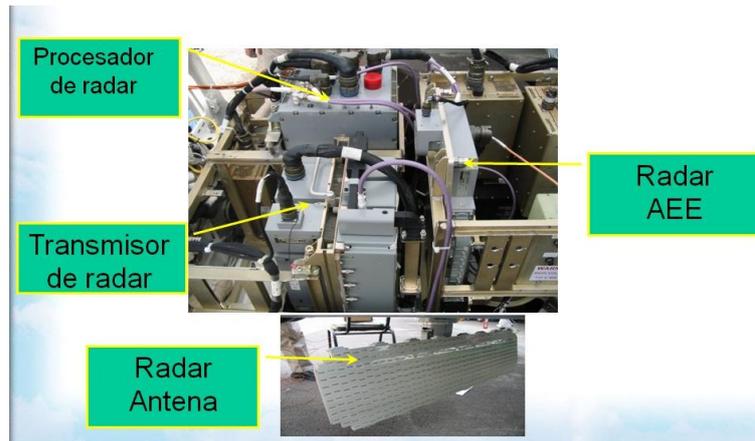


Figura 2.7 Radar
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

2.2.1.3.1 Procesador de radar/ radar processor

El procesador de radar RP recibe señales de RF y genera señales de excitación para la transmisión. Este convierte entradas de RF en muestras digitales y procesa ambas señales y datos. El RP es el controlador del radar e interface con la aviónica del uav. El RP cuenta con las siguientes herramientas, funciones y controles:

- A. Control de antena.
- B. Control del transmisor.
- C. Sistema de sincronización.
- D. Generación de forma de onda excitada de RF.
- E. Recepción de señal de RF, procesamiento y muestreo.
- F. Procesamiento de datos de contacto.
- G. Sistema bit del radar, operación y control.
- H. Interface con la aviónica, que incluye generación del blanqueo de señales para el exterior.



Figura 2.8 Procesador de radar
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

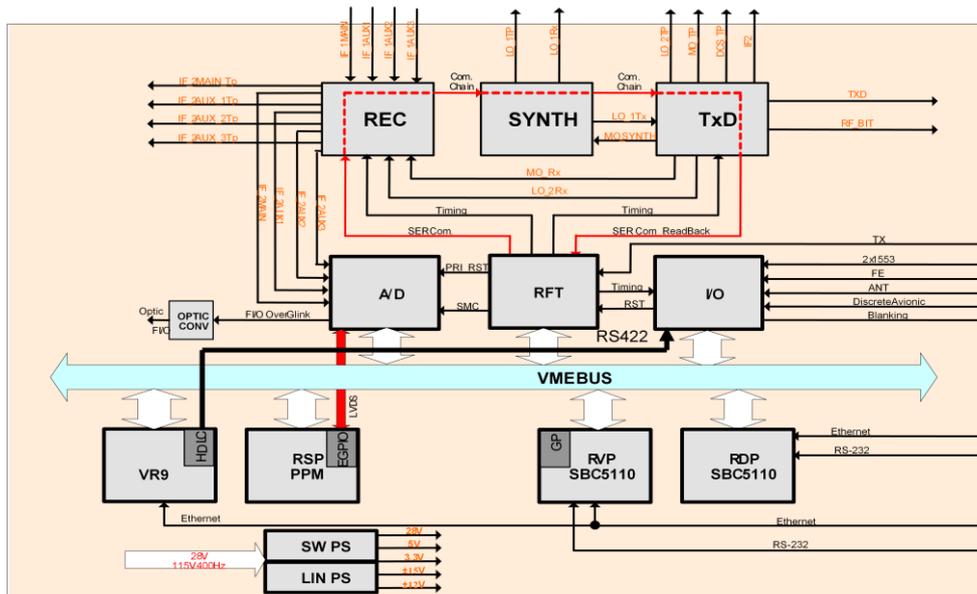


Figura 2.9 Diagrama en bloque del procesador de radar
Fuente: TM (EC) HR-06-02
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

2.2.2.3.1.1 Procesador de señal de radar/ Radar signal processor (RSP)

- El RSP realiza un procesamiento de señal rápido, en la recepción digital recibida desde la LPRF hacia el RSP vía F/O bus (LVDS bus).
- El RSP realiza todas las tareas de procesamiento de señal en todos los modos de radar, incluido:

- A. Range Doppler processing
- B. CFAR (Constant False Alarm Rate)
- C. Target Detection
- D. Generación de algoritmos de imagen.

2.2.2.3.1.2 Computadora de datos de radar/Radar data computer (RDC)

- La RDC controla la antena y el transmisor.
- Realiza procesamiento de datos del radar, y provee la comunicación entre el RP y aviónica.
- La RDC consiste en dos procesadores (cada uno posee diferentes tareas): RDP y RVP.

2.2.2.3.1.2.1 Procesador de objetivos y video de radar / radar video and target processor (RVP)

- Manejo y control de la pantalla de Radar.
- Manipulación de imagen.
- La RVP es asistida por la tarjeta auxiliar: VR9 que comprime el video y lo convierte a formato de comunicación Ethernet.

2.2.2.3.1.2.2 Procesador de datos del radar (RDP)

- Control de encendido y apagado.
- Control de modo/estado del radar.
- Control de los LRUs del radar (Antena, Transmisor, etc.)
- Control del BIT del Radar.
- Proceso y manejo de interfaces externas.
- Selección y activación de la forma de onda del radar.
- Parámetros de configuración.
- Proceso general del radar/Manejo de recursos.

2.2.2.3.2 Transmisor/ Transmitter (TX)

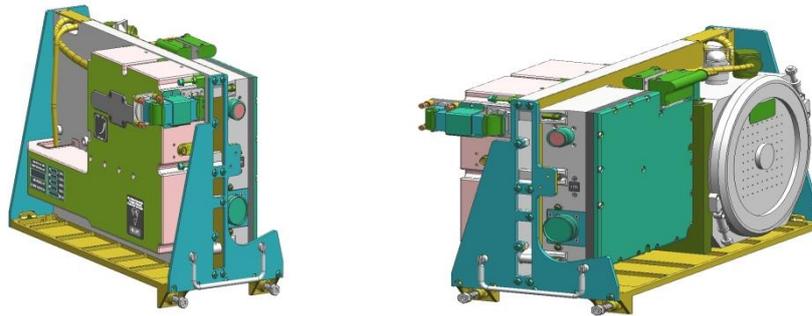


Figura 2.10 Imagen del transmisor
Fuente: TM (EC) HR-06-02
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

La función del transmisor es coordinar, bajo ruido y alta pureza del espectro, amplificar el pulso de la señal de RF generada en la LPRF del procesador de radar, y guiar esas señales hacia la antena a través del switch de RF. Los principales componentes son:

- a. Grilla controlada, guía de tubo de onda (TWT), amplificador de banda X.
- b. RF Unidad amplificadora
- c. Bloque de alto voltaje.
- d. Auto test y protección lógica (BIT).
- e. Poder pico de 3 kW, máximo; poder de transmisión promedio de 180 Watts.

2.2.2.3.3 Antena/ Antenna Unit

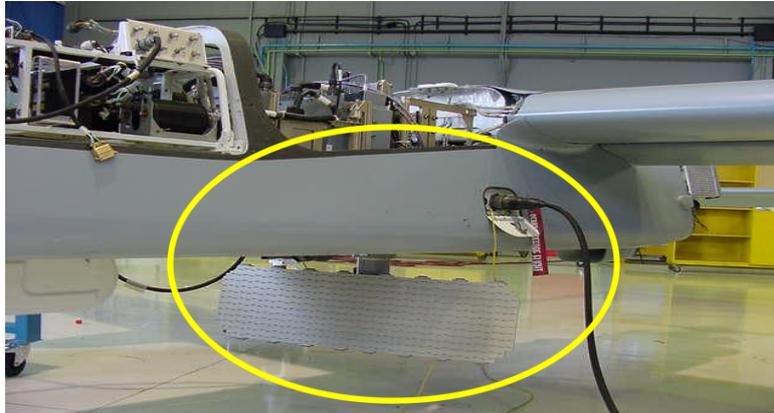


Figura 2.11 Antena mpr
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

- La unidad de antena está instalada sin el domo. La antena transmite la energía de RF, generada por el transmisor vía pedestal. La radiofrecuencia de retorno es recibida a través del pedestal, amplificada y convertida por el receptor frontal final (FER) y transferida al RP para procesamiento.
- El control de la dirección de antena es obtenido por sistema de servos eléctricos.
- La posición angular en el azimut y ejes de elevación son computados en el procesador de radar (RP) y enviados a los servos de la antena a través de la drive amplifier drive (DAU).
- La PAA es el elemento de irradiación que comprende la matriz planar rectangular. La matriz está hecha de un plato plano de radiación hueca y alimentada por una red de RF.

Tabla 2.1 Características de la Antena

| MATRIZ PLANA | SISTEMA IMPULSOR |
|------------------------|------------------------------|
| Medidas: 1040 X 300 mm | Ángulos de cobertura: |
| Banda: X | Az: 360° |
| Ganancia: 32.5 dB | EI: -30° a +10° |
| Ancho de haz: 3 dB | Velocidad angular: |
| Az: 2.1° ±0.2° | Az: 60°/sec max |
| EI: 6.6° ±0.3° | EI: 60°/sec max |
| Lóbulo: -40dB | Juntas rotatorias: biaxial |
| VSWR: -2.1 | Servo motor (DC) |
| | Transformador de coordenadas |

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

2.2.3 Operación del MPR

La interface hombre- máquina del MPR, está ubicado en la consola UBY1 dentro del AGCS, la cual permite al operador asignar el control sobre el radar.

Todas las operaciones necesarias para realizar la misión; son desarrolladas mediante una pantalla y una combinación de teclas visualizadas en un monitor, las cuáles se habilitan utilizando un mouse.

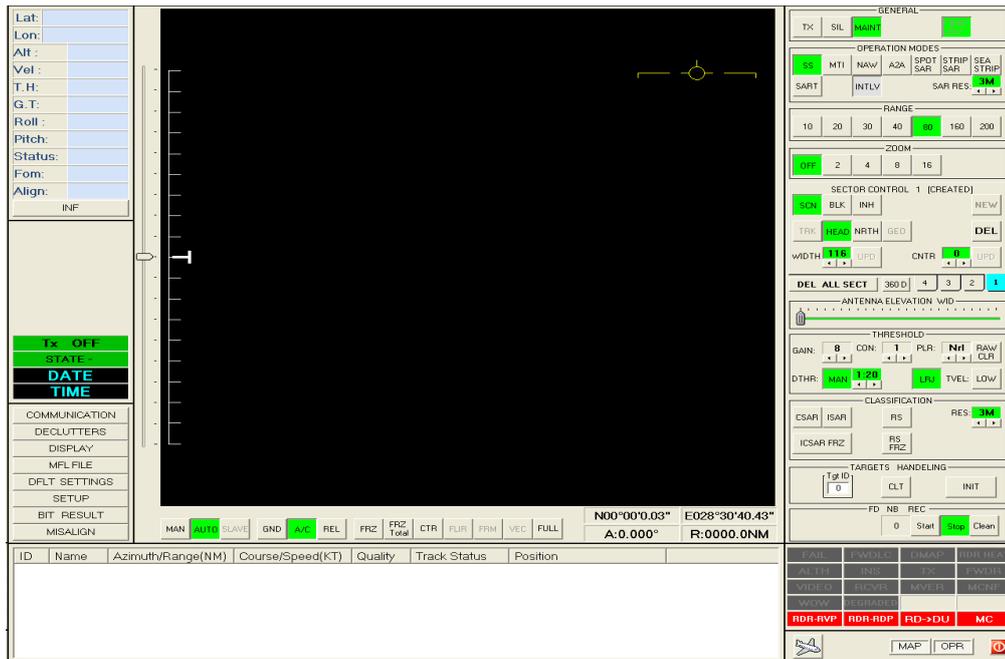


Figura 2.12 Imagen de la pantalla
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

La pantalla del radar está dividida en dos áreas principales:

- Área táctica: Presenta datos del contacto, datos de video del radar etc. Adicional ítems de datos alfanuméricos en los diferentes modos de operación.
- Área de teclas digitales: Son controles amigables de parámetros y modos de operación del radar.

2.2.3.1 Mouse MPR

La herramienta principal para la operación de la consola del radar es el mouse. El botón izquierdo es para seleccionar la acción operacional en el área de teclas digitales. El botón derecho abre una ventana solo cuando el mouse está sobre el área táctica de la pantalla.

El cursor es para posicionar sobre los contactos y las ventanas abiertas en el video de la pantalla, y/o teclas seleccionadas en el área de operación.

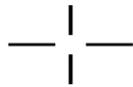


Figura 2.13 Imagen del cursor
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

2.2.3.2 Área táctica de la pantalla

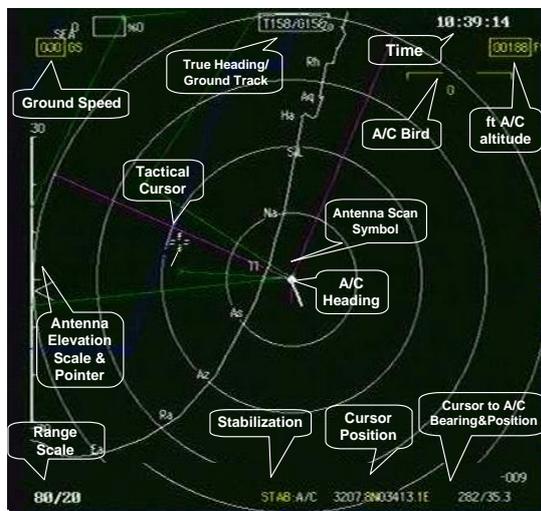


Figura 2.14 Área táctica del radar
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

El área táctica de la pantalla, es el segmento de pantalla en la cual se visualizan los contactos detectados por el radar, en un radio de 360 grados.

2.2.3.3 Área de teclas digitales

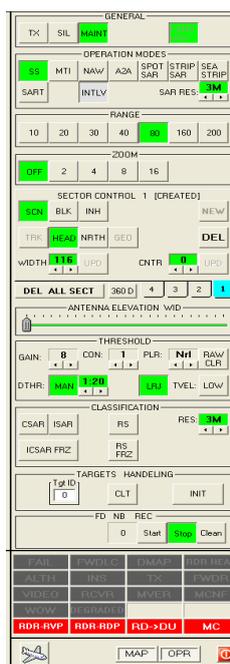


Figura 2.15 Área de teclas digitales
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

El área de teclas digitales, es la porción de pantalla en la que se encuentran los botones que utiliza el operador para controlar el funcionamiento del radar.

2.2.3.4 Proceso de encendido del radar

Para encender el radar, el operador debe seguir los siguientes pasos:

1. Asegurarse que el piloto en la consola OPBY, haya tomado las comunicaciones de la aeronave.
2. El piloto debe seleccionar el modo de comunicaciones en “SPECIAL”.
3. En la consola OPBY el piloto debe habilitar a la estación para operar el radar.
4. Seleccionar en la consola UBY como modo “MASTER”.
5. Seleccionar el ícono de MPR, para que cargue el programa del radar.

6. Dentro de la aplicación del radar, presionar “PWR”, entonces:

- Los inversores del radar encienden.
- El radar enciende.
- Se desarrolla automáticamente el BIT, y
- El MPR pasará a modo stand by “SBY”.

7. El MPR está operativo.

Nota: Es imposible que al encender el MPR, este empiece a irradiar cuando aún se encuentre en tierra; por el bloqueo de seguridad; WOW- weight – on – wheels.

El proceso de encendido dura aproximadamente tres minutos.

Durante el encendido las siguientes tareas son realizadas:

1. Cuando el radar empieza a funcionar, muestra valores por defecto para el control de parámetros.
2. Realiza el BIT de: antena, transmisión, pantalla.
3. Al finalizar el encendido el radar pasa a modo stanby, todos los mensajes son removidos del área táctica.

En la figura 2.15 se muestra la ubicación del ícono del radar en el menú inicio/programs/AMSA2_RCDU_1.01.00/RCDU, en caso que no se encuentre el ícono de acceso directo en la pantalla principal.

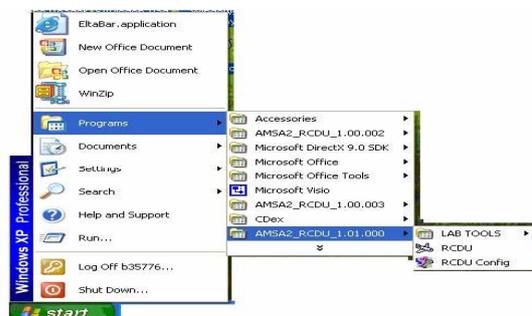


Figura 2.16 Ubicación del ícono del radar
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

2.2.3.5 Proceso de apagado del radar

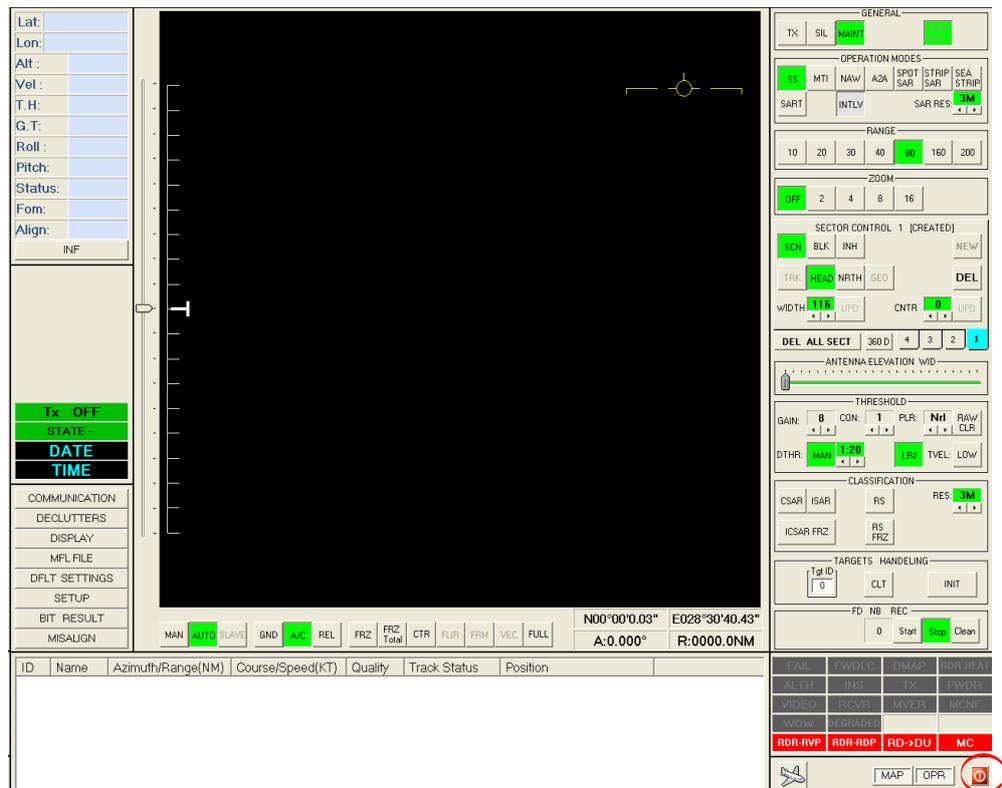


Figura 2.17 Imagen de ícono de apagado
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

Para realizar el apagado del MPR el operador debe seguir los siguientes pasos:

1. Presionar “PWR” para apagar el MPR.
2. Presionar “YES” en el pop-up de la pantalla de apagado.
3. Posterior el radar se apaga en pocos segundos.
4. Presionar “EXIT” para apagar la aplicación MPR de la consola.

Nota: En situación de emergencia para el UAV, el piloto puede apagar inmediatamente, todas las cargas útiles, inclusive el radar.

2.2.3.6 Estado de control

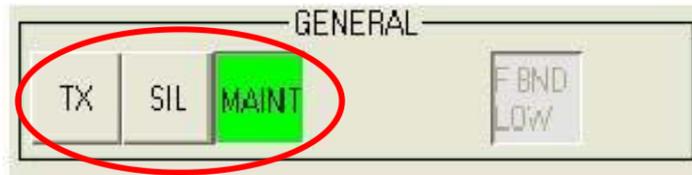


Figura 2.18 Ícono de estado
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

Las indicaciones de estado del radar. Durante el encendido, aparece el mensaje PWP. Luego de tres minutos aproximadamente se muestra el mensaje stand by mode SBY y el color cambia a verde.

En el modo stand by, la posición de la antena es 90° relativo a la posición de la nariz del uav. Todas las pantallas de configuración se mantienen. Cuando ocurre una falla, el radar muestra la indicación FAIL de color rojo; el operador puede deshabilitar la opción, excepto MBIT.

Presionando TX empieza a funcionar el radar en modo normal, aparece la imagen en la pantalla táctica y el estado de la antena de control, cuando empieza a transmitir el radar, la indicación del XMT (eje de levas del transmisor) es verde.

El TX puede ser seleccionado desde los estados IBT, MBT y stand by.

2.2.3.7 Modos de operación del MPR

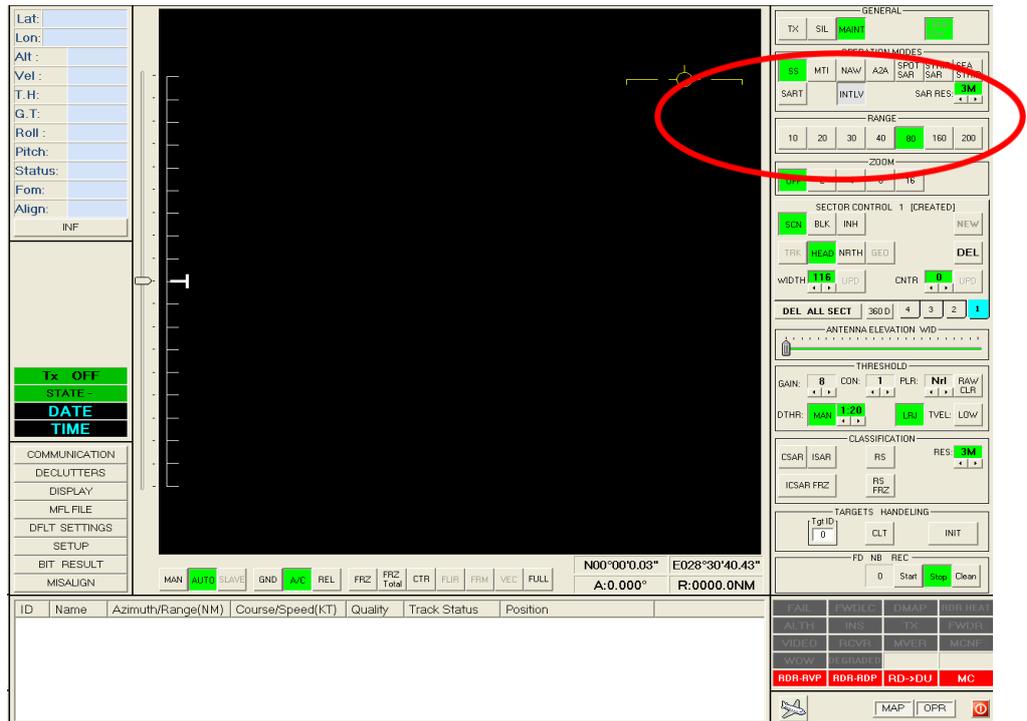


Figura 2.19 Íconos de modo operación
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

Para seleccionar un modo de operación se coloca el puntero del mouse sobre el ícono deseado, una vez cliqueado este cambiará a verde mientras los demás permanecerán en color gris.

2.2.3.7.1 Modo de operación SPOT SAR

Este modo de operación permite asignar un área predefinida en una alta resolución. Se utiliza para hacer observaciones de la costa, o para separar entre objetivos y la tierra. Este modo ofrece las siguientes capacidades:

1. Máxima distinción de los objetivos en el mismo ancho de haz y cerca de la costa.
2. Pleno rendimiento entre 30 y 120 grados.
3. Características principales:
 - a) Capacidad para indicar el centro del segmento para el mapeo.
 - b) Resolución de 1 a 3 metros.
 - c) Alcance de pantalla B.

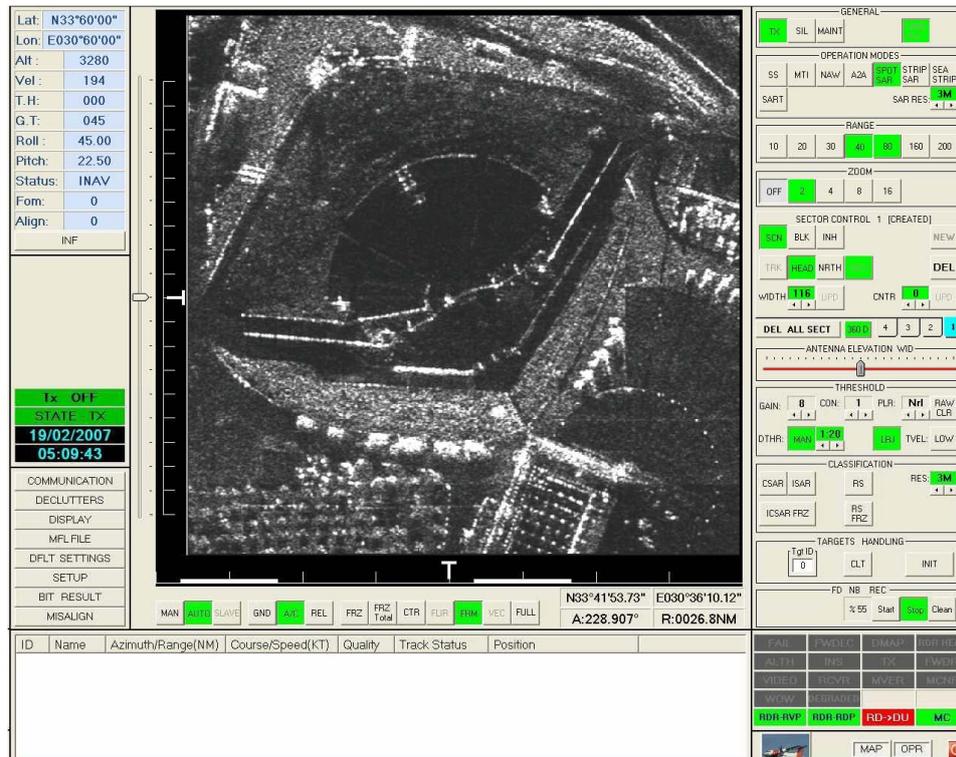


Figura 2.20 Imagen modo SPOT SAR

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Cbos. Aguirre David

La activación del modo SPOT SAR incluye también la selección del parche central (gráfico).

La secuencia de activación es la siguiente:

1. Seleccionar SPI (este colocará el parche central) presionando el botón derecho del mouse en la pantalla táctica, y define la posición del SPI en el pop-up de la ventana.
2. Seleccionar modo SPOT SAR desde el área de modo de operación usando el botón izquierdo del mouse.
3. Definir la resolución SAR en el panel “modos de operación”.

2.2.3.7.2 Pantalla de modo de búsqueda

Este modo de operación busca pequeños y grandes contactos en rangos de larga y pequeña distancia, para crear una imagen naval sobre el área de búsqueda. Este modo ofrece las siguientes capacidades:

- a) Búsqueda a larga distancia con alta resolución en el rango de detección de contactos pequeños en la reflexión del mar

Tabla 2.2 Definiciones en SEA MODE

| SEA MODE | VELOCIDAD DEL VIENTO (nudos) | MEDIDA DE OLAS (pies) |
|----------|------------------------------|-----------------------|
| 1 | 4 | Sobre 1' |
| 3 | 14 | 4' con espuma |
| 5 | 20 | 9' con espuma |

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

Tabla 2.2 Detección basada en contactos RCS

| CONTACTO RCS | ALTITUD UAV | RANGO DE BUSQUEDA | | ESCALA DE RANGO |
|---------------------|-------------|-------------------|------------|-----------------|
| | | SEA MODE 2 | SEA MODE 3 | |
| 5 m ² | 1000pies | 36NM | 34.5NM | |
| 100m ² | 5000pies | 70NM | 65NM | 80NM |
| 10000m ² | 20000pies | 160NM | 145NM | 160NM |

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

b) Características principales:

1. Detección de hasta 2000 contactos.
2. Rango de escala: 10, 20, 40, 80, 160, y 200 Nm.
3. Búsqueda en 360 grados.
4. Escaneo de sector (con transmisión).
5. Sector en blanco (sin recepción).
6. Sector inhibido (con transmisión).

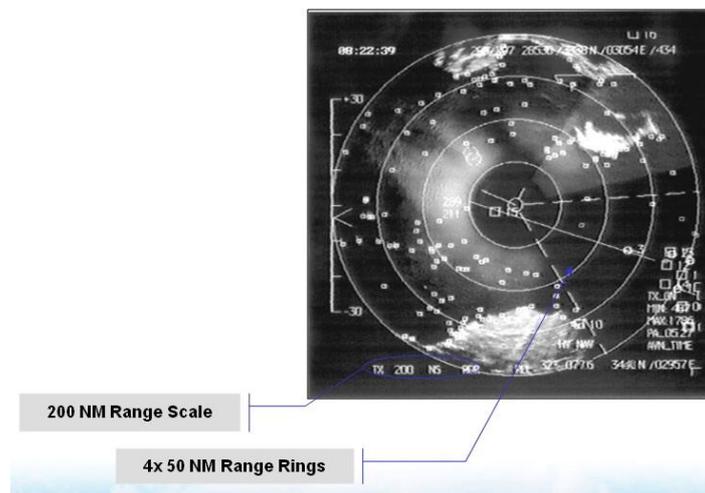


Figura 2.21 Modo búsqueda
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

2.2.3.7.3 Pantalla modo aire – aire

Este modo detecta y traquea contactos aéreos. Posee las siguientes capacidades:

- Detección y visualización automática de contactos.
- Selección del centro de la búsqueda.
- La búsqueda se estabiliza en el horizonte. La elevación de antena puede seleccionarse entre +10° y -30°.
- El radar detecta contactos con un mínimo radial de velocidad relativo al avión.

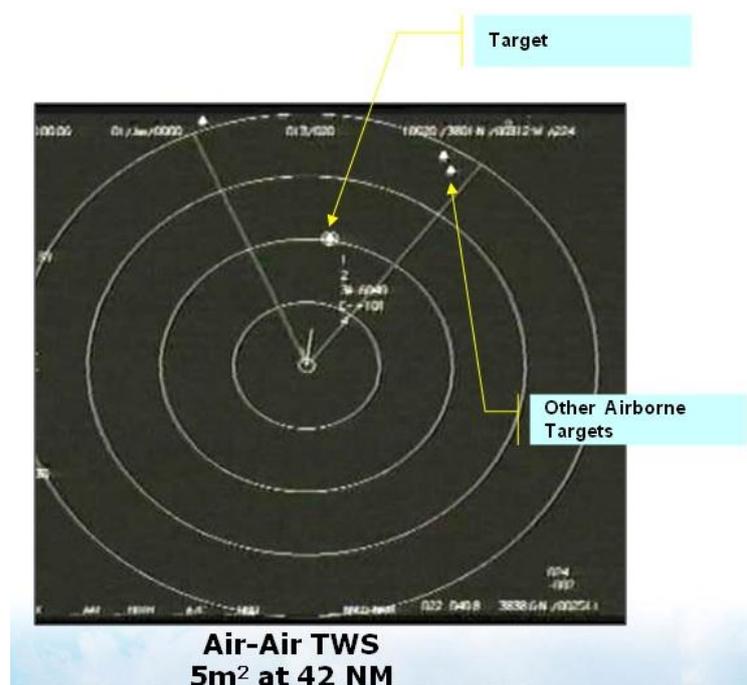


Figura 2.22 Modo aire-aire
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

2.2.3.7.4 Pantalla modo SAR

El radar de apertura sintética SAR es una técnica mediante la cual siempre se transmite un pulso de radar, mientras que el UAV está volando. Mediante el almacenamiento de todas las reflexiones y el procesamiento de estas, es posible producir una muy alta resolución de imagen gracias a un radar “sintético”.

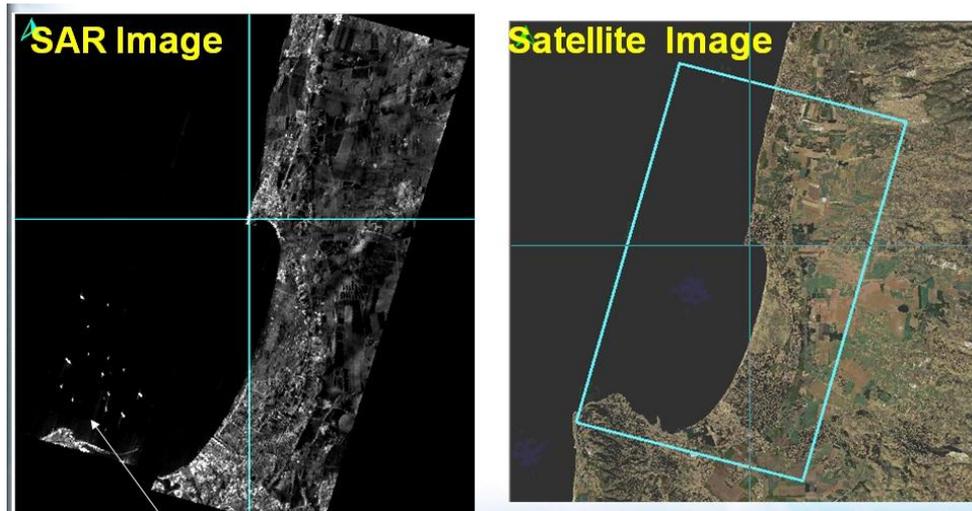


Figura 2.23 Modo SAR
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

2.2.3.7.5 Pantalla modo ISAR

Este modo permite clasificar blancos de largo alcance que utilizan los movimientos del buque para crear una simulación en la longitud del objetivo y las dimensiones de altura. Este modo es compatible con las siguientes capacidades:

1. Clasificación de objetivos de largo rango.
2. Sombras bidimensionales y la configuración de las estructuras de un blanco, cubiertas y mástiles.
3. La sombra del objetivo se muestra para la identificación del contacto.
4. Simulación del objetivo basado en la longitud y la altura de los ejes.
5. Congelación de imagen y maximización de la pantalla.
6. Activación de signos para medir la longitud de buques.

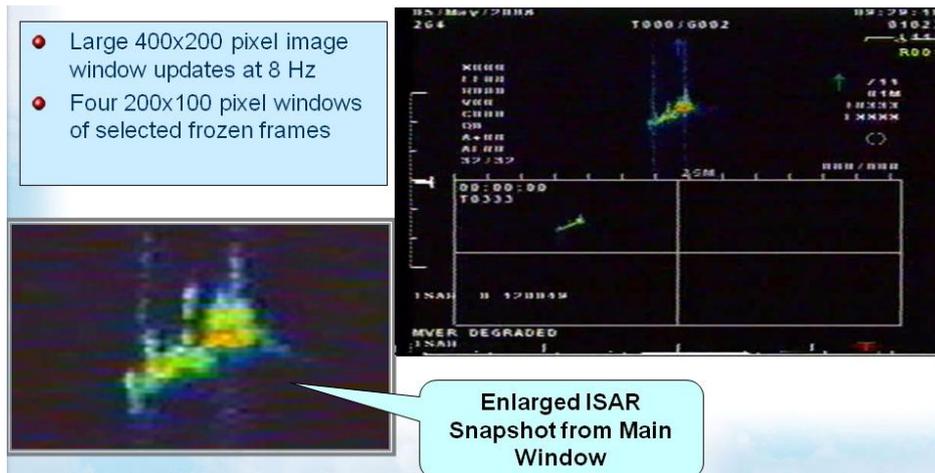


Figura 2.24 Modo ISAR
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

2.2.3.7.6 Moving Targets Identification (MTI)

Este modo de operación se utiliza para detectar blancos móviles con una velocidad radial más allá de un umbral específico definido en las especificaciones.

De esta manera, el radar detecta blancos móviles, basado en cambios de frecuencia derivadas del efecto Doppler. La gama y el azimut de los objetivos se muestran en formato de PPI. Se puede seleccionar cualquier objetivo para seguimiento TWS.

Modos de visualización:

- Solo visual puro.
- Visual sintético con extracción de contactos.
- Simultáneo visual sintético y puro.



Figura 2.25 Modo MTI/SAR
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

2.2.3.7.7 Pantalla modo ISAR y RS

Este modo le permite clasificar los blancos, mientras que la antena esté girando. El radar crea una simulación del objetivo en el rango de potencia, ejes de la reflexión.

Dibuja un perfil del objetivo en la vista de alcance para clasificar el blanco en la base de datos del radar. Posee las siguientes funciones:

1. Clasificación de contactos en corto y largo rango.
2. Clasificación de contactos con la antena escaneando continuamente.
3. La forma de onda del radar cambia para el proceso RS en la dirección del contacto únicamente.
4. Congelación de imagen y medición de longitud de contactos.



Figura 2.26 Modo ISAR y RS
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

2.2.3.7.8 Control de escala de distancia



Figura 2.27 Control distancia
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

Para cambiar la escala con la que opere el radar, utilizando el mouse se presiona en la ventana range la opción deseada.

2.2.3.7.9 Control del ZOOM

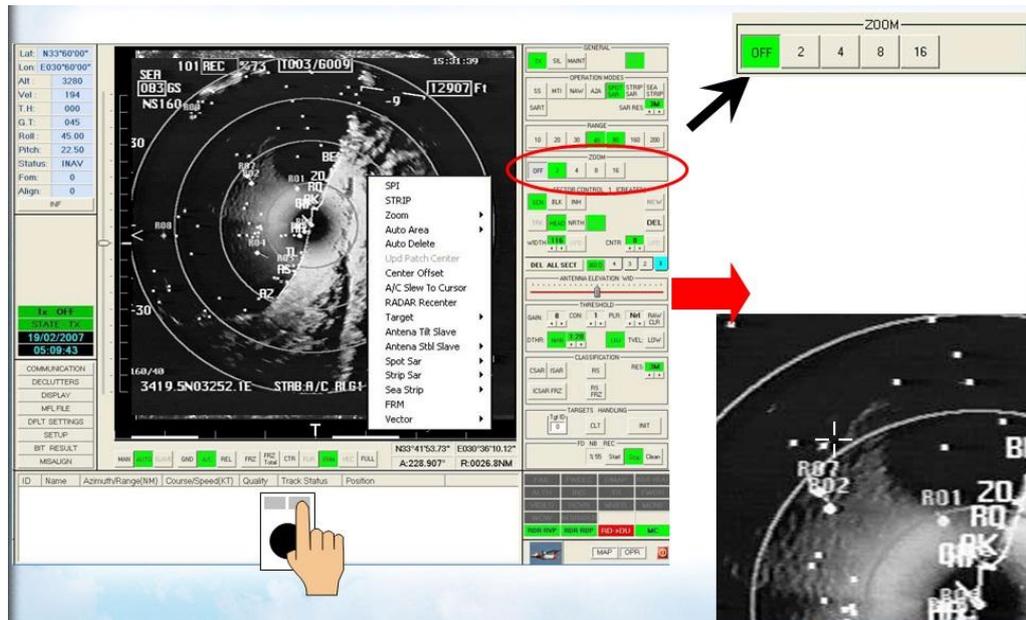


Figura 2.28 Control de zoom
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

Esta función es aplicable al operador para aumentar la imagen de una porción seleccionada del área escaneada, centrándose sobre la posición actual o sobre la última posición del cursor.

Cuando esta función está activada, el radar muestra una pantalla con un radio de escala de 2:1, 4:1, 8:1 o 16:1 alrededor de la posición del cursor.

Al estar desactivado el ZOOM la imagen es normal.

El control de ZOOM se lo puede operar desde el campo de ZOOM o desde el POP-UP del menú.

2.2.3.7.10 Control de sector

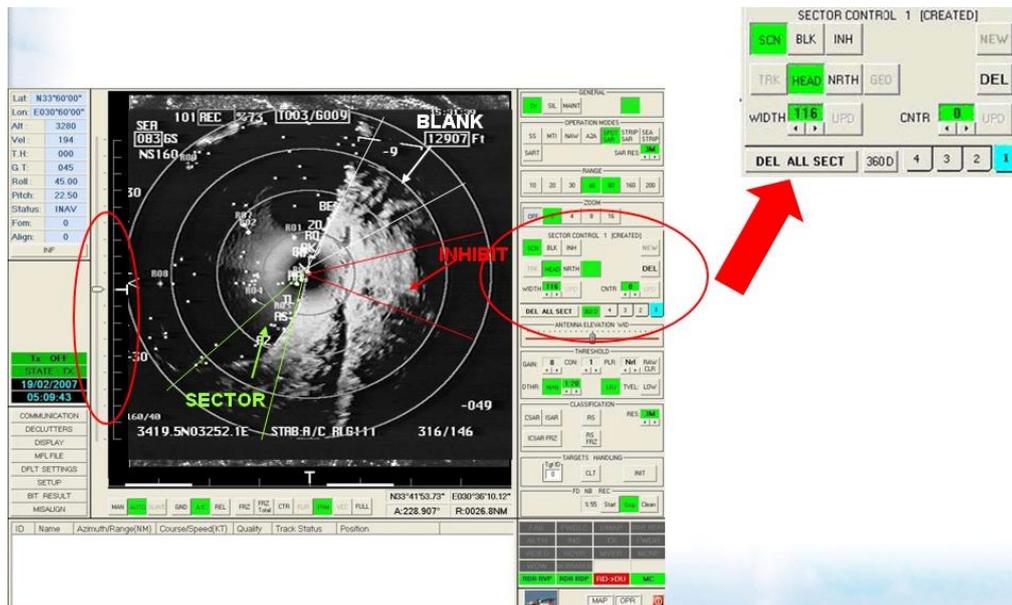


Figura 2.29 Control de sector
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

La siguiente es una descripción de los diferentes sectores habilitados:

- Inhibit sector (INH): El radar inhibe la detección de los objetivos cuando la antena está en el sector inhibido; el radar transmite pero no hay reporte de objetivos encontrados.
- Sector scan (SCN): La antena cubre un sector ordenado por el operador la misma rata de escaneo es definida por la escala seleccionada. El radar no transmite fuera del sector seleccionado durante este proceso.
- Blank Sector (BLK): El radar detiene la transmisión cuando la antena está en el blank sector.
- La elevación de la antena se estabiliza hacia el horizonte en sectores continuos y operaciones de escaneo de sector.

- El operador puede seleccionar cualquiera de los siguientes métodos de estabilización del azimut del sector a escanear:
 - Head: El sector central está fijado hacia el rumbo del uav.
 - TRK: El centro del sector es fijado al ángulo del objetivo seleccionado.
 - NRTH: El sector es configurado en un ángulo relativo hacia el norte verdadero.
- El control del centro (CNTR) es aplicable para escanear, inhibir y blanquear la activación de un sector.
- NEW: Creación de nuevo sector.
- GEO: El centro del sector es fijado en un punto geográfico.
- WIDTH: Define el ancho del sector.
- El ángulo de default es 000° relativo al rumbo del uav.
- 360D: Escanear alrededor (360°)

2.2.3.7.11 Umbral de área de control



Figura 2.30 Control de umbral
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

- GAIN: La tecla digital de ganancia controla el brillo del video puro del radar.
- CON: Controla el contraste del video puro del radar.
- RAW CLR: Borra el video (hasta que la siguiente imagen aparece).
- LRJ: Land reject – expulsa objetivos terrestres.
- TVEL: Target minimal velocity threshold (in MTI mode).
- DTHR: Detection threshold, este control afecta la detección automática de umbrales. El control puede ser definido de forma manual o automática. Si el switch de modo “MAN” (manual) está activo, el control es manual. Si no está activo el control será automático, se recomienda este último.

- En el modo manual el operador puede definir el umbral.
- En auto este se fija en nivel 4. El default durante el encendido es automático. La detección de umbral afecta la probabilidad de detección: incrementando el DTHR disminuye la probabilidad de detección, cuando disminuye el DTHR incrementa la probabilidad de detección, pero esto también aumenta la probabilidad de falsos contactos.

2.2.3.7.12 Clasificación de área de control



Figura 2.31 Control de clasificación
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

- El radar implementa dos modos de clasificación – RS (range signature) y ISAR (inverse SAR).
- El perfil del rango del contacto en el modo RS es creado y visualizado en formato “A scope” para una mejor identificación.
- SR FRS: Congela imagen ISAR.

- RS FRS: Congela imagen RS.
- RES: Cambia la resolución a 1, 3, 12 meter (dif=3m).
- El proceso ISAR crea dos siluetas dimensionales, las cuales muestran las dimensiones, características, superestructura del contacto y de más configuraciones. La calidad del ISAR depende del estado del mar y la longitud del contacto. La mejor imagen ISAR puede obtenerse cuando el oleaje del mar es alto y la dimensión del contacto es pequeño. En este caso el contacto va a tener un movimiento constante de alabeo y el sistema obtendrá mejor información sobre las dimensiones del contacto y su estructura.
- La imagen ISAR es visualizada en cuatro siluetas que son mostradas en cuatro ventanas. El operador puede seleccionar una de esas para agrandarla y mejorar la imagen.
- La clasificación del área es activa en el modo SS únicamente.

2.2.3.7.13 Clasificación de área de control – medida de contacto

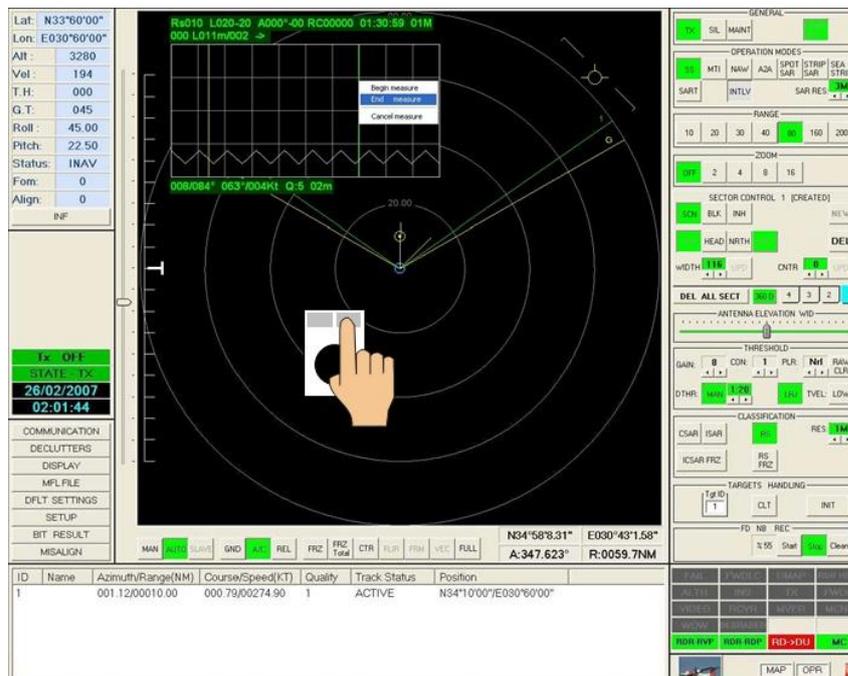


Figura 2.32 Medida del contacto
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

- El modo RS es activado en el fondo del modo SS. La imagen RS es actualizada una vez cada dos escaneadas cuando la antena cruza la localización del contacto.
- Usando el botón derecho se presiona en la ventana RS, luego se despliega un pop-up menú de medidas del contacto.

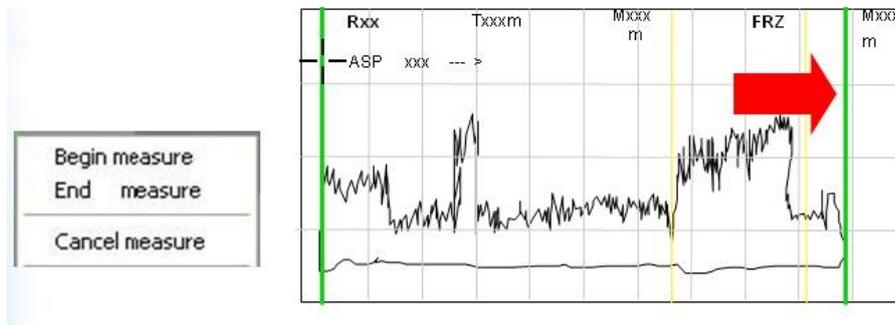


Figura 2.33 Longitud del contacto
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

- Para realizar la medición de imágenes en modo RS o ISAR, hay que seguir los siguientes pasos:
 - a. Congelar la imagen en modo ISAR o ventana RS.
 - b. Colocar el cursor sobre el primer punto de la imagen congelada.
 - c. Presionar el botón izquierdo del mouse.
 - d. Localizar el cursor sobre el final del área requerida.
 - e. Presionar el botón izquierdo del mouse.
 - f. Los valores de medición de la imagen aparecerán dentro de la imagen.

2.2.3.7.14 Flash-disk record control/Control de grabación en disco



Figura 2.34 Grabación en disco
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

- Esta área es habilitada para controlar la grabación en FD (flash disk).
Los íconos de esta ventana son:
 - 0- Muestra el área usada en el FD.
 - Start – Empieza la grabación.
 - Stop- Detiene la grabación.
 - Clear- Borra la grabación de la memoria.

2.2.3.7.15 Manejo de contactos



Figura 2.35 Área de contactos
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

Los íconos localizados en esta ventana cumplen las siguientes funciones:

- TgtID – Muestra la identificación del contacto.
- CLT – Elimina contactos, elimina los contactos desde el RCDU.
- INIT- Habilitado designar un contacto para iniciar auto traqueo (TWS).

2.2.3.7.16 Desarrollo de diferentes acciones en el área táctica

- El área táctica es la plataforma principal de visualización y control en el RCDU.
- El menú pop up en la pantalla táctica habilita al operador para controlar todas las matrices tácticas, de identificar contactos, definir sectores, el zoom de la imagen, etc.
- SPI: Habilita la opción SPI (punto especial de interés.)
- STRIP: Define el ángulo del strip en relación al SPI.
- AUTOAREA: Define un área (sobre las cuatro áreas) para convertirse en área de ploteo.
- AUTODELETE: Define un área para eliminar la auto conversión.
- Upd Patch Center: Actualiza la imagen SAR desde el centro del cursor (en modo SAR).
- Center Offset: Centra la pantalla hacia el cursor.
- A/C slew to cursor: Trae un símbolo al uav hacia la localización del cursor.
- Recenter: Centra al uav en la pantalla táctica.
- Target: Para habilitar
 - ❖ Iniciar el traqueo de contactos (TWS).
 - ❖ Define el tiempo para DR de los contactos de pantalla.
- Antenna tilt slave: Esclaviza el tilt de la antena hacia un punto geográfico definido por el cursor.
- Antenna stbl slave: Esclaviza un sector hacia un punto geográfico.
- Spot SAR: Spot SAR se desarrolla acorde con el SPI o el cursor (selecciona el operador).
- Strip SAR: Strip SAR se desarrolla acorde con el SPI o el cursor (selecciona el operador).
- FRM: (Free Marker) marca puntos (con número) en la posición del cursor.

- Vector: habilita la creación de un vector desde el cursor hacia otro punto definido por el cursor o desde el uav hacia la posición del cursor (selecciona el operador).

2.2.3.7.17 INS Área

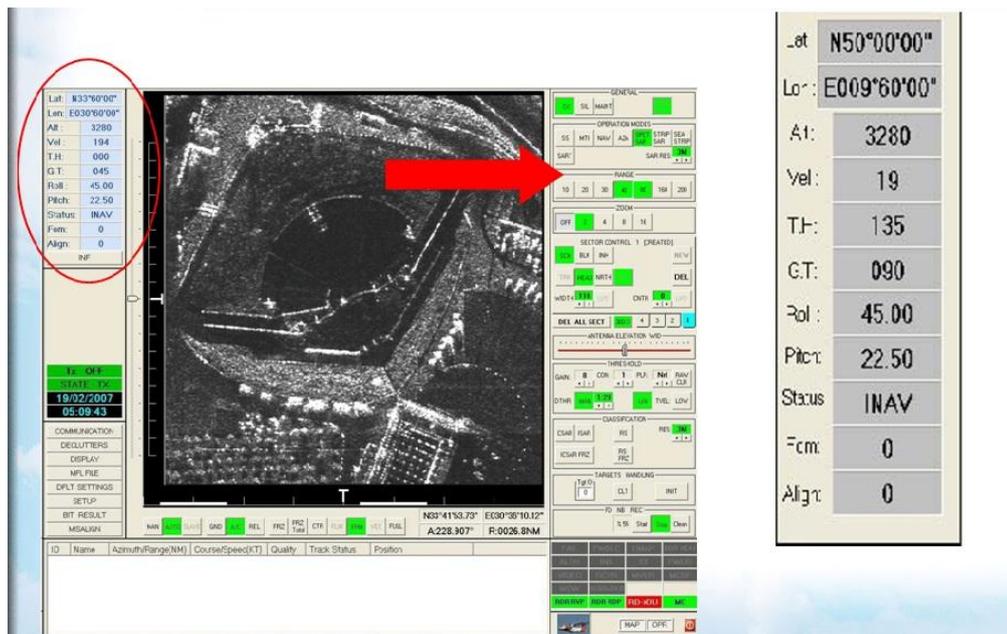


Figura 2.36 Área INS
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

El Área INS incluye datos de vuelo del uav que ayudan al operador. Datos como; cabeceo del uav, alabeo, está área muestra información del inercial INS:

- Lat, long – posición del UAV.
- Alt, vel – altitud del uav (en pies) y velocidad (nudos).
- T.H.- rumbo del uav.
- G.T.-Traqueo del uav en tierra- vector de velocidad en tierra del uav.

- ROLL, PICTH – actitud del uav.
- Status- Lista de falla de INS.
- FOM- FIGURE OF MERIT/ figura de mérito, recepción de calidad de satélites (0-4=bueno, 5-9=no muy bueno).
- ALING- Alineación del INS (1=válido, 0= no válido).
- INF- Realiza el alineamiento en vuelo, seleccionando esta función aparece una ventana de confirmación:
 - ❖ Nota: Es recomendado cambiar el MPR a modo stand by, para evitar datos erróneos de contactos.



Figura 2.37 Mensaje de advertencia
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

2.2.3.7.18 Área de estado

En el lado izquierdo de la pantalla, bajo el estado del avión se encuentra ubicado el estado del radar. Muestra si el radar está transmitiendo o no.

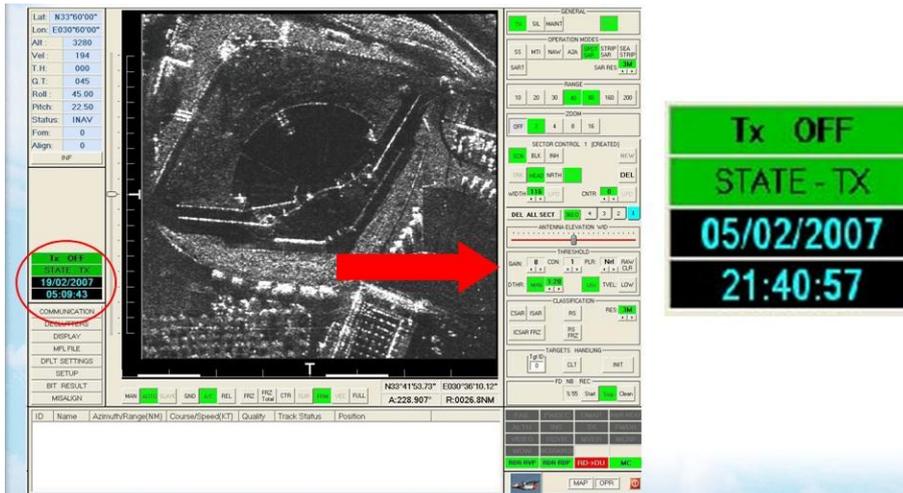


Figura 2.38 Área de estado
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

- Estado de transmisión: OFF color verde, ON color rojo.
- Estado MPR (OFF, STBY, SIL, Power up etc.)

2.2.3.7.19 Sub Menús

En la pantalla del radar se encuentran los submenús, estos habilitan funciones esenciales para el correcto funcionamiento del sistema, por ejemplo: comunicaciones, pantalla, estado de fallas, etc, ver figura 2.38.



Figura 2.39 Sub menús
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

2.2.3.7.19.1 Comunicación

Aparece una ventana de comunicaciones, que habilita el control de comunicación en el sistema y reporte de estado.

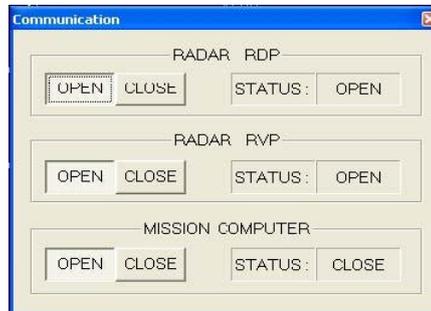


Figura 2.40 Comunicaciones
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

2.2.3.7.19.2 Declutter



Figura 2.41 Declutter
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

- La función declutter habilita al operador (borra desde la pantalla) para poder filtrar objetos seleccionados para propósitos del operador.
 - ❖ A/C: Filtros del UAV.
 - ❖ RINGS: Filtros de anillos de distancia.
 - ❖ RAW: Filtros del video original.
 - ❖ MTI PLT MOV: Filtra los ploteos MTI.
 - ❖ TGT HST: Filtra los contactos antiguos.
 - ❖ PACTH INFO: Filtra información A/N de imagen SAR.
 - ❖ TGT INFO: Filtra información de contactos.
 - ❖ TWS BOX: Filtra el cuadro TWS.
 - ❖ MICS SYM: Filtra símbolos misceláneos.
 - ❖ TAC SYM: Filtra todos los tracks tácticos.
 - ❖ SCT DISP: Filtra sector de pantalla.
 - ❖ SAR TRK OVL: Filtra información A/N de imagen ISAR.
 - ❖ NAW TRK OVL: Filtra información de imagen NAW.
 - ❖ PLOT: Filtra los ploteos de la pantalla táctica.
 - ❖ TRK TXT: Filtra imagen A/N de todos los contactos (hide/show).
 - ❖ FRM's: Filtra las FRM's.
 - ❖ VEC Lines: Filtra todos los vectores.
 - ❖ PLOT VEL/SIZE: Filtra ploteos de acuerdo al tamaño o velocidad.

2.2.3.7.19.3 Pantalla

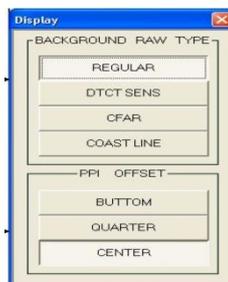


Figura 2.42 Pantalla
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

- Selecciona el video original de fondo.
 - ❖ DTCT Sens: Muestra el mínimo RCS para detección.
 - ❖ CFAR: Constant false alarm rate
 - ❖ Cost Line: Muestra imagen B/W de perfil costanero (tierra-blanco, mar-negro).
 - ❖ PPI OFFSET: Offset del centro de la pantalla táctica en AC, REL o NORTH.
- PPI OFFSET to bottom

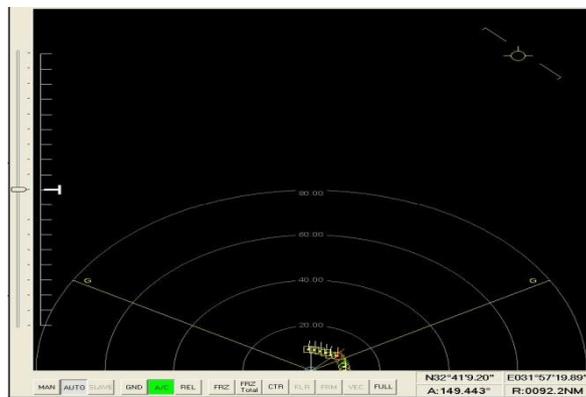


Figura 2.43 PPI OFFSET
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

2.2.3.7.19.4 Archivo MFL

Aparece la ventana MFL file:

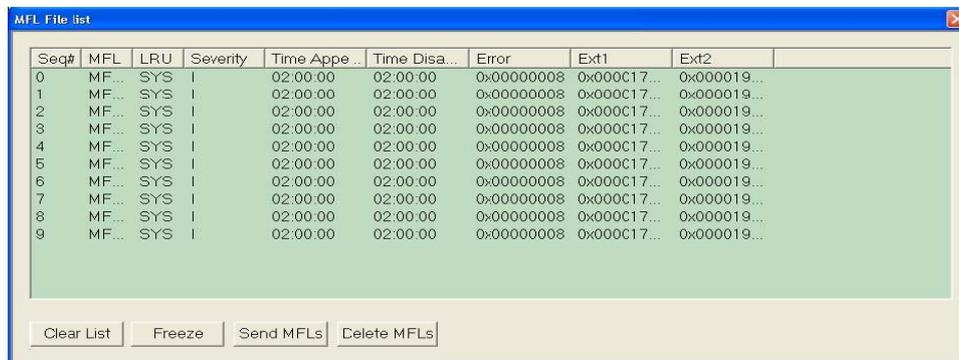


Figura 2.44 MFL file
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

2.2.3.7.19.5 Setup

Inicia el mpr con valores predefinidos, abre la ventana de configuración para RESETEAR S/W o borrar la memoria.



Figura 2.45 Setup
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

2.2.3.7.19.6 Resultado BIT

- Se despliega la ventana del BIT para constatar el estado:
 - ❖ Rojo= Falla
 - ❖ Verde= OK
 - ❖ Gris= Inactivo

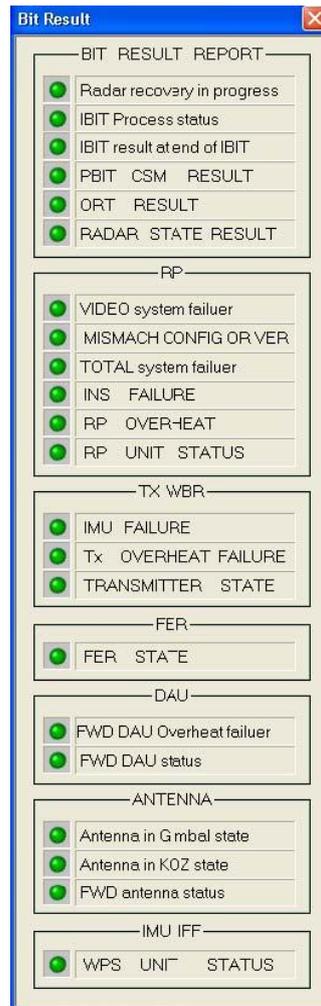


Figura 2.46 Bit status
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

2.2.3.7.19.7 Misaling

- Opción para que el operador realice correcciones a la alineación de acuerdo a la posición de la antena.
- Al presionar el botón "Misaling" se abre la ventana misaling.



Figura 2.47 Misaling
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

2.2.3.7.20 Mensajes y advertencias

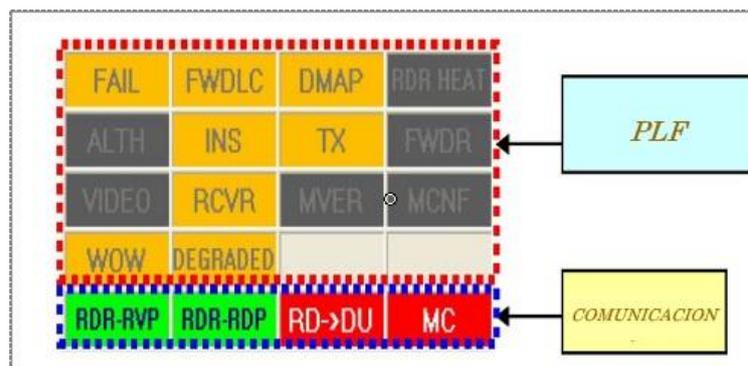


Figura 2.48 Mensajes y advertencias
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

- El área de mensajes está dividida en dos secciones:
 - ❖ Área de alerta de advertencias, incluye advertencias para el operador (OK-gris, falla-amarillo)
 - ❖ Lámparas de reporte de comunicaciones (ok-verde, falla-rojo).

- El área de alertas muestra mensajes de falla operacionales como los siguientes:
 - ❖ FAIL Falla del radar
 - ❖ DMAP El mapa digital no está recibiendo eco desde tierra.
 - ❖ RCVR Advertencia, el radar está en proceso de recuperación.
 - ❖ RDR HEAT Exceso de temperatura (RP, ANT DAU, TX)
 - ❖ INS Dato invalido con el inercial o no hay comunicación.
 - ❖ DEGRADED El radar presenta degradación.
 - ❖ MCNF No corresponde la configuración de la carga útil.
 - ❖ ALTH Radar sobre los 18000 pies.
 - ❖ MVER No corresponde el software en la carga útil.
 - ❖ TX Falla en el transmisor
 - ❖ VIDEO Imagen de video degradado.
 - ❖ FWDR Opción
 - ❖ MC estado de la computadora de misión (OPBY)
 - ❖ RDR-RVP Estado de comunicación entre el RCDU al RVP
 - ❖ RDR-RDP Estado de comunicación entre el RCDU al RDP
 - ❖ RD to DU Falla de comunicación o comunicación ok.

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Preliminares

De acuerdo a los antecedentes que registra el Escuadrón UAV desde su creación en el año 2008 y la investigación realizada en el anteproyecto se constata que el problema con mayor frecuencia en el Departamento de Mantenimiento, específicamente en el área de Electrónica es la falta de operadores de radar, por lo que se procede a elaborar un manual interactivo para el operador de la carga útil Maritime Patrol Radar (MPR) de los aviones HERON.

3.2 Propósito

La importancia de este manual interactivo es optimizar el tiempo de aprendizaje al momento de formar nuevos operadores de radar. De esta manera se gana mayor personal capacitado para operar el sistema y no se convierte en indispensables a los radaristas existentes. Lo que lleva a mejorar la operatividad de las aeronaves durante las misiones de vuelo, mayor número de técnicos para realizar las inspecciones y cumplir con las tareas programadas durante el año.

3.3 Elaboración del manual interactivo

Para la elaboración del manual interactivo fue necesario conocer y tomar en cuenta ciertos requerimientos tales como:

- Descripción de los elementos del manual.
- Elementos requeridos.
- Materiales adicionales.
- Síntesis de los softwares utilizados
- Estudio técnico y económico.

3.4 Descripción de los elementos del manual interactivo

3.4.1 Introducción a FLASH MX

Flash MX es la principal fuente para la creación del manual interactivo ya que mediante el mismo, se muestran todos los conceptos y procedimientos para el manejo del radar de una manera animada y práctica.



Figura 3.1 Ícono de Flash MX
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

El Programa Flash MX es un software con el cual se pueden realizar diversas clases de animación, es decir se pueden crear objetos en movimiento al igual que introducir sonido obteniendo así una herramienta audiovisual para la elaboración de cualquier trabajo interactivo.

Este programa cuenta con varias herramientas de fácil uso, por lo que el usuario con un poco de práctica, puede dominarlas rápidamente. En la siguiente figura se puede observar la pantalla principal de Flash MX, la cual está compuesta de una barra de herramientas, una área de trabajo, un escenario, una línea de tiempo, paneles, una barra de menú, capas y propiedades de los gráficos.

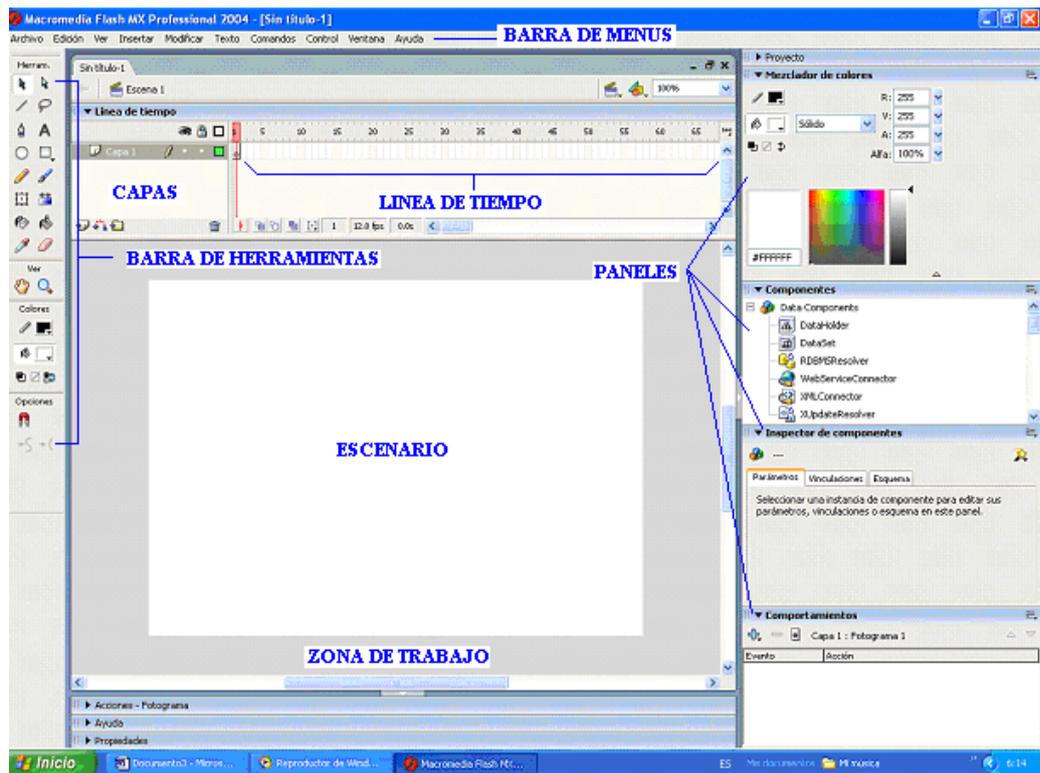


Figura 3.2 Pantalla principal de flash mx
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

3.4.1.1 Barra de herramientas principal

La Barra de herramientas principal que se encuentra en la parte superior izquierda de la pantalla principal está compuesta de:

- Herramientas Básicas.
- Herramientas de Visualización.
- Herramientas de colores.
- Opciones.

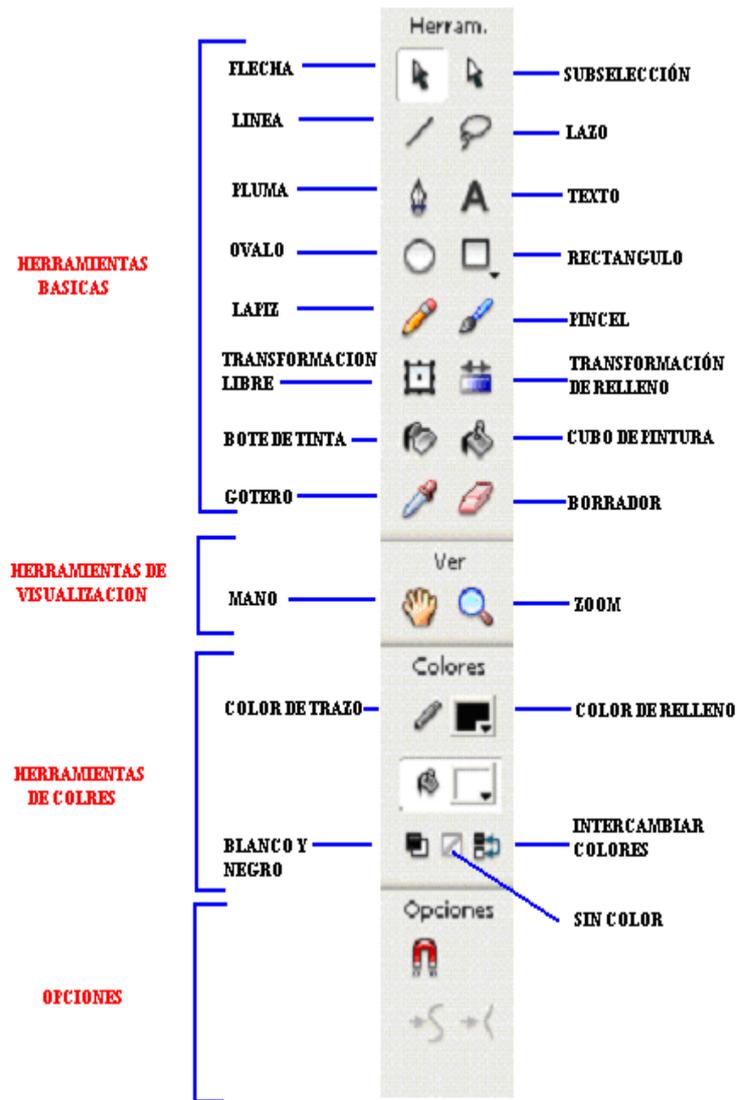


Figura 3.3 Barra de herramientas principal
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

3.4.1.1.1 Herramientas básicas

Existen dos maneras para seleccionar las herramientas, ya sea desde el menú de la barra de herramientas o con las teclas del teclado, éstas son utilizadas tanto para la selección como para el dibujo. En la tabla 3.1 se muestra la función de cada una de ellas.

Tabla 3.1 Funciones de las Herramientas

| Herramienta | Función |
|--------------------|---|
| Flecha | Sirve para seleccionar los objetos en la pantalla. |
| Subselección | Arrastra a otra posición de anclaje del segmento. |
| Línea | Sirve para trazar líneas rectas. |
| Lazo | Sirve para la selección de secciones irregulares de objetos. |
| Pluma | Sirve para dibujar tanto líneas rectas como curvas. |
| Texto | Permite escribir el texto en la animación. |
| Ovalo | Sirve para dibujar círculos y elipses. |
| Rectángulo | Permite dibujar rectángulos y estrellas de varias puntas. |
| Lápiz | Sirve para realizar dibujos a mano alzada. |
| Pincel | Sirve para dibujar trazos |
| Transf. libre | Realiza modificaciones de tamaño y posición del gráfico. |
| Transf. de relleno | Sirve para mover una combinación de colores en el gráfico. |
| Bote de Tinta | Sirve para dar color a los bordes del gráfico. |
| Cubo de Pintura | Sirve para dar color al relleno del gráfico. |
| Gotero | Copia atributos de trazo o relleno de una imagen y los aplica a otra. |
| Borrador | Sirve para eliminar cualquier error o trazo innecesario. |

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

3.4.1.1.2 Herramientas de visualización

Estas herramientas permiten tener una buena visualización de la película ya sea aumentando o reduciendo el escenario a la vez moviéndolo dentro del entorno de Flash.

La mano: Permite desplazarse alrededor de todo el escenario rápidamente en lugar de utilizar la barra de desplazamiento la cual tiene el mismo objetivo con la diferencia que es más lenta.

El Zoom: Este es utilizado para observar el escenario de una manera más detallada ya sea aumentando o disminuyendo la visualización.

3.4.1.1.3 Herramientas de colores

Esta herramienta posee dos opciones que son el color de la línea y la del relleno y es utilizada por todas las herramientas de dibujo por lo cual se activa automáticamente cuando se necesita un color de relleno y de trazo, también se puede intercambiar el color del trazo por el relleno o simplemente quitar el color.

3.4.1.1.4 Opciones

Esta función permite realizar modificaciones de cada una de las herramientas de acuerdo a las necesidades del usuario.

3.4.2 Barra de menú

Esta Barra consiste de una serie de menús desplegables los cuales son utilizados para realizar modificación, control y manejo de las películas.

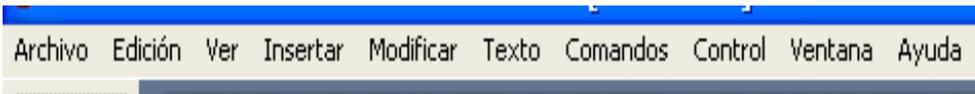


Figura 3.4 Barra de menú
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

3.4.3 Línea de tiempo

En Flash MX la animación está basada en una sucesión de fotogramas a una velocidad determinada, es decir que la animación se da en base a varias figuras creadas en diferentes posiciones, las cuales al pasar a una alta velocidad dan la impresión de movimiento. Aquí nace la función que tiene la línea de tiempo que es controlar y organizar el contenido de una película a través del tiempo en base a las capas y fotogramas creados.

La línea de tiempo se encuentra ubicada en la parte superior de la pantalla principal bajo la barra de menús y está compuesta de tres partes: Fotogramas, capas y un puntero de lectura.

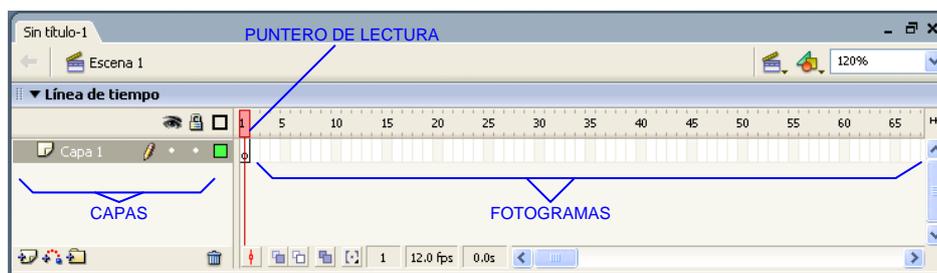


Figura 3.5 Línea de tiempo
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

3.4.3.1 Puntero de lectura

Existe un puntero de lectura el cual permite conocer en qué fotograma de la reproducción se encuentra el usuario, este puntero se encuentra en la parte superior de la línea de tiempo.

3.4.3.2 Capas

Todas las capas poseen sus propios fotogramas pero al momento de la reproducción de la escena, los fotogramas de cada una de las capas se reproducen al mismo tiempo. Existen dos tipos de capas que son: capas guías y capas máscaras, las primeras se utilizan para dibujar una o varias líneas que se encargarán de marcar la trayectoria para una animación y las otras para mostrar u ocultar elementos que se encuentren ubicados por detrás de las mismas.

3.4.3.3 Fotogramas

Los fotogramas son de diferentes clases de acuerdo al tipo y contenido de animación que alberguen:

a) Fotograma clave: Es aquel en el cual se definen cambios en la animación es decir que cada uno de estos fotogramas son creados individualmente y definen una posición dentro de la animación y se representan con un círculo negro en su interior.

b) Fotogramas clave vacíos: Son aquellos fotogramas que todavía no contienen nada en su interior y son de color blanco con un círculo vacío en su interior, al momento en que se introduce o se dibuja un gráfico el fotograma clave vacío pasa automáticamente a ser un fotograma clave.

c) Fotogramas vacíos: Es aquel fotograma que no contiene nada en su interior pero ya es considerado como un fotograma por el programa; está representado por un fotograma en blanco sin delimitación.

d) Fotogramas intermedios: Estos son utilizados en las interpolaciones de forma y movimiento y se encuentran entre fotogramas clave, es decir que estos sí contienen algo en su interior pero no son considerados fotogramas clave.

Con la utilización de estos tipos de fotogramas se pueden realizar diversas cantidades de animaciones de fotograma a fotograma, de todas formas Flash ofrece la animación por interpolación en donde permite crear rápidamente las animaciones partiendo de un fotograma inicial y un final creándose los fotogramas intermedios automáticamente.

3.4.4 Panel de propiedades

En este panel se muestran las características que tiene cada uno de los elementos que se encuentran en la escena y está ubicado en la parte inferior de la pantalla principal.



Figura 3.6 Panel de propiedades
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

Por medio de este panel de propiedades se puede realizar los cambios que se requiera para cada uno de los elementos o del documento en sí, referente al tamaño, forma, movimiento, etc.

3.4.5 Los símbolos

Uno de los elementos más utilizados en Flash MX son los símbolos, los cuales permiten tener una biblioteca de elementos gráficos listos a ser utilizados cuando se requieran, además otra de las ventajas que tienen los símbolos es que ayudan a reducir el tamaño de la película.



Figura 3.7 Biblioteca de símbolos
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

Existen tres tipos de símbolos; Gráfico, Botón o Clip de película, como se observa en la figura 3.7

3.4.5.1 Símbolo botón

Estos símbolos poseen una línea de tiempo independiente dando una interactividad a las películas, es decir tiene cuatro fotogramas, el de reposo que es cuando el cursor no se encuentra sobre el símbolo, el de sobre que es cuando el cursor se encuentra encima del símbolo, el presionado que es cuando se da un clic sobre el símbolo, y el de zona activa que define el área activa que deberá considerarse para que el clic del cursor sea efectivo.

3.4.5.2 Símbolo clip de película

Son aquellos símbolos que contienen más de un fotograma con una línea de tiempo independiente a la línea de tiempo principal, es decir que se reproducirá automáticamente al momento de arrastrar un símbolo de clip de película hacia la escena, pero ocupará un solo fotograma igual que los anteriores.

3.5 Elaboración del manual interactivo

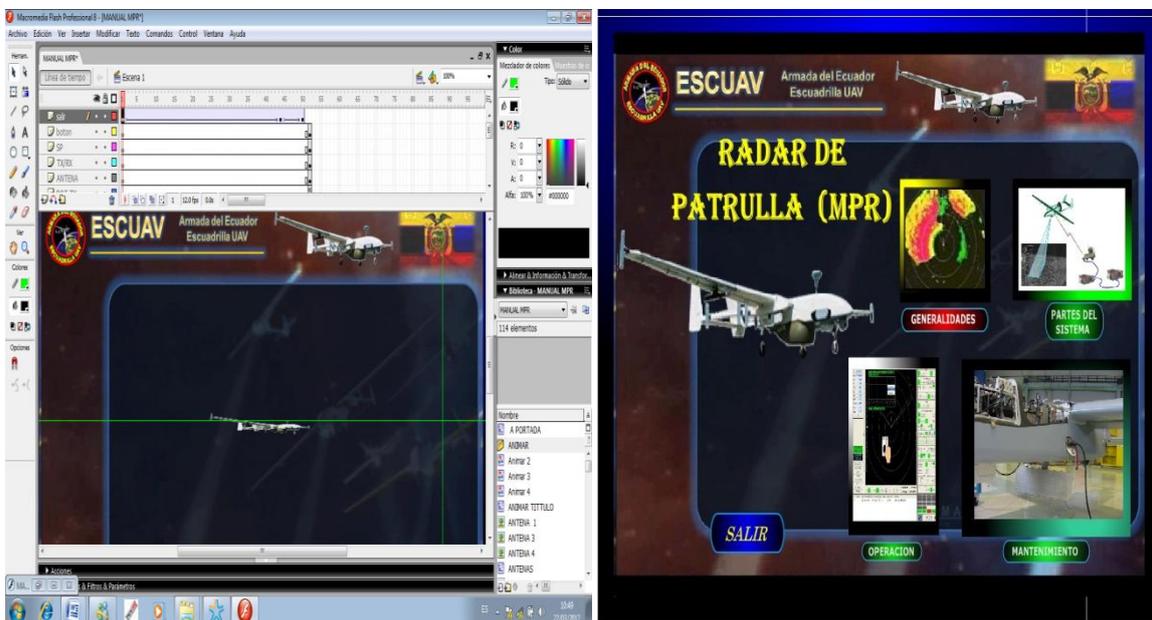


Figura 3.8 Elaboración de la página principal
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

La pantalla principal está elaborada en una sola escena, la cual está compuesta de una serie de fotogramas con interpolación de movimiento ubicados en Clips de Película.

Como se observa en la Figura 3.8 existen cinco botones los cuales están programados para que al momento de dar un clic sobre ellos se cumpla una acción específica, por ejemplo se tiene el botón de generalidades, el mismo que está programado como se muestra en la figura 3.9.

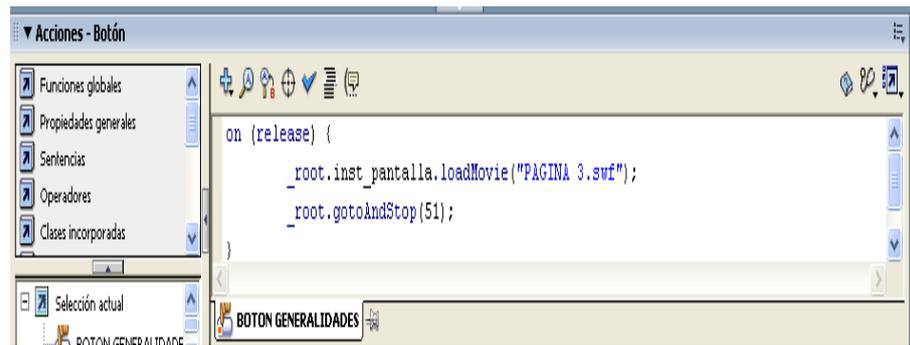


Figura 3.9 Botón generalidades
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

La programación escrita en el panel de acciones del Botón ordena al botón que cuando se dé un clic sobre él, se muestre otra escena, en este caso “PAGINA 3.swf” y que la escena actual se dirija al fotograma 51. Esto es para que no exista un montaje de las dos escenas.

Esta programación es para todos los botones, con la única diferencia en los nombres de las escenas hacer llamadas, excepto el botón salir el cual está programado específicamente para que el programa finalice en forma automática al momento de dar un clic sobre él.

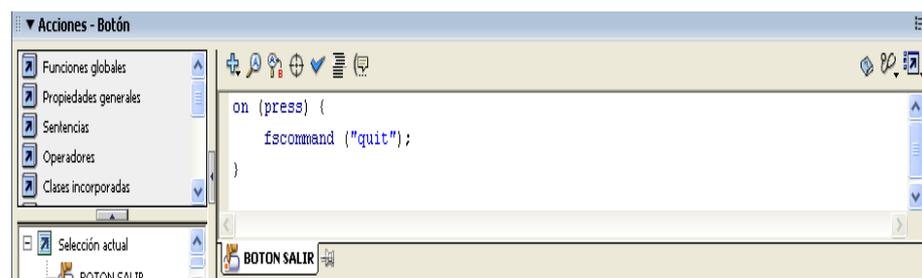


Figura 3.10 Botón salir
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

En las páginas secundarias llamadas desde la página principal aparecen nuevos botones y escenas. Los nuevos botones están programados para continuar o regresar a la siguiente página de la misma escena pero estas se ubicarán en la parte inferior derecha como se muestra en la figura 3.11.

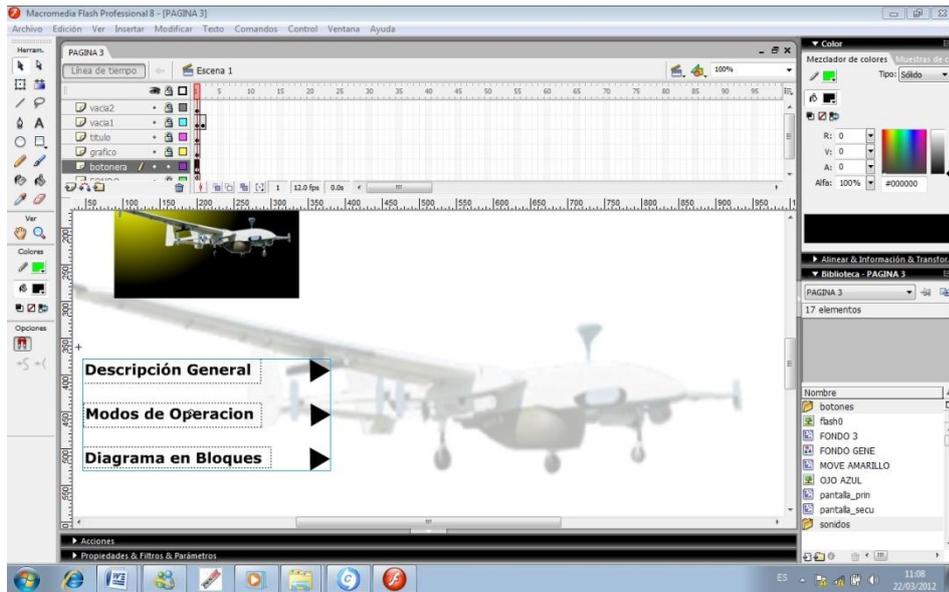


Figura 3.11 Pantalla secundaria
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

A continuación, en la figura 3.12 se muestra claramente la secuencia de animación del Manual Interactivo de Enseñanza para el Operador del Maritime Patrol Radar.

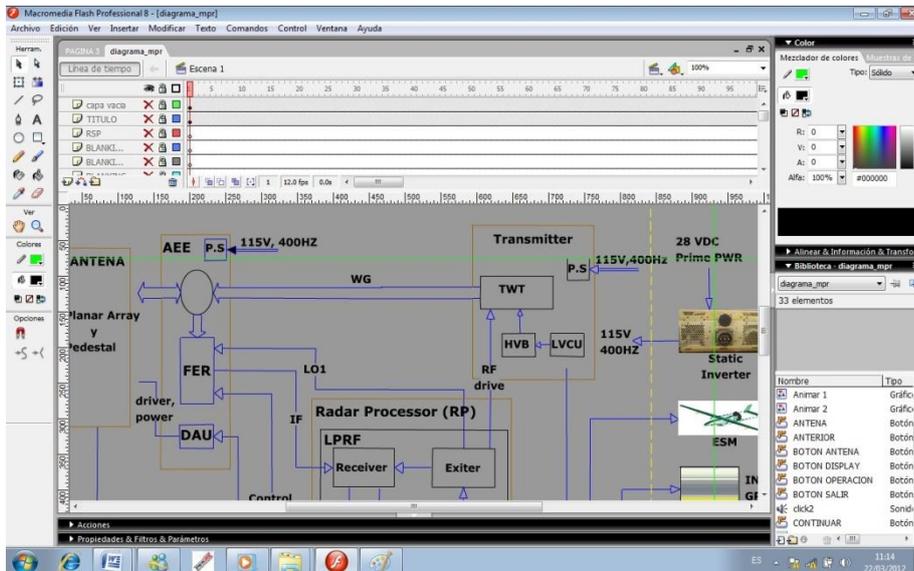


Figura 3.12 Secuencia de Animación
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

3.6 Operación del manual interactivo

Este manual interactivo no requiere la instalación del programa que lo creó para reproducirse, es decir que al momento de insertar el CD del manual interactivo este se ejecutará automáticamente. Únicamente para las actualizaciones del manual, será necesaria la instalación del programa.

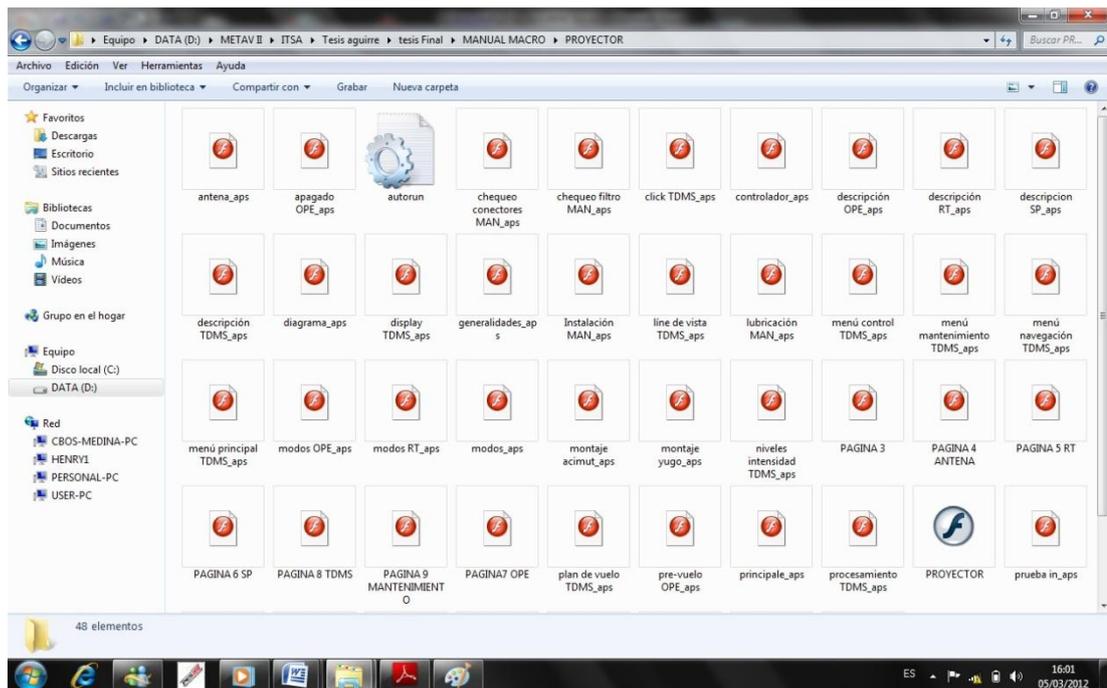


Figura 3.13 Reproducción del manual interactivo
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

La reproducción automática de manual se da ya que posee un autorun, pero existe otra manera de reproducir el manual interactivo y es abriendo el CD del programa y dando doble clic en proyector como se ve en la Figura 3.13

Este manual interactivo está elaborado mediante una sucesión de fotogramas con clips de películas, y botones con sus respectivas acciones. En la figura 3.14 se observa la pantalla principal del manual interactivo del MPR en donde se puede seleccionar cualquier icono de acuerdo al requerimiento del operador.



Figura 3.14 Pantalla Principal del Manual Interactivo
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

Botón generalidades.- Se da una explicación rápida del radar, en la cual se encuentran las siguientes opciones: descripción general, modos de operación y el diagrama en bloques.

- Descripción general: describe en forma general al radar.
- Modos de operación: aparecen los modos de operación del radar.
- Diagrama en bloques: aparece un diagrama en bloque interactivo del radar.

Botón de partes del sistema.- Aparecen tres botones: UAV, estación de control y terminal de datos (GDT).

- El botón UAV está formado por los botones: características y componentes del radar. se describe cada una de las partes del radar con sus respectivos gráficos.
- Botón estación de control: muestra una descripción de la AGCS.
- Botón terminal de datos GDT: describe a la antena GDT.

Botón operación.- Muestra tres botones: descripción, operación y videos.

- El botón descripción brinda información de la pantalla y del trackball que utiliza el operador.

- Botón operación muestra una descripción de todos los modos de operación usados durante la operación del radar.
- Botón videos: al hacer clic sobre este botón, aparecen varios videos sobre el modo de operación del radar.

Botón mantenimiento.- Este botón tiene las siguientes opciones: lubricación, chequeo de conectores, pruebas e instalación.

En la parte de generalidades se provee un diagrama en bloques del radar en donde se indica cómo se energizan las partes del radar, cómo pasan las señales y cuándo irradia el radar. Ver Figura 3.15.

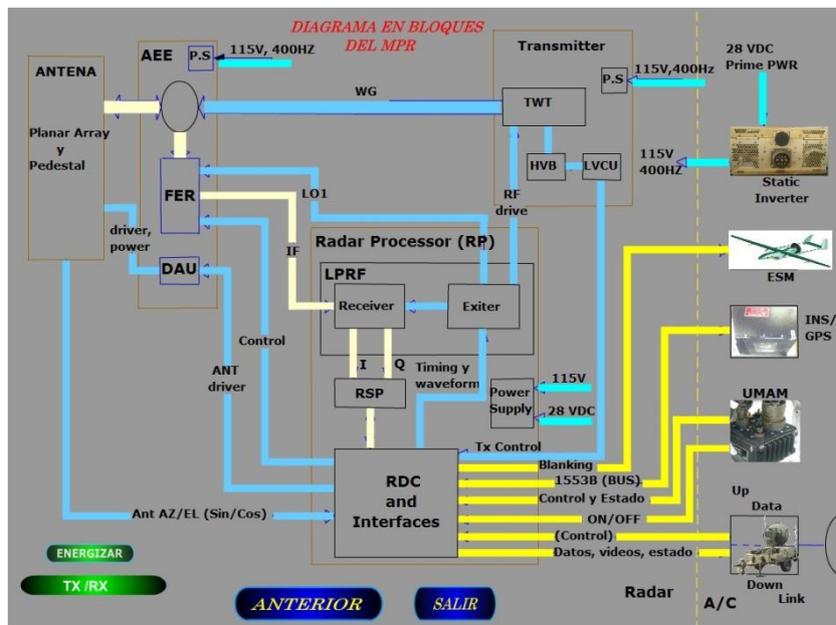


Figura 3.15 Diagrama en Bloques del MPR
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

Al elegir y dar un clic en uno de los íconos de la pantalla principal, se muestra la siguiente escena la cual está compuesta de dos partes: la primera es la de selección en donde se puede escoger con más detalle el

tema que se desea conocer, el mismo que se encuentra en la parte central-izquierda de la pantalla, y la segunda es en dónde está ubicado el texto del tema elegido con dos o tres botones utilizados para pasar o regresar a la siguiente página. A continuación se muestra la página de Selección y continuación de texto:

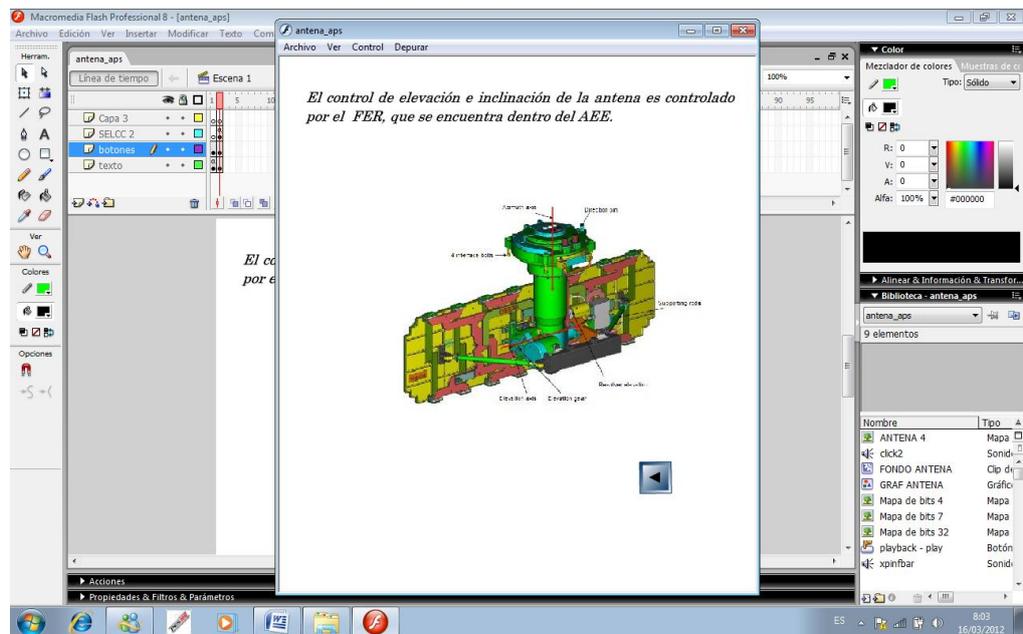


Figura 3.16 Página de Selección de Tema y continuación de Texto
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

En la sección del texto se tiene dos botones de siguiente y anterior mostrados de color azul y con una flecha de indicación en su interior.

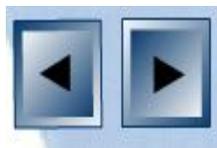


Figura 3.17 Botones de Siguiete y Anterior
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

El Programa también está provisto con botones muy importantes que son: el de página principal, anterior y el de salir. El de página principal permite al operador regresar a la página principal del manual para elegir otro icono, el botón anterior permite retornar a la página anterior y el botón salir es utilizado para finalizar el programa.



Figura 3.18 Botones de Página principal, Anterior y Salir
Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

3.7 Análisis financiero

3.7.1 Presupuesto

Previo a la elaboración del manual interactivo se estipuló un valor de presupuesto en 500 dólares.

3.7.2 Rendimiento

El rendimiento indica si el manual interactivo cumple con el efecto esperado, en base a los resultados obtenidos y los medios utilizados.

3.7.3 Análisis económico y financiero

Para la elaboración del manual interactivo de enseñanza para el operador del MPR se tomaron en cuenta los siguientes rubros.

- Material

- Curso de capacitación
- Gastos Varios e imprevistos

3.7.4 Material

Con relación a los materiales utilizados para el desarrollo de manual interactivo para al operador del MPR se tiene los siguientes:

- Gastos por hora de Internet.
- Gastos en CDs.
- Cartuchos de tinta.
- Hojas de impresión.
- Empastado.
- Anillados.

3.7.5 Curso de Capacitación

Este valor corresponde al gasto realizado para la capacitación necesaria para el correcto manejo del programa en el cual se ha realizado el manual interactivo para el operador del MPR. La capacitación recibida fue del programa Macromedia Flash MX.

3.7.6 Gastos Varios e Imprevistos

Corresponde al valor utilizado en lo referente al material de apoyo como son; copias, la repetición de impresiones, copias de CD's y viajes de asesoramiento.

En la tabla 4.1 se encuentra detallado el costo total del manual interactivo de enseñanza para el operador del MPR.

Tabla 3.2 Costo total del manual interactivo

| DETALLE | CANTIDAD | VALOR USD | TOTAL |
|-----------------------------|-----------------|----------------------|--------------|
| Gastos por impresora | 1 | 115.00 | 115 |
| Gastos por hora de Internet | 50Hrs | 0.80 | 40 |
| Gastos en CDs. | 5 CD's | 1.00 | 5 |
| Cartuchos de tinta | 4 C. | 10.00 | 40 |
| Hojas de impresión | 2 Resmas | 3.75 | 7.50 |
| Empastado | 3 | 13.00 | 50 |
| Capacitación Flash MX | 100Hrs | 2.00 | 200 |
| Gastos Varios e Imprevistos | | | 100 |
| | | TOTAL | 557.5 |

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cbos. Aguirre David

3.7.7 Análisis comparativo

Se realiza un análisis comparativo tomando en consideración dos proyectos similares elaborados anteriormente los cuales tienen un costo de 600 y 650 dólares, es decir un promedio de 625 dólares, por lo tanto se puede decir que nuestro proyecto ha sido elaborado de la manera más económica.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se elaboró un manual interactivo de enseñanza para el operador del MPR, que servirá para la capacitación de nuevos operadores de radar en el Escuadrón UAV ubicado en la ciudad de Manta.
- Este manual interactivo presenta al operador el funcionamiento, operación y mantenimiento del Radar para la comprensión del mismo.
- Se eligió el programa Macromedia Flash Professional 8 como el más adecuado para la elaboración del manual interactivo del MPR de acuerdo a las necesidades requeridas.
- La utilización del programa Macromedia Flash Professional 8, ayudó a mejorar la presentación del manual interactivo, logrando integrar videos de operación del radar en formato FLV.
- El material interactivo es muy adecuado en la actualidad, para la enseñanza-aprendizaje, siendo capaz de reemplazar a los métodos tradicionales que hasta ahora han sido utilizados, resultando estos monótonos y obsoletos en la Aviación Naval.
- Se realizó un CD interactivo, para la Escuela de Aviación Naval y será incluido al pensum académico de los nuevos Técnicos de Aviación, para que realicen el curso de operadores de radar y electro óptico.

4.2 Recomendaciones

- Es necesario que el operador utilice este manual interactivo constantemente para que no pierda los conocimientos sobre el MPR asegurando de esta manera el objetivo principal del mismo, que es el adiestramiento constante del ESCUAV.
- El programa Flash MX debe ser compatible con las características del sistema operativo de la máquina en que vaya a ser instalado.
- Establecer un programa de mejora continua del software desarrollado, a fin de perfeccionar el mismo en cada periodo de entrenamiento del personal técnico.

GLOSARIO

ALABEO: El movimiento que realiza el avión alrededor del eje longitudinal se denomina alabeo.

AUTÓNOMO. Que no depende de otros para ciertas cosas, que goza de autonomía; Que trabaja de forma independiente

AZIMUT. Ángulo entre un vector de referencia y un segundo vector sobre el mismo plano; Específicamente, ángulo horizontal entre la dirección del norte magnético y el rumbo deseado.

CABECEO: El movimiento que realiza el avión alrededor del transversal eje se denomina cabeceo.

CENITAL. Distancia angular entre un astro y el cenit; llámese cénit a la intersección entre la vertical del observador y la esfera celeste.

GPS.- Sistema de posicionamiento global.

INS.- Sistema de navegación inercial.

PWM: Modulación por ancho de pulso

TELEMÉTRICO. La telemetría es una tecnología que permite la medición remota de magnitudes físicas

VHF.- Muy alta frecuencia.

BIBLIOGRAFÍA

- Introducción al Radar, Folleto Cos-1 1978, Tercera Edición.
- Curso RTS Principios y Aplicaciones del Radar, DEGEM SYSTEM, (1982) Primera Edición.
- Teoría del Radar."Escuela Técnica de la Fuerza Aérea" (1997).
- Comprehensive Technical Dictionary, Lewis L. Sell. New Cork 1944.
- Radar control and display unit (RCDU) operation manual.
- MANUAL DEL RADAR TK (EC) HR 05-4, Pág 32
- Animación y Desarrollo Web con FLASH MX 2004, Macro SRL, Primera Edición, 2004.
- <http://es.wikipedia.org/wiki/RS-422>
- <http://www.ingalvarez.com.ar/radares.htm>

ANENOS